การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 3
(The 3rd National Conference on Technical Education)

"Engineering & Technical Education"

วันที่ 25-26 สิงหาคม 2553

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



พระบรมราชานุสาวรีย์พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สารจากอธิการบดี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ยุทธศาสตร์สำคัญในการพัฒนาประเทศประการหนึ่ง คือ การมุ่งพัฒนาฐานความรู้ของบุคลากรของประเทศ งานวิจัยและพัฒนาด้านวิชาการจึงเป็นภาระหน้าที่ที่สถาบันอุดมศึกษา จะต้องพึงตระหนักและให้ความสำคัญ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จึงได้กำหนดยุทธศาสตร์ในแผนการพัฒนามหาวิทยาลัยมุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัยวิจัยและพัฒนา เพิ่มขีดความสามารถและสร้างเครือข่ายและศักยภาพของนักวิจัย

การจัดประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 3 ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่จัดขึ้นในครั้งนี้ จึงสอดคล้องกับแผนพัฒนามหาวิทยาลัยฯ ทั้งนี้ ยังได้รับความร่วมมือจากสถานศึกษาอาชีวศึกษา มหาวิทยาลัยและสถาบันการศึกษาทางด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรมอีก 7 แห่ง ให้ความร่วมมือเป็นพันธมิตรเครือข่าย เพื่อสร้างศักยภาพของนักวิจัย โดยได้รับการสนับสนุนและความร่วมมือจากสถานประกอบการ ศิษย์เก่าและนักศึกษาปัจจุบัน หวังเป็นอย่างยิ่งว่าความร่วมมือเช่นนี้จะยังคงมีอย่างต่อเนื่อง และขยายสู่วงการวิชาชีพและวิชาการของครุศาสตร์อุตสาหกรรมมากยิ่งขึ้น

ในนามของผู้บริหารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ขอร่วมแสดงความยินดี และขอให้การจัดประชุมวิชาการในครั้งนี้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ขอแสดงความรู้สึกชื่นชม และขอขอบคุณคณาจารย์ บุคลากรและศิษย์เก่าของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ในฐานะเจ้าภาพการจัดประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 3 ที่ได้พยายามดำเนินการจัดประชุมได้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ร่วมกันพัฒนาองค์ความรู้อันทรงคุณค่านี้ให้ดำเนินการไปได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและวิจัยด้านวิศวกรรมศาสตร์ และครุศาสตร์อุตสาหกรรมของประเทศที่ยั่งยืนต่อไป

(ศาสตราจารย์ ดร.ธีรวุฒิ บุณยโสภณ)
อธิการบดี

สารจากคณบดี

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดขึ้นครั้งแรก เมื่อปีพุทธศักราช 2551 ในการจัดครั้งที่ 3 ระหว่างวันที่ 25 - 26 สิงหาคม 2553 ณ หอประชุมเบญจรัตน์ อาคารนวมินทรราชินี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภายใต้หัวข้อเรื่อง “Engineering and Technical Education” นี้ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเป็นเวทีให้ นักวิจัย นักวิชาการ นิสิต นักศึกษา และผู้ประกอบการตลอดจนผู้ที่สนใจทั่วประเทศ ได้มีโอกาสพบปะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์ด้านวิชาการ อันนำมาซึ่งการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ๆ ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงด้านสังคม เศรษฐกิจ การเมืองและสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน อีกทั้งยังเป็นการสร้างเครือข่ายการวิจัยให้มีความเข้มแข็งเพิ่มมากขึ้น

ในนามของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอขอบคุณคณะกรรมการดำเนินงานการจัดประชุมวิชาการทุก ๆ ท่าน ตลอดจนคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษาของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ได้ให้ความร่วมมือและสนับสนุนการจัดประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 3 บรรลุวัตถุประสงค์และประสบความสำเร็จได้ด้วยดี โดยเฉพาะมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเดรสเดน (Technische Universitaet Dresden) สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี และสมาคมครุศาสตร์อุตสาหกรรมไทย ท้ายนี้ ต้องขอขอบคุณวิทยากร ผู้ทรงคุณวุฒิ แขกผู้มีเกียรติ ผู้บริหารและบุคลากรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ได้ร่วมมือเป็นส่วนหนึ่งของการจัดงานครั้งนี้ หากมีข้อบกพร่องประการใดทางคณะฯ ขอน้อมรับและขออภัยมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คำนำ

ในช่วงต้นปี 2553 ที่ผ่านมา ประเทศไทยเผชิญกับวิกฤตการณ์ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าประวัติศาสตร์ คงต้องจารึกไว้อย่างแน่นอน จนอาจกล่าวได้ว่าเป็นเรื่องราวที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน วิกฤตการณ์ “เหตุการณ์ความไม่สงบ” ในช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม 2553 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตกรุงเทพมหานคร เมืองหลวงของประเทศลุกลามไปจนถึงขั้นมีการเผาอาคารหลายแห่ง เกิดความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินอย่างมาก เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในห้วงเวลาที่ผ่านมานี้ ทำให้ทุกภาคส่วนของสังคมจำเป็นต้องร่วมกันทบทวน ร่วมมือกัน หันหน้าเข้าหากัน เพื่อสร้างสังคมไทยให้กลับมาเป็นสังคมที่น่าอยู่อย่างมีความสุข มีความเอื้ออาทร อันจะนำไปสู่ความสุขในภาพรวมของประเทศตลอดไป สังคมที่อยู่แล้วมีความสุขร่วมกันตลอดไป

การจัดประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ ได้จัดขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี ปีนี้นับเป็นปีที่ 3 ภายใต้หัวข้อเรื่อง **“Engineering and Technical Education”** ระหว่างวันที่ 25-26 สิงหาคม 2553 ณ หอประชุมเบญจรัตน์ อาคารนวมินทรราชินี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยมีจุดประสงค์เพื่อเป็นเวทีให้นักวิชาการได้เผยแพร่ผลงานวิจัยและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ด้านวิศวกรรมศาสตร์ ด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม ระหว่างนักวิจัย นักวิชาการ นิสิตนักศึกษา ผู้ประกอบการ และผู้สนใจทั่วไป การจัดประชุมครั้งนี้ประกอบด้วยการบรรยายพิเศษทางวิชาการ การอภิปรายโดยท่านผู้ทรงคุณวุฒิ และการนำเสนอบทความทางวิชาการ โดยได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเดรสเดน สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี และสมาคมครุศาสตร์อุตสาหกรรมไทย

ท้ายนี้ในนามของคณะกรรมการดำเนินการจัดประชุมวิชาการฯ ขอร่วมเป็นส่วนหนึ่งของสังคม ในการร่วมกันหาแนวทางแก้ไขปัญหาของสังคมที่ผ่านมา คณะกรรมการขอน้อมรับคำแนะนำ ข้อเสนอแนะของทุกท่านเพื่อการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ขอกราบขอบคุณท่านประธานเปิดงานและบรรยายพิเศษ ท่านผู้ ทรงคุณวุฒิ ขอขอบพระคุณคณะกรรมการและผู้เกี่ยวข้องที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นส่วนหนึ่งซึ่งทำให้การจัดงานประชุมวิชาการครั้งนี้สำเร็จลุล่วง รวมถึงนักวิชาการผู้ส่งบทความ แขกผู้มีเกียรติและผู้สนับสนุน ทุกท่าน คณะกรรมการดำเนินการจัดประชุมวิชาการฯ ขอน้อมรับและขออภัยในข้อบกพร่องมา ณ โอกาสนี้

ประธานคณะกรรมการดำเนินการจัดงาน
การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 3

สารบัญ

วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

NCTechEd03TEE01
รถเข็นไฟฟ้าสำหรับผู้พิการชนิดปรับเบาะนั่งเป็นท่ายืนได้
ประกาศิต ตันติอลงการ, สุวรรณ นนทีอุทก, ศิริวัฒน์ บุญเกิด, วีระชัย ศิริกา 1

NCTechEd03TEE02
การหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลด้วยการใช้วิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด
ชูชีพ ไหลประเดิมพันธ์, พรระพีพัฒน์ ภาษบุตร 7

NCTechEd03TEE03
มูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเขตภาคกลางในประเทศไทย
มงคลชัย ภูคงคา, พรระพีพัฒน์ ภาษบุตร, วรรัตน์ ปัตรประกร 13

NCTechEd03TEE04
การนำทางด้วยระบบจีพีเอสและกล้อง สำหรับรถอัจฉริยะ
สุรศักดิ์ นราพฤทธิ์, ศิริพรรณ ธงชัย 19

NCTechEd03TEE05
การบูรณาการระหว่างอัลกรอริทึมตรวจวัดค่ายอดคลื่นซายน์กับวิธีเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุด สำหรับวิเคราะห์
สัญญาณในภาวะชั่วครู่
เจนจิพา สว่างจิตต์, พูลศักดิ์ โกยียาภรณ์ 25

NCTechEd03TEE06
การปรับปรุงเสถียรภาพของตัวควบคุมแรงดันไฟฟ้าแบบปรับตัวในเครื่องเชื่อม
ยศดนัย วิริยาจาร, พูลศักดิ์ โกยียาภรณ์ 31

NCTechEd03TEE07
Floating Inductance Simulator Using Commercially Identical CFAs
Winai Jaikla, Montree Siripruchyanun 37

NCTechEd03TEE08
วงจรหาค่าเฉลี่ยกำลังสองของสัญญาณที่ทำงานในโหมดกระแสโดยใช้ CC-CCTA
มนตรี ศิริปรัชญานันท์, ภมร ศิลาพันธ์ 41

NCTechEd03TEE09
วงจรกรองความถี่แบบ KHN โหมดกระแสที่ควบคุมด้วยวิธีการทาง
ศุภวัฒน์ ลาวัณย์วิสุทธิ์, มนตรี ศิริปรัชญานันท์ 46

NCTechEd03TEE10
โครงข่ายวงจรโหมดกระแสเอนกประสงค์ที่ทำหน้าที่กรองความถี่แบบหลายหน้าที่และกำเนิดสัญญาณแบบ
ควอเดรเตอร์โดยใช้ CTTA ที่ควบคุมด้วยกระแส
บัญชา เกิดมณี, วินัย ใจกล้า, มนตรี ศิริปรัชญานันท์ 52

สารบัญ (ต่อ)

NCTechEd03TEE11
CCCCTA based-High-output Current-mode Universal Filter
Prungsak Uttaphut, Winai Jaikla, Montree Siripruchyanun 58

NCTechEd03TEE12
การสังเคราะห์ตัวควบคุมแบบสัดส่วนร่วมกับปริพันธ์และอนุพันธ์
สมชาย ศรีสกุลเตียว, มนตรี ศิริปรัชญานันท์ 63

NCTechEd03TEE13
เครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติ
รำพึง มังคละสวัสดิ์, วีรศักดิ์ จันทร์สุวรรณ, มารุต กฤษณพันธ์ 69

NCTechEd03TEE14
การตรวจสอบพรีแอมป์ในชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ด้วยตัวกรองแบบใหม่ด้วยหลักการขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม
อรรณฑพล แสนทน, สมยศ เกียรติวณิชวิไล 75

NCTechEd03TEE15
การพัฒนาโปรแกรมตรวจจับความผิดพร่องของโรเตอร์โดยการวิเคราะห์สัญญาณกระแสมอเตอร์
เอกกมล บุญยะผลานันท์, สุรพันธ์ ตันศรีวงษ์, พูลศักดิ์ โกษียภรณ์ 82

NCTechEd03TEE16
แบบจำลองสัญญาณอัลตร้าซาวด์ที่พิจารณาปรากฏการณ์เลี้ยวเบนของคลื่น
มีชัย โลหะการ 88

NCTechEd03TEE17
โหลดอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับการวัดหากราฟคุณลักษณะเชิงสถิต
ของเซลล์เชื้อเพลิง
วัฒนา แก้วมณี, ปฏิพัทธ์ ทวนทอง, ธนัฐศักดิ์ บุญจอง, พิทักษ์ ครุฑขุนทด 94

NCTechEd03TEE18
การพัฒนาชุดวิจัยเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเซลล์เดียว ณ สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส
วัฒนา แก้วมณี, ปฏิพัทธ์ ทวนทอง, สุกาญจนา เลขพัฒน์, Melika Hinaje 99

NCTechEd03TEE19
การประมาณความหนาของวัสดุที่มีความบางมากด้วยการแพร่กระจายคลื่นของอัลตร้าซาวด์
มีชัย โลหะการ, ชูชาติ สีเทา 105

NCTechEd03TEE20
การออกแบบหม้อแปลงชนิดออโตสำหรับวงจรเรียงกระแสแบบ 18 พัลส์
พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล, วัฒนา แก้วมณี 111

สารบัญ (ต่อ)

NCTechEd03TEE21
การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับการออกแบบตัวควบคุมแบบฟัซซี่
ศุภกร จันทร์เปล่ง, วันชัย ชนมี, สุพจน์ จันทร์วิพัฒน์ 117

NCTechEd03TEE22
การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติเพื่อการประหยัดพลังงานในห้องเรียน
กันตภณ มะหาหมัด 123

NCTechEd03TEE23
การจัดสายป้อนใหม่เพื่อลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้า
อาธิวราห์ พรสุทธาวงศ์, พิเชษฐ์ ศรียรรยงค์, ประมวญ คงสาคร 129

NCTechEd03TEE24
วงจรกรองความถี่โหมดกระแสหลายหน้าที่ที่ควบคุมด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้อุปกรณ์ แอคทีฟเพียงอย่างเดียว
ศุภวัฒน์ ลาวัณย์วิสุทธิ์, มนตรี ศิริปรัชญานันท์ 135

วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

NCTechEd03TME01
การศึกษาการแปรผันสัดส่วนของแก๊สปกคลุมในกระบวนการเชื่อมทังสเตนอาร์กอน ต่อคุณภาพ
งานเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ เกรด UNS S3183
อังคาร คำเรือน, สันติรัฐ นันสะอาง, สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล 141

NCTechEd03TME02
การอบแห้งผลิตผลการเกษตรด้วยรางรับรังสีแสงอาทิตย์แบบ CPC และสารเปลี่ยนสถานะ
ทวีวัฒน์ สุภารส, ณัฐพล รุ่นประแสง, อุทิพ อินทรเพชร, สุรชาติ ปัญญา 147

NCTechEd03TME03
การใช้พลังงานทางเลือกสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร
นุชจิเรศ แก้วสกุล, ศิริพรรณ ธงชัย 154

NCTechEd03TME04
การออกแบบเครื่องผลิตเกลือสินเธาว์พลังงานแสงอาทิตย์
ณัฐพล รุ่นประแสง, ทวีวัฒน์ สุภารส, ณัฏฐ์ กาศยปนันท์, ชินภัทร แก้วโกมินวงษ์, ทเนจ นาคปนคำ 159

NCTechEd03TME05
การศึกษาสมรรถนะกังหันลมผลิตไฟฟ้าความเร็วลมต่ำ
ณัฐพล รุ่นประแสง, ทวีวัฒน์ สุภารส, ทเนจ นาคปนคำ, ณรงค์ มั่งคั่ง, จิระศักดิ์ อินอักษร 165

NCTechEd03TME06
สมรรถนะเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลขนาดเล็ก
เอกลักษณ์ ศุภปัญญาพงศ์, ทวีวัฒน์ สุภารส, ศุภชัย ปัญญาวีร์, ณัฐพล รุ่นประแสง 170

สารบัญ (ต่อ)

NCTechEd03TME07
การศึกษาสมรรถนะระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์กรณีศึกษา : เอทานอลเป็นสารทำงาน
ณัฐพล รุ่นประแสง, ทวีวัฒน์ สุภารส, ทเนจ นาคปนคำ, นพสรรพ ช่วยสุด 175

NCTechEd03TME08
การออกแบบและพัฒนาเครื่องแช่เบียร์วุ้น
นิพนธ์ มณีโชติ, วีรชัย มัฏฐารักษ์ 181

NCTechEd03TME09
การพัฒนาไมโครพีแอลซีชนิดมีหน่วยอินพุตและเอาท์พุตแบบอนาล็อก .....
พรจิต ประทุมสุวรรณ, ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง, ธนิต บำรุงศักดิ์, อนุรักษ์ เพชรแสน 187

NCTechEd03TME10
การปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องอัดถ่านแท่งสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก
สิทธิชัย วงศ์หน่อ, นฤเบศร์ หนูใสเพ็ชร 193

NCTechEd03TME11
การจำลองและออกแบบอุปกรณ์แฮปติกสององศาอิสระชนิดห้าลิงค์แบบขนาน
ทวีเดช ศิริธนาพิพัฒน์ , สมโพธิ โตบรรเลง 200

NCTechEd03TME12
การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบความดันไฮดรอสแตติก
พบพิพัฒน์ หล่อกิตติวณิชย์, ทวีเดช ศิริธนาพิพัฒน์ 208

NCTechEd03TME13
แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาการถ่ายเทรังสีในโฟโต้อิเล็กโทรดของเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสง
มานนท์ สังข์กลิ่นหอม 215

NCTechEd03TME14
การค้นหาและติดตามตำแหน่งโดยระบบการมองเห็น
สุเมธ คำงำเมือง, สุวรรณชัย แซ่อื้อ, อนันต์ สืบสำราญ 222

NCTechEd03TME15
การตรวจสอบตำแหน่งการวางของสกรูด้วยการตรวจสอบความเอียง 3 จุด
ที่มีการควบคุมแรงบิดด้วยฟัซซี่สำหรับการขันสกรูขนาดเล็ก
รัตนะ แซ่เตียว, ศิริพรรณ ธงชัย 229

NCTechEd03TME16
การออกแบบการทดลองเพื่อเปรียบเทียบอิเล็คโตรด 2 ชนิด ในการกัดอาร์คด้วยไฟฟ้าบนซิลิคอนไนไตรด์
จุฬาลักษณ์ เอียดแก้ว, อภิวัฒน์ มุตตามระ 235

สารบัญ (ต่อ)

ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า

NCTechEd03TTE01
การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบจำลองสถานการณ์บนอินเทอร์เน็ต
ในการปรับพื้นฐาน เรื่อง พื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีแรกรับเข้า
ปาณิสรา รจิตรบรรจง, ณมน จีรังสุวรรณ, สมคิด แซ่หลี 241

NCTechEd03TTE02
การวิจัยและพัฒนาต้นแบบชุดสาธิตการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์โหมดกระแส
วินัย ใจกล้า, ภมร ศิลาพันธ์, ไชยันต์ ชนะพรมมา, มนตรี ศิริปรัชญานันท์ 249

NCTechEd03TTE03
การพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการเรื่องระบบการสื่อสารข้อมูลแบบแอนาล็อก
โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ PESDEEP สำหรับการศึกษาระดับปริญญาตรี
วิสิฐ อุตมานนท์, สมศักดิ์ ธนพุทธิวิโรจน์, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล 255

NCTechEd03TTE04
การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการแพร่กระจายตามทฤษฎีการเรียนรู้ .....
อลงกรณ์ พรมที, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล 261

NCTechEd03TTE05
การพัฒนาชุดสื่อประสม สำหรับการสอนทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ
สุริยาวุธ เสาวคนธ์, ศิวดล นวลนภดล, สมมารถ ขำเกลี้ยง, สุรพันธ์ ตันศรีวงษ์ 268

NCTechEd03TTE06
การวิเคราะห์การสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย
เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ
สุริยาวุธ เสาวคนธ์, สมมารถ ขำเกลี้ยง, สุรพันธ์ ตันศรีวงษ์ 274

NCTechEd03TTE07
การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง เครื่องรับโทรศัพท์ หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
สาขาวิชาครุศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
สุทธิพงษ์ ฟุ้งเดช, โกศิน สวนานนท์, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล 280

NCTechEd03TTE08
การสร้างชุดการสอนแบบบูรณาการ เรื่องหลักการทำงานของเซนเซอร์และการใช้งาน
วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
วีรศักดิ์ บุญเพชร, มงคล หวังสถิตย์วงษ์, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล 285

NCTechEd03TTE09
โปรแกรมจำลองการลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบกำลังโดยการติดตั้งค่าปาซิเตอร์แบงค์เพื่อการศึกษา
นัฐวุฒิ พลอยมุข, พิเชษฐ์ ศรียรรยงค์ 291

สารบัญ (ต่อ)

NCTechEd03TTE10
การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอล
สำหรับการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
ปราการ ทองใบ, มนตรี ศิริปรัชญานันท์, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล 297

NCTechEd03TTE11
การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบบูรณาการ เรื่องการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
สุชาติ ยอดเกลี้ยง, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล, มานิตย์ สิทธิชัย 303

NCTechEd03TTE12
การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้ GUI-MATLAB ? สำหรับการศึกษา
จงรัก สามารถ, พิสิฐ สอนละ, สมมารถ ขำเกลี้ยง, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล 309

ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเครื่องกล

NCTechEd03TTM01
การประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐาน
บรรจบ อรชร, สมโภชน์ นันทโย 315

NCTechEd03TTM02
การศึกษากลยุทธ์การถ่ายทอดเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติก
แบบอ่อนประเภทลามิเนตในประเทศไทย
เบญจวรรณ จงเจริญ, วรนุช เกิดสินธ์ชัย 324

NCTechEd03TTM03
การสร้างชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ
บรรจบ อรชร, อนุศิษฏ์ อันมานะตระกูล, ชาญณรงค์ มนทารัก 331

NCTechEd03TTM04
ชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน
บรรจบ อรชร, อนุศิษฏ์ อันมานะตระกูล, มีชัย พลัดพริ่ง 339

NCTechEd03TTM05
การพัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่อง ลิ้นนิรภัยของหม้อไอน้ำ
โชคชัย อลงกรณ์ทักษิณ 347

NCTechEd03TTM06
การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่อง การเพิ่มความสามารถด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลใ
ห้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก
โชคชัย อลงกรณ์ทักษิณ 352

สารบัญ (ต่อ)

NCTechEd03TTM07
ชุดสาธิตการคัดแยกวัสดุแบบสายพานลำเลียงควบคุมโดย PLC
วิภพ ใจแข็ง 358

NCTechEd03TTM08
ชุดฝึกอบรมติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ
ยุทธนา ไชยลังกา 362

NCTechEd03TTM09
การหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตช่วยสอนเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล
บุญส่ง เหมวัฒน์ 369

วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

NCTechEd03TTC01
ศึกษาแก้ไขปัญหาการก่อสร้างถนนบนชั้นดินอ่อน ถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้
พิชญุตม์ จรัสบำรุงโรจน์ 375

NCTechEd03TTC02
การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูป
กับระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่
พิชญุตม์ จรัสบำรุงโรจน์ 380

NCTechEd03TTC03
แรงแบกทานของฐานบนชั้นดินเหนียวปรับปรุงคุณภาพด้วยซีเมนต์
สายใจ โกมลวาทิน, หนึ่งฤทัย สุขสภา, สุการโน เหลาะเหม, ทวีชัย กาฬสินธุ์ 386

NCTechEd03TTC04
กำลังอัดของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน
ศศิวงศ์ จันทร์มาศ, ภูมิพัฒน์ รอดรักษ์, นิพนธ์ เธียรศิริพิพัฒน์ 392

NCTechEd03TTC05
การเพิ่มผลผลิตในงานก่อสร้างโดยการประยุกต์ใช้หลักเออร์กอนอมิคส์ :
กรณีศึกษาการดัดเหล็กปลอกเสริมคอนกรีต
อรรถพล จันดาคูณ 398

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

NCTechEd03TCT01
การคัดกรองโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล
สุรเดช บุญลือ, ณรงค์ศักดิ์ หนูขาว, กุลิสรา แก้วพุทธชาติ 405

NCTechEd03TCT02
การรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะเชิงภูมิศาสตร์ของใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม
สิทธิชัย บุษหมั่น, อรนันท์ เชาว์พานิช, ภานุวัฒน์ เกตุวงศ์ 411

สารบัญ (ต่อ)

NCTechEd03TCT03
การใช้งาน TLS แทน SSL สำหรับโพรโตคอล https ที่มีการประยุกต์ทำงานแบบ Multi Name-Based Virtual Hosts
ดุษฎี เทิดบารมี, ศิวพงษ์ นิยมพานิช, สิทธิชัย บุษหมั่น 417

NCTechEd03TCT04
การประยุกต์ใช้อัลกอริทึม Breadth First Search ในการบริหารจัดการสถานที่จอดรถยนต์แบบอัตโนมัติ
ภัทรเดช เกษมสมพร, สุวรรณี อัศวชัยกุล, ศุภเชษฐ์ อินทร์เนตร 423

NCTechEd03TCT05
การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
กรณีศึกษา โรงพยาบาล อ.พนมไทร จ.ร้อยเอ็ด
วิชาญ เอี่ยมรัศมีกุล, สิทธิชัย บุษหมั่น 429

NCTechEd03TCT06
การออกแบบโปรแกรมจัดตารางสอนโดยใช้อัลกรอริทึมทางพันธุกรรม
ไพฑูรย์ ยศกาศ, วีรพันธุ์ ศิริฤทธิ์, นพนันท์ มาเยอะ, กิ่งสุวรรณ ใหม่แก้ว 435

NCTechEd03TCT07
การเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณ PM10 ในเขตกรุงเทพมหานคร
โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม
เสาวลักษณ์ อร่ามพงศานุวัต 440

NCTechEd03TCT08
การรู้จำภาพใบหน้าแบบฮีสโตแกรมด้วยการแยกคุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้า
และเฉพาะส่วนโดยใช้แบบจำลองเชิงเลขาคณิต
สมปอง เวฬุวนาธร, สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์ 446

NCTechEd03TCT09
การศึกษาวิธีการสืบค้นข้อมูลของเด็ก
สุภาวดี กระแสร์สินธุ์, ณัฐธนนท์ หงส์วริทธิ์ธร 451

NCTechEd03TCT10
ระบบตรวจสอบเว็บที่ไม่พึงประสงค์
ธวัชชัย เอี่ยมไพโรจน์, ศรายุทธ ฉายสุริยะ, เสรี ชิโนดม, สุรวุฒิ ปัดไธสง 456

NCTechEd03TCT11
การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการความรู้ด้วยเว็บบล็อกแบบขุมความรู้
โดยเทคนิคเมทาเดตา สำหรับครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
มณีรัตน์ พงษ์สุวรรณ, ปรัชญนันท์ นิลสุข, ปณิตา วรรณพิรุณ 461

NCTechEd03TCT12
P2P-DFS : ระบบแฟ้มข้อมูลแบบกระจายบนเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์
ชูพันธุ์ รัตนโภคา, อธิวัตน์ หงษ์ทอง, รุ่งโรจน์ เบญจานุกร, ภูวรุพห์ พันธ์เครือบุญ 467

สารบัญ (ต่อ)

NCTechEd03TCT13
การพัฒนาโปรแกรมภาษามือ 3 มิติ
มีชัย โลหะการ, ภมรศักดิ์ สกุลรัตน์, คมคิด สันสนะเกียรติ, ชูชาติ สีเทา 473

NCTechEd03TCT14
การพัฒนาระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ตามรูปแบบการเรียนการสอน TCT-IDM
ทัศนีย์ ตีระกิจวัฒนา, จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์, กันต์พงษ์ วรรัตน์ปัญญา 479

NCTechEd03TCT15
กระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์
วิรัติ อัศวานุวัตร 485

NCTechEd03TCT16
ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการบริการแก้ปัญหาสำหรับเจ้าหน้าที่
ธิติ จันตะคุณ, ธาดา จันตะคุณ, เกษรินทร์ รุ่งเรือง 490

เทคโนโลยีทางการศึกษา

NCTechEd03MET01
การพัฒนาและหาประสิทธิภาพเว็บช่วยสอน วิชาการออกแบบและการสร้างเว็บเพจ
สายพิน งามสง่า, จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์ 497

NCTechEd03MET02
การสร้างบทเรียนมัลติมีเดียเน้นปฏิสัมพันธ์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาการถ่ายภาพโดยใช้เทคโนโลยีเว็บ3 มิติ
ณัฐพล สว่างจิตต์, มานิตย์ สิทธิชัย 504

NCTechEd03MET03
การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ
สมเกียรติ ฟักมี, สมคิด แซ่หลี, เกรียงไกร อุรุโสภณ 510

NCTechEd03MET04
กรอบแนวคิดรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบปัญหาเป็นฐานผ่านบทเรียนแสวงรู้บนเว็บแบบบทบาทสมมติและ FishBowl
ธัญญรัตน์ น้อมพลกรัง, มนต์ชัย เทียนทอง 517

NCTechEd03MET05
บทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์
ชณัฐพงษ์ อารีรมย์ 523

NCTechEd03MET06
กระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ
มงคล ชุมภูรัตน์, หริพล ธรรมนารักษ์ 530

สารบัญ (ต่อ)

NCTechEd03MET07
การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนโดยใช้สื่อประสมเรื่องเครื่องวิทยุ
คฑาวุธ ชุมขวัญ, มานิตย์ สิทธิชัย, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล 538

NCTechEd03MET08
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต
ธาดา จันตะคุณ, จาริมา คงปัญญาม, ธิติ จันตะคุณ 544

NCTechEd03MET09
การพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐาน วิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
วัชราภรณ์ วังมนตรี, จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์ 549

NCTechEd03MET10
การพัฒนาระบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
ดวงตา เสาวโรนุพันธุ์, จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์ 556

NCTechEd03MET11
การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อพัฒนาการศึกษา
ด้านพยาธิวิทยาของนักศึกษาแพทย์
สุชาดา เกตุดี, มนต์ชัย เทียนทอง 562

NCTechEd03MET12
การสร้างบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บเชิงคิดวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด
พีไลวรรณ ซาวบุญตัน, มานิตย์ สิทธิชัย 568

NCTechEd03MET13
การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมส์ วิชาภาษาไทย
เรื่องมาตราตัวสะกด ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
จิริพร กอบโกย, สมคิด แซ่หลี, จรัญ แสนราช 575

NCTechEd03MET14
การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องพุทธศาสนสุภาษิต .....
วีไลพร เสาวภา, สมคิด แซ่หลี, จรัญ แสนราช 583

NCTechEd03MET15
การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีชีวอินทรีย์
นิภาพร ปัญญา, อุดมวิชช์ พลเยี่ยม 589

NCTechEd03MET16
การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ 8 เรื่อง โมเมนตันของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ
ชุติรัตน์ ประสงค์มณี, ปรัชญนันท์ นิลสุข, พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ 595

สารบัญ (ต่อ)

บริหารอาชีวศึกษาและวิจัยพัฒนาหลักสูตร

NCTechEd03TEM01
การพัฒนาระบบให้คำปรึกษาและแนะนำนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู
สิริพร อั้งโสภา, สุราษฎร์ พรมจันทร์, สิริรักษณ์ หาญวัฒนากุล 601

NCTechEd03TEM02
การพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัยเพื่อส่งเสริมการวิจัยในสถานศึกษา
จริยา เอียบสกุล, สุราษฎร์ พรมจันทร์, ปิยะ กรกชจินตนาการ 607

NCTechEd03TEM03
รูปแบบการเรียนแบบผสมผสานสำหรับโครงการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาครูประจำการ
จิระศักดิ์ วิตตะ 613

NCTechEd03TEM04
การพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ
อนันท์ งามสะอาด 620

NCTechEd03TEM05
พฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกฮอล์: กรณีศึกษากลุ่มวัยรุ่นชาย
สุริยัน อ้นทองทิม 626

NCTechEd03TEM06
การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาฐานสมรรถนะ สาขางานเทคโนโลยียานยนต์โดยความร่วมมือวิทยาลัยเทคนิคเลย
ร่วมกับบริษัทสยามนิสสันเลยและมิตซูเลยจำกัด
พุทธ ธรรมสุนา, วิทยากร ยาบุษดี, ณภัทรพงศ์ ชัชวาลย์, มงคล ชาปะ, ศุภดล ประสงค์สุข” 632

NCTechEd03TEM07
การศึกษาระบบเทียบโอนความรู้ ประสบการณ์ และจิตพิสัยของผู้เรียนสาขางานเทคนิคยานยนต์
ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
บรรจบ อรชร, อนุศิษฏ์ อันมานะตระกูล, ชูแมน เผือกเดช 638

NCTechEd03TEM08
รูปแบบของรายงานผลการประเมินหลักสูตร
บุษราคัม ทองเพชร, สุราษฎร์ พรมจันทร์ 644

NCTechEd03TEM09
การศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อหลักสูตรครุศาสตร์อุตสหากรรมบัณฑิต (ค.อ.บ. 5 ปี)
กรณีศึกษา : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
อนุรักษ์ เมฆพะโยม, สุวิทย์ วงษ์ยืน 650

NCTechEd03TEM10
ผลของวิธีสอนเพื่อการเรียนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD ที่มีผลสัมฤทธิ์
พุทธ ธรรมสุนา 657

สารบัญ (ต่อ)

NCTechEd03TEM11
การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนจากทฤษฎีสู่การปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การปฏิรูปการเรียนรู้
สัมฤทธิ์ กาญจนสุนทร, อดิศักดิ์ เจริญพงษ์, โชคชัย ไตรยสุทธิ์ 664

NCTechEd03TEM12
การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ
เทคนิคการเรียนรู้แบบเคดับบลิวแอลพลัส
วุฒิพงษ์ ชินศรี, มนต์ชัย เทียนทอง 670

NCTechEd03TEM13
การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ MIDEAP สำหรับการเรียนการสอน
ศรัณย์ ชูคดี, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล 677

NCTechEd03TEM14
โครงการนำร่องสหกิจศึกษาของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รุ่งโรจน์ รัตนวารินทร์, พรจิต ประทุมสุวรรณ,วัชรินทร์ โพธิ์เงิน, สันติ หุตะมาน, พีระวัตร นันวงศ์ 683

NCTechEd03TEM15
การจัดกระบวนการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ
ประเสริฐ แก้วแจ่ม, สุราษฎร์ พรมจันทร์ 689

NCTechEd03TEM16
รูปแบบการพัฒนาพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ
สิริพงศ์ เพชรนาค, สุราษฎร์ พรมจันทร์, ปิยะ กรกชจินตนาการ 697

NCTechEd03TEM17
รูปแบบการพัฒนาเพื่อยกระดับคุณลักษณ์ศึกษาของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน
ฉลองชัย ธีวสุทรสกุล 703

NCTechEd03TEM18
การศึกษาสภาพปัจจุบันในการเรียนรู้ด้านหุ่นยนต์ในประเทศไทยเพื่อพัฒนาเป็นหลักสูตรการเรียนเรื่องหุ่นยนต์เบื้องต้น
อโนทัย รักการ, ศิริพรรณ ธงชัย 708

NCTechEd03TEM19
การพัฒนารูปแบบการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนสำหรับวิศวกรรมศึกษา กรณีศึกษา : การพัฒนารูปแบบการเรียน
การสอนเรื่องตัวควบคุมแบบออโตจูนตามแนวการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้นิยมวิศวกรรมศึกษา
อาคม ลักษณะสกุล, พูลศักดิ์ โกษียาภรณ์, มงคล หวังสถิตย์วงษ์ 713

NCTechEd03TEM20
การพัฒนารูปแบบการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมศึกษา
อาคม ลักษณะสกุล, พูลศักดิ์ โกษียาภรณ์, มงคล หวังสถิตย์วงษ์ 718

สารบัญ (ต่อ)

NCTechEd03TEM21
การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญาที่มีผลต่อสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย
ชลิดา ฟักหว่าง 724

NCTechEd03TEM22
กรอบแนวคิดรูปแบบการแนะนำผู้เรียนแบบปรับเปลี่ยนได้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงตรรกะ
ในการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
พรสวรรค์ อินศร, จรัญ แสนราช 730

NCTechEd03TEM23
การศึกษาสภาพปัญหาการผลิตบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
นำโชค วัฒนานัย, อาคม ลักษณะสกุล, พูลศักดิ์ โกษียาภรณ์, มงคล หวังสถิตย์วงษ์ 736

บริหารธุรกิจอุตสาหกรรม

NCTechEd03IBA01
การศึกษาความต้องการกำลังคนด้านเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม
กุลยุทธ บุญเซ่ง 743

NCTechEd03IBA02
ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติงานของวิศวกรผู้บริหาร
พิชญุตม์ จรัสบำรุงโรจน์ 749

NCTechEd03IBA03
การพัฒนายุทธศาสตร์การสร้างคุณค่าในอุตสาหกรรมพลาสติก
วรวุฒิ ชิระนุรังสี, จรัส ปทุมนากุล 756

NCTechEd03IBA04
การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการวางแผนและจัดตารางการผลิตสำหรับระบบการผลิตแบบคัมบัง
ดิเรก ธัญธีรพันธุ์, จรัมพร หรรษมนตร์ 762

NCTechEd03IBA05
การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ประกอบการที่มีต่อบัณฑิต และศึกษาภาวะการทำงานของบัณฑิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเชียงราย
ณรงค์เดช หัตถกอง, วีรพันธุ์ ศิริฤทธิ์, บวรศักดิ์ ศรีสังสิทธิสันติ 768

คณะกรรมการจัดประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 3 775

ดัชนีผู้เขียนบทความ 780

วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

รหัสบทความ

NCTeched 03 TEE 01-NCTeched 03 TEE 24

รถเข็นไฟฟ้าสำหรับผู้พิการชนิดปรับเบาะนั่งเป็นท่ายืนได้
The Adjustable Electric wheelchair for the Crippled

ประกาศิต ตันติอลงการ[1] สุวรรณ นนทีอุทก[2]
ศิริวัฒน์ บุญเกิด[2] วีระชัย ศิริกา[2]

[1]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ และ [2]นักศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]Email : pstk@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยรถเข็นไฟฟ้าสำหรับผู้พิการชนิดปรับเบาะนั่งเป็นท่ายืนได้ มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือ คนพิการที่ต้องใช้รถเข็นและจำเป็นต้องทำงานหรือหยิบของจากที่สูง ซึ่งรถเข็นคนพิการแบบทั่วไปไม่สามารถทำได้ การดำเนินงานมีการออกแบบวงจรปรับความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง วงจรควบคุมทิศทางของรถเข็นให้เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย ขวา และการยกตัวของเบาะนั่ง ซึ่งควบคุมด้วยก้านควบคุม (Joy Stick) ใช้โปรแกรมภาษาซีควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC มีเครื่องประจุแบตเตอรี่ติดอยู่กับตัวรถเข็นไฟฟ้า ด้านข้างตัวรถมีกระเป๋า สำหรับเก็บของ ผู้พิการสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกและใช้งานได้ง่าย

ผลการวิจัยพบว่ารถเข็นไฟฟ้าสำหรับผู้พิการสามารถควบคุมให้เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา เร่งความเร็วได้ในระดับดี ปรับเบาะนั่งเป็นท่ายืนได้ที่ความสูง 2 เมตร น้ำหนักบรรทุก 55-83 กิโลกรัม ขึ้นทางลาดชันได้ไม่เกิน 15 องศา ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจหลังการทดลองใช้งานรถเข็นไฟฟ้าสำหรับผู้พิการชนิดปรับเบาะนั่งเป็นท่ายืนได้โดยแพทย์ พยาบาล เจ้าหน้าที่ยานพาหนะ พนักงานเปลทั่วไป พบว่า การประเมินความพึงพอใจในการใช้งานโดยรวมอยู่ในระดับดี จึงสรุปได้ว่ารถเข็นไฟฟ้าสำหรับ ผู้พิการชนิดปรับเบาะนั่งเป็นท่ายืนได้ สามารถนำไปให้ผู้พิการใช้ในการดำรงชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพได้ เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : รถเข็นไฟฟ้า ปรับเบาะนั่งเป็นท่ายืน ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ PIC ควบคุมทิศทาง ปรับความเร็ว

Abstract

The study purposes to design an adjustable electric wheelchair as to assist the disabled who need high mobility use while a common wheelchair adjustment may be limited. The circuit design includes a variety of control such as tuning DC motor, moving back and forth, turning left and right, and adjusting the seat by a joy stick. The C programming is employed to control PIC microcontroller. Equipped with a battery and a wheelchair bag, the vehicle is convenient for the disabled. From the experiment, the movement and modification can be suitably controlled. The seat can be adjusted to 2-meter standing position and the wheelchair itself supports 55-83 kg. loading. Moreover, it is able to climb up a

slope as much as 15 degrees. The assessment gained from medical staff who used the developed wheelchair revealed an overall positive attitude. Therefore, the product can be recommended for the disabled to enhance daily life activities.

Keyword: Electric wheelchair, Standing position seat, PIC Microcontroller, Direction control, Adjustable speed.

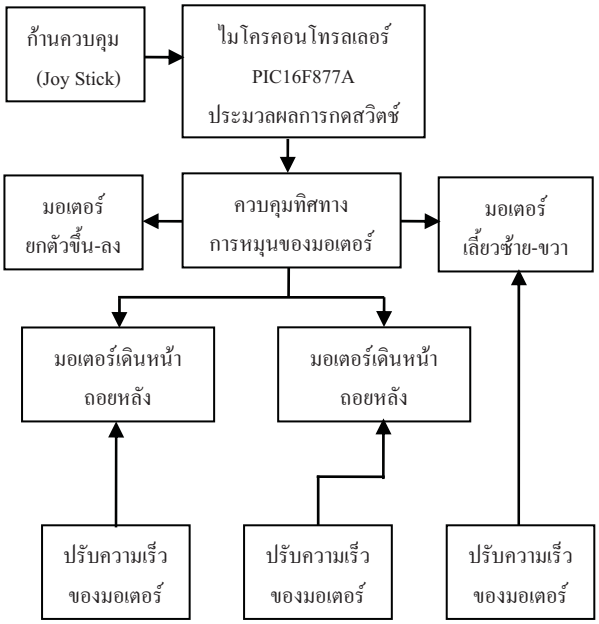
1. บทนำ

จากประชากรที่พิการทั้งหมดจำนวน 1.9 ล้านคน เกือบทุกคนมีความยากลำบาก ในการดูแลตนเองและผู้พิการจำนวน 0.4 ล้านคนไม่สามารถเดินได้ด้วยตนเอง อันเนื่องมาจากความพิการที่เป็นมาแต่กำเนิดหรือความพิการซึ่งเกิดจากอุบัติเหตุ[1] ผู้พิการบางคนมีศักยภาพที่จะประกอบอาชีพได้แต่ถูกจำกัดที่ไม่สามารถเดินทางไปไหนได้อย่างสะดวกและการทำงานอาจจะต้องมีการหยิบอุปกรณ์หรือเครื่องมือจากที่สูง จากปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารถเข็นไฟฟ้าสำหรับผู้พิการ ให้สามารถเดินทางได้ด้วยตนเอง โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในการขับเคลื่อนตัวรถและเบาะนั่งของรถเข็นยังสามารถปรับขึ้นเป็นท่ายืนเพื่อความสะดวกในการหยิบของจากที่สูงซึ่งอาจจะจำเป็นต้องใช้ในชีวิตประจำวันหรือการประกอบอาชีพได้ จะเป็นการพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้พิการให้สามารถดูแลตนเองได้ด้วยตนเอง

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยต้องศึกษาข้อมูลและการทำงานของรถเข็นไฟฟ้าสำหรับผู้พิการและมาทำการออกแบบโครงสร้างให้ได้ตามแบบที่ต้องการแล้วจึงออกแบบวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์ทั้งภาคควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ภาคควบคุมความเร็วของมอเตอร์ ภาคควบคุมการปรับเบาะนั่งเป็นท่ายืน[2]-[3] เมื่อทำการออกแบบเสร็จเรียบร้อยแล้วนำวงจรที่ออกแบบมาต่อเข้าด้วยกันและทำการปรับปรุงแก้ไขในส่วนต่างๆ ที่ผิดพลาด เพื่อนำผลมาวิเคราะห์ สรุป และประเมินผล

จากภาพที่ 1 การทำงานของรถเข็นไฟฟ้าสำหรับผู้พิการจะใช้สัญญาณมาจากก้านควบคุมเป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ให้ลอจิก 1 ส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลซึ่งควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรมด้วยภาษาซี[4]-[6]

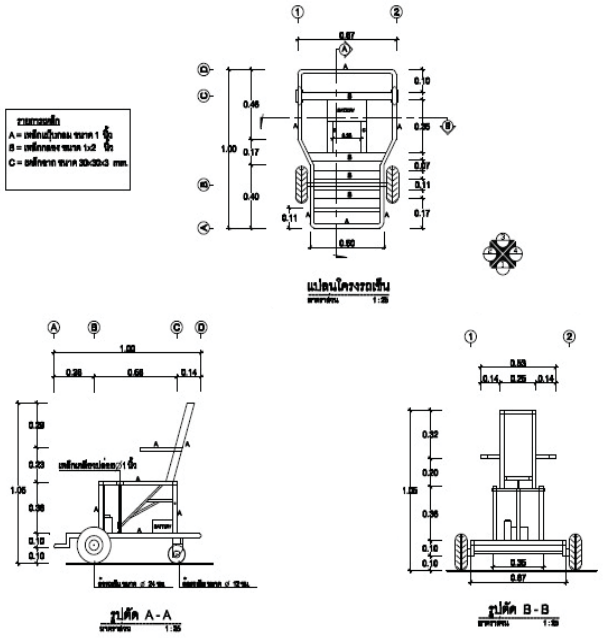


ภาพที่ 1 แผนภาพบล็อกรถเข็นไฟฟ้าสำหรับผู้พิการชนิดปรับเบาะนั่งเป็นท่ายืนได้

เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับสัญญาณอินพุตตามการกดสวิตช์ที่ก้านควบคุม ก็จะทำการประมวลผลแล้วส่งสัญญาณการควบคุมไปที่วงจรควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ให้เดินหน้า-ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย-ขวา และสามารถปรับความเร็วของมอเตอร์ได้ด้วยวงจรพัลส์วิดท์มอดูเลชันคือเป็นตัวปรับอัตราความกว้างของพัลส์ (Pulse) ที่เอาต์พุตหรือปรับค่าวัฏจักรหน้าที่ (Duty Cycle) [7] ส่วนการปรับเบาะนั่งขึ้นเป็นท่ายืนรถเข็นจะต้องหยุดนิ่งเพื่อความปลอดภัย

2.1 ออกแบบโครงสร้าง

การออกแบบโครงสร้างคำนึงถึงขนาดและจำนวนอุปกรณ์ที่ต้องใช้งาน จากภาพที่ 2 รถเข็นมีความสูงจากล้อถึงเบาะพิงด้านบนสุด 1050 มิลลิเมตร ความยาวของตัวรถจากที่วางเท้าถึงด้านหลัง 1000 มิลลิเมตร และ ความกว้าง 670 มิลลิเมตร ชิ้นส่วน A เป็นเหล็กกลมขนาด 1 นิ้ว ชิ้นส่วน B เป็นเหล็กกล่องขนาด 1x2 ตารางนิ้วและชิ้นส่วน C เป็นเหล็กฉากขนาด



ภาพที่ 2 แบบรถเข็นไฟฟ้าสำหรับผู้พิการชนิดปรับเบาะนั่งเป็นท่ายืนได้



ภาพที่ 3 วงจรควบคุมทิศทางมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง



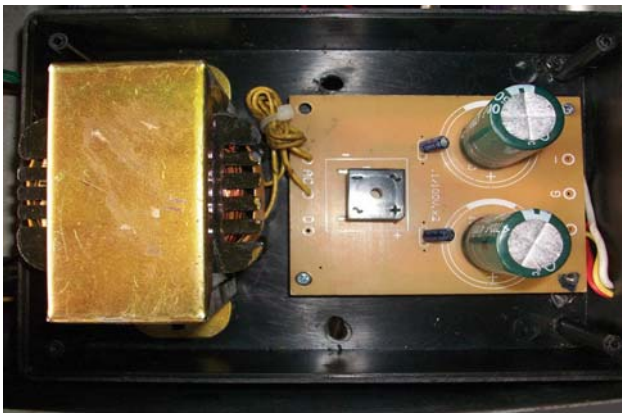
ภาพที่ 4 รีเลย์ที่ใช้ในวงจรควบคุมทิศทางมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง กว้าง 30 มิลลิเมตร สูง 30 มิลลิเมตร และหนา 3 มิลลิเมตร

2.2 วงจรควบคุมทิศทางของมอเตอร์

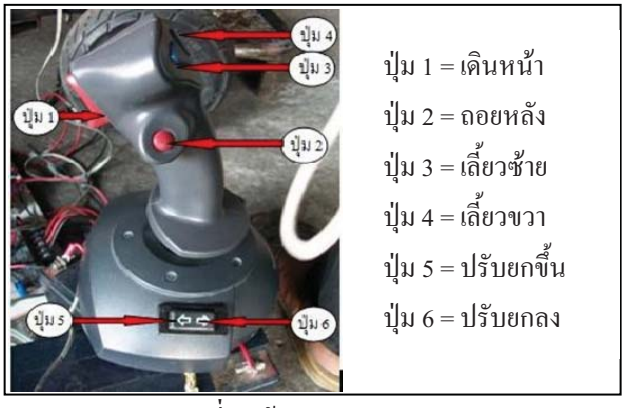
วงจรควบคุมทิศทางของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งรับสัญญาณ



ภาพที่ 5 วงจรปรับความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง



ภาพที่ 6 วงจรประจุแบตเตอรี่



ภาพที่ 7 ก้านควบคุม (Joy Stick)

มาจากไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วนำมาควบคุมการทำงานของมอเตอร์ดังภาพที่ 3 การใช้งานวงจรควบคุมทิศทางของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงต้องใช้รีเลย์ต่อร่วมด้วยเพื่อนำเอาหน้าสัมผัสของรีเลย์มาใช้งานในการสลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ดังภาพที่ 4

2.3 วงจรปรับความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

วงจรปรับความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทำหน้าที่ปรับความเร็วของมอเตอร์โดยการปรับตัวต้านทานปรับค่าได้ที่อยู่ภายในก้านควบคุมโดยการโยกก้านควบคุมไปข้างหน้า แสดงดังภาพที่ 5

2.4 วงจรประจุแบตเตอรี่

ในการใช้งานรถเข็นไฟฟ้าสำหรับผู้พิการใช้แบตเตอรี่ขนาด 11 Ah และเมื่อใช้งานไปได้ระยะเวลาหนึ่งแบตเตอรี่ที่ใช้ก็จะหมดไป จึงต้องทำการประจุแบตเตอรี่ใหม่ซึ่งวงจรประจุแบตเตอรี่ที่ใช้งาน แสดงดังภาพที่ 6

2.5 ก้านควบคุม (Joy Stick)

ก้านควบคุมเป็นตัวควบคุมที่มีสวิตช์บังคับทิศทางของรถเข็นไฟฟ้าในทิศทางเลี้ยวซ้าย-ขวา เดินหน้า ถอยหลัง ยกเบาะขึ้น-ลง และสามารถปรับความเร็วได้โดยการโยกก้านควบคุมไปตามตำแหน่งต่างๆ แสดงดังภาพที่ 7

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A

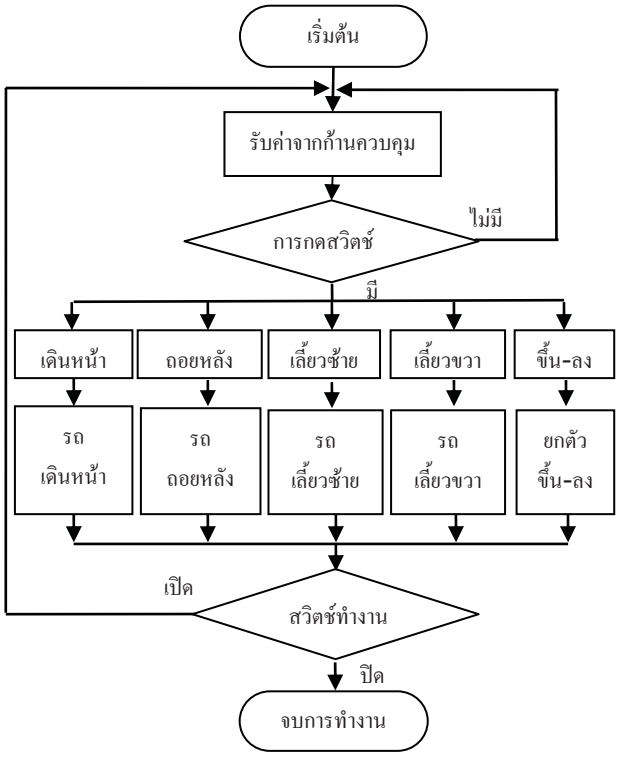
ทำหน้าที่ประมวลผลจากการกดสวิตช์ที่ก้านควบคุมแล้วนำมาประมวลผลเพื่อส่งสัญญาณควบคุมไปที่วงจรควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A[4] เริ่มต้นจากการรับค่าการกดสวิตช์จากก้านควบคุมว่ามีการกดสวิตช์หรือไม่ ถ้ามีการกดสวิตช์ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะตรวจสอบว่ากดสวิตช์ตำแหน่งใดและก็จะส่งสัญญาณมาควบคุมมอเตอร์ตามการกดสวิตช์ตัวนั้นๆ ตามโปรแกรมภาษาซีที่เขียนควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ดังภาพที่ 8

2.7 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นมอเตอร์ควบคุมการเคลื่อนที่ของรถเข็นไฟฟ้าสำหรับคนพิการ ควบคุมการปรับเบาะนั่งเป็นท่ายืนขึ้น-ลง ควบคุมบังคับทิศทางเลี้ยวซ้าย-ขวาและเดินหน้า ถอยหลัง แสดงดังภาพที่ 9 ในการยกตัวของตัวของเก้าอี้เบาะนั่งทำได้โดยใช้มอเตอร์มาหมุนแกนเกลียว ดังภาพที่ 10

2.8 สร้างเครื่องมือในการประเมินความพึงพอใจ

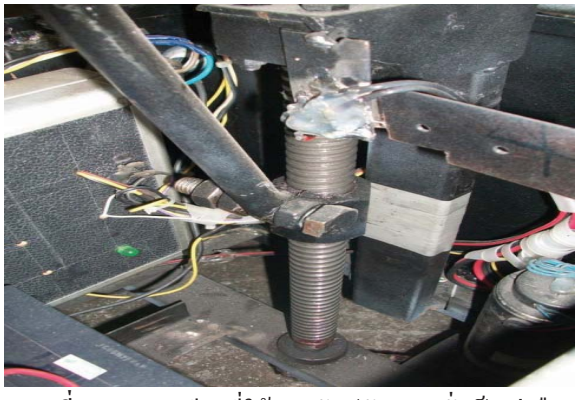
จัดทำเครื่องมือในการประเมินความพึงพอใจ ระดับความคิดเห็นแบ่งเป็น 5 ระดับคือ 5 หมายถึง มากที่สุด 4 หมายถึง



ภาพที่ 8 ผังงานของโปรแกรมควบคุมการทำงาน



ภาพที่ 9 การติดตั้งมอเตอร์ขับเคลื่อนล้อหน้า



ภาพที่ 10 แกนเกลียวที่ใช้สำหรับปรับเบาะนั่งเป็นท่ายืน

มาก 3 หมายถึงปานกลาง 2 หมายถึงน้อย และ 1 หมายถึงน้อยที่สุด เมื่อมีผู้ประเมินมากกว่าหนึ่งคนระดับการประเมินจะพิจารณาดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50-5.00 หมายถึง มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50-4.49 หมายถึง มาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50-3.49 หมายถึง ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50-2.49 หมายถึง น้อย
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.49 หมายถึง น้อยที่สุด[8]

2.9 ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

สำหรับการทดสอบใช้แบบประเมินความพึงพอใจหลังจากกลุ่มตัวอย่างได้ทดลองใช้รถเข็นไฟฟ้าสำหรับคนพิการชนิดปรับเบาะนั่งเป็นท่ายืนได้ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาใช้วิธีเลือกแบบเจาะจงคือแพทย์ พยาบาล เจ้าหน้าที่ยานพาหนะ พนักงานเปล จำนวน 15 คน

3. ผลการวิจัย

การทดสอบความสูงเมื่อยกเบาะนั่งของรถเข็นไฟฟ้าสำหรับผู้พิการชนิดปรับเบาะนั่งเป็นท่ายืน พบว่าเมื่อทดสอบกับบุคคลที่มีความสูง 165 เซนติเมตร สามารถยกเบาะนั่งขึ้นไปในท่ายืนสูงสุดสามารถหยิบของได้ในระยะความสูง 2 เมตร ทำมุม 70 องศากับแนวระดับ ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 การทดสอบความสูงเมื่อปรับเบาะนั่งขึ้นเป็นท่ายืน

การทดสอบขึ้นพื้นลาดเอียง 15 องศา ระยะทาง 5 เมตร ทดสอบจำนวน 45 ครั้ง พบว่าสามารถขึ้นได้ทั้ง 45 ครั้ง

การทดสอบด้านความเร็วในพื้นราบ พบว่าสามารถทำความเร็วได้สูงสุด 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

การทดสอบวงเลี้ยว พบว่าวงในการเลี้ยวแคบที่สุดคือ 2.5 เมตร

การทดสอบระยะเวลาในการใช้งาน พบว่าเวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 4-5 ชั่วโมงขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน

ผลประเมินความพึงพอใจของรถเข็นไฟฟ้าสำหรับผู้พิการชนิดปรับเบาะนั่งเป็นท่ายืนได้ โดยแพทย์ พยาบาล เจ้าหน้าที่ยานพาหนะ พนักงานเปล จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด 15 คน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจ

หัวข้อประเมินความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย
1.ระบบเดินหน้า-ถอยหลังขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า	4.33
2.ระบบบังคับเลี้ยวด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า	4.72
3.ความเหมาะสมของความเร็วในการขับเคลื่อน	4.54
4.ก้านควบคุมควบคุมการขับเคลื่อนและบังคับเลี้ยว	4.39
5.ระบบการเลื่อนเบาะนั่งขึ้นในท่ายืน	4.26
6.ระบบการเลื่อนเบาะนั่งลงในท่านั่ง	3.61
7.ความเร็วในการเลื่อนเบาะนั่งขึ้น	3.98
8.ก้านควบคุมควบคุมการเลื่อนเบาะนั่งขึ้น	4.41
9.การทำงานของระบบการทำงานต่างๆ โดยรวม	4.17
10.ด้านเบาะนั่ง	4.26
11.ด้านสายรัดนิรภัย	4.24
12.ส่วนของพักเท้า	4.61
13.ระบบเบรก	4.76
14.กล่องใส่สิ่งของอุปกรณ์ต่างๆ	4.50
15.ขนาดความกว้างของตัวรถเข็นไฟฟ้าสำหรับผู้พิการ	4.57
16.ขนาดความสูงของตัวรถเข็นไฟฟ้าสำหรับผู้พิการ	4.43
17.ขนาดความสูงเมื่ออยู่ในท่ายืน	3.89
18.การออกแบบโครงสร้างโดยรวม	4.65
19.ระยะเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่	4.50
20.ความเหมาะสมโดยรวมทั้งหมด	4.78

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานค่าเฉลี่ยที่ผู้ประเมินให้สูงสุดคือความเหมาะสมโดยรวม ($\overline{X}$ =4.78) และค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือระบบเลื่อนเบาะนั่งลงในท่านั่ง ($\overline{X}$ =3.61) [9]

4. สรุปผล

รถเข็นไฟฟ้าสำหรับผู้พิการชนิดปรับเบาะนั่งเป็นท่ายืนได้ มีความสามารถมากกว่ารถเข็นสำหรับผู้พิการทั่วไปคือสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ได้ที่ก้านควบคุม มีกล่องใส่สิ่งของสำหรับใส่สัมภาระประเภทเครื่องมือช่างหรืออุปกรณ์ของใช้ส่วนตัวที่จำเป็นและสามารถปรับเบาะนั่งเป็นท่ายืนได้ ช่วยให้ผู้พิการสามารถหยิบสิ่งของที่อยู่สูงหรือประกอบอาชีพที่ต้องใช้การยืนเข้ามาเกี่ยวข้องได้ มีวงจรประจุแบตเตอรี่และเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าเพื่อใช้งานง่ายและสะดวก ดังภาพที่ 12-15



ภาพที่12: รถเข็นไฟฟ้าสำหรับผู้พิการด้านหน้า



ภาพที่ 13: รถเข็นไฟฟ้าสำหรับผู้พิการขณะปรับเบาะนั่งเป็นท่ายืน



ภาพที่ 14 กระเป๋าใส่ของด้านข้างซ้ายและขวา



ภาพที่15 ตำแหน่งการประจุและแสดงผลแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ได้ให้โอกาสและทุนสนับสนุนในการทำวิจัย ขอขอบคุณแพทย์ พยาบาล เจ้าหน้าที่ยานพาหนะ พนักงานเปล โรงพยาบาลบางโพที่กรุณาประเมินความพึงพอใจในการใช้งาน

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานสถิติแห่งชาติ, “รายงานสถิติรายปีประเทศไทย,” กรุงเทพฯ: สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2552.

[2] ไชยชาญ หินเกิด, “เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง,”กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2551.

[3] ไชยชาญ หินเกิด, “เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง 2,”กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2552.

[4] ดอนสัน ปงผาบ, ทิพวัลย์ น้ำนอง, “ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC และการประยุกต์ใช้งาน,” กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น),2550.

[5] ประจินไพลังสันติสุข, “การเขียนโปรแกรมภาษาซีควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC,” กรุงเทพฯ:อินโนเวติ๊ฟ, 2551.

[6] ประภาพร ช่างไม้, “คู่มือเขียนโปรแกรมภาษาซี,” นนทบุรี: ไอดีซีอินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์, 2551.

[7] ทีมงานอิเล็กทรอนิกส์แฟนคลับ, “รวมวงจร Project 2,” กรุงเทพฯ: ดวงกลมสมัย, 2550.

[8] ประคอง กรรณสูตร, “สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์,” ปทุมธานี : ศูนย์หนังสือ ดร.ศรีสง่า, 2550.

[9] ยุทธ ไกยวรรณ์, ผศ.ดร.,“สถิติวิจัยทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรม,” กรุงเทพฯ : พิมพ์ดี, 2548.

การหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล ด้วยการใช้วิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด

Optimal Placement of Biomass Power Plant by Using Particle Swarm Optimization Approach

ชูชีพ ไหลประเดิมพันธ์, พรระพีพัฒน์ ภาสบุตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ต .คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
โทรศัพท์ :0-2564-3001, อีเมล์:chucheep@tsdt.toshiba.co.jp

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอวิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด (Particle Swarm Optimization; PSO) เพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล โดยพิจารณาหาที่ตั้งและจำนวนของโรงไฟฟ้าชีวมวลที่ทำให้ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียของระบบมีค่าต่ำที่สุด ซึ่งวิธีที่ใช้ในการศึกษาได้ใช้วิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด เปรียบเทียบกับวิธีจำลองแบบการอบเหนียว(Simulated Annealing; SA) และวิธีการค้นหาแบบตาบู (Tabu Search; TS) ผลการทดสอบบนระบบ 118 บัสของ IEEE แสดงให้เห็นว่าเวลาที่ใช้ในการประมวลผลด้วยวิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีจำลองแบบอบเหนียว และวิธีการค้นหาแบบตาบู นอกจากนั้นจากผลการทดสอบยังแสดงให้เห็นว่าตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลสามารถลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียของระบบจาก 15.15 เมกะวัตต์ เหลือ 13.16 เมกะวัตต์ หรือลดลงประมาณ 13.14 %

คำสำคัญ : โรงไฟฟ้าชีวมวล วิธีค้นหาแบบตาบู วิธีจำลองแบบอบเหนียว วิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด

Abstract

This paper proposes the particle swarm optimization (PSO) algorithm to find the optimal placement of biomass power plant (BPP) in the rural area network. The problem is to determine optimal location and number of BPP that minimizes the total power loss subjects to power balance constraints, active power generation limits, and voltage limits. Three optimization techniques are applied to solve the problems which include PSO, simulated annealing (SA) and tabu search (TS). The results show that the computing time of PSO is fastest comparing with SA and TS. In addition, the simulation

Results on the IEEE 118-bus system indicate that optimal placement of BPP can significantly reduce the system losses from 15.15 MW to 13.16 MW or about 13.14 % when two BPPs are installed.

Keywords: Biomass Power Plant, Tabu search, Simulated Annealing, Particle Swarm Optimization

1. บทนำ

เนื่องจากผลทางด้านเศรษฐศาสตร์จึงทำให้ระบบผลิตไฟฟ้าในอดีตถูกสร้างและออกแบบให้มีขนาดใหญ่ [1] พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ได้มาจากโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงฟอสซิส เนื่องจากความต้องการพลังงานไฟฟ้า มีเพิ่มขึ้นทุกๆ ปี 6 – 7% หรือมากกว่านั้น ประเด็นทางสิ่งแวดล้อมและวิกฤตการณ์การขาดแคลนน้ำมันจึงเริ่มเป็นปัญหาใหม่แก่อุตสาหกรรมการผลิต1มต้องการพลังงานไฟฟ้า มีเพิ่มขึ้นทุกๆ ปี 6 – 7% หรือมากกว่าพลังงานไฟฟ้าในช่วงทศวรรษ 1970 จนถึงปัจจุบัน โดยในช่วงทศวรรษ 1980 ปัจจัยเหล่านี้และการเปลี่ยนแปลงสภาพเศรษฐกิจได้ทำให้ความต้องการพลังงานลดลงเล็กน้อยประมาณ 1.6 – 3.0 % [2] ทางเลือกหนึ่ง คือ การผลิตกระแสไฟฟ้าจากชีวมวล โดยใช้ผลผลิตเหลือทิ้งทางเกษตรทั้งพืชและสัตว์มาเป็นเชื้อเพลิง โดยเฉพาะชีวมวลจากภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม ซึ่งชีวมวลเหล่านี้ ถ้ามีการนำมาใช้เพื่อเป็นแหล่งพลังงาน ก็จะทำให้ได้แหล่งพลังงานที่ไม่มีวันหมด เพราะวงจรการผลิตชีวมวลคือวงจรของพืชที่มีระยะเวลาสั้น ต่างจากน้ำมันหรือถ่านหินที่ต้องอาศัยการทับถมกันเป็นเวลาหลายล้านปี นอกจากนี้ ชีวมวลยังสามารถผลิตได้ภายในประเทศส่งผลให้เกษตรกรจะมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการจำหน่ายชีวมวลจากของเหลือใช้ทางการเกษตร และยังช่วยลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศได้อีกด้วยพลังงานหมุนเวียนที่มีขนาดเล็ก เช่น โรงไฟฟ้าชีวมวล พลังงาน ลม และ อื่น ๆ ได้รับความนิยมอย่างรวดเร็ว กลายเป็นจุดเด่นเกี่ยวกับ สาธารณูปโภคในประเทศไทย เนื่องจากเทคโนโลยีเหล่านี้ ผลิตพลังงานที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่ามีขนาดเล็ก และ มีประสิทธิภาพสูงในการผลิตไฟฟ้าหมุนเวียนได้ จึงเป็นหนึ่งในตัวเลือกที่น่าสนใจ สำหรับการซื้อขายไฟฟ้าอีกทั้งยังสามารถลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก และผลกระทบที่ตามมาเช่นสภาวะโลกร้อน [3] ชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนประเภทหนึ่งที่นิยมใช้ในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งข้อดีของการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลคือวัฏจักรการเติบโตและการเผาไหม้ของชีวมวลให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิที่ระดับศูนย์ การใช้โรงไฟฟ้าชีวมวลก่อให้เกิดการจ้างงานและพัฒนาเศรษฐกิจระบบท้องถิ่น ซึ่ง 10 % ของแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงของโลกคือชีวมวล ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับประเภทของชีวมวลเพื่อที่จะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าออกมามากที่สุดเพื่อใช้แทนที่เชื้อเพลิงฟอสซิล [4] ชีวมวลก็มีข้อจำกัดในการใช้งานและความสามารถในการนำไปใช้เหมือนแหล่งพลังงานชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ชีวมวลยังต้องแข่งขันกับแหล่งงานหมุนเวียนประเภทอื่นเช่นพลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานคลื่นโรงไฟฟ้าชีวมวลถือว่าเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่มีข้อดีหลักคือการลดผลกระทบปัญหาโลกร้อนอันเนื่องมาจากการปล่อยก๊าซคาบอนไดออกไซด์ ซึ่งโดยส่วนใหญ่การติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลจะศึกษาปัญหาในด้านการใช้งานและด้านเทคนิค แต่สิ่งสำคัญในการใช้โรงไฟฟ้าชีวมวลคือการลดผลกระทบของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศโลก ดังนั้นการหาตำแหน่งเพื่อติดตั้งโรงไฟฟ้าให้เหมาะสมจะทำให้สามารถลดพลังงานไฟฟ้าสูญเสียของระบบลงได้เป็นผลให้การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้เชื้อเพลิงลดลงด้วยเช่นกัน [5] สำหรับประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลดังแสดงในตารางที่ 1

ที่ผ่านมามีงานวิจัยที่ศึกษา การหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งโรงไฟฟ้า เข้ากับระบบไฟฟ้ากำลังโดยใช้เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดพิจารณาร่วมกับวัตถุประสงค์ของการติดตั้งโรงไฟฟ้าเช่น ได้ใช้วิธีจำลองแบบอบเหนียวการหาตำแหน่งที่เหมาะสมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายโดยพิจารณาหลายฟังชันก์เป้าหมายทดสอบโดยพิจารณาให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียของระบบ มลภาวะจากการผลิตไฟฟ้า และค่าความเสี่ยงสูญเสียของระบบมีค่าน้อยที่สุด บนระบบ 30 และ 118 บัสของ IEEE[3], [7] และเสนอวิธีการค้นหาแบบตาบูเพื่อหาจำนวน และตำแหน่งของโรงไฟฟ้าชีวมวล และลดการสูญเสียความสมดุลของกำลังไฟฟ้ากำลังไฟฟ้าเสมือน และกำลังไฟฟ้าจริง และขีดจำกัดแรงดันไฟฟ้า จากผลการจำลองระบบกำลังไฟฟ้า 118 บัส [8]

สมการปัญหาสำหรับลดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าจริงและวิธีแก้ปัญหาด้วยวิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุดถูก

แสดงในส่วนที่ 2 ในส่วนที่ 3 ผลการจำลองจะแสดงตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลในแง่การลดการสูญเสียพลังงานในส่วนท้ายที่สุดคือบทสรุป

ตารางที่ 1 แผนพัฒนาการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลของประเทศไทย

ปี	2549	2550	2551	2552	2553	2554
พลังไฟฟ้า (MW)	1293	1507	1760	2100	2454	2800

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

เนื่องจากการติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายเข้าในระบบไฟฟ้ากำลังนั้น มีผลให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียและค่าความเสี่ยงสูญเสียระบบเปลี่ยนแปลง โดยขึ้นกับตำแหน่งและจำนวนที่ติดตั้ง ดังนั้นเพื่อให้ระบบไฟฟ้ากำลังมีประสิทธิภาพโดยรวมเหมาะสมที่สุด กล่าวคือระบบไฟฟ้ากำลังต้องมีค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียและค่าความเสี่ยงสูญเสียระบบที่ต่ำที่สุด จึงเขียนเป็นสมการฟังก์ชันเป้าหมายได้ดังนี้

โรงไฟฟ้าชีวมวล เป็นหนึ่งในแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่น่าสนใจในประเทศไทย แต่จะต้องมีการวิจัยเพิ่มขึ้นเพื่อพิสูจน์ว่าการผลิตพลังงานจากโรงฟ้าชีวมวลสามารถทำได้ทั้งทางเทคนิคและทางเศรษฐกิจ

2.1 สมการปัญหา

การสูญเสียกำลังไฟฟ้าของสาย k สามารถคำนวณได้ด้วยสมการที่ (1) คือ

$$P_{LK} = g_k[|V_i|^2 + |V_j|^2 - 2|V_i||V_j|\cos(\theta_i - \theta_j)] \quad k = 1,...,N_l. \qquad (1)$$

สมการกำหนดปัญหา คือ

$$\text{Minimize} \quad P_L = \sum_{k=1}^{N_l} P_{LK} \qquad (2)$$

เงื่อนไขคือ

$$P_i = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} |V_i||V_j||Y_{ij}|\cos(\theta_{ij} - \delta_{ij}) \qquad (3)$$

$$Q_i = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} |V_i||V_j||Y_{ij}|\sin(\theta_{ij} - \delta_{ij}) \qquad (4)$$

$$P_{Gi,min} \le P_{Gi} \le P_{Gi,max}, \quad \forall i \in NG \qquad (5)$$

$$Q_{Gi,min} \le Q_{Gi} \le Q_{Gi,max}, \quad \forall i \in NG \qquad (6)$$

$$|V_i|_{min} \le |V_i| \le |V_i|_{max}, \quad \forall i \in N \qquad (7)$$

โดย

k : เป็นสายที่เชื่อมระหว่างบัส i กับบัส j,
P_{LK} : คือการสูญเสียกำลังไฟฟ้าจริงของสายที่ k,
P_L : คือการสูญเสียกำลังไฟฟ้าจริงสุทธิ
P_i : คือกำลังไฟฟ้าจริงที่บัส i,
Q_i : คือกำลังไฟฟ้าเสมือนที่บัส i ,
P_{Gi} : คือกำลังไฟฟ้าจริงที่เกิดจากแหล่งกำเนิดที่ i ,
Q_{Gi} : คือกำลังไฟฟ้าเสมือนที่เกิดจากแหล่งกำเนิดที่ i ,
$|V_i|$: คือขนาดแรงดันไฟฟ้าที่บัส i ,
$|V_j|$: คือขนาดแรงดันไฟฟ้าที่บัส j
θ_i : คือมุมแรงดันที่บัส i ,
θ_j : คือมุมแรงดันที่ j ,
δ_{ij} : คือผลต่างระหว่างมุมแรงดันที่บัส i กับบัส j,
g_k : คืออนุกรมความเหนี่ยวนำของสายที่ k ,
θ_{ij} : คือมุมขององค์ประกอบที่ ij ใน Y_{bus} ,
Y_{ij} : คือองค์ประกอบ ij ใน Y_{bus} ,
NG : คือจำนวนของแหล่งกำเนิด
N_l : คือจำนวนของสาย
N : จำนวนของบัส

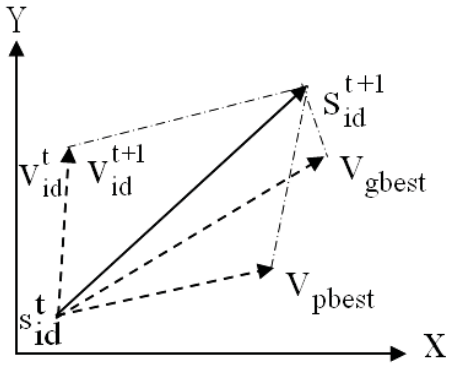
3. วิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด

ในปี 1995 Kennedy และ Eberhart เป็นผู้คิดค้นวิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด วิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุดเป็นเทคนิคที่เหมาะสมซึ่งมีผลมาจากพฤติกรรมทางสังคมของสิ่งมีชีวิต เช่น ฝูงปลาและฝูงนก และมีวิธีการค้นหาคำตอบที่คล้ายคลึงกับวิธีการทาง stochastic อื่น คือมีการเริ่มต้นกระบวนการที่เป็นแบบสุ่มวิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด ได้จากกระบวนการค้นหาการ

เปลี่ยนตำแหน่งของอนุภาคในช่วงเวลา กระบวนการค้นหาคำตอบแบบวิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุดมีลักษณะที่เอื้อให้มีความยืดหยุ่นสูงในการหาคำตอบให้ได้ค่าที่ดีที่สุดของทั้งหมดและเป็นกระบวนการหาคำตอบแบบ Stochastic ที่มีประสิทธิภาพและประยุกต์ใช้งานง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทางปัญญาประดิษฐ์อื่น นอกจากนี้วิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุดยังมีความสามารถในการค้นหาที่ครอบคลุมทั้งหมดในช่วงแรกของการค้นหาและมีการค้นหาที่มุ่งเน้นเฉพาะพื้นที่ในช่วงท้ายของการค้นหา ดังนั้นในการหาคำตอบที่มีคำตอบเฉพาะพื้นที่หลายจุดนั้น วิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด จะมีแนวโน้มที่สามารถค้นหาค่าคำตอบได้ครอบคลุมทุกคำตอบเฉพาะพื้นที่ในช่วงท้ายของการค้นหา

ในระบบวิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุดอนุภาคจะเคลื่อนที่ในพื้นที่ค้นหาที่มีหลายมิติ ระหว่างเคลื่อนที่อนุภาคแต่ละอนุภาคจะปรับตำแหน่งตามประสบการณ์ของตนเองและตามประสบการณ์ของอนุภาคใกล้เคียง ทำโดยตำแหน่งที่ดีที่สุดคือตำแหน่งที่ตัวเองปะทะกับอนุภาคใกล้เคียงตัวเอง [6] (รูปที่ 1) การเปลี่ยนแปลงนี้สามารถแสดงด้วยความเร็วของแต่ละตัวแทน สามารถเปลี่ยนแปลงตามสมการ

$$v_{id}^{t+1} = wiv_{id}^{t} + c_1 rand \times (pbest_i s_{id}^{t}) + c_2 rand \times (gbest_i s_{id}^{t}) \quad (8)$$



ภาพที่ 1 กลไกของวิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด

จากการใช้สมการข้างบนความเร็วที่แน่นอนจะค่อยๆ เข้าใกล้ pbest (the beast particle) และ gbest (the beast particle in group) สามารถคำนวณได้ [6].

ตำแหน่งปัจจุบันสามารถเปลี่ยนแปลงตามสมการ

$$S_{id}^{t+1} = s_{id}^{t} + v_{id}^{t}, i = 1,2,...,n, d = 1,2,...,m, \quad (9)$$

s_{id}^{t} : ตำแหน่งกำลังค้นหาในปัจจุบัน,

s^{t+1} : คือตำแหน่งการค้นหาที่ถูกเปลี่ยนแปลง,

v^{t} : คือความเร็วปัจจุบัน,

v_{id}^{t+1} : ความเร็วที่ถูกเปลี่ยนแปลง,

v_{pbest} : ความเร็วเนื่องจาก pbest,

v_{gbest} : ความเร็วเนื่องจาก gbest,

n : จำนวนของอนุภาคในกลุ่ม,

m : จำนวนสมาชิกในอนุภาค,

$pbest_i$: คือ pbest ของตัวแทน i,

$gbest_i$: คือ gbest ของตัวแทน i,

ω_i : ฟังก์ชันถ่วงนำหนักสำหรับความเร็วของตัวแทนi,

C_i : คือสัมประสิทธิถ่วงน้ำหนักตัวที่ i.

$$\omega_i = \omega_{max} - \frac{\omega_{max} - \omega_{min}}{t_{max}}.t \quad (10)$$

ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักที่ถูกใช้คือ

rand : คือจำนวนการสุ่มระหว่างชุดข้อมูล [0,1]

ω_{min} : คือน้ำหนักที่ต่ำสุด

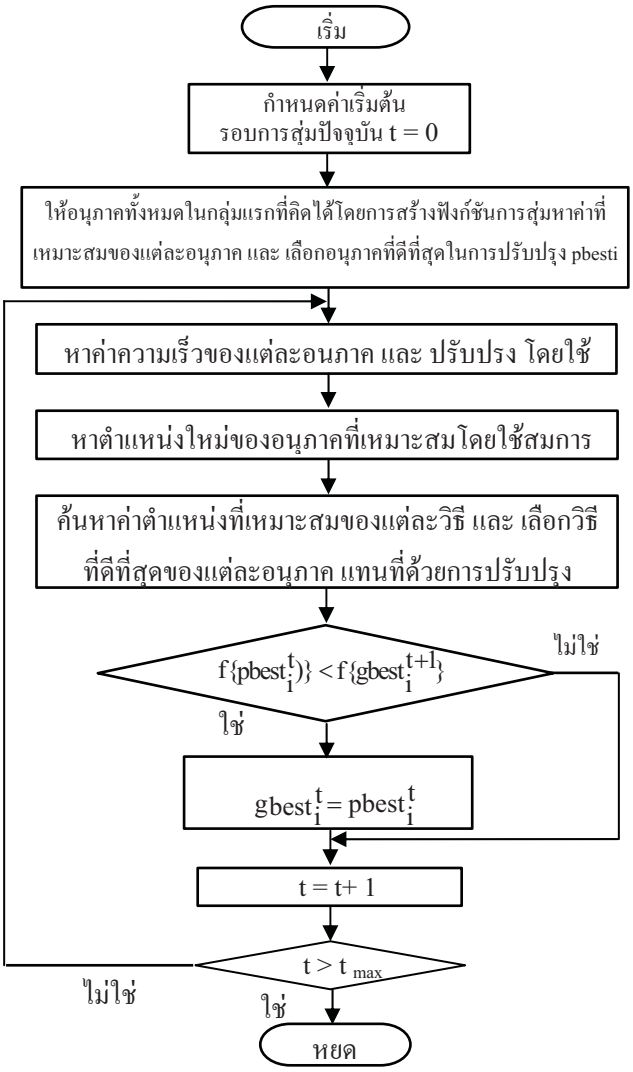
ω_{max} : คือน้ำหนักที่สูงสุด

t : คือรอบการสุ่มปัจจุบัน

t_{max} : คือจำนวนรอบสูงสุดที่ทำการสุ่ม

ค่าที่เหมาะสมของ C_1 และ C_2 อยู่ระหว่าง 1.4 ถึง 2.0 ค่าที่เหมาะสมของ ω_{min} และ ω_{max} อยู่ระหว่าง 0.4 และ 0.9, ตามลำดับของเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด

3.1 ขั้นตอนวิธีการ

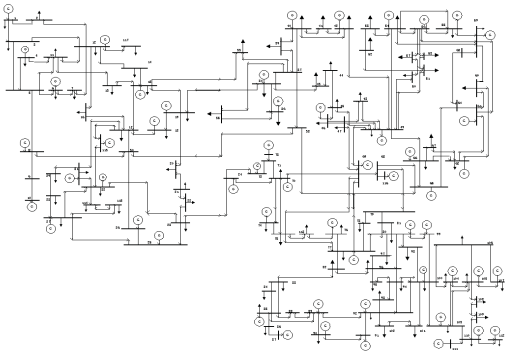


ภาพที่ 2 Flow chart ของวิธีการค้นหาแบบการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด

4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ

ในการทดสอบระบบบนระบบไฟฟ้า 118 บัสของ IEEE ซึ่งมีโหลดทั้งหมด 366.80 MW. และ 143.80 MVar. การสูญเสียพลังงานสุทธิเมื่อไม่มีโรงไฟฟ้าชีวมวลคือ 15.153 MW. สำหรับตัวแปรของ วิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด จำนวนอนุภาคสูงสุดคือ 10 ค่า t max คือ 100และจำนวนโรงไฟฟ้าชีวมวลสูงสุดคือ 2 โรง ทำการทดลองที่แตกต่างเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของวิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด ผลการจำลองแสดงให้เห็นว่า วิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด ประมวลผลได้เร็วกว่าวีธีการค้นหาแบบตาบูและวิธีจำลองแบบอบเหนียว ประมาณ 50.10% และ 29.04 % ตามลำดับ ตารางที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบทั้งสามวิธีนอกจากนั้นในตารางที่ 2 แสดงผลที่ได้จากวิธีวิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด



ภาพที่ 3 ระบบไฟฟ้า IEEE 118 bus

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบไฟฟ้ากำลังวิเคราะห์โดยทดลองติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายหนึ่งและสองเครื่องขนาด 10 MW เพิ่มเข้าสู่ระบบระบบไฟฟ้า 118 บัสของ IEEE ในตำแหน่งบัสต่างๆ เพื่อศึกษาผลของกำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมของระบบ แล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์มาค้นหาตำแหน่งติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายที่มีค่าเหมาะสมที่สุด ซึ่งอาศัยการค้นหาโดยวิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

4.3.1 โรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายที่ติดตั้งเพิ่มในระบบไฟฟ้ามีขนาด 10 MW.

4.3.2 จำนวนโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายสูงสุด เท่ากับ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบผลของ PSO กับวิธีการค้นหาแบบ TS,SA based on 30 runs

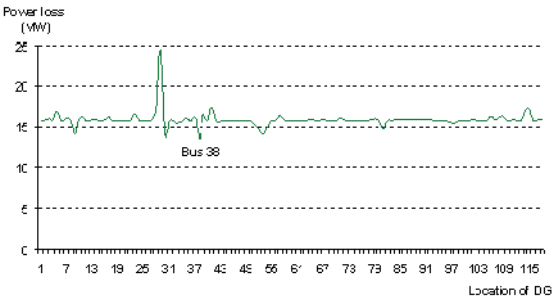
วิธีการ	เวลาเฉลี่ย	เวลาที่ดีที่สุด
TS SA PSO	11.7983 8.2970 5.8873	4.5335 2.0928 2.4574

ตารางที่ 3 สรุปผลรวมของวิธีการค้นหาแบบการเคลื่อนตัวของอนุภาค ที่เหมาะสมที่สุดในระบบ IEEE 118 บัส

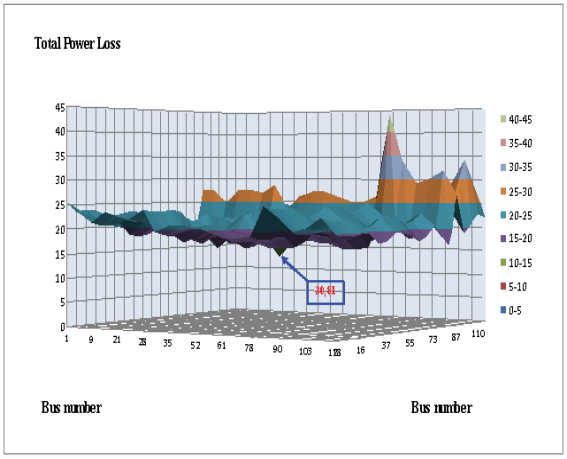
กำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ต่ำที่สุด (MW)	กำลังไฟฟ้าสูญเสียที่สูงที่สุด (MW)	เวลาในการค้นหาเฉลี่ย (sec)
13.1617	43.6989	5.8873

5. การทดสอบการใช้งาน

ในตารางที่ 4 ตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลสามารถลดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญคือ จาก 15.1530 เมกะวัตต์ เหลือ 13.1617 เมกะวัตต์ หรือประมาณ 13.14% เมื่อเทียบกับการไม่ติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล ซึ่งพิจารณาตำแหน่งที่เหมาะสมโดยพิจารณาติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลจำนวนหนึ่งและสองโรงโดยผลการจำลองการทำงานแสดงในรูปภาพที่ 4 และ รูปภาพที่ 5



ภาพที่ 4 : กราฟแสดงผลรวมของกำลังไฟฟ้าสูญเสียและตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดโรงไฟฟ้าชีวมวลจำนวน 1 โรง



ภาพที่ 5 : กราฟแสดงผลรวมของกำลังไฟฟ้าสูญเสียและตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดโรงไฟฟ้าชีวมวลจำนวน 2 โรง

ตารางที่ 4 สรุปตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล

ลำดับของ BPP	จำนวน BPP Size (MW)	กำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ต่ำที่สุด (MW)	ตำแหน่งติดตั้ง	กำลังไฟฟ้าสูญเสียที่สูงที่สุด	ตำแหน่งติดตั้ง
1 BPP	1 x 10	13.6	38	24.51	87
2 BPP	2 x 10	13.16	30 and 81	43.69	86 and 87

6. บทสรุป

วิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุดถูกใช้สำหรับค้นหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลเพื่อที่จะลดการสูญเสียกำลังไฟฟ้า ประสิทธิภาพของวิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุดในการหาตำแหน่งโรงไฟฟ้าชีวมวลแสดงผ่านผลการจำลองบนระบบกำลังไฟฟ้า 118 บัสของ IEEE จากผลการจำลองพิสูจน์ว่า วิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด เป็นวิธีที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีจำลองแบบอบเหนียว และวิธีการค้นหาแบบตาบู ในแง่ของเวลาประมวลผลสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวล1และ 2โรงตามลำดับ สามารถลดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพคือ สามารถลดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าได้ถึง 13.14 %

7. เอกสารอ้างอิง

[1] H.L. Willis and W. G. Scott. Distributed power generation. New York. Marcel Dekker. 2000.
[2] R. E. Brown. Reliability assessment and design optimization in electric power distribution systems. University of Washington. Ph.D. Dissertation May 28. 1996.
[3] T. Sutthibun, and P. Bhasaputra . multiobjective simulated annealing optimization for distributed generation.(ISEEE conference 2009) ; 1-3.
[4] G. Celi and F. Pilo. Optimal distributed generation allocation in MV distribution networks. 22nd IEEE Power Engineering Society International Conference on 2001. 2001; 81-86.
[5] P. RecheLo´peza and F.Jurado. Particle swarm optimization for biomass-fuelled systems with technical constraints. Engineering Applications of Artificial Intelligence 21. 2008; 1-3.
[6] L. Chucheep and P. Bhasaputra . optimal placement of Biomass power plant by particle swarm optimization. (ISEEE conference 2009) November 26, 2009.
[7] P.Suwatchai and P. Bhasaputra Optimal Allocation of Biomass Power Plant by Simulated Annealing approach. (International Symposium on Environmental Management2008) October, 2008.
[8] S.Sakuldee and P. Bhasaputra . Optimal Placement of Biomass Power Plant by Tabu Search Approach. (RSU conference 2009) Mar ,2009.

มูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเขตภาคกลางในประเทศไทย
Outage Cost of Central Region in Thailand

มงคลชัย ภูคงคา[1], พรระพีพัฒน์ ภายบุตร[2] และ วรรัตน์ ปัตรประกร[2]

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ต. คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
โทรศัพท์ : 0-2564-3001, อีเมล์: mongkonchai_p@hotmail.com
[2]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ต. คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จังหวัดปทุมธานี
12120 โทรศัพท์ : 0-2564-3001

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้นำเสนอมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเขตภาคกลางในประเทศไทย โดยพิจารณาข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 688 โรงงาน แบบสำรวจถูกพัฒนาขึ้นโดยอาศัยสมมติฐานเพื่อพิจารณาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ของ ที่ตั้งอุตสาหกรรม, ประเภทอุตสาหกรรม, ขนาดอุตสาหกรรม, จำนวนชั่วโมงการทำงาน, จำนวนวันทำงาน, ฤดูกาลที่ไฟฟ้าขัดข้อง, ระยะเวลาเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง, ความถี่เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง, ช่วงเวลาที่เกิดไฟฟ้าขัดข้อง และระยะเวลาในการกู้คืนระบบเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง สมมติฐานดังกล่าวจะถูกทดสอบด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One Way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ถูกกำหนดเป็นตัวแปรในการสร้างแบบจำลองมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องด้วยวิธีวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเชิงเส้น พร้อมทั้งทดสอบค่าความผิดพลาดจากข้อมูลจริงที่ได้จากการสุ่มและประเมินเปรียบเทียบกับวิธีเฉลี่ย จากผลการศึกษาพบว่ามูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเขตภาคกลางในประเทศไทยมีความสัมพันธ์กับ ที่ตั้งอุตสาหกรรม, ขนาดอุตสาหกรรม, จำนวนชั่วโมงในการทำงาน, จำนวนวันทำงาน, ฤดูกาลที่ไฟฟ้าขัดข้อง, ระยะเวลาเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง และระยะเวลาในการกู้คืนระบบเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเชิงเส้น พบว่าค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย อยู่ที่ 12.25% ในขณะที่วิธีหาค่าเฉลี่ยมีค่าเป็น 17.62% เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการสำรวจ

คำสำคัญ: มูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง วิเคราะห์ถดถอย วิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเชิงเส้น วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ประเภทอุตสาหกรรมในประเทศไทย

Abstract

In this paper, the 688 industries of central region in Thailand are evaluated the outage cost. The outage cost questionnaire is developed by assumptions that comprises with location of industries, types of industries, size of industries, working time, working day, season, duration of outage, frequency of outage, period of outage and plan to recover the outage. These assumptions are determined the relation of the outage cost by using One Way ANOVA with

significant of 0.05. Furthermore, the related parameters are applied to be multiple inputs for the multiple regression analysis. The outage cost model is compared with the average outage cost and the reference outage cost from randomly customers to investigate the predictive performance. In addition, the study results found that location of industries, size of industries, working time, working day, season, duration of outage and recovery time of the process are related to the outage cost. Finally, the predictive performance of outage cost modeling by multiple regression analysis provides the absolute error by 12.25% while the average model is 17.62% when compare to the outage cost from customer survey.

Keywords: Outage Cast, Regression Analysis, Linear Multiple Regression Analysis, One Way ANOVA, Thailand Standard Industrial Classification.

1. บทนำ

ภาคกลางถือว่าเป็นเขตที่มีความหนาแน่นของภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมสูงที่สุดในประเทศไทย โดยเป็นพื้นที่รวบรวมของกิจการขนาดใหญ่ที่สำคัญหลายประเภท และเป็นที่ตั้งของเมืองใหญ่รวมถึงเมืองหลวงของประเทศ นอกจากนี้ยังมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงที่สุดในประเทศอีกด้วย โดยในปี พ.ศ. 2551 ภาคกลางมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 58,872 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง คิดเป็น 43.5% ของประเทศ [15] ซึ่งหากเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องขึ้น จึงส่งผลให้เกิดความเสียหายสูงที่สุด [1] ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลสำคัญในการศึกษาในครั้งนี้

การพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิผลทางการผลิต ถ้าระบบส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าสามารถดำเนินได้อย่างต่อเนื่องและมีคุณภาพที่ดี ก็จะสนับสนุนการผลิตและการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ให้เป็นไปด้วยดี แต่หากเกิดปัญหาด้านการส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าขึ้นก็จะส่งผลกระทบกับผู้ใช้ไฟในหลายด้าน เช่น สูญเสียโอกาสในการผลิต, สูญเสียกำไร, วัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์เสียหาย, เครื่องจักรเสียหาย, ค่าแรงงานเพิ่มขึ้น, ค่าพลังงานที่สูญเสียเปล่าและ การส่งมอบสินค้าไม่ทันตามกำหนด เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาถึงมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง จึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยหาแนวทางแก้ไขปัญหาและเป็นข้อมูลสำคัญเพื่อการปรับปรุงระบบและการลงทุนต่อไป ด้วยปัญหานี้จึงมีหลายฝ่ายให้ความสำคัญและทำการศึกษาในเรื่องนี้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว [2],[3],[4],[5]

จากการศึกษามูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของอุตสาหกรรมผลิตกระดาษและผลิตภัณฑ์จากกระดาษในประเทศไทย โดยวิธีเฉลี่ยพบว่ามีค่าเฉลี่ย 157,000 บาทต่อเหตุการณ์ [6] และอุตสาหกรรมโลหะมูลฐานในประเทศไทย พบว่ามีค่าเฉลี่ย 218,200 บาทต่อเหตุการณ์ [7] ส่วนอุตสาหกรรมทั้งหมดในประเทศไทยพบว่ามีค่าเฉลี่ย 231,520 บาทต่อเหตุการณ์ [8] นอกจากนี้มีการนำวิธีการอื่นเพื่อประเมินมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเช่น วิธีวิเคราะห์ถดถอยและวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเชิงเส้น พบว่าวิธีวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเชิงเส้นจะให้ผลผิดพลาดที่ดีกว่าวิธีวิเคราะห์ถดถอยตัวแปรเดียวทั้งนี้ วิธีวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเชิงเส้นหากมีปริมาณข้อมูลในการวิเคราะห์เพิ่มขึ้นจะยิ่งให้ค่าผิดพลาดลดลง[8],[9],[10] นอกจากนี้ยังมีการศึกษามูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องด้วยวิธีฟัซซี่-โลจิก (Fuzzy Logic) และวิธีวิธีโครงข่ายประสาทเทียมฟัซซี่แบบปรับค่าได้ (ANFIS : Adaptive Neuro-fuzzy Inference System) ซึ่งได้ว่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ของวิธี ANFIS มีค่าน้อยกว่าวิธีฟัซซี่โลจิก [16] รวมทั้งได้มีการประเมินมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องด้วยวิธี ANFIS สำหรับอุตสาหกรรมทั้งหมดในประเทศไทยพบว่ามีค่า 39,600-750,000 บาทต่อเหตุการณ์ [11] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาถึงมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องกรณีไฟฟ้าขัดข้องที่มีการแจ้งล่วงหน้าและไม่แจ้ง สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอพบว่ากรณีไม่แจ้งล่วงหน้าจะมีมูลค่าความเสียหายสูงกว่ามาก [12],[13]

และมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง กรณีไฟฟ้าขัดข้องโดยไม่แจ้งล่วงหน้ายังมีค่าแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ของประเทศไทย โดยภาคกลาง, ภาคใต้, ตะวันออกเฉียงเหนือ และ ภาคเหนือ มีค่าเป็น 1,634,117 บาท, 1,167,333 บาท, 1,043,176 บาทและ 218,310 บาทต่อเหตุการณ์ ลำดับ [14]

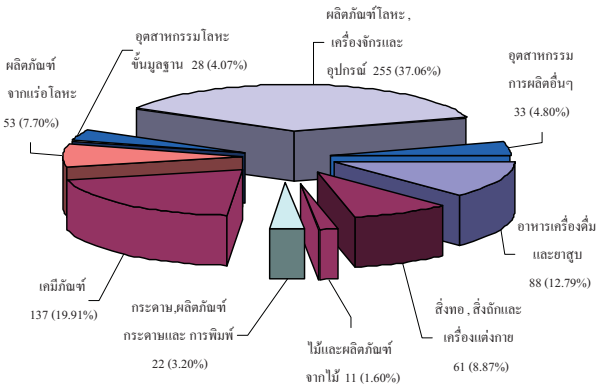
เนื่องด้วยมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องนั้นมีความหลากหลายของเงื่อนไข ประกอบกับเงื่อนเวลา [17],[18] ทำให้ข้อมูลของมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องที่มีอยู่อาจไม่เพียงพอและไม่สามารถสะท้อนมูลค่าที่แท้จริงได้ทั้งหมด จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาในรายละเอียดและปรับปรุงค่าให้เหมาะสม เพื่อนำผลไปสู่แผนการปรับปรุงและการลงทุนต่อไป

ในบทความนี้นำเสนอถึงมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเขตภาคกลางในประเทศไทย รวมถึงผลของการวิเคราะห์ในแบบต่างๆ อันได้แก่ ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง, การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเชิงเส้นและการหาค่าเฉลี่ยต่อไป

2. วิธีการ

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ทำการสำรวจ

ทำการสำรวจข้อมูลในปี พ.ศ. 2551-2552 โดยอาศัยแบบสำรวจ ผ่านทางไปรษณีย์, อีเมล์, โทรศัพท์สอบถาม หรือการเข้าสำรวจยังพื้นที่หน้างาน โดยมีการสำรวจไปยังโรงงานอุตสาหกรรมภายใต้พื้นที่ให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในเขตภาคกลาง และเป็นโรงงานที่ขึ้นทะเบียนเป็นโรงงานควบคุมตาม พรบ.การส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 [19] จำนวน 1,750 โรงงาน ซึ่งประกอบด้วยประเภทอุตสาหกรรมทั้ง 9 กลุ่มอ้างอิงตาม TSIC (Thailand Standard Industrial Classification) ทั้งนี้ปรากฏว่าแบบสำรวจที่ตอบกลับและมีข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์ สามารถนำมาวิเคราะห์ได้มีจำนวนทั้งสิ้น 708 โรงงาน จากนั้นได้สุ่มแยกแบบสำรวจออกจำนวน 20 โรงงาน สำหรับทดสอบผลการวิเคราะห์และส่วนที่เหลือถูกใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 688 โรงงาน ตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1 จำนวนข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมที่สำรวจแบ่งตาม TSIC

2.2 วิธีการสำรวจและสมมติฐานที่ใช้สำรวจ

วิธีการสำรวจเป็นการสำรวจข้อมูลของมูลค่าความเสียหายที่เกิดจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของผู้ใช้ไฟ ในรูปแบบของแบบสอบถามซึ่งทำการสำรวจโดยตรงกับโรงงานอุตสาหกรรมกลุ่มเป้าหมายทั่วประเทศ โดยมีการส่งแบบสำรวจทางไปรษณีย์ , การโทรศัพท์ และการเข้าสัมภาษณ์โดยตรง ซึ่งมีสมมติฐานได้แก่ ที่ตั้งอยู่ในหรือนอกนิคมอุตสาหกรรม, ประเภทอุตสาหกรรม, ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน (ขนาดอุตสาหกรรม), จำนวนชั่วโมงทำงานต่อวัน, จำนวนวันทำงานต่อสัปดาห์, ฤดูกาลที่ไฟฟ้าขัดข้อง, ความถี่เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง, ระยะเวลาเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง, ช่วงเวลาที่เกิดไฟฟ้าขัดข้อง และระยะเวลาในการกู้คืนระบบ เมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องมีความสัมพันธ์กับมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

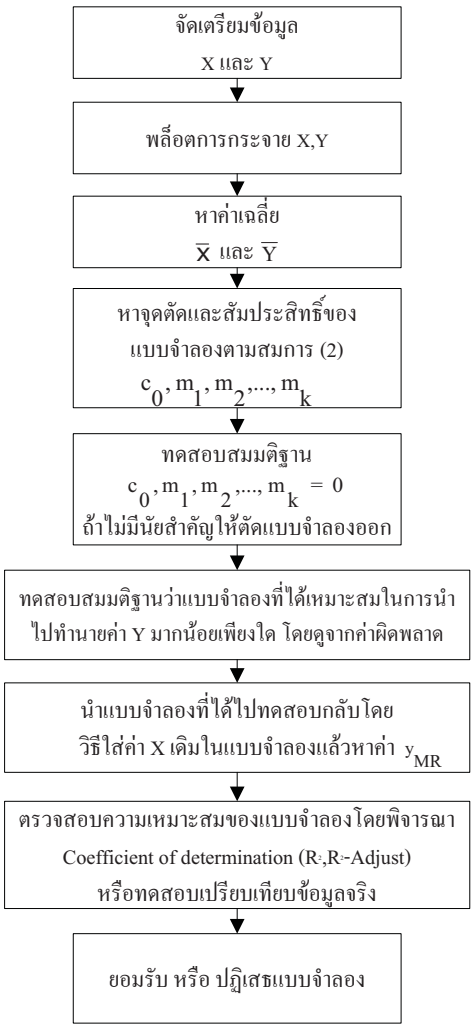
2.3 วิธีการและเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

2.3.1 การทดสอบสมมติฐาน

ทำการทดสอบสมมติฐานโดยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One Way ANOVA) โดยพิจารณาที่ระดับนัยสำคัญ .05 เพื่อหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องดังกล่าว

2.3.2 หลักการลำดับขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีวิเคราะห์ถดถอย (Regression Analysis)

วิธีวิเคราะห์ถดถอยมีขั้นตอนและลำดับการวิเคราะห์จะเป็นดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ลำดับการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ถดถอย

2.3.3 การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเชิงเส้น

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) โดยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งในที่นี้จะใช้ วิธีวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเชิงเส้น (Linear Multiple Regression Analysis)

วิธีวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเชิงเส้นเป็นเทคนิคการสร้างสมการความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ (ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง) และตัวแปรควบคุม (มูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง) โดยสมการเชิงเส้นพื้นฐาน ดังสมการที่ 1 และ สมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น ดังสมการที่ 2

$$y_{SRi} = c_{0i} + m_i x_i \quad (1)$$

$$y_{MR} = c_0 + m_1 x_1 + m_2 x_2 + ... + m_K x_K \quad (2)$$

เมื่อ c_{0i}, c_0, m_1, m_2,..., m_K คือสัมประสิทธิ์สมการถดถอย และ x_i, x_1, x_2,..., x_K คือตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อค่าตัวแปรตาม y_{SRi} และ y_{MR}

3. ผลการศึกษา

3.1 ผลการทดสอบสมมติฐาน

ทำการทดสอบสมมติฐานโดยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ที่จำนวนข้อมูล 688 ข้อมูล โดยคำนึงระดับนัยสำคัญที่ (Significant) 0.05 ซึ่งจากผลการทดสอบจะเห็นว่าสมมติฐานปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องอย่างมีนัยสำคัญมีจำนวน 7 ปัจจัย โดยปัจจัยที่ไม่มีความสัมพันธ์ ได้แก่ ประเภทอุตสาหกรรม, ความถี่ที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง และ ช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง ดังแสดงในตารางที่ 1

3.2 มูลค่าความเสียหายด้วยวิธีวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเชิงเส้น

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ-เชิงเส้น ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางสถิติ สำหรับจำนวนข้อมูล 688 ข้อมูล จะได้สมการในรูปแบบ สมการพหุคูณเชิง-เส้น ดังสมการที่ 3

$$y_{MR} = 1.3720+0.5720 \cdot x_1+4.48x10^{-8} \cdot x_2+0.0424 \cdot x_3+ 0.1686 \cdot x_4+0.3186 \cdot x_5+0.0375 \cdot x_6+0.1508 \cdot x_7 \quad (3)$$

เมื่อ

x_1 เป็น ข้อมูลที่ตั้งอยู่ในหรือนอกนิคมอุตสาหกรรม

x_2 เป็น ข้อมูลค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน

x_3 เป็น ข้อมูลจำนวนชั่วโมงทำงานต่อวัน

x_4 เป็น ข้อมูลจำนวนวันทำงานต่อสัปดาห์

x_5 เป็น ข้อมูลฤดูที่ไฟฟ้าขัดข้องมากที่สุด

x_6 เป็น ข้อมูลระยะเวลาที่ไฟฟ้าขัดข้องในแต่ละครั้ง

x_7 เป็น ข้อมูลระยะเวลาในการกู้ระบบคืน

y_{MR} เป็น มูลค่าความเสียหายที่เกิดจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

เมื่อนำสมการที่ได้มาทดสอบกับข้อมูลจากโรงงานตัวอย่างจำนวน 20 โรงงาน ซึ่งโรงงานตัวอย่างนี้เป็นโรงงานที่ได้จากการสุ่มข้อมูล และไม่มีส่วนเกี่ยวข้องใดกับการได้มาของสมการดังกล่าว ซึ่งจะพบว่าการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเชิงเส้นได้ผลของค่าผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย เป็น 12.25% แต่เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีหาค่าเฉลี่ยซึ่งให้ค่าผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย เป็น 17.62% ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบสมมติฐาน

ลำดับ	ตัวแปรทดสอบ	F	ระดับนัยสำคัญ	ผลการทดสอบสมมติฐาน
1	ที่ตั้งอยู่ในหรือนอกนิคมอุตสาหกรรม	4.3140	$1.78 X10^{-5}$	ยอมรับ
2	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน	8.8303	$1.24 X10^{-12}$	ยอมรับ
3	จำนวนชั่วโมงทำงานต่อวัน	8.1022	$1.81 X10^{-11}$	ยอมรับ
4	จำนวนวันทำงานต่อสัปดาห์	3.9951	$5.46 X10^{-5}$	ยอมรับ
5	ฤดูที่ไฟฟ้าขัดข้องมากที่สุด	3.6514	0.0002	ยอมรับ
6	ระยะเวลาที่ไฟฟ้าขัดข้องในแต่ละครั้ง	7.4325	$2.14 X10^{-10}$	ยอมรับ
7	ระยะเวลาในการกู้ระบบคืน	6.7444	$2.68 X10^{-9}$	ยอมรับ
8	ประเภทของอุตสาหกรรม	1.6409	0.1000	ปฏิเสธ
9	ความถี่ไฟฟ้าขัดข้องต่อปี	0.9009	0.5239	ปฏิเสธ
10	ช่วงเวลาที่ไฟฟ้าขัดข้องมากที่สุด	1.5501	0.1267	ปฏิเสธ

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบเพื่อหาค่าความผิดพลาด

ลำดับทดสอบ	ค่าความผิดพลาด	
	วิธีวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเชิงเส้น	วิธีหาค่าเฉลี่ย
1	11.41%	9.38%
2	14.13%	22.32%
3	7.52%	8.75%
4	5.54%	22.32%
5	5.09%	8.75%
6	5.70%	9.38%
7	31.57%	39.58%
8	0.33%	9.38%
9	1.05%	9.38%
10	10.31%	9.38%
11	1.60%	8.75%
12	10.52%	22.32%
13	38.21%	45.63%
14	29.49%	35.94%
15	0.94%	8.75%
16	28.08%	22.32%
17	4.59%	9.38%
18	18.14%	9.38%
19	9.83%	9.38%
20	10.94%	32.03%
เฉลี่ย	12.25%	17.62%

3.3 มูลค่าความเสียหายด้วยการหาค่าเฉลี่ย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีเฉลี่ย พบว่ามูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของโรงงานอุตสาหกรรมเขตภาคกลาง ในประเทศไทย มีค่า 209,375 บาทต่อเหตุการณ์หรือ คิดเป็น 1,419,562 บาทต่อปี เมื่อระยะเวลาและความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง มีค่าเฉลี่ยเป็น 19.27 นาทีต่อเหตุการณ์ และ 6.78 เหตุการณ์ต่อปี ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องต่อราย

สถิติ	เฉลี่ย	สูงสุด
มูลค่าความเสียหายต่อเหตุการณ์ (บาท/เหตุการณ์)	209,375	>10,000,000
มูลค่าความเสียหายต่อปี(บาท/ปี)	1,419,562	45,000,000
ระยะเวลา(นาที/เหตุการณ์)	19.27	> 60
ความถี่(เหตุการณ์/ปี)	6.78	> 15

4. บทสรุป

บทความนี้มีเป้าหมายในการประเมินมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของโรงงานอุตสาหกรรมเขตภาคกลางในประเทศไทย โดยมีการสำรวจถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง ซึ่งพบว่ามีจำนวน 7 ปัจจัย และใช้ปัจจัยดังกล่าวเพื่อเป็นตัวแปรต้นในการวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์-พหุคูณเชิงเส้น เพื่อให้ได้มาซึ่งแบบจำลองสำหรับประเมินมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง และเปรียบเทียบผลกับการประเมินด้วยวิธีเฉลี่ย ซึ่งจะเห็นได้ว่าการประเมินด้วยวิธีวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณให้ค่าถูกต้องมากกว่า

การประเมินมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลก่อนการตัดสินใจสำหรับการลงทุนหรือการปรับปรุงระบบทั้งทางด้าน ผู้ผลิต , ผู้ส่งจ่าย , ผู้จำหน่าย และผู้ใช้ไฟฟ้า เพื่อการป้องกันความเสียหายต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น ทั้งนี้ยังสามารถประเมินหามูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องกับโรงงานที่ยังไม่ได้มีการสำรวจซึ่งทำได้โดยการอินพุทค่าตัวแปรต่างๆ ตามแบบจำลองที่ได้ ซึ่งจะได้ผลของมูลค่าความเสียหายออกมา นอกจากนี้ยังสามารถประเมินหามูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องกับโรงงานที่ยังไม่มีการก่อสร้างได้เช่นกัน

5. เอกสารอ้างอิง

[1]S. Panya, P. Bhasaputra, W. Pattaraprakorn, “Outage Cost of Industries by Regions in Thailand,” ISEEE 2009 conference, 2009.

[2]B. Eua-arporn, “Fuzzy interrupted energy assessment rate based on actual system performance,” IEEE Transactions. on Power Systems, Vol. 20, pp. 1-156, 2005.

[3] G. Wacker, R. Billinton, “Customer cost of electric service interruptions,” IEEE, Vol. 77, pp. 6-919, 1989.

[4] K. Kariuki, R. Allan, “Applications of customer outage costs in system planning,” IEEE Proceedings. on Design and operation. Generation Transmission and Distribution, Vol. 143, pp. 4-305, 1996.

[5] M. Sullivan, T. Vardell, M. Johnson, “Power interruption costs to industrial and commercial consumers of electricity. Industry Applications,” IEEE Transactions. Vol. 33, pp. 6-1448. 1997.

[6] J. Yamwan, P. Bhasaputra, W. Pattaraprakorn, “The Outage cost of Paper and Paper Products Manufacturing in Thailand,” TUChEEE 2008 conference. 2008.

[7] P. Kateca, P. Bhasaputra, W. Pattaraprakorn,” The Outage cost of Primary Metal Manufacturing in Thailand,” TUChEEE 2008 onference. 2008.

[8] M. Phookhongkha, P. Bhasaputra, W. Pattaraprakorn. “The outage cost evaluation in Thailand by using a multiple regression method,” ISEEE 2009 conference. 2009.

[8] N. Aranyapal, P. Bhasaputra, W. Pattaraprakorn, “The regression model of the outage cost in Thailand,” ISEEE 2009 conference. 2009.

[9] N. Choojun, P. Bhasaputra, W. Pattaraprakorn, “The outage cost of industrial estate in Thailand by multiple regression analysis,” ISEEE 2009 conference. 2009.

[10] P. Teansri, P. Bhasaputra, W. Pattaraprakorn, “Application of Adaptive Neuro Fuzzy Inference System for Outage Cost Evaluation,” ICT & KE 2009 Conference.2009

[11]T. Detmote, P. Teansri, P. Bhasaputra, W. Pattaraprakorn, “Outage cost assessment in Thailand industries,” ISEEE 2009 conference. 2009.

[12] T. Detmote, P. Bhasaputra, “Fuzzy Model for Outage Cost Assessment of Textile Industries in Thailand,” ICT & KE 2009 Conference.2009

[13] S. Panya, T. Detmote, P. Teansri, P. Bhasaputra, W. Pattaraprakorn, “Outage cost of industries by regions in Thailand,” ISEEE 2009 conference. 2009.

[14] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, “รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย 2550,” www.dede.go.th

[15]ภานุวัฒน์ เทียนศรี ,พรระพีพัฒน์ ภาสบุตร, “มูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมด้วย Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System,” การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 31. 2551.

[16]มงคลชัย ภูคงคา, พรระพีพัฒน์ ภาสบุตร และคณะ, “ปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องในประเทศไทย,” RSU Research Conference 2009. 2552.

[17] เฉลียว เกตุแก้ว ,ยุทธนา ยิ้มประเสริฐ และ คณะ, “การประเมินค่าความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าขัดข้องของผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมในระบบจำหน่ายไฟฟ้าสำหรับวางแผนบำรุงรักษาและปรับปรุงความเชื่อถือได้,” การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 31. 2551.

[18] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. “รายชื่อโรงงานควบคุม,” [Online]. เข้าถึงได้จาก: www.dede.go.th/dede/fileadmin/usr/berc/energysave/allnamefac.xls. สืบค้น 8 มกราคม 2551.

การนำทางด้วยระบบจีพีเอสและกล้อง สำหรับรถอัจริยะ
GPS and Vision-Based Navigation for Intelligent Vehicle

สุรศักดิ์ นราพฤทธิ์ และ ศิริพรรณ ธงชัย

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
Constantine_radblue@hotmail.com, srp@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคำนวณหาตำแหน่งการนำทางด้วยจีพีเอสและกล้องสำหรับรถอัจฉริยะ โดยมีระบบควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิก รับข้อมูลจากจีพีเอสและกล้องมาประมวลผลหาตำแหน่งปัจจุบันและตำแหน่งที่จะไป แล้วนำผลที่ได้ไปใช้ในการควบคุมรถอัจฉริยะ โปรแกรม LabVIEW ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาระบบควบคุม จากการทดลองกับรถอัจฉริยะพบว่า ตำแหน่งที่ได้จากการประมวลผลค่าจากจีพีเอสและภาพจากกล้องสามารถนำมาใช้ในการนำทางสำหรับรถอัจฉริยะได้ อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: จีพีเอส กล้อง รถอัจฉริยะ

Abstract

The purpose of this research is aimed to find out the navigated command through GPS and Vision-Based for intelligent vehicle applying fuzzy logic control system. The GPS and Vision information is used to calculate and command the intelligent vehicle. LabVIEW program is used to develop the control system. The result was shown that the intelligent vehicle can be navigated and controlled successfully.

Keywords : GPS, Vision-Based, Intelligent Vehicle

1. บทนำ

การเคลื่อนที่ของรถอัจฉริยะภายนอกอาคาร จะต้องอาศัยข้อมูลจากในการนำทางที่ถูกต้องและแม่นยำ เพื่อนำไปสั่งให้รถอัจฉริยะที่ไร้คนขับสามารถเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายได้อย่างปลอดภัย ปัญหาส่วนใหญ่จะเกิดจาก เส้นทางในการเดินทางที่มีวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง ผู้คนที่สัญจรหรือเคลื่อนที่ไปมา จะทำให้การนำทางนั้นอาจไม่ปลอดภัย ดังนั้นการนำทางที่ปลอดภัยจึงมีความจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลจากการตรวจจับวัตถุทั้งที่อยู่กับที่และเคลื่อนที่ด้วย เพื่อช่วยให้รถอัจฉริยะสามารถเคลื่อนที่หลบหลีกสิ่งกรีดขวางได้อย่างปลอดภัย [1]

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อคำนวณหาตำแหน่งการนำทางด้วยจีพีเอสและกล้องสำหรับรถอัจฉริยะ ข้อมูลจากจีพีเอสถูกนำมาใช้ในการบอกตำแหน่ง และแสดงผลในแผนที่เพื่อให้รถสามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายได้อย่างถูกต้อง และใช้กล้องในการบอกเอกลักษณ์ ของวัตถุทั้งที่อยู่กับที่และเคลื่อนที่กีดขวางเส้นทางที่จะรถจะเคลื่อนที่ผ่านไป เพื่อยืนยัน

ตำแหน่งของ ในแผนที่แล้วสั่งให้รถสามารถเคลื่อนที่หลบหลีกได้ โดยใช้หลักการของ Motion Detection ในการตรวจจับแถบสีถนนและสิ่งกีดขวาง ในแผนที่ที่ถูกกำหนดไว้แล้ว

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ (Mobile Robot)

หุ่นยนต์เคลื่อนที่จะมีความสามารถในการเคลื่อนที่อย่างอัจฉริยะได้ต้องอาศัยส่วนสำคัญหลายส่วนซึ่งเริ่มตั้งแต่โครงการของตัวหุ่นยนต์ที่มีทั้งขนาดเล็กๆ ที่ใช้ภายในอาคาร [2,3,8] และขนาดใหญ่ที่ใช้ภายนอกอาคารโดยสามารถบรรทุกสิ่งของหรือมีคนขึ้นไปนั่งได้ [7,8] และมีส่วนการประมวลผลที่หลากหลายเช่น Global Control มีหน้าที่จัดการรายละเอียดและขั้นตอนของพฤติกรรมต่างๆ Global Planning เป็นการวางแผนหรือการตัดสินใจเพื่อให้ไปถึงเป้าหมายที่ต้องการ Navigation เป็นการวางแผนหรือการตัดสินใจในการที่จะเคลื่อนที่ Real-World Model เป็นการแทนสิ่งต่างๆ ด้วยภาษาที่เป็นสัญลักษณ์ Sensor Interpretation เป็นการติดต่อกับ Sensor เพื่อวัดค่าต่างๆของสิ่งแวดล้อม และ Robot Control เป็นการควบคุมการทำงานทางกายภาพของหุ่นยนต์

2.2 สถาปัตยกรรมควบคุมหุ่นยนต์ (Robot Control Architectures)

สถาปัตยกรรมควบคุมหุ่นยนต์โดยทั่วไปจะถูกแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ตามลักษณะพฤติกรรมที่ทำงานคือ [4]

2.2.1 Planner-based เป็นระบบพื้นฐานของการวางแผนซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้ ระบบจะประกอบด้วยสามส่วน คือ ส่วนตรวจรู้ (Sensing) ส่วนความคิด (Intelligence) และส่วนทำงาน (Actuation)

2.2.2 Reactive เป็นระบบตอบโต้หรือปฏิกิริยาตอบสนองอย่างทันที

2.2.3 Hybrid เป็นระบบแบบผสมที่ได้มีการนำเอาระบบการวางแผนเข้ามาช่วยในการทำงานร่วมกับระบบตอบโต้ทันที ทำให้ระบบฉลาดขึ้น

2.2.4 Basic Behavior-based เป็นระบบพฤติกรรมพื้นฐาน รับสัญญาณอินพุตจากตัวตรวจจับ (Sensors) และแปลงสัญญาณเป็นคำสั่งแต่ละพฤติกรรมพื้นฐานของหุ่นยนต์ (Basic Behaviors) เช่น Collision Avoidance, Static and Dynamic Obstacle Avoidance, Wander behavior, Goal Seeking [1,2,3,4]

2.3 จีพีเอส (Global Positioning System)

Global Positioning System เป็นระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกที่ใช้ในการนำทางที่มีประสิทธิภาพมาก เริ่มต้นคิดค้นจากกองทัพสหรัฐ และได้แพร่หลายสู่การใช้เชิงพาณิชย์ในปัจจุบัน จีพีเอสจะทำงานร่วมกับดาวเทียมจำนวน 24 ดวงที่โคจรอยู่รอบโลก โดยดาวเทียมจะเปลี่ยนตำแหน่งในการโคจรทุกๆ 12 ชั่วโมงที่ความสูง 20.190 กม. ในการระบุตำแหน่งแต่ละครั้งจะใช้ดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวงขึ้นไปจะทำให้ข้อมูลตำแหน่งที่ได้มีความแม่นยำขึ้นโดยทำมุม 55 องศากับพิกัดที่ต้องการ [9] ระยะทางระหว่างเครื่องรับจีพีเอสกับดาวเทียมจีพีเอส สามารถหาได้จาก

ระยะทาง = ความเร็ว * เวลาที่ใช้เดินทาง

คลื่นวิทยุมีความเร็ว = 186,000 ไมล์ต่อนาที

การวัดระยะทางคำนวณได้จากเวลาที่คลื่นวิทยุใช้จากดาวเทียมและเครื่องรับจีพีเอส ดังนั้นเมื่อรู้ตำแหน่งของดาวเทียมจีพีเอสที่แน่นอนในอวกาศ และความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการเดินทางของคลื่นวิทยุมาสู่โลก ก็จะทำให้ทราบตำแหน่งของเครื่องรับจีพีเอสที่แน่นอน

2.4 ความรู้พื้นฐานการประมวลผลทางภาพดิจิทัล

รูปภาพดิจิทัล (Digital Image) รูปภาพดิจิทัล คือรูปภาพที่มีการจัดเก็บข้อมูลในเชิงตัวเลข รูปภาพดิจิตอลมีอยู่หลายชนิด [9] เช่น รูปภาพขาวดำ (Binary Image) คือรูปภาพที่ประกอบด้วยสีขาวและสีดำเท่านั้น รูปภาพระดับเทา (Gray level Image) คือรูปภาพที่มีความสามารถแสดงสีได้ถึง 256 สี ส่วนรูปภาพสี (Color Image) จะมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น รูปแบบ RGB (RGB Color Model) เป็นรูปแบบที่เกิดจากการผสมกันของแม่สี 3 สี คือสีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) และ รูปแบบสี HSI (HSI Color Model)

2.5 การควบคุมแบบฟัซซี่ (Fuzzy Control)

การควบคุมแบบฟัซซี่ (Fuzzy Control) ก็คงจะต้องเริ่มต้นที่ฟัซซี่ลอจิก (Fuzzy Logic) ฟัซซี่ลอจิกเป็นศาสตร์ด้านการคำนวณที่มาจากการวิเคราะห์เชิงโลจิก (Logic Analysis) มี

ระบบฟัซซี่ (Fuzzy Systems) เป็นระบบที่ต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ช่วยในการประมวลผล เมื่อนำมาใช้ในงานควบคุม ก็จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ แปลงสัญญาณด้านรับ (Fuzzification) กฎฟัซซี่ (Fuzzy rules) แปลงสัญญาณด้านออก (Defuzzification) [5,6]

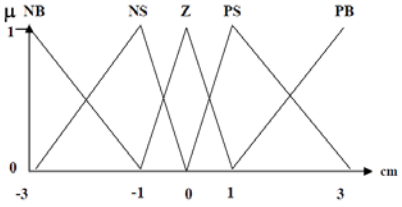
3. การออกแบบระบบนำทางด้วยระบบจีพีเอสและกล้อง

3.1 การควบคุมตำแหน่งและแรงบิด

รถอัจฉริยะจะถูกติดตั้งจีพีเอสและกล้อง แล้วส่งสัญญาณมาให้กับระบบประมวลผล ของตัวควบคุมแบบฟัซซี่เพื่อให้ได้สัญญาณมาควบคุมรถอัจฉริยะ ข้อมูลจากจีพีเอส จะถูกนำมาใช้ให้อยู่ในรูปแบบ X และ Y โดยมีการควบคุมดังนี้

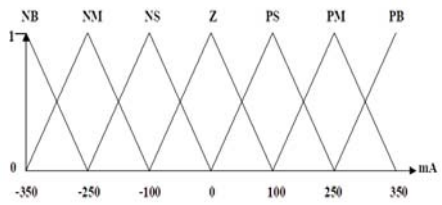
3.1.1 การออกแบบควบคุมการเคลื่อนที่แบบฟัซซี่ของแกน X และแกน Y จะแบ่งออกเป็น การควบคุมตำแหน่ง และการควบคุมแรงบิด

การควบคุมตำแหน่ง มี 2 อินพุต ค่าความผิดพลาด (Error) และค่าผลต่างของค่าผิดพลาด (Delta Error) ซึ่งทั้ง 2 อินพุต ถูกเลือกให้มี 5 สมาชิก คือ Negative Big(NB), Negative Small(NS), Zero(Z), Positive Small(PS), Positive Big(PB) ตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1 สมาชิกของอินพุตค่าความผิดพลาด

ส่วนเอาต์พุตถูกเลือกให้มี 7 สมาชิก คือ Negative Big(NB), Negative Medium(NM), Negative Small(NS), Zero(Z), Positive Small(PS), Positive Medium(PM), Positive Big(PB) ตามภาพที่ 2

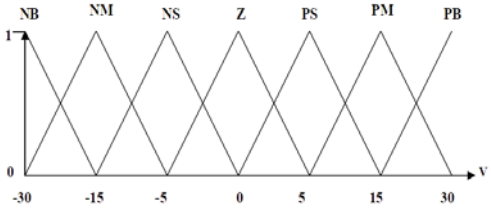


ภาพที่ 2 สมาชิกของเอาต์พุตของ

ตารางที่ 2 กฎฟัซซี่ของการควบคุมตำแหน่ง

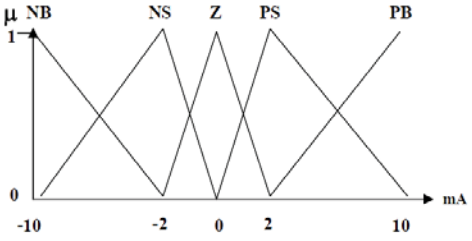
de \ e	NB	NS	Z	PS	PB
NB	NB	NB	NS	NS	Z
NS	NB	NS	NS	Z	PS
Z	NS	NS	Z	PS	PS
PS	NS	Z	PS	PS	PB
PB	Z	PS	PS	PB	PB

3.1.2 การออกแบบควบคุมแรงบิดในการเลี้ยว มีอินพุต 2 อินพุต คือค่าความผิดพลาด คือ ค่าผลต่างของค่าผิดพลาด ซึ่งทั้ง 2 อินพุตถูกเลือกให้มี 5 สมาชิก เช่นเดียวกับการควบคุมตำแหน่ง ดังแสดง ภาพที่ 3



ภาพที่ 3 สมาชิกอินพุตค่าความผิดพลาด

ส่วนเอาต์พุตถูกเลือกให้มี 7 สมาชิกเช่นเดียวกับการควบคุมตำแหน่ง ดังแสดงในภาพที่ 4

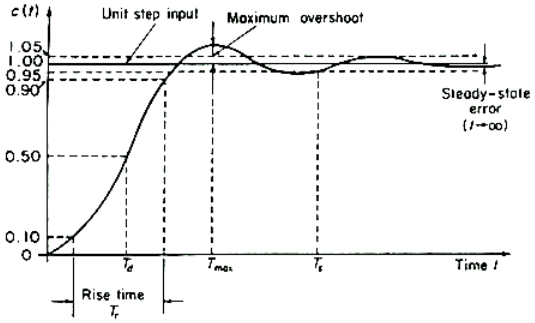


ภาพที่ 4 สมาชิกเอาต์พุตของลูปแรงบิดที่ใช้ในการเลี้ยว

ตารางที่ 2 กฎฟัซซี่ของการควบคุมแรงบิด

de \ e	NB	NS	Z	PS	PB
NB	NB	NB	NS	NS	Z
NS	NB	NS	NS	Z	PS
Z	NS	NS	Z	PS	PS
PS	NS	Z	PS	PS	PB
PB	Z	PS	PS	PB	PB

การวัดประสิทธิภาพของรถอัจฉริยะ สามารถทำได้โดยการคำนวณค่าเวลาต่างๆ ในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ จากจุดเริ่มเคลื่อนที่จนเข้าสู่จุดเป้าหมายดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การวัดประสิทธิภาพของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

จากภาพที่ 5 เป็นการวิเคราะห์โดยการใส่ Unit-Step Function เป็นอินพุตอ้างอิงและมีลักษณะที่สำคัญของผลตอบสนองนี้ได้แก่

Delay Time (T_d) เป็นช่วงเวลาที่ใช้ในการตอบสนองของระบบตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งเอาต์พุตมีค่าเป็น 50 % ของค่าอินพุตอ้างอิง

Rise time (T_r) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เอาต์พุตมีค่าเป็น 10 % จนถึง 90 % ของค่าอินพุตอ้างอิง

Setting Time (T_s) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งการแกว่งของเอาต์พุตลดลงอยู่ในขอบเขตที่กำหนด โดยปกติแล้วขอบเขตนี้จะอยู่ในช่วง 5 %

Maximum Time (T_m) เป็นช่วงเวลาที่เกิด Over Shoot สูงสุดของระบบ

Response Time (T_{resp}) เป็นช่วงเวลาตอบสนองของระบบตั้งแต่เวลาเริ่มต้นจนกระทั่งถึงค่าอ้างอิง

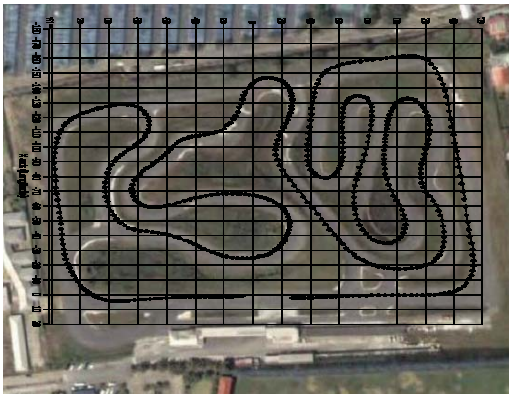
Overshoot (OS) เป็นค่า Error ที่มากที่สุดระหว่างอินพุตและเอาต์พุต ค่านี้จะใช้ในการประมาณความเสถียรของระบบ ค่า Overshoot จะวัดเป็นสัดส่วนเทียบกับค่าสุดท้ายหรือค่าอินพุตอ้างอิงดังนี้

$$Percent\ Overshoot = \frac{Maximum\ Overshoot}{Final\ Desired\ Value} \times 100\% \quad (1)$$

3.2 ระบบนำทางด้วยจีพีเอสสำหรับรถอัจฉริยะ

3.2.1 การออกแบบจะต้องคำนึงถึงแผนที่และค่าที่ได้ของ GPS ในแผนที่ โดยทำการทดสอบเก็บค่าของ GPS จริงแล้วนำมากำหนดในแผนที่

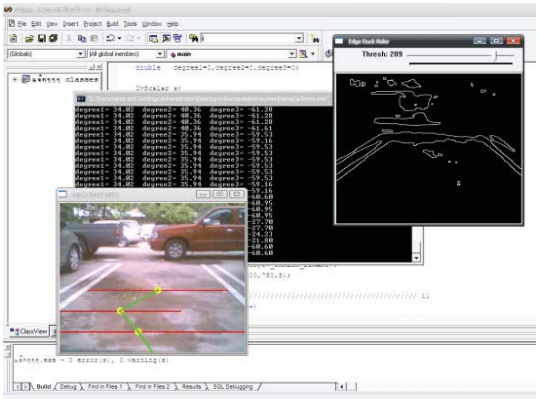
3.2.2 การคำนวณตำแหน่ง จะนำค่าที่ถูกกำหนดบนแผนที่มาประมวลผลกับค่า GPS ที่ได้โดยใช้โปรแกรม LabView ในการคำนวนและประมวลผลระบบฟัซซี่ ทำให้ระบบเป็นแบบ Real Time [3,7] ตามภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การเก็บค่าและกำหนดค่าของ GPS ในแผนที่โดยใช้โปแกรม LabView

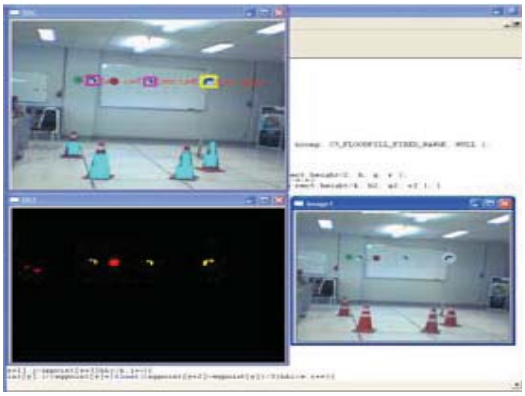
3.3 ระบบการตรวจจับและหลบหลีกสิ่งกีดขวางด้วยกล้อง

3.3.1 การออกแบบระบบตรวจจับบนถนนสำหรับรถอัจฉริยะจะตรวจเส้นบนขอบถนนเป็นเส้นสีขาวดังนั้นภาพที่ได้จะเป็นขาวดำ ซึ่งจะนำมาใช้ในการควบคุมรถอัจฉริยะให้วิ่งอยู่ในขอบเส้นสีขาว ซึ่งอยู่บนเส้นทางตามภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การทดลองโปรแกรม Image Processing

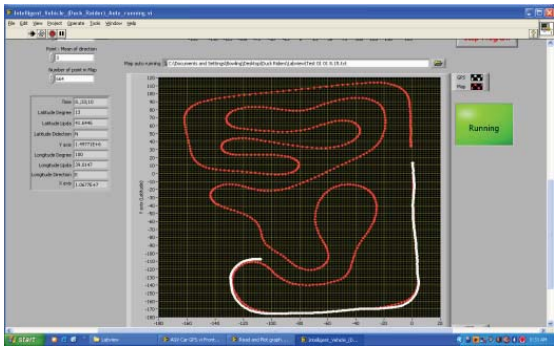
3.3.2 การออกแบบระบบหลบหลีกสิ่งกีดขวางด้วยกล้อง สำหรับรถอัจฉริยะจะติดตั้งกล้องด้านหน้าที่มองเห็นภาพสามมิติได้นั้น แต่ไม่ใช่ภาพสี จึงได้นำกล้องด้านหน้าที่สามารถมองเห็นภาพสีได้มาเสริมอีกขั้นหนึ่งเพื่อใช้ในการหาหลบหลีกสิ่งกีดขวาง ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้กรวยเป็นสิ่งขีดขวาง เนื่องจากว่าตัวกล้องสีนั้นจะสามารถดึงสีของกรวยออกมา และประมาณระยะทางอย่างคร่าว ๆ ภายในโปรแกรม โดยทำการหาบริเวณที่มีสีต่าง ๆ กัน แล้วแยกสีออกมาตามภาพที่ 7



ภาพที่ 8 แสดงการตรวจสอบกรวยโดยใช้กล้องสี

4. ผลการดำเนินงาน

จากผลการดำเนินงานการทำงานของโปรแกรมอ่านและสร้างแผนที่จะเริ่มจากอ่าน Text File ที่มีการบันทึกข้อมูลไว้เรียบร้อยแล้ว เมื่อโปรแกรมทำงานจะเริ่มอ่านไฟล์ ที่ละบรรทัด และทำการนับจุด (Way Point) โดยการตรวจสอบเงื่อนไขของตัวอักษรและนำค่าที่อ่านได้ไปสร้างจุดบนกราฟในรูปแบบของกราฟ X, Y และสร้างต่อไปเลื่อยๆจนกว่าเงื่อนไขการนับจุดจะสิ้นสุดลง โปรแกรมก็จะเลิกวนลูปทำงานและออกจากโหมดการทำงานเองโดยอัตโนมัติ โดยตั้งค่าความเร็วที่ 15 km/hr ซึ่งรถอัจฉริยะสามารถวิ่งไปตามเส้นทางที่โปรแกรมไว้ได้อย่างถูกต้องดังแสดงในภาพที่ 9 และในการทดลองได้ทำการสร้างเส้นถนนจำลอง โดยใช้ผ้าสีขาวตัดขนาดเท่าเส้นถนนจริง แล้วนำมาวางที่ขอบถนนเพื่อสร้างเส้นถนนจำลอง ดังแสดงในภาพที่ 9 ผลที่ได้คือ รถอัจฉริยะสามารถวิ่งอยู่บนเส้นทางของได้โดยไม่วิ่งออกนอกเส้นทางและสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้อย่างปลอดภัย [7]



ภาพที่ 9 โปรแกรมแผนที่ กำหนดเส้นทางเป็นสีแดง และเส้นเคลื่อนที่ปัจจุบันเป็นสีขาว



ภาพที่ 10 การเคลื่อนที่ของรถอัจฉริยะที่ใช้คำสั่งที่สร้างได้จากการประมวลผลภาพ

5. สรุปผลการวิจัย

การทำงานรถอัจฉริยะสามารถเคลื่อนที่ได้ตามแผนที่ ที่เก็บไว้จากจีพีเอส (GPS) และสามารถรักษาความเร็วตามที่กำหนดไว้ได้โดยการกำหนด ความเร็วตามต้องการ สำหรับการทดลองในงานนี้ จำกัดความเร็วสูงสุดไม่เกิน 15 km/h และสามารถเคลื่อนที่เข้าสู่ทางโค้งได้อย่างปลอดภัย โดยไม่วิ่งออกนอกเส้นทาง นอกจากนี้ยังสามารถนำค่าที่ได้จากการประมวลผลภาพจากกล้อง มาใช้ในการควบคุมให้รถอัจฉริยะเคลื่อนที่อยู่บนถนนที่มีเส้นขอบได้ และเมื่อรถอัจฉริยะเคลื่อนที่เจอสิ่งกีดขวางก็สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้อย่างปลอดภัย แต่ถ้าสิ่งกีดขวางมีขนาดใหญ่เกินกว่าที่รถอัจฉริยะจะเคลื่อนที่ผ่านไปได้ ก็จะถูกสั่งให้หยุดการทำงาน เช่นเดียวกันเมื่อวิ่งมาถึงจุดหมายปลายทางรถอัจฉริยะก็จะถูกสั่งให้หยุด

5.1 ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งนี้

5.1.1 การใช้ระบบของกล้อง มีข้อเสียคือ แสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลานั้น ทำให้ภาพที่ได้รับมีระดับความเข้มแสงในขณะที่ทดสอบไม่เท่ากันบางครั้งแสงแดดจ้าหรือแสงแดดอ่อนมากเกินไป จนทำให้สีของภาพเกิดการเปลี่ยนแปลง ไม่สามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจน

5.1.2 การใช้ Sensor ของระบบ GPS ในแต่ละช่วงเวลาที่ไม่เท่ากันค่าของตำแหน่งในแผนที่มีการเบี่ยงเบนโดยระยะประมาณ 4 เมตร และความเร็วในการควบบังคับทิศทาง ถ้ารถอัจฉริยะมีความเร็วน้อยกว่า 10 km/hr มีผลทำให้ค่าตรวจจับในแผนที่ผิดพลาด

5.2 ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

5.2.1 การใช้ Sensor ของระบบ GPS จะต้องมีการวัดค่าที่แม่นยำในการเคลื่อนที่แบบช้าในบางครั้งในการเคลื่อนจะต้องมีจุดที่ลดความเร็วและโปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผลจะมีคำสั่งที่ง่ายและรวดเร็วในการควบคุมรถอัจฉริยะ

5.2.2 การใช้กล้องแบบทั่วไปจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของแสงแดด กล้องที่นำมาควรจะมีการติดตั้งแสงอินฟาเรดแบบอัตโนมัติเพื่อช่วยปรับแสงให้เท่ากันตลอดเวลาและจะต้องมีโปรแกรมในการควบคุมแสงที่เปลี่ยนแปลง

เอกสารอ้างอิง

[1] S. Thongchai and N. Sarkar, "Behavior-Based Control Techniques for Mobile Robots Using an Intelligent Machine Architecture", *IASTED International Conference on Control and Applications*, pp. 238-243, Cancun, Mexico, May 20-22, 2002.

[2] S. Thongchai, M. Hangpai, "Avoid Obstacle Behavior Learning for Mobile Robots", International conference on Robotics, Informatics, Intelligent control Technology, (RIIT 2009), Bangkok, Thailand, 11-14 December, 2009.

[3] S. Thongchai, "Sonar Behavior-based Fuzzy Control for a Navigation Technique of an Intelligent Mobile Robot", The IASTED International Conference on Intelligent Systems and Control,(ISC 2006), pp.130-135, Honolulu, USA, 14-16 August, 2006.

[4] R. C. Arkin. Behavior-Based Robotics. MIT Press, Cambridge Massachusetts, 1998.

[5] S. Thongchai, "Behavior-based Learning Fuzzy Rules for Mobile Robots", The Journal of King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok, Vol. 14, No. 4, pp.5-13, Oct. – Dec., 2004.

[6] S. Thongchai and K. Kawamura, "Application of Fuzzy Control to a Sonar-Based Obstacle Avoidance Mobile Robot", Proceedings of the IEEE International Conference on Control Applications, pp. 425-430, Anchorage, Alaska, USA, September 25-27, 2000.

[7] นายอภิชัย สันตานนท์, นายสันติราษฎร์ ดอนท้วม, "ยานยนต์ อัจฉริยะ (Intelligent Vehicle)", ปริญญานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ, 2551

[8] ศิริพรรณ ธงชัย, "วิศวกรรมหุ่นยนต์ (Robotic Engineering)", กรุงเทพฯ, พฤศจิกายน 2552

[9] นิรุธ อำนวยศิลป์, "ประมวลผลภาพและวีดีโอด้วย C/C++ (IMAGE AND VIDEO PROCESSING VOL.1 USING C/C++)", ด่านสุธาการพิมพ์, กรุงเทพฯ, 2551

[10] http://www.thaigps.net

การบูรณาการระหว่างอัลกอริทึมตรวจวัดค่ายอดคลื่นซายน์กับวิธีเฉลี่ยกำลังสองน้อยสุด สำหรับวิเคราะห์สัญญาณในภาวะชั่วครู่

Integration of Fast Sinusoidal Amplitude Detection with Least Mean Square Algorithm for Transient Signal Verification

เจนจิฬา สว่างจิตร์ และ พูลศักดิ์ โกยียาภรณ์

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อีเมล์ tor_lb_cool@hotmail.com, drpoolsak@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนออัลกอริทึมที่สามารถแยกสัญญาณในภาวะชั่วครู่ออกจากของรูปคลื่นซายน์โดยอาศัยจุดเด่นเรื่องความเร็วของอัลกอริทึมที่นำเสนอกับความทนทานต่อสัญญาณรบกวนของวิธีเฉลี่ยกำลังสองน้อยสุดส่งผลให้ระบบโดยรวมมีเสถียรภาพที่ดีขึ้น อัลกอริทึมแยกสัญญาณในภาวะชั่วครู่ออกจากสัญญาณรูปคลื่นซายน์มีประโยชน์ต่อการทำนายสัญญาณลัดวงจรไฟฟ้า ความเร็วของการตรวจจับที่ได้ถูกปรับปรุงนี้สามารถลดระดับแรงดันอาร์คของอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรซึ่งมีผลต่ออายุการใช้งานของอุปกรณ์ให้ทำงานได้มากขึ้น ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าอัลกอริทึมสามารถตรวจจับระดับสัญญาณได้ภายในสามจุดการสุ่มสัญญาณซึ่งเร็วกว่าการตรวจจับสัญญาณทั่วไปที่ใช้เวลาในการตรวจจับครึ่งคาบของรูปคลื่นซายน์

คำสำคัญ: ภาวะชั่วครู่ สัญญาณรูปคลื่นซายน์ การป้องกันการลัดวงจร

Abstract

This paper present an algorithm of extracting transient signals out from sinusoidal signal which combines the benefit of fast calculation of the proposed algorithm and the robustness of least-mean-square algorithm. As the results, the stability of the system can be improved. The algorithm of extracting the transient signals from the sinusoidal signal is useful for short circuit signal prediction. The speed improvement can alleviate the arc level so that short circuit protection device life time can be prolonged. Testing results show that the algorithm can detect the signal level within three points sampling which is faster than regular signal level detection working within half period of sinusoidal waveform.

Keywords: Transient, Sinusoidal Signal, Short Circuit Protection.

1. บทนำ

การลัดวงจรในระบบไฟฟ้าส่งผลเสียหายต่อระบบไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรจึงมีบทบาทสำคัญ ซึ่งในปัจจุบันอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรนี้เป็นระบบดิจิทัล การป้องกันการลัดวงจรสามารถทำได้ง่ายขึ้นหากสามารถทำนาย(prediction)ค่ากระแสสูงสุดได้ก่อนหน้าอย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปการหาค่าสูงสุดจะหาได้โดยต้องครบ 360 องศาหรือเร็วที่สุดที่ 180 องศา [1] ซึ่งก็ยังช้าอยู่เพราะผ่านช่วงสูงสุดที่ 90 องศามาแล้ว การตรวจวัดสัญญาณรูปคลื่นซายน์ที่แยกออกจากสัญญาณชีพ (ECG) โดยใช้อัลกอริทึมกำลังสองน้อยสุดร่วมกับการคำนวณหาค่าเริ่มต้น[2]ก็เป็นการประยุกต์ใช้กับงานอีกประเภทแต่อาศัยหลักการเดียวกัน อย่างไรก็ตามอัลกอริทึมดังกล่าวเป็นการใช้ค่าสุ่มสองค่าที่มีข้อด้อยในเรื่องความถูกต้องเมื่อมีภาวะชั่วครู่ซึ่งมีลักษณะไม่เป็นฟังก์ชันคาบที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้ากำลัง บทความนี้นำเสนออัลกอริทึมที่พัฒนาให้หาค่าสูงสุดได้เร็วขึ้นโดยอาศัยการคำนวณที่การสุ่มที่แตกต่างกันแต่สามารถวิเคราะห์ภาวะชั่วครู่ได้ดี และเพื่อให้2มีความทนทานต่อสัญญาณรบกวนหรือทำให้ระบบมีเสถียรภาพที่ดีขึ้น บทความนี้จึงนำเสนอวิธีผสานข้อดีของอัลกอริทึมกำลังสองน้อยสุดในสภาวะชั่วครู่

2. Least Mean Square Algorithm (LMS)

โดยทั่วไปสัญญาณที่สนใจ $r(kT_s)$ ที่ปนเปื้อนจากสัญญาณรบกวน $p(kT_s)$ จะแสดงได้ในรูป

$$r(kT_s) = s(kT_s) + p(kT_s) \tag{1}$$

เมื่อ $s(kT_s)$ คือ สัญญาณที่ต้องการและ T_s คือ เวลาสุ่ม โดยปกติ T_s จะถูกกำหนดให้เป็น 1 ตลอด และสัญญาณที่ไม่มีการสูญเสียจะเขียนได้ดังนี้

$$r(k) = s(k) + p(k) \tag{2}$$

สัญญาณรูปคลื่นซายน์ความถี่เดี่ยว (50Hz หรือ 60Hz) สามารถเขียนเป็น

$$p(k) = \alpha\cos(\omega k - \phi), \tag{3}$$

เมื่อ α และ ϕ แทนขนาดและเฟสตามลำดับ หากพารามิเตอร์ทั้งสองนี้ได้รับการคำนวณออกมาแล้ว $s(k)$ จะถูกแยกออกโดยการลบโมเดลของสัญญาณรูปคลื่นซายน์ที่จะแสดงคุณสมบัติเฉพาะโดยขนาดและเฟสจากการสังเกตการณ์ ดังนั้นจะได้สัญลักษณ์ใหม่ ดังนี้

$$\hat{s}(k) = r(k) - \hat{\alpha}\cos(\omega k - \hat{\phi}) \tag{4}$$

ใน [3] ขนาดและเฟสที่ไม่ทราบค่านั้น จะถูกกำหนดโดยการลดกำลังของ $\hat{s}(k), E\left\{\hat{s}^2(k)\right\}$ โดยคำนึงถึง $\hat{\alpha}$ และ $\hat{\phi}$ ด้วย อีกนัยหนึ่งแล้วสัญญาณรูปคลื่นซายน์ดังที่แสดงใน (3) นั้นจะทำให้เป็นดัง [4]

$$p(k) = a\cos(\omega k) + b\sin(\omega k), \tag{5}$$

เมื่อ a และ b แทนขนาดของคลื่นโคซายน์และซายน์ตามลำดับ พารามิเตอร์ทั้งสองตัวนี้ มีความเกี่ยวข้องกันกับขนาด α และเฟส ϕ ใน (3) แสดงในสมการด้านล่างนี้

$$\alpha = \sqrt{a^2 + b^2} \tag{6}$$

และ

$$\phi = \tan^{-1}\left(-\frac{b}{a}\right) \tag{7}$$

การใช้รูปแบบนี้ของรูปสมการดังกล่าวนี้ทำให้สามารถนำสมการ (4) มาเขียนได้ใหม่ ดังนี้

$$\begin{aligned}\hat{s}(k) &= r(k) - \left(\hat{a}\cos(\omega k) + \hat{b}\sin(\omega k)\right) \\ &= s(k) + \left(a\cos(\omega k) + b\sin(\omega k)\right) \\ &\quad - \left(\hat{a}\cos(\omega k) + \hat{b}\sin(\omega k)\right)\end{aligned} \tag{8}$$

ดังเช่น Widrow's LMS algorithm ใน[5] และ ASIC algorithm [3] ที่ใช้การสุ่มหาค่าโดยประมาณ โดยใช้ $\hat{s}(k)$ ต่างกัน โดยอ้างอิงถึง ค่าโดยประมาณของพารามิเตอร์($\hat{a}$ และ $\hat{b}$) ค่านั้นจะถูกปรับให้เหมาะสมดังนี้

$$\hat{a}(k+1) = \hat{a}(k) - \frac{\mu_a}{2}\frac{\partial \hat{s}(k)}{\partial \hat{a}(k)} = \hat{a}(k) + \mu_a \hat{s}(k)\cos(\omega k) \quad (9)$$

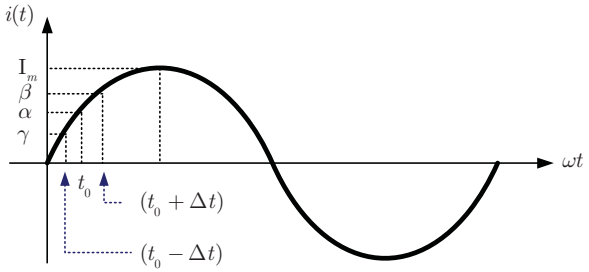
และ

$$\hat{b}(k+1) = \hat{b}(k) - \frac{\mu_a}{2}\frac{\partial \hat{s}(k)}{\partial \hat{b}(k)} = \hat{b}(k) + \mu_b \hat{s}(k)\sin(\omega k) \quad (10)$$

พารามิเตอร์ μ_a และ μ_b ที่แสดงใน (9) และ (10) เป็น step size ของการปรับตัวที่มีค่าอยู่ระหว่าง $0 < \mu_a, \mu_b < 1$

3. วิธีแยกฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียลออกจากรูปคลื่นซายน์แบบรวดเร็ว (FSAD-Fast Sinusoidal Amplitude Detection)

อัลกอริทึมที่นำเสนอในบทความนี้มีลักษณะการใช้เป็นแบบการสุ่มสัญญาณแต่ละครั้งเพียงสามจุด (3-point sampling) ซึ่งเป็นการประมาณค่าสัญญาณอื่นๆ โดยเฉพาะสัญญาณที่มีค่าคงที่เวลาที่ยาวนานกว่าคาบของรูปคลื่นซายน์ นั่นคือเมื่อกำหนดให้ค่าคงที่เวลาของฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียลมีค่ามากกว่าค่าเวลาสุ่มเป็น $\tau \gg \Delta t$



ภาพที่ 1 การสุ่มของสัญญาณรูปคลื่นซายน์สามจุด

จากภาพที่ 1 ที่จุด α β และ γ จะมีสมการดังนี้

$$\alpha = i(t_0) = \mathrm{I}_m \sin(\omega t_0) + Ae^{\frac{-t_0}{\tau}} \quad (11)$$

$$\beta = i(t_0 + \Delta t) = \mathrm{I}_m \sin(\omega t_0 + \omega\Delta t) + Ae^{\frac{-t_0}{\tau}} e^{\frac{-\Delta t}{\tau}} \quad (12)$$

$$\gamma = i(t_0 - \Delta t) \quad (13)$$

$$= \mathrm{I}_m \sin(\omega t_0 - \omega\Delta t) + Ae^{\frac{-t_0}{\tau}} e^{\frac{\Delta t}{\tau}}$$

โดยที่ I_m เป็นขนาดของรูปคลื่นซายน์และ A เป็นค่าคงที่ซึ่งเป็นขนาดของฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียล

เมื่อกำหนดให้ $M = \cos\omega\Delta t$ และ $N = \sin\omega\Delta t$ และ $e^{\frac{\Delta t}{\tau}} \approx 0$ แทนลงในสมการ (12) และ (13) จะได้

$$\beta \simeq M\,\mathrm{I}_m \sin\omega t_0 + N\,\mathrm{I}_m \cos\omega t_0 + Ae^{\frac{-t_0}{\tau}} \quad (14)$$

และ

$$\gamma \simeq M\,\mathrm{I}_m \sin\omega t_0 - N\,\mathrm{I}_m \cos\omega t_0 + Ae^{\frac{-t_0}{\tau}} \quad (15)$$

นำสมการ (14) ลบด้วย (15) จะได้

$$\beta - \gamma = 2N\,\mathrm{I}_m \cos\omega t_0 \quad (16)$$

นำสมการ (14) ลบด้วย (11) จะได้

$$\beta - \gamma = (M-1)\,\mathrm{I}_m \sin\omega t_0 + N\,\mathrm{I}_m \cos\omega t_0 \quad (17)$$

นำสมการ (15) ลบด้วย (11) จะได้

$$\gamma - \alpha = (M-1)\,\mathrm{I}_m \sin\omega t_0 - N\,\mathrm{I}_m \cos\omega t_0 \quad (18)$$

นำสมการ (17) บวกด้วย (18) จะได้

$$\beta + \gamma - 2\alpha = 2(M-1)\,\mathrm{I}_m \sin\omega t_0 \quad (19)$$

นำสมการ (19) หารด้วย (16) จะได้

$$\frac{\beta+\gamma-2\alpha}{\beta-\gamma} = \left(\frac{M-1}{N}\right)\tan\omega t_0$$

$$\tan\omega t_0 = \left(\frac{N}{M-1}\right)\left(\frac{\beta+\gamma-2\alpha}{\beta+\gamma}\right)$$

$$\omega t_0 = \tan^{-1}\left[\frac{N}{M-1}\left(\frac{\beta+\gamma-2\alpha}{\beta+\gamma}\right)\right] \quad (20)$$

แทนค่า ωt_0 ในสมการ(16) จะได้

$$I_m = \frac{\beta - \gamma}{2N\cos\omega t_0} \quad \text{เมื่อ} \quad \cos\omega t_0 \neq 0 \qquad (21)$$

แทนค่า ωt_0 ในสมการ(19) จะได้

$$I_m = \frac{\beta + \gamma - 2\alpha}{2(M-1)} \quad \text{เมื่อ} \quad \cos\omega t_0 = 1 \qquad (22)$$

สมการ (21) และ (22) เป็นสมการที่สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าขนาดของรูปคลื่นซายน์หรือแยกสัญญาณอื่นๆออกจากรูปคลื่นซายน์

4. ผลการจำลอง

ในการจำลองนี้ได้ใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจำลองผลเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพ การจำลองใช้สมการแรงดันดังนี้

$$f(t) = 30\sin(\omega t + \alpha) + 10e^{\frac{-t}{\tau}} \qquad (23)$$

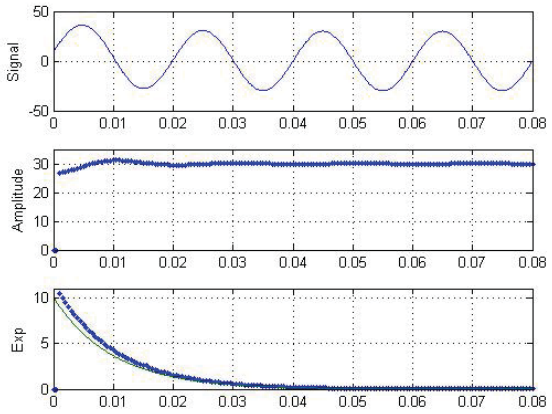
กำหนดให้ค่า τ = 0.01 การจำลองใช้เวลาในการสุ่มที่ 1 ms สัญญาณรบกวนจะเปรียบเทียบกัน 2 ค่าคือ SNR = 40 และ 60 dB โดยอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal to Noise Ratio : SNR) สามารถเขียนได้ดังสมการ

$$\mathrm{SNR}_{\mathrm{dB}} = 20\log(\frac{\mathrm{signal}}{\mathrm{noise}}) \qquad (24)$$

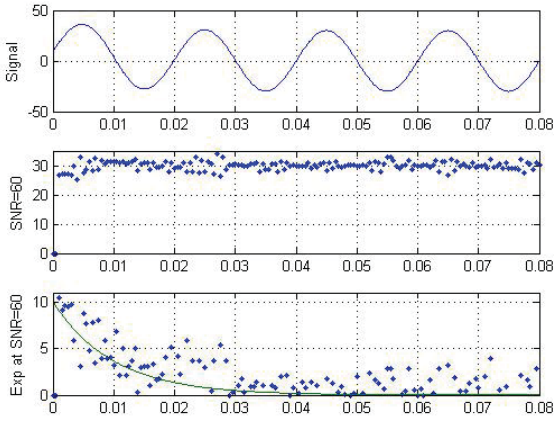
เมื่อ signal คือ ขนาดของสัญญาณ และ noise คือ ขนาดของสัญญาณรบกวน

การจำลองนี้จะจำลอง เปรียบเทียบ 3 กรณีคือ 1) การทดสอบอัลกอริทึม FSAD 2) การทดสอบอัลกอริทึม LMS 3) การทดสอบอัลกอริทึมที่รวมระหว่าง FSAD และ LMS

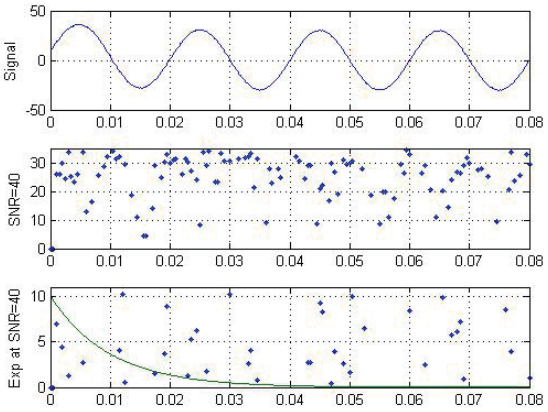
ผลการจำลองอัลกอริทึม FSAD ปรากฏดังภาพที่ 2 โดยสัญญาณด้านบนสุดเป็นรูปคลื่นแรงดันที่สร้างขึ้นตามสมการที่ (23) ถัดมาเป็นกราฟที่แสดงผลการคำนวณขนาด ซึ่งแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมสามารถคำนวณหาค่าสูงสุดได้ใกล้เคียงและรวดเร็วในเวลาไม่ถึง 10 ms และกราฟล่างสุดแสดงผลการคำนวณและแยกค่าฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียล ซึ่งแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมสามารถคำนวณหาค่าฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียลได้ใกล้เคียงและรวดเร็ว ภายใต้เงื่อนไขความถี่คงที่ที่ 50Hz และรูปคลื่นแรงดันไม่มีสัญญาณรบกวน



ภาพที่ 2 การจำลองวิธี FSAD ที่ไม่มีสัญญาณรบกวน



ภาพที่ 3 การจำลองวิธี FSAD ที่มีสัญญาณรบกวน SNR=60

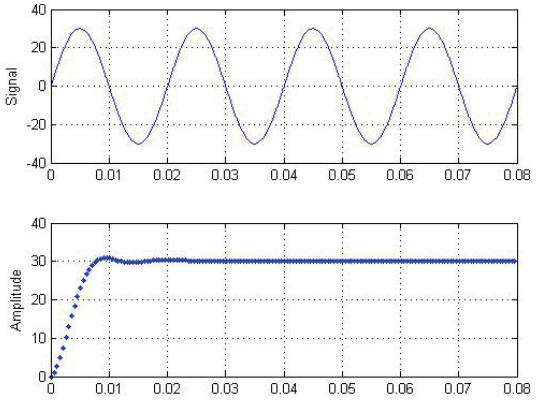


ภาพที่ 4 การจำลองวิธี FSAD ที่มีสัญญาณรบกวน SNR=40

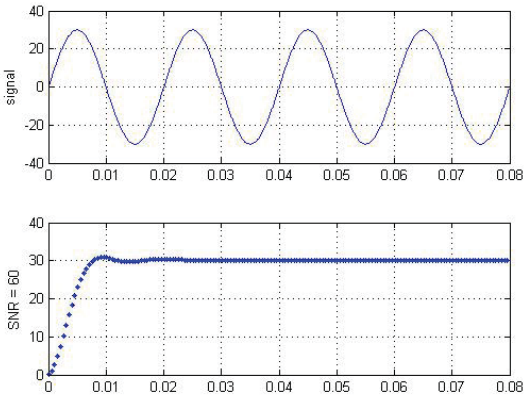
ผลการจำลองอัลกอริทึม FSAD กรณีที่มีสัญญาณรบกวนปรากฏดังภาพที่ 3 โดยสัญญาณด้านบนสุดเป็นรูปคลื่นแรงดันที่สร้างขึ้นตามสมการที่ (23) และรูปคลื่นแรงดันมีสัญญาณรบกวน(SNR=60) ถัดมาเป็นกราฟที่แสดงผลการคำนวณขนาดซึ่งแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมเกิดการคำนวณที่ผิดพลาดและกราฟล่างสุดแสดงผลการคำนวณและแยกค่าเอ็กซ์โพเนนเชียล ซึ่งแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมเกิดค่าผิดพลาดแต่ยังสามารถคำนวณหาค่าเอ็กซ์โพเนนเชียล ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นจุดอ่อนของอัลกอริทึม FSAD เมื่อเพิ่มขนาดของสัญญาณรบกวนให้มีค่า SNR=40 การคำนวณหาขนาดของสัญญาณยิ่งผิดพลาดมากขึ้นปรากฏดังภาพที่ 4

ลำดับต่อไปเป็นการทดสอบอัลกอริทึม LMS ผลการจำลองปรากฏดังภาพที่ 5 โดยสัญญาณด้านบนสุดเป็นรูปคลื่นแรงดันที่สร้างขึ้นตามสมการที่ (23) เช่นกัน ถัดมาเป็นกราฟที่แสดงผลการคำนวณหาค่าขนาดของสัญญาณซึ่งแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมสามารถคำนวณหาค่าสูงสุดได้ใกล้เคียงได้ภายใน 20 ms เมื่อเปรียบเทียบกับอัลกอริทึม FSAD ก่อนหน้านี้ อัลกอริทึม FSAD จะก้าวกระโดดเข้าใกล้ค่าจริงได้เร็วกว่ามาก เมื่อทำการทดสอบอัลกอริทึม LMS ในกรณีที่มีสัญญาณรบกวนดังปรากฏดังภาพที่ 6 โดยสัญญาณด้านบนสุดเป็นรูปคลื่นแรงดันที่สร้างขึ้นตามสมการที่ (23) และรูปคลื่นแรงดันมีสัญญาณรบกวน (SNR=60) ถัดมาเป็นกราฟที่แสดงผลซึ่งแสดงให้เห็นว่า สัญญาณรบกวนนั้นส่งผลต่อการคำนวณหาค่าขนาดของรูปคลื่นซายน์น้อยมากเมื่อเทียบกับอัลกอริทึม FSAD เมื่อทำการเพิ่มสัญญาณรบกวนปรากฏดังภาพที่ 7 รูปคลื่นแรงดันมีสัญญาณรบกวน (SNR=40) กราฟที่แสดงผลการคำนวณหาค่าขนาดนั้นมีผลใกล้เคียงกับกรณี (SNR=60) มาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมสามารถทนทานต่อสัญญาณรบกวน จึงสรุปได้ว่าอัลกอริทึม LMS ทนทานต่อสัญญาณรบกวนได้ดีกว่าอัลกอทึม FSAD แต่การลู่เข้าสู่ค่าจริงนั้นอัลกอริทึม FSAD ทำได้ดีกว่า LMS มาก

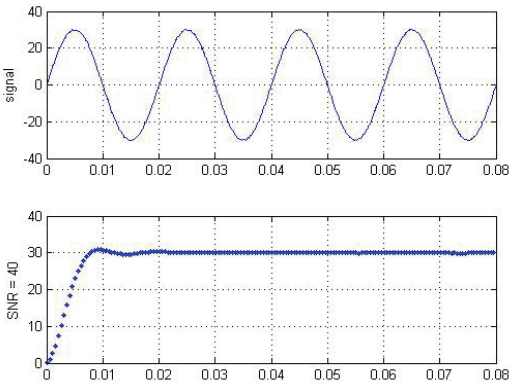
ในการทดลองต่อไปจึงนำเสนอผลของการนำจุดเด่นของทั้งอัลกอริทึม LMS และอัลกอริทึม FSAD ผนวกเข้าด้วยกัน ผลการจำลองปรากฏดังภาพที่ 8 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมสามารถคำนวณหาค่าสูงสุดได้ใกล้เคียงค่าจริงมากและใช้เวลาน้อยมากเพียงไม่ถึง 5 ms และกราฟล่างสุดแสดงผลการคำนวณและแยกฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียล ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมสามารถคำนวณหาฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียลได้ใกล้เคียงและรวดเร็ว ภายใต้เงื่อนไขความถี่คงที่ที่ 50Hz และรูปคลื่นแรงดันไม่มีสัญญาณรบกวน



ภาพที่ 5 การจำลองวิธี LMS ที่ไม่มีสัญญาณรบกวน

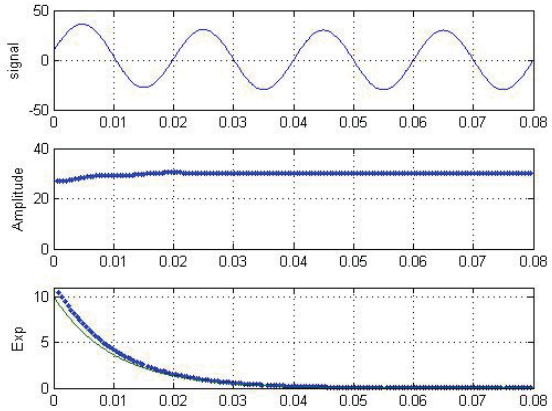


ภาพที่ 6 การจำลองวิธี LMS ที่มีสัญญาณรบกวน SNR=60

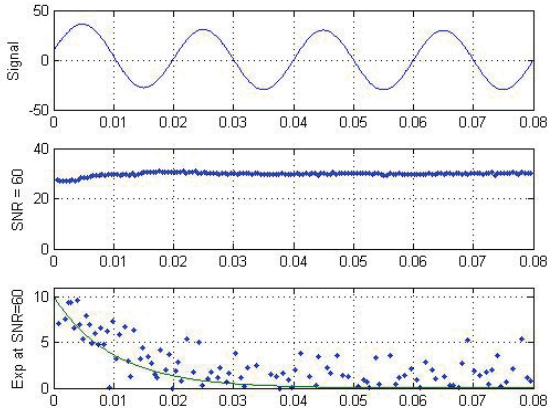


ภาพที่ 7 การจำลองวิธี LMS ที่มีสัญญาณรบกวน SNR=40

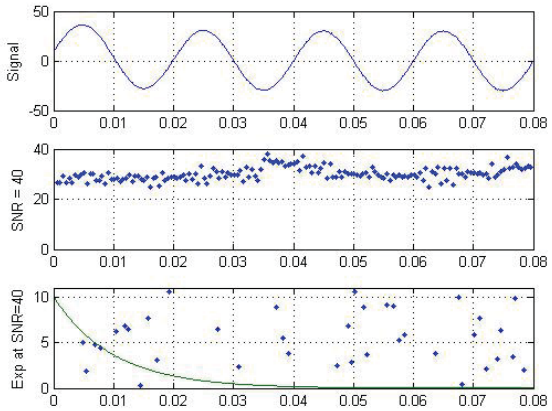
ผลการจำลองในภาพที่ 9 โดยสัญญาณด้านบนสุดเป็นรูปคลื่นแรงดันที่สร้างขึ้นและรูปคลื่นแรงดันมีสัญญาณรบกวน (SNR=60) ถัดมาเป็นกราฟที่แสดงผลการคำนวณขนาดซึ่งแสดงให้เห็นว่าอัลกอริทึมมีการลู่เข้าที่เร็วในขณะที่ทนทานต่อสัญญาณรบกวนได้ดีกว่ากรณี FSAD



ภาพที่ 8 การจำลองวิธี FSAD+LMS ที่ไม่มีสัญญาณรบกวน



ภาพที่ 9 การจำลองวิธี FSAD+LMS ที่มีสัญญาณรบกวน SNR = 60



ภาพที่ 10 การจำลองวิธี FSAD+LMS ที่มีสัญญาณรบกวน SNR = 40

และกราฟล่างสุดแสดงผลการคำนวณและแยกค่าเอ็กซ์โพเนนเชียล ซึ่งแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมสามารถคำนวณหาฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียลได้ใกล้เคียงค่าจริง เมื่อทำการเพิ่มสัญญาณรบกวนดังภาพที่ 10 เป็น (SNR=40) พบว่าโปรแกรมเกิดค่าผิดพลาดแต่ยังสามารถคำนวณหาค่าสูงสุดได้ใกล้เคียงค่าจริงมากและใช้เวลาน้อยมาก และกราฟล่างสุดแสดงผลการคำนวณและแยกค่าเอ็กซ์โพเนนเชียล ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมไม่สามารถคำนวณหาค่าเอ็กซ์โพเนนเชียลได้

5. สรุปผล

ในบทความนี้ได้แสดงให้เห็นถึงวิธีการหาค่าขนาดของสัญญาณรูปคลื่นซายน์ที่มีภาวะชั่วครู่ในรูปฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียลมาแทรก เมื่อทำการทดสอบอัลกอริทึมในสามกรณี คือ กรณี LMS กรณี FSAD และการรวมทั้งสองกรณีเข้าด้วยกัน การผลการจำลองพบว่า วิธี FSAD จะสามารถคำนวณหาค่าสูงสุดได้อย่างรวดเร็วแต่ในกรณีที่มีสัญญาณรบกวน วิธีนี้เกิดค่าผิดพลาดมากไม่สามารถทนต่อสัญญาณรบกวนได้ ส่วนวิธี LMS จากผลการจำลองพบว่า ทนทานต่อสัญญาณรบกวนมาก แต่คำนวณหาค่าสูงสุดได้ช้า แต่เมื่อนำข้อดีของสองวิธีมารวมเข้าด้วยกันจะได้เป็นวิธีที่ 3 ซึ่งจากผลการจำลองจะพบว่าสามารถคำนวณหาค่าสูงสุดได้ใกล้เคียง รวดเร็ว และยังสามารถทนทานต่อสัญญาณได้อีกด้วยทำให้ระบบมีเสถียรภาพที่ดีขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] วิโรจน์ บัวงาม. การออกแบบและสร้างรีเลย์เบรกเกอร์เฟลเลอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ .วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[2] P. Koseeyaporn, J. Koseeyaporn, and P. Wardkein, “An Enhanced Adaptive Algorithm for PLI Cancellation in ECG Signal,” IEEE Trans.Signal processing Conference, pp.1-5.

[3] T.Kanachareon, J. Koseeyaporn, R. Punchalard, and P. Wardkein, “New Adaptive Filter Algorithm for Noise Cancellation in ECG Signal,” The 31th Electrical Engineering Conference(Thailand),OCT.2008.

[4] H.C. So, “Adaptive Algorithm for Sinusoidal Interference Cancellation,”IEE Electron. Letters, vol. 33 (22),pp. 1910-1912

[5] B. Widrow et al., “Adaptive Noise Canceling: Principles and Applications,” Proc.IEEE,vol. 63,pp. 1692-1716, Dec. 1975

การปรับปรุงเสถียรภาพของตัวควบคุมแรงดันไฟฟ้าแบบปรับตัวในเครื่องเชื่อม
Stability Improvement of Adaptive Voltage Control in Fusion Arc Welding

ยศดนัย วิริยาจาร และ พูลศักดิ์ โกษียาภรณ์

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
aeaw_sut@hotmail.com, drpoolsak@gmail.com

บทคัดย่อ

ระบบควบคุมแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ (AVC) มีใช้มากในเครื่องเชื่อมก๊าซทังสเตน (GTAW) โดยใช้เพื่อรักษาระดับความสูงของอาร์คให้คงที่ แม้ว่าระบบ AVC จะมีคุณสมบัติที่ดีพอในการใช้งานในหลายๆสถานการณ์แล้วก็ตาม แต่ก็ยังคงมีปัญหาเกิดขึ้น เนื่องจากสาเหตุที่ว่าค่าอัตราขยายของอาร์ค (Karc) ในระบบมีค่าไม่คงที่โดยจะแปรผันตามค่าของกระแสและแรงดัน จึงเปรียบเสมือนว่าระบบ AVC นั้นตั้งค่าแรงดันให้คงที่ได้ แต่ไม่สามารถทำให้ความยาวอาร์คคงที่ถ้ากระแสเกิดการเปลี่ยนแปลง บทความนี้จึงนำเสนอการใช้ตัวควบคุมที่มีการปรับตัวได้ถูกพัฒนาให้สามารถรักษาเสถียรภาพของระบบภายใต้การเปลี่ยนแปลงของอัตราขยายอาร์คที่เปลี่ยนไปตามกระแสไฟฟ้า ซึ่งจากการทดลองระบบควบคุมที่นำเสนอขึ้นใหม่แสดงให้เห็นว่าระบบควบคุมแบบใหม่สามารถลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากปัจจัยต่างๆ ส่งผลให้ระบบรักษาเสถียรภาพไว้ได้ในทุกช่วงการทำงาน

คำสำคัญ: การควบคุมแบบปรับตัว เครื่องเชื่อม การควบคุมแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ

Abstract

Automatic voltage control (AVC) systems are commonly used in gas tungsten arc welding (GTAW) to maintain constant arc length. Although AVCs usually perform adequately in most operating circumstances, there are conditions during which the traditional systems cause problems because the arc voltage-to-arc length gain Karc a feedforward gain, is not constant but varies with the nominal values of the arc current and voltage. Thus, an AVC that has a fixed voltage set point will not maintain a fixed arc length if the arc current changes. In this paper, an adaptive controller law is modified so that stability of the system is maintained while Karc is varied upon the current changed. The experimental control system that offers a new show that the new control system can reduce errors caused by various factors. Resulted in the stabilization system in all the work.

Keywords: Adaptive control, arc welding, automatic voltage control.

1.บทนำ

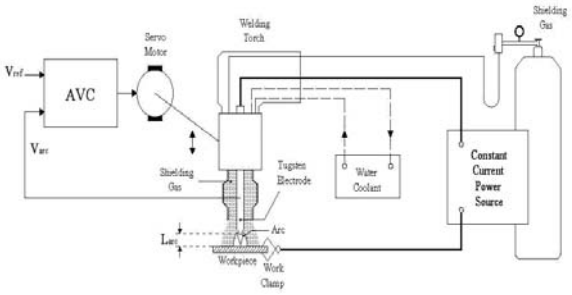
ระบบควบคุมแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ (AVC_s) มีใช้มากในเครื่องเชื่อมก๊าซทังสเตน (GTAW) แบบอัตโนมัติเพื่อรักษาความยาวอาร์คให้คงที่ แม้ว่าระบบ AVC จะมีคุณสมบัติดีพอในการใช้งานหลายๆสถานการณ์แล้วก็ตาม แต่ก็ยังมีปัญหาจากการควบคุมด้วยระบบ AVC ซึ่ง Bjorgvinsson [1] ได้วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากการควบคุมด้วยระบบ AVC นี้ โดยแยกปัญหาสำคัญออกเป็นสองประการ

1) ค่าอัตราส่วนของแรงดันกับความยาวอาร์ค หรือค่าอัตราขยายของอาร์ค (Karc) มีค่าไม่คงที่แต่จะแปรผันตามค่ากระแสและแรงดัน ซึ่งการควบคุมแบบป้อนกลับของระบบ AVC เมื่อค่า Karc เปลี่ยนจะมีผลต่อการตอบสนองของระบบโดยรวมส่งผลให้ระบบเกิดความผิดพลาด
2) ช่วงห่างระหว่างแรงดันจะไม่คงที่ แต่จะแปรผันกับค่ากระแส นั้นแสดงว่าระบบ AVC ตั้งค่าแรงดันให้คงที่ได้ แต่ไม่สามารถรักษาความยาวอาร์คให้คงที่ได้ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงกระแส

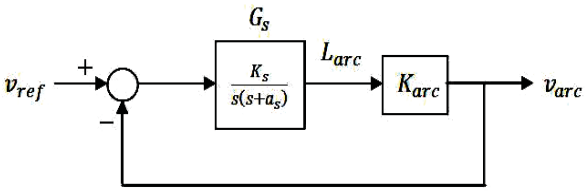
ความไม่เสถียรของระบบ AVC พบได้บ่อยขณะใช้งานการเชื่อมในสภาวะที่ต่างจากการเชื่อมแบบปกติ เช่น เมื่อกระแสเกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างช่วงที่มีระดับต่างกัน ช่วงที่กระแสลาดขึ้นและลาดลงจะทำให้ระบบควบคุมนี้เกิดความผิดพลาด ซึ่งเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาของความไม่แน่นอนนี้จึงต้องทำการปิดระบบ AVC ระหว่างช่วงกระแสที่ทำให้เกิดความผิดพลาด อย่างไรก็ตามเป็นที่รู้กันดีว่าการควบคุมความเย็นระหว่างการเชื่อมนั้นมีความสำคัญอย่างมาก เพราะถ้าควบคุมไม่ดีอาจเกิดรอยแตกในแนวเชื่อมได้ ดังนั้นจึงต้องทำการหยุดระบบ AVC ระหว่างช่วงเริ่มต้นและช่วงสุดท้ายของการเชื่อมเพื่อทำให้การเชื่อมเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์ แม้ว่าจะทำให้กระแสเชื่อมลดลงก็ตามแต่ก็ยังควบคุมแรงดันได้ไม่ดี ดังนั้นจึงเกิดแนวความคิดที่จะทำให้ช่องห่างของอาร์คเป็นอิสระกับค่ากระแส โดย Bjorgvinsson, Cook และ Andersen นำกฎการควบคุมแบบปรับตัวมาใช้แก้ปัญหา [2] นี้ ระบบดังกล่าวเป็นพื้นฐานที่ใช้การดูตารางความสัมพันธ์ระหว่างความไวอาร์คและค่ากระแส ซึ่ง Bjorgvinsson ได้แสดงการทำงานภายใต้เงื่อนไขของฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างความไว และกระแสที่ขึ้นอยู่กับจำนวนพารามิเตอร์ที่มีความยากกว่าโปรแกรมก่อนหน้านี้ ในบทความนี้ได้พัฒนาตัวควบคุมแบบปรับค่าให้มีความสามารถในการตรวจจับคุณลักษณะของความไวอาร์ค และมีการปรับค่าให้เหมาะสมอยู่ตลอดเวลาทำให้ระบบมีเสถียรภาพที่ดีทุกจุดทำงาน

2. ระบบควบคุมแบบดั้งเดิมกับระบบควบคุมแบบปรับตัว

เพื่อควบคุมระบบ GTAW ด้วยแหล่งจ่ายกระแสคงที่ (ดูภาพที่ 1) ระบบ AVC ถูกเลือกใช้สำหรับควบคุมแรงดันเพื่อให้ได้ความยาวอาร์คตามความต้องการ เป็นที่รู้กันว่าช่วงห่างของแรงดันมีค่าไม่คงที่ แต่จะแปรผันกับค่ากระแส [1], [2] ระบบ AVC ตั้งค่าแรงดันให้คงที่ได้แต่ไม่สามารถทำให้ค่าความยาวอาร์คคงที่ได้ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงกระแส ระบบ AVC แบบดั้งเดิมออกแบบเพื่อใช้ปรับค่าอัตราขยายของอาร์ค (K_{arc}) ที่แสดงในบล็อกไดอะแกรมแบบป้อนกลับ (ดังภาพที่ 2) เพื่อป้องกันความไม่เสถียรของระบบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของกระแส

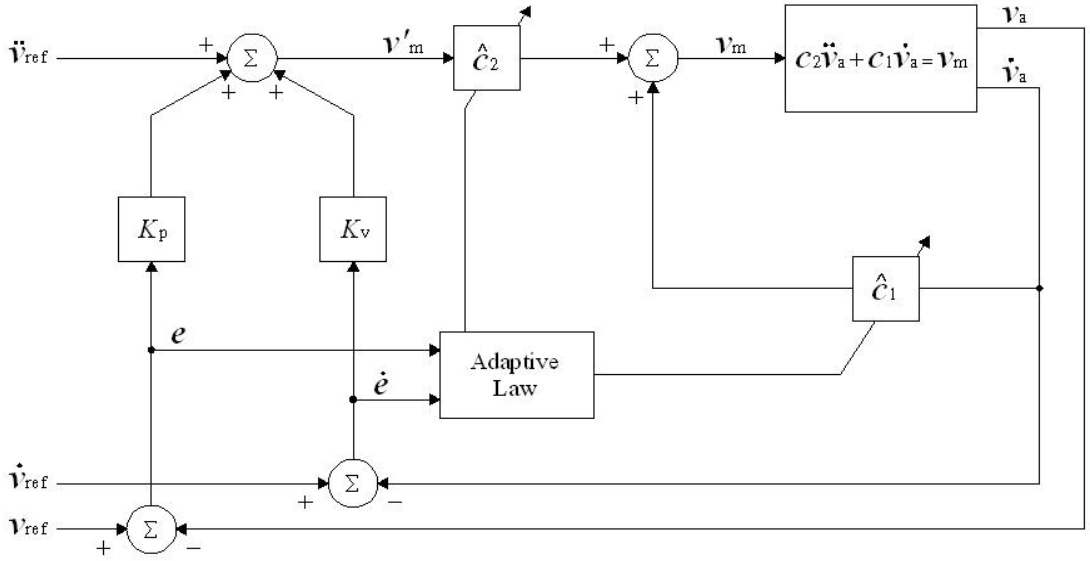


ภาพที่ 1 เครื่องเชื่อมแบบ GTAW ที่ควบคุมด้วยระบบ



ภาพที่ 2 บล็อกการควบคุม AVC แบบดั้งเดิม

การควบคุมแบบปรับตัวถูกเลือกมาใช้ตรวจจับค่าอัตราขยายของอาร์คของแรงดันในระบบวงรอบปิด และ



ภาพที่ 3 ระบบการเชื่อมที่ใช้การควบคุมแบบปรับตัว

สามารถปรับเปลี่ยนตัวชดเชยในระบบควบคุมได้ (ดังแสดงในภาพที่ 3)

3. การออกแบบระบบควบคุมแบบปรับตัวเดิม

ระบบควบคุมแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติในภาพที่ 2 มีฟังก์ชันถ่ายโอนของระบบดังนี้

$$\frac{v_a}{v_m} = \frac{K_{arc}G(s)}{1+K_{arc}G(s)}$$

โดย v_m คือ แรงดันอินพุทเซอร์โวมอเตอร์
v_a คือ แรงดันที่หัวเครื่องเชื่อม
K_{ars} คือ ค่าอัตราขยายอาร์ค
$G(s)$ คือ ฟังก์ชันถ่ายโอนของเซอร์โวมอเตอร์

จากฟังก์ชันถ่ายโอน สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการเชิงอนุพันธ์อันดับสองได้ดังนี้

$$v_m = c_2\ddot{v}_a + c_1\dot{v}_a \qquad (1)$$

เมื่อ $c_2 = (1/K_sK_{arc})$ และ $c_1 = (a/K_sK_{arc})$

ใช้กฎการควบคุมแบบปรับตัวดังแสดงในภาพที่ 3

$$v_m = \hat{c}_2\ddot{v}_a^* + \hat{c}_1\dot{v}_a \qquad (2)$$

โดยที่ $v'_m = \ddot{v}_a^*$ จากภาพที่ 3 จะได้สมการควบคุมเป็น

$$\ddot{v}_a^* = \ddot{v}_{ref} + K_v\dot{e} + K_pe \qquad (3)$$

โดย $\ddot{v}_{ref}$ เป็นค่าอ้างอิงในรูปอนุพันธ์อันดับสอง
จาก (1) = (2) จะได้

$$\hat{c}_2\ddot{v}_a^* + \hat{c}_1\dot{v}_a = c_2\ddot{v}_a + c_1\dot{v}_a$$

และลบด้วย $\hat{c}_2\ddot{v}_a$ ทั้งสองข้างจะได้สมการใหม่

$$\hat{c}_2(\ddot{v}_a^* - \ddot{v}_a) = \tilde{c}_2\ddot{v}_a + \tilde{c}_1\dot{v}_a \qquad (4)$$

เมื่อกำหนดให้ $\tilde{c}_2 = c_2 - \hat{c}_2$ และ $\tilde{c}_1 = c_1 - \hat{c}_1$ และเมื่อแทนค่า $\ddot{v}_a^*$ จากสมการที่ (3) ลงใน (4) จะได้

$$\hat{c}_2(\ddot{v}_{ref} - \ddot{v}_a + K_v\dot{e} + K_pe) = \tilde{c}_2\ddot{v}_a + \tilde{c}_1\dot{v}_a$$
$$\ddot{e} + K_v\dot{e} + K_pe = \hat{c}_2^{-1}(\tilde{c}_2\ddot{v}_a + \tilde{c}_1\dot{v}_a) \qquad (5)$$

สมการนี้เป็นสมการที่แสดงให้เห็นว่าค่าผิดพลาดจะลดลงเข้าสู่ศูนย์เมื่อค่าพารามิเตอร์ที่ทำการคาดคะเน $(\hat{c}_1, \hat{c}_2)$ ลู่เข้าสู่ค่าพารามิเตอร์จริงของระบบ (c_1, c_2) ตามลำดับโดยการลู่เข้านี้สามารถกำหนดได้จากค่าอัตราขยาย K_v และ K_p

4. การปรับเปลี่ยนกฎการควบคุมใหม่

จากสมการที่ (2) พบว่าค่า $\hat{c}_2$ จะส่งผลต่อระบบให้เป็นแบบ *minimum phase* หรือ *nonminimum phase* แต่ไม่ส่งผล

ต่อทรานเซียนต์หรืออัตราการแกว่งโดยตรง ในขณะ ที่ $\hat{c}_1$ มีผลต่อการแกว่งของระบบโดยตรง เมื่อพิจารณาสมการที่ (5) พบว่า $\tilde{c}_1$ จะส่งผลต่อเสถียรภาพโดยตรงโดยถ้าค่า $\hat{c}_1$ เพิ่มมากขึ้นเกินไปส่งผลให้ $\tilde{c}_1$ มีค่าติดลบและส่งผลต่อเสถียรภาพของระบบทันที ดังนั้นเพื่อทำให้ระบบสามารถรักษาเสถียรภาพในขณะที่ทำการปรับแต่งอัตราการขยายของระบบ บทความนี้จึงได้นำเครื่องหมายของค่าความผิดพลาด *sqn(e)* มาใช้ในการป้องกันการปรับอัตราขยายที่มากเกินไปแม้ว่าค่า $\hat{c}_1$ จะมากขึ้นก็ตาม โดยสามารถอธิบายได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\ddot{e} + K_v\dot{e} + K_p e = \hat{c}_2^{-1}(\tilde{c}_2\ddot{v}_a + (c_1 - sqn(e)\hat{c}_1)\dot{v}_a)$$

ถ้า e เป็นบวก (+) คือ $v_{ref} > v$

$$\hat{c}_2^{-1}(\tilde{c}_2\ddot{v}_a + (c_1 - sqn(e)\hat{c}_1)\dot{v}_a) = \hat{c}_2^{-1}(\tilde{c}_2\ddot{v}_a + \tilde{c}_1\dot{v}_a)$$

ระบบทำงานได้ตามปกติ เพราะสมการคงรูปเดิมไม่มีการเปลี่ยนแปลง และถ้า e เป็นลบ (-) คือ $v_{ref} < v$

$$\hat{c}_2^{-1}(\tilde{c}_2\ddot{v}_a + (c_1 + \hat{c}_1)\dot{v}_a) = positive$$

ดังนั้นสมการค่าผิดพลาดจะลู่เข้าสู่ค่าคงที่ แต่ยังคงเสถียรอยู่ ขั้นตอนการออกแบบการปรับตัวของการปรับค่าผิดพลาดของเซอร์โว [4] แสดงดังภาพที่ 3 เมื่อนำสมการที่ (5) ทำการแยกปริมาณที่สามารถวัดได้ $W(\dot{v}_a, \ddot{v}_a)$ และปริมาณที่ไม่สามารถวัดได้ ϕ ที่ด้านขวาของสมการได้ดังนี้

$$\ddot{e} + K_v\dot{e} + K_p e = \hat{c}_2^{-1}W(\dot{v}_a, \ddot{v}_a)\phi \qquad (6)$$

โดยที่

$$\phi = \begin{bmatrix} c_2 - \hat{c}_2 \\ c_1 - \hat{c}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{c}_2 \\ \tilde{c}_1 \end{bmatrix}$$

และ

$$W(\dot{v}_a, \ddot{v}_a) = \begin{bmatrix} \ddot{v}_a & \dot{v}_a \end{bmatrix}$$

กฎการควบคุมแบบปรับตัวคำนวณโดยการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์เพื่อประมาณค่า โดยใช้ตัวกรองสัญญาณอันดับหนึ่งดังนี้

$$E_1(s) = (s + \psi)E(s) \qquad (7)$$

เมื่อ ψ เป็นค่าคงที่ที่ไม่ติดลบและเมื่อแทนสมการที่ (6) ในรูปลาปลาซดังนี้

$$E_1(s) = \frac{s+\psi}{s^2 + K_v s + K_p}\hat{c}_2^{-1}W\phi = H(s)\hat{c}_2^{-1}W\phi \qquad (8)$$

ให้ $H(s)$ เป็นค่าจำนวนจริงบวก ดังนั้นสามารถเขียนสมการสเตทได้

$$\dot{x} = Ax + B(\hat{c}_2^{-1}W\phi) \qquad (9)$$

เมื่อ $x = \begin{bmatrix} e & \dot{e} \end{bmatrix}^T$

กำหนดให้ $P>0$ และ $Q>0$

$$A^T P + PA = -Q \qquad (10)$$

เลือกใช้ฟังก์ชัน Lyapunov [4]

$$v(x, \phi) = x^T Px + \phi^T\Gamma^{-1}\phi \qquad (11)$$

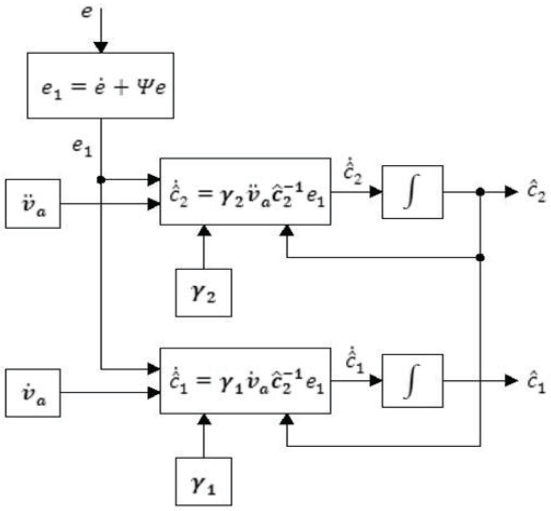
โดย $\Gamma = diag(\gamma_1\gamma_2)$ และ γ_i เป็นค่าคงที่บวกใดๆและฟังก์ชันอนุพันธ์ของ Lyapunov ลดรูปเป็น

$$\dot{v}(x, \phi) = -x^T Qx + 2\phi^T(W^T\hat{c}_2^{-1}e_1 + \Gamma^{-1}\phi) \qquad (12)$$

โดยให้

$$\phi = -\Gamma W^T\hat{c}_2^{-1}e_1 \qquad (13)$$

โดยที่ $\dot{v}(x, \phi) = -x^T Q$ สมการที่ (13) จะให้ค่าพารามิเตอร์ที่ถูกปรับปรุงแล้ว ซึ่งกฎการปรับตัวนี้ได้รวมตัวกรองความผิดพลาดไว้ด้วยดังแสดงตามบล็อกไดอะแกรมในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กฎการควบคุมแบบปรับตัว

5. ผลการจำลองระบบควบคุมแบบปรับตัว

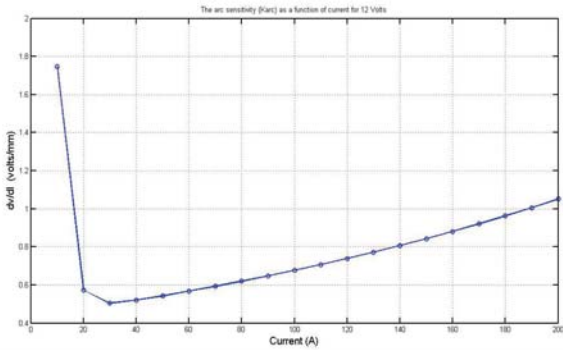
กำหนดให้ฟังก์ชันถ่ายโอนของมอเตอร์กระแสตรงมีค่าดังนี้ [3]

$$G_s(s) = \frac{3600}{s(s+84.84)}$$

ค่าอัตราขยายของอาร์ค (K_{arc}) มีค่าความสัมพันธ์ขึ้นอยู่กับกระแส [3] ดังสมการที่ (14) ซึ่งกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราขยายของอาร์คกับกระแสนั้นแสดงในภาพที่ 5

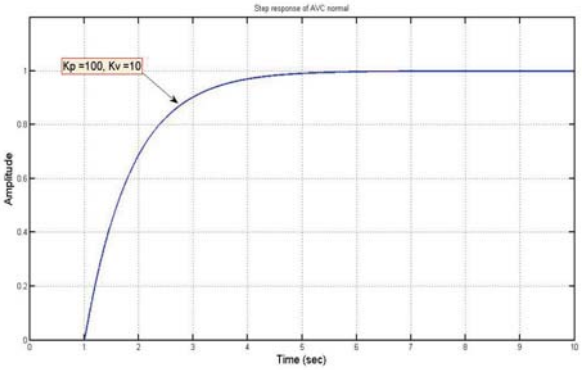
$$K_{arc}(i) = \alpha_1 e^{(\alpha_2 i)} + \alpha_3 e^{(\alpha_4 i)} \qquad (14)$$

โดยค่า α เป็นค่าคงที่ ($_1$=17.2, $_2$=-0.259, $_3$=0.436, $_4$=0.0044)



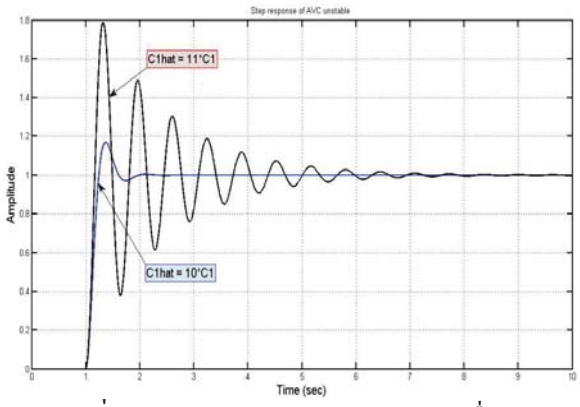
ภาพที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายอาร์คกับกระแส

เมื่อทำการจำลองระบบควบคุม AVC แบบเดิม (Traditional control) โดยกำหนดค่า K_p ให้มีค่าเท่ากับ 100 และค่า K_v มีค่าเท่ากับ 10 และปรับค่า $\hat{c}_1$ ให้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ c_1 ผลการจำลองดังภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่าระบบมีการลู่เข้าตามปกติ โดยไม่มีการแกว่งเกิดขึ้นเลย



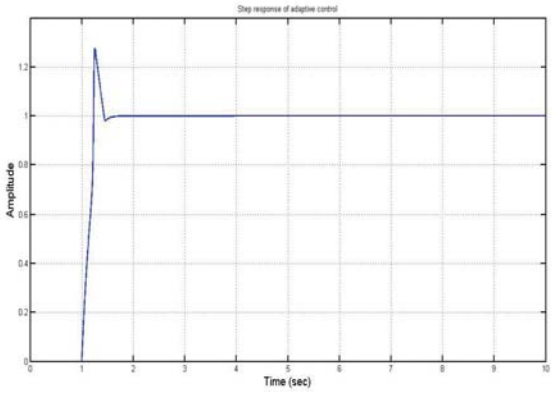
ภาพที่ 6 ผลการตอบสนองของระบบเดิมเมื่อค่า $\hat{c}_1 \leq$

จากนั้นทำการจำลองระบบควบคุมแบบเก่าเช่นเดียวกันแต่ทำการปรับค่า $\hat{c}_1$ ให้มีค่ามากกว่า c_1 ผลการจำลองดังภาพที่ 7 ทำแสดงให้เห็นว่าเมื่อปรับค่า $\hat{c}_1$ ให้มีค่าเท่ากับ 10 เท่าของ c_1 ผลการตอบสนองเริ่มมี overshoot เกิดขึ้น และเมื่อปรับค่า $\hat{c}_1$ ให้มีค่าเท่ากับ 11 เท่าของ c_1 ผลการตอบสนองของระบบมีการแกว่งแต่ยังคงลู่เข้าได้ แต่ถ้าปรับค่า $\hat{c}_1$ ให้มากขึ้นกว่านี้ระบบจะขาดเสถียรภาพทันที



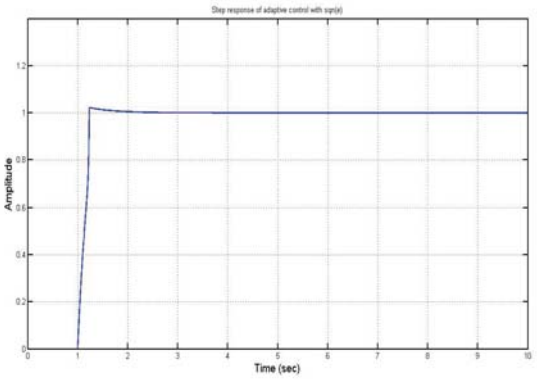
ภาพที่ 7 ผลการตอบสนองของระบบเดิมเมื่อค่า $\hat{C}_1$

ต่อมาทำการจำลองระบบควบคุมแบบปรับตัวที่นำมาใช้ควบคุมแทนระบบเดิมเพื่อดูผลที่ได้จากการใช้การควบคุมโดยกำหนดค่า K_p ให้มีค่าเท่ากับ 20 และค่า K_v มีค่าเท่ากับ 4 ผลการจำลองดังภาพที่ 8 ปรากฏว่าในช่วงเริ่มต้นนั้น การตอบสนองของระบบมี overshoot เกิดขึ้น



ภาพที่ 8 ผลการจำลองระบบปรับตัวแบบปกติ

จากนั้นทำการจำลองระบบเดิมแต่ใช้วิธีที่นำเสนอใหม่ (เพิ่มเครื่องหมายค่าความผิดพลาด *(sqn(e))* เข้าไปเพื่อตรวจปรับสัญญาณ) ซึ่งผลการจำลองในภาพที่ 9 แสดงให้เห็นว่าระบบนี้ดีกว่าระบบปรับตัวแบบเดิมเพราะการตอบสนองแทบจะไม่มี overshoot เกิดขึ้นเลยเนื่องจากมีตัวปรับค่าความผิดพลาด ที่ช่วยทำให้ระบบมีเสถียรดีกว่า



ภาพที่ 9 ผลการจำลองระบบปรับตัวที่เพิ่ม *sqn(e)*

6. อภิปรายและสรุปผล

การควบคุมแรงดันไฟฟ้าในเครื่องเชื่อมก๊าซทังสเตนแบบเดิมนั้นให้ผลการตอบสนองได้ไม่ดี เนื่องจากเมื่อค่ากระแสเปลี่ยนทำให้ค่าอัตราขยายอาร์คเปลี่ยนทำให้เอาท์พุทของระบบเกิดการแกว่งขึ้น ซึ่งอาจส่งผลทำให้ชิ้นงานเกิดความเสียหาย ดังนั้น Bjorgvinsson [1] จึงนำแนวคิดการควบคุมแบบปรับตัวมาใช้เพื่อทำให้ระบบควบคุมทำงานอย่างมีประสิทธิภาพในทุกสภาวะ แต่การควบคุมแบบปรับตัวนี้ก็ยังคงมีปัญหา โดยถ้าปรับค่าพารามิเตอร์ภายในระบบไม่ดีอาจส่งผลทำให้ระบบควบคุมเกิดการพุ่งเกินขึ้น (ภาพที่ 8) ซึ่งส่งผลต่อการเชื่อมและอาจทำให้ชิ้นงานได้รับความเสียหาย ในบทความนี้จึงได้นำเสนอแนวคิดในการลดความผิดพลาดของระบบควบคุมแบบปรับตัวขึ้นมาเพื่อทำให้ระบบมีเสถียรภาพดียิ่งขึ้นกว่าเดิม และจากการจำลองระบบที่นำเสนอขึ้นใหม่ผลลัพธ์ที่ได้แสดงเห็นว่าระบบมีความผิดพลาดน้อยลงกว่าระบบปรับตัวแบบเดิมที่ไม่มีตัวตรวจปรับสัญญาณ

7. เอกสารอ้างอิง

[1] J. B. Bjorgvinsson, “Adaptive voltage control in gas tungsten arc welding,” M.S. thesis, Vanderbilt Univ., Nashville, TN, 1992.
[2] J. B. Bjorgvinsson, G. E. Cook, and K. Andersen, “Microprocessor based arc voltage control for gas tungsten arc welding using gain scheduling,” IEEE Trans. Ind. Applicat.,vol.29,pp.250-255, Mar./Apr. 1993.
[3] Mohammad, S. Alwaked, “Adaptive Voltage Control in Gas Tungsten Arc Welding,” M.S. thesis, Vanderbilt Univ., Nashville, TN, 1988.
[4] Poolsak Koseeyaporn, George E. Cook, “Adaptive Voltage Control in fusion Arc Welding,” IEEE Trans. on Industrial Electronics, vol. 36, no. 5, sep/oct 2000.

Floating Inductance Simulator Using Commercially Identical CFAs

Winai Jaikla[1], Montree Siripruchyanun[2]

[1]Electric and Electronic Program, Faculty of Industrial Technology, Suan Sunandha Rajabhat University
[2]Department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Email: winai.ja@ssru.ac.th, mts@kmutnb.ac.th

Abstract

This article proposes the realization of the floating inductance simulator using identically/commercially available ICs, current feedback amplifiers (CFAs). The simulated inductance values can be controlled by adjusting the values of external resistors. The floating inductance simulator comprises 3 CFAs, 3 resistors and 1 grounded capacitor. The proposed circuit is easy to practically implement by using off-the-shelf component. The circuit performances are depicted through PSPICE simulation and experiments, they show good agreement to theoretical anticipation. The voltage-mode band stop filter is included to confirm the usability of proposed circuit.

Keywords: inductance simulator, CFA, band stop filter.

1. Introduction

Presently, there is the interesting of the desirability of building active filters and other signal processing circuits without the use of physical coils. Although, a spiral inductor can be realized in an integrated circuit, it still has some drawbacks in the usage of space, weight, cost and tunability [1]. The inductance simulators can be used in many applications such as active filter design, oscillator design, analog phase shifters and cancellation of parasitic element. The attention is subsequently focused on the inductance simulation using different high-performance active building blocks such as, Operational Transconductance Amplifiers (OTAs) [2], current feedback op-amps [3], and four-terminal floating nullors (FTFNs) [4], current conveyors [5-9], current differencing buffered amplifier (CDBAs) [10], etc. Most of the reported circuits need to use the active elements that have multiple outputs. Moreover some previous works use the active elements that are not commercially available ICs yet. So they are not easy to practically implement the circuits by using off-the-shelf component.

The current feedback amplifier (CFA) or current feedback operational amplifier (CFOA) is an interesting active component, especially suitable for a class of analog signal processing [11-13]. This device can operate in both current and voltage-modes, provides flexibility and enables a variety of circuit designs. In addition, it can offer advantageous features such as high-slew rate, free from parasitic capacitances, wide bandwidth and simple implementation [9-11], Presently, the CFA can be commercially found, for example AD844 of Analog Devices Inc. [12].

In this paper, the floating inductance simulator emphasizing to use identically CFAs is presented. The proposed circuit is easy to practically implement by using off-the-shelf component. In addition, the inductances can be controlled via external resistors. The performances of proposed circuits are illustrated by PSPICE simulations and experiment, they show good agreement as depicted. An application as voltage-mode band stop filter is given here to display the usefulness of the presented circuit.

2. Principle of operation

2.1 Basic Concept of CFA

The CFA properties can be shown in the following equation

$$\begin{bmatrix} I_y \\ V_x \\ I_z \\ V_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_x \\ V_y \\ V_z \\ V_w \end{bmatrix}. \quad (1)$$

The symbol and the equivalent circuit of the CFA are illustrated in Fig. 1(a) and (b), respectively.

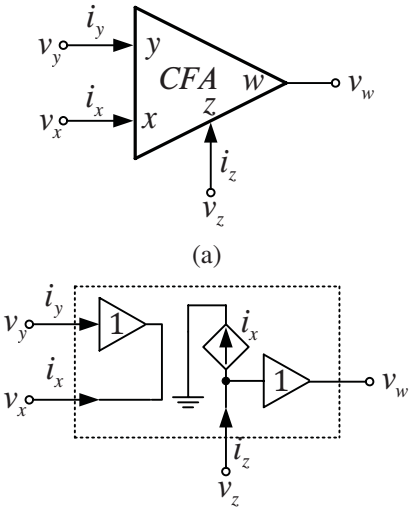


Figure 1. CFA (a) symbol (b) equivalent circuit

2.2 Proposed Floating Inductance Simulator

The proposed floating inductance simulator is shown in Fig. 2. It consists of 3 CFAs, 3 resistors and 1 grounded capacitor. Straightforward analysis of the circuit in Fig. 2 and using the CFA properties in section 1, we will receive the input impedance to be

$$Z_L(s) = \frac{V_1 - V_2}{I_{in}} = sCRR_1. \quad (2)$$

where $R_2 = R_3 = R$ and $I_1 = I_2 = I_{in}$. From Eq. (2), it is obvious that the circuit shown in Fig. 2 simulates a floating inductance with a value

$$L_{eq} = CRR_1. \quad (3)$$

It is clearly seen that, from Eq. (3), the inductance value L_{eq} can be adjusted by C, R and R_1.

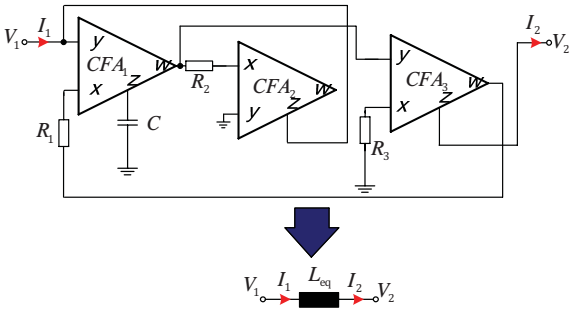


Figure 2. Proposed floating inductance simulator

2.3 Non-ideal case

For non-ideal case, the CFA properties can be shown in the following equation

$$\begin{bmatrix} I_y \\ V_x \\ I_z \\ V_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \beta & 0 & 0 \\ \alpha & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \gamma & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_x \\ V_y \\ V_z \\ V_w \end{bmatrix}. \quad (4)$$

□, □ , and □ are transferred error values deviated from one. Taking into account, □, □, and □ effect on the circuit in Fig. 2, I_1 and I_2 can be expressed as follows:

$$I_1 = (\beta_1 V_1 - \gamma_3 V_2)\frac{\gamma_1\alpha_1\alpha_2}{sCR_1R_2} \quad (5)$$

and

$$I_2 = (\beta_1 V_1 - \gamma_3 V_2)\frac{\gamma_1\alpha_1\alpha_3\beta_3}{sCR_1R_3}. \quad (6)$$

If Eqs. (5) and (6) are approximated by using following conditions: $\beta_1 = \gamma_3 = \varepsilon_1$, $\alpha_2 = \alpha_3\beta_3 = \varepsilon_2$, $R_2 = R_3 = R$ and $I_1 = I_2 = I_{in}$, the input impedance is follows:

$$Z_L(s) = \frac{V_1 - V_2}{I_{in}} = \frac{sCRR_1}{\gamma_1\alpha_1\varepsilon_1\varepsilon_2}. \quad (7)$$

From Eq. (7), for non-ideal consideration, the circuit in Fig. 2 simulates a floating inductance with a value

$$L_{eq} = \frac{sCRR_1}{\gamma_1\alpha_1\varepsilon_1\varepsilon_2}. \quad (8)$$

From Eq. (8), it is found that these errors affect the magnitude of inductance value. As a result, the magnitude of inductance value slightly depends on temperature due to temperature dependence of these errors. Thus, good design of the CFA should be strictly considered to alleviate the effects.

3. Simulation results

To prove the performances of the proposed inductance simulator, the PSPICE simulation program was used for the examination. The CFAs were implemented using AD844 macro-model from Analog Devices [12]. The circuit was biased with ±5V supply voltages. For the circuit in Fig. 2, R_1=R_2=R_3=1kΩ and C=1nF are chosen. Phase and magnitude responses for the impedances of the proposed circuit are given in Fig. 3. Tuning ability is also simulated and shown in Fig. 4 by varying R as depicted in Eq. (3). Fig. 5 shows the typical waveforms of the voltage and current through the proposed floating inductor, when V_2 is grounded.

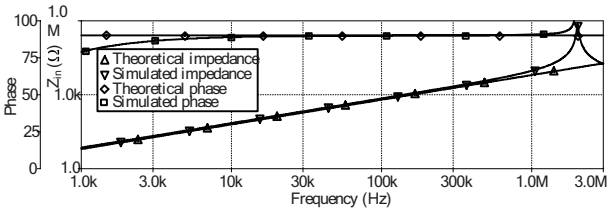


Figure 3. Phases and impedances of the proposed circuit

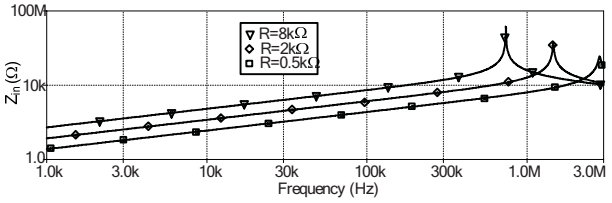


Figure 4. The impedance values relative to frequency of the simulators with different R.

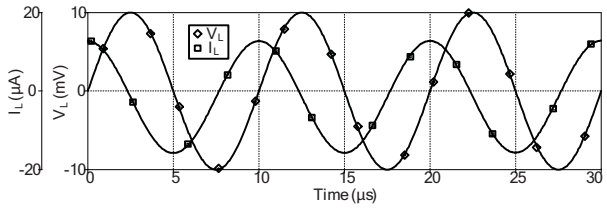


Figure 5. Typical waveforms of voltage and current of the proposed inductance simulator.

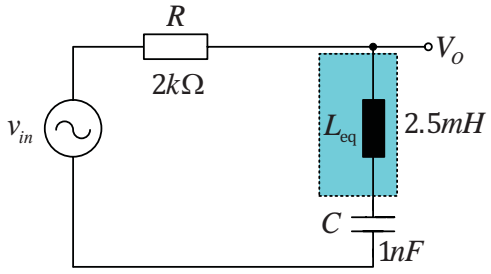


Figure 6. Series resonant circuit using floating inductance simulator.

To illustrate usability of the floating inductance simulator, it is employed in the series resonant circuit shown in Fig. 6. The frequency response of output voltage VO is shown in Fig. 7. The conditions for this simulation are R_1=1kΩ, R_2=R_3=2.5kΩ and C=1nF.

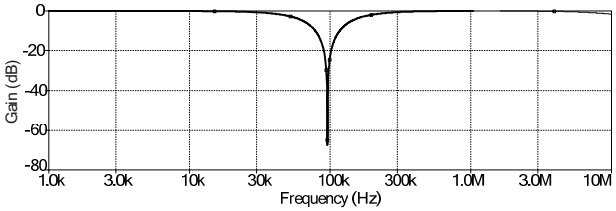


Figure 7. The simulated magnitude response of circuit in Fig. 6.

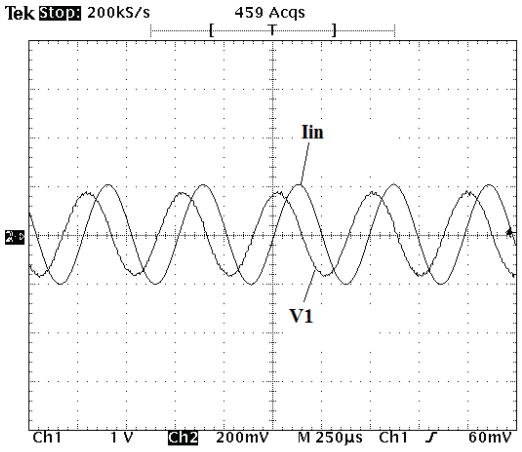


Figure 8. Experimental waveforms of voltage and current of the proposed inductance simulator.

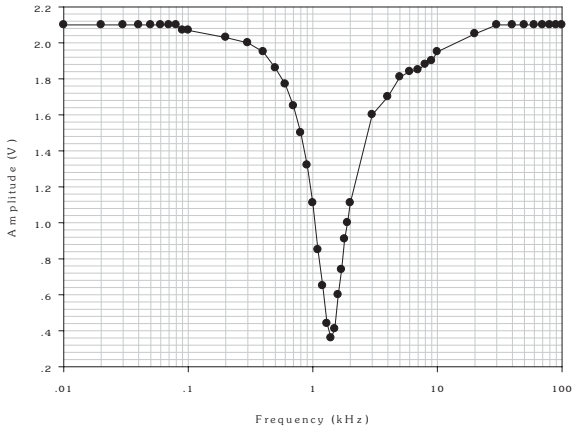


Figure 9. The experimental magnitude response of circuit in Fig. 6.

4. Experimental results

The proposed circuit in Fig. 2 has been experimentally verified with hardware implementation

using the AD844 as the CFA biased with ±5V supply voltages. $R_1=R_2=R_3=1k\Omega$ and $C=0.1\mu F$ are chosen. Fig. 8 shows the typical waveforms of the current and voltage dropped the proposed floating inductor, when V_2 is grounded and I_{in} is sinusoidal waveform of 2kHz. An application in the series resonant circuit shown in Fig. 6 is also experimented. Fig. 8 shows relationship between input and voltage in the inductor. The frequency response of output voltage V_O is shown in Fig. 9. The conditions for this experiment are $R_1=R_2=R_3=1k\Omega$ and $C=0.1\mu F$ and the values of passive elements in Fig. 6 are $R=10k\Omega$ and $C=0.1\mu F$.

5. Conclusions

The floating inductance simulator has been presented through this paper. The proposed circuit is easy to be practically implemented by using off-the-shelf component. The active building blocks used in this work are CFA, which have been proven that they are suitable for working in the both voltage/current-modes signal processing. The capacitors are connected at Z terminal, which has a high output impedance value, then the circuit does not provide any unwanted extra pole. This is guaranteed that the both proposed circuit contributes a wide range of frequency responses, which is superior to conventionally proposed circuit. The PSPICE and experimental results confirm the mentioned benefits.

6. Acknowledgements

This work is funded by King Mongkut's University of Technology North Bangkok and Office of National Research Council of Thailand under budget year of 2009.

7. References

[1] A. Thanachayanont and A. Payne, "CMOS floating active inductor and its application to bandpass filter and oscillator designs," IEE Proc. Circuits Device Syst, vol. 147, pp.42-48, 2000.

[2] M. Higashimura, and Y. Fukui, "Simulation of lossless floating inductance using two current conveyors and an operational transconductance amplifier," International Journal of Electronics, vol. 66, 633–638, 1989.

[3] R. Senani, "Realisation of a class of analog signal processing/signal generation circuits: novel configurations using current feedback op-Amps," Frequenz, vol. 52, no. 9/10, 1998, pp. 196-206.

[4] J. S. Pena-Finol, and J. A. Connelly, "Novel lossless floating immittance simulator employing only two FTFNs," Analog ICs and Signal Processing, vol. 29, pp. 233-235, 2001.

[5] G. Ferri, N.C. Guerrini and M. Diqual, "CCII-based floating inductance simulator with compensated series resistance," Electronics Letters, vol. 39, no. 22, pp. 97-98, 2003.

[6] P.V.A. Mohan, "Grounded capacitor based grounded and floating inductance simulation using current conveyors," Electronics Letters, vol. 34, no. 11, pp. 1037-1038, 1998.

[7] K. Pal, "New inductance and capacitor floatation schemes using current conveyors," Electronics Letters, vol. 17, pp. 807-808, 1981.

[8] W. Kiranon, and P. Pawarangkoon, "Floating inductance simulation based on current conveyors," Electronics Letters, vol. 33, pp. 1748-1749, 1997.

[9] H. Kuntmana, M. Gulsoyb and O. Cicekoglub, "Actively simulated grounded lossy inductors using third generation current conveyors," Microelectronics Journal, pp.245–250, 2000.

[10] M. Gulsoy and O. Çcekolu, "Lossless and lossy synthetic inductors employing single current differencing buffered amplifier," IEICE Trans. commu, vol.E88-B, no.5, pp. 2152-2155, 2005.

[11] Comlinear Corp., "Designer's guide for 200 series op amp," Application note 2001, 4800 Wheaton Drive, Ft. Collins, CO 80525, 1984.

[12] Analog Devices: "Linear products data book." Norwood MA, 1990.

[13] A. Fabre, "Insensitive voltage mode and current mode filters from commercially available transimpedance opamps," Proc. IEE (G), vol. 140, pp. 319–321, 1993.

วงจรหาค่าเฉลี่ยกำลังสองของสัญญาณที่ทำงานในโหมดกระแสโดยใช้ CC-CCTA
A Current-mode R.M.S-to-DC Converter Using CC-CCTAs

มนตรี ศิริปรัชญานันท์[1] และ ภมร ศิลาพันธ์[2]

[1]ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
mts@kmutnb.ac.th
[2]โปรแกรมไฟฟ้าและอุตสาหการ
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
phamorn@mail.uru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอ วงจรหาค่าเฉลี่ยกำลังสองของสัญญาณที่ทำงานในโหมดกระแส ที่มีลักษณะเด่นของวงจรคือ โครงสร้างของวงจรประกอบไปด้วยวงจรกำลังสอง วงจรอินทิเกรเตอร์ และวงจรถอดรากที่สอง โครงสร้างวงจรสมบูรณ์ประกอบไปด้วย MO-CCCCTA (Multiple-output current controlled current conveyor transconductance amplifier) จำนวน 3 ตัวร่วมกับตัวเก็บประจุที่ต่อลงกราวนด์เพียงตัวเดียวและสามารถควบคุมค่าตัวแปรต่างๆ ได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ ผลการทดสอบสมรรถนะผ่านการจำลองด้วย PSpice พบว่าวงจรมีอัตราการบริโภคกำลังไฟฟ้า 5mW ที่แหล่งจ่าย ±3.5 โวลต์ สามารถทำงานได้ดีในย่านความถี่ได้ถึงระดับเมกะเฮิร์ต

คำสำคัญ: CC-CCTA โหมดกระแส วงจรหาค่าเฉลี่ยกำลังสอง

Abstract

This paper describes a current-mode R.M.S-to-DC converter. The circuit construction comprises 1 squaring circuit, 1 lossless integrator and 1 square-rooting circuit. The circuit description comprises 3 MO-CCCCTAs and single grounded capacitor. Its parameters can be electronically controlled via corresponding bias currents. Its performances can be confirmed by the simulation results obtained through PSpice, where the power consumption is about 5mW at ±3.5.V power supplies. It can be found that the proposed rms-dc converter offers a wide-range of operating frequency, up to several megahertz.

Keywords: CC-CCTA, Current-mode, RMS to DC converter

1. บทนำ

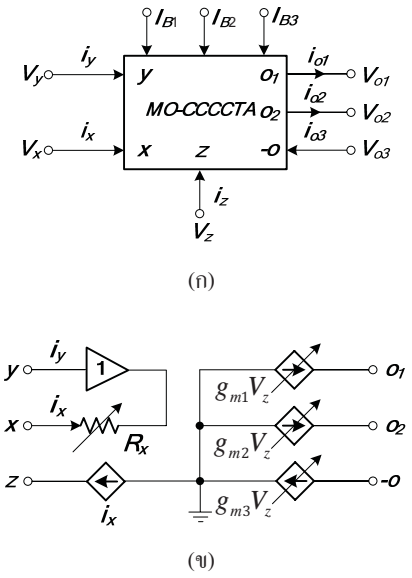
วงจรหาค่าเฉลี่ยกำลังสองของสัญญาณได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลายในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบเครื่องมือวัด ซึ่งนำมาใช้สำหรับวัดค่าเฉลี่ยกำลังงานของสัญญาณไฟฟ้า [1] จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า การออกแบบวงจรหาค่าเฉลี่ยกำลังสองของสัญญาณมีสองลักษณะด้วยกัน แบบแรกคือ การออกแบบในระดับทรานซิสเตอร์ (Transistor level) [2-3] การออกแบบเทคนิคนี้มีลักษณะเด่นเรื่องประหยัดพลังงาน มีความเร็วสูง แต่อย่างไรก็ตาม เทคนิคนี้ยังมีข้อด้อย เรื่องความซับซ้อนของวงจรและใช้

อุปกรณ์จำนวนมาก อีกเทคนิคหนึ่งที่นิยมใช้คือ การออกแบบด้วยอุปกรณ์สำเร็จรูป (Building block) จากการศึกษาพบว่าได้มีผู้นำเสนอด้วยเทคนิคนี้อยู่บ้าง [4] แต่วงจรที่นำเสนอบางภาค ยังออกแบบด้วยเทคนิคระดับทรานซิสเตอร์อยู่ ถึงแม้ในปัจจุบัน วงจรหาค่าเฉลี่ยกำลังสองของสัญญาณได้ถูกนำมาสร้างเป็นวงจรรวมในเชิงพาณิชย์บ้างแล้ว เช่น เบอร์ AD536 AD536A และ AD537 เป็นต้น อย่างไรก็ตามวงจรรวมเหล่านี้ได้ใช้เทคนิคการต่อร่วมกันของสองวงจรหลักได้แก่ วงจรเรียงสัญญาณแบบเต็มคลื่น (Full-wave rectifier) กับวงจรคูณและหารสัญญาณแอนะลอก (Multiplier/divider circuit) ซึ่งเทคนิคนี้มีข้อด้อยเรื่องแบนด์วิธของการทำงานที่ไม่กว้าง [5] อีกทั้งวงจรรวมเหล่านี้ทำงานอยู่ในโหมดแรงดัน

ปัจจุบัน ได้มีความพยายามที่จะลดแรงดันไฟเลี้ยงในวงจรและระบบอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องมาจากความต้องการ ที่จะนำมาใช้กับอุปกรณ์แบบพกพา หรืออุปกรณ์สื่อสารแบบไร้สายที่ต้องใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายกำลัง ดังนั้นจึงมีการใช้เทคนิคการทำงานในโหมดกระแส (Current-mode) ซึ่งมีข้อดีหลายประการ เมื่อเทียบกับเทคนิคการทำงานในโหมดแรงดัน ได้แก่ มีช่วงพิสัยพลวัติกว้าง (Larger dynamic range) มีแบนด์วิธกว้างและบริโภคกำลังงานต่ำ [5-8] ซึ่งปัจจุบันได้มีผู้นำเสนออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถทำงานได้ในโหมดกระแส เช่น CDBA (Current differencing buffered amplifier) [9] CDTA (Current differencing transconductance amplifier) [10] CC-CFA (Current-controlled current feedback amplifier) [11] และ CC-CDTA (Current-controlled current differencing transconductance amplifier) [12] เป็นต้น

ในปี ค.ศ. 2005 ได้มีผู้นำเสนออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถทำงานได้ทั้งในโหมดกระแสและโหมดแรงดัน ที่มีชื่อว่า Current conveyor transconductance amplifier (CCTA) ที่เหมาะจะนำไปออกแบบวงจรประมวลสัญญาณแอนะลอก นอกจากนี้ยังมีข้อดีอีกหลายประการเช่น อัตราสรูว์สูง แบนด์วิธกว้าง โครงสร้างวงจรที่ออกแบบโดย CCTA ไม่ซับซ้อน อีกทั้งสามารถควบคุมอัตราขยายของสัญญาณเอาต์พุตได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ แต่อย่างไรก็ตาม CCTA ไม่สามารถควบคุมความต้านทานแฝงที่ขั้วอินพุตได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้นเมื่อนำ CCTA ไปออกแบบวงจรจึงไม่สามารถควบคุมการทำงานได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ บางวงจรต้องใช้ตัวต้านทานจำนวนหลายตัว [13] ซึ่งไม่เหมาะที่จะนำไปสร้างเป็นวงจรรวม ต่อมาจึงมีผู้นำเสนอ CCTA ที่สามารถควบคุมความต้านทานแฝงที่อินพุต ด้วยกระแสไบแอส และมีชื่อเรียกใหม่ว่า Current-controlled current conveyor transconductance amplifier (CCCCTA) [14]

ด้วยเหตุผลดังกล่าว บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อนำเสนอ วงจรแปลงสัญญาณค่าเฉลี่ยกำลังสองเป็นไฟตรงในโหมดกระแส ที่สังเคราะห์ได้จากอุปกรณ์สำเร็จรูป (Off-the-shelf design) เพื่อความสะดวกในการต่อใช้งานหรือทดลอง โดยมีลักษณะเด่นคือ วงจรมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อนประกอบไปด้วย MO-CCCCTA จำนวน 3 ตัวต่อร่วมกับตัวเก็บประจุที่ต่อลงกราวนด์อีกหนึ่งตัว ซึ่งมีโครงสร้างและอัตราการดึงกำลังไฟฟ้าน้อยลงกว่าเดิม [15] ด้วยโครงสร้างที่ประกอบด้วยอุปกรณ์แอคทีฟจำนวนน้อย และสามารถควบคุมขนาดเอาต์พุตด้วยกระแสไบอัส จึงมีความสะดวกในการนำไปต่อใช้งานหรือพัฒนาเป็นวงจรรวม อีกทั้งไม่จำเป็นต้องใช้วงจรเรียงสัญญาณแบบเต็มคลื่น



ภาพที่ 1 MO-CCCCTA (ก) สัญลักษณ์ (ข) วงจรสมมูล

2. วงจรและหลักการทำงานของวงจร

2.1 หลักการทำงานของ MO-CCCCTA

เนื่องจากวงจรที่นำเสนอใช้ MO-CCCCTA เป็นอุปกรณ์หลัก จึงขอกล่าวถึง หลักการทำงานของ MO-CCCCTA โดยสังเขปในหัวข้อนี้ ซึ่งมีสัญลักษณ์และวงจรสมมูลดังภาพที่ 1 (ก) และ (ข) ตามลำดับ ส่วนความสัมพันธ์ของแรงดันและกระแส ของ MO-CCCCTA แสดงได้ดังสมการในเชิงเมตริกซ์ได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} I_y \\ V_x \\ I_z \\ I_{x1} \\ I_{x2} \\ I_{x3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & R_x & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \pm g_{m1} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \pm g_{m2} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \pm g_{m3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_y \\ I_x \\ V_{x1} \\ V_{x2} \\ V_{x3} \\ V_z \end{bmatrix} \quad (1)$$

เมื่อ $$R_x = \frac{V_T}{2I_{B1}} \quad (2)$$

และ $$g_{m1} = \frac{I_{B2}}{2V_T}, g_{m2} = \frac{I_{B3}}{2V_T}, g_{m3} = \frac{I_{B4}}{2V_T} \quad (3)$$

g_{m1} g_{m2} และ g_{m3} คือค่าความนำถ่ายโอนของ MO-CCCCTA และ V_T เป็นศักดาความร้อน MO-CCCCTA ซึ่งมีค่าประมาณ 26mV ที่อุณหภูมิ $27°C$

2.2 หลักการทำงานของวงจรหาค่าเฉลี่ยกำลังสองของสัญญาณที่ทำงานในโหมดกระแส

หลักการทำงานของวงจรประกอบไปด้วย วงจรกำลังสอง (Squaring Circuit) วงจรอินทิเกรเตอร์ที่ไม่มีการสูญเสีย (Lossless Integrator) และวงจรถอดรากที่สอง (Square-rooting Circuit) ดังแสดงในภาพที่ 2 จากคุณสมบัติของ MO-CCCCTA ตามที่ได้กล่าวถึงในหัวข้อที่ผ่านมาจะได้กระแสที่ขั้ว z ของ MO-CCCCTA ตัวที่ 1 ดังนี้

$$I_{z11} = I_{-o11} = I_{in} \quad (4)$$

เมื่อพิจารณาแรงดันที่ขั้ว z (V_{z11}) ของ MO-CCCCTA ตัวที่ 1 หาค่าได้จาก

$$V_{z11} = \frac{I_{-o11}}{g_{m1}} = \frac{2I_{in}V_T}{I_{B2}} \quad (5)$$

จากสมการที่ (5) จะได้กระแสที่ขั้ว O_{11} และ O_{12} ดังนี้

$$I_{o11} = \begin{cases} 0 & if \quad I_{in} > 0 \\ \frac{I_{in}^2}{I_{B2}} & if \quad I_{in} < 0 \end{cases} \quad (6)$$

และ $$I_{o12} = \begin{cases} \frac{I_{in}^2}{I_{B2}} & if \quad I_{in} > 0 \\ 0 & if \quad I_{in} < 0 \end{cases} \quad (7)$$

ดังนั้นกระแสเอาต์พุตของวงจรกำลังสอง (I_{SQ}) หาค่าได้ดังแสดงในสมการที่ (8)

$$I_{SQ} = I_{o11} + I_{o12} = \frac{|I_{in}|^2}{I_{B2}} \quad (8)$$

เมื่อพิจารณาที่วงจรอินทิเกรเตอร์ กระแสที่ขั้ว z ของ MO-CCCCTA ตัวที่ 2 จะได้

$$I_{z31} = I_{SQ} = I_{x3} = i_c = C\frac{dv_c}{dt} \quad (9)$$

แทนค่าสมการที่ (8) ลงในสมการที่ (9) จะได้

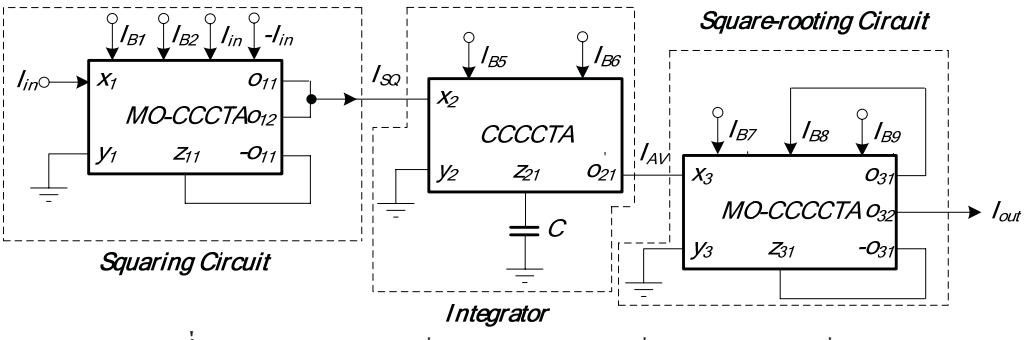
$$\frac{I_{in}^2}{I_{B2}} = C\frac{dv_c}{dt} \quad (10)$$

จากภาพที่ 2 พบว่าแรงดันที่ขั้ว z เท่ากับ v_c ซึ่งหาค่าได้ดังแสดงในสมการที่ (11)

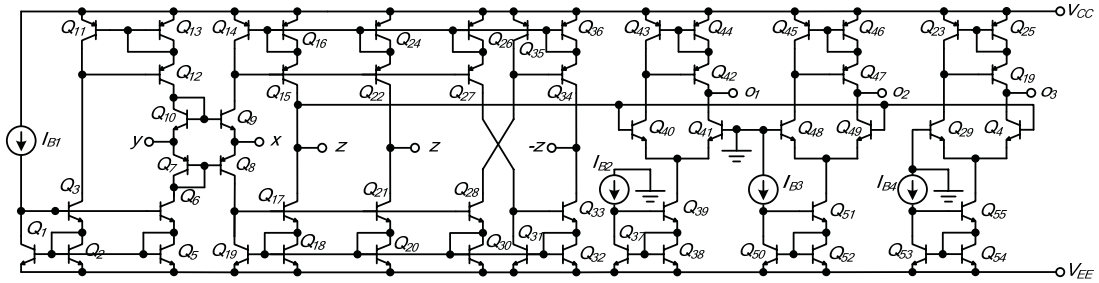
$$V_{z21} = v_c = \frac{1}{I_{B2}C}\int^T I_{in}^2\,dt \quad (11)$$

ดังนั้นสามารถหาค่ากระแสเอาต์พุตของวงจรอินทิเกรเตอร์ได้จาก

$$I_{AV} = g_{m4}V_{z21} = \frac{g_{m4}}{I_{B2}C}\int^T I_{in}^2\,dt = \frac{I_{B6}}{2V_TI_{B2}C}\int^T I_{in}^2\,dt \quad (12)$$



ภาพที่ 2 โครงสร้างวงจรหาค่าเฉลี่ยกำลังสองของสัญญาณที่ทำงานโหมดกระแสที่นำเสนอ



ภาพที่ 3 โครงสร้างภายใน MO-CCCCTA

และเมื่อพิจารณาที่วงจรถอดรากที่สอง ในทำนองเดียวกันกับวงจรกำลังสอง แรงดันที่ขั้ว z มีค่าเท่ากับ

$$V_{z31} = \frac{I_{-o31}}{g_{m5}} = \frac{2I_{AV}V_T}{I_{B8}} \qquad (13)$$

ส่วนกระแสเอาต์พุตจะได้

$$I_{out} = g_{m6}V_{z31} = \frac{I_{B9}I_{AV}}{I_{B8}} \qquad (14)$$

จากวงจรในภาพที่ 2 พบว่า $I_{B8} = I_{out}$ จะได้กระแสเอาต์พุตเป็น

$$I_{out} = \sqrt{I_{B9}}\sqrt{I_{AV}} = \sqrt{I_{B9}}\sqrt{\frac{I_{B6}}{2V_T I_{B2}C}\int^T I_{in}^2\,dt} \qquad (15)$$

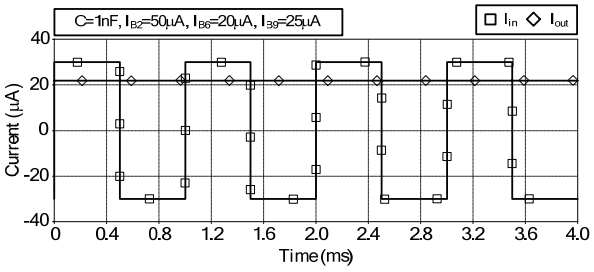
เมื่อกำหนดให้ $\tau = C/g_{m4}$ ดังนั้นจากสมการที่ (15) จะได้กระแสเอาต์พุตดังนี้

$$I_{out} = \sqrt{\frac{I_{B9}}{I_{B2}}}\sqrt{\frac{1}{\tau}\int^T I_{in}^2\,dt} \qquad (16)$$

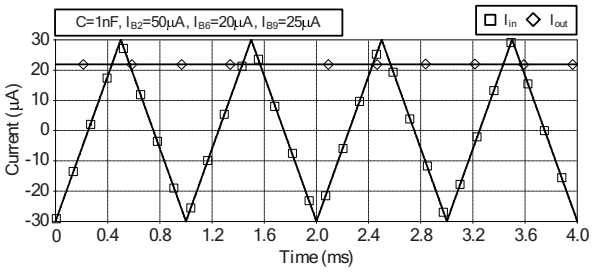
จากสมการที่ (16) เห็นได้ว่า กระแสเอาต์พุตให้ค่าเฉลี่ยกำลังสองของกระแสอินพุต อีกทั้งยังสามารถควบคุมขนาดได้จาก I_{B2} และ I_{B9}

3. ผลการจำลองการทำงาน

เพื่อเป็นการยืนยันสมรรถนะของวงจรที่นำเสนอ จึงได้จำลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม PSpice สำหรับทรานซิสเตอร์ PNP และ NPN ที่ใช้ในการจำลองการทำงานของวงจร ได้ใช้พารามิเตอร์ของไบโพล่าจังชั่นทรานซิสเตอร์เบอร์ PR200N และ NR200N ตามลำดับ ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์อาร์เรย์ ALA400 ของ AT&T [16] ภาพที่ 3 แสดงโครงสร้างภายใน MO-CCCCTA ที่ใช้ในการจำลองการทำงาน โดยวงจรทำงานที่แหล่งจ่าย ±3.5V ภาพที่ 4 แสดงสัญญาณกระแสเอาต์พุตเทียบกับอินพุตเมื่อป้อนอินพุตเป็นสัญญาณต่างๆ จะเห็นได้ว่า แม้เปลี่ยนสัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณสี่เหลี่ยม หรือสามเหลี่ยม วงจรที่นำเสนอยังสามารถทำให้หน้าที่เป็นวงจรหาค่าเฉลี่ยกำลังสองของสัญญาณได้อย่างถูกต้อง ส่วนภาพที่ 5 แสดงถึงการกระเพื่อมของสัญญาณเอาต์พุตของวงจรหาค่าเฉลี่ยกำลังสอง เมื่ออินพุตเป็นรูปคลื่นซายน์ ซึ่งพบว่ามีค่าเพียงเล็กน้อย ภาพที่ 6 แสดงสัญญาณกระแสเอาต์พุตเทียบกับอินพุตเมื่อป้อนอินพุตที่ความถี่ต่างๆ จากผลการจำลองการทำงานนี้ยืนยันได้ว่า วงจรที่นำเสนอสามารถทำงานได้ในย่านความถี่กว้างถึงระดับเมกะเฮิร์ต



(ก)



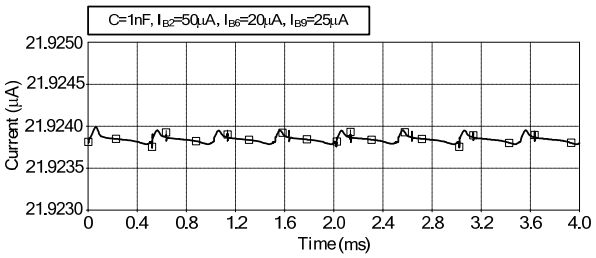
(ข)

ภาพที่ 4 สัญญาณกระแสเอาต์พุตเทียบกับอินพุตเมื่อป้อนอินพุตเป็น (ก) สัญญาณสี่เหลี่ยม (ข) สัญญาณสามเหลี่ยม

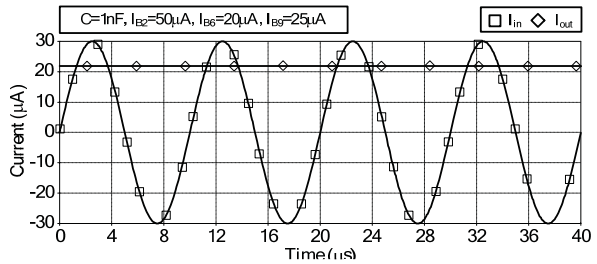
4. สรุป

บทความวิจัยนี้นำเสนอวงจรหาค่าเฉลี่ยกำลังสองของสัญญาณที่ทำงานในโหมดกระแส ซึ่งโครงสร้างของวงจรที่นำเสนอใช้ MO-CCCCTA จำนวน 3 ตัวต่อร่วมกับตัวเก็บประจุต่อลงกราวนด์หนึ่งตัว วงจรมีอัตราการบริโภคกำลังงาน $5mW$ ที่แหล่งจ่ายไฟเลี้ยง $\pm 3.5V$ อีกทั้งสามารถทำงานได้ในย่านความถี่กว้างถึงระดับเมกะเฮิร์ต ยิ่งไปกว่านั้น วงจรมี

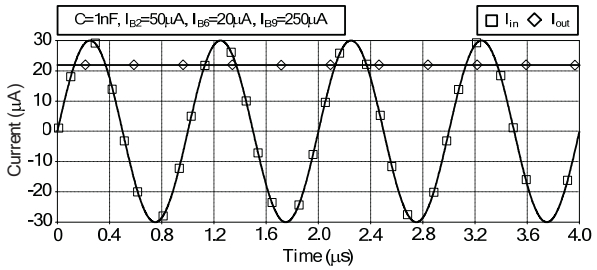
จำนวนอุปกรณ์และอัตราการดึงกำลังไฟฟ้าน้อยกว่า วงจรที่นำเสนอไปเมื่อเร็วๆนี้ [15] และวงจรนี้ยังไม่ต้องการความเหมือนกันทุกประการของอุปกรณ์ จึงมีความเหมาะสมในการนำไปต่อใช้งาน หรือในการพัฒนาเป็นวงจรรวม เพื่อใช้ในงานประมวลผลสัญญาณในอุปกรณ์และผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ที่พกพาได้ (Portable electronic equipments)



ภาพที่ 5 สัญญาณกระเพื่อมที่เอาต์พุตเมื่ออินพุตเป็นรูปคลื่นซายน์



(ก)



(ข)

ภาพที่ 6 สัญญาณกระแสเอาต์พุตเทียบกับอินพุตเมื่อป้อนอินพุตที่ความถี่ต่างๆ (ก) 100kHz (ข) 1MHz

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนวิจัยสำหรับนักวิจัยทั่วไปประจำปี 2552 จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] M. T. Abuelma'atti "Improved Analysis of Implicit RMS Detectors", IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 58, no. 3, pp. 502-505, March 2009.

[2] K. Kaewdang, K. Kumwachara and W. Surakampontorn "A Simple Wide-band CMOS Based True RMS-to-DC Converter", INT. J. Electronics, vol. 91, no. 7, pp. 407–420, JULY 2004.

[3] K. Kaewdang, K. Kumwachara and W. Surakampontorn "A Translinear-based true RMS-to-DC Converter Using Only NPN BJTs", Int. J. Electron. Commun. (AEÜ), vol. 63, no. 6, pp. 472-477, June 2009.

[4] C. A. De La Cruz-Blas, A. López-Martín, A. Carlosena, and J. Ramírez-Angulo, "1.5-V Current-Mode CMOS True RMS–DC Converter Based on Class-AB Transconductors", IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs, vol. 52, no. 7, pp. 376 - 379, July 2005.

[5] W. Surakampontorn and K. Kumwachara "A Dual Translinear-Based True RMS-to-DC Converter", IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 47, no. 2, pp. 459-463, April 1999.

[5] C. Toumazou, F. J. Lidgey and D. G. Haigh. Analogue IC design: The Current-mode Approach, London: Peter Peregrinus, 1990.

[6] H. Schmid, "Why The Terms 'Current Mode' and 'Voltage Mode' Neither Divide Nor Qualify Circuits", IEEE ISCAS, pp. II-29-II-32, 2002.

[7] S. Khucharoensin, and V. Kasemsuwan, "High Performance CMOS Current-mode Precision Full-wave Rectifier", IEEE ISCAS, pp. I-41-I-44, 2003.

[8] D. R. Bhaskar , V. K. Sharma , M. Monis, and S. M. I. Rizvi, "New Current-mode Universal Biquad Filter", Microelectronics Journal, vol. 30, pp. 837-839, 1999.

[9] C. Acar and S. Ozoguz, "A New Versatile Building Block: Current Differencing Buffered Amplifier Suitable for Analog Signal Processing Filters", Microelectronics Journal, vol. 30, pp. 157-160, 1999.

[10] D. Biolek, "CDTA – Building Block for Current-mode Analog Signal Processing", Proceedings of the European conference on circuit theory and design 2003, ECCTD'03, pp. 397–400, 2003.

[11] M. Siripruchyanun, C. Chanapromma, P. Silapan and W. Jaikla, "BiCMOS Current-Controlled Current Feedback Amplifier (CC-CFA) and Its Applications", WSEAS Transactions on Electronics, vol. 5, no. 6, pp. 203-219, June 2008.

[12] M. Siripruchyanun and Jaikla W., "Realization of Current Controlled Current Differencing Transconductance Amplifier (CCCDTA) and Its Applications", the ECTI Transactions on Electrical Eng. , Electronics, and Communications (ECTI-EEC), vol. 5, No. 1, pp. 41-50, February 2007.

[13] R. Prokop and V. Musil, "New Modern Circuit Block CCTA and Some Its Applications". The Fourteenth International Scientific and Applied Science Conference-Electronics ET'2005, Book 5. Sofia: TU Sofia, pp. 93-98, 2005.

[14] M. Siripruchyanun and W. Jaikla, "Current controlled current conveyor transconductance amplifier (CCCCTA): a building block for analog signal processing". Proceeding of ISCIT 2007, Sydney, Australia, pp. 1072-1075, 2007.

[15] มนตรี ศิริปรัชญานันท์ และ ภมร ศิลาพันธ์, "วงจร หาค่าเฉลี่ยกำลังสองของสัญญาณที่ทำงานในโหมดกระแสโดยใช้ CCTA", การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 48, เล่มที่ 7, หน้าที่ 36-43, กุมภาพันธ์ 2553

[16] D. R. Frey, "Log-domain Filtering: An Approach to Current-mode Filtering", IEE Proc. Circuit Devices Syst., vol. 140, pp. 406-416, 1993.

วงจรกรองความถี่แบบ KHN โหมดกระแสที่ควบคุมด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้อุปกรณ์แอคทีฟเพียงอย่างเดียว

Active-only Current-mode KHN Filter with Electronic Controllability

ศุภวัฒน์ ลาวัณย์วิสุทธิ์[1] และ มนตรี ศิริปรัชญานันท์[2]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศและการสื่อสาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
[2]ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
supawat@tru.ac.th[1], mts@kmutnb.ac.th[2]

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอ วงจรกรองความถี่แบบ KHN โหมดกระแสที่สังเคราะห์ฟังก์ชั่นที่จำเป็นได้แก่ กรองความถี่ต่ำผ่าน สูงผ่าน และแถบความถี่ผ่าน ซึ่งสามารถควบคุมได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้อุปกรณ์แอคทีฟเพียงอย่างเดียวและใช้หลักการของอินทิเกรเตอร์ซึ่งอุปกรณ์หลักในวงจรได้แก่ Current controlled current conveyor transconductance amplifier (CCCCTA) และออปแอมป์ จุดเด่นของวงจรคือ สามารถควบคุมความถี่ตัดและค่าควอลิตี้แฟกเตอร์ได้ด้วยกระแสไบแอส โครงสร้างไม่ซับซ้อน โดยใช้ CCCCTA 3 ตัว และออปแอมป์ที่มีการชดเชยความถี่ภายใน 2 ตัว จึงเหมาะสมกับการนำไปพัฒนาเป็นวงจรรวม ผลการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม PSpice พบว่าวงจรทำงานได้สอดคล้องกับที่คาดการณ์ไว้ตามทฤษฎี

คำสำคัญ: โหมดกระแส วงจรกรองความถี่แบบ KHN อุปกรณ์ CCCCTA

Abstract

This article presents an active only current-mode KHN universal biquadratic filter performing 3 standard functions: low-pass, high-pass and band-pass functions. The circuit principle is based on active-only circuit design by using an integrator which stems from CCCCTA cooperating with an internally frequency- compensated operational amplifier. The features of the circuit are that: the pole frequency and quality factor can be electronically tuned via the input bias currents. The circuit topology is very simple, consisting of 3 CCCCTAs and 2 operational amplifiers, the proposed circuit is very appropriate for further developing into an integrated circuit. The PSPICE simulation results are shown. The given results agree well with the theoretical anticipation.

Keywords: Current-mode, KHN filter, CCCCTA

1. บทนำ

ในงานด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วงจรกรองความถี่เป็นวงจรหนึ่งที่มีความสำคัญและมีการนำไปใช้งานอย่างกว้างขวาง ตัวอย่างการใช้งาน ได้แก่ ระบบสื่อสาร ระบบเครื่องมือวัดและระบบประมวลผลสัญญาณ [1-2] เป็นต้น โดยมากแล้ว วงจรกรองความถี่มักจะถูกพัฒนาให้วงจรกรอง

ความถี่ได้หลายหน้าที่ (Universal Biquadratic Filter) ที่มีข้อดีกว่าวงจรกรองความถี่ทั่วไปคือ เป็นวงจรที่สามารถให้การตอบสนองได้หลายแบบในเวลาเดียวกันโดยที่ไม่ต้องเปลี่ยนโครงสร้างของวงจร เช่น กรองความถี่ต่ำผ่าน กรองความถี่สูงผ่านและกรองแถบความถี่ผ่าน [3]

ในปัจจุบัน ได้มีความพยายามที่จะลดแรงดันไฟเลี้ยงในวงจร และระบบอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องมาจากความต้องการที่จะนำมาใช้กับอุปกรณ์แบบพกพา หรืออุปกรณ์สื่อสารแบบไร้สายที่ต้องใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายกำลังงาน ดังนั้นจึงมีการใช้เทคนิคการทำงานในโหมดกระแส ซึ่งมีข้อดีหลายประการ เมื่อเทียบกับเทคนิคการทำงานในโหมดแรงดัน ได้แก่ มีช่วงพิสัยพลวัติกว้าง มีแบนด์วิธท์กว้างและดึงกำลังไฟฟ้าต่ำ [4]

วงจรประมวลสัญญาณแอนะลอกที่ใช้อุปกรณ์พาสซีพ เช่น ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำ เมื่อนำไปสร้างเป็นวงจรรวม จะทำให้วงจรมีความซับซ้อน ชิปวงจรมีขนาดใหญ่ ทำให้ดึงกำลังไฟฟ้าสูง การปรับค่าของอุปกรณ์ทำได้ค่อนข้างยุ่งยาก จึงทำให้ไม่สามารถควบคุมการทำงานได้อย่างแม่นยำ ดังนั้นจึงได้มีความพยายามที่จะสร้างวงจรประมวลสัญญาณแอนะลอกที่ใช้อุปกรณ์แอคทีฟเพียงอย่างเดียว โดยไม่ใช้อุปกรณ์พาสซีฟภายนอก [5-11] ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ เช่น วงจรไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการสร้างเป็นวงจรรวม สามารถโปรแกรมได้ มีย่านในการทำงานกว้างและการทำงานของวงจรมีความแม่นยำสูง [9] จึงได้มีผู้นำเทคนิคการออกแบบวงจรโดยใช้อุปกรณ์แอคทีฟเพียงอย่างเดียว ในวงจรต่างๆ เช่น วงจรกำเนิดสัญญาณ [8] วงจรกรองความถี่ [5, 10, 12] วงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำ [11] เป็นต้น

การออกแบบวงจรกรองความถี่โดยใช้หลักการของ Kerwin–Huelsman–Newcomb (KHN) เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยม เนื่องจากมีข้อดีหลายประการเช่น มีความไวต่ำ โครงสร้างไม่ซับซ้อนและมีความเสถียรภาพสูง ดังนั้น จึงมีนักวิจัยได้นำเสนอวงจรกรองความถี่ KHN ทั้งในโหมดแรงดันและโหมดกระแส โดยใช้อุปกรณ์ตั้งแต่ใช้ออปแอมป์ [13] CCIIs [14-15] CDBAs [16] และ CDTA [17] ซึ่งวงจรเหล่านี้มีสมรรถนะสูง แต่ยังต้องใช้อุปกรณ์พาสซีฟคือ ตัวต้านทานมาต่อรวมด้วยจำนวนมาก และยังไม่สามารถควบคุมการทำงานได้ทางอิเล็กทรอนิกส์

เมื่อเร็วๆ นี้ได้มีผู้นำเสนออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่มีชื่อว่า Current conveyor transconductance amplifier (CCTA) ที่เหมาะจะนำไปออกแบบวงจรประมวลสัญญาณแอนะลอก [18] โดย CCTA สามารถทำงานได้ ทั้งโหมดแรงดันและโหมดกระแส นอกจากนี้ยังมีข้อดีอีกหลายประการเช่น อัตราสรูว์สูง แบนด์วิธกว้าง โครงสร้างวงจรที่ออกแบบโดย CCTA ไม่ซับซ้อน แต่เนื่องจาก CCTA ไม่สามารถควบคุมความต้านทานแฝงที่ขั้วอินพุตได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้นเมื่อนำ CCTA ไปออกแบบวงจร จึงไม่สามารถควบคุมการทำงาน ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ บางวงจรต้องใช้ตัวต้านทานจำนวนหลายตัว ซึ่งไม่เหมาะที่จะนำไปสร้างเป็นวงจรรวม ต่อมาจึงมีผู้นำเสนอ CCTA ที่สามารถควบคุมความต้านทานแฝงที่อินพุต ด้วยกระแสไบแอส และมีชื่อเรียกใหม่ว่า Current-controlled current conveyor transconductance amplifier (CCCCTA) [19]

บทความวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำเสนอ โครงสร้างวงจรกรองความถี่แบบ KHN หลายหน้าที่โหมดกระแสโดยใช้ CCCCTA ร่วมกับออปแอมป์ ซึ่งวงจรที่นำเสนอนี้ใช้เพียงอุปกรณ์แอคทีฟอย่างเดียว สามารถปรับค่าควอลิตี้แฟกเตอร์และค่าความถี่ตัดได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ วงจรกรองความถี่ที่นำเสนอสามารถทำหน้าที่ได้ 3 ฟังก์ชั่นพร้อมกันคือ กรองความถี่ต่ำผ่าน สูงผ่าน และแถบความถี่ผ่าน โดยไม่ต้องเปลี่ยนโครงสร้างใดๆของวงจร นอกจากนี้แล้ววงจรที่นำเสนอยังใช้อุปกรณ์น้อย ประกอบกับไม่ต้องการอุปกรณ์ใดที่มีความสมพงษ์กัน วงจรที่นำเสนอจึงมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน หรือพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบวงจรรวม ผลการจำลองการทำงานของวงจรโดย PSPICE แสดงถึงความสอดคล้องกับทฤษฎี ที่ได้มีการวิเคราะห์ไว้เป็นอย่างดี

2. วงจรและหลักการทำงานของวงจร

2.1 หลักการทำงานของ CCCCTA

เนื่องจากวงจรที่นำเสนอประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักหนึ่งคือ CCCCTA หัวข้อนี้จึงขอกล่าวถึง CCCCTA พอสังเขป ซึ่ง

ความสัมพันธ์ของกระแสและแรงดันของ CCCCTA แสดงด้วยสมการในเชิงเมตริกซ์ได้ดังนี้ [19]

$$\begin{bmatrix} I_n \\ V_p \\ I_z \\ I_x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ R_i & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \mp g_m & 0 & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_p \\ V_n \\ V_x \\ V_Z \end{bmatrix} \quad (1)$$

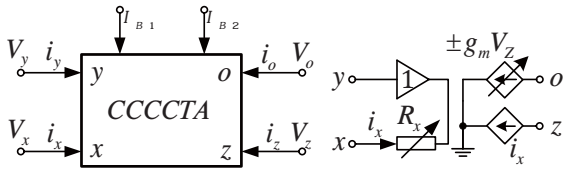
โดยที่ CCCCTA มีค่าความต้านทานแฝงทางด้านอินพุตของขา X คือ R_X มีค่าดังแสดงได้ตามสมการที่ (2)

$$R_x = \frac{V_T}{2I_B} \quad (2)$$

ส่วนค่าขยายความนำถ่ายโอน g_m แสดงได้เป็น

$$g_m = \frac{I_B}{2V_T} \quad (3)$$

เมื่อ V_T คือค่าศักดาความร้อน และ I_B คือค่ากระแสไบแอส มีสัญลักษณ์และวงจรสมมูลของ CCCCTA แสดงดังภาพที่ 1 (ก) และ (ข) ตามลำดับ



ภาพที่ 1 CCCCTA (ก) สัญลักษณ์ (ข) วงจรสมมูล

2.2 ผลคูณอัตราขยายแบนด์วิธด์ของออปแอมป์

จากคุณสมบัติของออปแอมป์ที่มีการชดเชยความถี่ภายในสามารถเขียนสมการฟังก์ชันส่งผ่าน $A(s)$ ได้ดังนี้

$$A(s) = \frac{A_0\omega_{p1}}{s+\omega_{p1}} = \frac{B}{s+\omega_{p1}} \quad (4)$$

เมื่อ A_0 เป็นอัตราขยายไฟตรงขณะลูปเปิด ω_{p1} เป็นความถี่ของโพลตัวแรก B เป็นผลคูณอัตราขยายแบนด์วิธด์ของออปแอมป์ซึ่งมีค่าเท่ากับ $A_0\omega_{p1}$ เมื่อ $\omega << \omega_{p1}$ จะพบว่า

$$A(s) \cong \frac{B}{s} \quad (5)$$

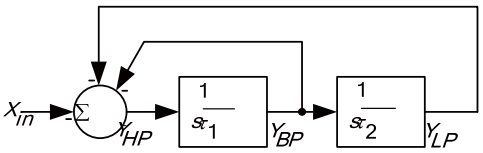
2.3 โครงสร้างทั่วไปของวงจรกรองความถี่แบบ KHN หลายหน้าที่

โครงสร้างวงจรกรองความถี่แบบ KHN ประกอบไปด้วยวงจรอินทิเกรเตอร์ที่ไม่มีการสูญเสีย (Lossless integrator) จำนวนสอง วงจร วงจรหนึ่งเป็นแบบไม่กลับเฟส อีกวงจรเป็นแบบกลับเฟสและวงจรรวมสัญญาณ ซึ่งแสดงแผนผังการทำงานในภาพที่ 2 ซึ่งมีฟังก์ชั่นถ่ายโอนของ HP, BP และ LP ได้ตามลำดับดังนี้

$$\frac{Y_{HP}}{X_{in}} = \frac{s^2}{s^2 + s\frac{1}{\tau_1} + \frac{1}{\tau_1\tau_2}} \quad (6)$$

$$\frac{Y_{BP}}{X_{in}} = \frac{s\frac{1}{\tau_1}}{s^2 + s\frac{1}{\tau_1} + \frac{1}{\tau_1\tau_2}} \quad (7)$$

$$\frac{Y_{LP}}{X_{in}} = \frac{\frac{1}{\tau_1\tau_2}}{s^2 + s\frac{1}{\tau_1} + \frac{1}{\tau_1\tau_2}} \quad (8)$$



ภาพที่ 2 โครงสร้างพื้นฐานของวงจรกรองความถี่แบบ KHN

จากสมการที่ (6)-(8) สามารถหาความถี่โพลและควอลิตี้แฟกเตอร์เป็น

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{\tau_1\tau_2}} \quad (9)$$

$$Q_0 = \sqrt{\frac{\tau_1}{\tau_2}} \quad (10)$$

2.4 วงจรอินทิเกรเตอร์ที่ไม่มีการสูญเสียโดยใช้ CCCCTA

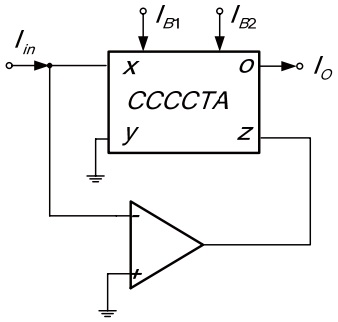
จากหลักการพื้นฐานของอุปกรณ์ และโครงสร้างวงจรกรองความถี่ ที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.1 ถึง 2.3 สามารถนำมาสร้างเป็นวงจรอินทิเกรเตอร์ที่ไม่มีการสูญเสีย (Lossless

Integrator) ซึ่งแสดงดังภาพที่ 3 ซึ่งสามารถเขียนฟังก์ชันถ่ายโอนได้ดังสมการที่ (11)

$$\frac{I_O}{I_{in}} = \left(\frac{R_x g_m B}{s}\right) \tag{11}$$

โดยที่

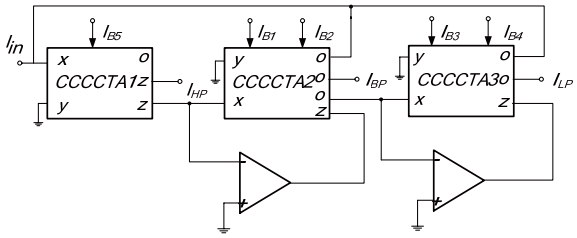
$$\tau = \frac{1}{R_x g_m B} \tag{12}$$



ภาพที่ 3 วงจรอินทิเกรเตอร์ที่ไม่มีการสูญเสีย

2.5 วงจรกรองความถี่ที่นำเสนอ

จากภาพที่ 3 นำมาออกแบบโครงสร้างวงจรกรองความถี่ที่นำเสนอได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 วงจรกรองความถี่ที่นำเสนอ

เมื่อพิจารณาวงจรในภาพที่ 4 และอาศัยคุณสมบัติของ CCCCTA จะได้ฟังก์ชั่นถ่ายโอน ตามลำดับดังนี้

$$\frac{I_{Hp}}{I_{in}} = \frac{s^2}{s^2 + sR_{x1}g_{m1}B_1 + R_{x1}R_{x2}g_{m1}g_{m2}B_1B_2} \tag{13}$$

$$\frac{I_{Bp}}{I_{in}} = \frac{R_{x1}g_{m1}B_1 s}{s^2 + sR_{x1}g_{m1}B_1 + R_{x1}R_{x2}g_{m1}g_{m2}B_1B_2} \tag{14}$$

$$\frac{I_{Lp}}{I_{in}} = \frac{R_{x1}R_{x2}g_{m1}g_{m2}B_1B_2}{s^2 + sR_{x1}g_{m1}B_1 + R_{x1}R_{x2}g_{m1}g_{m2}B_1B_2} \tag{15}$$

จากสมการที่ (13)-(15) สามารถหาความถี่โพลและควอลิตี้แฟกเตอร์ได้เป็น

$$\omega_0 = \sqrt{R_{x1}R_{x2}g_{m1}g_{m2}B_1B_2} \tag{16}$$

$$Q_0 = \sqrt{\frac{R_{x2}g_{m2}B_2}{R_{x1}g_{m1}B_1}} \tag{17}$$

เมื่อ $R_{x1} = V_T/2I_{B1}$, $R_{x2} = V_T/2I_{B3}$, $g_{m1} = I_{B2}/2V_T$, $g_{m2} = I_{B4}/2V_T$ และกำหนดให้ $B_1 = B_2 = B$ จากสมการที่ (16) และ (17) สามารถเขียนใหม่ได้ดังนี้

$$\omega_0 = \frac{B}{4}\sqrt{\frac{I_{B2}I_{B4}}{I_{B1}I_{B3}}} \tag{18}$$

$$Q_0 = \sqrt{\frac{I_{B1}I_{B4}}{I_{B2}I_{B3}}} \tag{19}$$

จากสมการที่ (18) และ (19) หากกำหนดให้ $I_{B2} = I_{B4}$ จะพบว่า สามารถใช้กระแสนี้ในการควบคุมค่า ω_0 โดยไม่ส่งผลกระทบต่อ ค่า Q_0 ในทำนองเดียวกัน หากกำหนดให้ $I_{B1} = I_{B4}$ ก็ใช้กระแสนี้ในการควบคุมค่า Q_0 ไม่ส่งผลกระทบต่อ ค่า ω_0 จึงสรุปว่า วงจรนี้ สามารถปรับค่าควอลิตี้แฟกเตอร์และความถี่ตัดของวงจรกรองความถี่ได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์อย่างเป็นอิสระต่อกัน ส่วนค่าแบนด์วิธหาได้จาก

$$BW = \frac{\omega_0}{Q_0} = \frac{BI_{B2}}{4I_{B1}} \tag{20}$$

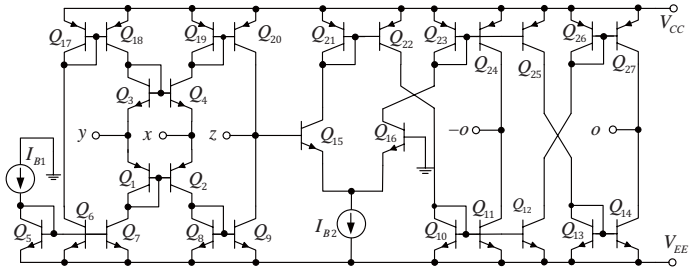
นอกเหนือจากนี้ หากต้องการฟังก์ชั่นกำจัดแถบความถี่ (Band stop: BS) และผ่านตลอด (All pass: AP) ก็สามารถทำได้โดย

$$I_{BS} = I_{LP} + I_{HP}, I_{AP} = I_{BS} - I_{BP} \tag{21}$$

ซึ่งในทางปฏิบัติ สามารถทำโดยการเพิ่มขาเอาต์พุต O และ Z ของ CCCCTA ยกตัวอย่างเช่น หากต้องการ I_{BS} ก็เพิ่มขา Z ของ CCCCTA1 และ ขา O ของ CCCCTA3 โดยที่สามฟังก์ชั่นแรกก็ยังใช้งานได้เช่นเดิม

2.6 ความไวของโครงข่าย

ความไวของความถี่โพลของวงจรที่นำเสนอหาได้จาก



ภาพที่ 5 โครงสร้างภายในของ CCCCTA

$$S_B^{\omega_0} = 1, S_{I_{B1},I_{B3}}^{\omega_0} = -\frac{1}{4}, S_{I_{B2},I_{B4}}^{\omega_0} = \frac{1}{4}, \quad (22)$$

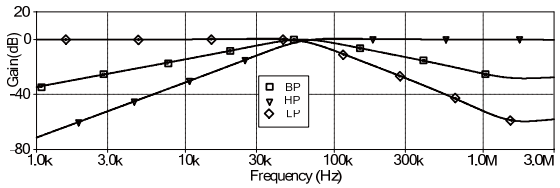
ขณะที่ความไวของควอลิตี้แฟกเตอร์คือ

$$S_{I_{B1},I_{B4}}^{Q_0} = \frac{1}{4}; \; S_{I_{B2},I_{B3}}^{Q_0} = -\frac{1}{4}. \quad (23)$$

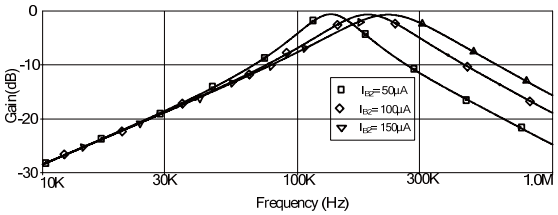
ซึ่งจะพบว่าความไวของวงจรมีค่าต่ำ หมายถึงวงจรจะมีผลกระทบน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์

3. ผลการจำลองการทำงาน

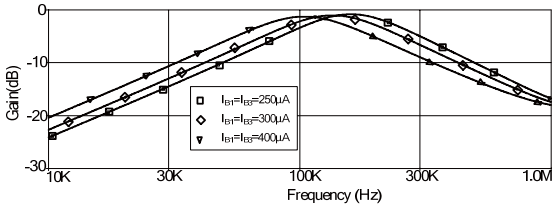
เพื่อเป็นการยืนยันและทดสอบสมรรถนะของวงจรที่นำเสนอ จึงได้จำลองการทำงานของวงจรผ่านโปรแกรม PSPICE สำหรับทรานซิสเตอร์ PNP และ NPN ที่ใช้ในการจำลองการทำงานของวงจรได้ใช้พารามิเตอร์ของทรานซิสเตอร์เบอร์ PR200N และ NR200N ตามลำดับ ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์อาร์เรย์ ALA400 ของ AT&T [20] แรงดันไฟเลี้ยงเท่ากับ ± 5V และมีโครงสร้างภายในแสดงดังภาพที่ 5



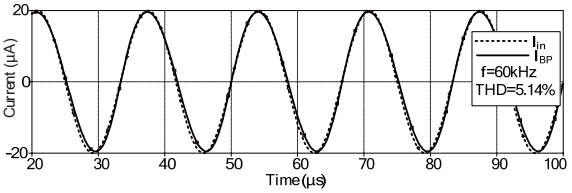
ภาพที่ 6 ผลตอบสนองทางขนาดของวงจรกรองความถี่ที่นำเสนอ



ภาพที่ 7 ผลตอบสนองทางขนาดของฟังก์ชั่นกรองแถบความถี่ผ่านเมื่อเปลี่ยนแปลงค่า I_{B2}



ภาพที่ 8 ผลตอบสนองทางขนาดของฟังก์ชั่นกรองแถบความถี่ผ่านเมื่อเปลี่ยนแปลงค่า $I_{B1} = I_{B3}$



ภาพที่ 9 ผลตอบสนองทางเวลาของฟังก์ชั่นกรองแถบความถี่ผ่าน

ผลการจำลองการทำงานของวงจรกรองความถี่ที่นำเสนอในภาพที่ 6 เป็นการตอบสนองทางความถี่ของฟังก์ชั่นต่างๆ ที่ได้จากวงจรกรองความถี่ที่นำเสนอ เมื่อ $I_{B2} = I_{B4} = 50\mu A$ และ $I_{B1} = I_{B3} = I_{B5} = 200\mu A$ ในภาพที่ 7 แสดงผลตอบสนองทางขนาดของฟังก์ชั่นกรองแถบความถี่ผ่าน เมื่อเปลี่ยนแปลงค่า I_{B2} ไว้ที่ 50 μA ,100 μA และ 150 μA จากผล

การจำลองพบว่า สอดคล้องกับสมการที่ (21) นั่นคือสามารถปรับแบนด์วิธของผลตอบสนองได้ด้วยกระแสไบแอส I_{B2} ส่วนในภาพที่ 8 ผลตอบสนองทางขนาดของฟังก์ชันกรองแถบความถี่ผ่าน เมื่อเปลี่ยนแปลงค่า $I_{B1}=I_{B3}$ ไว้ที่ 250 μA, 300 μA และ 400 μA ซึ่งพบว่า สามารถปรับความถี่โพลได้อย่างอิสระจากค่าควอลิตี้แฟกเตอร์ สอดคล้องกับสมการที่ (18) และ (19) และในภาพที่ 9 เป็นผลตอบสนองทางเวลาของฟังก์ชั่นกรองแถบความถี่

4. สรุป

บทความนี้นำเสนอ วงจรกรองความถี่โหมดกระแสแบบหลายหน้าที่ ลักษณะเด่นของวงจรคือ สามารถให้ฟังก์ชั่นการถ่ายโอนได้ 3 ฟังก์ชั่น คือ กรองความถี่ต่ำผ่าน สูงผ่าน และแถบความถี่ผ่าน วงจรที่นำเสนอประกอบไปด้วยเพียง CCCCTA จำนวน 3 ตัว และออปแอมป์ที่มีการชดเชยความถี่ภายในจำนวน 2 ตัว ซึ่งปราศจากอุปกรณ์พาสซีฟใดๆ โดยสามารถปรับค่าควอลิตี้แฟกเตอร์ และค่าความถี่ตัดได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถประยุกต์ เพื่อรองรับการควบคุมโดยผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยง่าย [4] นอกจากนี้แล้ว จากผลการทดสอบการทำงานยังพบด้วยว่า วงจรสามารถทำงานที่แรงดัน ±5V ด้วยลักษณะเด่นดังที่ได้กล่าว จึงเหมาะสมกับการนำไปพัฒนาให้อยู่ในรูปของวงจรรวม

5. เอกสารอ้างอิง

[1] I. A. Khan, and S. Khawaja, "An integrable gm-C quadrature oscillator," International Journal of Electronics, vol. 87, pp. 1353-1357, 2000.
[2] M.T. Abuelma'atti and M.A. Al-Qahtani, "A grounded-resistor current conveyor-based active-R multiphase sinusoidal oscillator," Analog Integr. Circuits Signal Process, vol. 16, pp. 29–34, 1998.
[3] วินัย ใจกล้า, เกรียงไกร สุขสุด และ มนตรี ศิริปรัชญานันท์ "วงจรกรองความถี่โหมดกระแสแบบหลายหน้าที่โดยใช้ CCCDBAs ที่ควบคุมได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์", 2549.
[4] C. Toumazou, F. J. Lidgey, and D. G. Haigh, Analogue IC design: the current-mode approach, Peregrinus, London, 1990.
[5] M. T. Abuelma'atti, and H. A. Alzaher, "Multi-function active-only current-mode filter with three inputs and one output," International Journal of Electronics, vol. 85, pp. 431-435, 1998.
[6] T. Tsukutani, M. Higashimura, Y. Sumi and Y. Fuhui, "Electronically tunable current-mode active-only biquaratic filter," International Journal of Electronics, vol. 87, pp. 307-314, 2000.
[7] A.K. Singh and R. Senani, "Low-component-count active-only immittance and their application in realising simple multifunction biquads," Electronics Letters, vol. 34, pp. 718-719, 1998.
[8] มนตรี ศิริปรัชญานันท์, "วงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นซายน์ชนิดควอเดรเจอร์โหมดกระแสที่ใช้เพียงอุปกรณ์แอคทีฟและสามารถควบคุมความถี่ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์" การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 27 (EECON-27), หน้าที่ 245-248, 2547.
[9] T. Tsukutani, Y. Kinugasa, Y. Sumi, M. Higashimura and Y. Fuhui, "Novel current-mode active-only biquad with loss-less and lossy integrators", International Journal of Electronics, vol. 90, pp. 627-633, 2003.
[10] N.A. Shah, S.Z. Iqbal and M.F. Rather, "Electronically tunable tingle input five outputs active only universal filter," International Journal of Electronics, vol. 1, pp. 335-343, 2006.
[11] S. Minaei , O. Cicekoglu, H. Kuntman and S. Turkoz, "Electronically tunable, active only floating inductance simulation," International Journal of Electronics, vol. 89, no. 12, pp. 905–912, 2002.
[12] K. Klahan, W. Tangsrirat and W. Surakampontorn, "Realization of multiphase sinusoidal oscillator using CDBAs," IEEE Asia-Pacific Conf. Circ. Sys, pp. 725–728, 2004.
[13] T. Deliyannis Y. Sun, and J.K. Fidler, Continuous time active filter design, USA, CRC Press, 1999.
[14] A.M. Soliman, "Kerwin-Huelsman-Newcomb circuit using current conveyors," Electronics Letters, vol. 30, pp. 2019–2020, 1994.
[15] R. Senani, V.K. Singh, "KHN-equivalent biquad using current conveyors," Electronics Letters, vol. 31, pp. 626–628, 1995.
[16] N.S. Khaled, A.M. Soliman, "Voltage-mode Kerwin-Huelsman-Newcomb circuit using CDBAs," Frequenz, vol.54, pp. 90–93, 2000.
[17] A.U. Keskin, D. Biolek, E. Hancioglu, and V. Biolkovád, "Current-mode KHN filter employing current differencing transconductance amplifiers," International Journal of Electronics and Communications (AEU), vol. 60, pp. 443-444, 2006.
[18] R. Prokop, V. Musil, "New modern circuit block CCTA and some its applications," The Fourteenth International Scientific and Applied Science Conference - Electronics ET'2005, Book 5. Sofia: TU Sofia, pp. 93-98, 2005.
[19] M. Siripruchyanun, and W. Jaikla, "Current controlled current conveyor transconductance amplifier (CCCCTA): a building block for analog signal processing," Proceeding of ISCIT 2007, pp. 1072-1075, 2007.
[20] D. R. Frey, "Log-domain filtering: an approach to current-mode filtering," IEE Proceeding of Circuit Devices Systems, vol.140, pp. 406-416, 1993.

โครงข่ายวงจรโหมดกระแสเอนกประสงค์ที่ทำหน้าที่กรองความถี่แบบหลายหน้าที่และกำเนิดสัญญาณแบบควอเดรเตอร์โดยใช้ CTTA ที่ควบคุมด้วยกระแส

A Versatile Current-mode Active Network Operating as Universal Biquad Filter and Quadrature Oscillator Using Current Controlled CTTAs

บัญชา เกิดมณี[1] วินัย ใจกล้า[2] มนตรี ศิริปรัชญานันท์[3]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี
[2]สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
[3]ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
winai.ja@ssru.ac.th[2], mts@kmutnb.ac.th[3]

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอวงจรแอคทีฟในโหมดกระแสที่ทำงานได้สองหน้าที่โดยเป็นได้ทั้งวงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ (ฟังก์ชั่นกรองความถี่ได้แก่ กรองความถี่ต่ำผ่าน กรองความถี่สูงผ่าน และ กรองความถี่แถบผ่าน) และ วงจรกำเนิดสัญญาณซายน์แบบควอเดรเตอร์ วงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ สามารถควบคุมค่าควอลิตี้แฟกเตอร์ และค่าความถี่ตัดได้อย่างเป็นอิสระจากกันได้ โดยใช้กระแสไบแอส ส่วนวงจรกำเนิดสัญญาณซายน์แบบควอเดรเตอร์ก็สามารถควบคุมเงื่อนไขในการกำเนิดสัญญาณ และเงื่อนไขของความถี่ได้อย่างอิสระจากกัน โดยใช้กระแสไบแอส การทำงานของวงจรแต่ละหน้าที่ สามารถทำได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของวงจรแต่อย่างใด จากผลการจำลองการทำงานด้วย โปรแกรม PSpice พบว่า วงจรทำงานสอดคล้องกับที่คาดการณ์ไว้ในทางทฤษฎี วงจรมีอัตราการใช้จ่ายกำลังไฟฟ้า 1.02mW ที่แหล่งจ่ายพลังงาน ±1V นอกจากนี้แล้ว ด้วยโครงสร้างของวงจรประกอบไปด้วย CC-CTTA (Current Controlled Current Through Transconductance Amplifier) จำนวน 2 ตัว และตัวเก็บประจุต่อลงกราวนด์อีก 2 ตัว ปราศจากตัวต้านทานในวงจร จึงมีความเหมาะสมสำหรับการพัฒนาไปสู่วงจรรวม เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในระบบสื่อสารแบบไร้สาย ที่ใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน

คำสำคัญ: วงจรกำเนิดสัญญาณ กรองความถี่ โหมดกระแส

Abstract

This article presents a novel current-mode active network, which can function both as a universal biquad filter (low-pass, high-pass, and band-pass) and a quadrature oscillator is introduced. Functioning as a universal biquad filter, the quality factor and natural frequency can be tuned orthogonally via the corresponding bias currents. Working as quadrature oscillator, the oscillation condition and frequency can be adjusted independently with the input bias currents. The proposed circuit can work as either a universal biquad filter or a quadrature oscillator without changing circuit topology. The PSpice simulation results are depicted, and the given results agree well with the theoretical

anticipation. The maximum power consumption is approximately 1.02mW at ±1V power supplies. In addition, the proposed circuit description is very simple, consisting of merely 2 current controlled current through transconductance amplifiers (CC-CTTAs) and 2 grounded capacitors. Without any external resistors and using only grounded elements, this circuit is thus suitable for IC architecture, for operating in battery-powered portable wireless communication system equipment.

Keywords: Oscillator, Filter, Current-mode.

1. บทนำ

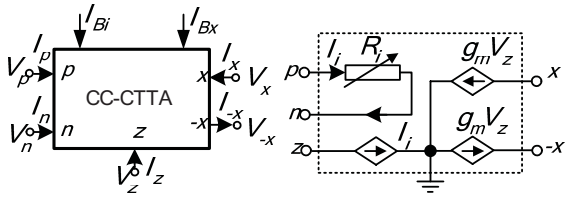
ในงานด้านวิศวกรรมไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ วงจรกรองความถี่ เป็นวงจรที่มีความสำคัญและมีการนำมาใช้อย่างกว้างขวาง เช่น ในระบบสื่อสาร ระบบเครื่องมือวัด และระบบประมวลผลสัญญาณ [1-2] เป็นต้น โดยเฉพาะวงจรกรองความถี่แบบหลายหน้าที่ (Universal Biquad Filter) ซึ่งมีข้อดีกว่าวงจรกรองความถี่ทั่วไปคือ สามารถทำได้หลายหน้าที่ เช่น วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน วงจรกรองความถี่สูงผ่าน และวงจรกรองความถี่แถบผ่านได้ในเวลาเดียวกัน [3-4] โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของวงจร ในทำนองเดียวกัน วงจรกำเนิดสัญญาณก็เป็นวงจรที่มีความสำคัญมากกับงานด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉพาะวงจรกำเนิดสัญญาณแบบควอเดรเตอร์เป็นวงจรที่สามารถ กำเนิดสัญญาณซายน์ที่ต่างเฟสกัน 90^{o} ซึ่งนิยมนำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง ในงานด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ดังที่กล่าวมา [5]

ในทศวรรษที่ผ่านมา ได้มีความพยายามที่จะลดไฟเลี้ยงในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องมาจากความต้องการจะนำมาใช้ในอุปกรณ์พกพา หรืออุปกรณ์ในระบบสื่อสารแบบไร้สาย ที่ต้องการใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน เทคนิคการออกแบบวงจรในโหมดกระแส (Current-mode) เป็นอีกทางหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการดังกล่าว เนื่องมาจากมีข้อดีหลายประการ คือ มีช่วงพิสัยพลวัติ และความเป็นเชิงเส้นดี มีช่วงปฏิบัติงานกว้าง และใช้พลังงานน้อยเมื่อเทียบกับวงจรที่ทำงานในโหมดแรงดัน [6-7] จากที่ผ่านมา ได้มีผู้นำเสนอวงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ และวงจรกำเนิดสัญญาณ แบบต่างๆ แต่โดยทั่วไปแล้ว ยังพบว่ายังมีข้อจำกัดอยู่ เช่น ใช้อุปกรณ์พาสซีฟจำนวนมาก อีกทั้งต้องการความสมพงษ์ (Match) ของอุปกรณ์ [8-9] บางวงจรยังใช้ตัวต้านทานต่อภายนอกและใช้ตัวเก็บประจุแบบลอย ซึ่งไม่เหมาะในการนำไปสร้างเป็นวงจรรวม [10] อีกทั้งทุกวงจรที่กล่าวมานั้นยังทำงานในฟังก์ชั่นเดียว คือ เป็นวงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ หรือ วงจรกำเนิดสัญญาณ เท่านั้น

เมื่อเร็วๆ นี้ ได้มีผู้นำเสนออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถทำงานได้ในโหมดกระแส ที่มีชื่อว่า “วงจรสายพานกระแสส่งผ่านความนำกระแสผ่าน” (Current through transconductance amplifier, CTTA) เหมาะจะนำไปออกแบบวงจรประมวลสัญญาณแอนะลอก [12] โดย CTTA สามารถทำงานได้ในโหมดกระแส โครงสร้างวงจรที่ออกแบบโดย CTTA ไม่ซับซ้อน แต่เนื่องจาก CTTA ไม่สามารถควบคุมความต้านทานแฝงที่ขั้วอินพุตได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้นเมื่อนำ CTTA ไปออกแบบวงจร จึงไม่สามารถควบคุมการทำงานด้านอินพุตด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ บางวงจรจะต้องใช้ตัวต้านทานจำนวนหลายตัว ซึ่งไม่เหมาะที่จะนำไปสร้างเป็นวงจรรวม ผู้วิจัยจึงสนใจนำเสนอ CTTA ที่สามารถควบคุมความต้านทานแฝงที่ขั้วอินพุต ด้วยกระแสไบแอส โดยให้มีชื่อเรียกใหม่ว่า “วงจรขยายความนำกระแสผ่านที่ควบคุมกระแสทางเข้า” (Current controlled-current through transconductance amplifier, CC-CTTA) เพื่อนำไปใช้ในการสังเคราะห์วงจรกรองความถี่และกำเนิดสัญญาณแบบควอเดรเตอร์

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอข่ายวงจรแอคทีฟในโหมดกระแสแบบใหม่ที่ใช้อุปกรณ์ CC-CTTA ในการสังเคราะห์วงจร วงจรที่นำเสนอสามารถประยุกต์เป็นได้ทั้งวงจรกรองความถี่แบบหลายหน้าที่ และวงจรกำเนิดสัญญาณแบบควอเดรเตอร์ ได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของวงจรแต่อย่างใด ลักษณะเด่นของข่ายวงจรแอคทีฟที่นำเสนอ

เป็นวงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ ที่ให้ผลตอบสนองต่อความถี่ คือ วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน วงจรกรองความถี่สูงผ่าน และวงจรกรองความถี่แถบผ่าน สามารถควบคุมค่าควอลิตี้แฟกเตอร์ได้อย่างอิสระจากค่าความถี่ตัด โดยการปรับกระแสไบแอสที่ CC-CTTA นอกจากนี้แล้ววงจรยังสามารถเป็นวงจรกำเนิดสัญญาณซายน์แบบควอเดรเตอร์ ได้โดยการกำหนดเงื่อนไขที่เหมาะสมให้กับวงจร อีกทั้งยังสามารถควบคุมความถี่ได้โดยเป็นอิสระจากเงื่อนไขในการกำเนิดสัญญาณ โดยใช้กระแสไบแอสที่ CC-CTTA เช่นเดียวกัน ผลการจำลองการทำงานของวงจรโดยใช้ PSpice พบว่าวงจรทำงานได้สอดคล้องกับที่คาดการณ์ไว้ตามทฤษฎี



ภาพที่ 1 CC-CTTA (ก) สัญลักษณ์ (ข) วงจรสมมูล

2. หลักการทำงานของวงจร

2.1 หลักการพื้นฐานของ CC-CTTA

เนื่องจากวงจรที่นำเสนอประกอบด้วยอุปกรณ์หลักคือ CC-CTTA หัวข้อนี้จึงขอกล่าวถึงหลักการทำงานของ CC-CTTA พอสังเขป ความสัมพันธ์ของกระแสและแรงดันของ CC-CTTA แสดงด้วยสมการในเชิงเมตริกซ์ได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} I_n \\ V_p \\ I_z \\ I_x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ R_i & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \mp g_m & 0 & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_p \\ V_n \\ V_x \\ V_Z \end{bmatrix} \quad (1)$$

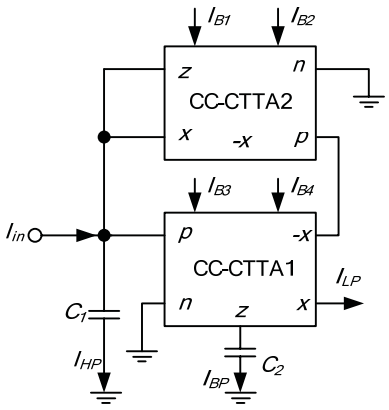
โดยที่

$$R_i = \frac{V_T}{2I_{Bi}} \quad (2)$$

และ

$$g_m = \frac{I_{Bx}}{2V_T} \quad (3)$$

เมื่อ R_i คือ ค่าของความต้านทานแฝงที่ขั้วทางเข้า g_m คือ ค่าของอัตราการขยายความนำและ V_T เป็นศักดาความร้อน ส่วนสัญลักษณ์ และวงจรสมมูลของ CC-CTTA แสดงดังภาพที่ 1 (ก) และ (ข) ตามลำดับ



ภาพที่ 2 วงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ที่นำเสนอ

2.2 ข่ายวงจรที่ทำหน้าที่เป็นวงจรกรองความถี่หลายหน้าที่

ภาพที่ 2 แสดงโครงข่ายของวงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ โดยใช้ CC-CTTA ต่อร่วมกัน โดยที่ I_{B1}, I_{B2}, I_{B3} และ I_{B4} เป็นกระแสไบแอสของ CC-CTTA ตัวที่ 1 และ 2 ตามลำดับ อาศัยลักษณะสมบัติของ CC-CTTA ในหัวข้อที่ผ่านมาจะได้ฟังก์ชั่นถ่ายโอนดังนี้

$$\frac{I_{HP}}{I_{in}} = \frac{s^2}{s^2 + \frac{(1-g_{m2}R_{i1})s}{C_1R_{i1}} + \frac{g_{m1}}{C_1C_2R_{i1}}} \quad (4)$$

$$\frac{I_{BP}}{I_{in}} = \frac{\frac{s}{C_1R_{i1}}}{s^2 + \frac{(1-g_{m2}R_{i1})s}{C_1R_{i1}} + \frac{g_{m1}}{C_1C_2R_{i1}}} \quad (5)$$

$$\frac{I_{LP}}{I_{in}} = \frac{\frac{g_{m1}}{C_1C_2R_{i1}}}{s^2 + \frac{(1-g_{m2}R_{i1})s}{C_1R_{i1}} + \frac{g_{m1}}{C_1C_2R_{i1}}} \quad (6)$$

พิจารณาฟังก์ชั่นถ่ายโอนจากสมการที่ (4)-(6) พบว่าสามารถหาค่าความถี่ตัด (ω_o) และค่าควอลิตี้แฟกเตอร์ (Q_o) ได้จาก

$$\omega_o = \sqrt{\frac{g_{m1}}{C_1C_2R_{i1}}} \quad (7)$$

และ

$$Q_o = \frac{R_{i1}C_1}{(1-g_{m2}R_{i1})}\sqrt{\frac{g_{m1}}{R_{i1}C_1C_2}} \quad (8)$$

เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ กำหนดให้ $C_1 = C_2 = C$ และ $I_{B1} = I_{B2} = I_B$ จากสมการที่ (2) และ (3) แทนค่าในสมการที่ (7) และ (8) สามารถเขียนใหม่ได้เป็น

$$\omega_o = \frac{I_B}{V_T C} \tag{9}$$

และ

$$Q_o = \frac{I_B}{4I_B - I_{B4}} \tag{10}$$

จากสมการที่ (9) และ (10) พบว่าสามารถควบคุมค่าควอลิตี้แฟกเตอร์ได้โดยเป็นอิสระจากค่าความถี่ตัดโดยสามารถควบคุมความถี่ตัด ได้โดยปรับกระแสไบแอส I_B ส่วนค่าควอลิตี้แฟกเตอร์ควบคุมได้จากกระแสไบแอส I_{B4} ซึ่งจากวงจรที่นำเสนอสามารถปรับค่าควอลิตี้แฟกเตอร์ ให้มีค่าสูงมากได้โดยการปรับกระแส I_{B4} ให้มีค่าเข้าใกล้ $4I_B$ แบนด์วิธของวงจรหาได้จาก

$$BW = \frac{\omega_o}{Q_o} = \frac{4I_B - I_{B4}}{2V_T C} \tag{11}$$

พิจารณาสมการที่ (11) พบว่าสามารถปรับแบนด์วิธอย่างเป็นเชิงเส้นผ่านทาง I_B

2.3 ข่ายวงจรที่ทำงานเป็นวงจรกำเนิดสัญญาณแบบควอเดรเตอร์

จากข่ายวงจรที่นำเสนอภาพที่ 2 ในกรณีที่ไม่ป้อนอินพุต แสดงดังภาพที่ 3 พิจารณาหาสมการคุณลักษณะของวงจรได้ดังนี้

$$s^2 + \frac{s(1 - g_{m2}R_{i1})}{C_1 R_{i1}} + \frac{g_{m1}}{C_1 C_2 R_{i1}} = 0 \tag{12}$$

จากสมการที่ (12) พบว่าวงจรสามารถกำเนิดสัญญาณได้เมื่อ

$$g_{m2} = \frac{1}{R_{i1}} \tag{13}$$

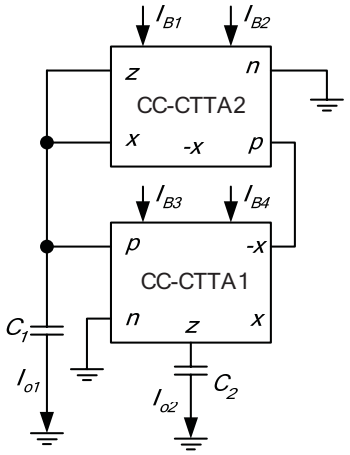
สมการที่ (13) เรียกว่าสมการเงื่อนไขในการกำเนิดสัญญาณเมื่อแทนค่าด้วยสมการ (2) และ (3) สามารถเขียนเงื่อนไขในการกำเนิดสัญญาณเป็นความสัมพันธ์ของ I_{B1} และ I_{B4} ได้จาก

$$4I_{B1} = I_{B4} \tag{14}$$

สมการที่ (12) เมื่อกำหนดให้ $C_1 = C_2 = C$ จะได้สมการความถี่ของวงจรกำเนิดสัญญาณ คือ

$$\omega_o = \frac{1}{V_T C}\sqrt{I_{B1} I_{B2}} \tag{15}$$

จากสมการที่ (14) และ (15) เมื่อให้ I_{B1} คงที่ พบว่าสามารถปรับเงื่อนไขในการกำเนิดสัญญาณเป็นอิสระจากสมการของความถี่ โดยปรับเงื่อนไขในการกำเนิดสัญญาณด้วยกระแสไบแอส I_{B4} และปรับความถี่ได้ด้วยกระแสไบแอส I_{B2}



ภาพที่ 3 วงจรกำเนิดสัญญาณแบบควอเดรเตอร์ที่นำเสนอ

2.4 การวิเคราะห์วงจรในกรณีไม่เป็นอุดมคติ

เนื่องจากข่ายวงจรที่นำเสนอเป็นวงจรกรองความถี่และวงจรกำเนิดสัญญาณในวงจรเดียวกัน ซึ่งจะมีลักษณะสมบัติของวงจรเหมือนกัน จึงขอนำเสนอการวิเคราะห์กรณีไม่เป็นอุดมคติเฉพาะในกรณีวงจรกรองความถี่เพียงกรณีเดียว

ในกรณีที่อุปกรณ์ CC-CTTA ที่ใช้ไม่เป็นอุดมคติสามารถวิเคราะห์จากความสัมพันธ์ของกระแสและแรงดันได้ คือ

$$I_z = \alpha I_p \tag{16}$$

$$I_x = \beta g_m V_z \tag{17}$$

และ

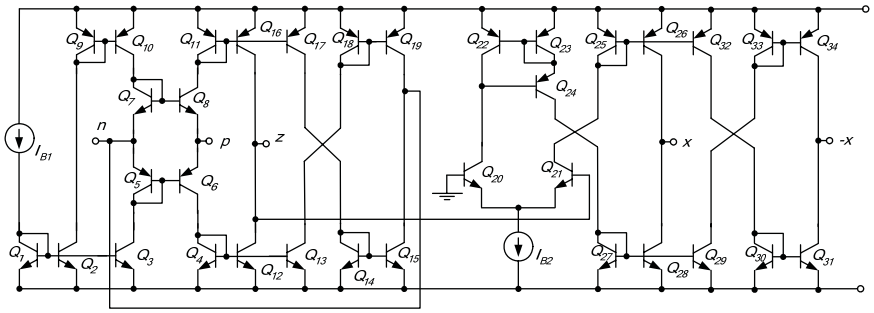
$$V_p = \gamma V_n + R_i I_p \tag{18}$$

เมื่อ α , β และ γ เป็นค่าที่เบี่ยงเบนไปจากหนึ่ง หรือเป็นความผิดพลาดในการส่งผ่านกระแสและแรงดันในตัวอุปกรณ์ CC-CTTA เมื่อพิจารณาค่าความผิดพลาดนี้แล้ว สมการความถี่ตัดและสมการของควอลิตี้แฟกเตอร์ เขียนใหม่ได้เป็น

$$\omega_o = \sqrt{\frac{\alpha_1\alpha_2\beta_1 g_{m1}}{C_1 C_2 R_{i1}}} \tag{18}$$

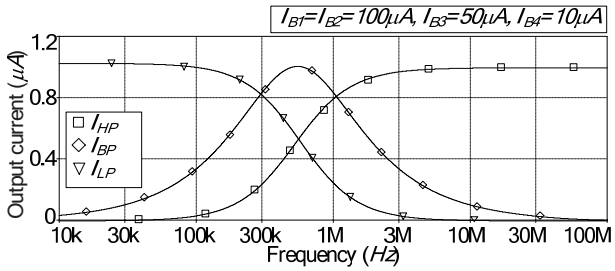
และ

$$Q_o = \sqrt{\frac{\alpha_1\alpha_2\beta_1 g_{m1}}{C_1 C_2 R_{i1}}}\,\frac{R_{i1}C_1}{(1 - \beta_2 g_{m2} R_{i1})} \tag{19}$$



ภาพที่ 4 โครงสร้างภายในของ CC-CTTA

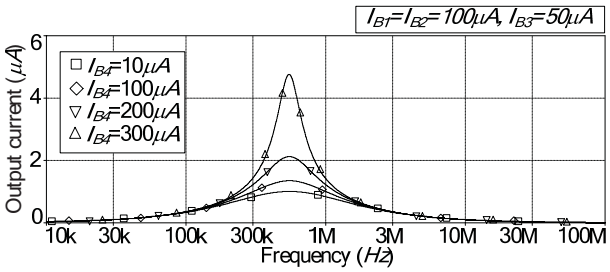
จะเห็นได้ว่าความไม่เป็นอุดมคติจะส่งผลต่อทั้ง ค่าของควอลิตี้แฟกเตอร์ และความถี่ที่กำเนิดได้ อย่างไรก็ตาม ค่าที่เปลี่ยนแปลงไปนี้สามารถปรับชดเชยได้ด้วยกระแสไบแอสของ CC-CTTA ในทางปฏิบัตินั้นพารามิเตอร์ α , β และ γ เป็นผลมาจากความจุและความต้านทานแฝงในตัว CC-CTTA ซึ่งจะมีผลต่อการทำงานของวงจรเมื่อความถี่และอุณหภูมิสูงขึ้น ดังนั้น เมื่อออกแบบวงจรรวม จะต้องทำให้ค่าเหล่านี้มีค่าเข้าใกล้หนึ่งมากที่สุด



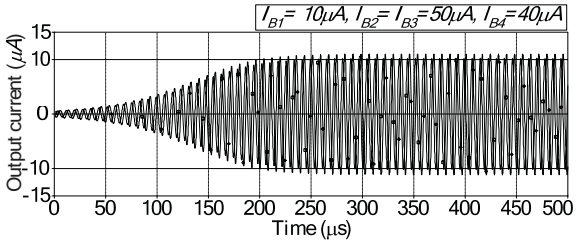
ภาพที่ 5 ผลตอบสนองทางขนาดฟังก์ชั่นต่างๆ ของวงจรกรองความถี่ที่นำเสนอ

3. ผลการจำลองการทำงาน

เพื่อเป็นการยืนยันสมรรถนะการทำงาน ของวงจรที่นำเสนอ จึงได้จำลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม PSPICE สำหรับทรานซิสเตอร์ PNP และ NPN ที่ใช้ในการจำลองการทำงานของวงจร ได้ใช้พารามิเตอร์เบอร์ PR200N และ NR200N ตามลำดับ ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์อาร์เรย์ ALA400 ของ AT&T [13] โดยกำหนดให้ CC-CTTA ทำงานที่แรงดัน $\pm$1V โครงสร้างภายในแสดงดังภาพที่ 4 สำหรับในสภาวะการทำงานเป็นวงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ กำหนดให้ $C_1 = C_2 = 1nF$, $I_{B1} = I_{B2} = 100\mu A$, $I_{B3} = 50\mu A$ และ $I_{B3} = 50\mu A$ ผลการจำลองการทำงานวงจรกรองความถี่ที่ฟังก์ชั่นต่างๆ ได้แก่ วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน วงจรกรองความถี่สูงผ่าน และวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน แสดงดังภาพที่ 5 ผลการจำลองการทำงานในการควบคุมค่าควอลิตี้แฟกเตอร์ของฟังก์ชั่นกรองแถบความถี่ผ่าน โดยการเปลี่ยนแปลง I_{B4} ที่ค่า $10\mu A$ $100\mu A$ $200\mu A$ และ $300\mu A$ แสดงดังภาพที่ 6



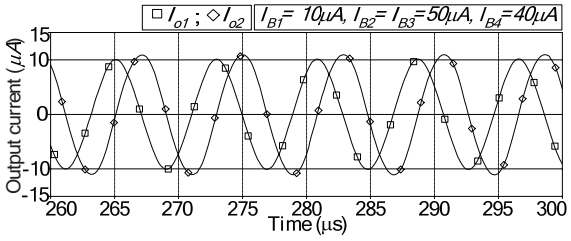
ภาพที่ 6 ผลตอบสนองทางขนาดของฟังก์ชั่นกรองแถบความถี่ผ่านเมื่อปรับกระแสไบแอส I_{B4}



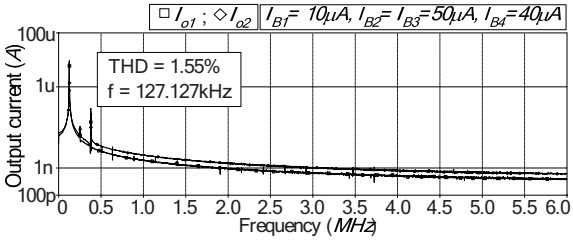
ภาพที่ 7 สัญญาณเอาต์พุตในสภาวะเริ่มต้นกำเนิดสัญญาณ

ผลการจำลองการทำงานเป็นวงจรกำเนิดสัญญาณโดยการปรับเงื่อนไขกำเนิดสัญญาณให้กระแสไบแอส $I_{B1} = 10\mu A$ และ $I_{B4} = 40\mu A$ กำหนดให้ $I_{B2} = I_{B3} = 50\mu A$ ทำให้วงจรกำเนิดสัญญาณที่ความถี่ $127.127kHz$ สัญญาณเอาต์พุตในสภาวะเริ่มต้นแสดงดังภาพที่ 7 ส่วนภาพที่ 8 แสดงสัญญาณเอาต์พุตในสภาวะอยู่ตัว พบว่ากระแสเอาต์พุตทั้งสองของวงจรเป็นรูปคลื่นซายน์แบบควอเดรเจอร์ และมีความต่างเฟส 90° ภาพที่ 9 แสดงสเปกตรัมของสัญญาณเอาต์พุตที่ความถี่

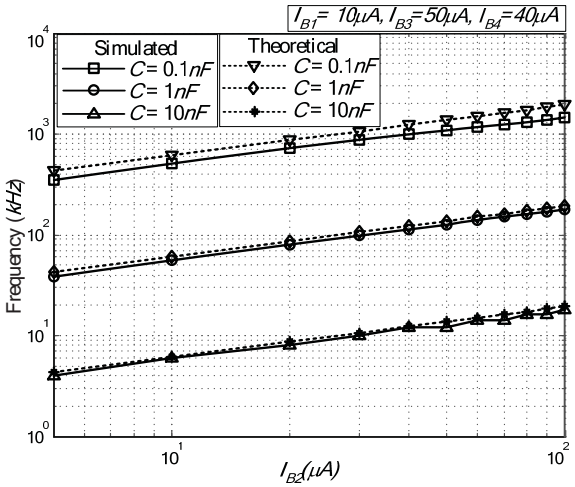
127.127*kHz* พบว่ามีค่าความผิดเพี้ยนทางฮาร์มอนิกส์รวม (THD) เท่ากับ 1.55% และมีอัตราการดึงกำลังไฟฟ้า 1.02*mW* นอกจากนี้แล้ว ได้ทำการปรับค่ากระแสไบแอส I_{B2} เมื่อให้ C มีค่า $0.1nF$, $1nF$ และ $10nF$ ตามลำดับ ซึ่งได้ผลดังภาพที่ 10 สังเกตได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับสมการที่ (15)



ภาพที่ 8 สัญญาณเอาต์พุตในสภาวะอยู่ตัวที่ความถี่ 127.127 kHz



ภาพที่ 9 สเปกตรัมของสัญญาณที่ความถี่ 127.127 kHz



ภาพที่ 10 ความถี่ของการกำเนิดสัญญาณเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าตัวเก็บประจุและกระแสไบแอส I_{B2}

4. สรุป

บทความนี้ได้นำเสนอ ข่ายวงจรในโหมดกระแสแบบใหม่ที่สามารถให้ฟังก์ชั่นได้หลายหน้าที่ คือ เป็นวงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ และวงจรกำเนิดสัญญาณชนิดควอเดรเตอร์ ลักษณะเด่นของวงจรที่นำเสนอ คือ สามารถควบคุมค่าควอลิตี้แฟกเตอร์ได้อย่างเป็นอิสระจากค่าความถี่ตัดโดยใช้กระแสไบแอสให้กับ CC-CTTA นอกจากนี้แล้ว ข่ายวงจรยังสามารถควบคุมเงื่อนไขในการกำเนิดสัญญาณและควบคุมความถี่ได้อย่างเป็นอิสระต่อกันด้วยการปรับกระแสไบแอสให้กับ CC-CTTA ผลการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม PSPICE พบว่าวงจรทำงานได้สอดคล้องกับทฤษฎีที่คาดการณ์ไว้วงจรมีอัตราใช้จ่ายกำลังงาน 1.02mW เมื่อใช้แหล่งจ่ายพลังงาน $\pm 1\ V$ ในขณะที่กำเนิดสัญญาณซายน์ที่ความถี่ 127.127kHz มีความผิดเพี้ยนทางฮาร์มอนิกส์ 1.55% โครงสร้างของวงจรไม่ซับซ้อนใช้ตัวเก็บประจุต่อลงกราวนด์ จึงเหมาะแก่การนำไปพัฒนาเป็นวงจรรวม เพื่อนำไปใช้กับระบบสื่อสารแบบไร้สายที่ต้องการใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน

5. เอกสารอ้างอิง

[1] A.S. Sedra and K.C. Smith, *Microelectronic circuits*, 3rd ed., Florida: Holt, Rinehart and Winston, 1991.
[2] M.A. Ibrahim, S. Minaei and H.A. Kuntman, "A 22.5 MHz current-mode KHN-biquad using differential voltage current conveyor and ground passive elements," *Int. J. Electron. Commun. (AEU)*, vol 59, pp. 311-318, 2005.
[3] C. Chang and S. Pai, "Universal current-mode OTA-C biquad with the minimum components," *IEEE Trans. Circuits and Syst.*, vol. 47, pp. 1235 -1238, 2000.
[4] C. Chang, B.M. Al-Hashimi, and J.N. Ross, "Universal active filter biquad structure," *IEE Proc, (Part G)*, vol. 151, pp. 273-277, 2002.
[5] I.A. Khan and S. Khawaja, "An integrable gm-C quadrature oscillator," *Int. J. Electronics*, vol. 87, pp. 1353-1357, 2000.
[6] C. Toumazou, F. J. Lidgey, and D. G. Haigh, *Analogue IC design: the current-mode approach*, London: Peter Peregrinus, 1990.
[7] C.S. Hilas and T.N. Laopoulos, "Circuit design: a study on voltage-mode to current-mode conversion technique," *Proceedings of MELECON' 96*, Bari, Italy, pp. 1309-1312, 1996.
[8] C. Toumazou and F.J. Lidgey, "Universal active filter using current conveyors," *Electron. Lett*. vol. 22, pp. 662-664, 1986.
[9] M.T. Ahmed, I.A. Khan and N. Minhaj, "On transconductance C quadrature oscillators. *Int. J. Electronics,* vol. 83, pp. 201–207, 1997.
[10] M. Sagbas and K. Fidanboylu, "Electronically tunable current-mode second-order universal filter using minimum elements," *Electron. Lett.*, vol. 40, pp. 2-4, 2004.
[11] P. Silapan, T. Srisakul, W. Jaikla and M. Siripruchyanun, "CCCDTA-based filtillator (filter and oscillator)," *30th Electrical Engineering Conference*, pp. 897-900, 2007.
[12] D. Biolek and V. Biolkova, "CTTA Current-mode filters based on current dividers," *11th Electronic Devices and Systems Conference*, pp. 2-7, 2004.
[13] D.R. Frey, "Log-domain filtering: an approach to current-mode filtering," *IEE Proceedings of Circuit Devices Systems,* vol. 140, pp. 406-416, 1993.

CCCCTA based- High-output Current-mode Universal Filter

Prungsak Uttaphut[1], Winai Jaikla[2], Montree Siripruchyanun[3]

[1]Department of Electrical Technology, Faculty of Industrial Technology,
Suan Sunandha Rajabhat University
[2]Department of Electronic Technology, Faculty of Industrial Technology,
Suan Sunandha Rajabhat University
[3]Department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education,
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Email: prongsaku@hotmail.com, winai.ja@ssru.ac.th, mts@kmutnb.ac.th

Abstract

This article presents a current-mode universal biquadratic filter performing completely standard functions: low-pass, high-pass, band-pass, band-reject and all-pass functions, based on current controlled current conveyor transconductance amplifiers (CCCCTAs). The features of the circuit are that: the pole frequency can be electronically/independently tuned from the quality factor via the corresponding input bias currents. The circuit topology is very simple, consisting of merely 2 CCCCTAs and 2 grounded capacitors. Without any external resistors and using only grounded elements, the proposed circuit is very comfortable to further develop into an integrated circuit. The PSpice simulation results are shown. The given results agree well with the theoretical anticipation.

Keywords: CCCCTA, current-mode, filter.

1. Introduction

Presently, analog filters are important blocks, widely employed in continuous-time signal processing. They can be found in many fields such as communication, measurement and instrumentation, and control systems [1-2]. Universal biquadratic filter belongs to most popular analog filters, providing several functions simultaneously without modifying the circuit topology. Nowadays, the current-mode universal filter becomes more popular than the voltage-mode one. Throughout the last two decade, great effort has been spent on reducing the supply voltage. This is due to the demand for portable and battery-powered equipments. Since a low-voltage operating circuits become necessary, the current-mode technique is a good alternative for such purposes. Actually, a circuit utilizing the current-mode technique can offer more advantages, for example, larger dynamic range, higher bandwidth, greater linearity, simpler circuitry and lower power consumption [3-4].

A reported 5-terminals active element, namely current conveyor transconductance amplifier (CCTA) [5] has been proposed in 2005, it seems to be a versatile component in the realization of a class of analog signal processing circuits, especially analog frequency filters. It can be also function in both voltage-mode and current-mode signal processing systems. In addition, its output current gain can also be adjusted. However, the CCTA cannot be controlled by the parasitic resistances at current input port. Recently, Jaikla and Siripruchyanun have proposed the modified-version CCTA, whose parasitic resistances at two current input ports can be controlled by an input bias current. It is newly named current controlled current conveyor transconductance amplifier (CCCCTA) [6]. It seems to be a useful building block, since many circuits and systems can be implemented by employing only single CCCCTA. From literature reviews, most of proposed current-mode universal filters need to employ a bulk number of passive and active components, requiring the modifications of circuit topology in order to achieve several functions

[7-11]. Some of them employ a number of floating capacitors [12-13], which is not appropriate for implementation as a monolithic chip. Furthermore, most of presented circuits provide only low-pass, high-pass and band-pass transfer functions [14-16].

The aim of this paper is to propose a current-mode universal biquadratic filter, emphasizing the use of CCCCTAs. The features of the proposed circuit are as follows: Providing all standard transfer functions, which are low-pass, high-pass, band-pass, band-reject and all-pass. The circuit configuration is very simple, employing only grounded capacitors as passive components, thus it is suitable for fabricating in monolithic chip. The quality factor and pole frequency can be electronically adjusted. The features of the proposed circuits are illustrated by PSPICE simulations, showing good agreement with the theoretical assumptions.

2. Principle of operation

2.1 Current controlled current conveyor transconductance amplifier (CCCCTA)

Since the proposed circuit is based on CCCCTA, a brief review of CCCCTA is given in this section. Generally, CCCCTA properties are similar to the conventional CCTA, except that input voltages of CCCCTA are not zero and the CCCCTA has finite input resistance R_x at the x input terminal. This parasitic resistance are can be controlled by the bias current I_{B1} as shown in the following equation [6]

$$\begin{bmatrix} I_y \\ V_x \\ I_z \\ I_o \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ R_x & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \pm g_m & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_x \\ V_y \\ V_z \\ V_o \end{bmatrix}. \quad (1)$$

For a BJT CCCCTA, the Rx and gm can be expressed to be

$$R_x = \frac{V_T}{2I_{B1}} \quad (2)$$

and

$$g_m = \frac{I_{B1}}{2V_T} \quad (3)$$

where IB and VT are the bias current and the thermal voltage, respectively.

Generally, CCCCTA can contain an arbitrary number of o terminals, providing currents Io of both directions. In the same way, the number of z terminals can be arbitrarily included by using the internal current mirror to provide a copy of the current flowing out of the z terminal to the another z terminals (called zc terminal). As an example, the symbol and the equivalent circuit of the CCCCTA with a pair of o+ , o-, z, and zc terminals are illustrated in Fig. 1(a) and (b), respectively.

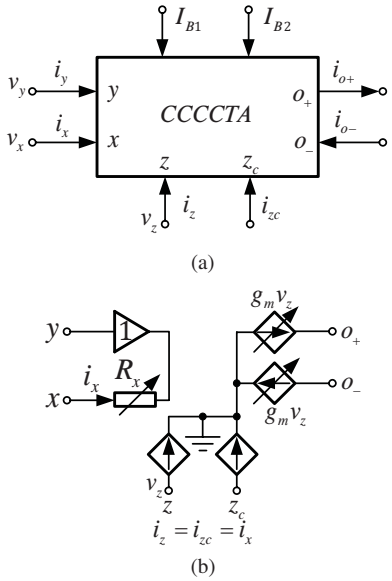


Figure 1. CCCCTA (a) symbol (b) equivalent circuit

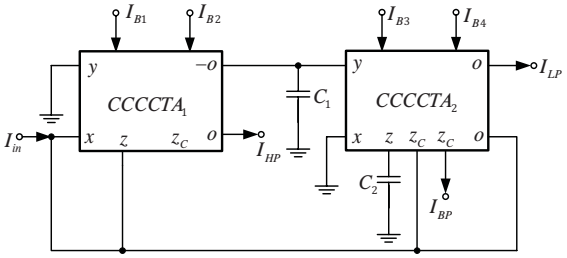


Figure 2. Proposed current-mode universal filter

2.2 Proposed current-mode universal filter

Fig. 2 shows the proposed current-mode universal filter, where I_{B1}, I_{B2}, I_{B3} and I_{B4} are the bias currents of CCCCTA$_1$ and CCCCTA$_2$, respectively. Utilizing the properties of CCCCTA in Sections 2.1, straightforward analysis of the circuit in Fig. 2 yields the following transfer functions:

$$\frac{I_{HP}}{I_{in}} = \frac{Ks^2}{s^2 + s\frac{K}{R_{x2}C_1} + \frac{Kg_{m2}}{C_1C_2R_{x2}}}, \quad (4)$$

$$\frac{I_{BP}}{I_{in}} = \frac{s\frac{K}{R_{x2}C_1}}{s^2 + s\frac{K}{R_{x2}C_1} + \frac{Kg_{m2}}{C_1C_2R_{x2}}}, \quad (5)$$

$$\frac{I_{LP}}{I_{in}} = \frac{\frac{Kg_{m2}}{C_1C_2R_x}}{s^2 + s\frac{K}{R_{x2}C_1} + \frac{Kg_{m2}}{C_1C_2R_{x2}}}, \quad (6)$$

where $K = \frac{g_{m1}R_{x1}}{2}$ Moreover, the band-stop and the all-pass functions can be obtained, combining the currents IBS=IHP+ILP and IAP=IBS-IBP, respectively, where

$$\frac{I_{BS}}{I_{in}} = \frac{K\left(s^2 + \frac{g_{m2}}{C_1C_2R_{x2}}\right)}{s^2 + s\frac{K}{R_{x2}C_1} + \frac{Kg_{m2}}{C_1C_2R_{x2}}}, \quad (7)$$

$$\frac{I_{AP}}{I_{in}} = \frac{K\left(s^2 - s\frac{1}{R_{x2}C_1} + \frac{g_{m2}}{C_1C_2R_{x2}}\right)}{s^2 + s\frac{K}{R_{x2}C_1} + \frac{Kg_{m2}}{C_1C_2R_{x2}}}. \quad (8)$$

The pole frequency (ω_0) and the quality factor (Q_0) are respectively given by the formulae

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{Kg_{m2}}{C_1C_2R_{x2}}}, \quad (9)$$

$$Q_0 = \sqrt{\frac{C_1R_{x2}g_{m2}}{C_2K}}. \quad (10)$$

If $R_{xi} = V_T/2I_{Bi}$ and $g_{mi} = I_{Bi}/2V_T$, Eqs. (9) and (10) is modified to the form

$$\omega_0 = \frac{1}{V_T}\sqrt{\frac{I_{B2}I_{B3}I_{B4}}{8C_1C_2I_{B1}}}, \quad (11)$$

$$Q_0 = \sqrt{\frac{4C_1I_{B1}I_{B4}}{C_2I_{B2}I_{B3}}}. \quad (12)$$

As obvious from Eqs. (11) and (12), the pole frequency can be electronically adjusted by bias currents. The filter bandwidth (BW) can be expressed as follows:

$$BW = \frac{\omega_0}{Q_0} = \frac{I_{B2}I_{B3}}{4V_TC_1I_{B1}}. \quad (13)$$

Furthermore, it can be remarked that if $I_{B3}=I_{B4}=I_B$. The pole frequency and quality factor can be expressed as

$$\omega_0 = \frac{I_B}{V_T}\sqrt{\frac{I_{B2}}{8C_1C_2I_{B1}}}, \quad (14)$$

$$Q_0 = \sqrt{\frac{4C_1I_{B1}}{C_2I_{B2}}}, \quad (15)$$

From Eqs. (14) and (15), it should be remarked that the pole frequency can be electronically adjusted by I_B without disturbing the quality factor. Moreover, from Eqs. (11) and (12), if $I_{B1}=I_{B4}=I_{BQ}$. The pole frequency and quality factor can be expressed as

$$\omega_0 = \frac{1}{V_T}\sqrt{\frac{I_{B2}I_{B3}}{8C_1C_2}}, \quad (16)$$

$$Q_0 = I_{BQ}\sqrt{\frac{4C_1}{C_2I_{B2}I_{B3}}}. \quad (17)$$

From Eqs. (16) and (17), it should be remarked that the quality factor can be electronically adjusted by I_{BQ} without disturbing the pole frequency.

2.3 Circuit Sensitivities

From Eqs. (11)-(13), the sensitivities of the proposed circuit can be found as

$$S^{\omega_0}_{I_{B2},I_{B3},I_{B4}} = \frac{1}{2};\ S^{\omega_0}_{C_1,C_2,I_{B1}} = -\frac{1}{2};\ S^{\omega_0}_{V_T} = -1. \quad (18)$$

$$S^{Q_0}_{C_1,I_{B1},I_{B4}} = \frac{1}{2};\ S^{Q_0}_{C_2,I_{B2}I_{B3}} = -\frac{1}{2};. \quad (19)$$

$$S^{BW}_{I_{B2},I_{B3}} = 1;\ S^{BW}_{V_T,C_1,I_{B1}} = -1. \quad (20)$$

Therefore, all the active and passive sensitivities are equal or less than unity in magnitude and the circuit exhibits a satisfactory sensitivity performance.

3. Simulation results

To prove the performances of the proposed circuit, a PSPICE simulation was performed for examination. The PNP and NPN transistors employed in the proposed circuit were simulated by using the parameters of the PR200N and NR200N bipolar transistors of ALA400 transistor array from AT&T [17] with the parameters summarized in Table 1. Fig. 3 shows the respective circuit topologies of the CCCCTA used in the simulations. The circuits were biased with ±2.5V supply voltages, $C_1=C_2=1nF$, $I_{B1}=60\mu A$, $I_{B2}=480\mu A$, $I_{B3}=50\mu A$ and $I_{B4}=200\mu A$ yielding the pole frequency of *566kHz*, whereas the theoretical value from Eq. (11) is *612kHz* (deviated by 7.51%). This deviation comes from the parasitic elements in active devices employed in the

circuit. Fig. 4 shows the simulated gain frequency responses of the proposed universal filter from Fig. 3. It clearly shows that this circuit can provide simultaneously low-pass, high-pass and band-pass transfer functions without modifying the circuit topology.

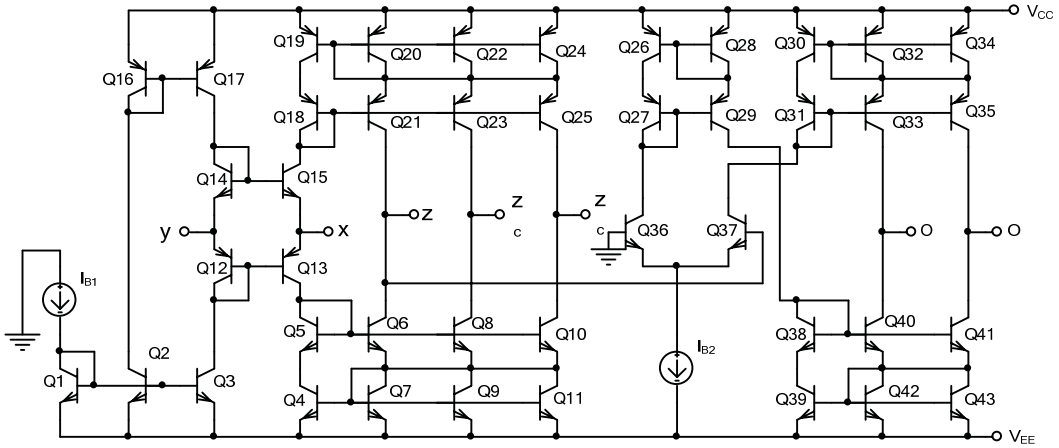


Figure 3. A possible implementation of CCCCTA used in the simulations

Table 1. Parameters of the transistors.

```
.model PX PNP
+RB=327 IRB=0 RBM=24.55 RC=50 RE=3
+IS=73.5E-18 EG=1.206 XTI=1.7 XTB=1.866 BF=110
+IKF=2.359E-3 NF=1 VAF=51.8 ISE=25.1E-16 NE=1.650
+BR=0.4745 IKR=6.478E-3 NR=1 VAR=9.96 ISC=0 NC=2
+TF=0.610E-9 TR=0.610E-8 CJE=0.180E-12 VJE=0.5
+MJE=0.28 CJC=0.164E-12 VJC=0.8 MJC=0.4 XCJC=0.037
+CJS=1.03E-12 VJS=0.55 MJS=0.35 FC=0.5
.model NX NPN
+RB=524.6 IRB=0 RBM=25 RC=50 RE=1
+IS=121E-18 EG=1.206 XTI=2 XTB=1.538 BF=137.5
+IKF=6.974E-3 NF=1 VAF=159.4 ISE=36E-16 NE=1.713
+BR=0.7258 IKR=2.198E-3 NR=1 VAR=10.73 ISC=0 NC=2
+TF=0.425E-9 TR=0.425E-8 CJE=0.214E-12 VJE=0.5
+MJE=0.28 CJC=0.983E-13 VJC=0.5 MJC=0.3 XCJC=0.034
+CJS=0.913E-12 VJS=0.64 MJS=0.4 FC=0.5
```

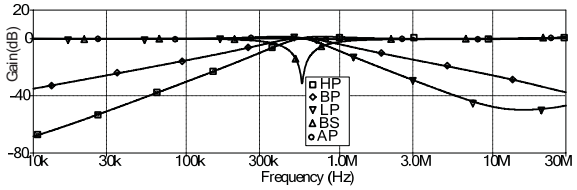


Figure 4. Gain responses of proposed circuit

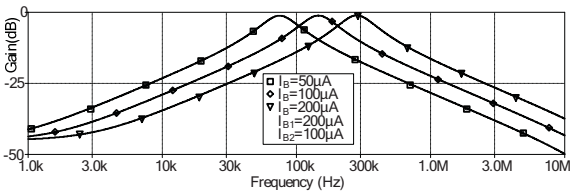


Figure 5. Band-pass responses for different values of I_B.

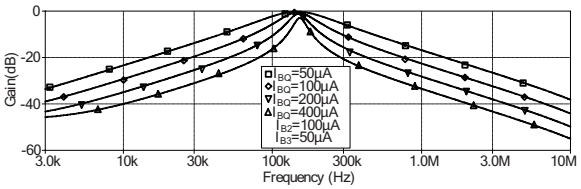


Figure 6. Band-pass responses for different values of I_{BQ}.

Fig. 5 shows the gain responses of the band-pass function while setting I_B to *50μA*, *100μA*, and *200μA*, respectively. This result shows that the pole frequency can be adjusted without affecting the quality factor, as described in Eqs. (14) and (15). Fig. 6 shows the gain responses of the band-pass function while setting I_{BQ} to *50μA*, *100μA*, *200μA* and *400μA*, respectively. This result shows that the quality factor can be adjusted without affecting the pole frequency, as described in Eqs. (16) and (17). The transient responses of the proposed filter from band-pass and band-reject functions for center frequency of 566kHz can be seen in Fig. 7. The total harmonic distortion (THD) is 0.572%.

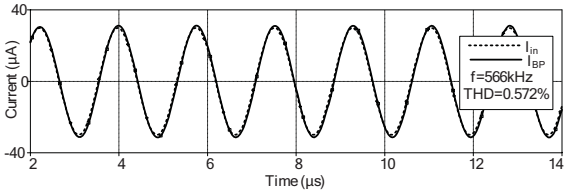


Figure 7. Transient responses at center frequency of 566kHz of the proposed filter for Band-pass.

4. Conclusions

The current-mode universal biquadratic filter based on CCCCTAs has been presented. The advantages of the proposed circuit are as follows: A complete set of standard transfer functions can be obtained from the unique circuit configuration. The pole frequency can be tuned electronically via bias currents independently from the quality factor, which can be easily modified by using a microcontroller [3]. The circuit configuration contains only 2 CCCCTA and 2 grounded capacitors, which is attractive for IC implementation. With the above features, it is very suitable to implement the proposed circuit as a monolithic chip for use in battery-powered, portable electronic equipments such as wireless communication system devices.

5. References

[1] A.S. Sedra and K.C. Smith, Microelectronic circuits, 3rd ed., Florida: Holt, Rinehart and Winston, 1991.
[2] M.A. Ibrahim, S. Minaei and H.A. Kuntman, "A 22.5 MHz current-mode KHN-biquad using differential voltage current conveyor and ground passive elements," International Journal of electronics and Communications (AEU), vol 59, pp. 311-318, 2005.
[3] C. Toumazou, F. J. Lidgey, and D. G. Haigh, Analogue IC design: the current-mode approach, London: Peter Peregrinus, 1990.
[4] D.R. Bhaskar, V.K. Sharma, M. Monis and S.M.I. Rizvi, "New current-mode universal biquad filter," Microelectronics Journal, vol. 30 pp. 837-839, 1999.
[5] R. Prokop, V. Musil, "New modern circuit block CCTA and some its applications," The Fourteenth International Scientific and Applied Science Conference Electronics ET'2005, pp. 93-98, 2005.
[6] M. Siripruchyanun, W. Jaikla, "Current controlled current conveyor transconductance amplifier (CC-CCTA): a building block for analog signal processing," The Proceedings of the ISCIT2007, pp. 209-212, 2007.
[7] N.A. Shah and M.A. Malik, "Voltage/current-mode universal filter using FTFN and CFA," Analog Integrated Circuits and Signal Processing, vol. 45, pp. 197-203, 2005.
[8] C.M. Chang, T.S. Liao, T.Y. Yu, E.S. Lin, C.H. Teng and C.L. Hou, "Novel universal current-mode filters using unity-gain cells," International Journal of Electronics, vol. 86, pp. 929-932, 2001.
[9] H.Y. Wang and C.T. Lee, "Versatile insensitive current-mode universal biquad implementation using current conveyors," IEEE Transaction on Circuits and Systems II, vol. 48, pp. 409-413, 2005.
[10] R.K. Sharma, and R. Senani, "Universal current-mode biquad using a single CFOA," International Journal of Electronics, vol. 91, pp. 175-183, 2004.
[11] S.H. Tu, C.M. Chang and K.P. Liao "Novel versatile insensitive universal current-mode biquad employing two second-generation current conveyors," International Journal of Electronics, vol. 89, pp. 897-903, 2002.
[12] N.A. Shah and M.A. Malink, "High impedance voltage and current-mode multifunction filters," International Journal of Electronics and Communication (AEU), vol. 59, pp. 262-266, 2005.
[13] M. Sagbas and K. Fidanboylu, "Electronically tunable current-mode second-order universal filter using minimum elements," Electronics Letters, vol. 40, pp. 2-4, 2004.
[14] N. Pandey, S.K. Paul, A. Bhattacharyya and S.B. Jain, "A novel current controlled current mode universal filter: SITO approach," IEICE Electronics Express, vol. 2, pp. 451-457, 2005.
[15] R. Senani, V.K. Singh, A.K. Singh and D.R. Bhaskar, "Novel electronically controllable current-mode universal biquad filter," IEICE Electronics Express, vol. 1, pp. 410-415, 2004.
[16] S. Mangkalakeeree, D. Duangmalai and M. Siripruchyanun, "Current-mode KHN filter using single CC-CCTA," The Seventh PSU Engineering Conference, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkla, pp. 306-309, 2009.
[17] D.R. Frey, "Log-domain filtering: an approach to current-mode filtering," IEE Proceedings of Circuit Devices Systems, vol. 140, pp. 406-416, 1993.

การสังเคราะห์ตัวควบคุมแบบสัดส่วนร่วมกับปริพันธ์และอนุพันธ์ (PID) ในโหมดกระแส โดยใช้วงจรสายพานกระแสควบคุมด้วยกระแส

A Synthesis of Current-mode PID Controllers Using CCCIIs

สมชาย ศรีสกุลเตียว[1] มนตรี ศิริปรัชญานันท์[2]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสาน นครราชสีมา
somchaikorat2008@hotmail.com
[2]ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ
mts@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการสังเคราะห์ตัวควบคุมแบบสัดส่วนร่วมกับปริพันธ์ (Proportional-Integral: PI) แบบสัดส่วนร่วมกับอนุพันธ์ (Proportional-Derivative: PD) และแบบสัดส่วนร่วมกับปริพันธ์ และอนุพันธ์ (Proportional-Integral- Derivative: PID) ที่ทำงานในโหมดกระแส โดยใช้วงจรสายพานกระแสควบคุมด้วยกระแส (Second generation current controlled current conveyors: CCCII) ที่มีลักษณะเด่น คือสามารถควบคุมพารามิเตอร์ได้อย่างอิสระด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยการปรับกระแสไบแอสในส่วนแต่ละส่วนของตัวควบคุม มีรายละเอียดของวงจรไม่ซับซ้อน ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองด้วย PSpice สอดคล้องกับทางทฤษฎีที่คาดการณ์ไว้ วงจรที่นำเสนอนี้เหมาะที่จะนำไปเป็นวงจรรวม มีอัตราการสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าของการควบคุมของตัวควบคุม PID คือ 0.998 มิลลิวัตต์ ที่แหล่งจ่าย 1.5 โวลต์

คำสำคัญ โหมดกระแส PI PD PID CCCII

Abstract

This paper presents a synthesis of current-mode proportional-integral (PI), proportional-derivative (PD) and proportional-integral-derivative (PID) controllers employing second generation current-controlled current conveyors (CCCIIs). The features of these controllers are that: the output parameters can be electronically/independently controlled by each bias current of controllers: circuit description of controller is simply formulated. The given results of the PSpice simulation agree well with the theoretical anticipation. Thus the proposed circuit is very suitable to develop into an integrated circuit. The maximum power consumption of the PID controller is approximately 0.998mW at ±1.5V supply voltages.

Keywords: Current-mode, PI, PD, PID, CCCII.

1. บทนำ

ตัวควบคุม PID เป็นระบบควบคุมที่นิยมใช้ในกระบวนการควบคุมในอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสะดวกในการออกแบบ ง่ายในการปรับแต่งคุณลักษณะเฉพาะในแต่ละส่วนของตัวควบคุม และราคาประหยัด [1] ตัวควบคุม PID ประกอบด้วยเทอมทั้งสาม คือ ตัวควบคุม P ตัวควบคุม I และตัวควบคุม D ซึ่งเป็นตัวควบคุมที่ต้องการปรับแต่งพารามิเตอร์ในแต่ละส่วนให้เหมาะสม ตัวควบคุม PID กับการปรับแต่งคุณลักษณะภายในแต่ละส่วนการควบคุม ทำให้เกิดประสิทธิภาพได้อย่างเหมาะสมในการควบคุมอัตโนมัติ การปรับแต่งตัวควบคุม P เป็นการปรับความเร็วของการตอบสนองของระบบ การปรับแต่งตัวควบคุม I เป็นการปรับแต่งค่าผิดพลาดให้ลดลง เท่าที่จะทำได้ในสภาวะคงตัว และการปรับแต่งตัวควบคุม D เป็นการปรับผลตอบสนองชั่วครู่ให้ดีขึ้น ตัวควบคุม PID จึงเป็นที่ยอมรับและใช้กันอย่างกว้างขวางในระบบควบคุมงานอุตสาหกรรม

ตัวควบคุม PID ที่ออกแบบโดยใช้ออปแอมป์ จะต้องใช้อุปกรณ์พาสซีฟที่ต่อลอยถึงสิบตัว และออปแอมป์อีกสี่ตัว [2] ในขณะเดียวกันตัวควบคุม PID ที่ออกแบบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใหม่ๆ เช่น วงจรสายพานกระแส ได้ผลลัพธ์ดีดังเช่น มีความเป็นเชิงเส้นสูง แบนด์วิดธ์กว้าง วิสัยพลวัตสูง ใช้อุปกรณ์น้อย อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานต่ำ และสะดวกในการออกแบบ [3,4] หากวงจรใช้อุปกรณ์พาสซีฟต่อลงกราวนด์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวเก็บประจุต่อลงกราวนด์ และไม่ต้องใช้อุปกรณ์พาสซีฟอื่นใดๆ จะส่งผลให้วงจรนั้นก็เหมาะที่จะนำไปทำเป็นวงจรรวม

นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้ว มีอุปกรณ์แอคทีฟที่นำมาสังเคราะห์เป็นตัวควบคุม PID หลากหลาย เช่น OTA [5], CCII [6] หรือ CDBA [7] เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ตัวควบคุมที่ใช้อุปกรณ์เหล่านี้ ยังมีจุดด้อยอยู่บางประการคือ

- ใช้อุปกรณ์แอคทีฟ และพาสซีฟมาก [2,5,6,7]
- ไม่สามารถปรับแต่งได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ [2,5,6,7]
- ปรับแต่งพารามิเตอร์ในแต่ละส่วนตัวควบคุมได้ไม่เป็นอิสระต่อกัน [2,5,6,7]

บทความนี้นำเสนอตัวควบคุม PID ด้วย CCCII ในโหมดกระแส โดยอาศัยโครงสร้างภายในของอุปกรณ์ที่สามารถปรับค่าความต้านทานแฝงที่ขา X ได้ ในตัวควบคุมที่ออกแบบนี้มีลักษณะเด่นของตัวควบคุมที่นำเสนอ คือ

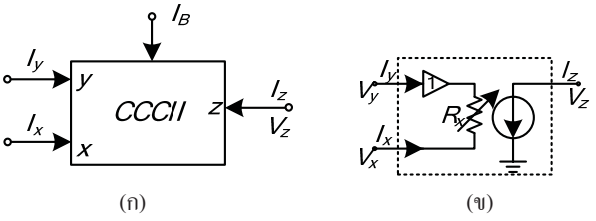
- มีโครงสร้างที่ง่ายไม่ซับซ้อน และใช้อุปกรณ์ทั้งแอคทีฟและพาสซีฟน้อย
- สามารถปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์
- เป็นอิสระในการปรับแต่งค่าพารามิเตอร์
- มีอัตราการสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าน้อย
- ใช้ตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุต่อลงกราวนด์ จึงเหมาะกับการทำเป็นวงจรรวม

2. หลักการของวงจร

2.1 วงจรสายพานกระแสควบคุมด้วยกระแส

วงจรสายพานกระแสควบคุมด้วยกระแส (Second Generation Current Controlled Current Conveyor: CCCII) เป็นอุปกรณ์แอคทีฟหนึ่ง ที่นิยมประยุกต์ใช้ด้านวงจรอนาลอกมากมาย มีความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและกระแสดังสมการที่ (1)

$$\begin{bmatrix} i_y \\ v_x \\ i_Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & R_x & 0 \\ 0 & \pm 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_y \\ i_x \\ v_Z \end{bmatrix} \quad (1)$$



ภาพที่ 1 วงจรสายพานกระแสควบคุมด้วยกระแส CCCII
(ก) สัญลักษณ์, (ข) วงจรสมมูลภายใน

ภาพที่ 1(ก) และ (ข) แสดงสัญลักษณ์ และวงจรสมมูลภายในของ CCCII ตามลำดับ ซึ่งสามารถสร้างได้จากวงจรทรานสลิเนียร์ และวงจรสะท้อนกระแส [8] จากลักษณะสมบัติของ CCCII ทั่วไปจะมีลักษณะคล้ายกับ CCII (Second-

generation current conveyor) แต่ CCCII จะมีค่าความต้านทานที่ขั้ว X (R_X) มีค่าจำกัดสามารถควบคุมค่า R_X ด้วยกระแสไบแอส I_B ดังแสดงตามสมการที่ (2)

$$R_x = \frac{V_T}{2I_B} \qquad (2)$$

เมื่อ I_B คือกระแสไบแอส และ V_T คือ ศักดาความร้อน (ที่อุณหภูมิห้อง 27°C มีค่า 26mV)

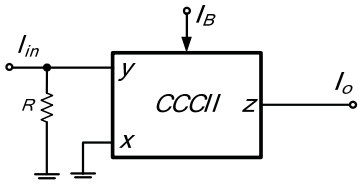
2.2 การสังเคราะห์ตัวควบคุม โดยใช้ CCCII

2.2.1 ตัวควบคุมแบบสัดส่วน (Proportional controller, P)

ตัวควบคุม P เสมือนวงจรขยายกระแส โดยวงจรประกอบด้วย CCCII 1 ตัวต่อร่วมกับตัวต้านทาน 1 ตัวลงกราวนด์ ดังภาพที่ 2

$$K_p = \frac{I_O}{I_{in}} = \frac{2I_B R}{V_T} \qquad (3)$$

จากสมการที่ (3) ซึ่งเป็นสมการถ่ายโอนของวงจรในภาพที่ 2 จะเห็นว่าอัตราขยายของตัวควบคุม K_p สามารถควบคุมได้ด้วยการปรับไบแอสที่กระแส I_B



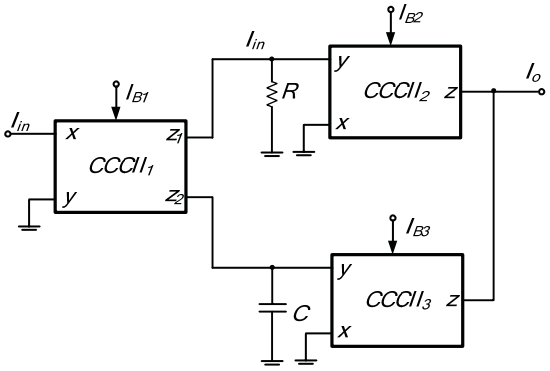
ภาพที่ 2 ตัวควบคุมแบบสัดส่วน

2.2.2 ตัวควบคุมแบบสัดส่วนร่วมกับปริพันธ์ (Proportional Integral Controller, PI)

$$H_{PI}(s) = \frac{I_O}{I_{in}} = K_{Pi} + \frac{1}{T_i s} \qquad (4)$$

เมื่อ $K_p = K_{Pi}$

$$H_{PI}(s) = \frac{I_O}{I_{in}} = \frac{2I_{B2}R}{V_T} + \frac{I_{B3}}{C_S V_T} \qquad (5)$$



ภาพที่ 3 ตัวควบคุมแบบ PI ที่นำเสนอ

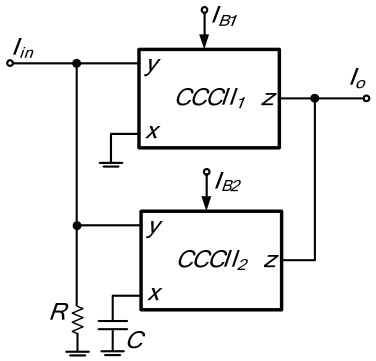
ในภาพที่ 3 แสดงตัวควบคุม PI ที่นำเสนอ ซึ่งโครงสร้างวงจรประกอบไปด้วย CCCII 3 ตัว และตัวต้านทาน (R) 1kΩ กับตัวเก็บประจุ (C) 0.63μF อย่างละ 1 ตัวต่อลงกราวนด์ CCCII ตัวที่ 1 เป็นแบบ 2 ทางออกเพื่อแยกกระแสทางเข้าให้กับ CCCII ตัวที่ 2 ซึ่งเป็นตัวควบคุม P และ CCCII ตัวที่ 3 เป็นตัวควบคุม I จากสมการควบคุมของ PI ในสมการที่ (4) สามารถเขียนสมการถ่ายโอนของ CCCII ได้ดังสมการที่ (5)

จากสมการที่ (5) จะเห็นว่าค่า K_p สามารถควบคุมได้ด้วยการปรับกระแสไบแอส I_{B2} และค่าเวลา $T_I s$ สามารถปรับได้ด้วยการปรับกระแสไบแอส I_{B3} อย่างเป็นอิสระต่อกัน

2.2.3 ตัวควบคุมแบบสัดส่วนร่วมกับอนุพันธ์ (Proportional Derivative Controller: PD)

$$H_{PD}(s) = \frac{I_O}{I_{in}} = K_P + T_D s \qquad (6)$$

เมื่อ $K_p = K_{PD}$



ภาพที่ 4 ตัวควบคุมแบบ PD ที่นำเสนอ

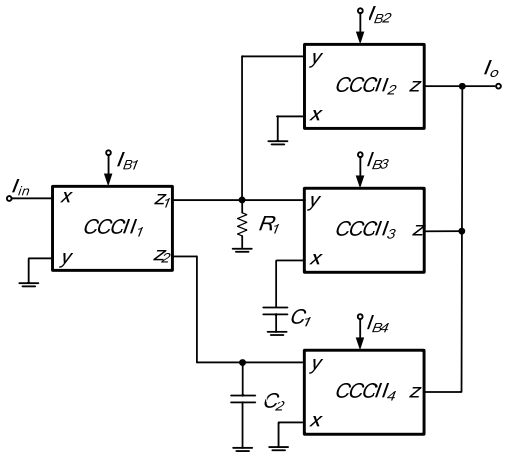
วงจรที่นำเสนอในภาพที่ 4 เป็นตัวควบคุม PD ที่ประกอบด้วย CCCII 2 ตัว และตัวต้านทาน 1kΩ กับตัวเก็บประจุ 1nF ต่อลงกราวนด์อย่างละ 1 ตัว จากสมการควบคุม PD

ในสมการที่ (6) โดยประกอบด้วยอัตราขยาย K_p รวมกับเวลา T_Ds สามารถเขียนเป็นสมการถ่ายโอนของตัวควบคุม PD ด้วย CCCII ได้ในสมการที่ (7)

$$H_{PD}(s)=\frac{I_O}{I_{in}}=\frac{2I_{B1}R}{V_T}+\frac{2I_{B2}sC}{sCV_T+2I_{B2}} \qquad (7)$$

จากสมการที่ (7) จะเห็นว่าค่าอัตราขยาย K_p สามารถควบคุมได้ด้วยกระแส I_{B1} และค่าเวลาของ T_Ds ของตัวควบคุมแบบอนุพันธ์ก็สามารถควบคุมได้ด้วยกระแส I_{B2} ที่เป็นอิสระต่อกัน

2.2.4 ตัวควบคุมแบบสัดส่วนร่วมกับปริพันธ์และอนุพันธ์ (Proportional Integral Derivative: PID)



ภาพที่ 5 ตัวควบคุม PID ที่นำเสนอ

ตัวควบคุม PID ที่นำเสนอในภาพที่ 5 ประกอบด้วย CCCII 4 ตัวต่อร่วมกับตัวต้านทาน 1kΩ ลงกราวนด์ และตัวเก็บประจุ 1nF 2 ตัวลงกราวนด์ CCCII ตัวที่ 1 เป็นแบบ 2 ทางออก ทำหน้าที่เป็นตัวแยกกระแสทางเข้าให้ตัวควบคุม PD ซึ่งเป็น CCCII ตัวที่ 2 และ 3 กับอีกส่วนของตัวควบคุม I เป็น CCCII ตัวที่ 4

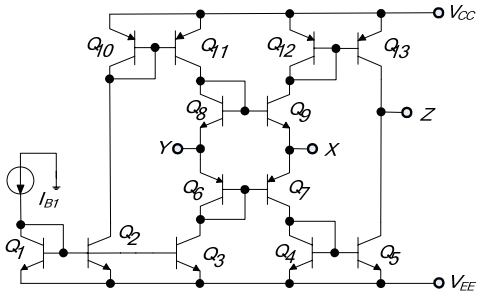
$$H_{PID}(s)=\frac{I_O}{I_{in}}=K_{Pi}+\frac{1}{T_Is}+T_Ds \qquad (8)$$

จากสมการตัวควบคุม PID ในสมการที่ (8) และคุณสมบัติของ CCCII สามารถเขียนสมการถ่ายโอนตัวควบคุม PID ได้ดังสมการที่ (9)

$$H_{PID}(s)=\frac{I_O}{I_{in}}=\frac{2I_{B2}R_1}{V_T}+\frac{I_{B4}}{sC_1V_T}+\frac{sC_2 2I_{B3}}{sC_2V_T+2I_{B3}} \qquad (9)$$

จากสมการที่ (9) จะเห็นได้ว่าค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมPID ในโหมดกระแสด้วย CCCII ที่นำเสนอ สามารถควบคุมได้อย่างเป็นอิสระด้วยกระแสไบแอส I_B ของแต่ละส่วนตัวควบคุม กระแสไบแอส I_{B2} เป็นการควบคุมค่าอัตราการขยาย (K_p) ของตัวควบคุมแบบสัดส่วน กระแสไบแอส I_{B3} เป็นการควบคุมเพื่อควบคุมค่าเวลา T_Ds และกระแสไบแอส I_{B4} เป็นการควบคุมค่าเวลา T_IS

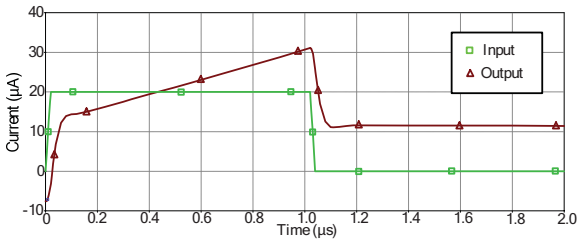
3. ผลการจำลองการทำงานของวงจร



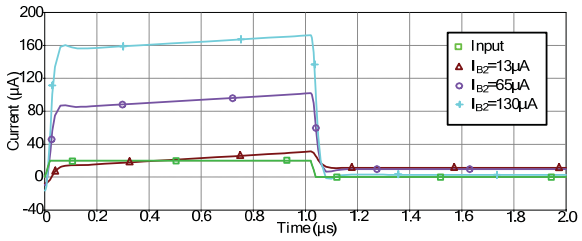
ภาพที่ 6 โครงสร้างภายในของวงจรสายพานกระแสควบคุมด้วยกระแส

สมรรถนะของตัวควบคุม PID ที่นำเสนอ สามารถยืนยันผ่านโปรแกรม PSpice โดย CCCII มีโครงสร้างภายใน แสดงดังภาพที่ 6 ในการจำลองได้ใช้พารามิเตอร์ของไบโพล่าทรานซิสเตอร์ PNP และ NPN เบอร์ PR200N และ NR200N ทรานซิสเตอร์อาร์เรย์ ALA400 ของ AT&T [9] ตัวควบคุมที่นำเสนอทั้งหมดกำหนดให้ทำงานที่ไฟเลี้ยง ±1.5V สัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณแบบขั้นบันไดมีขนาด 20□A ผลการจำลองการทำงานของตัวควบคุม PI ในภาพที่ 7(ก) แสดงการเปรียบเทียบระหว่างอินพุตกับเอาต์พุตในสภาวะเริ่มต้น เมื่อ I_{B2}=I_{B3}=13□A ส่งผลให้ K_p=1 และ $1/T_Is$=1.26msภาพที่ 7(ข) เป็นผลการปรับค่า K_p ด้วย I_{B2}=13□A, 65□A และ130□A ทำให้ค่า K_p=1, 5 และ 10 ตามลำดับ เมื่อ I_{B3}=13□A จากผลการจำลองจะเห็นได้ว่า ค่าเวลาไต่ขึ้น (Rise time) สามารถควบคุมได้ด้วยการปรับกระแส I_{B2} ส่วนภาพที่ 7(ค) แสดงผลของการปรับ I_{B3}=13□A, 65□A และ130□A จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าค่า $1/T_Is$ มีการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 1.26ms, 252μs, 126μs ตามลำดับ เมื่อกำหนดให้ I_{B2}=13□A ซึ่งจากผลการจำลองการทำงานนี้

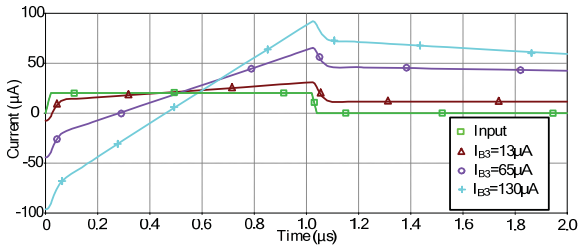
สามารถยืนยันได้ว่า $T_I s$ สามารถควบคุมได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์



(ก) การเปรียบเทียบระหว่างอินพุตเอาต์พุตในสภาวะเริ่มต้น



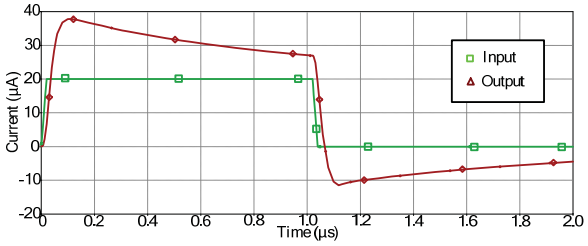
(ข) ผลการปรับค่า K_p ด้วยกระแส I_{B2}



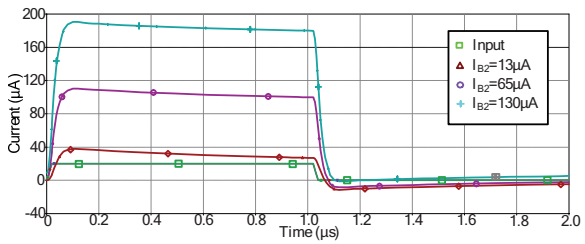
(ค) ผลการปรับ $T_I s$ ด้วยกระแส I_{B3}

ภาพที่ 7 การจำลองการทำงานของตัวควบคุมแบบ PI

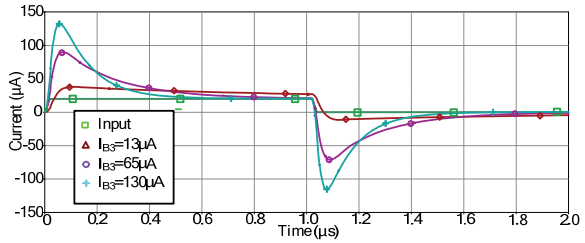
การเปรียบเทียบสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตในสภาวะเริ่มต้น ของตัวควบคุม PD ที่แสดงในภาพที่ 8(ก) เมื่อ I_{B1}=I_{B2}=13□A ทำให้ค่า K_p=1, T_d=26μs ส่วนภาพที่ 8(ข) เป็นการปรับค่า K_p=1, 5 และ 10 ด้วยการปรับ I_{B1}=13□A, 65□A และ130□A โดยให้ I_{B2}=13□A และในภาพที่ 8(ค) แสดงผลการปรับค่า T_d=26μs, 130μs และ 260μs ด้วยการปรับ I_{B2}=13□A, 65□A และ130□A ตามลำดับ จากผลการจำลองการทำงานจะเห็นได้ว่า ผลการตอบสนองสามารถควบคุมได้ด้วยวิธีทางอีเล็กทรอนิกส์ ภาพที่ 9(ก) แสดงการเทียบสัญญาณเอาต์พุตกับอินพุตในสภาวะเริ่มต้น ที่ได้จากตัวควบคุม PID ส่วนภาพที่ 9(ข)-(ง) แสดงการควบคุมค่า K_P $T_I s$ และ T_d โดย I_{B2} I_{B3} และ I_{B4} ตามลำดับ จากผลการจำลองการทำงานของตัวควบคุม PI, PD และ PID ที่นำเสนอนี้ สามารถปรับพารามิเตอร์ได้อย่างอิสระด้วยวิธีทางอีเล็กทรอนิกส์ สอดคล้องกับการคาดการณ์ทางทฤษฎี



(ก) สัญญาณเอาต์พุตเทียบกับอินพุตในสภาวะเริ่มต้น

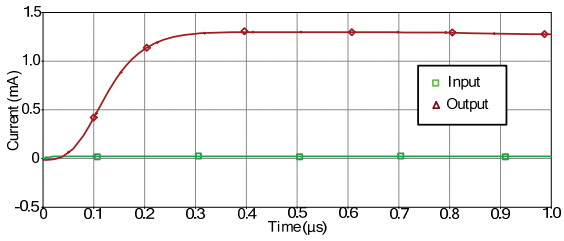


(ข) ผลการปรับค่า K_p ด้วยกระแส I_{B2}

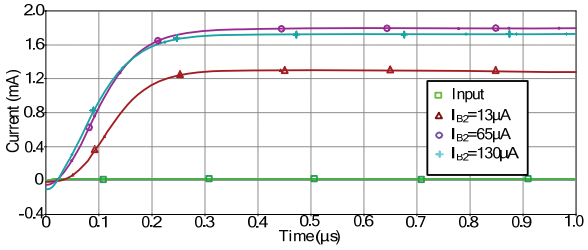


(ค) ผลการปรับ T_d ด้วยกระแส I_{B3}

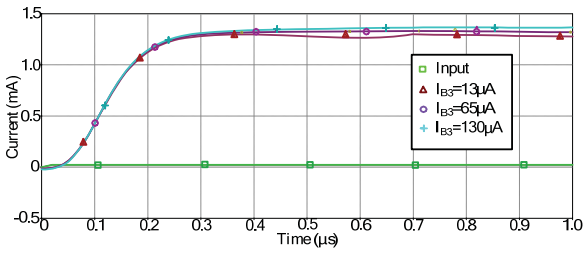
ภาพที่ 8 การจำลองการทำงานของตัวควบคุม PD



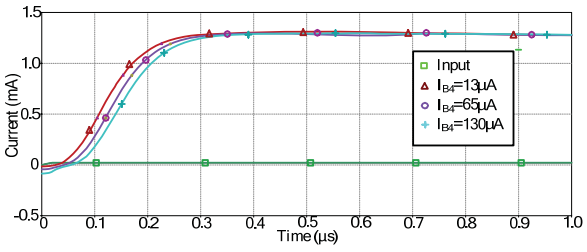
(ก) สัญญาณเอาต์พุตเทียบกับอินพุตในสภาวะเริ่มต้น



(ข) ผลการปรับค่า K_p ด้วยกระแส I_{B2}



(ค) ผลการปรับ T_d ด้วยกระแส I_{B3}



(ง) ผลการปรับ T_fs ด้วยกระแส I_{B4}

ภาพที่ 9 ผลการจำลองการทำงานตัวควบคุมแบบ PID

4. บทสรุป

บทความนี้นำเสนอตัวควบคุม PI PD และ PID ในโหมดกระแส โดยใช้ CCCII ที่มีวงจรไม่ซับซ้อน ตัวควบคุม PDประกอบด้วย CCCII 2 ตัว ตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุต่อลงกราวนด์อย่างละ 1 ตัว ส่วนตัวควบคุม PI เพิ่ม CCCII 1 ตัว และตัวควบคุม PID ประกอบด้วย CCCII 4 ตัว ตัวต้านทานต่อลงกราวนด์ 1 ตัว และตัวเก็บประจุต่อลงกราวนด์ 2 ตัว โดยตัวควบคุมทั้งหมด สามารถควบคุมพารามิเตอร์ได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ และเป็นอิสระต่อกันจากการปรับกระแสไบแอส ผลที่ได้จากการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม PSpice สอดคล้องกับทางทฤษฎี ตัวควบคุมทั้งหมดนี้จึงเหมาะที่จะนำไปเป็นวงจรรวม และมีอัตราการสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าของตัวควบคุม PID เท่ากับ 0.998mW ที่แหล่งจ่าย ±1.5V

5. เอกสารอ้างอิง

[1] S. Bennette, “Development of the PID controller” *IEEE Control Systems Mag*, vol. 13, pp.58–65, 1993.
[2] S. Franco, Design with operational amplifiers and analog integrated circuits. 2nd ed. New York: *McGraw-Hill International Editions*; 1998.
[3] C. Toumazou, FJ. Lidgey, DG. Haigh, Analog IC design: the current-mode approach. London: *Peter Peregrinus*; 1990.
[4] G. Ferri, and N. C. Guerrini, Low-voltage low-power CMOS current conveyors. London: *Kluwer Academic Publishers*; 2003.
[5] E. Cevat, T. Ali and A. Cevdet, “OTA-C based proportion-integral-derivative (PID) controller and calculating optimum parameter tolerances”, *Turk J Elec Engin*, vol.9, No.2, pp. 189-198, 2001.
[6] S. Minaei, E. Yuce, S. Takat and O. Cicekoglu, “Simple realizations of current-mode and voltage-mode PID, PI and PD controllers”, Industrial electronics, *Proceeding of the IEEE international symposium,* 2005
[7] A. U. Keskin, “Design of a PID controller circuit employing CDBAs”, *International journal of electrical engineering education*, pp. 48-54, 2005.
[8] W. Kiranon J. Kesorn, and Wardkein P. “Current-controlled oscillator based on translinear conveyors”, *Electronics letters*, vol.32, pp.1330-1331, 1996.
[9] D. R. Frey, “Log-domain filtering: an approach to current-mode filtering.”, *IEEE Proc. Circuit Devices Syst.* Vol.140, pp.406-410. 1993.

เครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติ
AUTOMATIC DRUM TUNER

รำพึง มังคละสวัสดิ์[1] วีรศักดิ์ จันทร์สุวรรณ[2] มารุต กฤษณพันธ์[2]

[1]รองศาสตราจารย์ และ [2]นักศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]Email : rpm@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยเครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติมีจุดประสงค์เพื่อช่วยเหลือนักดนตรีในการตั้งเสียงของ เครื่องดนตรีประเภทกลองซึ่งมีความจำเป็นต่อนักดนตรีอย่างมากก่อนที่จะทำการเล่น จะต้องมีการตั้งเสียงให้ถูกต้อง โดยการใช้งานเครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติสามารถตั้งเสียงได้โดยไม่ต้องฟังเสียง แต่ดูจากส่วนแสดงผลที่ประกอบด้วยจอผลึกเหลว ที่จะแสดงคีย์ที่ตั้งซึ่งมีมอเตอร์หมุนปรับเสียงโดยอัตโนมัติ

การดำเนินงานประกอบด้วยส่วนของฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์ โดยฮาร์ดแวร์ประกอบด้วย วงจรกรองความถี่เสียง และชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าในการหมุนปรับน็อตที่หลักกลอง และไมโครโฟนรับความถี่เสียงการตรวจสอบมาตรฐานความเที่ยงตรง โดยใช้เครื่องโครเมทิกจูนเนอร์ ส่วนซอฟต์แวร์ ใช้โปรแกรม ภาษาซี บันทึกคำสั่ง ลงในไมโครคอนโทรลเลอร์การตั้งเสียงกลองประกอบด้วย 5 คีย์ คือG#, A , A# ,B และC

ผลการวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์และขอบเขต สามารถตั้งเสียงได้ถูกต้องโดยมีความผิดพลาดในระดับที่สามารถยอมรับได้ จากผลการทดลองความรวดเร็วในการตั้งเสียงด้วยมือใช้เวลาเฉลี่ยต่อ 1 คีย์เท่ากับ 5.85นาที การตั้งเสียงด้วยเครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติใช้เวลาเฉลี่ยต่อ1 คีย์ เท่ากับ 2.27นาที ค่าประสิทธิภาพของเครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติทุกคีย์มีค่าเฉลี่ย ร้อยละ99.3

คำสำคัญ: กลอง ไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51 ควบคุมการหมุนของมอเตอร์ โครเมทิกจูนเนอร์

Abstract

The study aims to assist the musician for drum sound instrument tuning which is necessary for the musician before the performance. The automatic drum tuner can be tuned without listening to the sound, but shown through the liquid crystal display with automatic sound adjusting key.

The tuner consisted of hardware and software. The hardware comprises filter circuit, microphone, DC motor and microcontroller MCS-51 for adjusting Drum Tension Rod. Detection of sound frequency is accomplished by chromatic tuner. Software is written under C programming language compiled to microcontroller. The tune drum comprises 5 keys; G#,A,A#,B and C.

The result showed that the automatic drum tuner could accurately adjust the sound with the least acceptable mistake. The experiment revealed that the quickness of manual sound setting was 5.85 minutes per key whereas the automatic sound setting was 2.27 per key. The average efficiency of the automatic drum tuner was 99.3 percents per key.

Keywords: drum , Microcontroller MCS-51, motor speed control, Cromatictuner.

1. บทนำ

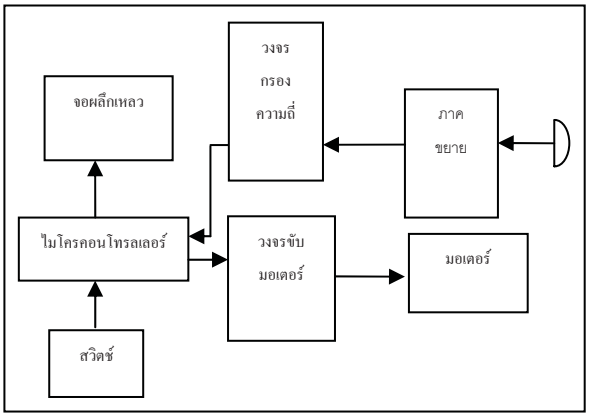
ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านวิศวกรรมระบบเสียงและสัญญาณมีการพัฒนาและเจริญก้าวหน้าไปอย่างมากและได้เข้ามาเกี่ยวข้องกับสาขาวิชาในหลายๆด้าน ซึ่งในวงการดนตรีได้มีการนำเทคโนโลยีด้านวิศวกรรมระบบเสียงและสัญญาณมาใช้เพื่อพัฒนาให้มีความสะดวกในการสร้างสรรค์เช่นมีการพัฒนาระบบ tuner ให้เป็นมาตรฐานด้วยระบบ signal processing ซึ่งช่วยให้ลดความผิดเพี้ยนของเสียงจากเครื่องดนตรี และยังลดระยะเวลาในการเทียบเสียงให้ตรงกันทุกชิ้นในเครื่องดนตรี

เครื่องดนตรีประเภทกลองต้องใช้ความเชี่ยวชาญเป็นอย่างสูงในการเทียบเสียงหรือตั้งเสียงให้ตรงกับคีย์ที่เราต้องการ การตั้งความถี่ของเสียงกลองให้ ตรงกับค่าของความถี่มาตรฐานซึ่งในหมู่นักดนตรีทั่วไปมักจะรู้จักแต่ตัวโน้ตซึ่งมี 7 ตัวคือ A , B , C, D , E, F และ G [3] หรือที่เข้าใจกันโดยทั่วไปคือ ที ลา โด เร มี ฟา ซอล ตามลำดับ โดยทั่วไปผู้ที่จะทำการตั้งเสียงได้ต้องมีความรู้เกี่ยวกับเครื่องดนตรีนั้นเป็นอย่างดีมีความชำนาญมีประสาทสัมผัสในการฟังเสียงที่ดีและมีประสบการณ์สูง โดยมีตัวเทียบเสียงเป็นตัวเปรียบเทียบเช่น การใช้ “วูพิช” เป่าเทียบเสียงทีละคีย์หรือการใช้ “ อิเล็กโทน” [4] กดคีย์ทีละเสียง ซึ่งมีความยุ่งยากในการ ปรับขันน๊อตจำนวนมากที่ยึดอยู่กับหลักที่ตัวกลอง แล้วยังจะต้องใช้ความสามารถในการแยกแยะความถี่เสียง และเสียงที่มีความถี่ฮาร์โมนิค ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อนักดนตรีเป็นอย่างมากในการที่จะตั้งเสียงกลองในแต่ละครั้ง เครื่องดนตรีประเภทกลอง [4] แยกเป็นกลองหลายขนาดหลายรูปแบบ ในงานวิจัยนี้จึงเลือกเป็นกลองทอมขนาด 12 นิ้ว ซึ่งมีการตั้งเสียงรูปแบบเดียวกับกลองทอม ทุกๆขนาด แตกต่างกันเพียงเสียงโน้ตของกลอง ขั้นตอนในการตั้งเสียงกลองทอม จะเป็นการปรับขันน็อตที่ยึดกับหลักที่ตัวกลองโดยจะต้องขันให้น็อตทุกตัวหมุนจำนวนรอบเท่าๆกันเพื่อให้หนังของกลองนั้นเป็นระนาบเดียวกัน เสียงที่ออกมาจึงจะมีความเที่ยงตรง จากปัญหานี้จึงทำให้มีความคิดที่จะนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในการสร้างเครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติโดยใช้โปรแกรมภาษาซีสั่งการผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ที่ปรับหนังกลองให้เป็นระนาบเดียวกันให้ทำงานพร้อมกันทุกตัว และใช้ไมโครโฟนรับความถี่เสียงกลองที่ตีลงไปตรงกลางของหนังกลอง แล้วนำไปเปรียบเทียบกับความถี่ของคีย์ที่ตั้งไว้ว่าเป็นคีย์อะไร มอเตอร์จะทำการหมุนน็อตที่ยึดหลักที่หนังกลองเพื่อให้ได้คีย์ที่ทำการเลือกไว้ เมื่อความถี่ตรงกันมอเตอร์จะหยุดหมุน ทำให้สะดวกรวดเร็ว และแม่นยำกว่าการใช้ฟังเสียงและปรับน็อตทีละตัว

2. วิธีดำเนินงานวิจัย

ศึกษาการตั้งเสียงกลองแต่ละชนิด โดยเลือกเพียง 1 ชนิด คือกลองทอมขนาด 12 นิ้วแล้วนำมาออกแบบโครงสร้างชุดปรับขันน็อตที่ยึดติดกับหน้ากลอง เมื่อเริ่มตั้งเสียงจะต้องมีสัญญาณส่งไปให้มอเตอร์ทุกตัวที่ยึดติดกับหนังหน้ากลองปรับพร้อมกันโดยอัตโนมัติเมื่อได้คีย์ที่ถูกต้องโดยใช้โปรแกรมภาษาซี [6]-[7] ควบคุมการทำงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์[2]-[5] การออกแบบประกอบด้วยส่วนของฮาร์ดแวร์ที่ประกอบด้วยวงจรกรองความถี่เสียง [1] วงจรขับมอเตอร์กระแสตรง[8]วงจรขยายความถี่เสียง [1] และซอฟแวร์ใช้โปรแกรมภาษาซี [6]-[7] เพื่อสั่งการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลผ่านทางหน้าจอผลึกเหลวให้ได้ผลตามที่ออกแบบไว้ เมื่อออกแบบเสร็จเรียบร้อยแล้วนำมาทดสอบกับวงจรควบคุม และเปรียบเทียบผลกับการตั้งด้วยมือ นำผลมาปรับปรุงแก้ไขในส่วนต่างๆที่ผิดพลาด เพื่อนำผลมาวิเคราะห์ สรุปและประเมินผล

จากภาพที่ 1 การออกแบบและการสร้างเครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติ

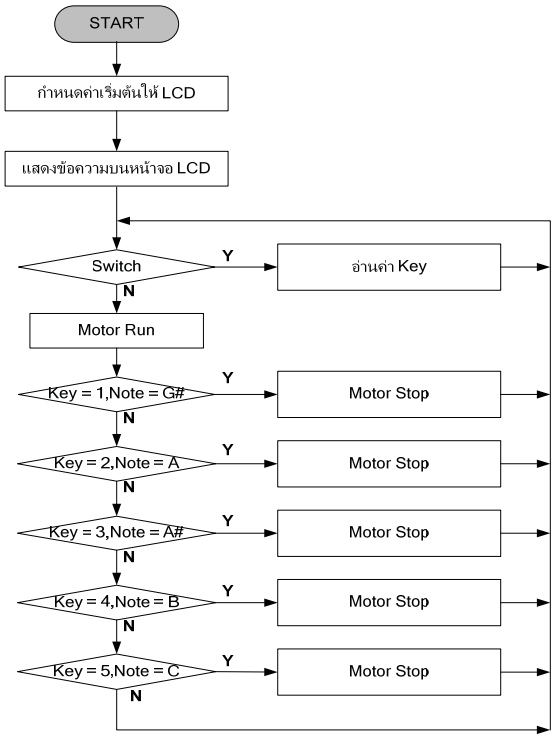


ภาพที่ 1 แผนภาพบล็อกการทำงานของเครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติ

การทำงานเริ่มจาก สวิตช์ คือการกดเลือกคีย์ที่ต้องการจะตั้งเพื่อสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ประมวลผลแสดงออกผ่านจอผลึกเหลว แล้วสั่งให้วงจรขับมอเตอร์ไปขับมอเตอร์ให้หมุน เมื่อไมโครโฟนรับสัญญาณเสียงจากการตีที่กลองของผู้ใช้ นำไปขยายก่อนที่จะเข้าวงจรกรองความถี่ เพื่อกรองความถี่ตามคีย์ที่ได้รับเข้ามาและส่งกลับไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์เมื่อเสียงตรงตามคีย์ที่เลือกก็จะสั่งให้มอเตอร์หยุดทำงาน

2.1 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

การออกแบบในส่วนของซอฟแวร์ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51เบอร์ P89V51RD ควบคุมการทำงานตามโปรแกรมภาษาซี

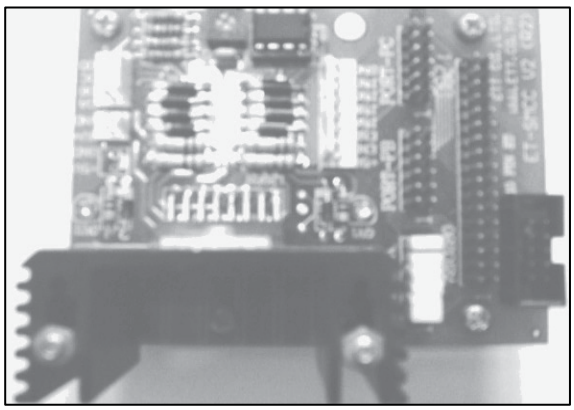


ภาพที่ 2 ผังงานของโปรแกรมควบคุมการทำงาน

การทำงานในส่วนของโปรแกรมควบคุมการทำงานสามารถอธิบายได้ตามผังงานในภาพที่ 2 คือ เริ่มจากการแสดงสถานะความพร้อมของเครื่อง โดยแสดงข้อความออกหน้าจอแสดงผลให้ผู้ใช้เริ่มกดสวิตช์เพื่อเลือกคีย์ จากนั้นตรวจเช็คสวิตช์ที่ ผู้ใช้เลือกคีย์ แล้วสั่งงานให้มอเตอร์ทั้งหกตัวทำงานพร้อมกันและรับค่าเสียงตีกลองมาเปรียบเทียบตามคีย์ที่ได้ตั้งไว้เมื่อคีย์ตรงจึงสั่งให้มอเตอร์ทั้ง6 ตัวหยุดทำงานพร้อมกัน

2.2 การออกแบบในส่วนฮาร์ดแวร์

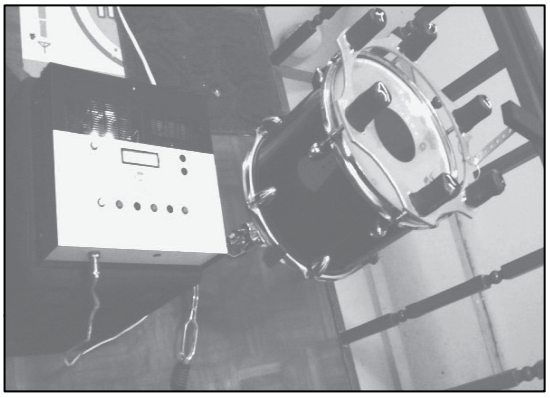
วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในภาพที่ 3 ทำหน้าที่ปรับน็อตเพื่อตั้งเสียงกลองพร้อมกันทั้ง 6 ตัว จากวงจรกรองความถี่เสียงและวิเคราะห์ความถี่เสียงให้ตรงกับคีย์ทั้ง 5 คีย์ โดยรับสัญญาณเสียงมาจากการตีที่หน้ากลอง ผ่านวงจรขยายเสียง ผ่านวงจรวิเคราะห์สัญญาณเสียง แล้วนำไปเปรียบเทียบเสียงแล้วส่งกลับไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51 เบอร์ P89V51RD2 ของบริษัท Philips



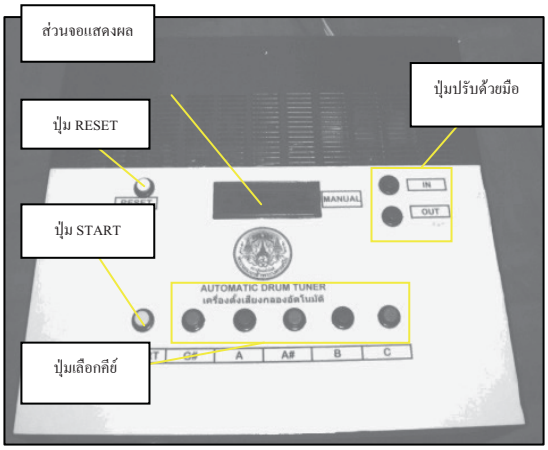
ภาพที่ 3 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

จากภาพที่ 4 ส่วนประกอบของเครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติแบ่งเป็นสามส่วน คือส่วนชุดเครื่องควบคุม ไมโครโฟนรับเสียง และส่วนมอเตอร์ปรับน็อตตั้งเสียง

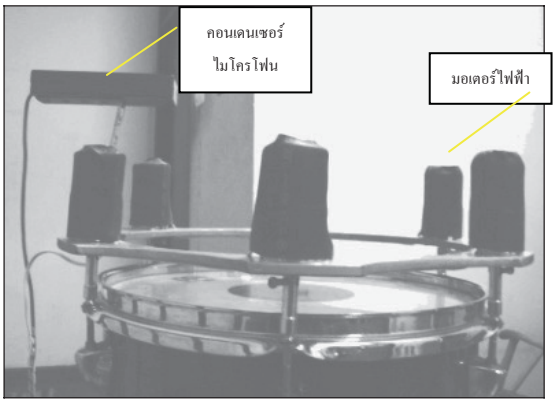
ภาพที่ 5 ส่วนชุดเครื่องควบคุม ประกอบด้วย ปุ่ม RESET เพื่อเริ่มการใช้งาน ปุ่ม MANUAL IN ใช้ปรับให้หนังกลองตึง และ ปุ่ม MANUAL OUT ใช้ปรับให้หนังกลองหย่อน ปุ่ม คีย์ G# ใช้เลือกคีย์ G# ปุ่ม A ใช้เลือกคีย์ A ปุ่ม A# ใช้เลือกคีย์ A# ปุ่ม B ใช้เลือกคีย์ B และ ปุ่ม C ใช้เลือกคีย์ C ใช้เลือกคีย์ที่ต้องการจะตั้ง ซึ่งสีของปุ่มที่เป็นสีดำจะเป็นเสียงคีย์เสียงเต็มปุ่มที่เป็นสีแดงจะเป็นครึ่งเสียง ปุ่ม START เป็นการเริ่มการตั้งเสียง และจอแสดงผลแบบผลึกเหลวแสดงผล



ภาพที่ 4 เครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติ



ภาพที่ 5 ส่วนชุดเครื่องควบคุม



ภาพที่ 6 ส่วนมอเตอร์ปรับน็อตตั้งเสียงและไมโครโฟน

ภาพที่ 6 ส่วนมอเตอร์ปรับน็อตตั้งเสียงจะประกอบด้วยมอเตอร์ 6 ตัวและบล็อคขันน็อตที่หลักของกลอง และคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน ทำหน้าที่รับเสียงกลอง และ ขยายสัญญาณจากวงจรขยายภาคต้นของไมโครโฟน

3. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยเครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติ ประกอบด้วยการหาค่าเวลาเฉลี่ยของการตั้งเสียงแต่ละคีย์มีการทดสอบการตั้งเสียงจำนวน 20 ครั้งจากการตั้งด้วยมือโดยใช้เครื่องโครเมติก จูนเนอร์เป็นเครื่องมือมาตรฐาน เปรียบเทียบกับการใช้เครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติ ดังในตารางที่ 1



ภาพที่ 8 การทดสอบการตั้งเสียงกลองด้วยมือ

ตารางที่ 1 ค่าเวลาเฉลี่ยแต่ละคีย์จากการตั้งเสียงกลองด้วยมือและตั้งด้วยเครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติ

เวลาเฉลี่ย / คีย์	การทดสอบ ด้วยมือ (นาที)	การทดสอบด้วยเครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติ (นาที)
G#	3.04	0.61
A	4.37	1.51
A#	5.17	2.44
B	7.46	3.30
C	9.22	3.48
ค่าเวลาเฉลี่ย	5.85	2.27

จากตารางที่ 1 พบว่าการตั้งเสียงกลองด้วยมือ จะใช้เวลามากกว่าอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากต้องทำการหมุนปรับทีละหลักและเปรียบเทียบเสียงทุกๆหลักเพื่อให้หนังกลองเป็นระนาบเดียวกัน จากการหาค่าเฉลี่ยการตั้งเสียงด้วยมือจะใช้เวลาเฉลี่ยต่อคีย์ 5.85 นาที และตั้งเสียงด้วยเครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติ ใช้เวลา เฉลี่ยต่อคีย์ 2.27 นาที

การหาค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ ได้จากสูตร $(\frac{E_1}{E_2})$ x 100 เมื่อ E_1 คือ ร้อยละของค่าประสิทธิภาพที่ได้จากการทดสอบจำนวน 20 ครั้ง และ E_2 คือร้อยละของค่าประสิทธิภาพที่ไม่มีการผิดพลาด การทดสอบจะทดสอบทั้ง 5 คีย์ๆละ 20 ครั้ง ตัวอย่างเช่นคีย์ A ทดสอบ20ครั้งได้ค่าประสิทธิภาพรวม 1,975 จากค่าประสิทธิภาพทั้งหมด 2,000 นำมาหาค่าเฉลี่ยร้อยละจากสูตร

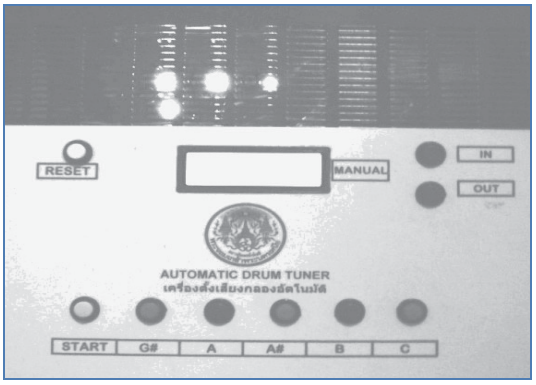
$(\frac{E_1}{E_2})$ x 100 = (1975/2000)x100

=98.75

ตารางที่ 2 ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของเครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติทั้ง 5 คีย์ที่ได้จากการคำนวณ

คีย์	ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย(ร้อยละ)
G#	99.25
A	98.75
A#	99.25
B	99.5
C	99.75
ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย (ร้อยละ)	99.3

จากตารางที่ 2 พบว่าค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบและคำนวณแต่ละคีย์ มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยต่อคีย์ร้อยละ 99.3



ภาพที่ 9 การทดสอบโดยการใช้เครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติ

ภาพที่ 9 การตั้งเสียงกลองด้วยเครื่องอัตโนมัติเมื่อตีตรงกลางของหนังกลองและสังเกตที่หน้าจอผลึกเหลวของตัวเครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติ โดยการกดปุ่ม “1” และกดปุ่ม “start”จะมีเสียง บี๊บ ส่งสัญญาณให้ทำการตีกลองจากนั้นทำการตีที่ตรงกลางของหนังกลอง มอเตอร์จะทำการหมุนน็อตกลองจนกว่าเสียงจะตรงคีย์เมื่อมอเตอร์หยุดหมุนจะมีเสียง บี๊บๆ ดังสองครั้ง

4. สรุปผล

เครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติ พบว่าสามารถใช้งานได้ดี สามารถตั้งเสียงได้ถูกต้องโดยมีความผิดพลาดในระดับที่สามารถยอมรับได้คือเพียงครึ่งเสียงของโน้ตดนตรี จากผลการทดลองที่เห็นได้ชัดคือความรวดเร็วในการตั้งเสียงด้วยมือใช้เวลาเฉลี่ยต่อคีย์ 5.85 นาที มากกว่าตั้งเสียงด้วยเครื่องตั้งเสียงกลองอัตโนมัติโดยใช้เวลาเฉลี่ยต่อคีย์ 2.27 นาที และค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยต่อคีย์ร้อยละ 99.3

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ได้ให้โอกาสและทุนสนับสนุนในการทำวิจัยขอขอบคุณแหล่งข้อมูลทุกแหล่งที่ผู้วิจัยได้นำมาอ้างอิงและผู้มีส่วนช่วยเหลือ สนับสนุนให้งานวิจัยนี้สำเร็จ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] เจน สงสมพันธุ์ . “เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ 1” กรุงเทพมหานคร : หจก. เม็ดทรายพริ้นติ้ง , 2537

[2] ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล . วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล . “เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51” . กรุงเทพฯ : บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนท์ จำกัด , 2542

[3] วชิรา สุภาวะ , ศราวุธ วสุอนันต์กุล .“ชุดตั้งเสียงเครื่องดนตรีประเภทสาย”. ปริญญานิพนธ์ อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ (โทรคมนาคม) ภาควิชาไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2545

[4] สุวัฒน์ ทรงเกียรติ์ , “องค์ประกอบดนตรีสากล (Elements of Music)”. กรุงเทพฯ :ภาควิชาดนตรี คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ สถาบันราชภัฏสวนดุสิต , 2542

[5] อุดม จีนประดับ , ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51” . พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผลิตตำรา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ , 2541

[6] ประจิน พลังสันติสุข, “การเขียนโปรแกรมภาษาควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC,” กรุงเทพฯ:อินโนเวติ๊ฟ, 2551.

[7] ประภาพร ช่างไม้, “คู่มือเขียนโปรแกรมภาษาซีนนทบุรี: ไอดีซีอินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์, 2551.

[8] ไชยชาญ หินเกิด, “เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง,” กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2551.

การตรวจสอบพรีแอมป์ในชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ด้วยตัวกรองแบบใหม่ด้วยหลักการขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

Pre-Amplifier Inspection in HDD Component using a New GA based Edge Detection Filter

อรรณฑพล แสนทน และ สมยศ เกียรติวนิชวิไล

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถ.ฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ sanakkapon@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอเทคนิคใหม่ของการตรวจจับขอบสำหรับตรวจสอบคุณภาพของรอยเชื่อมบัดกรีในพรีแอมป์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญชิ้นหนึ่งของฮาร์ดดิสก์ ฟิลเตอร์ถูกออกแบบด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเพื่อให้ความผิดพลาดที่คำนวณจากผลรวมของค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างกระบวนการวัดจริงด้วยเทคนิคการวัดแบบทำลายและการคำนวณด้วยระบบที่ออกแบบมีค่าต่ำสุด ผลที่ได้จะทำให้เกิดมาส์กของตัวกรองที่เหมาะสมที่สุดและปรับปรุงความแม่นยำของระบบตรวจวัดเส้นขอบ ผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงความแม่นยำของการตรวจจับเส้นขอบด้วยเทคนิคที่นำเสนอซึ่งให้ผลที่ดีกว่าเทคนิคตัวกรองจับขอบแบบเดิม

คำสำคัญ: ระบบวิทัศน์อัตโนมัติ การตรวจสอบพรีแอมป์ อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ วิธีขั้นตอนเชิงพันธุกรรม

Abstract

This paper proposes a new technique of edge detection for inspecting the perfection of soldering joint in pre-amplifier, which is an important part in hard disk drive. The filter is designed by Genetic Algorithm (GA) to minimize the summation of error between the actual value (measured from the destructive inspection) and the measured value from the designed system of several data sets. As the results indicated, the accuracy and the precision of the designed system is superior to those of the systems with conventional filters.

Keywords: Automatic Visual Inspection, Pre-amplifier inspection, HDD Industry, Genetic Algorithm (GA)

1. บทนำ

อุตสาหกรรมผลิตฮาร์ดดิสก์ในปัจจุบันมีการแข่งขันสูงมาก ทั้งในด้านของการเพิ่มประสิทธิภาพของตัวฮาร์ดดิสก์ อาทิ ความเร็วในการเข้าถึงข้อมูล ขนาดความจุ และความทนทานขณะทำงานในสภาวะต่างๆ เป็นต้น การจะสร้างฮาร์ดดิสก์ที่มีคุณภาพดีต้องการการผลิตที่มีคุณภาพ รวมถึงชิ้นส่วนต่างๆ จะต้องถูกสร้างอย่างมาตรฐานซึ่งในการผลิตจะให้ความสำคัญ

กับชิ้นส่วนประกอบทั้งหมด จึงได้พัฒนาเทคโนโลยีเครื่องมือให้มีความทันสมัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตฮาร์ดดิสก์ รวมถึงการพัฒนาทักษะของผู้ปฏิบัติงาน ให้มีความเชี่ยวชาญมากขึ้น ในปัจจุบันในอุตสาหกรรมที่ผู้วิจัยให้ความสนใจและเข้าไปดำเนินการวิจัยนั้น มีกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของพรีแอมป์ซึ่งยังใช้คนในการตรวจสอบ แม้ว่าคนที่ดำเนินการจะมีประสบการณ์และได้รับการอบรมแต่ยังเกิดปัญหาของระบบนี้ ได้แก่ การใช้เวลาดำเนินการนาน ความเมื่อยล้าในการทำงาน (human error) การอบรมบุคลากรใหม่ ฯลฯ งานวิจัยจำนวนมากได้นำเสนอการพัฒนาวิธีการตรวจสอบแบบอัตโนมัติโดยประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งทำให้กระบวนการตรวจสอบมีความรวดเร็วเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือของความถูกต้องของการตรวจสอบด้วย

งานวิจัยที่นำเสนอในอดีตสำหรับงานจักรกลวิทัศน์อัตโนมัติมีหลายงาน[1-7] อาทิเช่น ใน [1] ใช้ radiographs utility filter เพื่อปรับปรุงการประมวลผลภาพ เทคนิคการแปลงสีเทาและการใช้ gradient operator ในเทคนิคการหาขอบแบบ sobel โดยเทคนิคนี้ได้ใช้ Gaussian filter เพื่อลดสัญญาณรบกวนและใช้ Sobel เพื่อหาเส้นขอบในภาพและประยุกต์ใช้กับงานวิเคราะห์ภาพถ่ายเอกซ์เรย์ Heath และคณะ [2]ใช้ ฟิลเตอร์แบบเกาส์เพื่อลดสัญญาณรบกวนและประยุกต์ใช้เทคนิค threshold แบบสองค่าเพื่อแยกวัตถุในภาพที่ดีกว่า Foschi และคณะ[3]ประยุกต์ใช้ฟิลเตอร์แบบ Canny เพื่อหาบริเวณพื้นผิวและเส้นขอบในภาพสำหรับระบบ geographic information Nezamabadi-pour และ Saryazdi [4] ประยุกต์และปรับปรุงเทคนิคแบบ ant colony เพื่อตรวจหาเส้นขอบของวัตถุ อรรณฆพลและสมยศ [5] นำเสนอโครงข่ายประสาทเทียมในการแยกคุณภาพของฟลิบชิพซึ่งเป็นชิ้นส่วนหนึ่งของฮาร์ดดิสก์ สุรเชษฐ์และคณะ[6]ประยุกต์ใช้ฟิลเตอร์แบบฟัซซีเพื่อลดสัญญาณรบกวนในภาพถ่ายเอ็กซ์เรย์ ผลลัพธ์ได้แสดงประสิทธิภาพการลดสัญญาณรบกวนจากเทคนิคที่นำเสนอซึ่งดีกว่าเทคนิคการลดสัญญาณรบกวนโดยทั่วไปที่ทำการทดสอบ (median filter และ Gaussian filter) Erus และ Lomenie [7] ประยุกต์ใช้ Adaboost learning method จำแนกโครงสร้างของวัตถุในภาพถ่ายดาวเทียม

วิธีขั้นตอนเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm(GA)) ถูกคิดค้นโดย John Holland ในปี 1975 นับตั้งแต่นั้นมีการใช้ GA อย่างกว้างขวางในหลายงานวิจัยรวมถึงการประมวลผลภาพและการแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะสมของระบบไม่เป็นเชิงเส้น [8-13] ดังเช่น Bhandarker และคณะ[14] ได้ประยุกต์ใช้ GA สำหรับเลือกเส้นขอบของภาพโดยคำนึงถึงส่วนประกอบของขอบใน 5 ส่วนหลัก คือ ความต่างของสี ความหนาเส้น ความโค้ง องค์ประกอบของเส้นและจำนวนของจุดทั้งหมดบนเส้นขอบ Wang และ Funakubo[15] นำเสนอเทคนิคใหม่ในการปรับปรุงความแม่นยำการหาเส้นขอบและลดเวลาในการคำนวณสำหรับรูปทรงเรขาคณิต เทคนิคที่ใช้ในบทความนี้เป็นการรวมของ GA และความถูกต้องของ sub-pixel ซึ่งเงื่อนไขของเทคนิคนี้คือ รูปทรงต่างๆในภาพต้องสามารถเขียนแทนด้วยสมการคณิตศาตร์ได้ Gudmundsson และคณะ[16] พัฒนาเทคนิคซึ่งตรวจเส้นขอบในรูปภาพทางการแพทย์ ผลลัพธ์ของการตรวจเส้นขอบแสดงถึงความหนา ความต่อเนื่องและจำนวนเส้นขอบในรูปภาพทางการแพทย์ที่เหมาะสม Lee และคณะ[17] นำเสนอวิธีการตรวจหาเส้นขอบแบบใหม่ซึ่งสามารถกำหนดโครงสร้างของตัวกรองเพื่อหาเส้นขอบได้และใช้ภาพ 2 ภาพเป็นอินพุตให้กับ GA ในขั้นตอนการเรียนรู้ ผลลัพธ์ของงานนี้แสดงถึงประสิทธิภาพของ GA ซึ่งได้เปรียบเทียบกับตัวกรองแบบ Sobel และ Laplacian อย่างไรก็ตามผลลัพธ์บางตัวของการหาเส้นขอบแบบ Canny ให้ผลที่ดีกว่าเทคนิคที่ Dao และ De Natale [18]นำเสนอเทคนิคใหม่เพื่อแก้ปัญหาการแก้รายละเอียดของภาพถ่ายซึ่งใช้เทคนิค potential functions และ GA เทคนิคนี้ยอมให้ผู้ใช้วาดภาพลายเส้นเพื่อใช้ในการหารูปภาพที่มีรูปทรงลักษณะคล้ายคลึงกันในฐานข้อมูลได้ Min และ Shuyuan[19]เสนอเทคนิคตรวจหาเส้นขอบในรูปถ่ายดาวเทียมโดยใช้ Hybrid GA เทคนิคนี้ใช้คุณลักษณะของเส้นขอบ อาทิ ความต่อเนื่อง ความหนา อื่นๆ เพื่อกำหนดฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ใน GA และใช้เทคนิค local mountain-climbing ปรับปรุงความเร็วในการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด เทคนิคในบทความนี้สามารถตรวจหาเส้นขอบ

ได้ดีกว่าเทคนิคแบบ Canny และยังมีความคงทนต่อสัญญาณรบกวนอีกด้วย Li และคณะ[20] นำเสนอเทคนิค adaptive immune GA เพื่อวิเคราะห์หาผลสำเร็จใน 2 เป้าหมายคือการหาขอบและการเพิ่มอัตราความเร็วการลู่ในกรณีปัญหาที่มีความซับซ้อน ดังเช่น ปัญหาการหาเส้นขอบ เทคนิคนี้สามารถใช้ความรู้ที่มีมาก่อนและข้อมูลของโครงสร้างเส้นขอบเพื่อปรับปรุงความเป็นไปได้ในการค้นหาและความคงทนต่อสัญญาณรบกวน

เทคนิคที่ได้กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นเป็นเทคนิคด้านการประมวลผลภาพและการประยุกต์ใช้งานของ GA อย่างไรก็ตามเทคนิคดังกล่าวยังไม่มีการตรวจเทียบกับวัตถุจริงเพื่อทำการเปรียบเทียบ ดังนั้นค่าฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์จึงไม่มีการรวมความแม่นยำของผลการวัดจริง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญอย่างมากในกระบวนการตรวจสอบในอุตสาหกรรม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการตรวจสอบแบบอัตโนมัติ บทความนี้เน้นการพัฒนาเทคนิคใหม่ซึ่งนำความแม่นยำของระบบมากำหนดในฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ใน GA เพื่อกำหนดมาส์กของตัวกรองตรวจจับขอบให้มีความแม่นยำกว่าตัวกรองทั่วไป เทคนิคที่นำเสนอนี้ได้นำไปใช้กับการตรวจสอบรอยเชื่อมบัดกรีในส่วนประกอบของพรีแอมป์ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญในฮาร์ดดิสก์

ส่วนที่เหลือของบทความนี้คือ หัวข้อที่ 2 แสดงระบบตรวจวัดแบบวิทัศน์อัตโนมัติและเทคนิคการประมวลผลภาพที่ใช้ในการออกแบบระบบ หัวข้อที่ 3 อธิบายเทคนิคที่นำเสนอโดยใช้ GA หัวข้อที่ 4 แสดงผลการทดลองและหัวข้อสุดท้ายแสดงสรุปผล

2. ระบบการตรวจวัดแบบวิทัศน์อัตโนมัติ

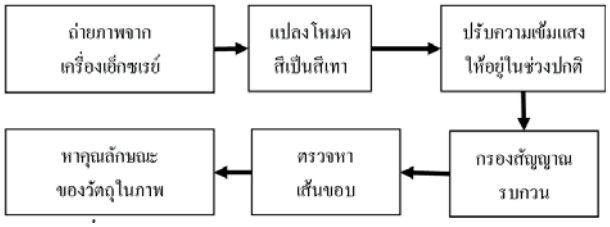
การพัฒนาระบบการตรวจวัดแบบวิทัศน์อัตโนมัติในบทความนี้สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1 แสดงไดอะแกรมของระบบวิทัศน์อัตโนมัติในงานวิจัยนี้ โดยเริ่มทำงานตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 ถ่ายภาพชิ้นงานด้วยเครื่องเอกซ์เรย์และเปลี่ยนโหมดจากสี RGB ไปเป็นโหมดสีเทา

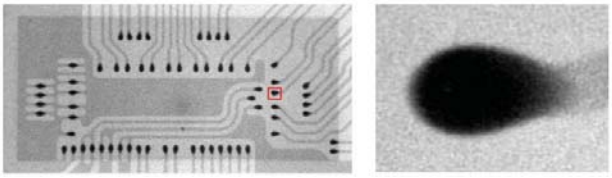
2.2 ปรับค่าความเข้มสีโดยใช้เทคนิค normalized intensity

2.3 ประยุกต์ใช้ตัวกรองตรวจสอบหาเส้นขอบ เทคนิคที่ใช้ในบทความนี้มี 5 เทคนิคเพื่อเปรียบเทียบกันได้แก่ ตัวกรองที่นำเสนอ ตัวกรองแบบ Sobel, Prewitt และ Canny

2.4 Feature extraction เป้าหมายของขั้นตอนนี้เป็นการหาคุณลักษณะของรอยเชื่อมบัดกรี นั่นคือ อัตราส่วนรอยเชื่อม



ภาพที่ 1 ไดอะแกรมของระบบตรวจจับอัตโนมัติ



ภาพที่ 2 ตัวอย่างของพรีแอมป์และบั๊ม

ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างของภาพพรีแอมป์และรอยเชื่อมบัดกรี ซึ่งเป็นรูปของส่วนประกอบพรีแอมป์ที่ถ่ายด้วยเครื่องเอกซ์เรย์ เนื่องจากรอยเชื่อมตะกั่วอยู่ใต้ชิ้นงานทำให้มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นและต้องใช้กล้องเอกซ์เรย์เพื่อตรวจสอบชิ้นงาน การตรวจสอบแบบนี้จึงไม่ต้องทำลายชิ้นงาน ค่าความเข้มสีของจุดในภาพเอกซ์เรย์จะขึ้นกับความหนาของวัตถุ ปัจจุบันในโรงงาน การตรวจสอบนี้ใช้กระบวนการตรวจสอบโดยคนลักษณะที่ดีของรอยเชื่อมบัดกรีพิจารณาจากภาพถ่ายเอกซ์เรย์โดยพิจารณาจากอัตราส่วนบั๊ม (ความยาวหารด้วยความกว้าง)

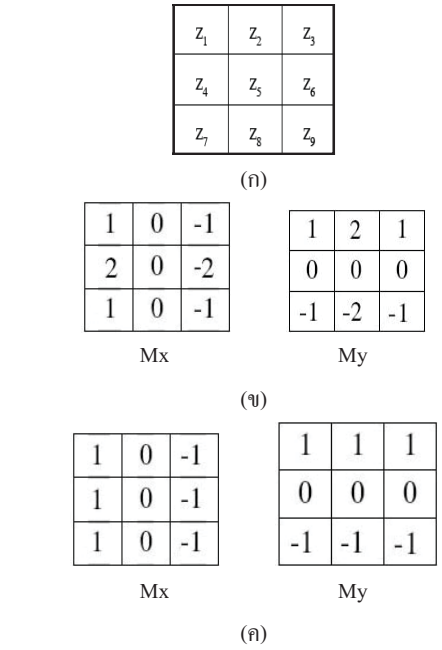
3. เทคนิคที่นำเสนอ

การออกแบบตัวกรองของบทความนี้อาศัยโครงสร้างตัวกรองสองแบบ คือ ตัวกรองโครงสร้างแบบ Sobel และตัวกรองโครงสร้างแบบ Prewitt โดยใช้ GA ค้นหาพารามิเตอร์ในมาส์กของตัวกรอง (filter mask) อย่างไรก็ตามการค้นหาค่าพารามิเตอร์ในมาส์กนี้ยังคงแนวคิดหลักของฟิลเตอร์ในความเป็นเกรเดี้ยน (gradient) ซึ่งเป็นพื้นฐานของตัวกรองด้วย

GA เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสม วิธีนี้อยู่บนพื้นฐานของโครโมโซมและการกระทำทางพันธุกรรมได้แก่ การผสมข้ามพันธุ์ การกลายพันธุ์ และการสร้างใหม่ ฟังก์ชั่นฟิตเนสของ GA ใช้ในการวัดความเหมาะสมของโครโมโซมแต่ละตัว โครโมโซมที่ให้ค่าฟิตเนสดีที่สุดจะเป็นคำตอบ โดยแต่ละรอบของการทำงานเรียกว่ารุ่น หรือ generation ซึ่งรุ่นใหม่จะเกิดจากการกระทำทางพันธุกรรมที่คัดสรรจากรุ่นเก่าโดยคัดจากค่า fitness โดยปกติโครโมโซมที่มีค่า fitness มากจะมีโอกาสถูกเลือกมาก สำหรับรายละเอียดของ GA สามารถดูได้จาก [9,10] สำหรับ GA ที่ได้นำมาประยุกต์ใช้กับเทคนิคที่นำเสนอ สามารถอธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดพารามิเตอร์ต่างๆของ GA ดังเช่น ค่าเริ่มต้นของ population ค่าความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ การผสมข้ามพันธุ์ จำนวนของรอบของการทำซ้ำ ขอบเขตของผลลัพธ์ จำนวนของบิตของเลขฐาน 2 เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ z ของมาสก์เป็นโครโมโซมของ GA ตัวอย่างของมาส์กที่ใช้ในงานวิจัยนี้แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ตัวอย่างมาส์ก (ก) แบบ 3× 3 (ข) แบบ Sobel (ค) แบบ prewit

ในการออกแบบมาส์กของเทคนิคที่นำเสนอ จะกำหนดโครงสร้างให้เหมือนกับโครงสร้างของฟิลเตอร์ตัวเดิมได้แก่

แบบที่ 1 กำหนดโครงสร้างตามฟิลเตอร์แบบ Sobel ตัวแปร z1 ถึง z9 แสดงได้ดังรูปที่ 3 (ก) เป็นโครโมโซมที่ต้องการหาค่าที่เหมาะสม ตามโครงสร้างพื้นฐานของ Sobel เฉพาะตัวแปร z1 และ z4 ของ Mx และตัวแปร z1 และ z2 ของ My เท่านั้นที่เป็นตัวไม่ทราบค่า ตัวแปรอื่นจะเป็นไปตามนี้

สำหรับ Mx, z2, z5,และ z8 มีค่าเท่ากับ 0, z1 = z7 และ z3=z9=-z1, z4=-z6, z1และ z4 ต้องเป็นค่าจำนวนจริงบวก

สำหรับ My, z4, z5,และ z6 มีค่าเท่ากับ 0, z1 = z3 และ z7=z9=-z1, z2=-z8, z1 และ z2 ต้องเป็นค่าจำนวนจริงบวก

แบบที่ 2 กำหนดโครงสร้างแบบ Prewitt มีตัวแปร z เพียงตัวเดียวที่ถูกนำมาใช้คำนวณ ตัวแปรอื่นจะเป็นดังนี้

สำหรับ Mx, z2, z5, และ z8 มีค่าเท่ากับ 0, z1 = z4 = z7=-z3=-z6=-z9= z

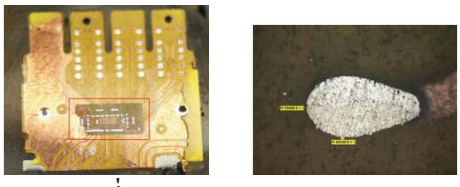
สำหรับ My, z4, z5, และ z6 มีค่าเท่ากับ 0, z1 = z2 = z3=-z7=-z8=-z9= z

ขั้นตอนที่ 3 สร้างประชากรโดยในรุ่นที่ 1 จะทำการสุ่มแบบแรนดอม แต่ในรุ่นต่อไปจะได้จากการกระทำทางพันธุกรรม จากนั้นคำนวณหาค่า fitness ของแต่ละโครโมโซมโดยใช้สมการที่ 1 และทำการเลือกค่าที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละรอบ

$$fitness = \frac{1}{\left[C\sum_{n=1}^{k}\left(\left|rMaj_n - Maj_n\right| + \left|rMino_n - Mino_n\right|\right)\right] + 0.001} \quad ...(1)$$

โดยที่ $rMaj_n$ เป็นค่าความยาวของรอยเชื่อมบัดกรีที่ได้จากการวัดจริง (แบบทำลายชิ้นงาน) ของรูปภาพที่ n, $rMino_n$ เป็นค่าความกว้างของรอยเชื่อมบัดกรีที่ได้จากการวัดจริง (แบบทำลายชิ้นงาน) ของรูปภาพที่ n, Maj_n เป็นค่าความยาวของรอยเชื่อมบัดกรีที่คำนวณจากวิธีที่นำเสนอของรูปภาพที่ n, $Mino_n$ เป็นค่าความกว้างของรอยเชื่อมบัดกรีที่คำนวณจากวิธีที่นำเสนอของรูปภาพที่ n, k เป็นจำนวนของรูปภาพที่ใช้ใน fitness function, และ C เป็นค่าคงที่เหมาะสม ในบทความเลือกให้มีค่าเท่ากับ 400

ในการออกแบบเทคนิคที่ได้นำเสนอ มีเพียง 2 ค่าที่กำหนดใน fitness function ของ GA คือ ความยาวของรอยบัดกรีและความกว้างของรอยบัดกรี ซึ่งค่าอัตราส่วนไม่ได้นำมาใช้ในการคำนวณเนื่องจากค่าอัตราส่วนคำนวณได้จากค่าความกว้างต่อความยาวของรอยเชื่อมบัดกรี ดังที่ได้เห็นในสมการที่ 1 ค่า 0.001 ถูกใช้เพื่อป้องกันการเกิด “การหารด้วยค่า 0” วิธีการวัดแบบทำลายถูกประยุกต์ใช้แทนการวัดค่าจริงของความยาวและกว้างของรอยเชื่อมบัดกรี การทดสอบแบบนี้จะให้ความแม่นยำสูงแต่มีข้อเสียคือใช้เวลานานมากและต้องตัดชิ้นงาน ทำให้เสียชิ้นงานนั้นๆไป การทดสอบแบบทำลายนี้จะเริ่มจากนำชิ้นส่วนพรีแอมป์ไปหล่อเรซินและตัดชิ้นงานบริเวณที่สนใจ จากนั้นนำไปวัดขนาดด้วยกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง ซึ่งวิธีการนี้มีความถูกต้องของผลลัพธ์สูง ดังนั้นเทคนิคนี้จึงใช้เพียงเพื่อยืนยันความถูกต้องของการวัดด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพเท่านั้น ไม่ได้ถูกนำมาใช้งานจริง ภาพที่ 4 แสดงวิธีการวัดแบบทำลาย



ภาพที่ 4 แสดงการทดสอบแบบทำลาย

ขั้นตอนที่ 4 พิจารณาจำนวนรอบของรุ่นปัจจุบันถ้ายังมีค่าน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ ให้กลับไปทำขั้นตอนที่ 3 จนกว่าค่าจำนวนรอบจะมีค่าเท่ากับค่าที่กำหนดไว้ แล้วจึงหยุดการทำงาน

4. ผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้กำหนดค่าพารามิเตอร์ของ GA ไว้ดังนี้ Maximum generation = 100, Population size = 30, Mutation pro. =0.1, Crossover prob. =0.6, จำนวนของภาพที่ใช้ฝึกสอน = 100 ผลการรันหาฟิลเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดของเทคนิคที่นำเสนอทั้งสองแบบแสดงในภาพที่ 5

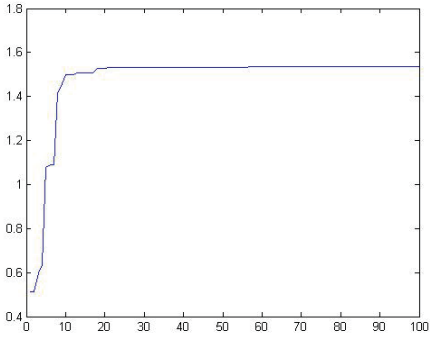
ในการออกแบบมาส์กแบบ Sobel ด้วย GA ในการรัน GA 100 รอบพบว่าค่า fitness ที่มีค่าเหมาะสมที่สุดมีค่าเท่ากับ 1.5355 รูปภาพการลู่เข้าสามารถแสดงได้ในรูปภาพที่ 5(ก) ค่า Mask ที่เหมาะสมของตัวกรองที่นำเสนอโครงสร้าง Sobel คือ

0.5915	0	-0.5915
0.8918	0	-0.8918
0.5915	0	-0.5915

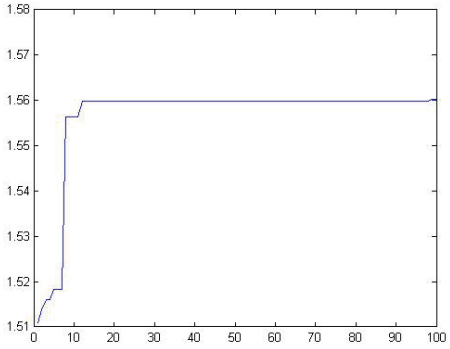
M_x *

0.5915	0.8918	0.5915
0	0	0
-0.5915	-0.8918	-0.5915

M_y*



(ก)



(ข)

ภาพที่ 5 แสดงการลู่เข้าของคำตอบ (ก) ฟิลเตอร์ที่นำเสนอแบบ Sobel (ข) ฟิลเตอร์ที่นำเสนอแบบ Prewit

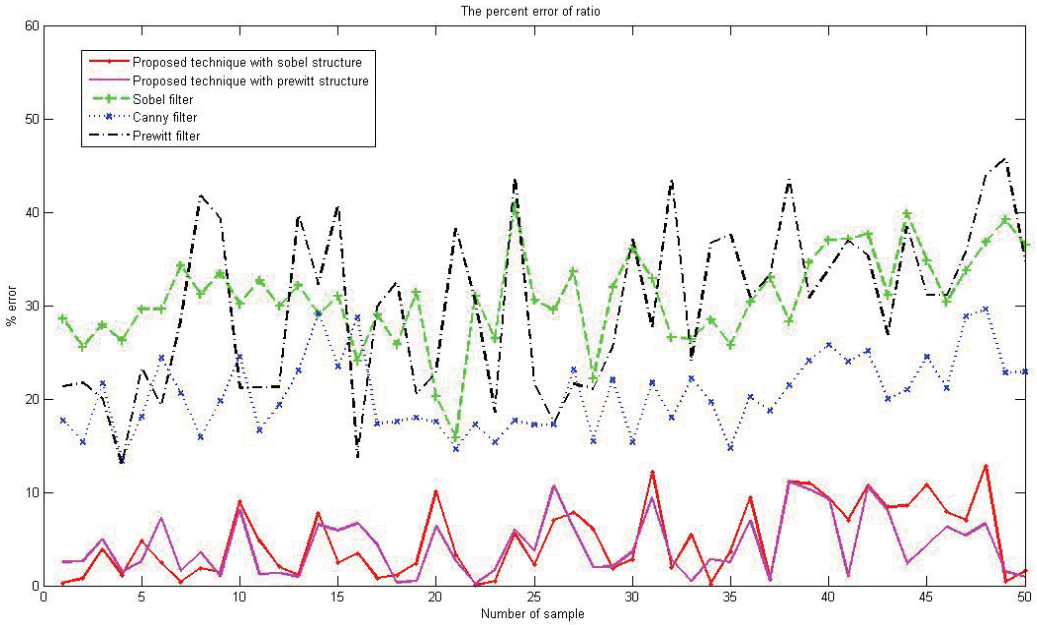
เช่นกันในการออกแบบมาสก์ด้วย GA บนโครงสร้างของ Prewitt ค่าที่คำนวณด้วย GA มีค่าดังนี้

0.7347	0	-0.7347
0.7347	0	-0.7347
0.7347	0	-0.7347

M_x *

0.7347	0.7347	0.7347
0	0	0
-0.7347	-0.7347	-0.7347

M_y*



ภาพที่ 6 ขนาดของความคลาดเคลื่อนของอัตราส่วนบั๊มของภาพทดสอบ

ขนาดของเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนในภาพทดสอบ (50 ภาพที่ไม่ใช่ภาพ training) แสดงในภาพที่ 6 ดังที่ได้เห็นในภาพยืนยันได้ว่า เทคนิคที่นำเสนอมีประสิทธิภาพและแม่นยำกว่าฟิลเตอร์แบบอื่น ตารางที่ 1 แสดงค่าเปรียบเทียบของ MSE ของแต่ละเทคนิค

ตารางที่ 1 ค่า mean square error ของ ทุกเทคนิค

เทคนิค	**MSE** ($x10^{-3}$)
เทคนิคที่นำเสนอ (โครงสร้าง Sobel)	1.1
เทคนิคที่นำเสนอ (โครงสร้าง Prewitt)	0.84
ฟิลเตอร์แบบ Sobel	28.2
ฟิลเตอร์แบบ Canny	12.5
ฟิลเตอร์แบบ Prewitt	28.5

5. สรุป

บทความนี้แสดงการประยุกต์ใช้ GA เพื่อปรับปรุงความแม่นยำของระบบตรวจวัดแบบวิทัศน์อัตโนมัติโดยหาพารามิเตอร์ในมาส์กที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้ความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับการทดสอบแบบทำลายมีค่าต่ำสุด ความแม่นยำของเทคนิคนี้ดีกว่าเทคนิคอื่น อาทิ Sobel Prewitt และ Canny

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทางด้านเงินทุนจาก DSTAR, KMITL และ NECTEC, KMITL (Project No. HDDB51-004), และ Belton Industrial (Thailand)

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Wahler RA, Shih FY., “Image Enhancement for Radiographs Utilizing Filtering, Gray Scale Transformation and Sobel Gradient Operator”, *IEEE Engineering in Medicine & Biology Annual International Conference*, Vol. 2, pp. 618-619, 1989.

[2] Heath M, Sarkar S, Sanocki T, Bowyer KW, “A robust visual method for assessing the relative performance of edge-detection algorithm”, *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell*, Vol. 19, No. 12, pp.1338-1359, 1997.

[3] Foshci P, Kolippakkam D, Liu H, Mandvikar A,”Feature extraction for image mining”,.*Proceedings of the International Workshop on Multimedia Information System (MIS)*, pp 103-109, 2002.

[4] Nezamabadi-pour H. and Saryazdi S., “Edge detection using ant algorithm”, *Soft Compute*, Vol.10, pp. 623-628, 2006.

[5]Kaitwanidvilai S, Saenthon A, “Automatic Visual Inspection of Bump in Hard Disk Drive Component using Neural Network and Image Processing”, *Proceedings of the IASTED International Conference on Computer Graphic and Imaging*, Austria, pp 112-116, 2008.

[6] Karnprachar S, Saenthon A, Kaitwanidvilai S, “A Nondestructive Bump Inspection in Flip Chip Component using Fuzzy Image Filtering”, *ECTI Transactions on Electrical Engineering, Electronics, and Communications (ECTI-EEC)*, Vol. 5, No. 2 ,pp 103 – 108, 2007.

[7] Erus G, Lomenie N, "Classification of structural cartographic objects using edge-based features", *Lecture Notes in Computer Science* (*LNCS*) 4841, pp.385-392, 2007.
[8] Holland JH, *Adaptation in neural and artificial system*, *The* University of Michigan Press, Ann Arbor, 1975.
[9] De G, *Genetic algorithms in search optimization, and machine learning* Addison-Wesley, Reading, 1989.
[10]Gen M, Cheng R *Genetic algorithms and engineering optimization,* New York: John Wiley & Sons Inc., 2000.
[11]Lee Y et al, "A robust approach to edge detection of scanned point data," *Int J Adv Manufacturing Technology*. Vol. 23, pp. 263–271, 2004.
[12]Liu X, Begg DW, Fishwisk RJ, "Genetic approach to optimal topology/controller design of adaptive structures," *Int J Number Mathods Eng*, Vol. 41 No. 5, pp. 815-830, 1998.
[13]Dorsey RE, Mayer WJ, "Genetic algorithm for estimation problem with multiple optima, non-differentiability, and other irregular",. *J Bus Econ Stat*, Vol. 13, No.1, pp.53-66, 1995.
[14]Bhandarker M, Zhang Y, Potter D, "A genetic algorithm-based edge detection technique," *Proceeding of IJNN. IEEE* pp 2995-2999, 1993.
[15]Wang Y,and Funakubo N, "Detection of Geometric Shapes by the Combination of Genetic Algorithm and Subpixel Accuracy,". *Proceedings of ICPR IEEE:* ,pp.535-539, 1996.
[16]Gudmundsson, M. El-Kwae, EA and Kabuka, MR , "Detection in medical Images using a genetic algorithm," *IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING*, Vol. 17, pp 469-474, 1998.
[17]Lee MK, Leung SW, Pun TL, Cheung HL , Lee AMK , "Edge detection by genetic algorithm," *Proceedings of ICIP, IEEE, Vol. 1,* pp 478-480, 2000.
[18]Son Dao, De Natale GB, "Edge Potential Functions and Genetic algorithms for Shape-based Image retrieval," *Proceeding of ICIP.IEEE*, Vol. 3, pp 729-732, 2003.
[19]Min W, Shuyuan Y, "A hybrid Genetic Algorithm -based Edge Detection method for SAR Image," *Radar Conference, IEEE International,* pp: 503 – 506, 2005.
[20]Li BB, Zhang Y, "An adaptive Immune Genetic algorithm fog Edge Detection," *ICIC , LNAI 4682*, pp 565-571, 2007.
[21]Gonzalez RC, Wood RE, *Digital Image Processing*, 2nd Edition, Addison-Wesley, Boston, pp.572 – 607, 2002.
[22]Pratt WK, *Digital Imaging Processing*, 4th Revised Edition, John Wiley and Son, New York, 2007.

การพัฒนาโปรแกรมตรวจจับความผิดพร่องของโรเตอร์โดยการวิเคราะห์สัญญาณกระแสมอเตอร์

A Development of Rotor Fault Detection Program Based on Motor Current Signature Analysis

เอกกมล บุญยะผลานันท์ สุรพันธ์ ตันศรีวงษ์ พูลศักดิ์ โกษียาภรณ์

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ekm@kmutnb.ac.th, stw@kmutnb.ac.th, pks@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมตรวจจับความผิดพร่องของโรเตอร์ด้วยการวิเคราะห์สัญญาณกระแสมอเตอร์ ให้สามารถแสดงผลการตรวจจับได้อัตโนมัติเพื่อความสะดวกในการใช้งาน โดยการนำสัญญาณกระแสมอเตอร์วิเคราะห์สัญญาณแบบสเปกตรัมด้วยวิธี FFT และใช้การตรวจจับความถี่ข้างเคียงที่เกิดขึ้นทั้งสองข้างของความถี่มูลฐาน ในการทดสอบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสขนาด 1.5 kW จำนวน 3 ตัว มอเตอร์ตัวที่ 1 เป็นมอเตอร์สภาวะปกติ มอเตอร์ตัวที่ 2 และ 3 เป็นมอเตอร์ที่มีสภาวะตัวนำโรเตอร์แตกหัก 1 และ 4 แท่งตัวนำ ผลการวิจัยพบว่าโปรแกรมสามารถตรวจจับความผิดพร่องของโรเตอร์ที่ตัวนำแตกหัก 1 และ 4 แท่งตัวนำในสภาวะที่มีภาระ 25% 50% และ 100% ได้ดีกว่าสภาวะไม่มีภาระ

คำสำคัญ: ความผิดพร่องของโรเตอร์ การวิเคราะห์กระแสมอเตอร์ การแปลงฟูริเยร์แบบเร็ว การวิเคราะห์สเปกตรัม

Abstract

This paper presents a development of rotor fault detection program based on motor current signature analysis for automatic fault indication and convenient usage. Fast Fourier transform (FFT) current spectrum was employed to analyze motor current by inspection of frequencies sideband current components. Experiments were performed on three induction motors (3 phases,1.5 kW); one normal rotor, rotor with 1 broken bar, and rotor with 4 broken bars. The results showed that the designed software could obviously detect rotor fault of all motors under 25%, 50% and 100% of load better than no-load condition.

Keyword: Rotor fault, Motor Current Signature Analysis, Fast Fourier Transform, Power Spectrum Analysis.

1. บทนำ

บรรดาเครื่องจักรกลไฟฟ้าที่ใช้กันอยู่เพื่อเป็นต้นกำลังในกระบวนการผลิตต่างๆในภาคอุตสาหกรรม มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟสได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางที่สุดในประเภทของเครื่องจักรกลไฟฟ้าที่ถูกนำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากมีโครงสร้างที่แข็งแรง ไม่ซับซ้อน มีกำลังสูงและบำรุงรักษาง่าย การเกิดความผิดพร่องที่ไม่ได้คาดคิดมาก่อนของมอเตอร์มีผลทำให้กระบวนการผลิตต้องหยุดชะงักไปและต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูง ความผิดพร่องของมอเตอร์ที่เกิดขึ้นมีดังนี้ ความผิดพร่องของสเตเตอร์ 38% ความผิดพร่องของโรเตอร์ 10% ความผิดพร่องของรองลื่น 40% และอื่นๆ 12% [1-3]

ความผิดพร่องของโรเตอร์เป็นปัญหาที่สำคัญอย่างยิ่งของมอเตอร์เหนี่ยวนำ ถึงแม้ว่าไม่ได้เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความผิดพร่องของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำแต่สามารถก่อให้เกิดผลกระทบที่รุนแรงได้ ดังนั้นจึงเริ่มมีการนำ Motor Current Signature Analysis (MCSA) มาใช้ในการเฝ้าสังเกตสภาวะการทำงานของโรเตอร์ ความผิดพร่องของโรเตอร์ที่เกิดขึ้นคือแท่งตัวนำโรเตอร์และวงแหวนด้านท้ายแตกออกจากกันมีสาเหตุมาจากการสตาร์ตมอเตอร์โดยตรงซึ่งขดลวดตัวนำโรเตอร์ไม่ได้ถูกออกแบบมาโดยเฉพาะจะทำให้เกิดความร้อนและความเครียดทางกลสูง การเชื่อมต่อโหลดที่เพลาของโรเตอร์ส่งผลทำให้เกิดแรงเครียดทางกลสูงและความผิดพลาดในกระบวนการผลิตโรเตอร์ [4]

การตรวจจับความผิดพร่องของโรเตอร์ที่เกิดขึ้นในมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำโดยใช้ Fast Fourier transform (FFT) มาวิเคราะห์สัญญาณสเปกตรัมกระแสของมอเตอร์โดยแอมพลิจูดของความถี่มูลฐานจะมีค่าสูงสุดและเมื่อเกิดความผิดพร่องของโรเตอร์ขึ้นจะปรากฏแอมพลิจูดของความถี่ข้างเคียงจะเกิดขึ้นสองข้างของความถี่มูลฐาน [4,5-8] การวิเคราะห์ทรานเชี้ยนของกระแสสเตเตอร์และแรงบิดที่เพลามอเตอร์ เมื่อเกิดความผิดพร่องของโรเตอร์จะส่งผลให้สัญญาณกระแสและแรงบิดที่ตรวจจับได้เกิดการแกว่งของสัญญาณ [9] การวิเคราะห์สัญญาณกระแสสเตเตอร์ด้วย FFT เพื่อดูแอมพลิจูดของความถี่ข้างเคียงจะเกิดขึ้นทั้งสองข้างของความถี่มูลฐานและใช้ Space vector เพื่อคำนวณมุมของเวกเตอร์สนามแม่เหล็กในสเตเตอร์ โดยความแตกต่างของมุมที่เกิดขึ้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเกิดความผิดพร่องขึ้น วิธีนี้สามารถตรวจจับความผิดพร่องที่แท่งตัวนำโรเตอร์ได้ 1-5 ตัวนำ [10-12] การตรวจจับด้วยวิธีที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นผลการวิเคราะห์สัญญาณแสดงอยู่ในรูปแบบกราฟที่ไม่สามารถบ่งชี้อัตโนมัติว่าเกิดความผิดพร่องขึ้นที่โรเตอร์ จำเป็นต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้และทักษะจึงจะสามารถวิเคราะห์กราฟดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมเพื่อตรวจจับความผิดพร่องของโรเตอร์โดยใช้โปรแกรม LabVIEW ให้สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ความผิดพร่องของโรเตอร์อัตโนมัติ ส่งผลให้สะดวกต่อการนำไปใช้งาน

2. ทฤษฎีเบื้องต้น

เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่ (f_1) ให้กับขดลวดสเตเตอร์จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนขึ้นในสเตเตอร์และส่งผลทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (EMF) ในโรเตอร์ กระแสที่ไหลในโรเตอร์มีค่าความถี่ (f_2) ซึ่งน้อยกว่าในสเตเตอร์ความแตกต่างของสองความถี่นี้เรียกว่า สลิป (s)

$$f_2 = sf_1 \quad \text{Hz} \qquad (1)$$

เมื่อ s คือ สลิป

f_1 คือ ความถี่แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Hz)

f_2 คือ ความถี่สลิปกระแสโรเตอร์ (Hz)

กระแสโรเตอร์ในขดลวดสร้างสนามแม่ 3 เฟสที่มีจำนวนขั้วเท่ากับที่สเตเตอร์แต่หมุนด้วยความถี่สลิป (f_2) ซึ่งความสัมพันธ์กับการหมุนของโรเตอร์ เมื่อขดลวดโรเตอร์สมดุลจะเกิดสนามแม่เหล็กหมุนด้านหน้าที่ความถี่สลิป แต่ถ้าโรเตอร์เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้นจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนย้อนกลับที่ความถี่สลิป ส่งผลให้ที่สเตเตอร์เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (EMF) และกระแสในสเตเตอร์ที่ความถี่

$$f_{sb} = f_1(1-2s) \quad \text{Hz} \qquad (2)$$

เมื่อเกิดการแตกหักของแท่งตัวนำโรเตอร์ขึ้นจะทำให้เกิดความถี่ข้างเคียงขึ้นมีค่าเป็นสองเท่าของความถี่สลิป ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงกระแสที่มีสาเหตุมาจากแรงบิดแบบพัลส์ด้วย

สองเท่าของความถี่สลิป (2sf1) และสัมพันธ์กับการแกว่งของความเร็ว การแกว่งของความเร็วนี้สามารถลดขนาดกระแสของความถี่ข้างเคียง f1(1-2s) แต่ส่วนประกอบกระแสความถี่ข้างเคียงด้านสูง f1(1+2s) จะถูกเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดสเตเตอร์เนื่องจากการแกว่งของโรเตอร์ ดังนั้นเมื่อโรเตอร์เกิดความผิดพร่องขึ้นส่งผลให้เกิดส่วนประกอบกระแสที่เหนี่ยวนำในขดลวดสเตเตอร์กระแสด้วยความถี่ [4]

$$f_{sb} = f_1(1 \pm 2s) \quad \text{Hz} \quad (3)$$

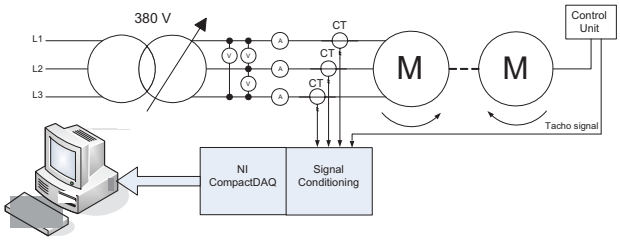
เมื่อ s คือ สลิป

f_1 คือ ความถี่แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Hz)

f_{sb} คือ ความถี่ข้างเคียงเมื่อเกิดโรเตอร์ผิดพร่อง

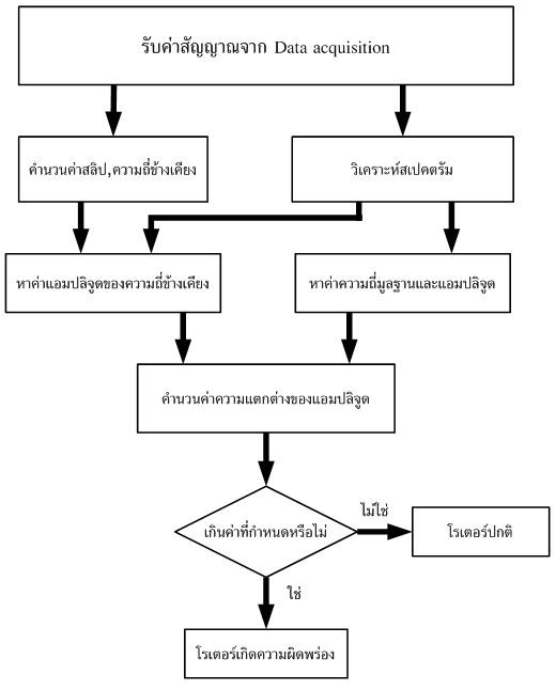
3. การออกแบบโปรแกรม

โปรแกรมตรวจจับความผิดพร่องของโรเตอร์รับสัญญาณกระแสจากตัวตรวจจับ Hall-effect current sensor และความเร็วรอบจาก Tachogenerator จากนั้นนำมาปรับแต่งสัญญาณด้วยชุด Signal Conditioning ก่อนที่จะส่งข้อมูลให้กับคอมพิวเตอร์โดยผ่านชุด Data acquisition ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วงจรชุดทดลอง

โปรแกรมจะรับข้อมูลที่ได้จาก Data acquisition เพื่อคำนวณหาค่าความถี่สลิปและความถี่ข้างเคียงพร้อมกับวิเคราะห์สเปกตรัมด้วย FFT หลังจากนั้นคำนวณหาความถี่มูลฐานและแอมพลิจูดพร้อมกับหาค่าแอมพลิจูดของความถี่ข้างเคียง เมื่อได้แอมพลิจูดของความถี่มูลฐานและความถี่ข้างเคียงแล้ว จะนำค่าทั้งสองมาหาความแตกต่างของแอมพลิจูดเพื่อเปรียบเทียบว่าเกินค่าที่กำหนดไว้หรือไม่ถ้าค่าเกินค่าที่กำหนดไว้แสดงว่าโรเตอร์เกิดความผิดพร่อง แต่ถ้าไม่เกินค่าที่กำหนดไว้แสดงว่าโรเตอร์ปกติ แผนผังการทำงานของโปรแกรมแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนผังการทำงานของโปรแกรม

4. การทดสอบ

การวิจัยครั้งนี้ใช้มอเตอร์เหนี่ยวนำของ Westen Electric รุ่น 1D90L-4 220/380V, 6.39/3.7A, Δ/Y, 1.5kW, 50Hz, 1402 rpm จำนวน 3 ตัว มอเตอร์ตัวที่ 1 เป็นสภาวะปกติจะใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง มอเตอร์ตัวที่ 2 และ 3 จำลองสภาวะตัวนำโรเตอร์แตกหักโดยการนำโรเตอร์มาเจาะรูบนแท่งตัวนำโรเตอร์ 1 และ 4 แท่งตัวนำ เพื่อให้ตัวนำขาดจากวงแหวนด้านท้ายดังภาพที่ 3 และนำไปถ่วงสมดุล การทดสอบมอเตอร์นำไปติดตั้งบนแท่นระนาบเดียวกับชุดเพนดูลัมเพื่อปรับภาระให้กับมอเตอร์ การทดสอบนี้จะมี 5 สภาวะคือที่ไม่มีภาระ, ภาระ 25%, 50% และ 100% การตรวจจับกระแสใช้ Hall-effect current sensor ของ LEM HY5-P และความเร็วรอบใช้ Tachogenerator ที่ให้แรงดันเอาต์พุต 1V/1000 rpm สัญญาณกระแสและความเร็วรอบต่อกับการ์ดรับสัญญาณ NI9215 with BNC 4 Ch. ±10V 16-bit simultaneous Analog Input โดยส่งข้อมูลให้กับคอมพิวเตอร์ผ่าน Data acquisition ของ National Instrument NI cDAQ-9172 ใช้โปรแกรม LabVIEW อ่านข้อมูลเพื่อประมวลผลทุกๆ 4 วินาที ด้วยจำนวน 25000 เส้น Sampling rate 6250 Hz



(ก) เจาะ 1 แท่งตัวนำ

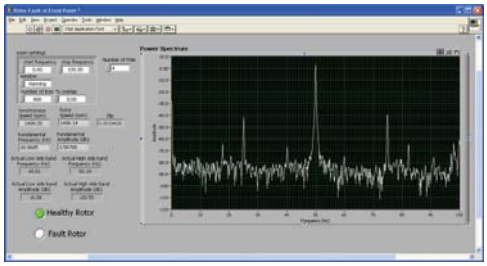


(ข) เจาะ 4 แท่งตัวนำ

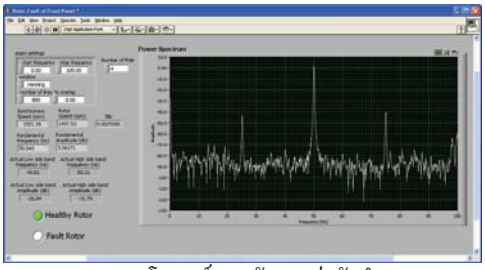
ภาพที่ 3 โรเตอร์ที่เจาะรูบนแท่งตัวนำ

5. ผลการทดสอบโปรแกรม

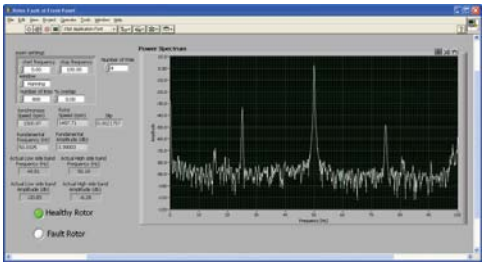
ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ในโดเมนความถี่ใช้การวิเคราะห์สเปกตรัม แบบ FFT ด้วยช่วงความถี่ 0-100 Hz จำนวนเส้น 800 เส้น ใช้การปรับปรุงสัญญาณแบบ Hanning



(ก) มอเตอร์ปกติ



(ข) โรเตอร์แตกหัก 1 แท่งตัวนำ

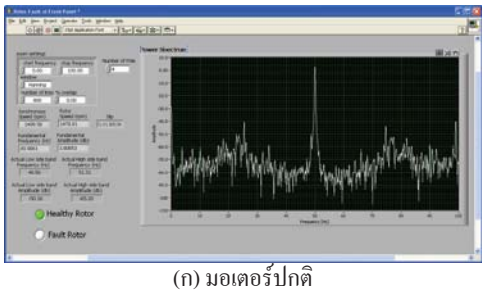


(ค) โรเตอร์แตกหัก 4 แท่งตัวนำ

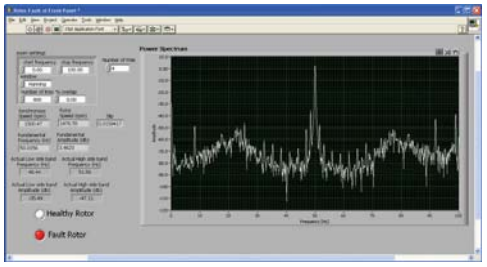
ภาพที่ 4 หน้าจอแสดงผลของโปรแกรมสภาวะไม่มีภาระ

การทดสอบมอเตอร์ทั้ง 3 ตัวเมื่อสภาวะไม่มีภาระความเร็วโรเตอร์ 1497 rpm ผลการวิเคราะห์สเปกตรัมแสดงดังภาพที่ 4 เห็นได้ว่าทั้งสองข้างของความถี่มูลฐานไม่ปรากฏความถี่ข้างเคียงขึ้น โปรแกรมตรวจจับได้ว่ามอเตอร์ทั้ง 3 ตัวไม่เกิดความผิดพร่องของโรเตอร์

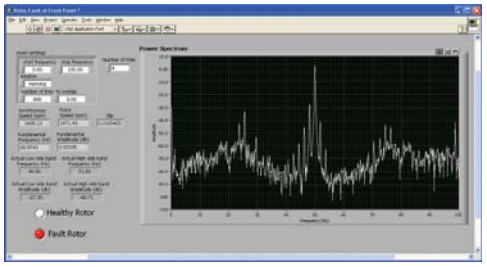
การทดสอบเมื่อภาระเพิ่มขึ้นเป็น 25% มอเตอร์ตัวที่ 1 ความเร็วโรเตอร์ 1479 rpm กระแส 1.92 A มอเตอร์ตัวที่ 2 ความเร็วโรเตอร์ 1477 rpm กระแส 1.85 A มอเตอร์ตัวที่ 3 ความเร็วโรเตอร์ 1471 rpm กระแส 1.94 A ผลการวิเคราะห์สเปกตรัมแสดงดังภาพที่ 5 เห็นได้ว่ามอเตอร์ตัวที่ 1 ไม่มีความถี่ข้างเคียงปรากฏ มอเตอร์ตัวที่ 2 เกิดความถี่ข้างเคียง 48.44 และ 51.56 Hz ขนาดแอมพลิจูด -35.59 และ -47.13 db มอเตอร์ตัวที่ 3 เกิดความถี่ข้างเคียง 48.19 และ 51.81 Hz ขนาดแอมพลิจูด -28.83 และ -41.03 db โปรแกรมตรวจจับได้ว่ามอเตอร์ตัวที่ 1 ไม่เกิดความผิดพร่องของโรเตอร์ มอเตอร์ตัวที่ 2 และ 3 เกิดความผิดพร่องของโรเตอร์



(ก) มอเตอร์ปกติ



(ข) โรเตอร์แตกหัก 1 แท่งตัวนำ

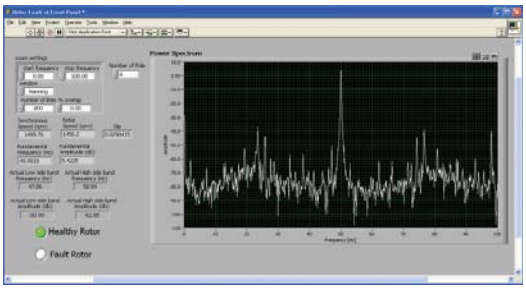


(ค) โรเตอร์แตกหัก 4 แท่งตัวนำ

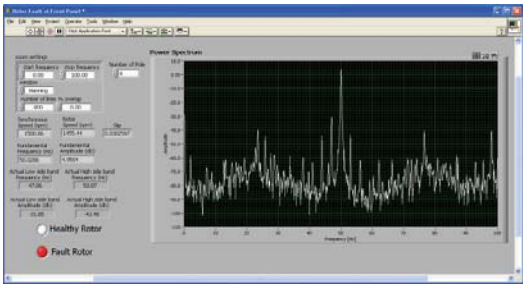
ภาพที่ 5 หน้าจอแสดงผลของโปรแกรมสภาวะภาระ 25%

การทดสอบเมื่อภาระเพิ่มขึ้นเป็น 50% มอเตอร์ตัวที่ 1 ความเร็วโรเตอร์ 1456 rpm กระแส 2.29 A มอเตอร์ตัวที่ 2 ความเร็วโรเตอร์ 1455 rpm กระแส 2.17 A มอเตอร์ตัวที่ 3 ความเร็วโรเตอร์ 1445 rpm กระแส 2.29 A ผลการวิเคราะห์สเปกตรัมแสดงดังภาพที่ 6 ได้ว่ามอเตอร์ตัวที่ 1 ไม่มีความถี่ข้างเคียงปรากฏ มอเตอร์ตัวที่ 2 เกิดความถี่ข้างเคียง 47.06 และ 53.07 Hz ขนาดแอมพลิจูด -31.85 และ -43.46 db มอเตอร์ตัวที่ 3 เกิดความถี่ข้างเคียง 46.43 และ 53.44 Hz ขนาดแอมพลิจูด -21.75 และ -40.88 db โปรแกรมตรวจจับได้ว่ามอเตอร์ตัวที่ 1 ไม่เกิดความผิดพร่องของโรเตอร์ มอเตอร์ตัวที่ 2 และ 3 เกิดความผิดพร่องของโรเตอร์

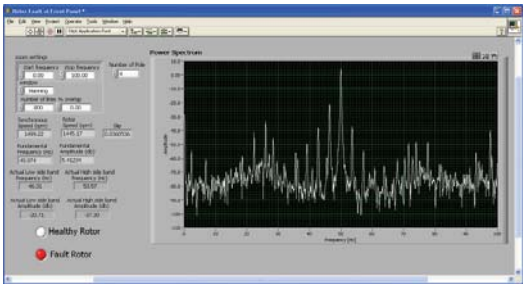
การทดสอบเมื่อภาระเพิ่มขึ้นเป็น 100% มอเตอร์ตัวที่ 1 ความเร็วโรเตอร์ 1395 rpm กระแส 3.7 A มอเตอร์ตัวที่ 2 ความเร็วโรเตอร์ 1392 rpm กระแส 3.60 A มอเตอร์ตัวที่ 3 ความเร็วโรเตอร์ 1366 rpm กระแส 3.63 A ผลการวิเคราะห์สเปกตรัม แสดงดังภาพที่ 7 เห็นได้ว่ามอเตอร์ตัวที่ 1 ไม่มีความถี่ข้างเคียงปรากฏ มอเตอร์ตัวที่ 2 เกิดความถี่ข้างเคียง 42.68 และ 57.44 Hz ขนาดแอมพลิจูด -23.82 และ -41.68 db มอเตอร์ตัวที่ 3 เกิดความถี่ข้างเคียง 40.93 และ 59.07 Hz ขนาดแอมพลิจูด -14.11 และ -29.40 db โปรแกรมตรวจจับได้ว่ามอเตอร์ตัวที่ 1 ไม่เกิดความผิดพร่องของโรเตอร์ มอเตอร์ตัวที่ 2 และ 3 เกิดความผิดพร่องของโรเตอร์



(ก) มอเตอร์ปกติ

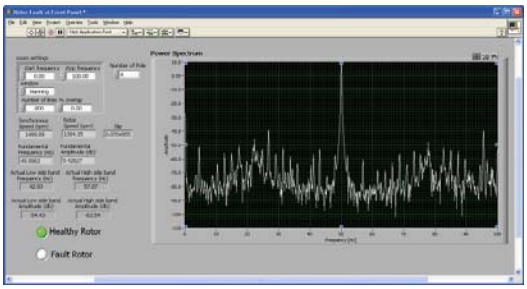


(ข) โรเตอร์แตกหัก 1 แท่งตัวนำ

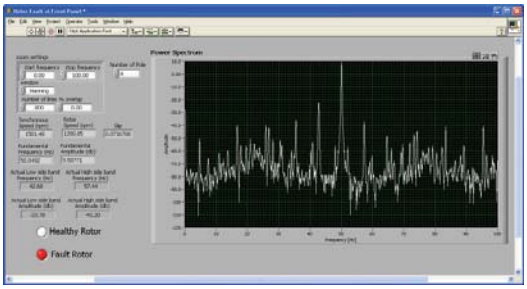


(ค) โรเตอร์แตกหัก 4 แท่งตัวนำ

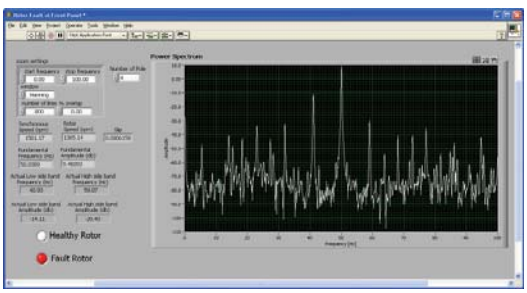
ภาพที่ 6 หน้าจอแสดงผลของโปรแกรมสภาวะภาระ 50%



(ก) มอเตอร์ปกติ



(ข) โรเตอร์แตกหัก 1 แท่งตัวนำ



(ค) โรเตอร์แตกหัก 4 แท่งตัวนำ

ภาพที่ 7 หน้าจอแสดงผลของโปรแกรมสภาวะภาระ 100%

6. สรุปผล

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมตรวจจับความผิดพร่องของโรเตอร์เพื่อแสดงผลความผิดพร่องอัตโนมัติ โดยนำสัญญาณกระแสมอเตอร์วิเคราะห์สเปกตรัม ด้วยวิธี FFT ใช้การตรวจจับความถี่ข้างเคียงที่เกิดขึ้นทั้งสองข้างของความถี่มูลฐาน ในการทดสอบใช้มอเตอร์ 3 ตัว มอเตอร์ตัวที่ 1 เป็นสภาวะปกติ มอเตอร์ตัวที่ 2 และ 3 เป็นสภาวะตัวนำโรเตอร์แตกหัก ทดสอบทั้งในสภาวะไม่มีภาระและมีภาระ ผลการวิจัยพบว่าสภาวะไม่มีภาระโปรแกรมสามารถตรวจจับได้ว่าไม่เกิดความผิดพร่องของโรเตอร์และสภาวะมีภาระโปรแกรมตรวจจับได้ว่าเกิดความผิดพร่องของโรเตอร์

7. เอกสารอ้างอิง

[1] IEEE Motor Reliability Working Group, “Report of large motor reliability survey of industrial commercial installations,” Part I, IEEE Trans. Ind. Applicat., vol IA-21, pp.853-872, July/Aug. 1985.

[2] O.V. Thorsen and M. Dalva, “Condition monitoring methods, failure identification and analysis for high voltage motors in petrochemical industry,” in Proc. 8th Inst. Elec. Eng. Int. Conf., EMD’97, University of Cambridge, no. 444, pp. 109-113.

[3] A.H. Bonnet and G.C. Soukup, “Cause and analysis of stator and rotor failures in three-phase squirrel-cage induction motors,” IEEE Trans. Ind. Applicat., vol. 28, pp. 921-937, July/Aug. 1992.

[4] Thomson, W.T.; Fenger, M., "Current signature analysis to detect induction motor faults," Industry Applications Magazine, IEEE , vol.7, no.4, pp.26-34, Jul/Aug 2001.

[5] Thomson, W.T., "On-line current monitoring to detect electrical and mechanical faults in three-phase induction motor drives," Life Management of Power Plants, 1994., International Conference on , vol., no., pp.66-73, 12-14 Dec 1994.

[6] Bacha, K.; Gossa, M.; Capolino, G.-A., "Diagnosis of induction motor rotor broken bars," Industrial Technology, 2004. IEEE ICIT '04. 2004 IEEE International Conference on , vol.2, no., pp. 979-984 Vol. 2, 8-10 Dec. 2004.

[7] Henao, H.; Razik, H.; Capolino, G.-A., "Analytical approach of the stator current frequency harmonics computation for detection of induction machine rotor faults," Industry Applications, IEEE Transactions on , vol.41, no.3, pp. 801-807, May-June 2005.

[8] Arabaci, H.; Bilgin, O., "The Detection of Rotor Faults By Using Short Time Fourier Transform," Signal Processing and Communications Applications, 2007. SIU 2007. IEEE 15th , vol., no., pp.1-4, 11-13 June 2007.

[9] Toliyat, H.A.; Lipo, T.A., "Transient analysis of cage induction machines under stator, rotor bar and end ring faults," Energy Conversion, IEEE Transaction on , vol.10, no.2, pp.241-247, Jun 1995.

[10] Tsoumas, I.; Mitronikas, E.; Safacas, A., "Induction motor mixed fault diagnosis based on wavelet analysis of the current space vector," Electrical Machines and Systems, 2005. ICEMS 2005. Proceedings of the Eighth International Conference on , vol.3, no., pp. 2186-2191 Vol. 3, 27-29 Sept. 2005.

[11] Mirafzal, B.; Demerdash, N.A.O., "Induction machine broken-bar fault diagnosis using the rotor magnetic field space-vector orientation," Industry Applications, IEEE Transactions on , vol.40, no.2, pp. 534-542, March-April 2004.

[12] Kia, S.H.; Henao, H.; Capolino, S.G.-A., "Diagnosis of Broken Bar Fault in Induction Machines Using Discrete Wavelet Transform without Slip Estimation," Industry Applications Conference, 2007. 42nd IAS Annual Meeting. Conference Record of the 2007 IEEE , vol., no., pp.1917-1922, 23-27 Sept. 2007.

[13] diagnosis," Control, Communications and Signal Processing, 2004. First International Symposium on , vol., no., pp. 461-464, 2004.

แบบจำลองสัญญาณอัลตร้าซาวด์ที่พิจารณาปรากฏการณ์เลี้ยวเบนของคลื่น

A Simulated Model of Ultrasonic Signal incorporating Diffraction Effect

มีชัย โลหะการ

BEE LAB (Biomedical Engineering and Education LAB)
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทคัดย่อ

การเลี้ยวเบน (Diffraction Effect) เป็นสมบัติที่สำคัญของคลื่นอัลตร้าซาวด์ ในการสร้างสัญญาณอัลตร้าซาวด์จำลองบางวิธีการไม่นำการเลี้ยวเบนมาพิจารณาเพราะมีการคำนวณที่ซับซ้อน ในงานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการแบบจำลองสัญญาณอัลตร้าซาวด์ที่พิจารณาการเลี้ยวเบนของคลื่น โดยสัญญาณอัลตราซาวด์ถูกสร้างขึ้นจากทรานเฟอร์ฟังก์ชันแบบต่างๆ ในโดนเมนความถี่ (Frequency Domain) จุดเด่นของงานวิจัยนี้คือการประยุกต์ใช้ทฤษฎีของลอมเมลล์เพื่อคำนวณทรานเฟอร์ฟังก์ชันการเลี้ยวเบนที่เป็นแบบปิด (Closed Form) ส่งผลให้การคำนวณง่ายขึ้น ดังนั้นจึงทำให้สัญญาณอัลตร้าซาวด์ที่สร้างขึ้นมีความเหมือนสัญญาณอัลตร้าซาวด์จริงมากยิ่งขึ้น โดยผลการคำนวณถูกยืนยันความถูกต้องโดยการนำไปเปรียบเทียบกับสัญญาณอัลตร้าซาวด์จากแบบจำลองที่ไม่คิดการเลี้ยวเบน และที่วัดจริง

คำสำคัญ: อัลตร้าซาวด์ การเลี้ยวเบน ลอมเมลล์

Abstract

One of the important properties of wave is a diffraction effect. Due to a complexity in calculation, simulated models of ultrasonic wave propagation is omitted the diffraction effect. In this paper, a simulated model of ultrasonic signal incorporating diffraction effect is proposed. The simulated model is constructed from various types of transfer function in frequency domain. For easy computation, the closed form of Lommel diffraction correction effect is employed. The simulated ultrasound with a diffraction effect is compared with the non-diffraction signal and a real measurement. The results show a good agreement between theory and measurement.

Keyword: Ultrasound, Diffraction Effect, Lommel

1. บทนำ

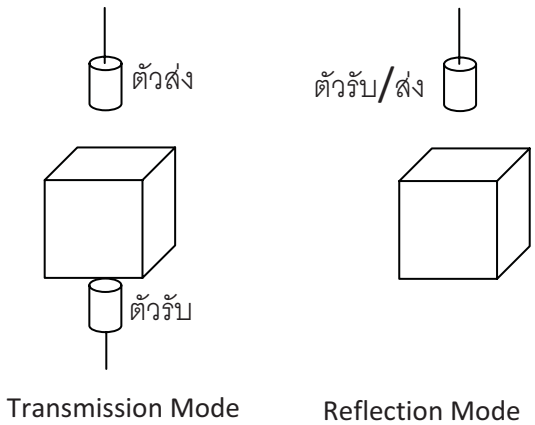
คลื่นอัลตร้าซาวด์ (Ultrasonic Wave) สามารถประยุกต์ใช้งานได้แพร่หลายในปัจจุบัน เช่น การสร้างภาพทางการแพทย์ [1] การตรวจสอบรอยร้าวในท่อก๊าซ อีกทั้งยังใช้ในการระบุลักษณะสมบัติ (Characterization) [2-7] ของวัตถุต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น โลหะ อโลหะ หรือแม้กระทั่งในเนื้อเยื่อ ในงานวิจัยทางด้านอัลตร้าซาวด์จำเป็นต้องสร้างสัญญาณอัลตร้าซาวด์จำลอง (Simulated Signal) เพื่อใช้ในการทดสอบระเบียบวิธีวิจัยที่สร้างขึ้น ซึ่งการใช้สัญญาณจากการทดลองจริงอาจทำได้ยาก และไม่สะดวก ดังงานวิจัย [8] ได้ทำการสร้างสัญญาณอัลตร้าซาวด์จำลองเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายย้อนกลับ (Backscatter Coefficient) ในเนื้อเยื่อเทียม อีกทั้งยังมีงานวิจัย [9] ได้ใช้สัญญาณอัลตร้าซาวด์จำลองในการหาขนาดวัตถุที่ถูกแช่อยู่ในอ่างน้ำ นอกจากนี้คณะวิจัยดังกล่าวได้สร้างสัญญาณอัลตร้าซาวด์จำลองที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอน (Ultrasonic Attenuation Coefficient) โดยวิธีฟูริเยร์เซนทรอยด์ชิพ [10] และมัลติแนโรว์แบนด์ [11] ก่อนการทดลองกับสัญญาณจริง อย่างไรก็ตามสัญญาณอัลตร้าซาวด์ที่สร้างขึ้นในงานวิจัยที่กล่าวถึงข้างต้นนั้นยังเป็นแบบอย่างง่าย เพราะไม่ได้คำนึงถึงปรากฏการณ์เลี้ยวเบนของคลื่น (Diffraction Effect) ซึ่งอาจทำให้สัญญาณอัลตร้าซาวด์ที่จำลองขึ้นยังมีความผิดพลาด และไม่เหมือนสัญญาณจริง

ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาการสร้างสัญญาณอัลตร้าซาวด์จำลองที่คำนึงถึงปรากฏการณ์เลี้ยวเบนของคลื่น ในโดเมนความถี่โดยใช้สมการของลอมเมลล์ (Lommel Diffraction) ซึ่งอยู่ในรูปของฟังก์ชันเบสเซลล์ (Bessel Function) เพื่อให้ได้สัญญาณอัลตร้าซาวด์จำลองมีความใกล้เคียงกับสัญญาณที่วัดจริงมากขึ้น

2. คลื่นอัลตร้าซาวด์ (Ultrasonic Wave)

2.1 ทฤษฎีพื้นฐานของคลื่นอัลตร้าซาวด์

คลื่นอัลตร้าซาวด์ หมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกินกว่าขอบเขตการได้ยินของมนุษย์ เป็นคลื่นทางกายภาพซึ่งเกิดจากการสั่นของตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน โดยสามารถแบ่งการเคลื่อนที่ได้เป็นสองแบบคือ คลื่นตามขวาง (Shear wave) และคลื่นตามยาว (Longitudinal wave) ซึ่งมีความเร็วดังตารางที่ 1 โดยคลื่นอัลตร้าซาวด์แตกต่างจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในรูปของสนามไฟฟ้า และสนามแม่เหล็ก จากการที่คลื่นนี้มีความถี่สูงจึงทำให้มีความยาวคลื่นสั้น เป็นผลทำให้สามารถกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นได้อย่างแม่นยำ เนื่องจากไม่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยวเบน และคลื่นอัลตร้าซาวด์ยังสามารถเคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดที่มีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่น จากคุณสมบัติที่สามารถควบคุมทิศทางของคลื่นได้แม่นยำนี้เอง จึงทำให้คลื่นอัลตร้าซาวด์ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวาง ทั้งทางด้านการแพทย์ เช่น เครื่องอัลตร้าซาวด์ซึ่งใช้ในการตรวจสอบอวัยวะภายในร่างกาย ทางด้านอุตสาหกรรม เช่น การทำความสะอาดพื้นผิว การเชื่อมต่อวัสดุ การตรวจสอบพื้นผิว ทางด้านเครื่องมือวัด เช่น การวัดระยะทางในรถยนต์ การวัดความลึกของมหาสมุทร เป็นต้น โดยทั่วไปการวัดคลื่นอัลตร้าซาวด์ที่นิยมใช้มีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี คือ โหมดส่งผ่าน (Transmission Mode) และโหมดสะท้อน (Reflection Mode) ในภาพที่ 1 เป็นโหมดการวัดคลื่นอัลตร้าซาวด์ทั้ง 2 แบบ โดยแบบที่นิยมใช้คือโหมดสะท้อน เพราะตัวส่งและตัวรับอยู่ในตำแหน่งเดียวกันทำให้สะดวกในการติดตั้ง และประหยัด เพราะสามารถใช้ทรานส์ดิวเซอร์ (Transducer) ตัวเดียวในการใช้งาน ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือ เครื่องมืออัลตร้าซาวด์ในโรงพยาบาลต่างๆ ในงานวิจัยนี้เลือกใช้โหมดการวัดแบบสะท้อน และใช้ค่าความเร็วของคลื่นตามยาวในการออกแบบจำลอง



ภาพที่ 1 โหมดการวัดคลื่นอัลตร้าซาวด์

2.2 คลื่นอัลตร้าซาวด์จำลองแบบที่ไม่คิดการเลี้ยวเบนของคลื่น

คลื่นอัลตร้าซาวด์ สามารถจำลองได้โดยใช้สมการที่ (1) ซึ่งอยู่ในรูปของฟังก์ชันเกาส์เซียน (Gaussian Function) และสัญญาณซายน์ โดยเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง และสะท้อน

กลับ (Reflection) สามารถอธิบายได้ดังสมการที่ (2) [4] ซึ่งกราฟของฟังก์ชันที่สำคัญต่างๆแสดงไว้ในภาพที่ 2 ถึง 5

$$e(t) = \exp[-2\pi^2\sigma^2(t-t_0)^2]\sin(2\pi F_0 t) \quad (1)$$

โดย $e(t)$ คือ คลื่นตกกระทบ (Incident Wave)

σ^2 คือ Variance = 0.709 MHz^2

t_0 คือ เวลาเริ่มต้น (sec)

t คือ เวลา (sec)

F_0 คือ ความถี่ของคลื่นอัลตร้าซาวด์ (MHz)

$$s(t) = e(t) * h(t) \quad (2)$$

โดย $s(t)$ คือ คลื่นที่เดินทางไปและกลับในโลหะ (V)

$*$ คือ การคอนโวลูชัน (Convolution)

$h(t)$ คือ การตอบสนองของอิมพัลส์

การออกแบบ $h(t)$ สามารถทำได้ในโดเมนความถี่ดังสมการที่ (3) $H(f)$ เป็นการตอบสนองความถี่ (Frequency Response) ของ $h(t)$ โดย M คือ ตำแหน่งของขอบโลหะทั้ง 2 ด้าน Z เป็นระยะทางที่คลื่นอัลตร้าซาวด์เดินทาง และมี β คือค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนของสัญญาณอัลตร้าซาวด์ ซึ่งเป็นตัวแปรหลักที่ต้องการหาในงานวิจัยนี้

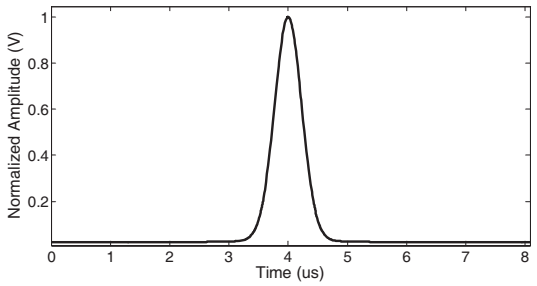
$$H(f) = \sum_M H_a^2(M,f) \cdot H_d(M,f) \quad (3)$$

$$H_a^2(M,f) = e^{-2Z\beta f} \quad (4)$$

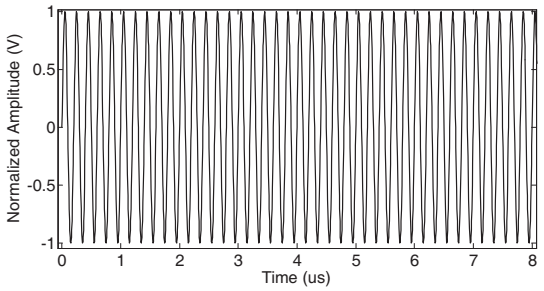
$$H_d(M,f) = \delta(Z) \quad (5)$$

ตารางที่ 1: ความเร็วของคลื่นอัลตร้าซาวด์ในวัสดุต่างๆ [5]

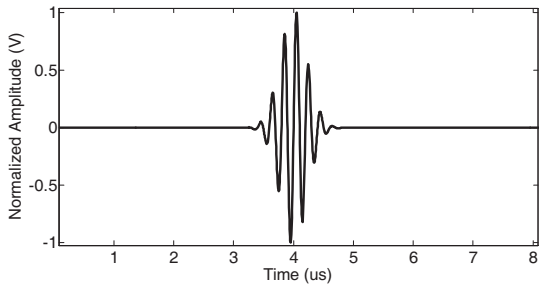
Material	Longitudinal Velocity (*C*) (mm /μs)
Aluminum	6.350
Brass	4.430
Copper	4.700
Plexiglas	2.680
Stainless	5.610
Water	1.494



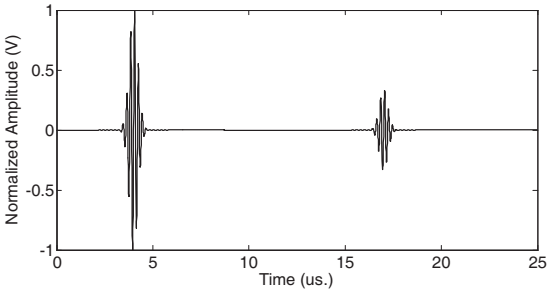
ภาพที่ 2 ฟังก์ชันเกาส์เซียนที่ใช้ในงานวิจัย



ภาพที่ 3 สัญญาณซายน์ความถี่ 5 MHz



ภาพที่ 4 ฟังก์ชัน $e(t)$ จากสมการที่ (1)



ภาพที่ 5 ฟังก์ชัน $s(t)$ จากสมการที่ (2)

2.2 คลื่นอัลตร้าซาวด์จำลองแบบที่คิดการเลี้ยวเบนของคลื่น

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของคลื่นอัลตร้าซาวด์ที่คิดการเลี้ยวบนของคลื่นสามารถหาได้จากสมการคลื่นดังสมการที่ (6) และสามารถใช้สมการเฮมโฮลส์ (Helmholtz equation) ในการ

อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง $\varphi(M,t)$ และ $\phi(M)$ ได้ดังสมการที่ (7) และเมื่อนำสมการที่ (7) แทนใน (6) ได้สมการที่ (8)

$$\nabla^2\varphi(M,t)-\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2}(M,t)=0 \qquad (6)$$

$$\varphi(M,t)=\phi(M)e^{i\omega t} \qquad (7)$$

$$\nabla^2\phi(M)+k^2\phi(M)=0 \qquad (8)$$

โดย $\varphi(M,t)$ คือ Scalar potential

$\phi(M)$ คือ Velocity potential

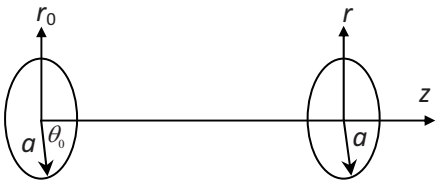
c คือ ความเร็วของคลื่น

t คือ เวลา

k คือ Wave number = ω/c

M คือ เวกเตอร์ระยะทาง

หากพิจารณาภาพที่ 6 ซึ่งเป็นรูปแบบการวางทรานส์ดิวเซอร์ในโหมดส่งผ่าน โดยวงรีด้านซ้ายมือแสดงพื้นที่หน้าตัดของทรานส์ดิวเซอร์ด้านตัวส่ง และวงรีอีกด้านเป็นพื้นที่หน้าตัดของทรานส์ดิวเซอร์ด้านตัวรับ ผลลัพธ์ของสมการที่ 8 ที่สามารถอธิบาย$\phi(M)$ ได้ดังสมการที่ (9)[3]



ภาพที่ 6 ฟังก์ชัน $s(t)$ จากสมการที่ (2)

$$\phi(M)=\frac{V_0}{2\pi}\int_0^a\int_0^{2\pi}\frac{\exp(-ik(r^2+r_0^2-2rr_0\cos\theta_0+z^2)^{1/2})}{(r^2+r_0^2-2rr_0\cos\theta_0+z^2)^{1/2}} r_0dr_0d\theta_0 \qquad (9)$$

เมื่อคำนึงถึงค่าการเลี้ยวเบนของคลื่น (Diffraction effect) จึงนำสมการที่ (9) มาอินทิเกรตอีกครั้งดังแสดงได้ดังสมการที่ (10)

$$D\approx D_L=\left(\frac{ik}{\pi a^2 z}\right)\int_0^a\int_0^a\int_0^{2\pi}\exp\left[-\frac{ik}{2z}(r^2+r_0^2-2rr_0\cos\theta_0)\right]\cdot rr_0drdr_0d\theta_0 \qquad (10)$$

จะเห็นได้ว่าสมการที่ (10) นั้นมีความซับซ้อนในการคำนวณมาก และได้มีความพยายามลดรูปการคำนวณค่าการเลี้ยวเบนของคลื่นในทรานส์ดิวเซอร์ทรงกระบอกให้ง่ายขึ้น นั่นคือการประยุกต์ใช้ทฤษฎีของลอมเมล์ [3] (Lommel diffraction correction) ดังแสดงในสมการที่ (11)

$$D(S)=1-\exp(i\frac{2\pi}{S})\left[J_0\left(\frac{2\pi}{S}\right)+iJ_1\left(\frac{2\pi}{S}\right)\right] \qquad (11)$$

โดย $D(S)$ คือ Diffraction correction transfer function

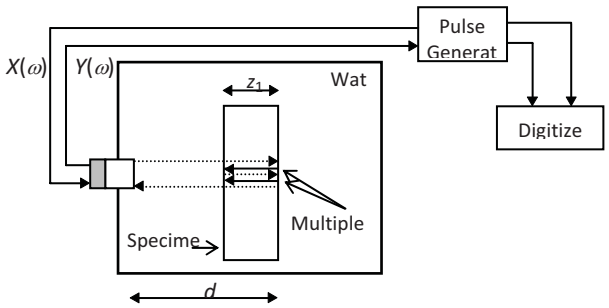
J คือ ฟังก์ชันเบสเซล (Bessel Function)

ดังนั้นสมการที่ (10) สามารถลดรูปได้เป็นสมการที่ (12) ที่อยู่ในรูปทรานเฟอร์ฟังก์ชัน

$$\frac{Y(\omega)}{X(\omega)}=R(\omega)\exp\left(-i\omega\left(\frac{2z_0}{c_0}\right)\right)D(S)H(\omega) \qquad (12)$$

โดย $X(\omega)$ คือ อินพุตในโดเมนความถี่

$Y(\omega)$ คือ เอาท์พุตในโดเมนความถี่



ภาพที่ 7 คลื่นสะท้อน (Multiple Reflection) ในตัวกลาง

เมื่อพิจารณาคลื่นสะท้อนดังแสดงในภาพที่ 7 สัญญาณอัลตร้าซาวด์ที่รวมกันทั้งคลื่นตกกระทบ (Incident Wave) และคลื่นสะท้อน (Reflected Wave) สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการที่ (13)

$$\frac{Y(\omega)}{X(\omega)}=[D(S_1)R(\omega)\exp(-i\phi_1)+\sum_{k=2}^{p}D(S_k)R^{2k-2}(\omega)T^2(\omega)\exp(-i\phi_k)]\times H(\omega) \qquad (13)$$

โดย $$R(\omega)=\frac{c_0\rho_0-\rho_L c_L(\omega)}{c_0\rho_0+\rho_L c_L(\omega)}$$

$$T(\omega)=\frac{2\rho_L c_L(\omega)}{c_0\rho_0+\rho_L c_L(\omega)}$$

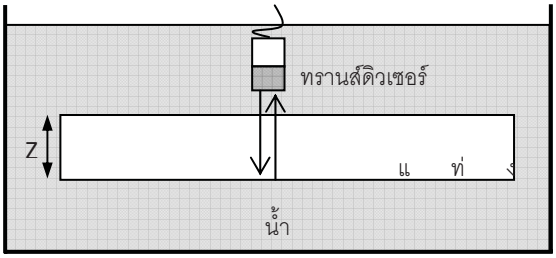
$$S_k = \frac{2\pi\left(c_0 z_0 + c_L(2k-2)z_1\right)}{\omega a^2}$$

$$\phi_k = \frac{\omega_0}{c_0}(2z_0) + \frac{\omega}{c_L}(2k-2)z_1$$

3. ผลการทดลอง

การทดลองได้สร้างระบบที่ต้องการวัดและจำลองดังภาพที่ 8 โดยมีขั้นตอนหลัก 3 ประการคือ

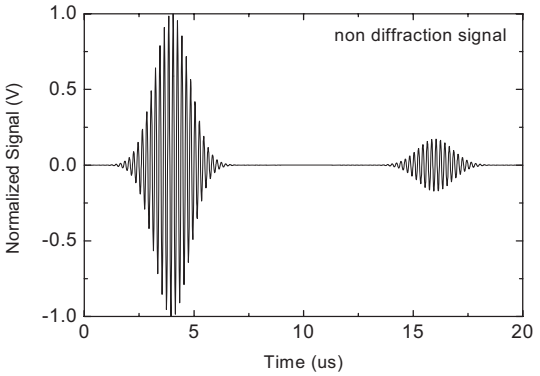
- จำลองสัญญาณอัลตร้าซาวด์แบบไม่คิดการเลี้ยวเบน
- จำลองสัญญาณอัลตร้าซาวด์แบบคิดการเลี้ยวเบน
- วัดจริงจากการทดลอง



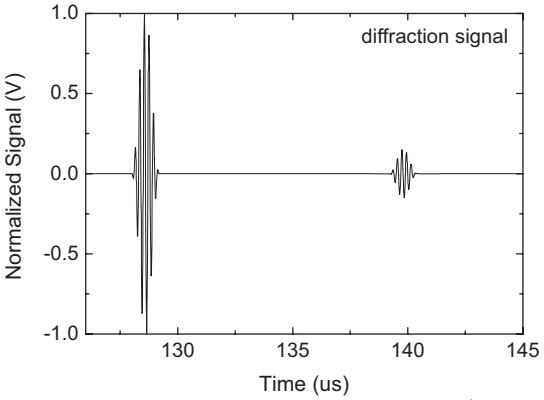
ภาพที่ 8 ระบบที่ใช้ทดลอง

ทำการจำลองสัญญาณอัลตร้าซาวด์ขึ้นมาจากสมการที่ (1) ถึง (5) ที่ความถี่ 5 MHz ซึ่งเป็นสัญญาณแบบไม่คิดการเลี้ยวเบนที่สอดคล้องกับทรานส์ดิวเซอร์ที่ใช้วัดจริง ดังแสดงในภาพที่ 9 โดยคลื่นอัลตร้าซาวด์ลูกแรกเกิดจากผิวของโลหะด้านบน และคลื่นลูกที่สองเกิดจากผิวโลหะด้านล่างซึ่งระยะห่างของคลื่นทั้งสองเป็นไปตามระยะ Z ที่สัมพันธ์กับสมการที่ (2) ส่วนขนาดของคลื่นลูกที่สองที่มีขนาดเล็กลงเป็นไปตามสมการที่ (4)

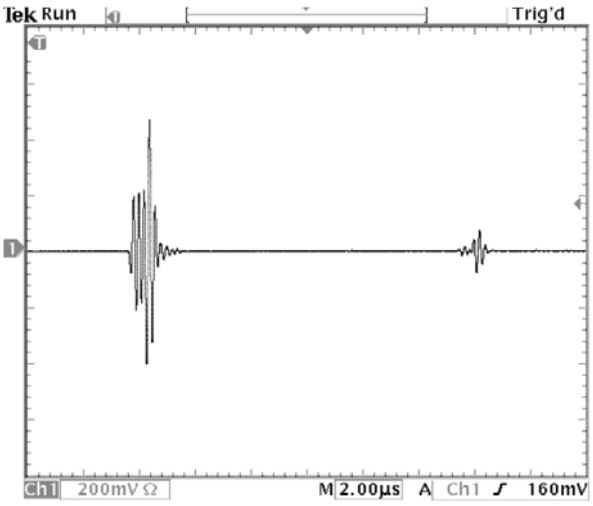
ในกรณีของสัญญาณอัลตร้าซาวด์ที่คิดการเลี้ยวเบนของคลื่นสร้างโดยใช้สมการที่ (13) ในโดเมนความถี่และทำการแปลงฟูริเยร์ผกผันให้อยู่ในโดเมนเวลาดังแสดงไว้ในภาพที่ 10 นอกจากนี้ได้ทำการวัดจริงเพื่อยืนยันผลการคำนวณดังแสดงไว้ในภาพที่ 11 จากผลการทดลองดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าผลการคำนวณมีความถูกต้อง



ภาพที่ 9 สัญญาณอัลตร้าซาวด์ที่ไม่คิดการเลี้ยวเบน



ภาพที่ 10 สัญญาณอัลตร้าซาวด์ที่คิดการเลี้ยวเบน



ภาพที่ 11 สัญญาณอัลตร้สซาวด์ที่วัดได้จากสโคป

4. สรุป

สัญญาณอัลตร้าซาวด์เป็นสัญญาณที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เพราะมีความปลอดภัยในการใช้งาน งานวิจัยนี้เป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสัญญาณอัลตร้าซาวด์ที่พิจารณาการเลี้ยวเบนของการแพร่กระจายคลื่นโดยใช้ทฤษฎีของลอมเมลล์ซึ่งเป็นการคำนวณ

ที่ไม่ยุ่งยากเพื่อให้ได้สัญญาณที่มีความเหมือนจริงมากขึ้น การคำนวณประกอบด้วยทรานเฟอร์ฟังก์ชันแบบต่างๆในโดเมนความถี่นอกจากนี้ยังนำไปเปรียบเทียบกับการทดลองจริง ซึ่งผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่ามีความถูกต้องและสามารถนำไปใช้งานทดแทนการวัดจริงได้

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่สนับสนุนทุนวิจัยประจำปี 2553

6. เอกสารอ้างอิง

[1] N. Hozumi, R. Yamashita, C. -K. Lee, M. Nagao, K. Kobayashi, Y. Saijo, M. Tanaka, N. Tanaka, and S. Ohtsuki, "Time-frequency analysis for pulse driven ultrasonic microscopy for biological tissue characterization," *Ultrasonics Proceedings of Ultrasonics International* 2003, vol. 42, pp. 717-722, 2004/4 2004.

[2] R.S. Dwyer-Joyce, P. Harper, and B.W. Drinkwater, "A Method for the Measurement of Hydrodynamic Oil Films Using Ultrasonic Reflection," *Tribology Letters,* vol. 17, pp. 337-348, 2004/08/01/ 2004.

[3] A.B. Temsamani, S. Vandenplas, M.L.D. Lumori, and L. A. van Biesen van Biesen, L., "Experimental validation for the diffraction effect in the ultrasonic field of piston transducers and its influence on absorption and dispersion measurements," *Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, IEEE Transactions on,* vol. 48, pp. 547-559, 2001.

[4] Ping He, "Experimental verification of models for determining dispersion from attenuation," *Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, IEEE Transactions on,* vol. 46, pp. 706-714, 1999.

[5] T. Baldeweck, P. Laugier, A. Herment, and G. Berger, "Application of autoregressive spectral analysis for ultrasound attenuation estimation: interest in highly attenuating medium," *Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, IEEE Transactions on,* vol. 42, pp. 99-110, 1995.

[6] Y. Saijo, E.S. Filho, H. Sasaki, T. Yambe, M. Tanaka, N. Hozumi, K. Kobayashi, and N. Okada, "Ultrasonic Tissue Characterization of Atherosclerosis by a Speed-of-Sound Microscanning System," *Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, IEEE Transactions on,* vol. 54, pp. 1571-1577, 2007.

[7] Renaldas Raisutis, Rymantas Kazys, and Liudas Mazeika, "Application of the ultrasonic characterization methods for highly attenuating plastic materials," *NDT & E International,* vol. 40, pp. 324-332, 2007/6 2007.

[8] V. Roberjot, S.L. Bridal, P. Laugier, and G. Berger, "Absolute backscatter coefficient over a wide range of frequencies in a tissue-mimicking phantom containing two populations of scatterers," *Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, IEEE Transactions on,* vol. 43, pp. 970-978, 1996.

[9] มีชัย โลหะการ, "การประยุกต์ใช้คลื่นสะท้อนอัลตร้าโซนิคเพื่อการวัดหาความหนาของแท่งโลหะ" *NCCIT*06, หน้า 438-442, 19-20 พฤษภาคม 2549

[10] มีชัย โลหะการ และ อรอนงค์ วิริยานุรักษ์นคร, "การประมาณค่าการลดทอนอัลตร้าซาวด์โดยวิธีฟูริเยร์เชนทรอยด์ชิพ" *NCCIT*07, หน้า 604-608, 25-26 พฤษภาคม 2550

[11] มีชัย โลหะการ และ อรอนงค์ วิริยานุรักษ์นคร, "การประยุกต์วิธีมัลติแนโรว์แบนด์เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนของสัญญาณอัลตร้าซาวด์" *NCCIT*08, หน้า 283-287, 23-24 พฤษภาคม 2551

โหลดอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับการวัดหากราฟคุณลักษณะเชิงสถิตของเซลล์เชื้อเพลิง

An Electronic Load Controlled by Microcontroller for Examining a Static Characteristic Curve of Fuel Cells

วัฒนา แก้วมณี[1], ปฏิพัทธ์ ทวนทอง[2], ธนัฐศักดิ์ บุญจอง[2] และ พิทักษ์ ครุฑขุนทด[2]

[1]สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส, [2]ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
wattanak@kmutnb.ac.th, phtt@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

กราฟคุณลักษณะเชิงสถิตของเซลล์เชื้อเพลิงภายใต้สภาวะแวดล้อมหรือเงื่อนไขการทำงานต่างๆเป็นสิ่งหนึ่งที่นักวิจัยต้องการทราบเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการออกแบบและนำเซลล์เชื้อเพลิงมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ การวัดและจดบันทึกผลข้อมูลด้วยมือนั้นเป็นวิธีการที่ไม่สะดวกอย่างยิ่งบทความนี้ จึงนำเสนอการออกแบบโหลดอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับการวัดหากราฟคุณลักษณะเชิงสถิตของเซลล์เชื้อเพลิงโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะช่วยลดเวลาและความผิดพลาดของมนุษย์ในการวัดลงได้

คำสำคัญ: เซลล์เชื้อเพลิง, โหลดอิเล็กทรอนิกส์, ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

Static characteristic curves of fuel cells under different operating conditions are interested by researchers and system engineers. Examining this curve is usually an inconvenient process. Thus this paper presents an electronic load controlled by microcontroller for examining a static characteristic curve of fuel cells. The presented system gathers information from the fuel cell automatically, which help researchers to gain their convenient and to reduce human errors that may occur during the measuring process.

Keyword: Fuel Cell, Electronic Load, Microcontroller.

1. บทนำ

เซลล์เชื้อเพลิงเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่นักวิจัยทั่วโลกเชื่อว่าจะเป็นคำตอบของปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและเป็นพลังงานสำหรับยานพาหนะในอนาคต [1-2] เซลล์เชื้อเพลิงเป็นเทคโนโลยีที่ต้องอาศัยการบูรนาการของศาสตร์หลายแขนง เช่นเคมี เครื่องกล และ ไฟฟ้า เป็นต้นในการพัฒนา ซึ่งในปัจจุบันนี้ยังมีการพัฒนาใหม่ๆเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ในมุมมองของนักวิจัยซึ่งทำงานด้านระบบไฟฟ้า และระบบขับเคลื่อนในยานพาหนะ สิ่งที่นักวิจัยให้ความสนใจมากอย่างหนึ่งคือกราฟคุณลักษณะเชิงสถิตของเซลล์เชื้อเพลิง [3-4] ซึ่งจะแสดงถึงระดับแรงดันไฟฟ้าจากเซลล์ที่ลดลงเนื่องจากการดึงกระแสของภาระที่ต่อเข้ากับเซลล์เชื้อเพลิง ซึ่งในบางกรณีอาจลดลงต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของระดับแรงดันไฟฟ้าในขณะที่ยังไม่ต่อโหลด การวัดหากราฟคุณลักษณะเชิงสถิตของเซลล์เชื้อเพลิงนี้ปกติจะทำโดยการต่อภาระเข้าไปที่ตัวเซลล์ที่ระดับกระแสต่างๆกันและทำการจดบันทึกค่าระดับแรงดันที่ขั้วของเซลล์ซึ่งมักมีความยุ่งยากเพราะในช่วงที่กระแสเซลล์เชื้อเพลิงมีค่าต่ำ การเปลี่ยนแปลงระดับกระแสจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของเซลล์ค่อนข้างมาก ดังนั้นการวัดจึงต้องทำโดยละเอียดและอาศัยสมาธิค่อนข้างมากซึ่งไม่สะดวกและอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย

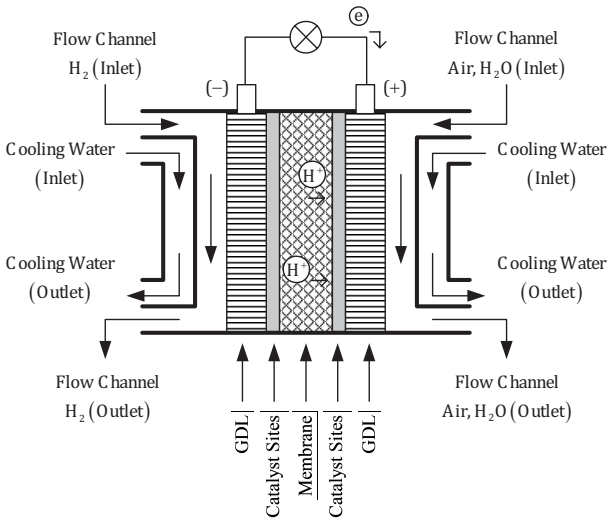
บทความนี้จึงขอนำเสนอระบบการวัดหากราฟคุณลักษณะเชิงสถิตของเซลล์เชื้อเพลิงแบบอัตโนมัติซึ่งการวัดและการบันทึกค่าจะทำโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อสิ้นสุดการวัดระบบจะทำการส่งข้อมูลผลการวัดไปที่คอมพิวเตอร์เพื่อให้นักวิจัยนำไปเขียนกราฟหรือวิเคราะห์ผลโดยโปรแกรมประยุกต์อื่นๆต่อไปโดยสะดวก

2. ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเซลล์เชื้อเพลิง

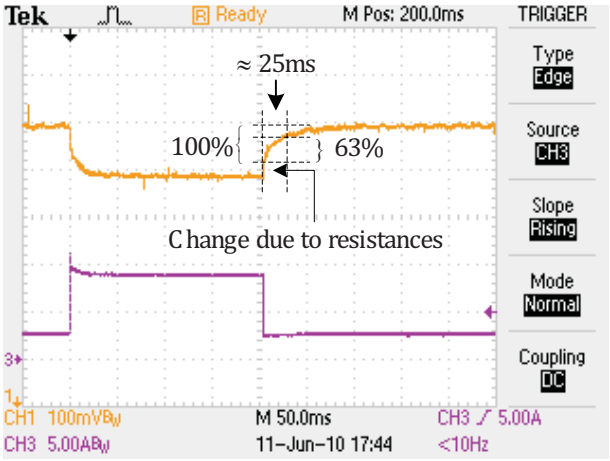
เซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นชนิดเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน (Proton Exchange Membrane Fuel Cells: PEMFC) โดยมีลักษณะภายนอกและโครงสร้างของเซลล์แสดงไว้ในภาพที่ 1 และ 2 ตามลำดับ



ภาพที่ 1 ตัวอย่างลักษณะภายนอกของเซลล์เชื้อเพลิงแบบ PEM



ภาพที่ 2 โครงสร้างภายในของเซลล์เชื้อเพลิงชนิด PEM



ภาพที่ 3 การตอบสนองเชิงพลวัตของเซลล์เชื้อเพลิง โดยเส้นด้านบน เป็นแรงดันที่ขั้วและด้านล่างเป็นกระแสของเซลล์เชื้อเพลิง

ค่าเวลาคงตัวของเซลล์เชื้อเพลิงเป็นข้อมูลที่มีความจำเป็นต้องทราบก่อนการออกแบบระบบการวัด จากผลการทดลองเบื้องต้นดังแสดงในภาพที่ 3 พบว่าค่าเวลาคงตัวของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอนที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีค่าประมาณ 25 ms และจากจุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้ต้องการวัดหากราฟคุณลักษณะเชิงสถิตของเซลล์เชื้อเพลิง ดังนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่ากระแสของเซลล์จึงจำเป็นจะต้องรอให้เซลล์เข้าสู่สภาวะคงตัวก่อน ซึ่งในทางทฤษฎีจะต้องใช้เวลาอย่างน้อย 5 เท่าของค่าเวลาคงตัวของเซลล์เชื้อเพลิง

3. การออกแบบระบบการวัดหากราฟคุณลักษณะ

3.1 วงจรภาคกำลังของโหลดอิเล็กทรอนิกส์

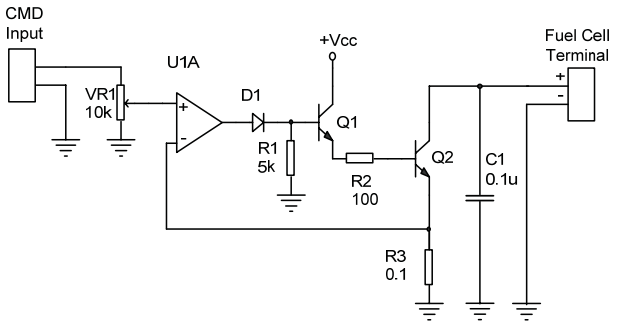
วงจรภาคกำลังของโหลดอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นนี้จะใช้ออปแอมป์เป็นตัวควบคุมกระแส [5] โดยมีทรานซิสเตอร์ชนิดสองรอยต่อ ทำหน้าที่ขยายกระแสที่ภาคเอาต์พุตดังแสดงในภาพที่ 4 กระแสที่ไหลจากเซลล์เชื้อเพลิงจะหาได้โดย

$$I_{FC} = \frac{G_{VR1}}{R_3}\left(\frac{h_{FE,Q2}}{1+h_{FE,Q2}}\right)\cdot V_{CMD} \qquad (1)$$

เมื่อ G_{VR1} คืออัตราส่วนการลดทอนแรงดันของ VR1 และ $h_{FE,Q2}$ คืออัตราขยายกระแสของ Q2

โดยค่ากระแสสูงสุดที่ทรานซิสเตอร์สามารถทนได้อย่างต่อเนื่องจะขึ้นอยู่กับระบบระบายความร้อนเป็นสำคัญ การขนานทรานซิสเตอร์หรือขนานวงจรภาคกำลังจะช่วยให้วงจรสามารถรับโหลดกระแสสูงได้อย่างต่อเนื่อง โดยในงานวิจัยนี้ใช้การขนานของวงจรภาคกำลังทั้งสิ้นจำนวน 24 ชุด

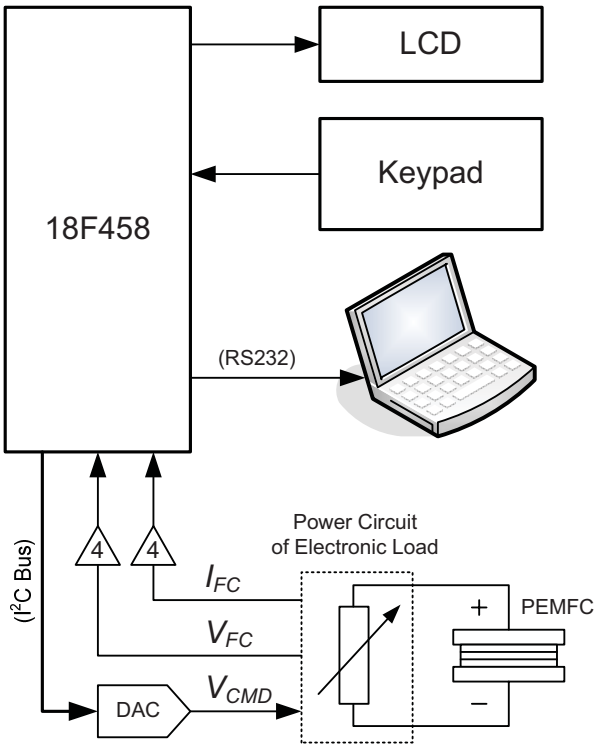
ในกรณีเซลล์เชื้อเพลิงที่จะทำการวัดมีค่าแรงดันต่ำมากเช่น การวัดกับเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเซลล์เดียว การแก้ปัญหาอาจทำได้โดยการต่อเซลล์อนุกรมเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าอื่นเช่น แบตเตอรี่ แต่การวัดแรงดันให้วัดที่ขั้วของเซลล์เท่านั้น



ภาพที่ 4 วงจรภาคกำลังของโหลดอิเล็กทรอนิกส์

3.2 ภาคควบคุมและบันทึกค่าของโหลดอิเล็กทรอนิกส์

ภาคควบคุมและบันทึกค่าของโหลดอิเล็กทรอนิกส์ทำโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC18F458 ดังแผนผังในภาพที่ 5 โดยผู้ใช้สามารถกำหนดกระแสสูงสุดได้ผ่านทาง Keypad และทราบค่าแรงดันและกระแสขณะทำการวัดได้ โดยผ่านทาง



ภาพที่ 5 ผังการทำงานของภาคควบคุมและบันทึกค่า

จอ LCD เมื่อเริ่มทำการวัดไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการกำหนดระดับกระแสของโหลดอิเล็กทรอนิกส์ โดยสั่งงานผ่านไอซีเบอร์ MCP4725 ซึ่งเป็นไอซี DAC ขนาด 12 บิต การวัดกระแสจะวัดผ่าน Hall เซนเซอร์ การวัดทั้งแรงดันและกระแสจะวัดโดยผ่านวงจรขยายก่อนเพื่อเพิ่มความละเอียด

จากนั้นสัญญาณจะถูกป้อนเข้าสู่วงจรแปลงแอนาลอกเป็นดิจิทัลซึ่งมีอยู่ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์โดยมีความละเอียดขนาด 10 บิต จากนั้นโปรแกรมจะทำการแปลงสเกลชดเชยกับการขยายสัญญาณที่เกิดขึ้นก่อนหน้าซึ่งจะทำให้ได้ค่าที่ถูกต้องและมีความละเอียดสูงขึ้น ก่อนนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยระบบที่สร้างขึ้นสามารถรองรับการวัดแรงดัน-กระแสได้ 50 คู่ ซึ่งมากเพียงพอต่อการใช้งาน

ในการวัดแต่ละจุดจะมีการหยุดรอให้เซลล์เชื้อเพลิงเข้าสู่สภาวะคงตัวก่อนโดยระบบจะหยุดรอ 3 วินาทีจึงทำการวัดผลและเพิ่มกระแสขึ้นเพื่อวัดค่าถัดไป โดยในช่วงแรกซึ่งความหนาแน่นกระแสมีค่าน้อย $\left(< 50\ \mathrm{mA/cm^2}\right)$ ความละเอียดหรือขั้นของกระแสในการวัดจะถูกโปรแกรมให้มีความละเอียดมากกว่าช่วงหลังที่กระแสมีค่ามาก

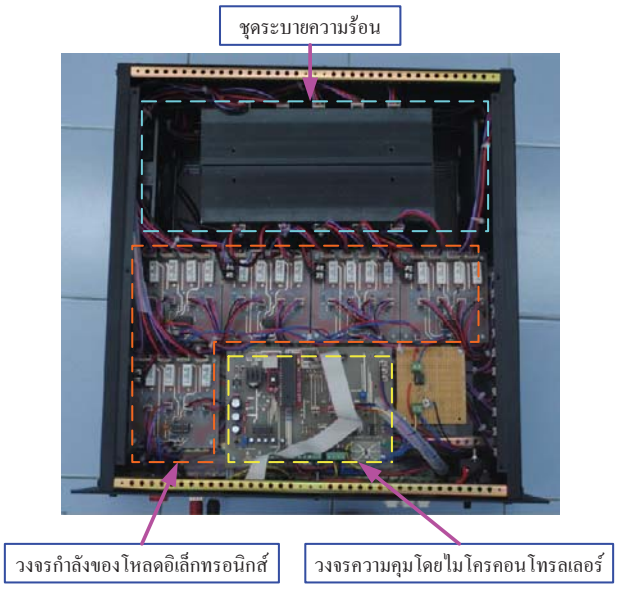
เมื่อการวัดเสร็จสิ้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะหยุดรอเพื่อทำการส่งข้อมูล โดยข้อมูลจะส่งออกในรูปแบบข้อมูล Comma-Separated Values (CSV) [6] โดยผ่านทางพอร์ตอนุกรมซึ่งใช้ระดับสัญญาณตามมาตรฐาน RS232 สำหรับในฝั่งของคอมพิวเตอร์การรับข้อมูลสามารถทำได้โดยผ่านทางโปรแกรม Hyper Terminal ของระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ไฟล์ข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมจะสามารถนำเข้า (Import) ไปที่โปรแกรม Microsoft Excel หรือโปรแกรมประยุกต์อื่นๆได้

4. ผลการดำเนินงาน

ระบบที่สร้างขึ้นแสดงไว้ในภาพที่ 6-8 ลักษณะของกระแสที่ถูกควบคุมโดยโหลดอิเล็กทรอนิกส์เมื่อทดสอบกับเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเซลล์เดียวแสดงไว้ในภาพที่ 9 กราฟคุณลักษณะเชิงสถิตของเซลล์เชื้อเพลิงจากการทดสอบแสดงไว้ในภาพที่ 10



ภาพที่ 6 ด้านหน้าของโหลดอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น



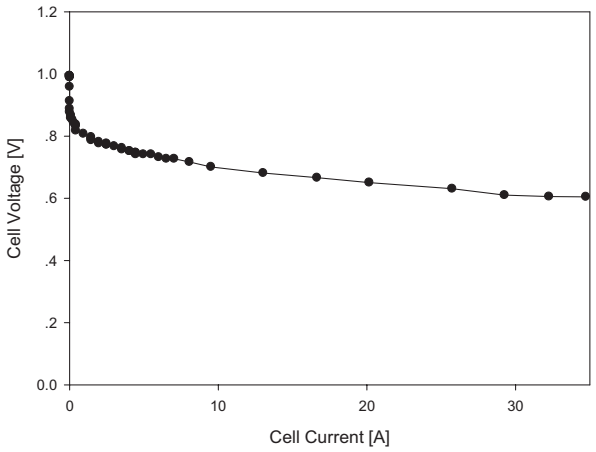
ภาพที่ 7 การจัดวางอุปกรณ์ภายในของโหลดอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น



ภาพที่ 8 ระบบขณะทำการต่อวัดและเชื่อมโยงกับคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 9 ลักษณะกระแสและแรงดันตอบสนองของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเซลล์เดียวขณะทำการวัด



ภาพที่ 10 กราฟคุณลักษณะเชิงสถิตของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเซลล์เดียวที่ได้จากการวัดโดยโหลดอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น

5. สรุป

บทความนี้ได้แสดงการออกแบบระบบการวัดหากราฟคุณลักษณะแบบอัตโนมัติโดยใช้โหลดอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ระบบที่ได้ทำให้นักวิจัยไม่ต้องจดบันทึกหรือกรอกข้อมูลแต่ละค่าลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยตรงจึงช่วยลดความยุ่งยากของนักวิจัยที่จะต้องทำการวัดและบันทึกผลจำนวนมากซึ่งมักต้องทำซ้ำบ่อยๆเพื่อศึกษาการทำงานของเซลล์ที่เงื่อนไขการทำงานต่างๆ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Bei Gou, Woon Ki Na, and Bill Diong, Fuel Cells: Modeling, Control, and Applications, CRC Press, 2010.
[2] Frano Barbir, Chapter 2, PEM Fuel Cells, Fuel cell technology: reaching towards commercialization, Springer-Verlag, 2006.
[3] P. Thounthong, S. Rael, B. Davat, “Control Algorithm of Fuel Cell and Batteries for Distributed Generation System,” IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 23, issue 1, pp. 148 - 155, March 2008.
[4] P. Thounthong, B. Davat, S. Rael, P. Sethakul, “Fuel starvation,” IEEE Industry Applications Magazine, vol. 15, issue 4, pp. 52-59, July-Aug. 2009.
[5] Ron Mancini, Op-amps for everyone: design reference, Newnes, 2003.
[6] Creativyst (2010), How To: The Comma Separated Value (CSV) File Format, creativyst.com, http://www.creativyst.com/Doc/Articles/CSV/CSV01.htm, retrieved May 24, 2010

การพัฒนาชุดวิจัยเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเซลล์เดียว ณ สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส

Single-Cell PEMFC Test Bench Development at Thai-French Innovation Institute

วัฒนา แก้วมณี [1],ปฏิพัทธ์ ทวนทอง[1], สุกาญจนา เลขพัฒน์ [2] และ Melika Hinaje[3]

[1]ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม [2]สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[3]Institut National Polytechnique de Lorraine, France
wattanak@kmutnb.ac.th, phtt@kmutnb.ac.th, slp@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอความก้าวหน้าของสถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส ในการสร้างชุดวิจัยเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเซลล์เดียวขึ้น หลักการ องค์ประกอบที่จำเป็น และการคำนวณเบื้องต้นสำหรับการออกแบบและสร้างชุดวิจัยเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเซลล์เดียวได้ถูกนำเสนอในบทความนี้ ชุดวิจัยที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี จึงทำให้นักวิจัยสามารถกำหนดสภาวะการทำงานในเงื่อนไขต่างๆได้ง่ายขึ้นและสามารถเก็บข้อมูลในเชิงลึกได้อย่างสะดวกและชัดเจนกว่าการศึกษาจากเซลล์เชื้อเพลิงซึ่งมีลักษณะเป็นสแตกโดยข้อมูลที่ได้จะถูกนำไปใช้พัฒนาแบบจำลองของเซลล์เชื้อเพลิงต่อไป

คำสำคัญ: เซลล์เชื้อเพลิง ชุดวิจัย

Abstract

This paper presents advancement of Thai-French Innovation Institute in developing a single-cell type PEMFC test bench. Principles of operation, necessarily supporting systems and some calculation have been shown in this paper. The developed test bench is working well and allows researchers to set operating states and working conditions then gathering more detail information from the fuel cell, compared with a stacked type of fuel cell. The gathered information is very useful especially in the field of fuel cell modeling and simulation.

Keyword: Fuel Cell, Test bench

1. บทนำ

ในช่วงเกือบสองศตวรรษที่ผ่านมาความเจริญก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมได้นำโลกของเราได้ก้าวเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม และพลิกโฉมลักษณะการดำรงชีวิตของมนุษย์สู่สังคมยุคใหม่เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ พลังงานจากซากดึกดำบรรพ์ที่สะสมอยู่ในชั้นใต้ดินจำนวนมหาศาลได้ถูกขุดขึ้นมาใช้อย่างรวดเร็ว และมีแนวโน้มจะเข้าสู่ยุคขาดแคลนในอนาคตอันใกล้ จากการสำรวจและประมาณการพบว่าโลกจะมีน้ำมันเหลือใช้ได้อีกเพียง 40 ปี [1] ข้อมูลดังกล่าวได้ส่งผลกระทบอย่างมากต่อราคาน้ำมันที่ปรับตัวสูงขึ้น และก่อให้เกิดความกังวลด้านความมั่นคงทางพลังงานของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก จากข้อเท็จจริงดังกล่าวส่งผลให้มนุษย์ต้องมองหาพลังงานอื่นที่ยั่งยืน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานจากน้ำขึ้นน้ำลง หรือพลังงานจากเชื้อเพลิงมวลชีวภาพ มาแทนที่แหล่งพลังงานเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน อย่างไรก็ดี แม้ว่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของเชื้อเพลิงเหลวที่ถูกขุดขึ้นมาถูกนำไปใช้สำหรับการเดินทางและขนส่ง แต่ด้วยข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีทำให้เรายังไม่สามารถ นำอุปกรณ์รับพลังงานแสงอาทิตย์หรือพลังงานลมมาติดตั้งบนยานพาหนะและใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพได้ จากการทุ่มเทศึกษา คิดค้นและพัฒนาของนักวิทยาศาสตร์ตลอดระยะสิบปีที่ผ่านมาพบว่าเทคโนโลยีที่เป็นความหวังในการเชื่อมช่องว่างของแหล่งพลังงานสะอาดเข้ากับความต้องการในการใช้ยานพาหนะเพื่อการเดินทางและขนส่งของมนุษย์คือเทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) นั่นเอง

การวิจัยเกี่ยวกับพลังงานทดแทน ณ สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส ได้ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่องและประสบผลสำเร็จเป็นอย่างมาก [2-5] อย่างไรก็ดีเซลล์เชื้อเพลิงสำหรับใช้ในการวิจัยส่วนมากเป็นเซลล์แบบ Stack คือเป็นชุดของการอนุกรมกันของเซลล์หลายๆเซลล์ทำให้ยากแก่การควบคุมและการวัดข้อมูลเชิงลึกต่าง ๆ ดังนั้นเพื่อเป็นการขยายขอบเขตงานวิจัยและศึกษาข้อมูลเชิงลึกของเทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิง สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศสจึงได้ร่วมกับสถาบันวิศวกรรมศาสตร์ชั้นสูงแห่งชาติ ณ ลอแรน ฝรั่งเศส พัฒนาชุดวิจัยเซลล์เชื้อเพลิงชนิด PEM แบบเซลล์เดียวขึ้น ณ สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส

2. โครงสร้างและองค์ประกอบหลักของชุดวิจัย

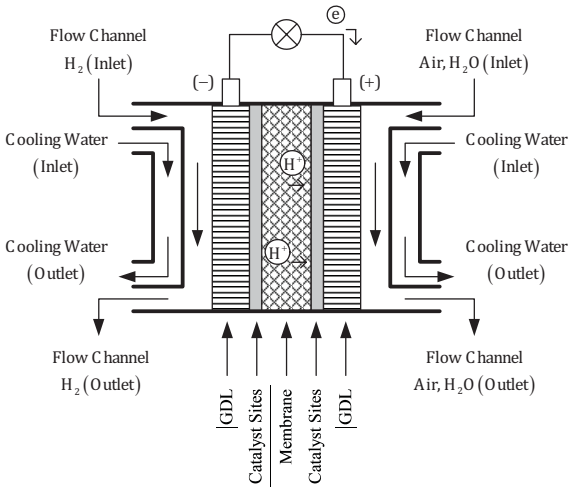
เพื่อให้สามารถดำเนินการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ชุดวิจัยที่สร้างขึ้นจำเป็นต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

2.1 เซลล์เชื้อเพลิง

เซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้ในชุดวิจัยนี้เป็นชนิดเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน (Proton Exchange Membrane Fuel Cells: PEMFC) โดยมีพื้นที่ทำปฏิกิริยาเคมี 100 cm2 ลักษณะภายนอกและโครงสร้างของเซลล์แสดงไว้ในภาพที่ 1 และ 2



ภาพที่ 1 ลักษณะภายนอกของเซลล์เชื้อเพลิงแบบ PEM ชนิดเซลล์เดียวที่ใช้ในชุดวิจัย



ภาพที่ 2 โครงสร้างภายในของเซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้ในชุดวิจัย

ตามลำดับ จากภาพจะพบว่าตัวเซลล์มีจุดต่อทั้งสิ้น 3 คู่ สำหรับการไหลเข้าและออกของก๊าซไฮโดรเจน อากาศและน้ำหล่อเย็น

2.2 ชุดควบคุมอุณหภูมิของเซลล์เชื้อเพลิง

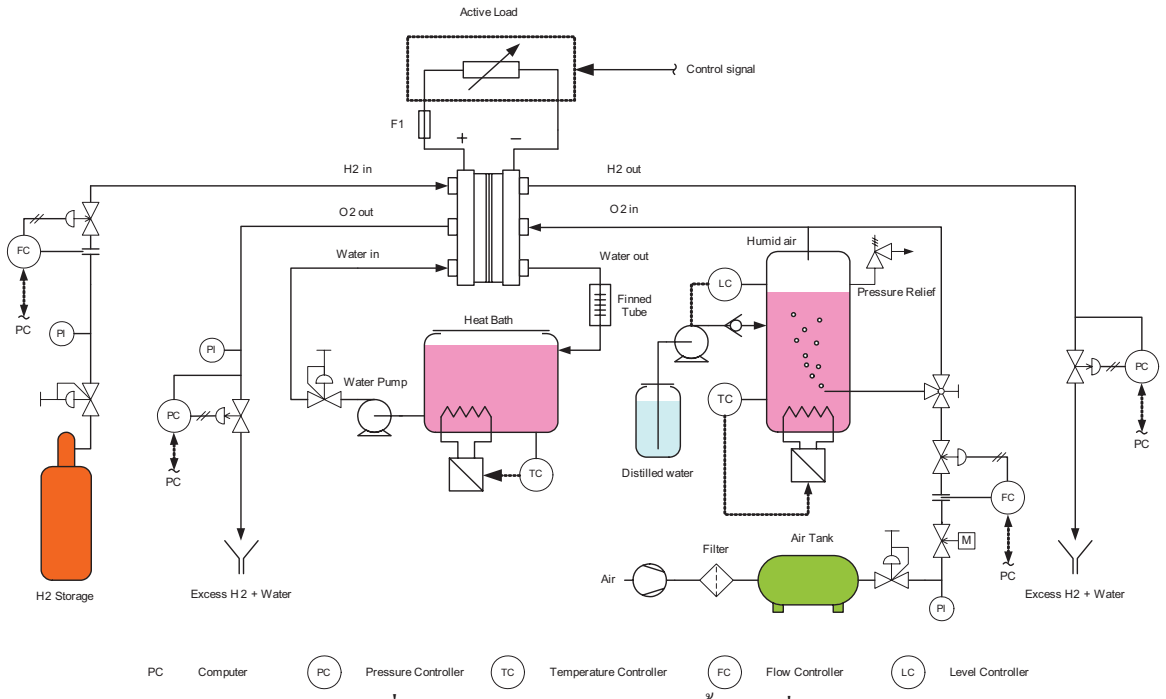
เพื่อเป็นการหาคุณลักษณะของเซลล์เชื้อเพลิงขณะทำงานที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันจึงจำเป็นจะต้องมีระบบควบคุมอุณหภูมิของเซลล์เชื้อเพลิงซึ่งทำได้โดยการควบคุมอุณหภูมิของน้ำในถังพักและสูบน้ำในถังนั้นให้ไหลเวียนผ่านเข้าไปในตัวเซลล์ การทำเช่นนี้จะทำให้อุณหภูมิของตัวเซลล์กับอุณหภูมิของน้ำในถังมีค่าใกล้เคียงกัน

2.3 ชุดควบคุมความชื้นของอากาศที่ไหลเข้าเซลล์เชื้อเพลิง

ความชื้นของเมมเบรนเป็นตัวแปรสำคัญต่อความนำโปรตอนของเมมเบรน ดังนั้นเพื่อให้เซลล์เชื้อเพลิงทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นจะต้องมีการเพิ่มความชื้นในอากาศก่อนที่จะปล่อยให้ไหลผ่านเข้าสู่ตัวเซลล์ การเพิ่มความชื้นทำได้โดยอุ่นน้ำในถังพักให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นซึ่งจะทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำลอยอยู่ในถังพัก อากาศที่จะถูกป้อนเข้าตัวเซลล์จะถูกต่อให้ไหลผ่านถังนี้ก่อน ซึ่งจะส่งผลให้ไอน้ำในถังพักไหลเข้าไปในตัวเซลล์ ปริมาณไอน้ำที่ไหลเข้าไปในตัวเซลล์จะสามารถควบคุมได้โดยการควบคุมอุณหภูมิของน้ำในถังพักนี้

2.4 ระบบควบคุมความดันและการไหลของก๊าซ

ระบบควบคุมความดันของก๊าซเป็นอีกระบบหนึ่งที่มีความสำคัญมากเพราะหากความดันระหว่างด้านอากาศและด้านก๊าซไฮโดรเจนของตัวเซลล์มีความแตกต่างกันอย่างมากอาจส่งผลให้เมมเบรนเกิดความเสียหายได้ การควบคุมความดันจำเป็นจะต้องใช้วาล์วควบคุมแบบเชิงเส้น เพื่อให้การควบคุมความดันเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพชุดวิจัยชุดนี้จึงใช้



ภาพที่ 3 โครงสร้างภายในของเซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้ในชุดวิจัย

คอมพิวเตอร์และระบบ dSPACE® ในการควบคุมและแก้ปัญหาหากเกิดความผิดพลาด

ปริมาณก๊าซที่จำเป็นสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงสามารถคำนวณได้จากกระแสของเซลล์โดย [6]

$$Q_{H_2} = 6\times10^4 \cdot \left(\frac{R\cdot T}{2\cdot F\cdot P}\right)\cdot i \qquad (1)$$

และ

$$Q_{O_2} = 6\times10^4 \cdot \left(\frac{R \cdot T}{4 \cdot F \cdot P}\right) \cdot i \qquad (2)$$

เมื่อ

Q คือ Volumetric flow rate มีหน่วยเป็น ลิตรต่อนาที

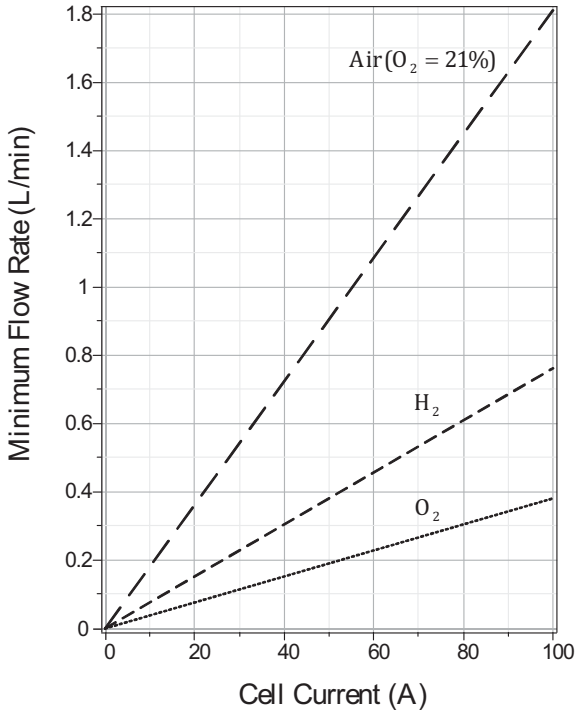
T คืออุณหภูมิของก๊าซ ใช้หน่วย Kelvin

R คือค่าคงที่ของก๊าซ มีค่าเท่ากับ 8.3144 $J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$

F คือค่าคงที่ของฟาราเดย์มีค่าเท่ากับ 96485.3 $C \cdot mol^{-1}$

P คือค่าความดันของก๊าซใช้หน่วย Pascal

ค่า 6×104 เป็นค่าคงที่ใช้สำหรับแปลงหน่วยระบบ SI เป็นลิตรต่อนาที ในอากาศปกติที่ระดับน้ำทะเลพบว่าจะมีก๊าซ O2 ปนอยู่ประมาณ 21% เมื่อนำสมการดังกล่าวไปเขียนกราฟอัตราการ



ภาพที่ 4 อัตราการไหลของก๊าซขั้นต่ำสำหรับเซลล์เชื้อเพลิง

ไหลของก๊าซที่จำเป็นในฟังก์ชันของกระแสเซลล์เชื้อเพลิงจะได้ดังภาพที่ 4 เนื่องจากกระแสสูงสุดของเซลล์อยู่ที่ประมาณ 50 แอมแปร์ ดังนั้น อัตราการไหลของอากาศที่จำเป็นคืออย่างน้อย 1 ลิตรต่อนาที อย่างไรก็ดีชุดทดลองนี้เลือกใช้วาล์วควบคุมที่มีอัตราการไหลสูงสุด 10 ลิตรต่อนาทีเพื่อรองรับการขยายขนาดเซลล์ในอนาคต

2.5 ระบบโดยรวมของชุดวิจัย

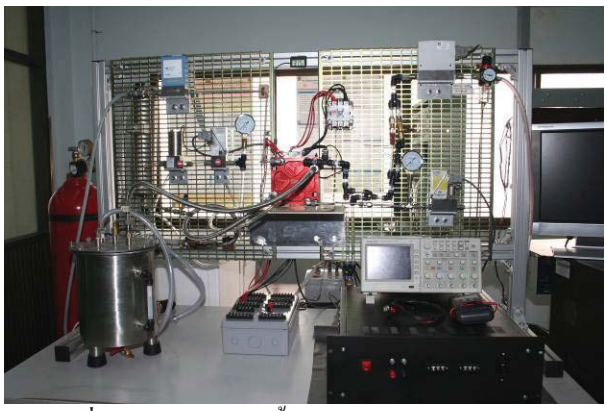
ระบบย่อยต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วจะถูกนำมาต่อกันตามแผนผังในภาพที่ 3 โดยท่อทางเดินของก๊าซไฮโดรเจนใช้ท่อโลหะขนาด ¼ นิ้ว ส่วนท่อทางเดินของอากาศใช้ท่อพลาสติกขนาด 10 มิลลิเมตร ห้องที่ทำการทดลองควรเป็นห้องที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวกเพื่อสามารถระบายก๊าซไฮโดรเจนได้อย่างรวดเร็วกรณีเกิดการรั่วไหล

3. ผลการดำเนินงาน

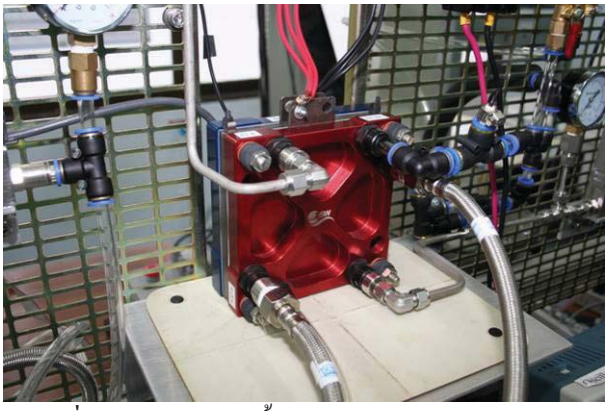
เมื่อนำองค์ประกอบต่าง ๆ มาประกอบกันตามแผนผังในภาพที่ 3 จึงได้ชุดวิจัยดังแสดงในภาพที่ 5-8



ภาพที่ 5 ภาพรวมของชุดวิจัยเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเซลล์เดียวที่สร้างขึ้น



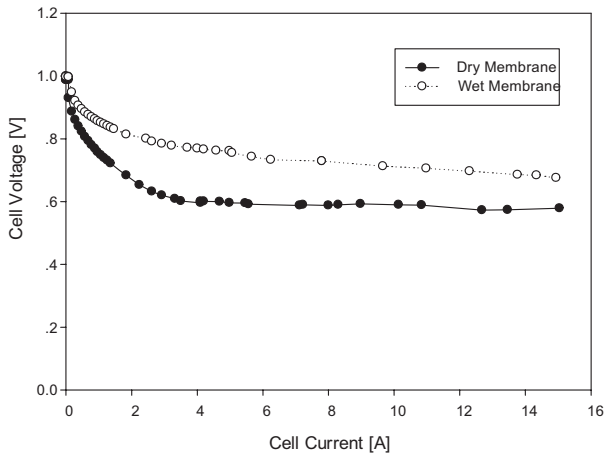
ภาพที่ 6 ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ บนโต๊ะวิจัย



ภาพที่ 7 ลักษณะการติดตั้งและเดินท่อต่าง ๆ เข้ากับตัวเซลล์เชื้อเพลิง

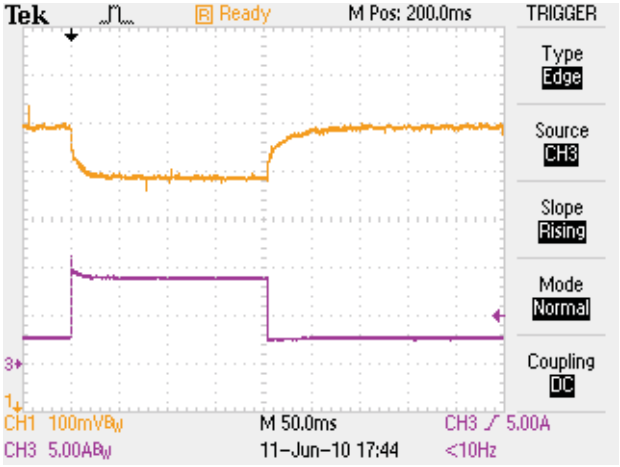


ภาพที่ 8 อุปกรณ์สำหรับเพิ่มความชื้นให้กับอากาศก่อนปล่อยเข้าไปที่เซลล์เชื้อเพลิงซึ่งตั้งอยู่ด้านหลัง



ภาพที่ 9 ตัวอย่างผลการดำเนินการวิจัยซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างในการจ่ายกระแสไฟฟ้าของเซลล์ขณะที่เมมเบรนอยู่ในสภาพแห้งและชื้น

ตัวอย่างผลการดำเนินการวิจัย เช่น การศึกษากราฟคุณลักษณะเชิงสถิตระหว่างแรงดันต่อกระแสไฟฟ้าของเซลล์เชื้อเพลิงขณะเมมเบรนแห้งและชื้นได้ถูกแสดงไว้ในภาพที่ 9 หรือตัวอย่างผลการดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการตอบสนองเชิงพลวัตของเซลล์เชื้อเพลิงได้ถูกแสดงไว้ในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ตัวอย่างผลการดำเนินการวิจัยซึ่งแสดงให้เห็นถึงการตอบ สนองเชิงพลวัตของเซลล์เชื้อเพลิง

4. สรุป

บทความนี้ได้นำเสนอหลักการ องค์ประกอบที่จำเป็น และการคำนวณเบื้องต้นสำหรับการออกแบบและสร้างชุดวิจัยเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเซลล์เดียวขึ้น ซึ่งชุดวิจัยสามารถให้ข้อมูลเชิงลึกและชัดเจนกว่าการศึกษาเซลล์เชื้อเพลิงซึ่งมีลักษณะเป็นสแตกโดยข้อมูลที่ได้จะถูกนำไปใช้พัฒนาแบบจำลองของเซลล์เชื้อเพลิงต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและรักษาการแทนผู้อำนวยการสถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส และ Prof.Bernard Davat, Institut National Polytechnique de Lorraine (INPL) ที่ได้ให้คำแนะนำและสนับสนุนให้การดำเนินงานจัดทำชุดวิจัยสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] British Petroleum, BP Statistical Review of World Energy 2009. London June 2009.
[2] P. Thounthong, B. Davat, S. Rael, P. Sethakul, “Fuel starvation,” IEEE Industry Applications Magazine, vol. 15, issue 4, pp. 52-59, July-Aug. 2009.
[3] P. Thounthong, S. Rael, “The benefits of hybridization,” IEEE Industrial Electronics Magazine, vol. 3, issue 3, pp. 25 - 37, 2009.
[4] P. Thounthong, S. Rael, B. Davat, “Control Algorithm of Fuel Cell and Batteries for Distributed Generation System,” IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 23, issue 1, pp. 148 - 155, March 2008.
[5] P. Thounthong, S. Rael, B. Davat, “Analysis of Supercapacitor as Second Source Based on Fuel Cell Power Generation,” IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 24, issue 1, pp. 247 - 255, 2009.
[6] X. Li, Principles of fuel cells. Taylor & Francis, New York, 2006.

การประมาณความหนาของวัสดุที่มีความบางมากด้วยการแพร่กระจายคลื่นของอัลตร้าซาวด์

Thickness Estimation in Case of A Thin Sample with Ultrasonic Wave Propagation

มีชัย โลหะการ และ ชูชาติ สีเทา

BEE LAB (Biomedical Engineering and Education LAB)
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
meechailo@kmutnb.ac.th, choochats@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

คลื่นอัลตร้าซาวด์เป็นคลื่นทางกลที่มีความปลอดภัยในงานด้านการทดสอบแบบไม่ทำลายซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ในการหาความหนาของวัสดุได้ โดยปรกติแล้วการหาค่าความหนาทำได้อย่างง่ายดายและใช้เวลาคำนวณน้อย โดยใช้เวลาระหว่างคลื่นตกกระทบ และคลื่นสะท้อนมาคำนวณในโดเมนเวลา แต่ในกรณีที่ความหนาของวัสดุมีค่าน้อยกว่าความยาวคลื่น หรือกรณีที่คลื่นตกกระทบซ้อนทับกับคลื่นสะท้อนวิธีการดังกล่าวไม่สามารถคำนวณได้ งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการคำนวณหาความหนาของวัสดุที่มีความบางมากโดยวิธีแอมพลิจูดสเปกตรัมในโดเมนความถี่ซึ่งใช้ข้อมูลของเฟสสเปกตรัมประกอบการคำนวณ โดยจุดเด่นของวิธีการนี้คือไม่จำเป็นต้องทราบค่าความเร็วของสัญญาณอัลตร้าซาวด์ในวัสดุก่อนการคำนวณ ผลการทดสอบกับคลื่นอัลตร้าซาวด์จำลองมีค่าความผิดพลาดในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

คำสำคัญ: อัลตร้าซาวด์, การประมาณความหนา

Abstract

Ultrasonic wave is a physical wave that used in the field of NTD (Non-Destructive Testing). It can apply to find the thickness of material. In general, the time difference between an incident wave and a reflected wave is employed to calculate a sample thickness easily. However, it is impossible to estimate when a sample thickness is relatively thin compared with the ultrasonic wavelength. In this paper, the thickness estimation in case of a thin sample with ultrasonic wave propagation is proposed by the amplitude and phase spectrum in a frequency domain. This method is tested by the simulated-ultrasonic signal. The results show the agreement between theory and experiment.

Keyword: Ultrasound, Thickness Estimation

1. บทนำ

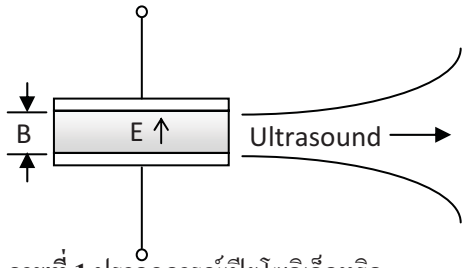
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณอัลตร้าซาวด์พารามิเตอร์สำคัญที่ต้องทราบก่อนการคำนวณอื่นทุกครั้งคือ ความหนา (Thickness: Z) หรือความเร็วของสัญญาณอัลตร้าซาวด์ในวัสดุ (Ultrasonic Velocity: v) [1-3] โดยปรกติแล้วการหาค่าความหนา หรือความเร็ว ในโหมดสะท้อน (Reflection Mode) นั้นทำได้อย่างง่ายดายโดยใช้ระยะห่าง (t) ระหว่างคลื่นตกกระทบ (Incident Wave) และ คลื่นสะท้อน (Reflected Wave) มาคำนวณด้วยสมการ $v=2s/t$ ในโดเมนเวลา ดังในงานวิจัย [4, 5] แต่ในกรณีที่ความหนาของวัสดุมีค่าน้อยกว่าความยาวคลื่น (Wavelength) ซึ่งอาจอยู่ในระดับไมครอน (Micron) เช่น แผ่นฟิล์มที่ใช้เคลือบวัตถุ หรือแผ่นฟอยล์ (Foil) วิธีการดังกล่าวไม่สามารถทำได้ เพราะสัญญาณอัลตร้าซาวด์นั้นจะมี Δt ที่น้อยมากจนทำให้ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างคลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อนได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ คลื่นสะท้อนและคลื่นตกกระทบอยู่ซ้อนกัน จากปัญหาดังกล่าวจึงมีนักวิจัยได้แก้ปัญหา [6] โดยวิธีการอินเวอร์ส (Inverse Problem) แต่วิธีการนี้มีความยุ่งยากและใช้เวลานานในการคำนวณ นอกจากนี้ยังมีวิธีการวัดความหนาโดยตรงจากเครื่องมือวัดเฉพาะเช่นเครื่อง SLAM ดังงานวิจัย [7] แต่เครื่องมือดังกล่าวมีราคาค่อนข้างสูง อีกทั้งมีขนาดใหญ่ไม่เหมาะสำหรับการเคลื่อนย้าย และการวัดด้วยเครื่องมือดังกล่าวไม่เป็นการประยุกต์ใช้เครื่องสร้างและรับสัญญาณอัลตร้าซาวด์เดิมที่นักวิจัยด้านอัลตร้าซาวด์ส่วนใหญ่มีอยู่แล้ว

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการหาค่าความหนา และความเร็วของสัญญาณอัลตร้าซาวด์ในวัสดุโดยวิธีแอมพลิจูดสเปกตรัม (Amplitude Spectrum) โดยใช้เฟสสเปกตรัม (Phase Spectrum) ในการคำนวณบนโดเมนความถี่ในกรณีที่วัสดุมีความบางมาก ซึ่งวิธีการคำนวณไม่ยุ่งยาก และยังเหมาะสมกับสัญญาณที่วัดโดยเครื่องมือที่มีความละเอียดต่ำ

2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับคลื่นอัลตร้าซาวด์

2.1 อัลตร้าโซนิคทรานส์ดิวเซอร์

คลื่นอัลตร้าซาวด์ หรือ คลื่นอัลตร้าโซนิค เป็นคลื่นที่มีลักษณะพลังงานเป็นพลังงานทางกล ดังนั้นการที่จะสามารถสร้างคลื่นอัลตร้าซาวด์ได้ต้องใช้อุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงพลังงานรูปแบบอื่นๆ ให้อยู่ในรูปแบบพลังงานทางกล หรือเรียกอีกอย่างนึงว่าคลื่นทางกายภาพซึ่งเกิดจากการสั่นของตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน โดยสามารถแบ่งการเคลื่อนที่ได้เป็นสองแบบคือ คลื่นตามขวาง (Shear Wave) และคลื่นตามยาว (Longitudinal Wave) มีความถี่ในย่านของคลื่นอัลตร้าซาวด์นั่นเอง ซึ่งเรียกอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงระหว่างพลังงานรูปแบบต่างๆกับคลื่นอัลตร้าซาวด์นี้ว่า อัลตร้าโซนิคทรานส์ดิวเซอร์ (Ultrasonic Transducer) โดยอัลตร้าโซนิคทรานส์ดิวเซอร์นั้นมีอยู่หลายชนิด ซึ่งมีหลักการกำเนิดคลื่นอัลตร้าซาวด์ที่แตกต่างกันไปสำหรับชนิดที่พบเห็นได้โดยทั่วไปคืออัลตร้า โซนิคทรานส์ดิวเซอร์ ที่ใช้ปรากฏการณ์เปียโซอิเล็กทริค (Piezoelectric Effect) ซึ่งถือได้ว่าเป็นทรานส์ดิวเซอร์ที่นิยมแพร่หลายที่สุดถูกนำมาใช้ในการสร้างคลื่นอัลตร้าซาวด์ที่มีความถี่สูงปานกลาง โดยมีหลักการกำเนิดคลื่นจากการใช้ประโยชน์จากปรากฏการณ์เปียโซอิเล็กทริค นั่นคือเมื่อวัสดุที่มีคุณสมบัติเปียโซอิเล็กทริค (Piezoelectric Material) เช่นผลึกควอร์ทซ์ Quartz Crystal) มีค่าความต่างศักย์ระหว่างขั้วทั้งสองต่างกันจะทำให้ผลึกเกิดการเปลี่ยนรูป ซึ่งเมื่อการเปลี่ยนรูปของผลึกนี้เกิดขึ้นด้วยความถี่ในระดับของคลื่นอัลตร้าซาวด์ก็จะเป็นการกำเนิดคลื่นอัลตร้าโซนิคออกมา เมื่อพิจารณาภาพที่ 1 ชิ้นสารที่มีคุณสมบัติเปียโซอิเล็กทริคที่มีความหนา ซึ่งถูกตัดออกมาด้วยวิธีการที่เหมาะสม (รูปแบบการเปลี่ยนรูปของชิ้นสารเมื่อได้รับพลังงานไฟฟ้านั้น ขึ้นอยู่กับทิศทางของการตัดชิ้นผลึก) เมื่อชิ้นสารได้รับพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายผ่านขั้วอิเล็กโทรดจะเกิดสนามไฟฟ้าขึ้นภายในชิ้นสาร ซึ่งการเปลี่ยนรูปของผลึกก็เกิดจากการสะสมของพลังงานภายในชิ้นสารซึ่งปริมาณของพลังงานไฟฟ้าที่สะสมภายในนี้นั้นมีผลโดยตรงต่อความถี่ตอบสนอง (Resonant Frequency) ของแต่ละชิ้นสารนั้น



ภาพที่ 1 ปรากฏการณ์เปียโซอิเล็กทริค

2.2 การประยุกต์คลื่นอัลตร้าซาวด์ในการวัดความหนาของวัสดุ

ในการวัดความหนาของวัสดุนั้น สามารถหาได้จากความเร็วคลื่น และระยะทางที่คลื่นอัลตร้าซาวด์เคลื่อนที่ผ่าน ดังสมการที่ (1)

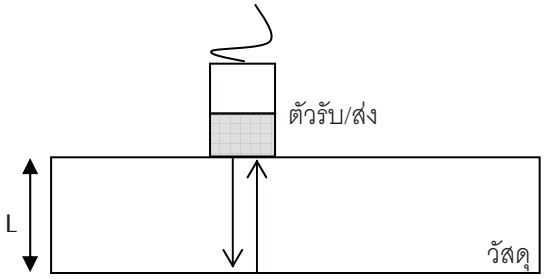
$$S = V \times t \qquad (1)$$

โดย V คือ ความเร็ว (m/s)

S คือ ระยะทาง (m)

t คือ เวลา (s)

อย่างไรก็ตามในการใช้ในโหมดสะท้อนในการวัดนั้นคลื่นต้องเดินทางทั้งไปและกลับ ดังภาพที่ 2 ในแท่งวัสดุ ดังนั้นสามารถเขียนสมการใหม่ โดยใช้ความเร็วของคลื่นตามยาวมาคำนวณดังสมการที่ (2)



ภาพที่ 2 การวัดในโหมดสะท้อน

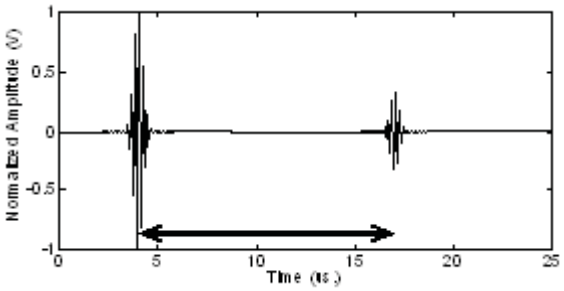
$$L = \frac{t \times C_L}{2} \qquad (2)$$

โดย L คือ ความหนาของวัสดุ (mm)

t คือ เวลา (μs)

C_L คือ ความเร็วคลื่นตามยาว (mm/μs)

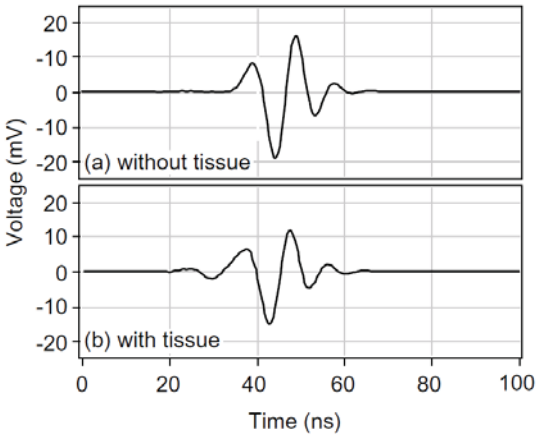
เมื่อพิจารณาภาพที่ 3 พบว่าสัญญาณแรกมีตำแหน่งสูงสุดอยู่ประมาณตำแหน่ง 4 μs สัญญาณนี้เป็นสัญญาณที่ตกกระทบ ณ ผิวด้านบนของวัสดุ สัญญาณที่สองมีตำแหน่งสูงสุดอยู่ประมาณตำแหน่ง 16 μs เกิดจากการสะท้อนจากผิวด้านล่าง ดังนั้นเวลาระหว่างสองสัญญาณนี้คือ t นั่นเอง



ภาพที่ 3 สัญญาณอัลตร้าซาวด์ในโหมดสะท้อน

2.3 การหาความหนาของวัสดุที่มีความบางมาก

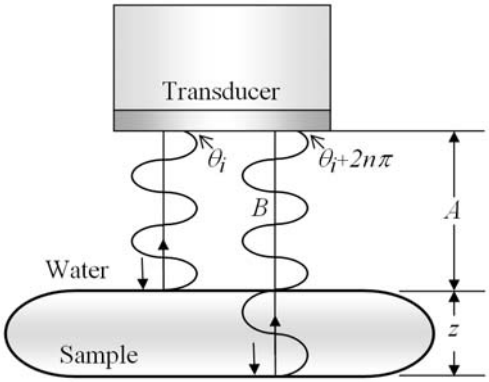
จากภาพที่ 3 จะเห็นได้ว่าหากวัสดุมีขนาดเล็กลง หรือบางลงช่วงเวลา t ระหว่างทั้งสองสัญญาณจะน้อยลงด้วย และหากวัสดุมีความบางมากจนช่วงเวลา t ไม่มีดังนั้นวิธีการในหัวข้อที่ 2.2 จึงไม่สามารถใช้ได้ โดยภาพที่ 4 (a) เป็นสัญญาณที่วัดขณะไม่มีเนื้อเยื่อ ในขณะที่ภาพที่ 4 (b)[8] เป็นสัญญาณที่มีเนื้อเยื่อ จะเห็นได้ว่าสัญญาณทั้งสองมีความแตกต่างกันแต่ไม่สามารถใช้สมการที่ (2) หาความหนาของเนื้อเยื่อได้



ภาพที่ 4 สัญญาณอัลตร้าซาวด์ขณะวัดเนื้อเยื่อที่มีความบางมาก

เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวได้มีความพยายามในการหาความหนาวัสดุโดยใช้สเปกตรัมของสัญญาณอัลตร้าซาวด์ จุดเด่นของวิธีการนี้คือไม่จำเป็นต้องทราบค่าความเร็วของวัสดุก่อนการคำนวณเพราะสามารถหาได้พร้อมกันจากสมการที่ (3)

และ (4) โดยภาพที่ 5 อธิบายถึงตำแหน่งต่างๆของตัวแปรที่ใช้ในสมการที่ (3) และ (4) [8]



ภาพที่ 5 ตัวแปรที่ใช้ในสมการที่ (3)

$$Z = \frac{C_0}{4\pi f_m}(\theta_i + 2n\pi) \quad (3)$$

$$C_L = \frac{1}{\frac{C_0}{} - \frac{\theta_i}{4\pi A f_m}} \quad (4)$$

โดย Z คือ ความหนาของวัสดุ (μm หรือ ไมครอน)

C_0 คือ ความเร็วของอัลตร้าซาวด์ในน้ำ (mm/μs)

C_L คือ ความเร็วของอัลตร้าซาวด์ในวัสดุ (mm/μs)

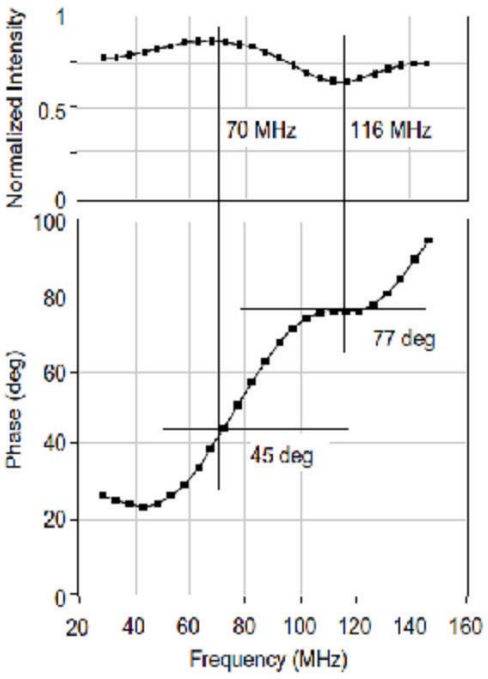
f_m คือ ความถี่ ณ จุดสูงสุดของสเปกตรัม (MHz)

A คือ ระยะห่างระหว่างทรานส์ดิวเซอร์กับวัสดุ (mm)

θ_I คือ เฟสสเปกตรัม (Phase Spectrum: degree)

n คือ จำนวนรอบในการเคลื่อนที่ของอัลตร้าซาวด์

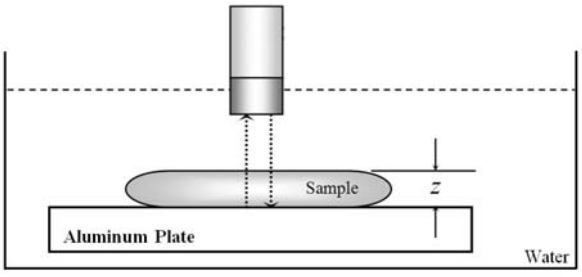
จากสมการที่ (3) สามารถคำนวณหาความหนา Z ได้โดยใช้ความเร็วของอัลตร้าซาวด์ในน้ำ (C_0) เฟสสเปกตรัม (Phase Spectrum: θ_i) และความถี่โดยการเลือกค่าเฟสสเปกตรัมต้องสอดคล้องกับจุดสูงสุดของสเปกตรัมด้วย ดังภาพที่ 6 ค่า f_m ที่เลือกใช้คือ 70 MHz ต้องสอดคล้องกับค่า $\theta_i = 45°$ ใช้ค่า n=1 เพราะคิดคลื่นเดินทางไป-กลับ 1 รอบ สมการที่ (4) คือการหาค่าความเร็วในวัสดุจากสเปกตรัมโดยการคำนวณใช้หลักการเดียวกับสมการที่ (3)



ภาพที่ 6 สเปกตรัมของสัญญาณในภาพที่ 4 (b)

3. ผลการทดลอง

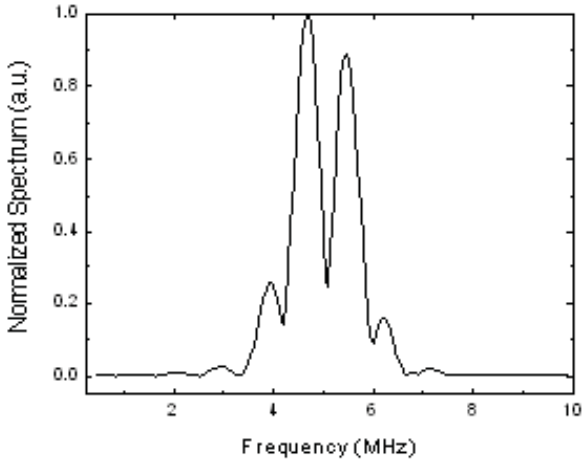
การทดลองเริ่มต้นที่สร้างสัญญาณอัลตร้าซาวด์จำลองแบบคิดค่าการเลี้ยวเบนของคลื่นตามระบบจำลองที่แสดงไว้ในภาพที่ 7 โดยมีทรานส์ดิวเซอร์วางอยู่ด้านบนของวัสดุในแนวตั้งฉาก มีอุปกรณ์ทั้งหมดถูกแช่อยู่ในน้ำเพื่อเป็นสื่อในการส่งผ่านคลื่นอัลตร้าซาวด์ ด้านล่างเป็นแผ่นอะลูมิเนียมเพื่อใช้เป็นแผ่นอ้างอิง (Reference Plate) การวัดเป็นใช้แบบโหมดสะท้อน (Reflection Mode Measurement)



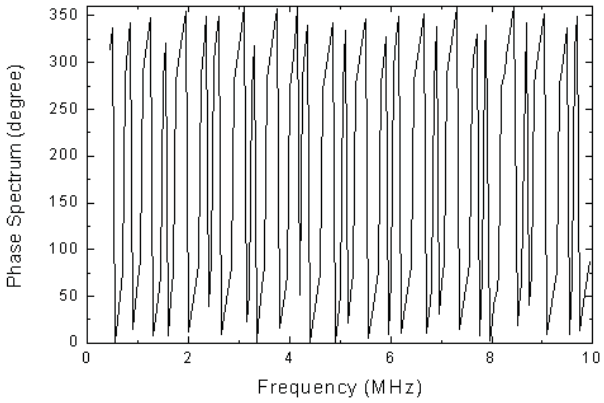
ภาพที่ 7 ระบบที่ใช้สร้างสัญญาณอัลตร้าซาวด์จำลอง

สัญญาณอัลตร้าซาวด์จำลองที่สร้างขึ้นจากวัสดุที่มีความหนาประมาณ 0.60 มม. คลื่นตกกระทบ (Incident wave) และคลื่นสะท้อน (Reflected wave) มีลักษณะซ้อนกันดังแสดงในภาพที่ 8 เมื่อแปลงสัญญาณให้อยู่ในโดเมนความถี่ได้

สัญญาณสเปกตรัมดังภาพที่ 9 และเฟสสเปกตรัมในภาพที่ 10 นำสมการที่ (3) และวิธีการที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.3 หาค่าความหนาได้ตารางที่ 1 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบความหนาของวัสดุที่คำนวณได้กับความหนาจริงโดยเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดคำนวณได้จากสมการที่ (5)



ภาพที่ 9 สเปกตรัมของสัญญาณในภาพที่ 8



ภาพที่ 10 เฟสสเปกตรัมของสัญญาณในภาพที่ 8

$$\text{Error (\%)} = \frac{\left|Z_{theory} - Z_{calculation}\right|}{Z_{theory}} \cdot 100 \qquad (5)$$

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบและเปอร์เซ็นต์ผิดพลาด

ลำดับที่	ความหนาจริง(mm)	ความหนาที่คำนวนได้ (mm)	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด
1	0.6	0.626	4.3
2	0.65	0.6261	2.39
3	1	1.1515	15.15
4	1.1	1.2641	14.91
5	1.2	1.2646	5.38
6	2	1.5012	24.94
7	3	2.501	16.7
8	3.3	2.6175	20.68

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการคำนวณหาความหนาจากสเปกตรัมและเฟสสเปกตรัมของสัญญาณอัลตร้าซาวด์ที่มีการซ้อนทับกันมีความเป็นไปได้ถึงแม้ว่าจะมีค่าความผิดพลาดสูงสุดที่ ประมาณ 25% แต่เมื่อเทียบกับวิธีในหัวข้อ 2.2 ซึ่งไม่สามารถคำนวณได้

4. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการคำนวณหาความหนาของวัสดุที่มีความบางมากโดยวิธีแอมพลิจูดสเปกตรัมในโดเมนความถี่ซึ่งใช้ข้อมูลของเฟสสเปกตรัมประกอบการคำนวณ โดยจุดเด่นของวิธีการนี้คือไม่จำเป็นต้องทราบค่าความเร็วของสัญญาณอัลตร้าซาวด์ในวัสดุก่อนการคำนวณ นอกจากนี้ยังประยุกต์วิธีการนี้ในการหาความเร็วได้ด้วย อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ยังมีค่าความผิดพลาดอยู่จึงต้องมีการปรับปรุงให้ดีขึ้นต่อไปในอนาคต โดยใช้ f_m และ θ_i หลายค่าเพื่อคำนวณหา Z เฉลี่ย ซึ่งคาดว่าจะทำให้ผลการคำนวณถูกต้องมากยิ่งขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่สนับสนุนทุนวิจัยประจำปี 2553

6. เอกสารอ้างอิง

[1] มีชัย โลหะการ และอรอนงค์ วิริยานุรักษ์นคร, "การประยุกต์วิธีมัลติแนโรว์แบนด์เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนของสัญญาณอัลตร้าซาวด์," *NCCIT08*, หน้าที่ 283-287, 23-24 พฤษภาคม 2551

[2] มีชัย โลหะการ และอรอนงค์ วิริยานุรักษ์นคร, "การประมาณค่าการลดทอนอัลตร้าซาวด์โดยวิธีฟูริเยร์เซนทรอยด์ชิพ " *NCCIT07,* หน้าที่ 604-608, 25-26 พฤษภาคม 2550

[3] T. Baldeweck, P. Laugier, A. Herment, and G. A.-B. Berger, G., "Application of autoregressive spectral analysis for ultrasound attenuation estimation: interest in highly attenuating medium," *Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, IEEE Transactions on,* vol. 42, pp. 99-110, 1995.

[4] มีชัย โลหะการ, "การประยุกต์ใช้คลื่นสะท้อนอัลตร้าโซนิคเพื่อการวัดหาความหนาของแท่งโลหะ" *NCCIT06,* หน้าที่ 438-442, 19-20 พฤษภาคม 2549

[5] มีชัย โลหะการ, "การประมาณค่าดิสเปอร์สชันของอัลตร้าซาวด์โดยวิธีฟูริเยร์เซนทรอยด์ชิพและความสัมพันธ์คาเมอร์โครนิก," *NCCIT08,* หน้าที่ 313-318, 23-24 พฤษภาคม 2551

[6] V. K. Kinra and V. R. Iyer, "Ultrasonic measurement of the thickness, phase velocity, density or attenuation of a thin-viscoelastic plate. Part II: the inverse problem," *Ultrasonics,* vol. 33, pp. 111-122, 1995.

[7] V. A. M. Luprano, G. Montagna, B. Molinas, and A. Maffezzoli, "Glass-rubber phase transformation detected in polymers by means of ultrasonic waves," *Journal of Alloys and Compounds,* vol. 310, pp. 382-387, 2000.

[8] N. Hozumi, R. Yamashita, C.-K. Lee, M. Nagao, K. Kobayashi, Y. Saijo, M. Tanaka, N. Tanaka, and S. Ohtsuki, "Time-frequency analysis for pulse driven ultrasonic microscopy for biological tissue characterization," *Ultrasonics Proceedings of Ultrasonics International 2003,* vol. 42, pp. 717-722, 2004.

การออกแบบหม้อแปลงชนิดออโตสำหรับวงจรเรียงกระแสแบบ 18 พัลส์

Designing of Autotransformer for 18-pulse Rectifier Unit

พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล และ วัฒนา แก้วมณี

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
pnrit@kmutnb.ac.th, wattanak@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบเรียงกระแสแบบมัลติพัลส์เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถลดปริมาณกระแสฮาร์มอนิกส์ที่ปล่อยเข้าสู่ระบบจากวงจรเรียงกระแสแบบ 6 พัลส์ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของปัญหาฮาร์มอนิกส์ในระบบไฟฟ้าลงได้ ระบบเรียงกระแสแบบมัลติพัลส์ที่สามารถลดปริมาณฮาร์มอนิกส์ลงให้สอดคล้องกับข้อแนะนำ IEEE recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power systems ได้คือวงจรเรียงกระแสแบบ 18 พัลส์หรือมากกว่า แม้ว่าวงจรเรียงกระแสแบบ 18 พัลส์แบบดั้งเดิมซึ่งใช้หม้อแปลงซิกแซ็กจะมีข้อเสียเรื่องขนาดและน้ำหนัก แต่ข้อเสียดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยเปลี่ยนมาใช้หม้อแปลงชนิดออโต ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาจะมีบทความเกี่ยวกับการทดสอบและการใช้งานหม้อแปลงชนิดออโตในวงจรเรียงกระแสแบบ 18 พัลส์เป็นจำนวนมากแต่ยังไม่มีบทความใดกล่าวถึงวิธีการออกแบบหม้อแปลงชนิดดังกล่าวเลย บทความนี้จึงได้แสดงวิธีการออกแบบหม้อแปลงชนิดออโตสำหรับวงจรเรียงกระแสแบบ 18 พัลส์อย่างเป็นระบบ โดยพารามิเตอร์ที่ได้จากการออกแบบได้ถูกนำไปสร้างและทดสอบเพื่อยืนยันความถูกต้องซึ่งพบว่าทั้งตัวหม้อแปลงและระบบเรียงกระแสสามารถทำงานได้ดี จึงสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบสำหรับผู้ที่สนใจได้

คำสำคัญ: ฮาร์มอนิกส์ หม้อแปลงแบบออโต วงจรเรียงกระแสแบบ 18 พัลส์

Abstract

Multipulse rectifier is one of the harmonic mitigation methods for the 6-pulse rectifiers or converters which are the main sources of the harmonic in electrical systems. The multipulse rectifier that complies with the IEEE recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power systems is the one that has 18 pulses or more. The main problem of the classical 18-pulse rectifier which uses zigzag transformer is its size and weight; however, this problem can be solved by using an autotransformer. Though there are many literatures state the merit of the 18-pulse autotransformer rectifier system, none of them shows how to design the autotransformer. This paper demonstrates the designing of autotransformer for the 18-pulse rectifier system. The parameters obtained from the design have been implemented and the experimental results shown that the designed autotransformer is working well.

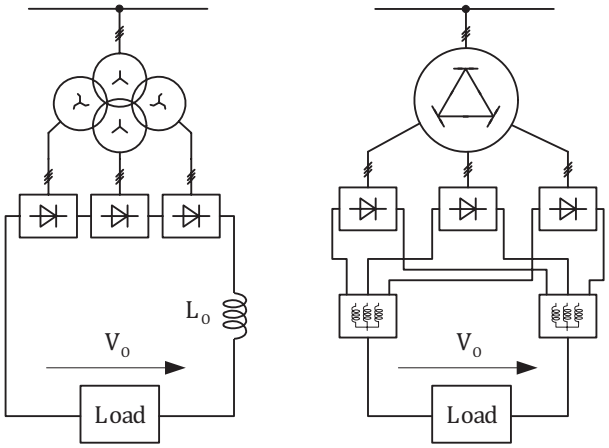
Keyword: harmonics, autotransformer, 18-pulse rectifier

1. บทนำ

เป็นที่ทราบกันดีว่าฮาร์มอนิกส์ในระบบไฟฟ้าเป็นปัญหาที่มีความสำคัญ [1-2] และนับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น โดยสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาฮาร์มอนิกส์ คือการต่อโหลดที่มีคุณลักษณะไม่เป็นเชิงเส้นซึ่งก่อให้เกิดกระแสที่มีลักษณะไม่เป็นรูปไซน์ขึ้นในระบบไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่มีลักษณะไม่เป็นรูปไซน์นี้จะส่งผลกระทบต่อไป ทำให้แรงดันไฟฟ้าในระบบเกิดการผิดเพี้ยนจากรูปไซน์ไปด้วย โหลดที่มีลักษณะสมบัติไม่เป็นเชิงเส้นที่มีใช้กันอย่างแพร่หลายและเป็นสาเหตุหลักของปัญหาฮาร์มอนิกส์ คือวงจรซึ่งทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กลายเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งได้แก่วงจรเรียงกระแสหรือวงจรแปลงผันแรงดัน [3]

วิธีการที่น่าสนใจในการลดปัญหากระแสฮาร์มอนิกส์ซึ่งเกิดจากโหลดกำลังสูงที่ต่ออยู่กับวงจรเรียงกระแส คือการเลือกใช้วงจรเรียงกระแสหรือคอนเวอร์แบบมัลติพัลส์ [3-6] หลักการทั่วไปของวงจรเรียงกระแสแบบมัลติพัลส์คือการใช้หม้อแปลงเพื่อจัดแรงดันที่เข้าสู่วงจรเรียงกระแสแบบหกพัลส์ซึ่งมีจำนวนตั้งแต่สองชุดขึ้นไปให้มีการต่างเฟสกันในมุมที่เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลให้กระแสฮาร์มอนิกส์ของวงจรเรียงกระแสแบบ 6 พัลส์แต่ละชุดเกิดการหักล้างกันและปล่อยกระแสฮาร์มอนิกส์เข้าสู่ระบบจ่ายไฟฟ้าในปริมาณที่ต่ำลง วงจรเรียงกระแสแบบมัลติพัลส์โดยทั่วไปมักเป็นแบบ 12 พัลส์ ซึ่งพบได้ในระบบไฟฟ้าสำหรับรถราง เรือ เครื่องบิน[5] หรือเตาหลอมโลหะเป็นต้น แต่หากผู้ใช้ไฟฟ้าต้องการลดปริมาณฮาร์มอนิกส์ที่ปล่อยสู่ระบบให้สอดคล้องกับข้อแนะนำ IEEE recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power systems วงจรเรียงกระแสที่ใช้ควรเป็นแบบ 18 พัลส์ หรือมากกว่า

ระบบเรียงกระแสแบบ 18 พัลส์ ทั่วๆไปสามารถทำได้โดยใช้หม้อแปลงแบบซิกแซ็ก ดังแสดงในภาพที่ 1(ก) แต่ระบบดังกล่าวยังมีข้อด้อยที่สำคัญคือตัวหม้อแปลงมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก [6] แนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวอาจทำได้โดยการใช้หม้อแปลงแบบออโต (Autotransformer) มาทำหน้าที่จัดแรงดันสำหรับป้อนให้กับวงจรเรียงกระแสแบบหก



(ก) (ข)

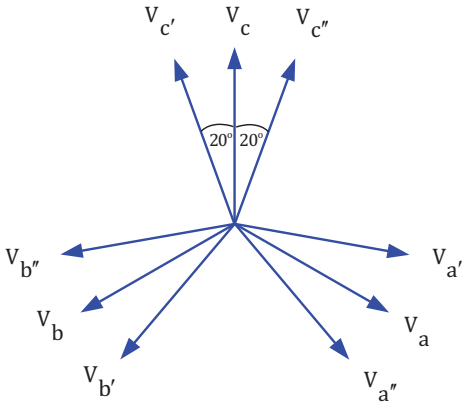
ภาพที่ 1 ระบบเรียงกระแสแบบ 18 พัลส์โดย (ก) ใช้หม้อแปลงแบบซิกแซ็ก (ข) ใช้หม้อแปลงแบบออโต

พัลส์แต่ละชุด [7] ดังแสดงในภาพที่ 1 (ข) โดยหม้อแปลงแบบออโตจะถูกใช้เพื่อทำการเลื่อนเฟสของแรงดันในระบบไฟฟ้า ซึ่งอัตรากำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงแบบออโตคืออัตรากำลังไฟฟ้าที่ใช้คงความต่างเฟสของแรงดันเอาท์พุตของหม้อแปลง ทำให้ขนาดของหม้อแปลงมีขนาดเล็กกว่าแบบซิกแซ็ก

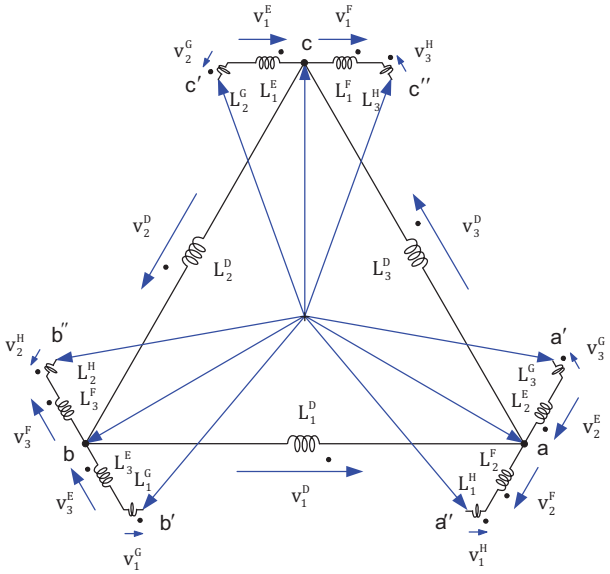
แม้ว่าในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมานี้จะมีบทความเกี่ยวกับการทดสอบและการใช้งานหม้อแปลงชนิดออโตในวงจรเรียงกระแสแบบ 18 พัลส์ เป็นจำนวนมาก [8-12] แต่ยังไม่มีบทความใดกล่าวถึงวิธีการออกแบบหม้อแปลงชนิดดังกล่าวเลย งานวิจัยนี้จึงมีขึ้นเพื่อศึกษาวิธีการออกแบบหม้อแปลงชนิดออโตโดยละเอียดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบสร้าง และนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมต่อไป

2. การทำงานของหม้อแปลงชนิดออโตสำหรับระบบเรียงกระแสแบบ 18 พัลส์

หม้อแปลงออโตในระบบเรียงกระแสแบบ 18 พัลส์ ไม่ได้ทำหน้าที่ปรับระดับแรงดันแต่จะทำหน้าที่สร้างแรงดันไฟฟ้าชนิดสามเฟสสำหรับป้อนเข้าสู่วงจรเรียงกระแสแบบ 6 พัลส์ขึ้นสองชุด โดยชุดหนึ่งมีเฟสนำหน้าแรงดันในไลน์ 20 องศา และอีกชุดหนึ่งมีเฟสล้าหลังแรงดันในไลน์ 20 องศา ส่วนวงจรเรียงกระแสชุดที่สามจะต่อเข้ากับไลน์สามเฟสโดยตรง เวกเตอร์แรงดันสำหรับป้อนเข้าสู่วงจรเรียงกระแสแบบ 6 พัลส์



ภาพที่ 2 เวกเตอร์แรงดันสำหรับระบบเรียงกระแส แบบ 18 พัลส์

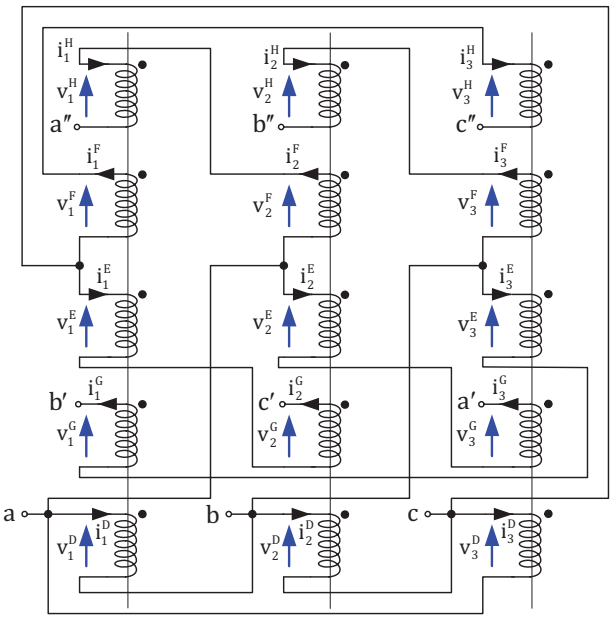


ภาพที่ 3 การจัดวางขดลวดของหม้อแปลงแบบออโต

ทั้งสามชุดแสดงในภาพที่ 2 วิธีการเพื่อให้ได้แรงดันในลักษณะดังกล่าวสามารถทำได้โดยการจัดเรียงขดลวดของหม้อแปลงตามภาพที่ 3 โดยจุด a, b และ c เป็นจุดซึ่งหม้อแปลงรับแรงดันอินพุตจากแหล่งจ่าย จุด a', b' และ c' เป็นจุดแรงดันขาออกซึ่งมีเฟสนำหน้าแรงดันในไลน์ 20 องศา และ จุด a", b" และ c" เป็นจุดแรงดันขาออกซึ่งมีเฟสล้าหลังแรงดันในไลน์ 20 องศา

3. การออกแบบหม้อแปลง

เพื่อให้แรงดันสามเฟสแต่ละชุดมีการต่างเฟสกันตามไดอะแกรมในภาพที่ 3 จำเป็นจะต้องทราบอัตราส่วนแรงดันที่เหมาะสมระหว่างขดลวดชุด D, E, F, G และ H ซึ่งจาก



ภาพที่ 4 การต่อขดลวดของหม้อแปลงแบบออโต

เวกเตอร์ไดอะแกรมในภาพที่ 3 จะสามารถใช้ทฤษฎีตรีโกณมิติคำนวณหาอัตราส่วนแรงดันระหว่างขดลวดแต่ละขดได้ดังนี้

$$\frac{v^G}{v^D}=\frac{v^H}{v^D}=\frac{2}{3}\left(1-\cos\left(20^\circ\right)\right)=0.0402 \qquad (1)$$

$$\frac{v^E}{v^D}=\frac{v^F}{v^D}=\frac{1}{3}\left(\cos\left(20^\circ\right)-\sqrt{3}\cdot\sin\left(20^\circ\right)-1\right)=0.1773 \qquad (2)$$

เนื่องจากแรงดันที่ตกคร่อมขดลวดชุด D เท่ากับ 380 โวลต์ ดังนั้นแรงดันของขดลวดชุด E และ F ที่เหมาะสมคือ 67 โวลต์ ส่วนแรงดันของขดลวดชุด G และ H ที่เหมาะสมคือ 15 โวลต์

เมื่อกำหนดให้วงจรเรียงกระแสแบบ 18 พัลส์ สามารถจ่ายกระแสเอาต์พุตได้สูงสุด 5 แอมแปร์ หรือคิดเป็นกำลังที่เอาต์พุตเท่ากับ 2.64 กิโลวัตต์ ทำงานที่ความถี่ 50 Hz มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 95 % มีค่าโหลดเร็กกูเลชันหรือ α ไม่เกิน 5 % แกนเหล็กใช้ชนิดเหล็กผสมซิลิกอน (3% Si, 97% Fe) โดยกำหนดให้ขณะทำงานมีค่าความหนาแน่นฟลักซ์

แม่เหล็กหรือ B_{ac} ไม่เกิน 1.2 T การออกแบบหม้อแปลงสามารถทำได้โดยเริ่มจากการคำนวณหากำลังไฟฟ้าที่ส่งผ่านขดลวดด้านขาออกซึ่งกรณีนี้จะไม่เท่ากับกำลังด้านขาออกที่โหลดเพราะหม้อแปลงเป็นชนิดออโตโดย

$$P_{TFMR\_OUT} = 3\left(\left(V_E + V_G\right)\cdot\frac{0.78\cdot I_O}{3} + \left(V_F + V_H\right)\cdot\frac{0.78\cdot I_O}{3}\right) = 1.56\cdot I_O\cdot\left(V_E + V_G\right) \quad (3)$$

และหากำลังรวมของหม้อแปลงโดย

$$P_{TFMR} = \left(\frac{1}{\eta}+1\right)\cdot P_{TFMR\_OUT} \quad (4)$$

เมื่อกำหนดให้ $\eta = 0.95$ จะได้ $P_{TFMR} = 1.323\text{kVA}$ จากนั้นคำนวณหาค่าคงที่ทางเรขาคณิต K_g โดย [13]

$$K_g = \frac{P_{TFMR}}{2\cdot 2.86\cdot f^2\cdot B_{ac}{}^2\cdot 10^{-4}\cdot\alpha} \quad (5)$$

ซึ่งจะได้ค่า $K_g = 137.12\ \text{cm}^5$ จากนั้นนำค่า K_g นี้ไปใช้เลือกขนาดของแกนหม้อแปลงโดยต้องเลือกแกนที่มีค่า K_g ไม่ต่ำกว่าค่าที่คำนวณไว้ ซึ่งในกรณีนี้เลือกแกนชนิดสามเฟสเบอร์ 1.50EI ซึ่งมีค่า K_g เท่ากับ 187.898 cm^5 และมีพื้นที่หน้าตัดแกนหรือ $A_c =$ 13.79 cm^2 ข้อมูลโดยละเอียดของแกนหม้อแปลงสามารถหาได้ใน [13] จากนั้นคำนวณจำนวนรอบของขดลวดชุด D จากสูตร

$$N_D = \frac{V_D\cdot 10^4}{4.44\cdot B_{ac}\cdot A_c\cdot f} \quad (6)$$

ซึ่งจะได้จำนวนรอบของขดลวดชุด D เท่ากับ 1034 รอบ

จากนั้นคำนวณหาค่าความหนาแน่นกระแสของขดลวดในหม้อแปลงโดยใช้สูตร

$$J = P_{TFMR}\frac{10^4}{4.44\cdot K_u\cdot B_{ac}\cdot f\cdot A_p} \quad (7)$$

เลือกใช้ค่า K_u หรืออัตราส่วนพื้นที่ทองแดงต่อพื้นที่หน้าต่างของแกนเหล็กเท่ากับ 0.35 ส่วนค่า A_p เป็นค่าผลคูณพื้นที่ของแกนเหล็กที่เลือกโดยแกน 1.50EI ที่เลือกใช้จะมีค่า $A_p = 750.68\ \text{cm}^4$ ทำให้ได้ค่าความหนาแน่นกระแสของหม้อแปลงเท่ากับ 189.056 A/cm^2 จากนั้นทำการคำนวณหาค่ากระแสในขดลวดชุด D โดย

$$I_D = \frac{P_{TFMR\_OUT}}{3\cdot\eta\cdot V_D} \quad (8)$$

ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 0.595 แอมแปร์ เมื่อทราบค่ากระแสของขดลวดชุด D จะสามารถหาขนาดพื้นที่หน้าตัดของขดลวดชุดนี้ได้โดย

$$A_{wD\_bare} = \frac{I_D}{J} \quad (9)$$

ซึ่งพบว่าขนาดที่เหมาะสมคือเบอร์ AWG22 ขั้นต่อไปทำการคำนวณหาจำนวนรอบของขดลวดชุด E ทำได้โดยใช้สูตร

$$N_E = \left(1+\frac{\alpha}{100}\right)\left(\frac{V_E}{V_D}\right)N_D \quad (10)$$

ซึ่งจะได้จำนวนรอบเท่ากับ 193 รอบ การคำนวณหาขนาดของขดลวดชุด E ทำได้โดยการหาค่าระแสที่ไหลในขดลวดชุด E นี้ก่อนโดย

$$I_E = \frac{0.78\cdot I_{dc}}{3} \quad (11)$$

จากนั้นนำไปคำนวณหาขนาดพื้นที่หน้าตัดโดยใช้สูตรเช่นเดียวกับการคำนวณของขดลวดชุด D ทำให้ทราบว่าขนาดของขดลวดชุด E ที่เหมาะสมคือเบอร์ AWG18 และเนื่องจากขดลวดชุด F มีขนาดแรงดันและกระแสเหมือนกับขดลวดชุด E จำนวนรอบและพื้นที่หน้าตัดของลวดทองแดงจึงใช้ค่าเดียวกัน

การคำนวณหาจำนวนรอบของขดลวดชุด G และ H ทำได้โดยใช้สูตร

$$N_G = N_H = \left(1+\frac{\alpha}{100}\right)\left(\frac{V_G}{V_D}\right)N_D \quad (12)$$

ซึ่งจะได้จำนวนรอบเท่ากับ 44 รอบ และใช้ลวดทองแดงเบอร์ AWG18 เช่นเดียวกับขดลวดชุด E เพราะกระแสในขดลวดมีค่าเท่ากัน

4. ผลการสร้างและทดสอบหม้อแปลง

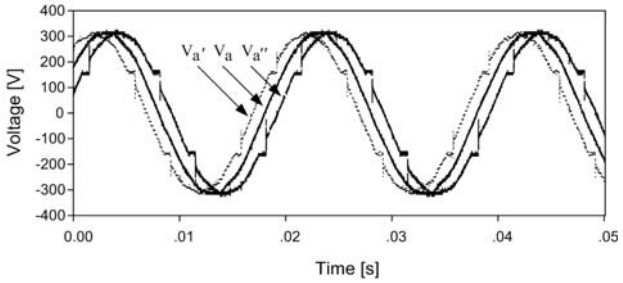
ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้ออกแบบไว้ถูกนำไปสร้างเป็นหม้อแปลงออโตดังแสดงในภาพที่ 5 โดยในภาพที่ 6 เป็นการเปรียบเทียบขนาดหม้อแปลงชนิดออโตที่สร้างขึ้นกับหม้อแปลงชนิดซิกแซ็กที่อัตรากำลังเท่ากัน แรงดันขาออกของเฟส a



ภาพที่ 5 หม้อแปลงแบบออโตสำหรับระบบเรียงกระแสแบบ 18 พัลส์ ที่สร้างขึ้น

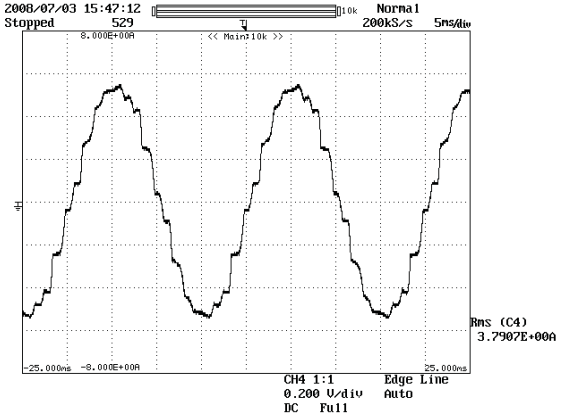


ภาพที่ 6 เปรียบเทียบหม้อแปลงสำหรับระบบเรียงกระแสแบบ 18 พัลส์ที่อัตรากำลังเท่ากัน โดยด้านซ้ายเป็นหม้อแปลงแบบออโตและด้านขวาเป็นแบบซิกแซ็ก

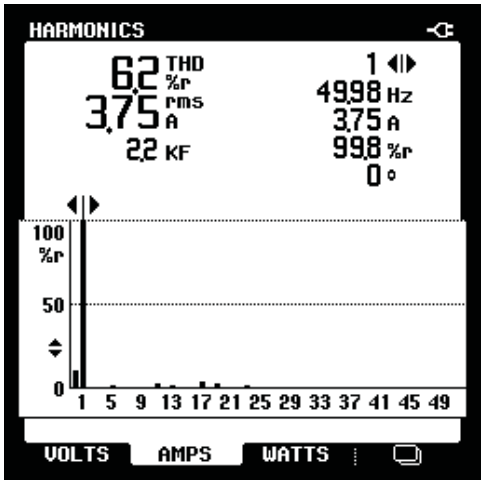


ภาพที่ 7 แรงดัน $V_{a'}$ และ $V_{a''}$ ที่ออกจากหม้อแปลงออโตซึ่งจะนำหน้าและล้าหลัง V_a เป็นมุม 20 องศา

หม้อแปลงชนิดออโตที่สร้างขึ้นแสดงไว้ในภาพที่ 7 เมื่อนำหม้อแปลงไปต่อเป็นระบบเรียงกระแสแบบ 18 พัลส์ ตามภาพที่ 1 (ข) แล้ว กระแสอินพุตของระบบเรียงกระแสจะมีลักษณะ



ภาพที่ 8: กระแสอินพุตของระบบเรียงกระแสแบบ 18 พัลส์ที่สร้างขึ้น



ภาพที่ 9 ผลวิเคราะห์กระแสฮาร์มอนิกส์ของระบบที่สร้างขึ้น โดยมีค่า THDi เท่ากับ 6.2%

ดังภาพที่ 8 ผลวิเคราะห์กระแสฮาร์มอนิกส์ของระบบแสดงไว้ในภาพที่ 9 โดยมีค่า THD_i เท่ากับ 6.2%

5. สรุป

งานวิจัยนี้ได้แสดงการออกแบบหม้อแปลงชนิดออโตสำหรับวงจรเรียงกระแสแบบ 18 พัลส์อย่างเป็นระบบโดยพารามิเตอร์ที่ได้จากการออกแบบได้ถูกนำไปสร้างและทดสอบเพื่อยืนยันความถูกต้องซึ่งพบว่าทั้งตัวหม้อแปลงและระบบเรียงกระแสสามารถทำงานได้ดี จึงสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบสำหรับผู้ที่สนใจได้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] J. Stones and A. Collinson, "Power quality," *Power Engineering Journal*, Vol. 15, Issue 2, pp. 58 – 64, April 2001.

[2] A. Emadi, A. Nasiri and S. B. Bekiarov, *Uninterruptible power supplies and active filters,* CRC Press LLC, Florida, 2000.

[3] IEEE. *IEEE recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power systems.* New York, 1993.

[4] P.K. Chaturvedi, Shailendra Jain, K.C. Pradhan and Veshali Goyal, "Multi-pulse converters as a viable solution for power quality improvement," *Power India Conference, 2006 IEEE*, 10-12 April 2006.

[5] F. Wang, "System harmonics reduction using multipulse AC fed PWM voltage source inverters," Power Engineering Society 1999 Winter Meeting, IEEE, Vol. 2, pp.1265 – 1268, 31 Jan-4 Feb 1999.

[6] K.W.E. Cheng, "Comparative study of AC/DC converters for More Electric Aircraft," Power Electronics and Variable Speed Drives, 1998. Seventh International Conference, pp.299 – 304, 21-23 Sept. 1998.

[7] D.A. Paice, *Power electronic converter harmonics. Multi-pulse method for clean power*, pp. 171, IEEE, 1996.

[8] J. K. Kang, "Multi-Pulse Rectifier Solutions for Input Harmonics Mitigation," white paper, Yaskawa Electric America, Inc. 2005.

[9] E.Aeloiza, Y.Durrani, M. Rayner, R. Gopinath and P. Enjeti, "A robust 18-pulse rectifier for adjustable speed drive systems," *Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2005. APEC 2005. Twentieth Annual IEEE* , vol.1, no., pp. 665- 669 Vol. 1, 6-10 March 2005

[10] B. Singh, G. Bhuvaneswari and V. Garg, "An 18-Pulse AC-DC Converter for Power Quality Improvement in Vector Controlled Induction Motor Drives," *1st IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications, 2006*, pp.1-6, 24-26 May 2006

[11] B. Singh, G. Bhuvaneswari and V. Garg, "A Novel Polygon Based 18-Pulse AC–DC Converter for Vector Controlled Induction Motor Drives," *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol.22, no.2, pp.488-497, March 2007

[12] M. Swamy, T. J. Kume and N. Takada, "A hybrid 18-pulse rectification scheme for diode front end Variable Frequency Drives," *Energy Conversion Congress and Exposition, 2009. ECCE 2009*. pp.1562-1568, 20-24 Sept. 2009

[13] Colonel WM. T. Mclyman, *Transformer and Inductor Design Handbook*, 3rd edition, Idyllwild, California, U.S.A. 2004.

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับการออกแบบตัวควบคุมแบบฟัซซี่
Development of Application Program for Fuzzy Controller Design

ศุภกร จันทร์เปล่ง วันชัย ชมมี และ สุพจน์ จันทร์วิพัฒน์

ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
dum-9@hotmail.com, wanchaiboll@hotmail.com and spcp@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับการออกแบบตัวควบคุมแบบฟัซซี่ โดยใช้คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุม โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะถูกออกแบบให้มีส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้ในลักษณะกราฟฟิก โดยมีไลบรารี FuzzyJ Toolkit ทำหน้าที่ในส่วนของขบวนการอนุมานแบบฟัซซี่ ซึ่งตัวโปรแกรมจะซ่อนความซับซ้อนของขั้นตอนการประมวลผลต่าง ๆ ไว้เบื้องหลัง ทำให้ผู้ออกแบบระบบไม่ต้องเข้าถึงตัวไลบรารีโดยตรง แต่จะติดต่อผ่านส่วนเชื่อมต่อที่เป็นกราฟฟิกที่พัฒนาขึ้น ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ จนถึงขั้นตอนการอนุมานเพื่อหาคำตอบ ในส่วนของการออกแบบฟังก์ชั่นสมาชิก ผู้ออกแบบสามารถปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้โดยการใช้เมาส์คลิกแล้วลากเพื่อปรับเปลี่ยนตำแหน่งได้อย่างสะดวก และเมื่อทดสอบโปรแกรมจนได้ผลลัพธ์ที่ต้องการแล้ว ผู้ออกแบบสามารถเลือกบันทึกตัวควบคุมที่ได้ออกแบบไว้ในลักษณะของคลาสในภาษาจาวาได้อีกด้วย ซึ่งจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ จะมีส่วนช่วยให้การพัฒนาและออกแบบตัวควบคุมแบบฟัซซี่สามารถทำได้อย่างสะดวก และช่วยลดเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการออกแบบระบบลงได้

คำสำคัญ: ฟัซซี่เซต ฟัซซี่ลอจิก ตัวควบคุมแบบฟัซซี่ การออกแบบระบบควบคุม โปรแกรมกราฟฟิก

Abstract

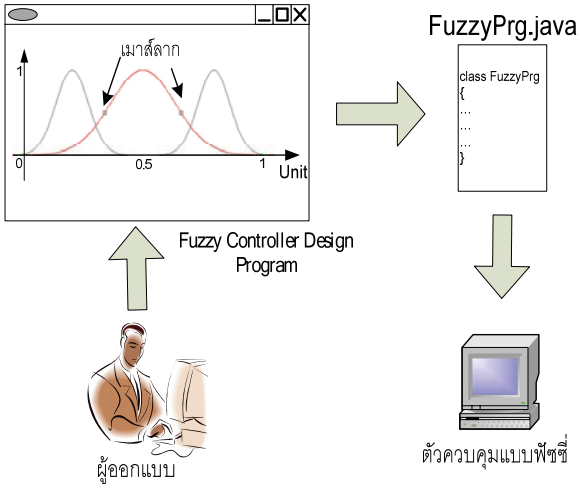
This paper presents the development of an application program for PC-based fuzzy controller design. The proposed GUI program uses the FuzzyJ Toolkit library in the part of fuzzy inference process and hides the complexity of processes in the background. A system designer can indirectly use and access the library through the developed GUI program in order to build a fuzzy system from scratch. In the designing steps, the system designer can tune the coordinates and parameters of membership functions freely by using a mouse. Once the system is tested and the satisfactory answer is achieved, the designer can choose to save the designed controller in the form of a java class. Upon testing, the developed program can help users to develop fuzzy controllers comfortably and effectively, and can help to reduce time spent on the system design process.

Keyword: Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, Fuzzy Controller, Control System Design, GUI Program.

1. บทนำ

การควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม จุดมุ่งหมายหลักก็คือการเพิ่มผลผลิตของสินค้าและลดจำนวนสินค้าที่เสียหายจากกระบวนการผลิต ซึ่งหัวใจสำคัญของการควบคุมระบบและกระบวนการคือ การออกแบบตัวควบคุม (Controller Design) ที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถรองรับและตอบสนองต่อความต้องการต่าง ๆ ได้อย่างครบถ้วน การออกแบบระบบควบคุมสมัยใหม่ จะมุ่งเน้นไปในเรื่องของระบบที่มีการทำงานอัตโนมัติ รวมถึงมีขบวนการคิดและตัดสินใจ ที่ใกล้เคียงกับการทำงานของผู้เชี่ยวชาญในการควบคุมเครื่องจักร โดยในปัจจุบันการออกแบบระบบควบคุมโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีฟัซซี่ลอจิก (Fuzzy Logic) [1, 2] กำลังได้รับความสนใจจากนักวิจัย และวิศวกร ในการนำไปออกแบบตัวควบคุมระบบอย่างกว้างขวาง [3] เหตุผลหนึ่งที่ฟัซซี่ลอจิก ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานควบคุมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากการออกแบบตัวควบคุมแบบฟัซซี่ สามารถกระทำได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน แต่ให้ผลลัพธ์จากระบบเป็นที่น่าพอใจ และช่วยลดขั้นตอนและเวลาที่ใช้ในการออกแบบระบบลงอย่างมาก [4] นอกจากนั้นตัวควบคุมแบบฟัซซี่จะมีกลไกของการตัดสินใจ และตอบสนองของระบบใกล้เคียงกับการควบคุม และการตัดสินใจโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ โดยวิธีการออกแบบระบบดังกล่าวจะเป็นการนำความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ (Knowledge Extraction) มาใช้อย่างเป็นระบบและขั้นตอน ซึ่งจะสามารถทำได้ค่อนข้างยากในการออกแบบระบบด้วยวิธีดั้งเดิม (Traditional Methods) อย่างไรก็ตาม ในขั้นตอนการออกแบบตัวควบคุมแบบฟัซซี่ผู้ออกแบบจำเป็นจะต้องมีเครื่องมือ หรือโปรแกรมที่สนับสนุนการออกแบบ และทดสอบตัวควบคุมจนได้ผลลัพธ์เป็นที่พอใจ จากนั้น จึงนำตัวควบคุมที่ได้ไปใช้งานในระบบเพื่อควบคุมเครื่องจักร และกระบวนการต่อไป

ดังนั้นในบทความฉบับนี้ จะเป็นการนำเสนอโปรแกรมออกแบบตัวควบคุมแบบฟัซซี่ที่ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ซึ่งโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นจะมีการทำงานในโหมดกราฟฟิก โดยผู้ใช้สามารถเลือกใช้ฟังก์ชั่นสมาชิก (Membership Functions) แบบต่าง ๆ ในการออกแบบตัวควบคุมได้ เช่น ฟังก์ชั่นสามเหลี่ยม (Triangular Membership Function) ฟังก์ชั่นสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal Membership Function) หรือฟังก์ชั่นเกาส์เซี่ยน (Gaussian Membership Function) เป็นต้น



ภาพที่ 1 การออกแบบและการนำตัวควบคุมแบบฟัซซี่ไปใช้งาน

ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของฟังก์ชั่นสมาชิกได้โดยตรงจากการใช้เมาส์ ตลอดจนสามารถทดสอบระบบเพื่อดูการตอบสนองของระบบที่ออกแบบไว้ และสุดท้ายเมื่อทดสอบระบบจนได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการแล้ว ผู้ใช้สามารถบันทึกตัวควบคุมที่ออกแบบไว้ในรูปของโปรแกรมภาษาจาวา (Java) [5, 6] ได้ โดยผู้ใช้จะสามารถนำไปใช้เป็นตัวควบคุมระบบได้โดยตรง หรือนำไปใช้ร่วมกับโปรแกรมอื่นต่อไปได้ ดังแสดงในภาพที่ 1

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- เพื่อสร้างโปรแกรมประยุกต์สำหรับออกแบบตัวควบคุมแบบฟัซซี่ที่มีส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟฟิก
- เพื่อสร้างเครื่องมือสำหรับใช้ในการศึกษา และเรียนรู้ตลอดจนการประยุกต์ใช้งานตัวควบคุมแบบฟัซซี่

3. วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

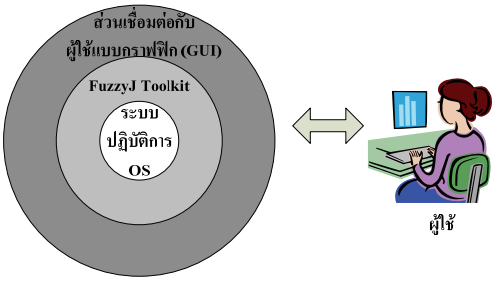
ในปัจจุบันมีผู้ผลิตซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์สำหรับการออกแบบระบบควบคุมแบบฟัซซี่จำนวนมาก [7] แต่โปรแกรมที่ได้รับความนิยมจากนักพัฒนา และออกแบบระบบอย่างแพร่หลาย ได้แก่ ชุดเครื่องมือการออกแบบระบบฟัซซี่ลอจิก

(Fuzzy Logic Toolbox) ของโปรแกรม MATLAB [8] ซึ่งพัฒนาโดยบริษัท The MathWorks โปรแกรมเพื่อการพัฒนาระบบฟัซซี่ลอจิก FuzzyTech [9] ของบริษัท Inform Software Corporation และ ชุดพัฒนาระบบอนุมานแบบฟัซซี่ FLINT [10] จากบริษัท Logic Programming Associates ซึ่งในส่วนของชุดเครื่องมือบนโปรแกรม MATLAB ถึงแม้ว่าโปรแกรมจะถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย แต่จะมีข้อเสียคือ โปรแกรมจะไม่สามารถทำงานแบบ Stand-alone ได้ คือจะต้องทำงานอยู่บนโปรแกรม MATLAB เท่านั้น โดยในส่วนของโปรแกรม FuzzyTech นั้น นับได้ว่าเป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพสูงโปรแกรมหนึ่ง แต่เนื่องจากโปรแกรมมีการทำงานที่ค่อนข้างซับซ้อนจึงทำให้ในบางครั้งจะเป็นการยากสำหรับผู้เริ่มต้นในการใช้งานโปรแกรมดังกล่าว และสำหรับโปรแกรม FLINT จะประกอบด้วยเครื่องมือต่าง ๆ สำหรับการออกแบบและสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญแบบฟัซซี่พร้อมทั้งระบบสนับสนุนการตัดสินใจ โดยโปรแกรมจะสนับสนุนการจัดกลุ่มของกฎ (Rules) ในลักษณะของเมทริกซ์ หรือ Fuzzy Associative Memory (FAM) ซึ่งจากโปรแกรมทั้งสามที่ได้กล่าวมาข้างต้นจัดได้ว่าเป็นซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพสูง แต่ราคาของซอฟต์แวร์ดังกล่าวก็ค่อนข้างสูงตามไปด้วย และสำหรับในส่วนของฟรีซอฟต์แวร์นั้น FuzzyJ Toolkit [11] ถือได้ว่าเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ และได้รับความนิยมจากนักพัฒนาระบบฟัซซี่อย่างกว้างขวาง โดยตัวโปรแกรมจะประกอบด้วยคลาสในภาษาจาวาจำนวนมาก แต่ข้อเสียก็คือตัวโปรแกรมไม่สนับสนุนการทำงานในโหมดกราฟฟิก จึงทำให้การออกแบบและทดสอบฟังก์ชั่นสมาชิกต่าง ๆ สามารถทำได้ค่อนข้างยาก ต้องอาศัยผู้ออกแบบที่มีความชำนาญ และมีทักษะในการออกแบบระบบอย่างสูง

ดังนั้นในบทความนี้ จะเป็นการนำเสนอการพัฒนาโปรแกรมออกแบบตัวควบคุมแบบฟัซซี่ที่มีการทำงานในโหมดกราฟฟิก ซึ่งจะมีส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ง่ายต่อการใช้งาน โดยในส่วนของการประมวลผลของโปรแกรมจะใช้โปรแกรม FuzzyJ Toolkit ที่พัฒนาขึ้นโดยสถาบัน NRC แห่งประเทศแคนาดา สำหรับจัดการในส่วนของการทำ Fuzzy Reasoning

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

โปรแกรมออกแบบตัวควบคุมแบบฟัซซี่ที่นำเสนอในบทความนี้ จะเป็นการพัฒนาส่วนเชื่อมต่อแบบกราฟฟิก (GUI) ระหว่างผู้ใช้และโปรแกรม FuzzyJ Toolkit โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น จะทำหน้าที่ห่อหุ้มการใช้งานที่ซับซ้อนของคลาสต่าง ๆ ของ FuzzyJ Toolkit ซึ่งเป็นแกน (Core) ของระบบไว้ภายใน โดยผู้ออกแบบระบบจะสามารถทำงานกับ FuzzyJ Toolkit ได้อย่างสะดวก และง่ายดายโดยผ่านส่วนเชื่อมต่อที่ได้พัฒนาขึ้นดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

4.1 การออกแบบคลาสสำหรับส่วน GUI

- คลาส MainFuzzyPro จะทำหน้าที่เป็นเฟรมหลักของโปรแกรม โดยจะรับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของฟังก์ชั่นสมาชิก เช่น กำหนดชนิด ชื่อเทอม (Fuzzy Term) และค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของฟังก์ชั่นสมาชิก การสร้างกฎเพื่อควบคุมระบบตลอดจนสั่งรันโปรแกรมเพื่อทดสอบตัวควบคุมที่ได้ออกแบบไว้

- คลาส DrawShapeJPanel คลาสนี้จะถูกขยายออกมาจากคลาส JPanel โดยจะถูกใช้เพื่อแสดงผลฟังก์ชั่นสมาชิกต่าง ๆ ที่ผู้ใช้เลือก โดยกำหนดให้มีการตอบสนองต่ออีเวนท์ (Event) ของเมาส์บนพาแนล คือ mousePressed, mouseReleased และ mouseDragged เพื่อเก็บค่าพิกัด และพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของเมาส์ เพื่อใช้คำนวณหาค่าตำแหน่งของฟังก์ชั่นสมาชิกตามทิศทางและตำแหน่งของเมาส์ที่เปลี่ยนไป

- คลาส MyTriangle, MyTrapezoid, MyGaussian, MyS และ MyZ จะทำหน้าที่ในการคำนวณค่าพิกัดของฟังก์ชั่นสมาชิกตามตำแหน่งและทิศทางการเคลื่อนที่ของเมาส์ โดยจะรับค่าชนิดของฟังก์ชั่นสมาชิก และพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของเมาส์มาจากคลาส DrawShapeJPanel จากนั้นจะทำการคำนวณเพื่อ

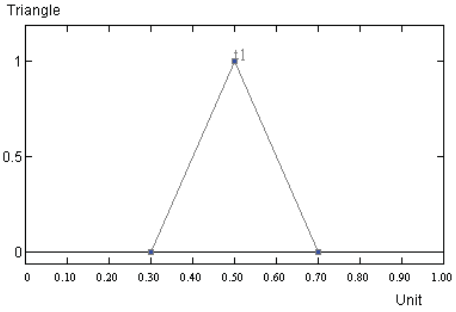
อัพเดทค่าตัวแปรต่าง ๆ และจะถูกนำไปแสดงผลใน คลาส DrawShapeJPanel โดยการ Override เมธอด Draw [6] ของแต่ละคลาสที่กล่าวข้างต้น โดยสมการที่ใช้ในการคำนวณตำแหน่งต่าง ๆ ของฟังก์ชั่นสมาชิกแต่ละชนิดจะกล่าวถึงในหัวข้อ 4.2

4.2 ฟังก์ชั่นสมาชิก (Membership Function)

ฟังก์ชั่นสมาชิกที่ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ในการออกแบบระบบควบคุมแบบฟัซซี่ในโปรแกรมที่นำเสนอนี้ จะสามารถเลือกชนิดของฟังก์ชั่นสมาชิกได้ 5 ชนิด

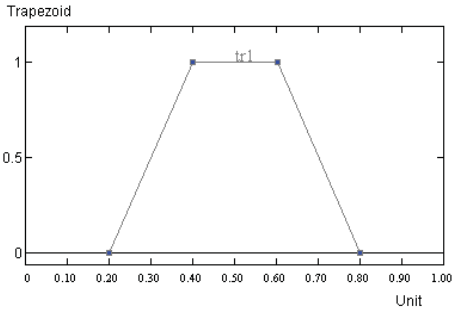
- ฟังก์ชั่นสามเหลี่ยม (Triangular Membership Function) มีพารามิเตอร์ 3 ตัว คือ $\{a, b, c\}$

$$Triangular(x:a,b,c)=\begin{cases}0 & x<a\\ \dfrac{(x-a)}{(b-a)} & a\le x\le b\\ \dfrac{(c-x)}{c-b} & b<x\le c\\ 0 & c>x\end{cases}$$



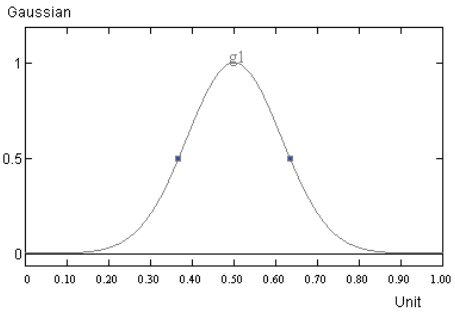
- ฟังก์ชั่นสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal Membership Function) มีพารามิเตอร์ 4 ตัว คือ $\{a, b, c, d\}$

$$Trapezoidal(x:a,b,c,d)=\begin{cases}0 & x<a\\ \dfrac{(x-a)}{b-a} & a\le x<b\\ 1 & b\le x\le c\\ \dfrac{d-x}{d-c} & c<x\le d\\ 0 & x>d\end{cases}$$



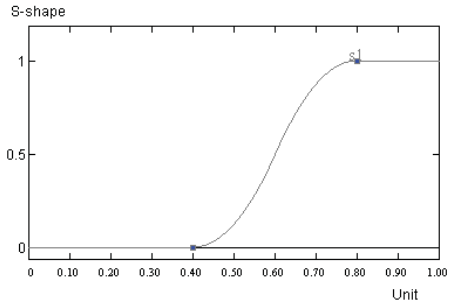
- ฟังก์ชั่นเกาส์เซี่ยน (Gaussian Membership Function) มีพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ $\{c, \sigma\}$

$$Gaussian(x:c,\sigma)=\exp\left(\frac{-0.5(x-c)^2}{\sigma^2}\right)$$



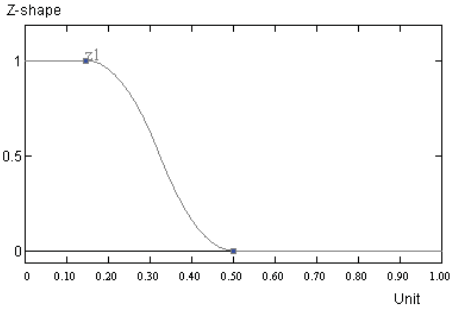
- ฟังก์ชั่นเอส (S-shaped Membership Function) มีพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ $\{a, b\}$

$$S(x:a,b)=\begin{cases}0 & x<a\\ 2\left\{\dfrac{x-b}{b-a}\right\}^2 & a\le x\le\dfrac{a+b}{2}\\ 1-2\left\{\dfrac{x-b}{b-a}\right\}^2 & \dfrac{a+b}{2}<x\le b\\ 1 & x>b\end{cases}$$



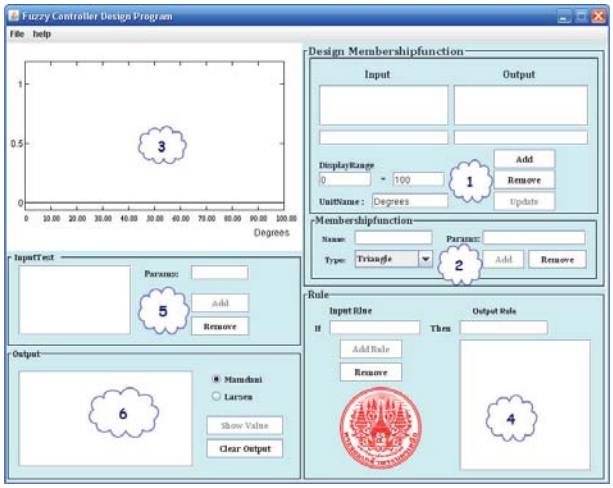
- ฟังก์ชั่นแซด (Z-shaped Membership Function) มีพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ $\{a, b\}$

$$Z(x:a,b)=\begin{cases}1 & x<a\\ 1-2\left\{\dfrac{x-b}{b-a}\right\}^2 & a\le x\le\dfrac{a+b}{2}\\ 2\left\{\dfrac{x-b}{b-a}\right\}^2 & \dfrac{a+b}{2}<x\le b\\ 0 & x>b\end{cases}$$



5. ผลการวิจัย

จากขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมสำหรับออกแบบตัวควบคุมแบบฟัซซี่ดังที่ได้อธิบายข้างต้น สามารถแสดงผลการรันของตัวโปรแกรมที่สมบูรณ์ได้ดังภาพที่ 3 (สามารถดาวน์โหลดโปรแกรมและคู่มือการใช้งานได้ที่ *http://elearning.cit.kmutnb.ac.th/citlearn/*)



ภาพที่ 3 แสดงผลการรันโปรแกรม

จากภาพที่ 3 การทำงานของโปรแกรมจะมีลักษณะการทำงานเป็นแบบโปรแกรมหน้าต่างเดียว (Single Window) โดยสามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 6 ส่วนดังนี้

หมายเลข 1 จะเป็นส่วนในการกำหนดชื่อตัวแปร ขอบเขต (Range) และหน่วย (Unit) ของอินพุทและเอาท์พุทของระบบ

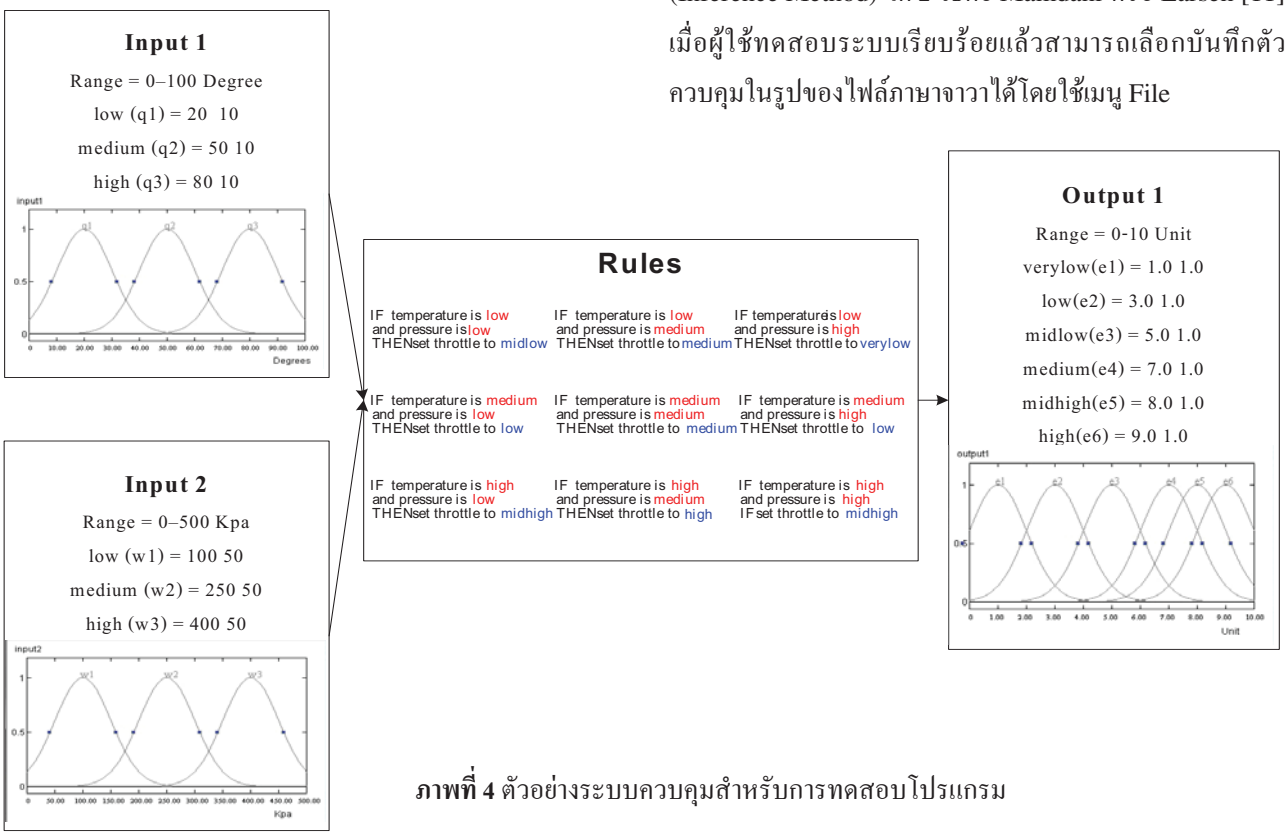
หมายเลข 2 จะเป็นส่วนในการกำหนดชื่อของฟัซซี่เทอม (Fuzzy Term) แต่ละเทอมของตัวแปรอินพุทและเอาท์พุท (เพื่อใช้กำหนดความสัมพันธ์ในรูปของกฎ IF-THEN (หมายเลข 4)) ตลอดจนเลือกชนิด และกำหนดพารามิเตอร์ของฟังก์ชั่นสมาชิก (หัวข้อ 4.2)

หมายเลข 3 เมื่อดำเนินการในขั้นตอนหมายเลข 1 และ 2 แล้ว ฟังก์ชั่นสมาชิกจะปรากฏขึ้นในส่วนหมายเลข 3 โดยผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของฟังก์ชั่นสมาชิกได้โดยการใช้เมาส์คลิกที่ฟังก์ชั่นสมาชิกที่ต้องการจากนั้นทำการลากเมาส์ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ที่ต้องการ

หมายเลข 4 จะเป็นส่วนของการสร้างกฎ IF-THEN โดยอาศัยฟัซซี่เทอมที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนหมายเลข 2

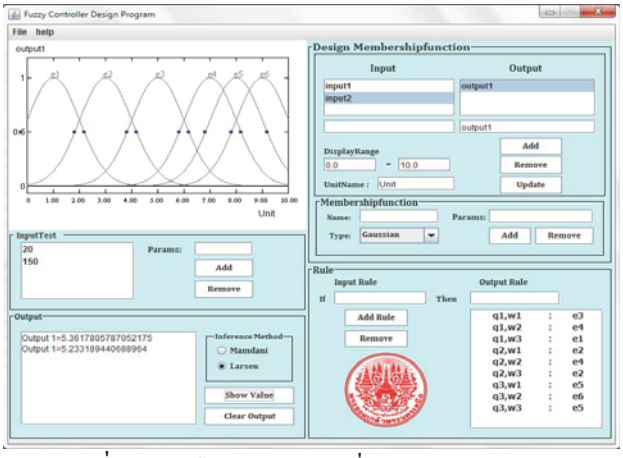
หมายเลข 5 เมื่อผู้ใช้สร้างกฎ IF-THEN เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้สามารถทดลองป้อนอินพุทของระบบได้ในส่วนนี้

หมายเลข 6 จะเป็นส่วนของการรันระบบเพื่อดูผลตอบสนองของระบบ โดยผู้ใช้สามารถเลือกวิธีการอนุมาน (Inference Method) ได้ 2 วิธีคือ Mamdani หรือ Larsen [11] เมื่อผู้ใช้ทดสอบระบบเรียบร้อยแล้วสามารถเลือกบันทึกตัวควบคุมในรูปของไฟล์ภาษาจาวาได้โดยใช้เมนู File



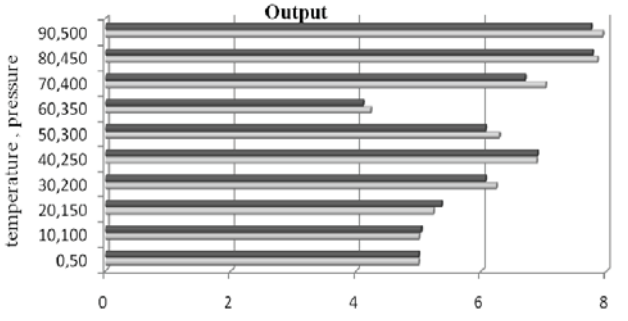
ภาพที่ 4 ตัวอย่างระบบควบคุมสำหรับการทดสอบโปรแกรม

เพื่อทดสอบการออกแบบตัวควบคุมผ่านโปรแกรมที่นำเสนอ ผู้วิจัยได้เลือกตัวอย่างระบบควบคุมตัวอย่างหนึ่งจากเอกสารการใช้งาน FuzzyJ Toolkit [11] โดยสามารถแสดงระบบดังกล่าวได้ดังภาพที่ 4 ระบบดังกล่าวจะเป็นระบบ 2 อินพุท 1 เอาท์พุท และมีขอบเขตของอินพุทและเอาท์พุทดังแสดงในภาพ จากตัวอย่างระบบ สามารถแสดงการออกแบบระบบดังกล่าวผ่านโปรแกรมที่นำเสนอได้ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การใช้งานโปรแกรมเพื่อออกแบบตัวควบคุม

จากภาพที่ 5 จะเป็นการทดสอบระบบเพื่อดูผลตอบสนองของระบบ โดยกำหนดให้อินพุท1 และอินพุท2 (temp. และ press.) มีค่าเท่ากับ 20 และ 150 ตามลำดับ จากภาพ Output1 มีการแสดงค่าออกมา 2 ค่า โดยค่าเอาท์พุทตัวบน จะเป็นเอาท์พุทจากวิธีอนุมานแบบ Mamdani และค่าด้านล่างจะเป็นเอาท์พุทจากวิธีอนุมานแบบ Larsen ภาพที่ 6 แสดงค่าอินพุทและเอาท์พุทต่าง ๆ ที่ป้อนเข้าสู่โปรแกรมเพื่อทดสอบการตอบสนองโดยเปรียบเทียบระหว่างวิธีการอนุมานทั้ง 2 วิธี



temp, press / Inf. Method	0,50	10,100	20,150	30,200	40,250	50,300	60,350	70,400	80,450	90,500
Mamdani	4.9999	5.0372	5.3617	6.0637	6.8926	6.0637	4.1098	6.6986	7.7774	7.7533
Larsen	4.9999	5.0053	5.2331	6.2416	6.8788	6.2853	4.2312	7.0232	7.8498	7.9383

ภาพที่ 6 เอาท์พุทจากตัวควบคุมที่ออกแบบไว้

6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทความฉบับนี้ได้นำเสนอ โปรแกรมออกแบบตัวควบคุมแบบฟัซซี่ ซึ่งเป็นระบบควบคุมสมัยใหม่ที่กำลังได้รับความนิยมในการออกแบบระบบควบคุมในปัจจุบัน โดยผู้วิจัยได้พัฒนาส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้แบบกราฟฟิก ซึ่งจะทำให้การออกแบบระบบ และปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของระบบสามารถทำได้อย่างสะดวก โดยโปรแกรมจะซ่อนความซับซ้อนในส่วนของการอนุมานแบบฟัซซี่ ซึ่งโดยปกติผู้ใช้จะต้องติดต่อกับ FuzzJ Toolkit โดยตรง ไว้เบื้องหลัง ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ และยังช่วยลดเวลาและขั้นตอนต่าง ๆ ในการออกแบบระบบควบคุมแบบฟัซซี่ลงอย่างมาก นอกจากนั้นโปรแกรมที่นำเสนอนี้ยังเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา โดยสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษา และเรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบระบบควบคุมแบบฟัซซี่

โดยในส่วนของการพัฒนาความสามารถของโปรแกรมในอนาคตนั้น ทางผู้วิจัยมีแนวทางที่จะเพิ่มเติมในส่วนของชนิดของฟังก์ชั่นสมาชิกให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น ตลอดจนการเพิ่มความสามารถของโปรแกรมในการทำงานร่วมกับนิวรอลเน็ตเวิร์ค ในการปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของฟังก์ชั่นสมาชิกในลักษณะของระบบ Neuro-Fuzzy ต่อไป

7. เอกสารอ้างอิง

[1] L. A. Zadeh, Fuzzy Sets, Information and Control, Vol. 8, 1965, 338-353.
[2] C. C. Lee, Fuzzy Logic in Control Systems: Fuzzy Logic Controller - Part I and II, IEEE Transactions on Systems Man, and Cybernetics, Vol. 20, no. 2, 1990, 404-435.
[3] H. J. Zimmermann, Fuzzy Set Theory and Its Application, (4th Edition, Kluwer Academic Publishers, London, 2001).
[4] L. X. Wang, A Course in Fuzzy Systems and Control, (Prentice Hall International, 1997).
[5] Java SE Development Kit (JDK), http://java.sun.com.
[6] วีระศักดิ์ ซึงถาวร, Java Programming Volume I&II, (บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน)).
[7] M. Negnevitsky, Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems, (Addison Wesley, Harlow, England, 2002).
[8] MATLAB and Simulink for Technical Computing, http://www.mathworks.com.
[9] FuzzyTECH, http://www.fuzzytech.com.
[10] FLINT, http://www.lpa.co.uk.
[11] NRC FuzzyJ Toolkit for the Java(tm) Platform, http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/projects/iit/fuzzyj-toolkit.html.

การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติเพื่อการประหยัดพลังงานในห้องเรียน

An Application of Automatic Control System for Classroom Energy Saving

กันตภณ มะหาหมัด

โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
Kuntapon_jet1@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ และสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า และประเมินผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติกับห้องเรียน วิธีการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบควบคุมการทำงานของระบบไฟฟ้า โดยใช้พีแอลซีควบคุมให้ทำงานตามช่วงเวลาของการใช้ห้องเรียน และทำการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานก่อน และหลังการใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ ในช่วงระยะเวลา 7 วัน โดยวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอด 24 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า การควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 16.62 kWh ต่อสัปดาห์ คิดเป็น 5.86 เปอร์เซ็นต์ เป็นเงิน 62.32 บาท ซึ่งมีระยะเวลาคืนทุน 6.2 ปี ดังนั้นวิธีการนี้จึงเป็นแนวทางสำหรับการอนุรักษ์พลังงานของห้องเรียนได้

คำสำคัญ: ระบบควบคุมอัตโนมัติ การประหยัดพลังงาน พีแอลซี

Abstract

The objective of this research was to design and construct an Automatic Control System (ACS) and to evaluate classroom energy saving. This method was designed to control the electric system by PLC which operate base on attending class. An electrical energy of pre-use and post-use ACS were compared during 7 days throughout 24 hours.

The result showed that ACS can decreased electrical energy to 16.62 kWh per week (5.86 percent) and cost 62.32 bath; obtained ACS had 6.2 year of break-even time. So this technique was one of the way for energy conservation in classroom.

Keyword: Automatic Control System, Energy Saving, PLC

1. บทนำ

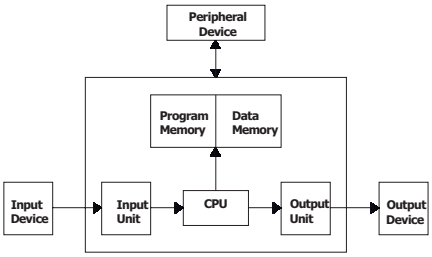
พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่จำเป็นของมนุษย์ในปัจจุบัน และมีสำคัญต่อภาคการผลิต ธุรกิจ อุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก แต่เนื่องจากประเทศไทยไม่ได้มีแหล่งผลิตพลังงานภายในประเทศมากเพียงพอกับความต้องการ ทำให้ต้องพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ จากการประเมินความต้องการการใช้พลังงาน คาดว่า การพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศจะสูงขึ้น จาก 63.2 เปอร์เซ็นต์ในปี 2549 เป็น 64.1 เปอร์เซ็นต์ในปี 2554 [1] รัฐบาลจึงมุ่งเน้นการอนุรักษ์พลังงาน โดยได้นำมาตรการ ทั้งในเชิงนโยบาย การสนับสนุนค้นคว้าวิจัย การเพิ่มศักยภาพด้านพลังงานทดแทน [2] และการรณรงค์ประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานผ่านสื่อต่าง ๆ [3,4] เพื่อกระตุ้นให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน โดยมีกระทรวงพลังงานเป็นหน่วยงานหลัก ในการดำเนินการทั้งภาคอุตสาหกรรม และหน่วยงานราชการ ในส่วนของหน่วยงานราชการ ซึ่งมีอัตราการใช้ไฟฟ้าประมาณ 6,360 ล้านหน่วยต่อปี หรือ 5 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณทั้งหมด คิดเป็นเงิน 15,900 ล้านบาทต่อปี รัฐบาลได้ให้ความสำคัญในการใช้พลังงานของหน่วยงานราชการเป็นอย่างมาก โดยมีนโยบายให้เป็นส่วนนำร่อง ในการบริหารจัดการ และรณรงค์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งกำหนดเป้าหมายให้ทุกหน่วยงานราชการลดการใช้พลังงานลง 10 – 15 เปอร์เซ็นต์ ตามแผนการอนุรักษ์พลังงาน ของสำนักนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน [1] ซึ่งพบว่า สามารถควบคุมการใช้พลังงานได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังคงมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในหลายภาคส่วน นอกจากนั้นจากการติดตามของสำนักงาน กพร. และ สนพ. พบว่า ในการกำหนดเป้าหมายที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์นั้น ทำให้บางหน่วยงานมุ่งเน้นที่จะทำให้ได้ตามเป้า โดยไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบในการใช้งาน เช่น ปิดไฟในพื้นที่ที่ยังจำเป็นต้องใช้งานทำให้แสงสว่างไม่เพียงพอ ไม่เปิดเครื่องปรับอากาศทั้งที่ห้อง มีอุณหภูมิสูง ลดการใช้ลิฟต์ในช่วงเวลาที่ยังจำเป็น เป็นต้น ในส่วนของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ซึ่งเป็นหน่วยงานหนึ่งที่อยู่ในโครงการลดใช้พลังงานภาครัฐ ยังคงมีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยในปีงบประมาณ 2552 ใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 6.79 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับปี 2551 [5] ซึ่งมหาวิทยาลัย ฯ ให้ความสำคัญกับปัญหานี้เป็นอย่างยิ่ง จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ สำหรับการควบคุมการใช้งานของระบบไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศ และเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องเรียน เพื่อเป็นแนวทางการลดความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่มาจากสาเหตุการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าทิ้งไว้หลังการใช้ห้องเรียน และช่วยในการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ สำหรับควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนี้

2.1 โปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์

โปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์ [6] หรือพีแอลซี (PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หรือกระบวนการต่าง ๆ โดยมีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นสมองสั่งการ การควบคุมการทำงานทำได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปในพีแอลซี ซึ่งจะมีฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ เช่น รีเลย์ ตัวนับ ตัวตั้งเวลา เป็นต้น สามารถใช้งานและแก้ไขได้ง่าย การใช้พีแอลซีในควบคุมเป็นวิธีการที่สะดวก ลดค่าใช้จ่ายในการเดินสาย ระบบมีความน่าเชื่อถือ และมีประสิทธิภาพสูง [7] โครงสร้างการทำงานของพีแอลซี แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างของพีแอลซี

2.2 เทคนิคการใช้ระบบอัตโนมัติสำหรับอนุรักษ์พลังงาน

เทคนิคการใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับการอนุรักษ์พลังงาน เป็นแนวทางหนึ่งในการลดความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ซึ่งได้มีการศึกษาวิจัยในการประยุกต์ใช้กับการควบคุมระบบต่าง ๆ เพื่อควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนี้

สุชาติ และคณะ [8] ได้ศึกษา การหาปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้จากการใช้ระบบควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการควบคุมการปิด – เปิดของหลอดไฟฟ้าเปรียบเทียบกับปริมาณแสงสว่างที่ต้องการ ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 32.12 เปอร์เซ็นต์

เอกนรินทร์ [9] ได้ศึกษาการใช้การใช้โคมไฟแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์พร้อมระบบประหยัดพลังงาน โดยระบบควบคุม จะทำการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงตามช่วงเวลาที่มีการใช้งานลดลง ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานลงได้ 25 เปอร์เซ็นต์

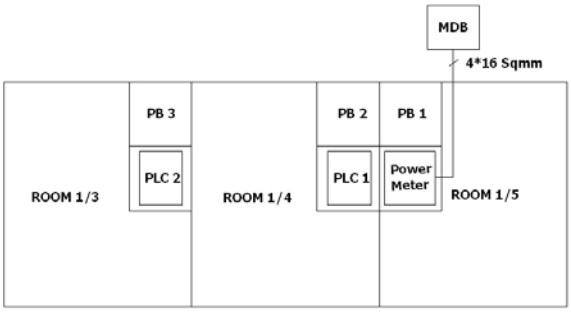
ดุสิต [10] ได้เสนอแนวทางสำหรับการประหยัดพลังงานในอาคารอัตโนมัติด้วยเทคนิคต่าง ๆ ซึ่งการกำหนดช่วงเวลาการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ เป็นแนวทางหนึ่งในการควบคุมเพื่อไม่ให้เกิดการใช้งานเกินเวลาที่จำเป็น

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้พีแอลซี มาควบคุมการทำงานของระบบไฟฟ้าด้วยวิธีกำหนดตามช่วงเวลา เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และสามารถปรับเปลี่ยนเวลาตามการใช้งานจริงได้อย่างสะดวก

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 การออกแบบและติดตั้งระบบ

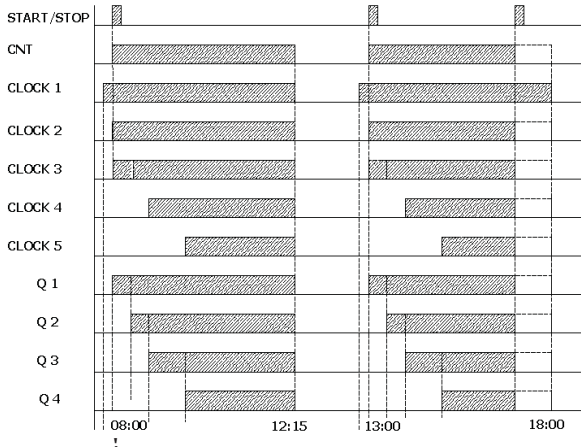
การออกแบบ และติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติโดยใช้พื้นที่ห้องเรียน ของอาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 1 จำนวน 2 ห้อง ดำเนินการติดตั้งระบบควบคุม ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แบบการติดตั้งระบบควบคุม

3.2 การออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุม

ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับห้องเรียน ทำงานโดยใช้พีแอลซีประมวลผล เพื่อควบคุมการทำงานของระบบอัตโนมัติ ซึ่งสามารถเลือกโหมดการทำงานได้ 2 โหมด คือ Manual และ Auto เมื่อต้องการให้ระบบควบคุมทำงานเป็นแบบอัตโนมัติ ทำได้โดยเลือกโหมดการทำงานในโหมด Auto และระบบควบคุมจะทำงานตามไดอะแกรมการทำงานตามเวลา (Timing Diagram) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การทำงานของระบบควบคุมในโหมด Auto

จากภาพที่ 3 ช่วงเวลาการทำงานของฟังก์ชัน Clock แต่ละช่วงเวลา สามารถปรับเปลี่ยนได้อิสระต่อกัน ตามเวลาการใช้งานจริง โดยในการทดลองได้กำหนดให้ Clock ของพีแอลซีแต่ละตัว ทำงานดังนี้

Clock 1 ทำงาน วันจันทร์ ถึงวันอาทิตย์ 8.00 – 12.15 น.
วันจันทร์ ถึงวันอาทิตย์ 13.00 – 18.00 น.

Clock 2,3 ทำงาน วันจันทร์ ถึงวันอาทิตย์ 8.00 – 12.15 น.
วันจันทร์ ถึงวันศุกร์ 13.00 – 17.00 น.
วันเสาร์ ถึงวันอาทิตย์ 13.00 – 18.00 น.

Clock 4 ทำงาน วันจันทร์ ถึงวันอาทิตย์ 8.30 – 12.05 น.
วันจันทร์ ถึงวันศุกร์ 13.00 – 16.45 น.
วันเสาร์ ถึงวันอาทิตย์ 13.00 – 18.00 น.

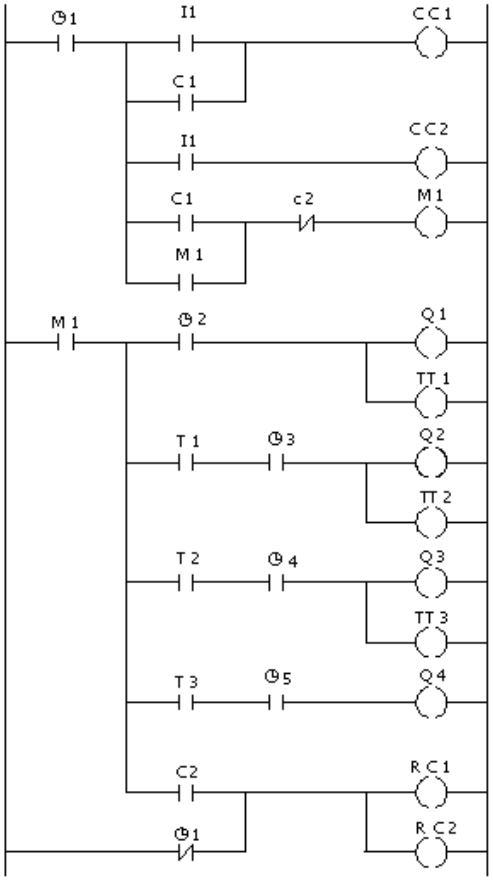
Clock 5 ทำงาน วันจันทร์ ถึงวันอาทิตย์ 8.35 – 12.05 น.
วันจันทร์ ถึงวันศุกร์ 13.05 – 16.45 น.
วันเสาร์ ถึงวันอาทิตย์ 13.05 – 18.00 น.

ในส่วนเอาต์พุตซึ่งต่อสัญญาณออกไปควบคุมการทำงานของระบบไฟฟ้า โดยแต่ละห้องแบ่งการควบคุมเป็น 4 วงจร ดังนี้

- เอาต์พุต 1 (Q1) วงจรแสงสว่าง
- เอาต์พุต 2 (Q2) วงจรปลั๊ก
- เอาต์พุต 3 (Q3) วงจรเครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 1

- เอาต์พุต 4 (Q4) วงจรเครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 2

โปรแกรมควบคุมการทำงาน แสดงดัง Ladder Diagram ตามภาพที่ 4



ภาพที่ 4 โปรแกรม Ladder Diagram

4. ผลการทดลอง

จากการเนินงานออกแบบ และติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องเรียน มีผลการดำเนินงานดังนี้

4.1 ผลการจัดทำระบบควบคุมอัตโนมัติ

การดำเนินการติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติแต่ละห้องหลังจากที่ได้ออกแบบโปรแกรมควบคุมของพีแอลซี จากนั้นทำการติดตั้งตู้ควบคุม และอุปกรณ์ ภายในห้องเรียนแต่ละห้อง ดังภาพที่ 5



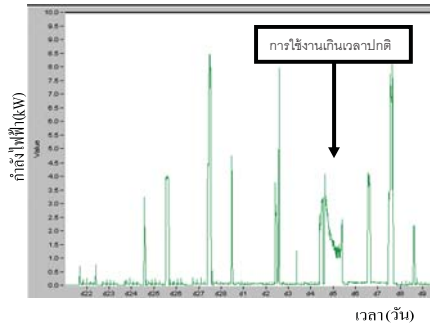
ภาพที่ 5 ตู้ควบคุมภายในห้อง

4.2 ผลการวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า

การทดลองวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องเรียนซึ่งใช้เป็นห้องสำหรับทดลองการใช้งานระบบควบคุมอัตโนมัติ ทำการวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนี้

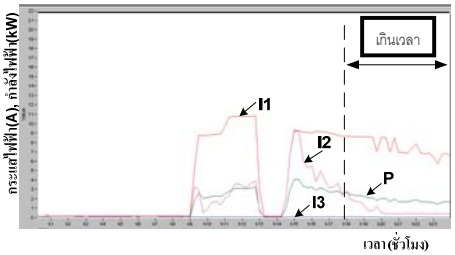
4.2.1 ผลการวัดค่าก่อนการติดตั้งระบบ

ผลการวัดค่าการใช้ไฟฟ้าของห้องเรียน โดยทำการวัดค่าการใช้ไฟฟ้าก่อนการติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ แสดงผลการวัด ดังภาพที่ 6



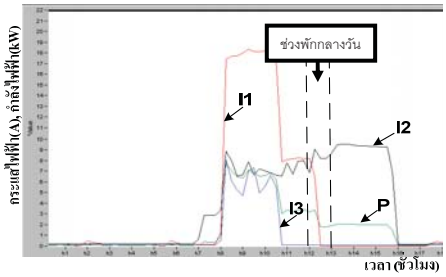
ภาพที่ 6 ผลการวัดค่าการใช้ไฟฟ้าก่อนใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ

จากกราฟการใช้ไฟฟ้าตามภาพที่ 6 เมื่อตรวจสอบข้อมูลพบว่า มีการใช้ไฟฟ้านอกเหนือจากเวลาปกติในบางวัน โดยในช่วงวันที่ 4 ของเดือน มีการใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ 13.00 น. ของวันที่ 4 ไปจนถึงวันที่ 5 ซึ่งเกิดจากลืมปิดสวิตช์ของเครื่องใช้ไฟฟ้า หลังจากเลิกใช้ห้องเรียน ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การใช้ไฟฟ้าเกินเวลาปกติ

จากข้อมูลการใช้ไฟฟ้า ก่อนการใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติมาควบคุมการใช้ไฟฟ้าของห้องเรียน ยังพบอีกว่ามีการใช้งานในห้องเรียนในช่วงพักกลางวัน ซึ่งเป็นการใช้ที่ทำให้เกิดความสิ้นเปลือง ดังภาพที่ 8

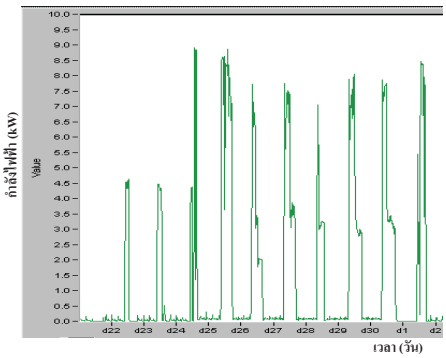


ภาพที่ 8 การใช้ไฟฟ้าในช่วงพักกลางวัน

4.2.2 การวัดค่าหลังติดตั้งระบบ

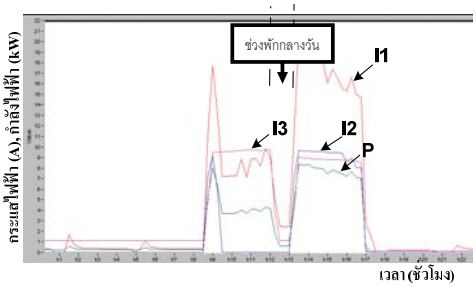
ผลการวัดค่าการใช้ไฟฟ้าของห้องเรียนซึ่งใช้เป็นห้องทดลอง ทำการวัดค่าการใช้ไฟฟ้าหลังติดตั้งระบบควบคุม

อัตโนมัติ และให้ระบบทำงานในโหมด Auto มีผลการวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ผลการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าหลังใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ

จากภาพที่ 9 การใช้พลังงานไฟฟ้าหลังจากการติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ ทำให้กำหนดเวลาของการใช้ไฟฟ้าของห้องเรียนให้เป็นไปตามคาบเวลา นอกจากนั้นโปรแกรมที่ออกแบบยังช่วยหน่วงเวลาเริ่มต้นทำงาน ของเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้อง ซึ่งสามารถป้องกันการเริ่มต้นทำงานพร้อมกันของเครื่องใช้ไฟฟ้าหลาย ๆ ตัวได้อีกด้วย กราฟแสดงการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา 1 วัน เมื่อใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 การใช้ไฟฟ้าหลังการใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ

4.3 ผลการวิเคราะห์การประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการนำระบบควบคุมอัตโนมัติมาใช้ในการกำหนดเวลาการใช้ไฟฟ้าของห้องเรียน เปรียบเทียบค่าการใช้พลังไฟฟ้ากับก่อนการใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ โดยให้มีการใช้ห้องตามตารางเรียนเดียวกันในระหว่างวันที่ 15-21 มี.ค. 53 เทียบกับช่วงวันที่ 22–28 มี.ค. 53 ผลการวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: เปรียบเทียบผลการใช้พลังงานไฟฟ้า ก่อนและหลังการใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ

ก่อนใช้ระบบควบคุม		หลังใช้ระบบควบคุม		
ว/ด/ป	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ว/ด/ป	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ผลการประหยัด (%)
15/03/53	22.79	22/03/53	22.04	3.29
16/03/53	22.55	23/03/53	20.53	8.95
17/03/53	31.07	24/03/53	29.23	5.92
18/03/53	64.50	25/03/53	60.03	6.93
19/03/53	46.06	26/03/53	44.48	3.43
20/03/53	47.73	27/03/53	45.66	4.33
21/03/53	48.71	28/03/53	44.82	7.98
รวม	283.41		266.79	5.86

จากตารางที่ 1 ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้า เมื่อใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ มาควบคุมเวลาการใช้งานห้องเรียน พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในในช่วงเวลา 1 สัปดาห์ ในสภาพที่มีการใช้งานห้องเรียนปกติ พบว่า ก่อนการใช้งานระบบควบคุมอัตโนมัติมีการใช้พลังงานไฟฟ้า 283.41 kWh และหลังการใช้งานระบบควบคุม มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 266.79 kWh ซึ่งมีค่าลดลง 16.62 kWh ต่อสัปดาห์ หรือ 5.86 % คิดเป็นเงิน

62.32 บาท (ค่าไฟฟ้า 3.75 บาทต่อหน่วย) เป็นเงิน 2,492.80 บาทต่อปี ซึ่งมีระยะเวลาคืนทุน 6.2 ปี

5. สรุปผลการวิจัย

การนำระบบควบคุมอัตโนมัติมาใช้ในการควบคุมการใช้ไฟฟ้า สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับห้องเรียนได้ จากการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า เมื่อใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติแล้ว พบว่าสามารถลดการใช้ไฟฟ้าลงได้ 5.86 % ต่อสัปดาห์ ในสภาพการใช้ห้องเรียนปกติ โดยมีระยะเวลาคืนทุน 6.2 ปี นอกจากนั้น จากการทดลองยังพบว่า ระบบควบคุมอัตโนมัติ จะสามารถช่วยลดการความสิ้นเปลืองการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้อีก โดยป้องกันในกรณีที่มีการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าทิ้งไว้หลังเลิกเรียน หรือกรณีที่เกิดไฟดับ แล้วลืมปิดสวิตช์ของเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องเรียน

อย่างไรก็ตาม การกำหนดให้ห้องเรียนสามารถใช้ไฟฟ้าได้ตามช่วงเวลา ควรใช้กับห้องที่มีการระบุเวลาการใช้งานที่แน่นอน

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. แผนอนุรักษ์พลังงานและแนวทาง หลักเกณฑ์ เงื่อนไข และแนวทางความสำคัญของการจ่ายเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. 2551.

[2] P. Thountong, S. Setakul, and B.Davat, “Fuel Cell Power Conditiong,”Proceedings of Electrical Engineering Conference, EECON 31, pp. 447-451, 2008.

[3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. เอกสารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ชุด รู้รักษ์พลังงาน. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 เมษายน 2553. http: //www.dede.go.th/dede/fileadmin /upload/cc/user_berc/NO13.pdf.

[4] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. “พลังงานก้าวไกลประเทศไทยก้าวหน้า”. รักษ์พลังงาน. ฉบับที่ 65, น. 18-23, 2552.

[5] สำนักนโยบายและแผนพลังงาน. รายงานข้อมูลการใช้ไฟฟ้า ตามปีงบประมาณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 เมษายน 2553. http://www.e-report.energy.go.th/rpt/ rpt _ inputelec. Php ?minisid =18&rtype=2&byr= 2552 & trimas = 1

[6] กฤษฎา วิศวรานนท์. การควบคุมแบบซีเควันซ์ และ PLC. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย–ญี่ปุ่น), 2547.

[7] ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. ระบบ PLC. กรุงเทพ ฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย–ญี่ปุ่น), น.1, 2551.

[8] สุชาติ แย้มนุ่น, สัญญา พรหมภาษิต และศยามล วังธนะรุ่งโรจน์. “การหาปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้จากการใช้ระบบควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์,” การประชุมทางวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 30. น. 353–356, 2550.

[9] เอกนรินทร์ วาสนาส่ง. “โคมไฟแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์พร้อมระบบประหยัดพลังงาน,” การประชุมทางวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 30. น. 361–354, 2550.

[10] ดุสิต ธนเพทาย. “ระบบอาคารอัตโนมัติ,” วิศวกรรมสาร, ปีที่ 63, ฉบับที่ 1, น. 71–74, 2553.

การจัดสายป้อนใหม่เพื่อลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้า

Feeder Reconfiguration for Loss Reduction in Distribution Systems

อาธิวราห์ พรสุทธาวงศ์[*] พิเชษฐ์ ศรียรรยงค์[,**] และประมวญ คงสาคร[*]*

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม[*]
สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย - ฝรั่งเศส[**]
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
E-mail : arthiwara_kmit@hotmail.com, psyy@kmutnb.ac.th, pmuan@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การจัดสายป้อนใหม่ คือ การปรับเปลี่ยนและจัดเรียงรูปแบบโครงสร้างของระบบจำหน่ายไฟฟ้าใหม่โดยการเปลี่ยนสถานะของสวิตช์ถ่ายโอนและสวิตช์ตัดตอน โดยผลที่ได้จากการจัดสายป้อนใหม่ คือ กำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้ามีค่าลดลง, ระดับแรงดันไฟฟ้าที่บัสเพิ่มสูงขึ้น,ช่วยจัดโหลดให้สมดุลย์,ช่วยในการต่อโหลดที่รวดเร็วเข้ากับระบบจำหน่ายไฟฟ้าและทำให้โหลดได้รับไฟอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอ การพัฒนาโปรแกรมการจัดสายป้อนใหม่ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยการประยุกต์ใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อ ลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้าให้มีค่าต่ำสุด และมีเงื่อนไขข้อบังคับที่ประกอบไปด้วย ขีดจำกัดของแรงดันที่บัส ขีดจำกัดของกระแสในสายป้อน ต้องไม่มีไฟฟ้าดับที่จุดโหลดและความเป็นเรเดียลของระบบจำหน่ายไฟฟ้า ซึ่งการทดสอบโปรแกรมที่ได้พัฒนาจะทำการทดสอบกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่เป็นแบบเรเดียล IEEE ขนาด 14 บัสที่มีสวิตช์ถ่ายโอนและนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีต สรุปได้ว่าโปรแกรมที่ได้พัฒนาโดยอาศัยวิธีการเชิงพันธุกรรมนั้นสามารถหาสถานะที่เหมาะสมที่สุดในการควบคุมสวิตช์ถ่ายโอนและสวิตช์ตัดตอนเพื่อให้ระบบจำหน่ายไฟฟ้ามีกำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมต่ำที่สุด

คำสำคัญ: การจัดสายป้อนใหม่, วิธีการเชิงพันธุกรรม, สวิตช์ถ่ายโอนและสวิตช์ตัดตอน, การลดกำลังไฟฟ้าสูญเสีย

Abstract

Feeder reconfiguration is a modification of the structure of the electrical distribution system by adjusting the statuses of tie and sectionalizing switches. That will lead to loss reduction in electrical distribution system, improvement of bus voltage, load balancing, fast load restoration and load receive electrical continually. Consequently, this paper proposes a feeder reconfiguration for loss reduction in a distribution system by using the genetic algorithm. The main objective of this paper is to minimize power loss in the system, while considering bus voltage limits, current feeder capability limits, no load-point interruption and radial configuration format. The simulation is implemented with the standard IEEE 14 bus system to validate the effectiveness. In addition, the experiment results of the proposed program will also be compared with others works from the literature. Therefore, it can be concluded that the proposed

program yields the optimal statuses for controlling of tie and sectionalizing switches that will contribute to loss minimization in the distribution system.

Keywords: Feeder Reconfiguration, Genetic Algorithm, Tie and Sectionalizing Switches, Loss Reduction

1. บทนำ

ปัจจุบันความต้องการใช้ไฟฟ้าภายในประเทศมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะผู้ใช้ไฟในพื้นที่อุตสาหกรรมหรือพื้นที่ตัวเมืองธุรกิจ จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนพัฒนาระดับมาตรฐานของระบบไฟฟ้าให้มีคุณภาพและมั่นคงควบคู่กันไป ซึ่งเป็นการป้องกันปัญหาไฟฟ้าขาดแคลนหรือไฟฟ้าดับ ดังนั้นจึงต้องมีการวางแผนจัดหาพลังงานไฟฟ้าให้พอเพียงเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้าที่สูงขึ้น การที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพของพลังงานไฟฟ้านั้นที่จริงแล้วสามารถดำเนินการได้หลายวิธีโดยที่การไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องขยายหรือก่อสร้างระบบจำหน่ายไฟฟ้าเพิ่มเติม ยกตัวอย่าง เช่น การติดตั้งคาปาซิเตอร์เพื่อชดเชยค่ากำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจาย (DG) และวิธีการจัดสายป้อนใหม่เป็นต้น [2]

การจัดสายป้อนใหม่ (Feerder Reconfiguration) นับว่าเป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้และมีประสิทธิภาพมาก เพราะมีค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนัก ซึ่งเป็นการจัดเรียงรูปแบบโครงสร้างของระบบจำหน่ายไฟฟ้าใหม่ โดยใช้วิธีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบจำหน่ายไฟฟ้าเพื่อหาตำแหน่งสับเปลี่ยนสถานะของสวิตช์สองประเภทคือ สวิตช์ถ่ายโอน (Tie Switch) และสวิตช์ตัดตอน (Sectionalizing Switch) โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อทำการลดกำลังไฟฟ้าสูญเสีย (Loss Reduction) ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยที่เงื่อนไขต่างๆของระบบนั้นจะประกอบไปด้วย ขีดจำกัดของแรงดันที่บัส (Bus Voltage Limits) ความเป็นเรเดียลของระบบจำหน่ายไฟฟ้า (Radial Configuration Format) ต้องไม่มีไฟฟ้าดับที่จุดโหลด (No Load-Point Interruption) รวมถึงขีดจำกัดของกระแสในสายป้อน (Current Transfer Capability of Feeders) เป็นต้น

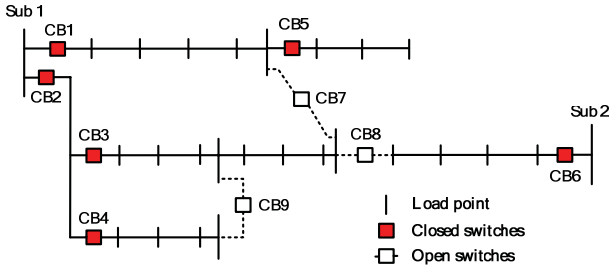
จากงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตเกี่ยวกับ การจัดสายป้อนใหม่สำหรับระบบจำหน่ายไฟฟ้านั้น นำเสนอโดย Civanlar และคณะ [5] โดยได้กำหนดแนวคิดเกี่ยวกับการจัดสายป้อนใหม่ในลักษณะดังกล่าวโดย การสับเปลี่ยนสวิตช์ (Switch Exchange) จากนั้น Baran และคณะ [6] ได้ทำการพัฒนาโดยใช้หลักการดังกล่าวและคิดค้นวิธีการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เร็วขึ้นพร้อมทั้งสร้างข้อบังคับเพื่อลดจำนวนการปิดและเปิดของสวิตช์ที่จะพิจารณาซึ่งวิธีการเหล่านี้เรียกว่า วิธีฮิวริสติก (Heuristic) อย่างไรก็ตาม วิธีการดังกล่าวยังขาดความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหาต่อมา Chiang และคณะ [7,8] ได้นำเสนอการจัดสายป้อนใหม่ด้วยวิธี (Simulated Annealing : SA) เป็นการหาค่าคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) ของคำตอบอย่างไรก็ตามวิธีการทั้งหมดที่กล่าวมายังไม่อาจยืนยันได้ว่าจะให้คำตอบที่ดีที่สุดเสมอ [2,7,8] เนื่องจากปัญหาการจัดสายป้อนใหม่นั้นมีลักษณะความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Characteristics) และเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนจากปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการวิจัยหลายรูปแบบในการแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง [2,5-8]

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เพื่อประยุกต์ใช้ในการจัดสายป้อนใหม่ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าซึ่งนับเป็นวิธีการทางปัญญาประดิษฐ์ (Artificical Intelling : AI) เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดของฟังก์ชันเป้าหมายและเป็นการหาค่าเหมาะสมที่สุดของปัญหาในการเรียงสับเปลี่ยน (Combinatorial Optimization Problem) โดยได้ทำการทดสอบกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่เป็นแบบเรเดียล IEEE ขนาด 14 บัสที่มีสวิตช์ถ่ายโอน [2]

2. การจัดสายป้อนใหม่

การจัดสายป้อนใหม่ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าเป็นการกำหนดสถานะของสวิตช์ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าว่าควรอยู่ในตำแหน่งเปิด/ปิด และผลจากการเปลี่ยนแปลงสถานะของสวิตช์ซึ่งจะทำให้รูปแบบโครงสร้างเดิมของระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่มีอยู่นั้นเปลี่ยนแปลงไปโดยอาศัยการทำงานของสวิตช์

สองประเภทคือ สวิตช์ถ่ายโอนมีไว้สำหรับเปลี่ยนถ่ายโหลดดัง ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่เกิดฟอล์ต (Fault) ขึ้นในระบบซึ่งมีสถานะโดยทั่วไปจะอยู่ในตำแหน่งเปิด (Opened) และสวิตช์ตัดตอนซึ่งมีสถานะโดยทั่วไปจะอยู่ในตำแหน่งปิด (Closed) และสำหรับผลที่เกิดจากการจัดสายป้อนใหม่นั้นพอจะกล่าวได้ดังนี้ ลดค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสีย (Loss Reduction) ในระบบจำหน่ายไฟฟ้า เพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้าที่บัส (Voltage Improvement) เพื่อเป็นการจัดโหลดให้สมดุลย์ (Load Balancing) ช่วยในการต่อโหลดเข้ากับระบบจำหน่ายไฟฟ้า (Load Restoration) และทำให้โหลดหรือผู้ใช้ได้รับพลังงานไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง กรณีที่เกิดฟอล์ตขึ้นกับสายป้อนหรือทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ป้องกันเพื่อซ่อมบำรุงรักษาระบบจำหน่ายไฟฟ้านับเป็นการเพิ่มความมั่นคงและเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับระบบจำหน่ายไฟฟ้า เป็นต้น [2,5-8]



ภาพที่ 1 ไดอะแกรมของระบบจำหน่ายไฟฟ้าขนาดเล็ก

โดยจากภาพที่ 1 การจัดสายป้อนใหม่ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าจะอาศัยการทำงานของสวิตช์สองประเภทคือ สวิตช์ตัดตอน (CB1-CB6) ในสภาวะปกติจะอยู่ในสถานะปิดและสวิตช์ถ่ายโอน (CB7-CB9) ในสภาวะปกติจะอยู่ในสถานะเปิดโดยจะเชื่อมต่อกับสายป้อนหลักทั้งสามชุดและสถานีจ่ายไฟฟ้าย่อย (Sub Station) ทั้งสองแห่งซึ่งโดยปกติระบบจำหน่ายไฟฟ้าจะมีลักษณะเป็นแบบเรเดียล โครงสร้างของระบบจำหน่ายไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนแปลงโดยการปรับเปลี่ยนสถานะของสวิตช์ทั้งสองประเภทยกตัวอย่างเช่น เมื่อเปิดสวิตช์ตัดตอน CB3 และ CB6 จากนั้นทำการปิดสวิตช์ถ่ายโอน CB7 และ CB8 จะเห็นว่าที่โหลดทุกจุดจะยังคงได้รับการจ่ายกำลังไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องและระบบจำหน่ายไฟฟ้ายังคงความเป็นแบบเรเดียล [6]

3. รูปแบบทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการจัดสายป้อนใหม่

ปัญหาการจัดสายป้อนใหม่สำหรับระบบจำหน่ายไฟฟ้านั้นเป็นปัญหาที่มุ่งเน้นที่จะวางแผนการจัดการและดำเนินงานเพื่อให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้ามีค่าต่ำที่สุด ดังภาพที่ 2 โดยที่ระบบจำหน่ายไฟฟ้ายังคงความเป็นเรเดียลและมีเงื่อนไขข้อบังคับของระบบจำหน่ายไฟฟ้า ดังนี้ [8]

$$Mininmize\ f = \sum_{j=1}^{N_b} \left| I_j^2 \right| R_j \qquad (1)$$

โดยพิจารณาเงื่อนไขต่างๆดังต่อไปนี้

1. ขีดจำกัดของแรงดันไฟฟ้าที่บัส $(\pm\ 0.05 p.u.)$

$$V_{(i)\min} \le V_{(i)} \le V_{(i)\max} \qquad (2)$$

2. ขีดจำกัดของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในสายป้อน

$$I_{(j)} \le I_{(j)\max} \qquad (3)$$

3. มีการจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดตลอดเวลา

4. ระบบจำหน่ายไฟฟ้ายังคงเป็นแบบเรเดียล

โดยที่

f คือ กำลังไฟฟ้าสูญเสียต่ำสุดหลังการจัดสายป้อนใหม่

N_b คือ สายป้อนทั้งหมดในระบบจำหน่ายไฟฟ้า

$I_{(j)}$ คือ กระแสที่ไหลในสายป้อน j

$R_{(j)}$ คือ ความต้านทานในสายป้อน j

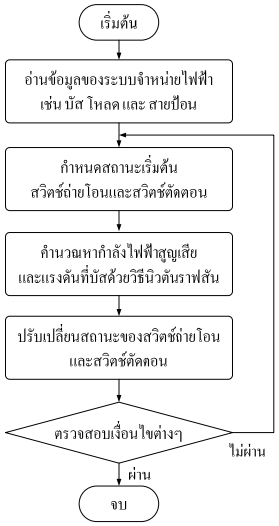
$V_{(i)}$ คือ แรงดันไฟฟ้าที่บัส i

ซึ่งกระบวนในการจัดสายป้อนใหม่ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนต่างๆได้ดังภาพที่ 2

4. วิธีการเชิงพันธุกรรม

วิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm : GA) นั้นเป็นเทคนิคสำหรับการค้นหาค่าผลเฉลย (Solution) หรือเพื่อหาค่าคำตอบที่ดีที่สุดของฟังก์ชันเป้าหมาย โดยการเลียนแบบกลไกการวิวัฒนาการ (Evolutionary) ของสิ่งมีชีวิตที่พยายามจะรักษาเผ่าพันธุ์ของตัวเองให้คงอยู่รอดภายใต้สภาวะธรรมชาติที่เปลี่ยนแปลงไป การหาคำตอบจะอาศัยทฤษฎีการวิวัฒนาการของ Charles Darwin โดยการจำลองเอาแนวคิดของสิ่งมีชีวิตในระบบชีววิทยามาใช้ในการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ [4] GA นั้นได้รับความนิยมและเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง โดยการ

เผยแพร่ของ John Holland ในปี ค.ศ. 1975 หลังจากนั้นจึงมีนักวิจัยหลายคนนำเอา GA ไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆกันอย่างแพร่หลายจึงมีการศึกษาพัฒนาองค์ประกอบต่างๆของ GA ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น GA นั้นถือว่าเป็นวิธีการหาค่าเหมาะสมที่สุดของการเรียงสับเปลี่ยนที่มีความสามารถในการค้นหาคำตอบอย่างชาญฉลาดและลดความยุ่งยากในขั้นตอนต่างๆของการค้นหาลงไป ซึ่งวิธีการค้นหาคำตอบดังกล่าวนี้มีข้อที่ได้เปรียบและมีความแตกต่างไปจากวิธีดั้งเดิม เช่น โปรแกรมเชิงเส้น วิธีซิมเพลกซ์ เป็นต้น [1,3]



ภาพที่ 2 กระบวนการคำนวณการจัดสายป้อนใหม่

5. การประยุกต์ใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการแก้ปัญหาการจัดสายป้อนใหม่ในระบบจำหน่ายไฟฟ้า

การประยุกต์ใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการแก้ปัญหาการจัดสายป้อนใหม่ในระบบจำหน่ายไฟฟ้านั้น เป็นรูปแบบของปัญหาการเรียงสับเปลี่ยนแบบไม่เป็นเชิงเส้นซึ่งวิธีการเชิงพันธุกรรมสามารถตอบสนองต่อปัญหาการเรียงสับเปลี่ยนได้ดี นับว่าเป็นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดของฟังก์ชั่นเป้าหมายโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 : ป้อนข้อมูลเบื้องต้นของระบบจำหน่ายไฟฟ้าพร้อมทั้งกำหนดค่าเริ่มต้นของวิธีการเชิงพันธุกรรม

ขั้นตอนที่ 2 : สร้างประชากรเริ่มต้นโดยประชากรแต่ละตัวแทนสวิตช์ตัดตอนและสวิตช์ถ่ายโอน

ขั้นตอนที่ 3 : คำนวณหาค่าของฟังก์ชั่นเป้าหมายจากกลุ่มประชากรในที่นี้คือ ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสีย

ขั้นตอนที่ 4 : จัดลำดับของกลุ่มประชากรและเลือกเก็บค่าของประชากรที่ดีที่สุด

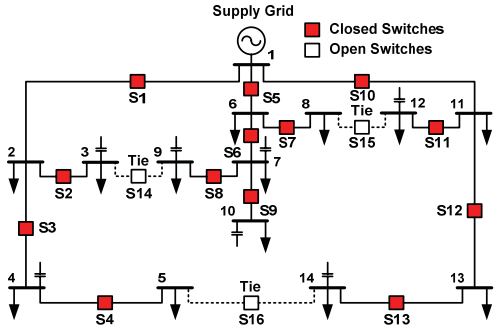
ขั้นตอนที่ 5 : นำกลุ่มประชากรผ่านตัวดำเนินการต่างๆของวิธีการเชิงพันธุกรรม เช่น การสลับสายพันธุ์ และการกลายพันธุ์

ขั้นตอนที่ 6 : ตรวจสอบเงื่อนไขของรุ่นอายุถ้ายังไม่ถึงรุ่นอายุสูงสุดที่กำหนดไว้ให้กลับไปทำต่อในขั้นตอนที่ 3 จนถึง 6 อีกครั้งจนถึงรุ่นอายุสูงสุดที่กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 7 : แสดงผลของการจัดสายป้อนใหม่โดยที่ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้ามีค่าที่ต่ำสุดและเป็นไปตามเงื่อนไขต่างๆของระบบจำหน่ายไฟฟ้า

6. กรณีศึกษา

กรณีศึกษาเกี่ยวกับการจัดสายป้อนใหม่จะทดสอบกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าแบบเรเดียล IEEE ขนาด 14 บัส [2] ดังภาพที่ 3 แสดงโครงสร้างของระบบจำหน่ายไฟฟ้าก่อนการจัดสายป้อนใหม่ ซึ่งในแต่ละสายป้อนจะประกอบไปด้วยสวิตช์ตัดตอน 13 ชุด และในระบบมีสวิตช์ถ่ายโอน 3 ชุด ดังนั้นสวิตช์ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าแบบเรเดียลขนาด 14 บัส รวมทั้งหมด 16 ชุด



ภาพที่ 3 โครงสร้างเดิมของระบบจำหน่ายไฟฟ้าแบบเรเดียล

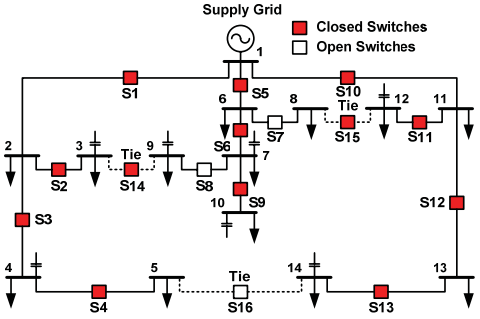
โดยข้อมูลของโหลดบัสและสายป้อนแสดงในภาคผนวกที่ ตาราง ก สถานะเริ่มต้นของสวิตช์ตัดตอนจะถูกปิดและสวิตช์ถ่ายโอนจะถูกเปิด ดังนั้นกำลังไฟฟ้าจริงที่ผลิตทั้งระบบรวมแล้วจะเท่ากับ 29.2114 MW และระบบมีค่ากำลังไฟฟ้าจริงที่โหลดรวมแล้วจะเท่ากับ 28.7 MW ซึ่งกำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมในระบบจำหน่ายไฟฟ้าเท่ากับ 511.4 kW [2] โดยผลจากการทดสอบโปรแกรมที่ได้พัฒนาด้วย Matlab ในการหากำลังไฟฟ้าสูญเสียก่อนการจัดสายป้อนใหม่ จะนำมา

เปรียบเทียบกับ Basecase [2] และโปรแกรมสำเร็จรูป PowerWorld [9] เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดสายป้อนใหม่ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าดังตารางที่ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถคำนวณกำลังไฟฟ้าสูญเสียได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าสูญเสียในสายป้อนก่อนการจัดสายป้อนใหม่กับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

รายละเอียด	กำลังไฟฟ้าสูญเสีย (kW)
Base case [2]	511.4
โปรแกรมสำเร็จรูป PowerWorld [9]	511.4
โปรแกรมที่พัฒนา	511.4

โปรแกรมที่พัฒนาจะประยุกต์ใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการจัดสายป้อนใหม่ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าซึ่งจะสามารถระบุสถานะการเปิด/ปิดของสวิตช์ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดของระบบจำหน่ายไฟฟ้าได้เป็นอย่างดีโดยจะกำหนดพารามิเตอร์ที่ใช้ในวิธีการเชิงพันธุกรรมได้แก่ ขนาดของประชากร = 20 รุ่นอายุสูงสุด = 100 อัตราการข้ามสายพันธุ์ = 0.8 และ อัตราการกลายพันธุ์ = 0.05 โดยผลจากการจัดสายป้อนใหม่ด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรมจะเห็นได้ว่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบมีค่าลดลงจาก 511.4 kW มาเป็น 466.1 kW และตำแหน่งเปิดสวิตช์ที่เหมาะสมที่สุด คือ สวิตช์ 7,8 และ 16 ดังภาพที่ 4 เมื่อพิจารณาระดับแรงดันที่บัสต่ำสุด คือ บัสที่ 10 ก่อนการจัดสายป้อนใหม่มีค่า 0.9693 p.u. เมื่อทำการจัดสายป้อนใหม่ระดับแรงดันบัสที่ 10 มีค่าสูงขึ้น คือ มีค่าเป็น 0.9716 p.u. ดังตารางที่ 2 โดยที่แรงดันไฟฟ้าที่บัสอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสามารถยอมรับได้คือ 0.95 p.u. จนถึง 1.05 p.u. [2,5-8]

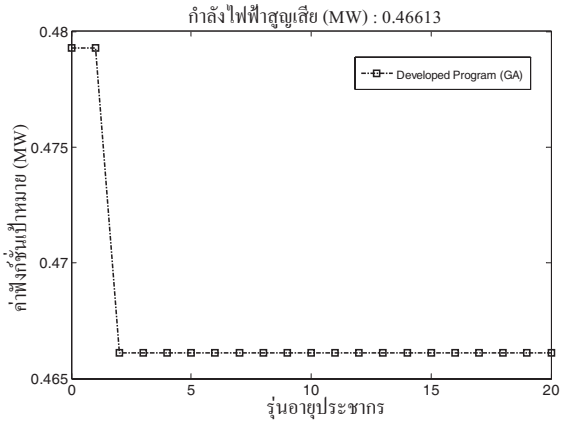


ภาพที่ 4 จัดสายป้อนของระบบจำหน่ายไฟฟ้าแบบเรเดียล

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าสูญเสียในสายป้อนและแรงดันที่บัสก่อนและหลังการจัดสายป้อนใหม่

รายละเอียด	Base case [2]	โปรแกรมที่พัฒนา
เปิดสวิตช์	14 15 16	7 8 16
กำลังไฟฟ้าสูญเสีย (kW)	511.4	466.1
แรงดันต่ำสุด (p.u.)	0.9693	0.9716
แรงดันต่ำสุดที่บัส	10	10

และหลังการจัดสายป้อนใหม่ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในสายป้อนบางสายป้อนจะมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด ดังตารางที่ 3 โดยที่ค่าของกำลังไฟฟ้าในสายป้อนจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขขีดจำกัดของกระแสในสายป้อนในระบบจำหน่ายไฟฟ้าและการลู่เข้าสู่คำตอบ (Losses) ที่ดีที่สุดนั้นจะอยู่ในรอบการคำนวณรุ่นอายุที่ 2 หลังจากนั้นก็จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากวิธีการเชิงพันธุกรรมได้หาคำตอบที่ดีที่สุดแล้ว ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การลู่เข้าหาคำตอบที่ดีที่สุดของวิธีการเชิงพันธุกรรมในการจัดสายป้อนใหม่ของระบบจำหน่ายไฟฟ้า

ตารางที่ 3 กำลังไฟฟ้าสูญเสียในสายป้อนที่ได้จากโปรแกรมที่ได้พัฒนาก่อนและหลังการจัดสายป้อนใหม่

สวิตช์ที่	บัสส่ง	บัสรับ	กำลังไฟฟ้าสูญเสีย (kW)	
			ก่อน	หลัง
1	1	2	61.632	67.803
2	2	3	7.51	10.633
3	2	4	11.945	11.944
4	4	5	1.522	1.522
5	1	6	278.338	220.939
6	6	7	87.01	76.532

ตารางที่ 3 (ต่อ) กำลังไฟฟ้าสูญเสียในสายป้อนที่ได้จากโปรแกรมที่ได้พัฒนาก่อนและหลังการจัดสายป้อนใหม่

สวิตช์ที่	บัสส่ง	บัสรับ	กำลังไฟฟ้าสูญเสีย (kW)	
			ก่อน	หลัง
7	6	8	2.086	-
8	7	9	0.712	-
9	7	10	19.705	19.611
10	1	11	29.076	42.514
11	11	12	2.01	3.707
12	11	13	7.834	7.868
13	13	14	2.056	2.065
14	3	9	-	0.25
15	8	12	-	0.739
16	5	14	-	-
กำลังไฟฟ้าสูญเสียรวม (kW)			511.4	466.1

7. สรุป

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาโปรแกรมจัดสายป้อนใหม่เพื่อลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยประยุกต์ใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการหาสถานะเปิด/ปิดของสวิตช์สองประเภทคือ สวิตช์ตัดตอนและสวิตช์ถ่ายโอน เป็นการจัดรูปแบบโครงสร้างใหม่ของระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่ทำให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้ามีค่าลดลงและเป็นไปตามเงื่อนไขต่างๆของระบบจำหน่ายไฟฟ้า อาทิเช่น แรงดันไฟฟ้าที่บัสอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ไม่มีไฟฟ้าดับที่จุดโหลดทำให้ผู้ใช้ได้รับไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง และขีดจำกัดของกระแสในสายป้อนเป็นการจัดโหลดให้สมดุลย์ รวมถึงความเป็นเรเดียลของระบบจำหน่ายไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่เป็นแบบเรเดียล IEEE ขนาด 14 บัสที่มีสวิตช์ถ่ายโอน โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมในระบบจำหน่ายไฟฟ้ามีค่าลดต่ำลงและแรงดันที่บัสจะมีค่าสูงขึ้น ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงความมีประสิทธิภาพของระบบจำหน่ายไฟฟ้า นับว่าเป็นการวางแผนและดำเนินงานอย่างเหมาะสมจึงสามารถสรุปได้ว่า การประยุกต์ใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการจัดสายป้อนใหม่ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8. เอกสารอ้างอิง

[1] ณชล ไชยรัตนะ, “เอกสารประกอบคำสอน ระบบอัจฉริยะ”, กรุงเทพฯ:ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า:,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[2] E.M.Carreno, N.Moreira, and R.Romero, 2007 “Distribution network reconfiguration using an efficient evolutionary algorithm” Power Engineering Society General Meeting.

[3] W.Winston, and Venkataramanan, M.A. 2003.“Introduction to Mathematical Programming. ”California: Thomson.

[4] The MathWork. “Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox” 2 User’s Guide, 2008.

[5] Civanlar S., Grainger J.J., Yin H., Lee S.S.H. “Distribution Feeder Reconfiguration for Loss Reduction” IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 3, pp. 1127-1223, Mar. 1988.

[6] M.E.Baran, F.F.Wu. “Network reconfiguration in distribution systems for loss reduction and load balancing” IEEE Trans. Power Delivery, vol. 4, pp. 1401-1407, 1989.

[7] H.D.Chiang, R.M.Jean-Jumeau “Optimal network reconfiguration in Distribution System Part 1 : A new formulation and a solution methodology” IEEE Transactions on Power Delivery,Vol. 5, 1990, pp. 1902-1909.

[8] H.D.Chiang, R.M.Jean-Jumeau “Optimal network reconfiguration in Distribution System Part 2 : A solution algorithm and numerical results” IEEE Transactions on Power Delivery,Vol. 8, 1993, pp. 1356-1366

[9] J.Duncan Glover and Mulutla S.Sarma “Power system analysis and design” with PowerWorld Software (Student Version) Third Edition. Brooks/Cole,2001

ภาคผนวก

ตาราง ก แสดงข้อมูลโหลดบัสและสายป้อนของระบบจำหน่ายไฟฟ้า BaseMVA เท่ากับ 100 และ BasekV เท่ากับ 23 kV

From bus	To bus	SW No.	R (p.u.)	X (p.u.)	PL (MW)	QL (MVar)	Cap (MVar)
1	2	1	0.075	0.1	2	1.6	0
2	3	2	0.08	0.11	3	1.5	1.1
2	4	3	0.09	0.18	2	0.8	1.2
4	5	4	0.04	0.04	1.5	1.2	0
1	6	5	0.11	0.11	4	2.7	0
6	7	6	0.08	0.11	5	3	1.2
6	8	7	0.11	0.11	1	0.9	0
7	9	8	0.11	0.11	0.6	0.1	0.6
7	10	9	0.08	0.11	4.5	2	3.7
1	11	10	0.11	0.11	1	0.9	0
11	12	11	0.09	0.12	1	0.7	1.8
11	13	12	0.08	0.11	1	0.9	0
13	14	13	0.04	0.04	2.1	1	1.8
Tie line							
3	9	14	0.04	0.04	-	-	-
8	12	15	0.04	0.04	-	-	-
5	14	16	0.09	0.04	-	-	-

วงจรกรองความถี่โหมดกระแสหลายหน้าที่ที่ควบคุมด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้อุปกรณ์แอคทีฟเพียงอย่างเดียว

Active-only Current-mode Universal Biquadratic Filter with Electronic Controllabillity

ศุภวัฒน์ ลาวัณย์วิสุทธิ์[1] และ มนตรี ศิริปรัชญานันท์[2]

[1]สาขาวิศวกรรมสารสนเทศและการสื่อสาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
321 ถ.นารายณ์มหาราช ต.ทะเลชุบศร อ.เมือง จ.ลพบุรี 15000 E-mail:s.lawanwisut@hotmail.com
[2]ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800 E-mail:mts@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอ วงจรกรองความถี่โหมดกระแสหลายหน้าที่ที่สังเคราะห์ฟังก์ชั่นที่จำเป็นได้ทั้งหมด ได้แก่ กรองความถี่ต่ำผ่าน สูงผ่าน แถบความถี่ผ่าน จำกัดแถบความถี่ผ่าน และผ่านทุกความถี่ ซึ่งสามารถควบคุมได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้อุปกรณ์แอคทีฟเพียงอย่างเดียว และใช้หลักการของอินทีเกรเตอร์ที่ไม่มีการสูญเสีย (Lossless integrator) ซึ่งอุปกรณ์หลักในวงจรได้แก่ อุปกรณ์สายพานกระแส-ส่งผ่านความนำที่ควบคุมด้วยกระแส (CCCCTA) และออปแอมป์ จุดเด่นของวงจรคือ สามารถควบคุมความถี่โพลและค่าควอลิตี้แฟกเตอร์ได้ด้วยกระแสไบแอส โครงสร้างไม่ซับซ้อน โดยใช้เพียง CCCCTA 3 ตัว และออปแอมป์ที่มีการชดเชยความถี่ภายใน 2 ตัว จึงเหมาะสมกับการนำไปพัฒนาเป็นวงจรรวม ผลการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม PSPICE พบว่า วงจรทำงานได้สอดคล้องกับที่คาดการณ์ไว้ตามทฤษฎี

คำสำคัญ:วงจรกรองความถี่ โหมดกระแส ควบคุมด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ แอคทีฟเพียงอย่างเดียว CCCCTA

Abstract

This article presents an active only current-mode universal biquadratic filter performing completely standard functions: low-pass, high-pass, band-pass, band-reject and all-pass functions. The circuit principle is based on active-only circuit design by using lossless integrator which stems from CCCCTA cooperating with an internally frequency-compensated operational amplifier. The features of the circuit are that: the pole frequency and quality factor can be electronically tuned via the input bias currents. The circuit topology is very simple, consisting of only 3 CCCCTAs and 2 operational amplifiers, the proposed circuit is very appropriate for further developing into an integrated circuit. The PSPICE simulation results are shown. The given results agree well with the theoretical anticipation.

Keywords: Filter circuit, Current-mode, Electronic control, Active-only, CCCCTA.

1. บทนำ

ในงานด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วงจรกรองความถี่เป็นวงจรหนึ่งที่มีความสำคัญและมีการนำไปใช้งานอย่างกว้างขวาง ตัวอย่างการใช้งาน ได้แก่ ระบบสื่อสาร ระบบเครื่องมือวัดและระบบประมวลผลสัญญาณ [1-2] เป็นต้น โดยมากแล้ว วงจรกรองความถี่มักจะถูกพัฒนาให้วงจรกรองความถี่ได้หลายหน้าที่ (Universal biquadratic filter) ที่มีข้อดีกว่าวงจรกรองความถี่ทั่วไปคือ เป็นวงจรที่สามารถให้การตอบสนองได้หลายแบบในเวลาเดียวกัน เช่น วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน สูงผ่าน แถบความถี่ผ่าน จำกัดแถบความถี่ผ่าน และผ่านทุกความถี่ [3] โดยที่ไม่ต้องเปลี่ยนโครงสร้างของวงจร จากที่ผ่านมา ได้มีผู้นำเสนอวงจรกรองความถี่หลายฟังก์ชั่นแบบต่างๆ แต่โดยโดยทั่วไปแล้ว ยังพบว่ายังมีข้อจำกัดอยู่ เช่น ใช้อุปกรณ์พาสซีฟจำนวนมาก อีกทั้งต้องการความสมพงษ์ (Match) ของอุปกรณ์ [4-5] บางวงจรยังใช้ตัวต้านทานต่อภายนอกและใช้ตัวเก็บประจุแบบลอย ซึ่งไม่เหมาะในการนำไปสร้างเป็นวงจรรวม [6-7]

ในทศวรรษที่ผ่านมา ได้มีความพยายามที่จะลดแรงดันไฟเลี้ยงในวงจร และระบบอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องมาจากความต้องการที่จะนำมาใช้กับอุปกรณ์แบบพกพา หรืออุปกรณ์สื่อสารแบบไร้สาย ที่ต้องใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายกำลังงานให้มีขนาดที่เล็กลงและสามารถใช้งานได้ยาวนานขึ้น ดังนั้นจึงมีการใช้เทคนิคการทำงานในโหมดกระแส เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการดังกล่าวได้ ซึ่งมีข้อดีหลายประการ เมื่อเทียบกับเทคนิคการทำงานในโหมดแรงดัน ได้แก่ มีช่วงพิสัยพลวัตกว้าง มีแบนด์วิธท์กว้าง มีความเป็นเชิงเส้นดี และดึงกำลังไฟฟ้าต่ำ [8]

การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้อุปกรณ์พาสซีพ เช่น ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำ เมื่อนำไปสร้างเป็นวงจรรวม จะทำให้วงจรมีความซับซ้อน ชิปวงจรมีขนาดใหญ่ ทำให้ดึงกำลังไฟฟ้าสูง การปรับค่าของอุปกรณ์ทำได้ค่อนข้างยุ่งยาก จึงทำให้ไม่สามารถควบคุมการทำงานได้อย่างแม่นยำ ดังนั้นจึงได้มีความพยายามที่จะสร้างวงจรประมวลสัญญาณแอนะลอกที่ใช้อุปกรณ์แอคทีฟเพียงอย่างเดียว โดยไม่ใช้อุปกรณ์พาสซีฟภายนอก [9-15] ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ เช่น วงจรไม่ซับซ้อน ดึงกำลังไฟฟ้าต่ำ ง่ายต่อการนำไปสร้างเป็นวงจรรวม สามารถโปรแกรมได้ มีย่านในการทำงานกว้างและการทำงานของวงจรมีความแม่นยำสูง [13] จึงได้มีผู้นำเทคนิคการออกแบบวงจรโดยใช้อุปกรณ์แอคทีฟเพียงอย่างเดียว ในวงจรต่างๆ เช่น วงจรกำเนิดสัญญาณ [13] วงจรกรองความถี่ [9, 14, 16] วงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำ [15] เป็นต้น

ปี ค.ศ. 2007 ได้มีผู้นำเสนออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งสามารถทำงานได้ในโหมดกระแสที่มีชื่อว่า วงจรสายพานกระแส-ส่งผ่านความนำที่ควบคุมด้วยกระแส (Current controlled current conveyor transconductance amplifier, CCCCTA) ที่เหมาะจะนำไปออกแบบวงจรประมวลสัญญาณแอนะลอก [17] ซึ่งมีข้อดีอีกหลายประการเช่น อัตราสลูว์สูง แบนด์วิธกว้าง รวมทั้งโครงสร้างวงจรที่ออกแบบจะมีลักษณะไม่ซับซ้อน สามารถควบคุมการทำงานด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ และสามารถควบคุมความต้านทานแฝงที่อินพุตด้วยกระแสไบแอส

จากปัญหาที่ได้นำเสนอหลักการข้างต้น บทความวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำเสนอ โครงสร้างวงจรกรองความถี่โหมดกระแสหลายหน้าที่ โดยใช้ CCCCTA ร่วมกับออปแอมป์ ซึ่งวงจรที่นำเสนอนี้ใช้เพียงอุปกรณ์แอคทีฟอย่างเดียว สามารถปรับค่าควอลิตี้แฟกเตอร์และค่าความถี่โพลได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ วงจรกรองความถี่ที่นำเสนอสามารถทำหน้าที่ได้ครบทุกฟังก์ชั่นพร้อมกันคือ กรองความถี่ต่ำผ่าน สูงผ่าน แถบความถี่ผ่าน จำกัดแถบความถี่ผ่าน และผ่านทุกความถี่ โดยไม่ต้องเปลี่ยนโครงสร้างใดๆของวงจร นอกจากนี้แล้ววงจรที่นำเสนอยังใช้อุปกรณ์น้อย ประกอบกับไม่ต้องการอุปกรณ์ใดที่มีความสมพงษ์กัน วงจรที่นำเสนอจึงมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน หรือพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบวงจรรวม ผลการจำลองการทำงานของวงจรโดย PSPICE แสดงถึงความสอดคล้องกับทฤษฎี ที่ได้มีการวิเคราะห์ไว้เป็นอย่างดี

2.วงจรและหลักการทำงานของวงจร

2.1 หลักการทำงานของ CCCCTA

เนื่องจากวงจรที่นำเสนอประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักหนึ่งคือ CCCCTA หัวข้อนี้จึงขอกล่าวถึง CCCCTA พอสังเขป ซึ่งความสัมพันธ์ของกระแสและแรงดันของ CCCCTA แสดงด้วยสมการในเชิงเมตริกซ์ได้ดังนี้ [17]

$$\begin{bmatrix} I_y \\ V_x \\ I_z \\ I_o \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ R_x & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & g_m & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_x \\ V_y \\ V_z \\ V_o \end{bmatrix}, \quad (1)$$

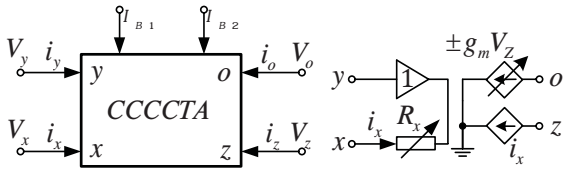
โดยที่ CCCCTA มีค่าความต้านทานแฝงทางด้านอินพุตของขา X คือ R_X มีค่าดังแสดงได้ตามสมการต่อไปนี้

$$R_x = \frac{V_T}{2I_B}, \quad (2)$$

ส่วนค่าขยายความนำถ่ายโอน g_m แสดงได้เป็น

$$g_m = \frac{I_B}{2V_T}. \quad (3)$$

เมื่อ V_T คือค่าศักดาความร้อน และ I_B คือค่ากระแสไบแอส มีสัญลักษณ์และวงจรสมมูลของ CCCCTA แสดงดังภาพที่ 1 (ก) และ (ข) ตามลำดับ



ภาพที่ 1: CCCCTA (ก) สัญลักษณ์ (ข) วงจรสมมูล

2.2 ผลคูณอัตราขยายแบนด์วิธท์ของออปแอมป์

จากคุณสมบัติของออปแอมป์ที่มีการชดเชยความถี่ภายในสามารถเขียนสมการฟังก์ชันส่งผ่าน : $A(s)$ ได้ดังนี้

$$A(s) = \frac{A_0\omega_{p1}}{s+\omega_{p1}} = \frac{B}{s+\omega_{p1}}, \quad (4)$$

เมื่อ A_0 เป็นอัตราขยายไฟตรงขณะลูปเปิด ω_{p1} เป็นความถี่ของโพลตัวแรก B เป็นผลคูณอัตราขยายแบนด์วิธท์ของออปแอมป์ซึ่งมีค่าเท่ากับ $A_0\omega_{p1}$ เมื่อ $\omega \gg \omega_{p1}$ จะพบว่า [8-14]

$$A(s) \cong \frac{B}{s}. \quad (5)$$

2.3 โครงสร้างทั่วไปของวงจรกรองความถี่โหมดกระแสหลายหน้าที่ที่นำเสนอ

โครงสร้างวงจรกรองความถี่โหมดกระแสหลายหน้าที่ประกอบไปด้วยวงจรอินทีเกรเตอร์ที่ไม่มีการสูญเสีย จำนวนสองวงจร และวงจรขยายกระแส ซึ่งแสดงแผนผังการทำงานในภาพที่ 2 [18] สามารถแสดงฟังก์ชั่นถ่ายโอนของวงจรได้ดังนี้

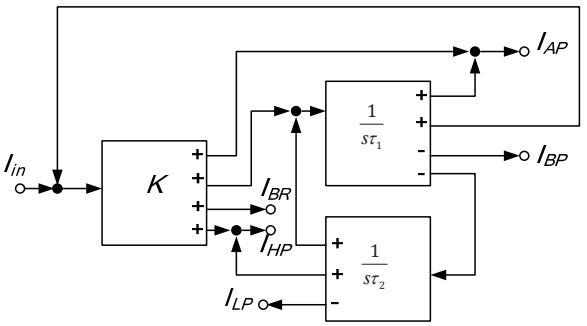
$$\frac{I_{LP}}{I_{in}} = K\frac{1}{s^2\tau_1\tau_2 + s\tau_2 K + 1}, \quad (6)$$

$$\frac{I_{BP}}{I_{in}} = K\frac{s\tau_2}{s^2\tau_1\tau_2 + s\tau_2 K + 1}, \quad (7)$$

$$\frac{I_{HP}}{I_{in}} = K\frac{s^2\tau_1\tau_2}{s^2\tau_1\tau_2 + s\tau_2 K + 1}, \quad (8)$$

$$\frac{I_{BR}}{I_{in}} = K\frac{s^2\tau_1\tau_2 + 1}{s^2\tau_1\tau_2 + s\tau_2 K + 1}, \quad (9)$$

$$\frac{I_{AP}}{I_{in}} = K\frac{s^2\tau_1\tau_2 - s\tau_2 K + 1}{s^2\tau_1\tau_2 + s\tau_2 K + 1}. \quad (10)$$



ภาพที่ 2 โครงสร้างวงจรกรองความถี่โหมดกระแสหลายหน้าที่ [18]

จากสมการที่ (6)-(10) สามารถหาความถี่โพล และควอลิตี้แฟกเตอร์เป็น

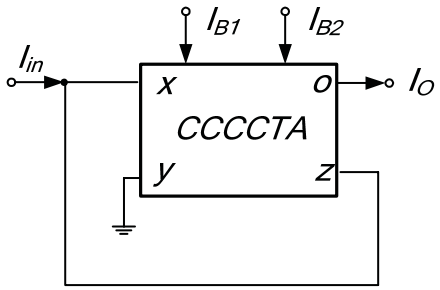
$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{\tau_1\tau_2}}, \quad (11)$$

$$Q_0 = \frac{1}{K}\sqrt{\frac{\tau_1}{\tau_2}}. \quad (12)$$

เห็นได้ว่าค่าความถี่โพล และควอลิตี้แฟกเตอร์สามารถค่าได้อย่างอิสระจากกัน โดยค่าความถี่โพลสามารถปรับได้จาก τ_1 หรือ τ_2 และค่าควอลิตี้แฟกเตอร์สามารถปรับได้โดยค่า K จากภาพที่ 2 สามารถฟังก์ชั่นถ่ายโอนของวงจรขยายกระแสดังสมการที่ (13) และแสดงวงจรขยายกระแสดังภาพที่ 3

$$I_{OA} = KI_{inA}. \quad (13)$$

เมื่อ $K = g_m R_X / 2$



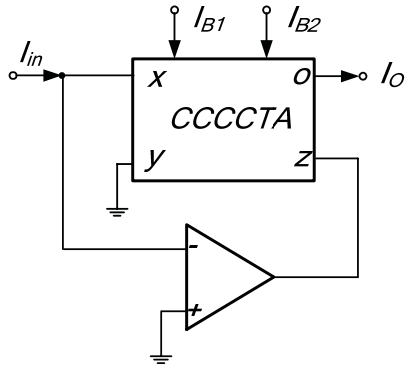
ภาพที่ 3 วงจรขยายกระแส

2.4 วงจรอินทีเกรเตอร์ที่ไม่มีการสูญเสียโดยใช้ CCCCTA

จากหลักการพื้นฐานของอุปกรณ์ และโครงสร้างวงจรกรองความถี่ ที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.1 ถึง 2.3 สามารถนำมาสร้างเป็นวงจรอินทีเกรเตอร์ที่ไม่มีการสูญเสีย ซึ่งแสดงดังภาพที่ 4 ซึ่งสามารถเขียนฟังก์ชันถ่ายโอนได้ดังสมการที่ (14)

$$\frac{I_O}{I_{in}} = \left(\frac{R_x g_m B}{s}\right), \tag{14}$$

เมื่อ $$\tau = \frac{1}{R_x g_m B}. \tag{15}$$

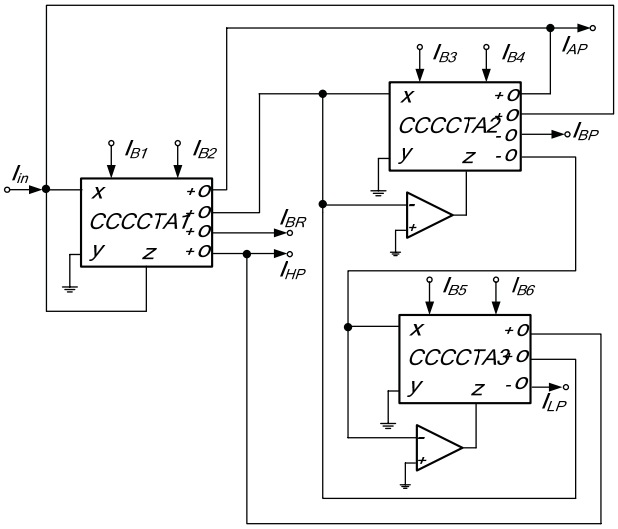


ภาพที่ 4 วงจรอินทีเกรเตอร์ที่ไม่มีการสูญเสีย

2.5 วงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ที่นำเสนอ

จากภาพที่ 4 นำมาออกแบบโครงสร้างวงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ ที่นำเสนอได้ดังภาพที่ 5 เมื่อพิจารณาวงจรในภาพที่ 5 และอาศัยคุณสมบัติของ CCCCTA จะได้ฟังก์ชั่นถ่ายโอนตามลำดับดังนี้

$$\frac{I_{LP}}{I_{in}} = \frac{g_{m1}R_{x1}}{2}\frac{1}{\frac{s^2}{g_{m2}R_{x2}B_2 g_{m3}R_{x3}B_3} + \frac{s g_{m1}R_{x1}}{2g_{m3}R_{x3}B_3} + 1}, \tag{16}$$



ภาพที่ 5 วงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ที่นำเสนอ

$$\frac{I_{BP}}{I_{in}} = \frac{g_{m1}R_{x1}}{2}\frac{\frac{s}{g_{m3}R_{x3}B_3}}{\frac{s^2}{g_{m2}R_{x2}B_2 g_{m3}R_{x3}B_3} + \frac{s g_{m1}R_{x1}}{2g_{m3}R_{x3}B_3} + 1}, \tag{17}$$

$$\frac{I_{HP}}{I_{in}} = \frac{g_{m1}R_{x1}}{2}\frac{\frac{s^2}{g_{m2}R_{x2}B_2 g_{m3}R_{x3}B_3}}{\frac{s^2}{g_{m2}R_{x2}B_2 g_{m3}R_{x3}B_3} + \frac{s g_{m1}R_{x1}}{2g_{m3}R_{x3}B_3} + 1}, \tag{18}$$

$$\frac{I_{BR}}{I_{in}} = \frac{g_{m1}R_{x1}}{2}\frac{\frac{s^2}{g_{m2}R_{x2}B_2 g_{m3}R_{x3}B_3} + 1}{\frac{s^2}{g_{m2}R_{x2}B_2 g_{m3}R_{x3}B_3} + \frac{s g_{m1}R_{x1}}{2g_{m3}R_{x3}B_3} + 1}, \tag{19}$$

$$\frac{I_{AP}}{I_{in}} = \frac{g_{m1}R_{x1}}{2}\frac{\frac{s^2}{g_{m2}R_{x2}B_2 g_{m3}R_{x3}B_3} - \frac{s g_{m1}R_{x1}}{2g_{m3}R_{x3}B} + 1}{\frac{s^2}{g_{m2}R_{x2}B_2 g_{m3}R_{x3}B_3} + \frac{s g_{m1}R_{x1}}{2g_{m3}R_{x3}B_3} + 1}. \tag{20}$$

จากสมการที่ (16)-(20) สามารถหาความถี่โพลและควอลิตี้แฟกเตอร์ได้เป็น

$$\omega_0 = \sqrt{R_{x2}R_{x3}g_{m2}g_{m3}B_2B_3}, \tag{21}$$

$$Q_0 = \frac{2}{g_{m1}R_{x1}}\sqrt{\frac{R_{x3}g_{m3}B_3}{R_{x2}g_{m2}B_2}}. \tag{22}$$

เมื่อ $R_{x1} = V_T/2I_{B1}$, $R_{x2} = V_T/2I_{B3}$, $R_{x3} = V_T/2I_{B5}$, $g_{m1} = I_{B2}/2V_T$, $g_{m2} = I_{B4}/2V_T$, $g_{m3} = I_{B6}/2V_T$ และเพื่อให้ง่ายต่อการพิจารณาจึงกำหนดให้ $B_2 = B_3 = B$ จากสมการที่ (21) และ (22) สามารถเขียนใหม่ได้ดังนี้

$$\omega_0 = \frac{B}{4}\sqrt{\frac{I_{B4}I_{B6}}{I_{B3}I_{B5}}}, \tag{23}$$

$$Q_0 = \frac{8I_{B1}}{I_{B2}}\sqrt{\frac{I_{B3}I_{B6}}{I_{B4}I_{B5}}}, \tag{24}$$

จากสมการที่ (23) และ (24) หากกำหนดให้ $I_{B3} = I_{B5}$ จะพบว่าสามารถใช้กระแสนี้ในการควบคุมค่า ω_0 โดยไม่ส่งผลกระทบต่อค่า Q_0 ในทำนองเดียวกัน หากปรับค่า I_{B1} หรือ I_{B2} ก็ใช้กระแสนี้ในการควบคุมค่า Q_0 ไม่ส่งผลกระทบต่อค่า ω_0 จึงสรุปได้ว่า วงจรนี้ สามารถปรับค่าควอลิตี้แฟกเตอร์และความถี่โพลของวงจรกรองความถี่ได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์อย่างเป็นอิสระต่อกัน ส่วนค่าแบนด์วิธท์หาได้จาก

$$BW = \frac{\omega_0}{Q_0} = \frac{BI_{B2}I_{B4}}{32I_{B1}I_{B3}}. \qquad (25)$$

2.6 ความไวของโครงข่าย

ความไวของความถี่โพลของวงจรที่นำเสนอหาได้จาก

$$S_B^{\omega_0} = 1, S_{I_{B3},I_{B5}}^{\omega_0} = -\frac{1}{4}, S_{I_{B4},I_{B6}}^{\omega_0} = \frac{1}{4}, \qquad (26)$$

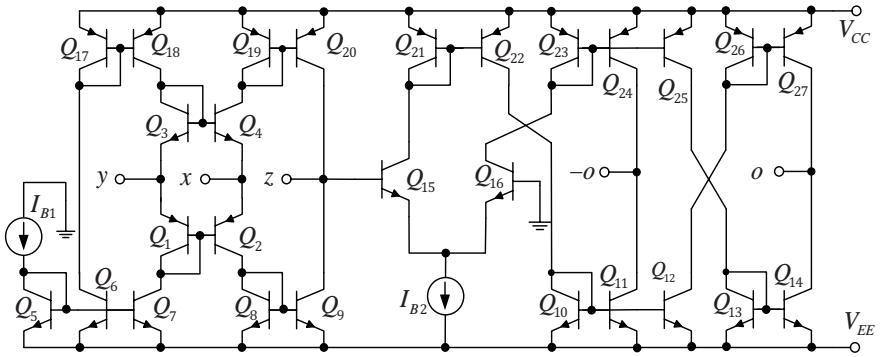
ขณะที่ความไวของควอลิตี้แฟกเตอร์คือ

$$S_{I_{B1}}^{Q_0} = 1; S_{I_{B2}}^{Q_0} = -1; S_{I_{B3},I_{B6}}^{Q_0} = \frac{1}{2}; S_{I_{B4},I_{B5}}^{Q_0} = -\frac{1}{2}. \qquad (27)$$

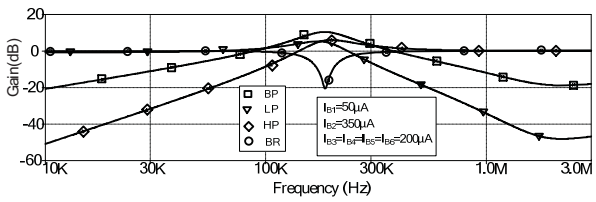
ซึ่งจะพบว่าความไวของวงจรมีค่าต่ำ หมายถึงวงจรจะมีผลกระทบน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์

3. ผลการจำลองการทำงาน

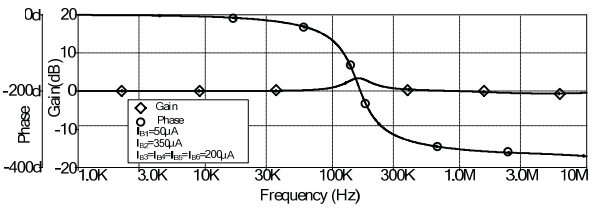
เพื่อเป็นการยืนยันและทดสอบสมรรถนะของวงจรที่นำเสนอ จึงได้จำลองการทำงานของวงจรผ่านโปรแกรม PSPICE สำหรับทรานซิสเตอร์ PNP และ NPN ที่ใช้ในการจำลองการทำงานของวงจรได้ใช้พารามิเตอร์ของทรานซิสเตอร์เบอร์ PR200N และ NR200N ตามลำดับ ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์อาร์เรย์ ALA400 ของ AT&T [19] และออปแอมป์เบอร์ MC1741 แรงดันไฟเลี้ยงเท่ากับ ± 12V และมีโครงสร้างภายในแสดงดังภาพที่ 6 ส่วนภาพที่ 7 แสดงผลการจำลองการทำงานของวงจรกรองความถี่ที่นำเสนอ ซึ่งเป็นการตอบสนองทางความถี่ของฟังก์ชั่นต่างๆที่ได้จากวงจรกรองความถี่ที่นำเสนอ เมื่อปรับค่า $I_{B1} = 50\mu A, I_{B2} = 350\mu A$ และ $I_{B3} = I_{B4} = I_{B5} = I_{B6} = 200\mu A$ ในภาพที่ 8 แสดงผลตอบสนองทางขนาดและเฟสของฟังก์ชั่นกรองผ่านทุกความถี่ ส่วนภาพที่ 9 แสดงผลตอบสนองทางขนาดของฟังก์ชั่นกรองแถบความถี่ผ่าน เมื่อเปลี่ยนแปลงค่า I_{B1} ไว้ที่ $50\mu A, 100\mu A$ และ $150\mu A$ และสามารถปรับแบนด์วิธท์ของผลตอบสนองได้ด้วยกระแสไบแอส I_{B1} ในภาพที่10 คือผลตอบสนองทางขนาดของฟังก์ชั่นกรองแถบความถี่ผ่านเมื่อเปลี่ยนแปลงค่า $I_{B3} = I_{B5}$ ไว้ที่ $200\mu A, 300\mu A$ และ $400\mu A$ จากผลการจำลองพบว่า สามารถปรับค่าควอลิตี้แฟกเตอร์และความถี่โพล ได้อย่างเป็นอิสระต่อกันสอดคล้องกับสมการที่ (23) และ (24)



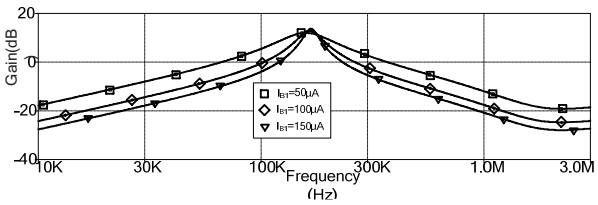
ภาพที่ 6 โครงสร้างภายในของ CCCCTA



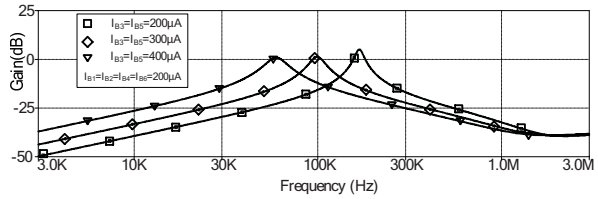
ภาพที่ 7 ผลตอบสนองทางขนาดของวงจรกรองความถี่



ภาพที่ 8 ผลตอบสนองทางขนาดและเฟสของฟังก์ชั่นกรองผ่านทุกความถี่



ภาพที่ 9 ผลตอบสนองทางขนาดของฟังก์ชั่นกรองแถบความถี่ผ่านเมื่อเปลี่ยนแปลงค่า I_{B1}



ภาพที่ 10 ผลตอบสนองทางขนาดของฟังก์ชั่นกรองแถบความถี่ผ่านเมื่อเปลี่ยนแปลงค่า $I_{B3} = I_{B5}$

4. สรุป

บทความนี้นำเสนอ วงจรกรองความถี่โหมดกระแสแบบหลายหน้าที่ ลักษณะเด่นของวงจรคือ สามารถให้ฟังก์ชั่นการถ่ายโอนได้ครบทุกฟังก์ชั่น คือ กรองความถี่ต่ำผ่าน สูงผ่าน แถบความถี่ผ่าน จำกัดแถบความถี่ผ่าน และผ่านทุกความถี่ วงจรที่นำเสนอประกอบไปด้วยเพียง CCCCTA จำนวน 3 ตัว และออปแอมป์ที่มีการชดเชยความถี่ภายใน จำนวน 2 ตัว ซึ่งปราศจากอุปกรณ์พาสซีฟใดๆ โดยสามารถปรับค่าควอลิตี้แฟกเตอร์ และค่าความถี่โพลได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถประยุกต์ เพื่อรองรับการควบคุมโดยผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยง่าย [4] ด้วยลักษณะเด่นดังที่ได้กล่าว จึงเหมาะสมกับการนำไปพัฒนาให้อยู่ในรูปของวงจรรวม

5. เอกสารอ้างอิง

[1] I. A. Khan, and S. Khawaja, “An Integrable gm-C quadrature Oscillator,” Int. J. Electron., vol. 87, pp. 1353-1357, 2000.

[2] M.T. Abuelma’atti and M.A. Al-Qahtani, “A Grounded-resistor current conveyor-based active-R multiphase sinusoidal oscillator,” Analog Integrated. Circuits Signal Process, pp. 29–34, 1998.

[3] วินัย ใจกล้า, เกรียงไกร สุขสุด และ มนตรี ศิริปรัชญานันท์, “วงจรกรองความถี่โหมดกระแสแบบหลายหน้าที่โดยใช้ CCCDBAs ที่ควบคุมได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์,” 2549.

[4] C. Tomazou, and F. J. Lidgey. “Universal active filter using current conveyors”. Electronics. Letters, vol. 22, pp. 662-664, 1986.

[5] V. K. Singh and R. Senani. “New Multifunction active filter configuration employing current conveyors”. Electronics Letters, vol. 26, pp. 1814-1816, 1990.

[6] C. L. Hou, C. C. Huang, Y. S. Lan, J. J. Shaw, and C. M. Chang, “Current-mode and voltage-mode universal biquads using a single current-feedback amplifier,” International Journal of Electronics, vol. 86, pp. 929-932, 1999.

[7] Jiun-Wei Horng. “Hign-input impedance voltage-mode universal biquadratic filter using three plus-type CCIIs”. IEEE Transition on Circuit and System, vol.48, no.10, pp. 996-997, 2001.

[8] C. Toumazou, F. J. Lidgey, and D. G. Haigh, Analogue IC design: the current-mode approach, Peregrinus, London, 1990

[9] M. T. Abuelma’Atti, and A. Bentrcia, “Multi-function active-only current-mode filter with three input and one output,” International Journal of Electronics, vol. 85, pp. 431-435, 1998.

[10] T. Tsukutani, M. Higashimura, Y. Sumi, and Y. Fuhui, “Electronically tunable current-mode active-only biquaratic filter,” Int. J. Electron., vol. 87, pp. 307-314, 2000.

[11] A. K. Singh and R. Senani, “Low-component-count active-only immittance and their application in realising simple multifunction biquads,” Electronics Letters, vol. 34, pp. 718-719, 1998.

[12] มนตรี ศิริปรัชญานันท์, “วงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นซายน์ชนิด ควอเดรเจอร์โหมดกระแสที่ใช้เพียงอุปกรณ์แอคทีฟและสามารถควบคุมความถี่ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์” การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 27 (EECON-27), หน้าที่ 245-248, 2547.

[13] T. Tsukutani, Y. Kinugasa, Y. Sumi, M. Higashimura, and Y. Fuhui, “Novel current-mode active-only biquad with loss-less and lossy integrators,” Int. J. Electron, vol. 90, pp. 627-633, 2003.

[14] N.A. Shah, S.Z. Iqbal, and M.F. Rather, “Electronically tunable tingle input five outputs active only universal filter,” Int. J. Electron., vol. 1, pp. 335-343, 2006.

[15] S. Minaei , O. Cicekoglu, H. Kuntman, and S. Turkoz, “Electronically tunable, active only floating inductance simulation,” Int. J. Electron., vol. 89, no. 12, pp. 905–912, 2002.

[16] K. Klahan, W. Tangsrirat, and W. Surakampontorn, “Realization of multiphase sinusoidal oscillator using CDBAs,” IEEE Asia-Pacific Conf. Circ. Sys, pp. 725–728, 2004

[17] M. Siripruchyanun, and W. Jaikla, “Current controlled current conveyor transconductance amplifier (CCCCTA): a building block for analog signal processing,” Proceeding of ISCIT 2007, pp. 1072-1075, 2007.

[18] W. Chunhua, Z. Lin, and L. Tao, “A new OTA-C current-mode biquad filter with single input and multiple outputs,” International Journal of Electronics and Communications, vol. 62, pp. 232-234, 2008.

[19] D. R. Frey, “Log-domain filtering: an approach to current-mode filtering,” IEE Proceeding of Circuit Devices Systems, vol.140, pp. 406-416, 1993.

วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

รหัสบทความ

NCTeched 03 TME 01-NCTeched 03 TME 16

การศึกษาการแปรผันสัดส่วนของแก๊สปกคลุมในกระบวนการเชื่อมทังสเตนอาร์กอน ต่อคุณภาพ งานเชื่อม เหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ เกรด UNS S31803

A study of gas shielded ratio variation of GTAW process on welded properties of Duplex stainless steel UNS S31803

อังคาร คำเรือน[1], สันติรัฐ นันสะอาง[2], สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล[2]
Angkarn Kamruan[1], Santirat Nansa-arng[2], Sittichai Kaewkuekool[2]

[1] นักศึกษาปริญญาครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
[2] รองศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงแปรผันสัดส่วนของแก๊สออกซิเจนในแก๊สปกคลุมหลักระหว่างแก๊สฮีเลี่ยมและอาร์กอนในงานเชื่อมทิกที่มีผลต่อรูปร่างรอยเชื่อมของการซึมลึกที่ใช้กับเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ เกรด UNS S31803 ผลการทดลองพบว่าแก๊สออกซิเจนมีผลกระทบต่อรูปร่างของรอยเชื่อม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลที่ได้คือ อิทธิพลของก๊าซปกคลุมต่อรูปร่างเมื่อเติมแก๊สออกซิเจนเข้าไปเพื่อผสมกับแก๊สปกคลุมหลักระหว่างแก๊สฮีเลี่ยมและอาร์กอนพบว่ารูปร่างรอยเชื่อมมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญจากลักษณะชนิดที่กว้างตื้นกลายเป็นลักษณะที่ลึกแคบและอัตราส่วนความลึกต่อความกว้างมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทิศทางของ Marangoni convection จากทิศทางที่แพร่ออกด้านข้างกลายเป็นทิศทางที่แพร่ลงด้านล่าง

คำสำคัญ: รูปร่างรอยเชื่อม แก๊สปกคลุมผสม เหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์

Abstract

This thesis was to study the gas shielded ratio variation of oxygen in helium-argon is based on shielded GTAW on weld shape of weld penetration. They are systematically investigated by bead-on-pale welding on UNS S31803 duplex stainless steel. It showed the mean difference in significant at the .05 level. The results showed that amount of oxygen addition to He-Ar mixed shielding can significantly changed the weld shape from a wide narrow type to narrow deep one. And the weld dept per/width ratio can be doubled due to the changed in Marangoni convection condition from an outward to an inward direction.

Keyword: weld shape, mixed shielding gas, duplex stainless steel

1. บทนำ

เนื่องจากเหล็กกล้าไร้สนิมมีหลายประเภท โดยแตกต่างกันไปตามส่วนผสมทางเคมี ซึ่งมีผลต่อทั้งโครงสร้างจุลภาค คุณสมบัติเชิงกล และการใช้งาน ซึ่งความสามารถในการเชื่อมของแต่ละกลุ่มก็แตกต่างกันด้วย กระบวนการเชื่อมที่กำเนิดความร้อนที่ได้จากพลังงานไฟฟ้า จะทำให้เกิดวัฏจักรของความร้อน (Thermal Cycle) ขึ้นกับเนื้อโลหะงานที่อยู่ใกล้ชิดกับรอยเชื่อม ความร้อนที่เกิดขึ้นไม่เพียงแต่จะทำให้เกิดการหลอมละลายของโลหะตรงรอยต่อของชิ้นงานเท่านั้นมันยังมีผลต่อโครงสร้างของโลหะงานที่อยู่ใกล้กับบ่อหลอมละลายของรอยเชื่อม โดยแบ่งออกได้สามส่วน ดังนี้ คือ 1) ส่วนของรอยเชื่อม (Weld Metal) เป็นส่วนที่เกิดจากการเย็นตัวของบ่อหลอมละลาย 2) บริเวณได้รับผลกระทบจากความร้อน (Heat Affect Zone) อันได้แก่ ส่วนของโลหะงานซึ่งอยู่ใกล้ชิดกับรอยเชื่อม ความร้อนจากบ่อหลอมละลาย และการเย็นตัวของงานมีผลกระทบโดยตรงต่อโครงสร้างของโลหะงานในส่วนนี้มาก 3) บริเวณที่ถัดจากบริเวณกระทบร้อน (HAZ) ออกมาโครงสร้างของโลหะตลอดจนส่วนผสมทางเคมีในส่วนนี้ยังคงเดิม [1]

จากด้านความสำคัญข้างต้น ทำให้พบว่าการเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์โดยทั่วไปจะมีข้อกำหนดวิธีดำเนินการเชื่อมไว้ ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะศึกษาการแปรผันสัดส่วนของแก๊สปกคลุมในกระบวนการเชื่อมทังสเตนอาร์กอนต่อคุณภาพงานเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ เกรด UNS S31803 เพื่อที่จะนำไปใช้งานได้จริงที่สามารถประยุกต์ในการอุตสาหกรรมการเชื่อมต่อไป โดยให้เกิดคุณภาพ และประสิทธิภาพการให้มากที่สุด

2. การดำเนินการทดลอง

2.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

วัสดุที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นชิ้นงานทดลองโดยใช้เหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ เกรด UNS S31803 มีคุณลักษณะดังนี้

1) ส่วนผสมทางเคมี 22.4 Cr, 1.6 Mn, 4.7 Ni, 3.0 Mo, 0.03 C, 0.21 N, 0.58 Si, 0.029 P, 0.001 S

2) มีขนาดความกว้าง 50 ×100 ×10 มม.

3) ขึ้นรูปด้วยเครื่องเลื่อยกลและปรับขนาดด้วยเครื่องไสและลบคมด้วยตะไบ

2.2 แก๊สคลุม

แก๊สคลุมเป็นแก๊สผสมระหว่างแก๊สอาร์กอนกับแก๊สฮีเลี่ยมและแก๊สออกซิเจนโดยใช้ชุดผสมแก๊สและปรับอัตราการไหลของแก๊สอาร์กอนคงที่ 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยแปรผันแก๊สออกซิเจน 1 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ สำหรับใช้ในการปกคลุมที่อัตราการไหลของแก๊สเท่ากับ 15 ลิตรต่อนาที

2.3 การทดลองเบื้องต้น

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีการดำเนินการทดลอง เพื่อให้ได้ค่าตัวแปรที่เหมาะสมเป็นบรรทัดฐานให้ การทดลองมีความเที่ยงตรง น่าเชื่อถือ จึงได้มีปฏิบัติการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study) เพื่อหาระดับของความเร็ว และกระแสไฟในการเชื่อม ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในการศึกษา ทั้งนี้ตัวแปรอื่นๆ เช่นแก๊สปกคลุม ชนิดของทังสเตน ระยะอาร์ค มุมของหัวเชื่อม และเทคนิคการเชื่อมกำหนดให้เป็นค่าคงที่ ค่าตัวแปรสำหรับใช้ในการทดลองเชื่อมเบื้องต้น ความเร็วของการเชื่อม 50 mm./min กระแสไฟเชื่อม 140 Amp.

หลังจากทดลองปฏิบัติการเชื่อมจนกระทั่งได้ค่าตัวแปรที่เหมาะสมและสัมพันธ์กันได้รอยเชื่อมมีความสมบูรณ์ ไม่มีจุดบกพร่อง จึงทำการทำการปฏิบัติการเชื่อม ตามที่ได้ออกแบบการทดลองในขั้นตอนต่อไป

2.4 การทดลอง

1) เตรียมชิ้นงาน และทำความสะอาด เพื่อกำจัดสิ่งสกปรก เช่น คาบน้ำมันไขมัน และ สิ่งสกปรก

2) เตรียมเครื่องเชื่อมพร้อมอุปกรณ์ ปรับตัวแปรการเชื่อม (Set Up) เช่น กระแสไฟเชื่อม ความเร็วในการเชื่อม ความเร็วในการเชื่อม มุมหัวเชื่อม ระยะอาร์ค และอัตราการไหลของแก๊สปกคลุม ที่ 15 ลิตร/ลูกบาศก์ฟุต

3) วางชิ้นงานเชื่อมในตำแหน่ง 1G (ท่าราบ) บนอุปกรณ์จับยึด

4) เปิดแก๊สปกคลุมอัตราการไหลที่ 15 L/min

5) เชื่อมชิ้นงานโดยใช้เทคนิคการเชื่อมแบบเดินหน้า (Fore Hand)

6) ปล่อยให้ชิ้นงานเย็นตัวในอากาศ

7) ปฏิบัติการเชื่อมโดยเลือกชิ้นงานตามลำดับและเปลี่ยนค่าตัวแปรการเชื่อม (Set up) ใหม่

8) ตรวจสอบ และเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง

2.5 การตรวจสอบผลกระทบแก๊สปกคลุมต่อรูปร่าง แนวเชื่อม

มีลำดับขั้นการดำเนินการดังนี้

1) การเตรียมชิ้นงานทดสอบ

2) การปรับระดับผิวหน้าของชิ้นงานทดสอบ ด้วยเครื่องกลึง

3) การขัดด้วยกระดาษทราย (Grinding) ด้วยเบอร์ 150, 300, 600, 1000 และ1200 ตามลำดับ

4) การขัดมัน (Polishing)

5) การกัดกรดด้วยสารละลาย (Etching) ด้วยไฟฟ้า

6) การตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Microscopy)

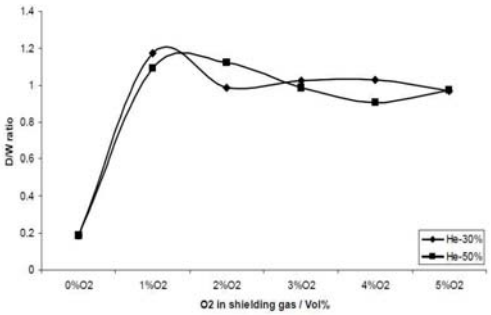
7) การถ่ายภาพรูปร่างแนวเชื่อมด้วยเครื่องมาโคร

8) วัดขนาดและบันทึกค่าของรูปร่างแนวเชื่อมด้วยเครื่อง Measuring Microscope

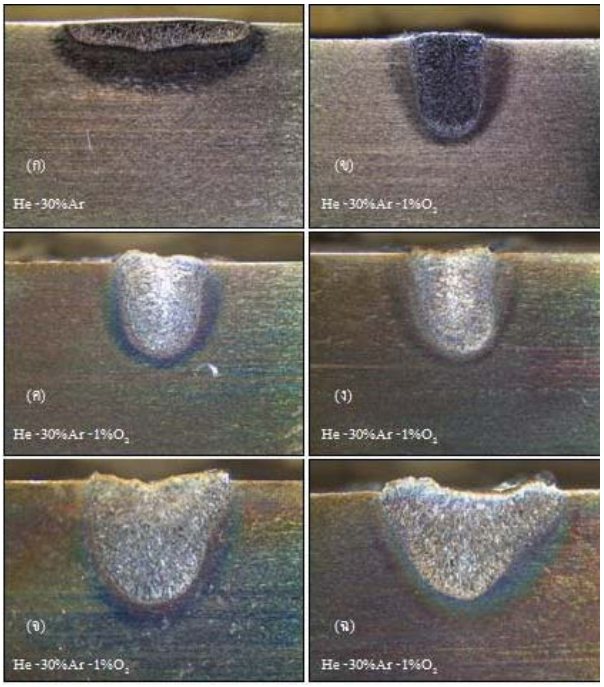
3. ผลการทดลอง

3.1 ผลของอัตราส่วนความลึกต่อความกว้างของรูปร่างแนวเชื่อม

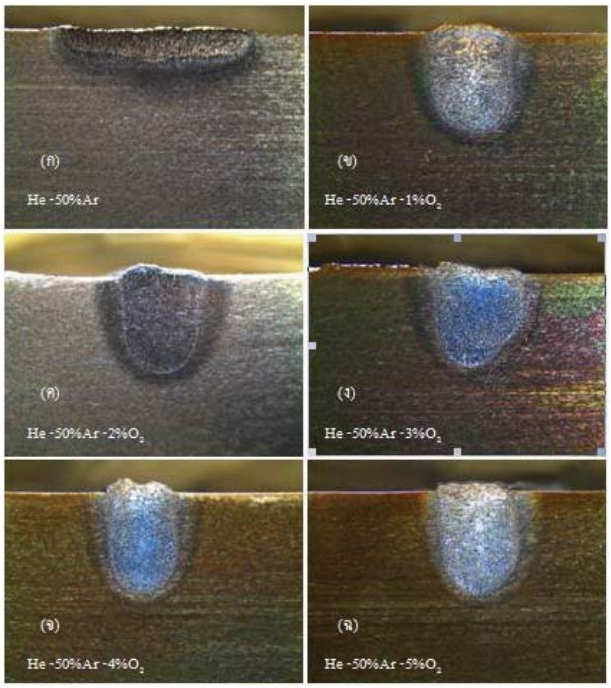
ในการทดลองการเชื่อม GTAW ของการเชื่อมแบบเดินแนวบนชิ้นงานโดยการแปรผันสัดส่วนแก๊สปกคลุมคงที่ระหว่าง 30% กับ 50 % ของแก๊สอาร์กอนและแก๊สปกคลุมแปรผัน He - 0%O_2, He - 1%O_2, He - 2%O_2, He - 3%O_2, He - 4%O_2 และ He - 5%O_2 ที่ปริมาณแก๊สฮีเลี่ยมและแก๊สออกซิเจนต่างกัน อัตราส่วนความลึกต่อความกว้างของรูปร่างแนวเชื่อมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นที่การแปรผันสัดส่วนแก๊สปกคลุมคงที่ ระหว่าง 30% กับ 50 % ของแก๊สอาร์กอนและแก๊สปกคลุมแปรผัน (He - O_2) เพิ่มขึ้นในช่วง 0 ถึง 1% ของแก๊สออกซิเจนและ ที่ในช่วง 1% ถึง 5% ของแก๊สออกซิเจน การแปรผันสัดส่วนแก๊สปกคลุมคงที่ ระหว่าง 30% กับ 50 % ของแก๊สอาร์กอนและแก๊สแปรผัน He - O_2 มีอัตราส่วนความลึกต่อความกว้างของรูปร่างแนวเชื่อมมีค่าคงที่โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.9-1.1



ภาพที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ก๊าซออกซิเจนของก๊าซปกคลุมต่อรูปร่างแนว อัตราส่วนความลึกต่อความกว้างของรูปร่างแนวเชื่อม



ภาพที่ 2 ภาพตัดรูปร่างแนวเชื่อมที่มีการแปรผันสัดส่วนแก๊สปกคลุมของ 30%Ar (ก) He -30%Ar, (ข) He -30%Ar -1%O_2 ,(ค) He -30%Ar -2%O_2 ,(ง) He -30%Ar -3%O_2 ,(จ) He -30%Ar -4%O_2 ,(ฉ) He -30%Ar -5%O_2



ภาพที่ 3 ภาพตัดรูปร่างแนวเชื่อมที่มีการแปรผันสัดส่วนแก๊สปกคลุมของ 50%Ar ,50%Ar (ก) He -50%Ar, (ข) He -50%Ar -1%O_2 ,(ค) He -50%Ar -2%O_2 ,(ง) He -50%Ar -3%O_2 ,(จ) He -50%Ar -4%O_2 ,(ฉ) He -50%Ar -5%O_2

3.2 ผลกระทบของแก๊สออกซิเจนในการเชื่อมทิกต่อรูปร่างแนวเชื่อมภายใต้แก๊สปกคลุม He-Ar- O_2

จากการทดลองปริมาณแก๊สปกคลุมที่ผสมกันระหว่างแก๊สฮีเลี่ยมและแก๊สอาร์กอนที่มีปริมาณสัดส่วนระหว่าง He-30%Ar และ He-50%Ar เมื่อเติมออกซิเจนลงเพียงเล็กน้อยเพื่อศึกษาผลกระทบจากออกซิเจนพบว่าในภาพที่ 2 และ 3 แสดงรูปร่างแนวเชื่อมโดยมีแก๊สออกซิเจนจาก 0%-5% ใน He-30%Ar-O2 และ He-50%Ar-O2 ใช้เป็นแก๊สปกคลุมที่ระยะอาร์ค 1 มิลลิเมตร ผลที่ได้ของรูปร่างแนวเชื่อมจะกว้างและตื้นภายใต้แก๊ส He-30%Ar และ He-50%Ar แสดงในภาพ 2(ก) และ 3(ก) สำหรับใน He-30%Ar เมื่อปริมาณออกซิเจนที่ถูกผสมเข้าไป ที่ 1-3% อัตราส่วนของความลึกต่อความกว้างจะเพิ่มขึ้นซึ่งทำให้รูปร่างแนวเชื่อมก็จะเปลี่ยนจากแบบกว้างและตื้นกลายเป็นลึกและแคบที่แสดงในภาพที่ 2(ข-ง) และเมื่อเติมปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้นที่ 4-5% อัตราส่วนของความลึกต่อความกว้างจะมีค่าประมาณเท่ากับ 1.0 และรูปร่างแนวเชื่อมจะกลับมากว้างและเว้าดังที่แสดงในภาพที่ 2(จ-ฉ) สำหรับใน He-50%Ar เมื่อปริมาณออกซิเจนที่ถูกผสมเข้าไปที่ 1-5% อัตราส่วนของความลึกต่อความกว้างจะเพิ่มขึ้นมีค่าประมาณเท่ากับ 1.0 ซึ่งทำให้รูปร่างแนวเชื่อมก็จะเปลี่ยนจากแบบกว้างและตื้นกลายเป็นลึกและแคบที่แสดงในภาพที่ 3 (ข-ฉ)

4. บทสรุป

4.1 อิทธิพลของพารามิเตอร์ต่อผลกระทบของแก๊สปกคลุมต่อรูปร่างแนวเชื่อมที่แก๊สอาร์กอน 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเชื่อมต่อต่อผลกระทบของแก๊สปกคลุมต่อรูปร่างแนวเชื่อมที่แก๊สอาร์กอน 30 , 50 เปอร์เซ็นต์พบว่าตัวแปรแก๊สออกซิเจนส่งผลต่อค่ารูปร่างของรอยเชื่อม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางการวิเคราะห์สถิติและค่าความแปรปรวน (ANOVA) ก๊าซออกซิเจนของแก๊สปกคลุมที่มีผลกระทบต่อรูปร่างแนวเชื่อม (Weld Shape) โดยใช้สถิติ One-Way ANOVA

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
width	Treatment	31.257	5	6.251	372.288	.000
	errer	.101	6	.017		
	Total	31.357	11			
depth	Treatment	14.707	5	2.941	104.243	.000
	errer	.169	6	.028		
	Total	14.876	11			
D_W	Treatment	1.211	5	.242	70.615	.000
	errer	.021	6	.003		
	Total	1.232	11			

* The mean difference is significant at the .05 level.

จากผลการทดลองที่พิจารณาจากค่ารูปร่างของรอยเชื่อมของพารามิเตอร์การเชื่อมที่มีค่าสูงสุดได้แก่ การเชื่อมที่พารามิเตอร์ He-Ar30% ที่ผสมด้วยแก๊สออกซิเจน 5% มีค่าความกว้างรอยเชื่อมเท่ากับ 4.92 mm. มีค่าความลึกรอยเชื่อมเท่ากับ 4.78 mm. และการเชื่อมที่พารามิเตอร์ He-Ar30% ที่ผสมด้วยแก๊สออกซิเจน 1% มีค่าอัตราส่วนความลึกต่อ

ความกว้างของรอยเชื่อมเท่ากับ 1.174 และจากค่ารูปร่างของรอยเชื่อม ของพารามิเตอร์การเชื่อมที่มีค่าสูงสุดได้แก่ การเชื่อมที่พารามิเตอร์ He-Ar50% ที่ผสมด้วยแก๊สออกซิเจน 5% มีค่าความกว้างรอยเชื่อมเท่ากับ 4.95 mm. การเชื่อมที่พารามิเตอร์ He-Ar50% ที่ผสมด้วยแก๊สออกซิเจน 4% มีค่าความลึกรอยเชื่อมเท่ากับ 4.33 mm. และการเชื่อมที่พารามิเตอร์ He-Ar30% ที่ผสมด้วยแก๊สออกซิเจน 2% มีค่าอัตราส่วนความลึกต่อความกว้างของรอยเชื่อมเท่ากับ 1.124

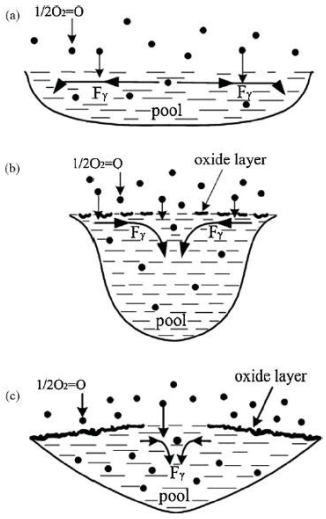
4.2 อภิปรายผล

ในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบของรูปร่างแนวเชื่อมที่มีตัวแปรแก๊สปกคลุมที่เกี่ยวข้องคือ แก๊สอาร์กอน แก๊สฮีเลี่ยม และแก๊สออกซิเจน เพื่อจะศึกษาถึงแก๊สปกคลุมที่แปรผันกันทำให้มีผลกระทบต่อรูปร่างแนวเชื่อม โดยสนใจถึงผลกระทบจากแก๊สออกซิเจนที่มีความสัมพันธ์ของรูปร่างแนวเชื่อมโดยมีแก๊สปกคลุมที่มีปริมาณสัดส่วนที่ถูกผสมระหว่าง He-Ar30% และ He-50%Ar เมื่อมีการเติมปริมาณแก๊สออกซิเจนเข้าไปทำให้รูปร่าง แนวเชื่อมเปลี่ยนจากรูปร่างรอยเชื่อมที่กว้างตื้นจะกลายเป็นรูปร่างรอยเชื่อมที่ลึกและแคบ และผลกระทบต่ออัตราส่วนความลึกต่อความกว้างของรูปร่างแนวเชื่อมที่ปริมาณแก๊สออกซิเจน 0 % มีค่า 0.18 ซึ่งน้อยกว่า แก๊สออกซิเจนที่1 ถึง 5 % มีค่าระหว่าง 0.9 ถึง 1.2 ดังนั้นแก๊สออกซิเจนมีผลกระทบต่ออัตราส่วนความลึกต่อความกว้างของรูปร่างแนวเชื่อมและ การหลอมลึกมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากแก๊สออกซิเจนที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดพลังงานทางด้านการพาความร้อนและการเกิด Oxidizing เพิ่มขึ้น

จากการทดลองพบว่าค่าตัวแปรที่ไม่มีแก๊สออกซิเจนของแก๊สปกคลุม He-30%Ar และ He-50%Ar ที่ใช้ในการเชื่อมที่ระยะอาร์ค 1 มิลลิเมตร ผลที่ได้ของรูปร่างแนวเชื่อมจะตื้นและกว้าง โดยสอดคล้องกับงานวิจัยในงานเชื่อมทิกกับวัสดุที่เป็นเหล็กกล้าไร้สนิม SUS304 ของ Shanping lu, Hidetoshi และ Kiyoshi [3] ซึ่งได้กล่าวว่า แรงตึงผิวจะลดลงเมื่ออุณภูมิสูงขึ้นดังสมการ $d\sigma/dT < 0$ โดยจะทำให้การพาความร้อนของ Marangoni Convection มีทิศทางแพร่ออกด้านข้างทำให้รูปร่างแนวเชื่อมมีลักษณะกว้างและตื้นดังแสดงในรูปที่ 3(a) เมื่อมีปริมาณออกซิเจนที่ถูกผสมเข้าไปรูปร่างแนวเชื่อมก็จะเปลี่ยนจากแบบตื้นและกว้างกลายเป็นลึกและแคบเพราะทิศทางในการพาความร้อนของ Marangoni Convection จะมีทิศทางการแพร่ลงด้านล่าง ทำให้รูปร่างแนวเชื่อมมีลักษณะลึกและแคบ แสดงในรูปที่ 3(b)

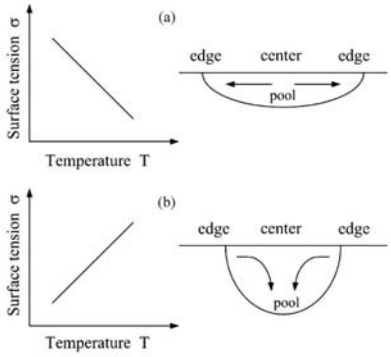
การวิเคราะห์ออกซิเจนที่เกิดการรวมตัวในบ่อหลอมของโลหะ เมื่ออัตราความลึกต่อความกว้างของ He-30%Ar และ He-50%Ar จะมีค่าอยู่ที่ 0.188 และเมื่อออกซิเจนมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากกว่าหรือเท่ากับ 1% จะมีค่าอยู่ที่ 1.174 และ 1.092 ตามลำดับ รูปร่างแนวเชื่อมจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อความร้อนในบ่อหลอมของโลหะทำให้รูปร่างแนวเชื่อมมีลักษณะลึกและแคบโดยตัวนำและการพาความร้อนที่เป็นปัจจัยหลักที่จะส่งผลกระทบต่อรูปร่างบ่อหลอมของโลหะสำหรับการเชื่อมทิก Shanping lu, Hidetoshi และ Kiyoshi [2] ได้กล่าวว่า การนำพาความร้อน Marangoni Convection เพียงอย่างเดียวที่จะสามารถชักนำให้ค่าแรงตึงผิวเปลี่ยนแปลงได้ในกระบวนการเชื่อม โดยแรงตึงผิวจะลดลง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น คือ $d\sigma/dT>0$ สำหรับโลหะและโลหะผสมทั่วไปในบ่อหลอมโลหะของวัสดุแรงตึงผิวจะมากที่สุดที่บริเวณขอบผิวของบ่อหลอมละลายโดยจะมากกว่าบริเวณที่อยู่ตรงกลางของบ่อหลอมของโลหะ ดังนั้นความร้อนจะถูกส่งผ่านไปได้ง่ายไปยังขอบและรูปร่างรอยเชื่อมจะมีลักษณะกว้างและตื้น สำหรับการทดลองในงานวิจัยนี้โดยใช้แก๊สปกคลุม He-30%Ar พบว่าเมื่อปริมาณออกซิเจนที่ถูกผสมเข้าไป ที่ 1-3% อัตราส่วนของความลึกต่อความกว้างจะเพิ่มขึ้นซึ่งทำให้รูปร่างแนวเชื่อมก็จะเปลี่ยนจากแบบกว้างและตื้นกลายเป็นลึกและแคบ เนื่องจากการพาความร้อนของ Marangoni Convection จะมีทิศทางการแพร่ลงด้านล่าง ทำให้รูปร่างแนวเชื่อมมีลักษณะลึกและแคบโดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Taimatsu, Nogi และ Ogino [4] กล่าวว่าสัมประสิทธิ์ของค่าอุณหภูมิวิกฤตที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางการพาความร้อนที่มีทิศทางการแพร่ลงด้านล่างของโลหะเหล็กบริสุทธิ์อยู่ที่ 100 ppm และ โลหะเหล็กสแตนเลส SUS304 อยู่ที่ 150 ppm และจากการทดลองในงานวิจัยนี้ที่แก๊สปกคลุม He-30%Ar เมื่อเติมปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้นที่ 4-5% รูปร่างแนวเชื่อมจะกลับมากว้างและเว้า เนื่องจากพลังงานความร้อนที่มีอยู่มากทำให้หัวเชื่อมเกิด

การสึกหรอได้ง่ายทำให้ระยะในการอาร์คเปลี่ยนไปจึงทำให้รูปร่างรอยเชื่อมมีทิศทางการพาความร้อนแพร่ออกด้านข้างแต่เนื่องจากความร้อนที่มีอยู่มากบริเวณตรงกลางแพร่ลงด้านล่างด้วยโดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Shanping lu, Hidetoshi และ Kiyoshi [2,3] ได้กล่าวว่า รูปร่างแนวเชื่อมที่มีลักษณะกว้างและเว้า ซึ่งการพาความร้อนของ Marangoni Convection ไม่ใช่ปัจจัยหลักในการเกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางการแพร่ ดังแสดงในรูปที่ 5.1(c)



ภาพที่ **4** แสดงการพาความร้อนของบ่อหลอมแนวเชื่อมและการเกิดคราบออกไซด์ที่ผิวหน้า

สำหรับในการทดลอง แก๊สปกคลุม He-50%Ar พบว่าเมื่อปริมาณออกซิเจนที่ถูกผสมเข้าไป ที่ 1-5% รูปร่างแนวเชื่อมก็จะเปลี่ยนจากแบบกว้างและตื้นกลายเป็นลึกและแคบเนื่องจากการพาความร้อนของ Marangoni Convection จะมีทิศทางการแพร่ลงด้านล่าง ทำให้รูปร่างแนวเชื่อมมีลักษณะลึกและแคบโดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Heiple และ Ropper [5, 6] ได้กล่าวว่า ธาตุสารที่เป็นตัวทำปฏิกิริยา เช่น O, S และ Se สามารถเปลี่ยนสัมประสิทธิ์ของอุณหภูมิของแรงตึงผิวของโลหะผสมจากทิศทางลบให้กลายเป็นทิศทางบวก $d\sigma / dT > 0$ เมื่อจำนวนธาตุสารเหล่านั้นมีมากกว่าค่าวิกฤตจะทำให้ เกิดในกรณีดังในสมการนี้ กล่าวคือ Marangoni Convection ของแรงตึงผิวของบ่อหลอมโลหะจะถูกเปลี่ยนแปลงทิศทางจากแพร่ออกด้านข้างกลายเป็นการแพร่ลงด้านล่าง และมีรูปร่างรอยเชื่อมที่ลึกและแคบซึ่งแสดงในภาพที่ **5**



ภาพที่ **5** แสดงการเกิดทิศทางการพาความร้อนของ Marangoni Convection ของสมการระหว่างแรงตึงผิวกับอุณหภูมิ (a) $d\sigma / dT < 0$ and (b) $d\sigma / dT > 0$

5. เอกสารอ้างอิง

[1] Kou, S., Welding Metallurgy, John Wiley and sons, New York, pp.97-117, 2002.
[2] Shanping Lu, Hidetoshi Fujii and Kiyoshi Nogi, “Marangoni convection and weld shape variations in Ar-O2 and Ar-Co2 shielded GTA welding”, Materials Science and Engineering, March 25, pp.290-297 , 2004.
[3] Shanping Lu, Hidetoshi Fujii and Kiyoshi Nogi, “Arc ignitability, bead protection and weld shape variations for He-Ar-O2 shielded GTA welding on SUS304 stainless steel”, Journal of Materials Processing Technology, March 24, pp.1231-1239, 2009.
[4] Taimatsu, H., Nogi, K. and Ogino, K., “Surface tension of liquid Fe-O alloy, Journal High. Temp. Soc., 18, pp.14-19, 1992.
[5] Heiple, C.R. and Ropper, J.R., 1981, “Effect of selenium on GTAW geometry”, Welding Jourmal, 60, pp. 143-145.
[6] Heiple, C.R. and Ropper, J.R., 1982, “Mechanism for minor effect on GTA fusion zone geometry”, Welding Jourmal, 61, pp. 97-102.

การอบแห้งผลิตผลการเกษตรด้วยรางรับรังสีแสงอาทิตย์แบบ CPC และสารเปลี่ยนสถานะ
Solar Drying of Agricultural Product using CPC and Phase Change Material

ทวีวัฒน์ สุภารส[1] ณัฐพล รุ่นประแสง[2] อุทิพ อินทรเพชร[3] สุรชาติ ปัญญา[4]

[1,4]ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
[3]สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน จังหวัดสงขลา
Ts_Suparos@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบวิเคราะห์เปรียบเทียบสมรรถนะตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยรางรับแสงอาทิตย์แบบ CPC 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน ตู้อบแห้งบรรจุสารเปลี่ยนสถานะเพื่อสะสมความร้อนโดยใช้พาราฟินซึ่งมีจุดหลอมละลาย 59 องศาเซลเซียส น้ำหนัก 30 กิโลกรัมบรรจุอยู่ในภาชนะขนาดพื้นที่ 0.36 ตารางเมตร ด้านใต้รางรับรังสีที่ส่องผ่านกระจกใสความหนา 10 มม. การทดลองอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร คือ กล้วยน้ำว้า พริกสดผิวมันเมล็ดเล็ก ทำการอบแห้งตลอด 24 ชั่วโมงและทำการบันทึกค่าน้ำหนักและปริมาณความชื้นทุก 1 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในการอบแห้งในช่วงเวลากลางวันอยู่ที่ 60 องศาเซลเซียส และช่วงเวลากลางคืนอยู่ที่ 40 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการอบแห้งพริกสดเมล็ดเล็ก 15-18 ชั่วโมง ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบในช่วงเวลากลางวันคือ 25 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบในช่วงเวลากลางคืนคือ 15 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: พลังงานแสงอาทิตย์ สารเปลี่ยนสถานะ ความชื้น การสะสมความร้อน เครื่องอบแห้ง

Abstract

This research is aimed to compare the performance of the solar dryer with the CPC and phase change material. The system operated in daytime and night-time. The dryer contains a paraffin wax which has melting point in 59 ^{o}C, 30 kilogram of weight, contained in one square meter, under the sun groove through one layer glass at 10 mm of the thickness. The one agricultural products is a small shining chilly, and dried through 24 hours and records the weight in each hour. The results show that the average temperature in solar dryer daytime is 60 ^{o}C and at night-time is 40 ^{o}C. The time for drying processes of the small shining chilly and big shining chilly range from 15 – 18 hours. According to

the evaluation of heat efficiency of the dryer, this solar dryer have the high performance, as evidenced by percentage of heat efficiency about 25 (day time) and 15 at the night time.

Keyword: Solar energy, Phase change material, Moisture, Thermal storage, Dryer

1. บทนำ

การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการลดความชื้นออกจากอาหารโดยวิธีการตากแดดกลางแจ้งนั้นมีการทำมานานแล้ว ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการตากแห้งมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตัวแปรต่างๆ เช่น ปริมาณความชื้นในวัสดุที่นำมาตากแห้ง ปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ รวมทั้งองค์ประกอบภายนอกของอากาศ ในขณะนั้น จะเห็นได้ว่าการถนอมอาหารโดยวิธีการตากแห้งนั้นจะทำได้เฉพาะในช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์เท่านั้น และยังมีปัญหาอันเนื่องมาจากฝนตก และสิ่งสกปรกจากสภาพแวดล้อมอีกด้วย การที่จะทำให้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องต้องอาศัยระบบกักเก็บพลังงานความร้อนเข้ามาช่วย ซึ่งระบบกักเก็บความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์จะทำหน้าที่กักเก็บพลังงานความร้อนของแสงอาทิตย์ไว้ในช่วงที่มีแสงอาทิตย์ เพื่อนำพลังงานความร้อนที่กักเก็บไว้ไปใช้ในช่วงเวลาที่ไม่สามารถนำความร้อนจากแสงอาทิตย์มาใช้งานได้ Pablo[8] ได้ทดลองอบปลาในเครื่องอบแห้งแบบกล่องและแบบเต็นท์ โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เปรียบเทียบกับการตากกลางแจ้ง ผลการทดลองพบว่า ปลาที่อบในเครื่องอบแห้งจะมีอัตราการอบแห้ง และสีผิวดีกว่าการตากกลางแจ้งและสามารถเก็บปลาได้นาน 4-5 สัปดาห์ ในขณะที่ปลาตากกลางแจ้งจะเก็บไว้ได้นานเพียง 1-2 สัปดาห์ Dymond et.al [9] แห่งศูนย์วิจัยพลังงานออสเตรเลีย ได้ศึกษาการนำพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ในเวลากลางวันมาเก็บรักษาในถังเก็บรักษาความร้อนโดยใช้สารเปลี่ยนเฟสเป็นสารสะสม ความร้อนเพื่อใช้ในเรือนเพาะชำในเวลากลางคืน โดยใช้ Calcium Chloride Hexahydrate เป็นสารเปลี่ยนเฟส ซึ่งมีอุณหภูมิที่จุดหลอมเหลวประมาณ 27 oC และใช้ High Density Polyethylene เป็นสารห่อหุ้ม ใช้อากาศเป็นตัวกลางในการประจุและจ่ายความร้อนจากการวิจัยพบว่า เรือนเพาะชำที่ต้องการความร้อนไม่ต่ำกว่า 500 (kWhrs)

อัตราการคืนทุนของระบบอยู่ที่การใช้งานประมาณ 500 วัน ถึง 1,000 วัน ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของถังเก็บความร้อน การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ให้ทำงานร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ ก็จะทำให้การอบแห้งเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง และยังทำให้ไม่ประสบกับปัญหาด้านสภาวะอากาศอีกทั้งยังลดระยะเวลาในการอบแห้งได้อีกด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสร้างและศึกษาสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยรางรับแสงอาทิตย์แบบรวมแสงลักษณะโค้งพาราโบลิค หรือ CPC บรรจุสารเปลี่ยนสถานะ ดังภาพที่ 1

2. ทฤษฎีการวิจัย

ปริมาณความชื้นมาตรฐานเปียก (Wet basis) คือ อัตราส่วนน้ำหนักของน้ำในวัสดุต่อน้ำหนักวัสดุชื้น ซึ่งเมื่อคูณด้วย 100 จะมีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ แสดงดังสมการที่ 1 และปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้ง (Dry basis) คืออัตราส่วนน้ำหนักของน้ำในวัสดุต่อน้ำหนักวัสดุแห้ง สามารถหาค่าเป็นเปอร์เซ็นต์แสดงดังสมการที่ 2

$$M_w = \frac{(w-d)\times 100}{w} \qquad (1)$$

$$M_d = \frac{(w-d)\times 100}{d} \qquad (2)$$

เมื่อ M_w คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียก M_d คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานแห้ง W คือ น้ำหนักเริ่มต้นของวัสดุชื้น (kg) และ d คือ น้ำหนักของวัสดุแห้ง (kg) ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้ง สามารถคำนวณได้คือ

$$\eta = \frac{m \cdot h_{fg} \times 100}{A \cdot I} \qquad (3)$$

เมื่อ η คือ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้ง, m คือ อัตราการอบแห้งต่อวัน (kg), hfg คือ ความร้อนแฝง

ของการกลายเป็นไอ (kJ/kg), A คือพื้นที่รับแสงดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้ง (m^2) และ I คือค่ารังสีดวงอาทิตย์รวมที่ตกกระทบบนพื้นราบต่อตารางเมตรต่อวัน (kJ)



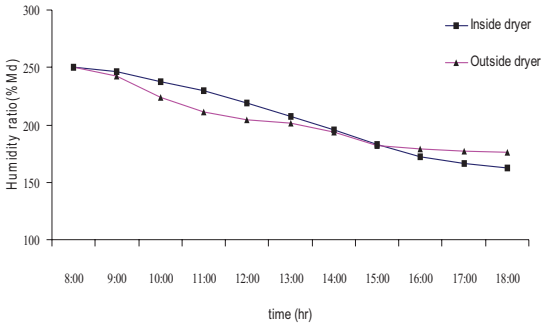
ภาพที่ 1 : เครื่องอบแห้งผลิตผลการเกษตรด้วยรางรับรังสีแสงอาทิตย์แบบ CPC และสารเปลี่ยนสถานะ

3. อุปกรณ์และวิธีวิจัย

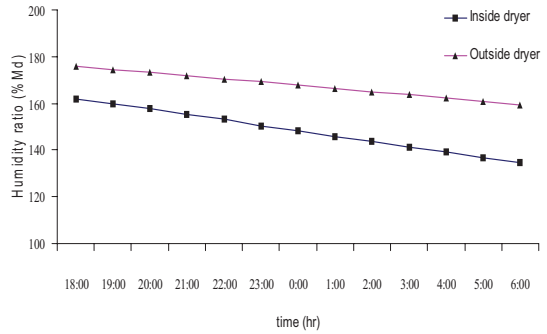
ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบรางรับรังสีอาทิตย์พาราโบลิคร่วมกับสารเปลี่ยนสถานะ(PCM) ประกอบขึ้นจากทองแดงแผ่นความหนา 0.5 มม. ฉนวนความร้อนขนาดความหนา 4 ซม. ตู้อบแห้งมีขนาดความกว้าง 0.6 เมตร ความยาว 0.6 เมตร และความสูง 0.35 เมตร มีพื้นที่ในตู้อบสำหรับวางผลิตผลผลิตทางการเกษตร 1 ตารางเมตร ด้านบนติดตั้งกระจกรับแสงอาทิตย์แบบสองชั้นซึ่งใช้กระจกใสขนาดความหนา 4 มม. มีความกว้าง 1.1 เมตร ยาว 1.2 เมตร จำนวน 2 ชั้น ยึดติดกับโครงอะลูมิเนียม โดยกระจกทั้ง 2 ชั้น ยึดติดเป็นชุดเดียวกันและเว้นช่องว่างระหว่างชั้น 7 ซม. โดยในช่องว่างนี้บรรจุอากาศไว้เพื่อเป็นฉนวนกันความร้อน ชุดกระจก 2 ชั้นนี้ประกอบเข้ากับตู้อบแห้งด้านบน โดยวางทำมุม 14 องศากับพื้นระนาบเพื่อให้แสงแดด สามารถส่องผ่านเข้าสู่ภายในตู้อบแห้งด้านล่างของตู้อบคือระบบกักเก็บพลังงานความร้อนใช้พาราฟิน ซึ่งมีค่าความจุความร้อนเท่ากับ 2 kJ/kg.^oC, จุดหลอมตัวของพาราฟินอยู่ที่ 58-63 ^oC ค่าความร้อนแฝงเท่ากับ 190 kJ/kg เป็นสารในการกักเก็บพลังงานความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ระหว่างเวลา 8.00 -18.00 น. ติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล ชนิด K สำหรับวัดอุณหภูมิ วัดค่าความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยไพรานอมิเตอร์แบบเคลื่อนที่ วัดความชื้นภายในและภายนอกตู้อบด้วย Hot wire meter การทดลองนำผลิตผลทางการเกษตรคือ กล้วยน้ำว้า และพริกสดผิวมันเมล็ดเล็ก และพริกสดผิวมันเมล็ดใหญ่ การแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ผ่านกระจากสองชั้นไปยังรางรับแสงอาทิตย์ ความร้อนส่วนหนึ่งจากรางรับแสงจะถ่ายเทให้กับผลิตผลที่อบแห้ง และความร้อนอีกส่วนหนึ่งจำถูกเก็บสะสมภายในสารฟาราฟินในรูปของความร้อนแฝง เพื่อใช้อบแห้งผลิตผลในเวลากลางคืน อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งอยู่ที่ประมาณ 50-60 ^oC (ภาพที่ 1)

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการทดลอง

รูปที่ 2 เปรียบเทียบค่าความชื้นมาตรฐานแห้งของผลิตผลพริกสดผิวมันที่อยู่ภายในตู้อบแห้งในช่วงเวลากลางวัน(8.00-18.00 น.) มีค่าเริ่มต้นค่าเท่ากันคือ 250 % Md อัตราส่วนการลดลงของค่าความชื้นมาตรฐานแห้งภายนอกตู้อบแห้งจะน้อยกว่าภายในตู้อบแห้งเนื่องจากความชื้นที่อยู่ผิวนอกของผลิตภัณฑ์มีน้อยลงแต่ผลิตผลที่อยู่ภายในตู้อบแห้งจะมีอัตราส่วนการลดของค่าความชื้นเพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการสะสมความร้อนภายในตู้อบแห้ง

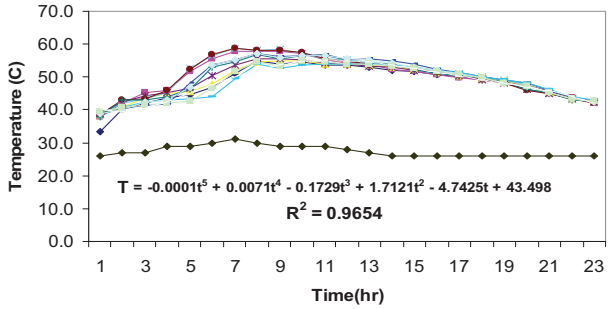


ภาพที่ 2 : การเปลี่ยนแปลงความชื้นมาตรฐานแห้งของผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบระหว่างภายในตู้อบแห้งและนอกตู้อบแห้งในช่วงเวลากลางวัน



ภาพที่ 3 : การเปลี่ยนแปลงความชื้นมาตรฐานแห้งของผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบระหว่างภายในตู้อบแห้งและนอกตู้อบแห้งในช่วงเวลากลางคืน

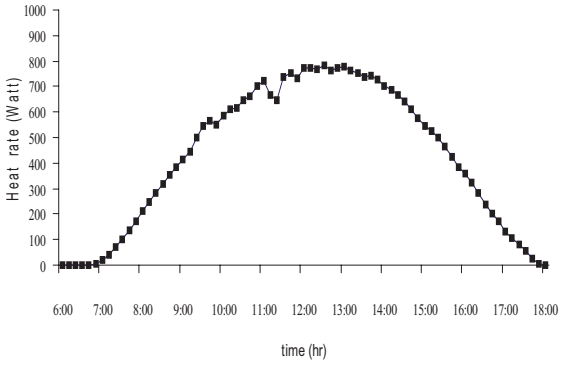
และรูปที่ 3 เปรียบเทียบค่าความชื้นมาตรฐานแห้งของผลิตผลที่อยู่ภายในตู้อบแห้งและผลิตผลที่อยู่ภายนอกตู้อบแห้ง ในช่วงเวลากลางคืน ค่าความชื้นมาตรฐานแห้งของผลิตผลที่อยู่ภายในตู้อบแห้งจะมีมากกว่าอัตราส่วนการลดลงของผลิตผลที่อยู่ภายนอกตู้อบแห้ง เนื่องมาจากผลิตผลที่อยู่ภายในตู้อบแห้งจะได้รับพลังงานความร้อนที่ปล่อยออกมาจากพาราฟินที่อยู่ภายในตู้อบจึงทำให้ยังสามารถทำการอบแห้งได้อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งคืนต่างจากผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายนอกตู้อบที่ไม่ได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ในเวลากลางคืนจึงทำให้อัตราส่วนการลดลงของค่าความชื้นมีค่าน้อย



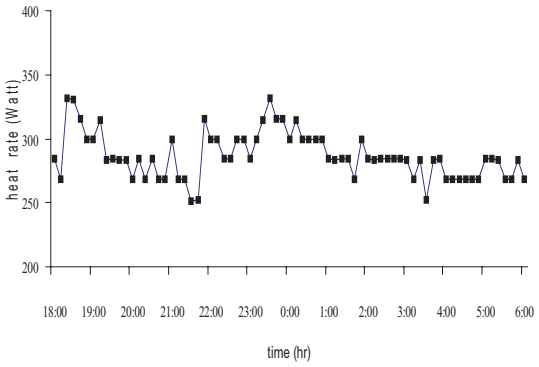
ภาพที่ 4 : การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารเปลี่ยนสถานะเทียบกับเวลา

จากรูปที่ 4 พบว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารเปลี่ยนสถานะ (พาราฟิน)ภายในถังกักเก็บมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการอบแห้ง โดยมีค่าสูงสุดชั่วโมงที่ 6-9 (เวลา12.00-15.00 น.) และมีค่าลดลงในเวลากลางคืนเนื่องจากพลังงานความร้อนจากพาราฟินถ่ายเทให้กับพริกที่ใช้ในการอบแห้ง

ปริมาณความร้อนที่ตู้อบได้รับจากพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวันเป็นการหาค่าความร้อนที่ตู้อบแห้งได้รับจากแสงดวงอาทิตย์ผ่านกระจกสองชั้น ปริมาณความร้อนที่สารพาราฟินได้รับ ที่เวลาต่างๆ ในช่วงเวลากลางวัน ดัง รูปที่ 5 โดยค่าพลังงานความร้อนสูงอยู่ในช่วงเวลา 10.00-15.00 น.



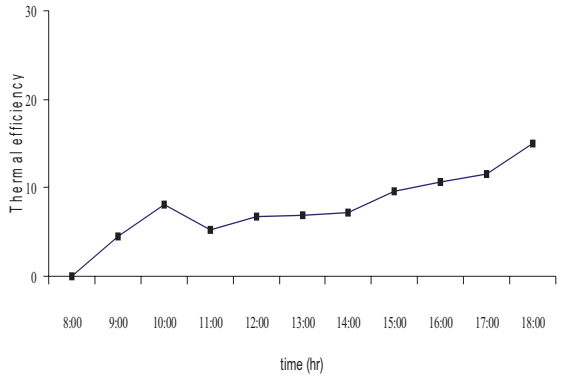
ภาพที่ 5 : ปริมาณความร้อนที่ตู้อบได้รับจากพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวัน



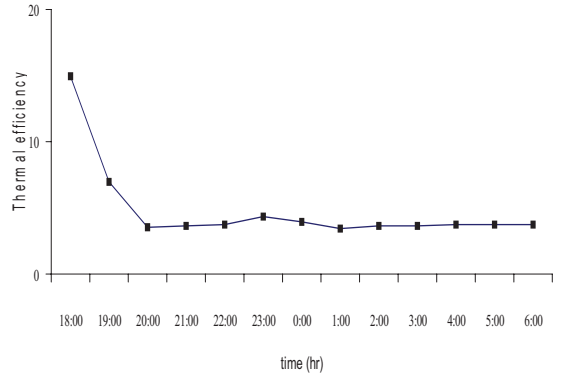
ภาพที่ 6 : ปริมาณความร้อนที่ตู้อบได้รับจากพาราฟิน ในช่วงเวลากลางคืน

ค่าความร้อนที่ตู้อบแห้งได้รับในช่วงเวลากลางคืน(18.00-6.00 น.)มาจากความร้อนแฝง(196 kJ/kg)ของพาราฟินที่บรรจุอยู่ด้านล่างของตู้อบแห้งเก็บสะสมความร้อนเอาไว้ในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืนที่ไม่มีรังสีดวงอาทิตย์ก็จะปลดปล่อยค่าความร้อนออกมาภายในตู้อบแห้งแทน และมีค่าค่อนข้างคงที่ในช่วงที่มีการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็งและมีแนวโน้มลดลงในช่วงการเปลี่ยนแปลงความร้อนสัมผัสของพาราฟินดัง รูปที่ 6

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบแห้งช่วงเวลากลางวันเป็นการเปรียบเทียบอัตราการระเหยของน้ำในพริกสดผิวมันต่อค่าความร้อนของตู้อบแห้งที่ได้รับจากรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาต่างๆ



ภาพที่ 7 : ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบแห้งในช่วงเวลากลางวัน



ภาพที่ 8 : ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบแห้งในช่วงเวลากลางคืน

รูปที่ 7 แสดงประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบในช่วงแรกจะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดการระเหยของน้ำที่อยู่ผิวนอกของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งค่าความร้อนที่ตู้อบได้รับจากรังสีดวงอาทิตย์ยังไม่สูงทำให้อัตราส่วนการลดลงของน้ำหนักกับค่าความร้อนที่ตู้อบได้รับมีเปอร์เซ็นต์สูง ทำให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนมีค่าสูงตามแต่เมื่อเวลาผ่านไปการระเหยของน้ำที่อยู่ผิวนอกของผลิตภัณฑ์น้อยลงอีกทั้งค่าความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์มีค่าสูงขึ้นจึงทำให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบมีอัตราการเพิ่มขึ้นน้อยกว่าในช่วงแรกแต่เมื่อถึงช่วงเวลาเย็นอัตราส่วนการระเหยของน้ำในเนื้อผลิตภัณฑ์ยังมีแนวโน้มคงเดิมเนื่องจากการสะสมความร้อนภายในตู้อบแห้งแต่ค่าความร้อนที่ตู้อบได้รับจากค่ารังสีดวงอาทิตย์ลดลงจึงทำให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบแห้งมีค่าสูงขึ้นกว่าในช่วงแรก

สำหรับประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบแห้งช่วงเวลากลางคืนเป็นการเปรียบเทียบอัตราการระเหยของน้ำในผลิตภัณฑ์ต่อค่าความร้อนของตู้อบแห้งที่ได้รับจากพาราฟินในช่วงเวลาต่างๆ ดัง รูปที่ 8 จากกราฟจะเห็นว่าค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบจะมีค่าสูงในช่วงแรกเนื่องจากอัตราการระเหยของน้ำในเนื้อผลิตภัณฑ์ยังมีสูงอยู่อย่างต่อเนื่องจากช่วงเวลากลางวันแต่ค่าความร้อนที่นำมาวิเคราะห์ในช่วงเวลากลางคืนเป็นค่าความร้อนที่ได้ที่ได้จากพาราฟินที่มีค่าน้อยกว่าค่าความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ในเวลากลางวันจึงมีผลให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบแห้งยังมีแนวโน้มที่สูงอยู่แต่เมื่อเวลาผ่านไปอัตราการระเหยของน้ำในเนื้อผลิตภัณฑ์มีค่าลดลงอีกทั้งค่าความร้อนที่ตู้อบได้รับจากพาราฟินมีแนวโน้มที่คงที่จึงทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบแห้งคงที่

5. ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้ง

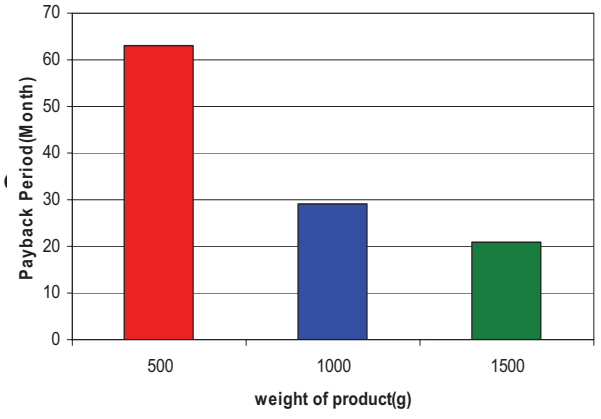
เมื่อทำการทดลองอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยรางรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบบรรจุสารเปลี่ยนสถานะ พบว่าการอบพริกสดผิวมันเม็ดเล็กเพื่อให้ค่าความชื้นมาตรฐานแห้งจาก 200%Md ลดเหลือ 15%Md และค่าความชื้นมาตรฐานเปียกจาก 65%Mw ลดเหลือ 5%Mw จะใช้เวลาประมาณ 1 วัน (15-18 ชั่วโมง)



ภาพที่ 9 : ผลิตภัณฑ์ก่อนทำการอบแห้ง .

7. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

การลงทุนสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับสารเปลี่ยนเฟส(PCM) งบประมาณ 15,000 บาท อายุการใช้งานประมาณ 10 ปี โดยมีรายรับจากการอบพริกขี้หนูสวนแห้งกิโลกรัมละ 180 บาท(ราคาพริกสด กิโลกรัมละ 30 บาท) ให้ค่าการเสื่อมราคาเป็นเส้นตรง โดยไม่คิดมูลค่าซาก ไม่คิดดอกเบี้ย ไม่มีค่าไฟ ไม่มีค่าเชื้อเพลิง ไม่มีค่าบำรุงรักษารายปี กรณีใช้พริกขี้หนูสวน 1,500 กรัมคิดรายได้จากการอบพริกขี้หนูสวน 19,353.6 บาท/ปี ค่าใช้จ่ายในการลงทุนซื้อพริกขี้หนูสวนสด 10,800 บาท/ปี ผลการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ คิดอัตราการคืนทุน 47.024 % โดยมีระยะเวลาคุ้มทุน 1.75 ปี(21 เดือน) กรณีใช้พริกขี้หนูสวน 1,000 กรัม คิดรายได้จากการอบพริกขี้หนูสวน13,348.8 บาท/ปี ค่าใช้จ่ายในการลงทุนซื้อพริกสด 7,200 บาท/ปี ผลการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ คิดอัตราการคืนทุน 30.992 % โดยมีระยะเวลาคุ้มทุน 2.41 ปี(29 เดือน) กรณีใช้พริกขี้หนูสวน 500 กรัม คิดรายได้จากการอบพริกขี้หนูสวน 6,4369.8 บาท/ปี ค่าใช้จ่ายในการลงทุนซื้อพริกขี้หนูสวนสด 3600 บาท/ปี ผลการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ คิดอัตราการคืนทุน 8.912 % โดยมีระยะเวลาคุ้มทุน 5.25 ปี(63 เดือน) ตามรูปที่ 10



ภาพที่ 10 : จุดคุ้มทุนของการอบแห้งพริกขี้หนูสวน 500 กรัม,1000 กรัม และ 1,500 กรัม

8. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาสมรรถนะของตู้อบแห้งเวลากลางวันตู้อบจะได้รับค่าความร้อนจากแสงดวงอาทิตย์โดยค่าพลังงานจากแสงอาทิตย์เฉลี่ยช่วงเวลากลางวันอยู่ที่ 625 W/m2 เป็นเวลา 8 ชั่วโมงจะมีพลังงานจากแสงอาทิตย์มายังตู้อบ 18 MJ ต่อวันซึ่งเพียงพอต่อการอบแห้ง และเวลากลางคืนตู้อบแห้งได้รับค่าความร้อนจากพาราฟินที่อยู่ภายในตู้อบที่สะสมค่าความร้อนจากแสงอาทิตย์ในช่วงกลางวัน ซึ่งสามารถสะสมพลังงานได้สูงสุด 7600 kJ ต่อวันเป็นพลังงานในการอบแห้งในช่วงเวลากลางคืน ในการอบพริกสดผิวมันเม็ดเล็กเพื่อให้ค่าความชื้นมาตรฐานแห้งจาก 200%Md ลดเหลือ 15%Md และค่าความชื้นมาตรฐานเปียกจาก 65%Mw ลดเหลือ 5%Mw จะใช้เวลาประมาณ 1 วัน (15-18 ชั่วโมง)ซึ่งเร็วกว่าการตากแดดกลางแจ้งที่ต้องใช้เวลาถึง 3 วัน (50-70 ชั่วโมง) โดยประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบอยู่ที่ 25 เปอร์เซ็นต์ในช่วงเวลากลางวันและ 15 เปอร์เซ็นต์ในช่วงเวลากลางคืน

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน จังหวัดสงขลา และภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

8. เอกสารอ้างอิง

[1] จงจิตร์ หิรัญลาภ,โสรจ คีรีเลิศ, โจเซฟ เคดารี, รัตนชัย ไพรินทร์ และศิรินุช จินดารักษ์, 2541, “การศึกษาสมรรถนะของเครื่องอบแห้งกระเทียมโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานความร้อนจากชีวมวล”,วารสารงานวิจัยและพัฒนา มจธ. ปีที่ 21 ฉบับที่ 1

[2] ณัฐวุฒิ ดุษฎี, พิชัย นามประกาย, ศิริชัย เทพา, จงจิตร หิรัญลาภ และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์, 2535, “การอบแห้งกล้วยน้ำว้าโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานเสริม,” การประชุมทางวิชาการเรื่องความก้าวหน้าทางวิศวกรรมเคมี วันที่ 25-26 มิถุนายน, 2535, มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์, หน้า 1-12.

[3] ทวีวัฒน์ สุภารส, 2540, การพัฒนาชุดเก็บรักษาพลังงานความร้อนโดยอาศัยหลักการถ่ายเทความร้อนโดยตรง, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี อุณหภาพ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 176 หน้า.

[4] ธงไชย ศรีนพคุณ, 2530, สมการอบแห้งแบบจำลองความชื้นสมดุลของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร

มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 7-10.

[5] วารุณี วาตะบุตร์, 2524, การทดสอบสมรรถนะของกล่องอบแห้งแสงอาทิตย์, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์รมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 85 หน้า.

[6] ศิรินุช จินดารักษ์, 2536, การศึกษาสมรรถนะของเครื่องอบแห้งแบบโมดุลเพื่อการอบแห้งปลาหมึก, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิสาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 118 หน้า

[7] เสริม จันทร์ฉาย และ อัมพร โพธิ์ใย, 2535, “ความชื้นสมดุลของพืชและผลไม้เมืองร้อนบางชนิด.” รายงานการประชุมทางวิชาการ ของมหาวิทยาลัยศิลปากร เรื่อง เทคโนโลยีอาหาร, วันที่ 24-25 ตุลาคม 2535, มหาวิทยาลัยศิลปากร, หน้า 5-6.

[8] Pablo, I.S., “The Practicality of Solar Drying of Tropical Fruits and Marine Produces for Income Generation in Rural Area,” The Solar Drying Work Shop, Ministry of Energy, Fort. Bonifacio Manila, Philippines Oct. 18-21, 1978.

[9] Dymond, D.M. and Garzoil K.V., 1993, “Performance Characteristics of PCM Heat Storage Bank for Greenhouse,” Anzses’93 Forth Australia, pp. 221-225.

การใช้พลังงานทางเลือกสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร
Alternative Energy Usage for Foods Industry

นุชจิเรศ แก้วสกุล[1] และ ศิริพรรณ ธงชัย[2]

[1]นักศึกษาระดับปริญญาโท ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมอาหารจัดได้ว่าเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีจำนวนผู้ประกอบการมาก และแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมอาหารเพื่อเพิ่มขีดการแข่งขัน สามารถดำเนินการได้โดยศึกษาการนำพลังงานทางเลือกมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างเหมาะสม สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้เน้นอุตสาหกรรมอาหารที่ใช้พลังงานมาก จากการศึกษาพบว่า การส่งเสริมให้ผู้ประกอบการหันมาใช้พลังงานทดแทนมากขึ้นจะช่วยลดต้นทุนด้านพลังงานได้ เช่น เชื้อเพลิงชีวมวล เชื้อเพลิงชีวภาพ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละโรงงาน เนื่องจากแต่ละโรงงานมีโครงสร้างการใช้พลังงานที่แตกต่างกัน ทั้งในด้านผลผลิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยที่มีผลต่อการนำพลังงานทางเลือกมาใช้คือ มีราคาที่ต่ำ มีความมั่นคงและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่น้อย

คำสำคัญ: พลังงานทางเลือก อุตสาหกรรมอาหาร

Abstract

Food industry in Thailand is expanding rapidly in kinds of food industry and numbers of factory. Sources of energy to be used in each factory are therefore the prime criteria. There are a numbers of alternative energy from nature such as biomass, biogas, energy from wind, solar energy etc. Each factory has its own policy which includes products, system of management, infrastructure, and location. For the benefit of the company, the executive would justify appropriately how to use such alternative energy sources. Low cost, safety, good product and low pollution problems are taken into account for the justification.

Keyword: Alternative energy, Food industry

1. บทนำ

หลายปีที่ผ่านมาโลกได้เผชิญกับปัญหาต่าง ๆ มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาวิกฤตพลังงานที่เป็นปัญหาใหญ่ซึ่งคาดว่าจะส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อทุกชีวิตบนโลกในอนาคตอันใกล้ดังจะเห็นได้จาก ราคาน้ำมันในตลาดโลกสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จากอัตราการใช้น้ำมันที่เพิ่มขึ้นขณะที่กำลังการผลิตลดลง และอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่สูงขึ้นจากการเผาไหม้แหล่งพลังงานฟอสซิล ทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น จากเหตุผลดังกล่าวพลังงานทางเลือก เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ หรือพลังงานจากชีวมวล จึงเป็นพลังงานที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับประเทศไทยในการสร้างภูมิคุ้มกัน เพื่อลดการพึ่งพิงแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วหมดไปภายนอกประเทศ แล้วหันมาพึ่งพิงแหล่งพลังงานทางเลือกอื่นๆ ที่มีอยู่ภายในประเทศแทน เพื่อให้ประเทศมีความมั่นคงด้านพลังงานมากยิ่งขึ้น จากราคาเชื้อเพลิงที่ปรับตัวสูงขึ้นทำให้ภาคอุตสาหกรรมได้รับความเดือดร้อนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งกลุ่มผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) เป็นกลุ่มที่ได้รับผลกระทบมากกว่าผู้ประกอบการรายใหญ่เนื่องจากความคุ้มค่าของต้นทุนที่แตกต่างกันจนทำให้ผู้ประกอบการ SMEs บางรายต้องล้มเลิกกิจการไปในที่สุด [2]

หน่วยงานด้านอุตสาหกรรมต่างๆ ในประเทศไทย ได้ให้ความสำคัญด้านพลังงานมาตลอด เช่น กระทรวงพลังงานและกรทรวงอุตสาหกรรม สนับสนุนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด ให้มีการปฏิบัติอย่างจริงจังทั้งภาครัฐ เอกชน และประชาชน โดยกำหนดเป้าหมายการลดใช้พลังงาน ส่งเสริมให้เกิดการลงมือปฏิบัติอย่างจริงจัง [12] และรณรงค์ประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันได้ส่งเสริมให้ใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสม เช่น การใช้ก๊าซธรรมชาติ แก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซล ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิง ตามความเหมาะสมของศักยภาพของประเทศรวมทั้งสนับสนุนการใช้พลังงานหมุนเวียน เช่น วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร ของเสียจากอุตสาหกรรม ก๊าซชีวภาพ ขยะ ลม พลังงานแสงอาทิตย์ [2],[6] [7], [15],[16]

ดังนั้นการศึกษาประเภทของพลังงานทางเลือกที่เหมาะสมกับการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร การศึกษาข้อกำหนด (Criteria) การเลือกประเภทของพลังงานทางเลือกมาใช้สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร จะมีประโยชน์และเป็นแนวทางการเลือกพลังงานทางเลือกอย่างเหมาะให้กับผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมอาหารได้เป็นอย่างดี

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.1 อุตสาหกรรมอาหาร

"อุตสาหกรรมอาหาร" หมายถึง อุตสาหกรรมที่นำผลผลิตจากภาคเกษตร ซึ่งได้แก่ ผลผลิตจากพืช ปศุสัตว์ และประมง มาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต โดยอาศัยเทคโนโลยีต่างๆ ในกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สะดวกต่อการบริโภค หรือการนำไปใช้ในขั้นต่อไป และเป็นการยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตจากพืช ปศุสัตว์ และประมง โดยผ่านกระบวนการแปรรูปขั้นต้น หรือขั้นกลางเป็นสินค้ากึ่งสำเร็จรูป หรือขั้นปลายที่เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป การจัดแบ่งของกลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร ตามสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย มี 12 กลุ่มย่อยดังนี้ คือ 1.เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ 2.ผลิตภัณฑ์ประมง 3.ผัก ผลไม้สดและแปรรูป 4.ข้าวและผลิตภัณฑ์แปรรูป 5.เครื่องเทศและเครื่องปรุงรส 6.นมและผลิตภัณฑ์ 7. น้ำตาลและขนมหวาน 8.เครื่องดื่ม 9.ชา กาแฟ โกโก้ 10. น้ำมันและไขมัน 11.อาหารสัตว์ 12.ผลิตเสริมอาหารและอื่นๆ [14] [17]

2.2 พลังงานทางเลือก

พลังงานทางเลือก คือพลังงานจาก แหล่งเชื้อเพลิง ที่ใช้ไม่หมด (Renewable) หรือมีอุปทานที่เกิดขึ้นตลอด (เช่นชีวมวล) คือมีศักยภาพในการตอบสนองความต้องการการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่องมีแหล่งพลังงานอยู่เสมอ เป็นพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) คือพลังงานที่ใช้แล้วสามารถผลิตขึ้นมาใหม่ได้ในระยะเวลาที่ไม่นานมาก เช่น พลังงานที่ได้จากไม้ฟืน แกลบ กากอ้อย เอทานอล ไบโอดีเซล น้ำ แสง อาทิตย์ ความร้อนใต้พิภพ ลมและคลื่น ฯลฯ

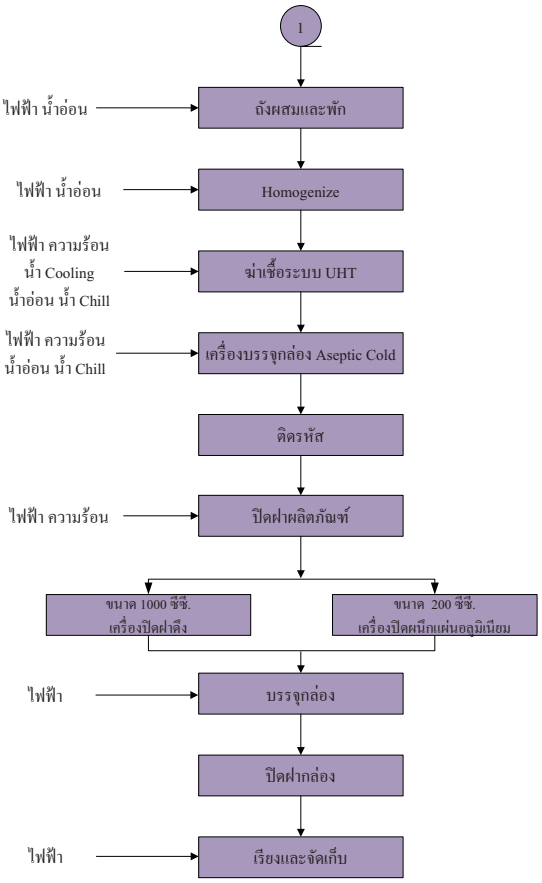
พลังงานทางเลือก (Alternative Energy) หมายความถึงรูปแบบพลังงานที่ไม่ใช่กระแสหลัก รูปแบบของพลังงาน

เหล่านี้ มีขึ้นมาเพื่อต้องการที่จะสร้างพลังงานที่สะอาด เป็นพลังงานประเภทที่ใช้แล้วไม่หมดไป แล้วก็ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม[9], [11], [13], [18]

3. การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมอาหาร

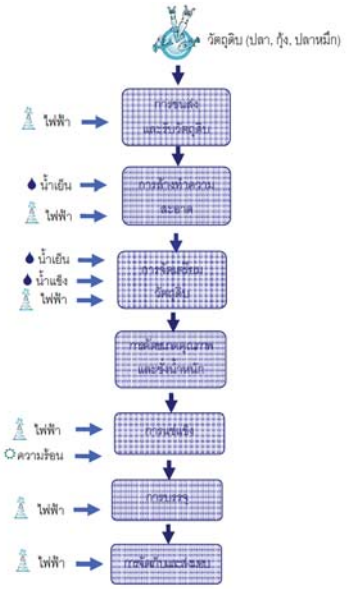
จากการสำรวจการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมอาหารในโรงงานกลุ่มตัวอย่างจำนวน 13 โรงงาน [8] พบมีการใช้พลังงานทางเลือก

3.1 การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมนม



ภาพที่ 1 การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมนม

3.2 การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ประมง



ภาพที่ 2 การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ประมง

4. การเลือกประเภทของพลังงานทางเลือก

การกำหนดข้อกำหนดสำหรับพลังงานทางเลือกที่เหมาะสมกับกลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร จะต้องเริ่มจากการพิจารณาสถานภาพและโครงสร้างการใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมอาหารนั้นๆ โดยดูข้อมูลทางด้านการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมอาหาร ว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับตัวแปรใดบ้าง เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางการนำพลังงานทางเลือกที่เหมาะสม

การกำหนดแนวทางทางเลือกนี้ จะต้องศึกษาและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในรูปแบบของ กลยุทธ์ มาตรการ แผนงานด้วย ซึ่งแนวทางนี้สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานของประเทศได้ ดังตัวอย่างข้อกำหนดการเลือกใช้พลังงานถ่านหินในตารางที่ 1และตารางที่ 2 ข้อกำหนดการเลือกใช้ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

ตารางที่ 1 ข้อกำหนดการเลือกใช้พลังงานถ่านหิน

เงื่อนไข / เกณฑ์พิสัย	ระยะห่างจากแหล่งวัตถุดิบ	ปริมาณความต้องการพลังงานรวม	ลักษณะการใช้พลังงาน	ที่ตั้งของโรงงานห่างจากชุมชน
มาก	ไม่เกิน 50 km	มากกว่า 5 MW	ทำงานต่อเนื่อง 24 ชม.	มากกว่า 5 km
ปานกลาง	ระหว่าง (50–150) km	ระหว่าง 2- 5 MW	ทำงานระหว่าง 8-16ชม.	ระหว่าง 1-5 km
น้อย	มากกว่า 150 km	น้อยกว่า 2 MW	ไม่เกิน 8ชม.	น้อยกว่า 1 km

หมายเหตุ คือ มาก = 3 คะแนน ปานกลาง = 2 คะแนน น้อย = 1 คะแนน แต่ถ้าไม่เข้าเกณฑ์ที่กำหนด ให้คะแนน = 0

ตารางที่ 2 ข้อกำหนดการเลือกใช้ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

เงื่อนไข / เกณฑ์พิสัย	ระยะห่างจากแหล่งวัตถุดิบ	ปริมาณความต้องการพลังงานรวม	ลักษณะการใช้พลังงาน	ที่ตั้งของโรงงาน
มาก	น้อยกว่า 1 km	มากกว่า 5 MW	ทำงานต่อเนื่อง 24 ชม.	มากกว่า 10 km
ปานกลาง	ระหว่าง 2-5 km	ระหว่าง 2- 5 MW	ทำงานระหว่าง 8-16ชม.	ระหว่าง 5-10 km
น้อย	มากกว่า 5-10 km	น้อยกว่า 2 MW	ไม่เกิน 8 ชม.	น้อยกว่า 5 km

หมายเหตุ มาก = 3 คะแนน ปานกลาง = 2 คะแนน น้อย = 1 คะแนน แต่ถ้าไม่เข้าเกณฑ์ที่กำหนด ให้คะแนน = 0

5. ผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลที่ได้มา สามารถนำมากำหนดชนิดของพลังงานทางเลือกในอุตสาหกรรมอาหารได้ ดังตัวอย่างการเลือกใช้พลังงานถ่านหินในตารางที่ 1 และการเลือกใช้ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมในตารางที่ 2 ซึ่งได้มาจากการศึกษาและวิเคราะห์ เมื่อนำผลการศึกษามาสู่การประชุมระดมสมองกับกลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร และใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมตัวอย่างทำให้พบว่า

ตารางที่ 3 โรงงานตัวอย่าง อุตสาหกรรมเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ จังหวัดสมุทรปราการ

เงื่อนไข / ชนิดของพลังงาน	1	2	3	4	คะแนนรวม
ถ่านหิน	1	2	2	2	7
ก๊าซธรรมชาติ	1	2	3	2	8
น้ำมันดิบ	1	2	3	2	8
แสงอาทิตย์	2	2	1	2	7
น้ำ	1	2	3	1	7
ชีวมวล	1	2	2	2	7
ก๊าซชีวภาพ	1	2	2	2	7
ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม	3	2	2	2	9
พลังงานลม	1	2	1	1	5
ความร้อนใต้พิภพ	1	2	2	1	6

หมายเหตุ: เงื่อนไข ข้อ1 หมายถึง ระยะห่างจากแหล่งวัตถุดิบ, ระยะทางที่ต้องวางท่อ(ก๊าซธรรมชาติ,พลังงานน้ำ,น้ำมันดิบและก๊าซชีวภาพ),ความเร็วลม(พลังงานลม), ความเข้มแสง(พลังงานแสงอาทิตย์), อุณหภูมิผิวดิน(ความร้อนใต้พิภพ)

เงื่อนไขข้อ 2 หมายถึง ปริมาณความต้องการพลังงานรวม

เงื่อนไขข้อ 3 หมายถึง ชนิดของพลังงานที่ใช้ (ก๊าซธรรมชาติและก๊าซชีวภาพ), ลักษณะการใช้พลังงาน

เงื่อนไขข้อ 4 หมายถึง ที่ตั้งของโรงงานห่างจากชุมชน, ความเหมาะสมของพื้นที่ (พลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์), ระยะห่างจากแหล่งพลังงาน(ความร้อนใต้พิภพ)

นำผลการศึกษาวิจัยสู่การประชุมระดมสมองกับกลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร

โรงงานตัวอย่าง อุตสาหกรรมเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ จังหวัดสมุทรปราการ

จากการรวมคะแนนและเงื่อนไขการพิจารณาการใช้พลังงานทางเลือกที่ได้กำหนด สรุปได้ว่าโรงงานตัวอย่างที่ A มีศักยภาพในการใช้พลังงานทางเลือกสูงสุด คือ ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งได้คะแนนรวม 9 คะแนน สำหรับพลังงานทางเลือกชนิดอื่นๆนั้นไม่ผ่านเกณฑ์การพิจารณา คือ ได้คะแนน 8 ,7,6 คะแนนแต่มีคะแนนในบางเงื่อนไขได้คะแนนเท่ากับ 1 คะแนน จึงอาจไม่เหมาะสมสำหรับโรงงานตัวอย่างนี้ในการที่จะเลือกใช้ชนิดนั้นๆเป็นพลังงานงานหลัก แต่อาจสามารถเลือกใช้เป็นพลังงานเสริมได้

6. บทสรุป

แนวทางการนำพลังงานทางเลือกที่เหมาะสม มาใช้เป็นพลังงานหลักในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงาน และสร้างเสถียรภาพด้านแหล่งพลังงานให้กับกลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร จะต้องมีการวิเคราะห์ ข้อมูลผลกระทบจากการนำการปรับเปลี่ยนรูปแบบพลังงานที่ใช้ในกลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร ผลกระทบต่อผลิตภาพของผลิตภัณฑ์ และผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งผลกระทบบางด้านสามารถลงทุนปรับปรุงได้โดยอาศัยเทคโนโลยี ซึ่งบางครั้งจะมีความจำเป็นและมีความเหมาะสม

การนำเทคโนโลยีการใช้พลังงานทางเลือก เพื่อมาใช้เป็นพลังงานที่เหมาะสมกับสภาพของอุตสาหกรรมอาหาร สามารถลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานของประเทศในภาคอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานเข้มข้นได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งองค์กรหรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องสามารถนำผลการศึกษาไปใช้เป็นกรอบและแนวทางปฏิบัติในการวางแผนการพัฒนาต่าง ๆ ได้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.การทำเหมืองถ่านหิน (2547)

[2]กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. รายงานพลังงานของไทย. กระทรวงพลังงาน. 2550

[3] กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ. เทคโนโลยีถ่านหินสะอาด. ปริมาณสำรองถ่านหิน. 2547.

[4] กรมส่งเสริมสิ่งแวดล้อม. คู่มือแนวปฏิบัติที่ดีด้านการป้องกันและลดมลพิษ.กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2548

[5] กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานและคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของไทย. 2542

[6] กรมโรงงานอุตสาหกรรม. โครงสร้างอุตสาหกรรมอาหาร. กระทรวงอุตสาหกรรม.2546

[7] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. คู่มือชุดความรู้ การอนุรักษ์พลังงานสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร. กระทรวงพลังงาน

[8] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.โครงการพัฒนาและส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานอย่างต่อเนื่อง สำหรับสถานประกอบการ SMEs ที่เคยเข้าโครงการแบบมีส่วนร่วม. กระทรวงพลังงาน. 2552

[9] โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพฝาง. แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพในประเทศไทย. 2547.

[10] ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. โครงการศึกษาผลกระทบและการกำหนดท่าทีไทยต่อการจัดตั้งเขตการค้าเสรีเอเชียตะวันออก.2548

[11] ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล. รายงานผลของการวิเคราะห์โดยประมาณและโดยละเอียดของชีวมวล. มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2549

[12] ศิริพรรณ ธงชัย, พิชัย อัษฎมงคล. เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการ. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา, 27-29 กรกฎาคม 2549

[13] สถานเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, คุณสมบัติของก๊าซชีวภาพของฟาร์มเลี้ยงสัตว์. 2549.

[14] สถิตินำเข้าและส่งออกอุตสาหกรรมอาหาร.ศูนย์อัจฉริยะเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร.2551

[15] สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทห้องเย็น, กรมโรงงานอุตสาหกรรม, พฤษภาคม 2547.

[16] สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย.คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอาหารกระป๋อง, กรมโรงงานอุตสาหกรรม. พฤษภาคม 2547.

[17] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม.โครงการส่งเสริมการนำพลังงานทางเลือกมาใช้ในอุตสาหกรรมเป้าหมาย 2 สาขาอุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. 2552

[18] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. ยุทธศาสตร์พลังงาน. กระทรวงพลังงาน. 2549.

การออกแบบเครื่องผลิตเกลือสินเธาว์พลังงานแสงอาทิตย์

The Design of Medicinal Salt Machine By Solar Energy

ณัฐพล รุ่นประแสง[1] ทวีวัฒน์ สุภารส[2] ณัฏฐ์ กาศยปนันท์[3] ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์[4] ทเนจ นาคปนคำ[5]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
[2,5]ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[3]สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน
คณะพลังงาน สิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[4]วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย อ.เมือง จ.หนองคาย
Ts_Suparos@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสร้างเครื่องผลิตเกลือสินเธาว์พลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีผิวกลั่นตัวเป็นกระจกเอียงด้านเดียว เปิด-ปิดได้ เอียงทำมุม 17 องศา กับแนวระดับมีพื้นที่ผิวที่ใช้ในการดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 1 m^2 (1 m x 1 m) ติดตั้งกระจกรวมแสงทั้ง 2 ข้าง ผลการวิจัยเปรียบเทียบอัตราการกลั่นน้ำ และการผลิตเกลือเทียบกับแสงอาทิตย์ โดยใช้ปริมาณน้ำเกลือ 2,000 ซี.ซี , 3,000 ซี.ซี และ 4,000 ซี.ซี กรณีใช้กระจกรวมแสง และไม่รวมแสง พบว่าปริมาณน้ำเกลือที่ใช้ในการทดลอง 3,000 ซี.ซี กรณีใช้กระจกรวมแสง มีประสิทธิ์ภาพสูงสุด ปริมาณน้ำกลั่นเท่ากับ1,749 cc. ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.3% ปริมาณเกลือเท่ากับ 1,060 กรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.33% ความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุดเท่ากับ 734.7 W/m^2 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 534 W/m^2 ผลรวมคิดเป็น 93.63% และการสูญเสีย 6.37% การประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ อายุการใช้งาน 10 ปี ราคาน้ำกลั่น 10 บาท/ลิตร ราคาเกลือสินเธาว์ 3 บาท/กิโลกรัม ประเมินที่เวลา 1 ปี (คิด 300 วัน) รายได้สุทธิต่อปี 6,024 บาท/ปี จากการวิเคราะห์ราคาต้นทุนน้ำกลั่นและเกลือเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 3.05 บาท โดยมีระยะเวลาคืนทุนที่ 2.97 ปี

คำสำคัญ: การออกแบบ พลังงานแสงอาทิตย์ การกลั่น เกลือ

Abstract

The research aim to design a medicinal salt machine using solar energy. The distillation unit was consisted an incline, 17° at horizontal, single glass with 1 m^2 area and installed the focus glass on both side. The area for absorb solar energy was 1m^2 (1 m x 1 m). It was installed convex mirror in two sides. This research was compared experiments between distillation, medicinal salt and solar energy. The initial mass of salt water in system was 2,000 cc, 3,000 cc and 4,000 cc for focus glass and without focus glass. The results showed that the maximum system efficiency at salt water 3,000 cc and the salt water distillation was consisted with water and salt. Volume of distilled water was equal to 1,749

cc, mean was equal to 58.3%. Volume of salt was equal to 1,060 gm, mean was equal to 35.33%. The highest intensity of solar energy was equal to 734.7 W/m^2, mean was equal to 534 W/m^2. Totality was equal to 93.63% and the loss was equal to 6.37%. For economic evaluation, the useful life would be 10 years; cost of distilled water was 10 Baht/Liter; cost of medicinal salt was 3 Baht/kg. This was evaluated at one year time (calculated for 300 days). Net income per year was 6,024 Baht/year. From the analysis the principal cost between water and salt per annual was 3.05 Baht. The break-even time should be at 2.97 years.

Keyword: Design/ Solar Energy/ Distillation/ Salts

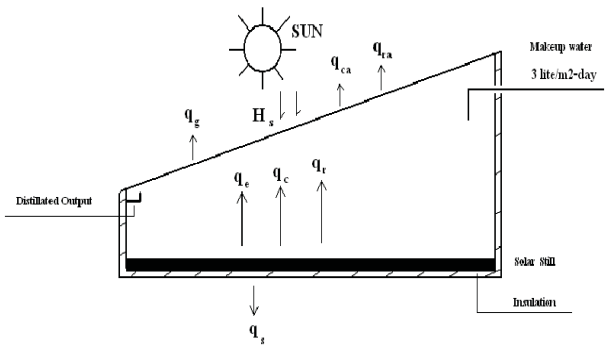
1.บทนำ

เกลือเป็นทรัพยากรที่ใช้ในการบริโภคและในงานอุตสาหกรรม เช่น ฟอกหนัง ฟอกย้อม ห้องเย็น โซดาไฟ ฯลฯ การผลิตเกลือ มีอยู่ 2 วิธี คือ การต้ม และการตาก การผลิตเกลือสินเธาว์นั้นใช้วิธีการต้มเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะต้องใช้เชื้อเพลิงในการต้มเกลือเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีราคาแพงและหายาก ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม มีผลกระทบต่อพื้นที่เกษตรกรรม และบริเวณใกล้เคียง

จากงานวิจัยเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ [1], [2], [3], [4] พบว่าเครื่องกลั่นน้ำน่าจะเป็นตัวเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาช่วยในการผลิตเกลือได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นการลดเชื้อเพลิงในการต้มเกลือได้อีกด้วย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ (1)ออกแบบสร้างเครื่องผลิตเกลือสินเธาว์พลังงานด้วยแสงอาทิตย์ (2)ศึกษาสมรรถนะทางความร้อน (3)ศึกษาพารามิเตอร์ที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องผลิตเกลือสินเธาว์ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และ(4)ศึกษาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์

2.ทฤษฎีการวิจัย



ภาพที่ 1 การถ่ายเทและการสูญเสียความร้อนของเครื่องผลิตเกลือสินเธาว์พลังงานแสงอาทิตย์

การสมดุลพลังงานของเครื่องผลิตเกลือสินเธาว์พลังงานแสงอาทิตย์ ภายในเครื่องจะเป็นระบบปิด ที่มีการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อนการแผ่รังสีความร้อนและการระเหย ตามที่แสดงในภาพที่ 1

$$\alpha_g A_g H_s + q_e + q_c + q_r = q_{ra} + q_{ca} + \left(mc_p\right)_g \frac{dT_g}{dt} \qquad (1)$$

เมื่อ α_g = Absorptivity ของกระจก

A_g = พื้นที่ผิวกระจก, m^2

H_s = ปริมาณรังสีอาทิตย์, W/m^2

q_e , q_c , q_r = การถ่ายเทความร้อนโดยการระเหยโดยการพาและแพร่รังสีความร้อน,W

q_{ra} , q_{ca} = ความร้อนสูญเสียโดยการแผ่รังสีที่ผิวกระจกและการพาที่ผิวกระจก, W

$\left(mc_p\right)_g$ = ค่าความจุความร้อนของกระจก, $J/^oC$

$$q_e = m_e^* A_w h_{fg} \qquad (2)$$

เมื่อ m_e^* = สัมประสิทธิ์การพาความร้อนจากกระจกสู่สิ่งแวดล้อม, $W/m^2.^oC$

A_w = พื้นที่ผิวของน้ำภายในเครื่องกลั่นน้ำ, m^2

h_{fg} = อุณหภูมิของผิวระเหย, ^oC

$$q_c = h_{cw} A_w \left(T_w - T_g\right) \qquad (3)$$

เมื่อ h_{cw} = สัมประสิทธิ์การพาความร้อนจากกระจกสู่สิ่งแวดล้อม, $W/m^2.^oC$

T_w , T_g = อุณหภูมิของผิวระเหย,และอุณหภูมิกระจก ^oC

$$h_{cw} = 0.884\left[T_W - T_g + \frac{(P_w - P_g)(T_w + 273)}{268.9\ \ 10^3 - P_w}\right]^{1/3} \quad (4)$$

เมื่อ P_w = ความดันของไอน้ำที่อุณหภูมิผิวระเหย, bar

P_g = ความดันของไอน้ำที่อุณหภูมิผิวกลั่นตัว, bar

$$h_{ew} = 16.273\ \ 10^{-3} h_{cw} \frac{P_w - P_g}{T_w - Tg} \quad (5)$$

เมื่อ h_{ew} = สัมประสิทธิ์การพาความร้อนการระเหยจากผิวไปสู่อากาศแวดล้อม, $W/m^2.^oC$

$$q_{ra} = \varepsilon_g \sigma A_W \left[\left(T_g + 273\right)^4 - \left(T_{sky} + 273\right)^4\right] \quad (6)$$

เมื่อ ε_g = Emissivity ของกระจก

σ = Stefan-Boltzman Constant $\left(5.669\ \ 10^{-8}\ W/m^2K^4\right)$

T_{sky} = อุณหภูมิท้องฟ้า, ^oC

การสูญเสียความร้อนที่บริเวณผิวกระจกพิจารณาจากสมการ

$$q_g = h_{ra}A_g(T_g + T_a) + h_{ca}A_g(T_g - T_a) \quad (7)$$

เมื่อ q_g = อัตราการสูญเสียความร้อนภายนอกเครื่องกลั่นน้ำบริเวณกระจก,W

h_{ra} = สัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อน, $W/m^2.^oC$

h_{ca} = สัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อนโดยการพาความร้อน, $W/m^2.^oC$

$$h_{ra} = \varepsilon_g \sigma \frac{\left[\left(T_g + 273\right)^4 - (T_{sky} + 273)^4\right]}{T_g - T_a} \quad (8)$$

เมื่อ h_{ra} = สัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อนโดยการพาความร้อน, $W/m^2.^oC$

η_g = ค่าการแผ่รังสีของกระจก (0.88)

σ = Stefan-Boltzman Constant $\left(5.669\ \ 10^{-8}\ W/m^2K^4\right)$

T_a = อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม, ^oC

ประสิทธิภาพของระบบกลั่นน้ำ และเกลือสินเธาว์พิจารณาจากสมการ

$$\eta = \frac{m_w \quad h_{fg}}{\sum G \quad A} \quad (9)$$

เมื่อ η = ประสิทธิภาพของระบบกลั่นน้ำ และเกลือสินเธาว์

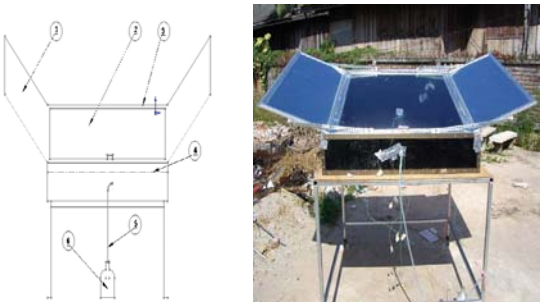
m_w = ปริมาณน้ำที่กลั่นตัวได้ทั้งวัน,kg

$\sum G$ = พลังงานแสงอาทิตย์รวมทั้งวัน, MJ/m^2

A = พื้นที่รับแสง, m^2

3. อุปกรณ์และวิธีวิจัย

อุปกรณ์การทดสอบสมรรถนะทางความร้อนเครื่องผลิตเกลือสินเธาว์ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วย เครื่องมือวัดค่ารังสีอาทิตย์ (Solar Integrator) เครื่องวัดความเร็วลมยี่ห้อ (Digicon) รุ่น DA-40 เครื่องมือวัดอุณหภูมิเทอร์โมคับเปิ้ล ชนิด k ยี่ห้อ (Digicon) รุ่น DP-50A นาฬิกาจับเวลายี่ห้อ Casio และขวดแก้วใสสำหรับรองรับน้ำกลั่นมีสเกลบอกค่าปริมาตรไว้เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร (cc. (1) กระจกรวมแสง 2 บาน กว้าง 500 mm. ยาว 1,000 mm. (2) กระจกด้านบน แบบเปิด-ปิดได้ หนา 5 mm. (3) ตัวเครื่องทำจากแผ่นสแตนเลส หนา 1 mm. กว้าง 1,000 mm. ยาว 1,000 mm. ด้านหน้าสูง 200 mm. ด้านหลังสูง 500 mm. รอบเครื่องทั้ง 4 ด้าน และด้านล่าง หุ้มด้วยฉนวนใยหินหนา 50 mm. (4) รางรับน้ำกลั่น ทำจากแผ่นสแตนเลสพับเป็นรูปตัว U ขนาด กว้าง 60 mm. ยาว 950 mm. (5) ท่อสายยางทางออกของน้ำกลั่น (6) ขวดแก้วรองรับน้ำกลั่น บอกปริมาตร 1,000 cc.



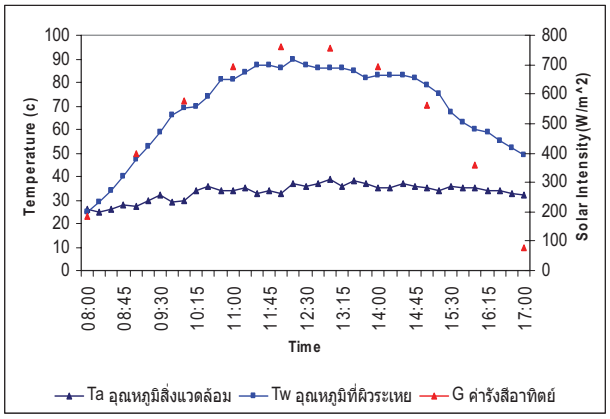
ภาพที่ 2 เครื่องผลิตเกลือสินเธาว์พลังงานแสงอาทิตย์

4. วิธีการทดลอง

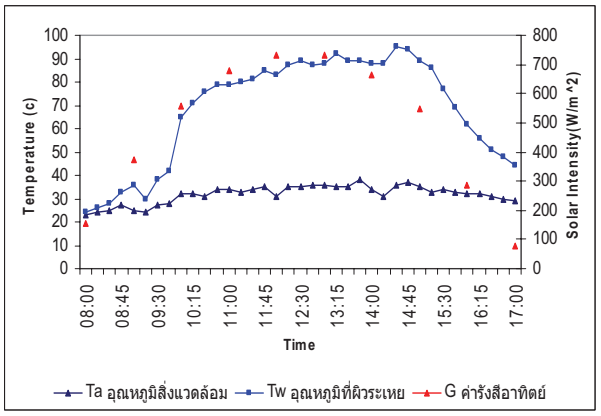
การทดลองหาสมรรถนะทางความร้อนเครื่องผลิตเกลือสินเธาว์ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ การทดลอง 2 กรณี คือ การทดลองใช้กระจกรวมแสง และ การทดลองไม่ใช้กระจกรวมแสง โดยเปรียบเทียบ ปริมาณน้ำเกลือและค่ารังสีแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดลองที่ แตกต่างกัน คือ 2,000 , 3,000 และ 4,000 cc.ตามลำดับ

5. ผลการวิจัย

จากการทดลองหาสมรรถนะทางความร้อนเครื่องผลิตเกลือสินเธาว์ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้ปริมาณน้ำเกลือ 3,000 cc. ใช้กระจกรวมแสง และไม่รวมแสงได้เริ่มทำการทดลองในวันที่ 26พฤศจิกายน 2549 ถึง 31 มกราคม 2550



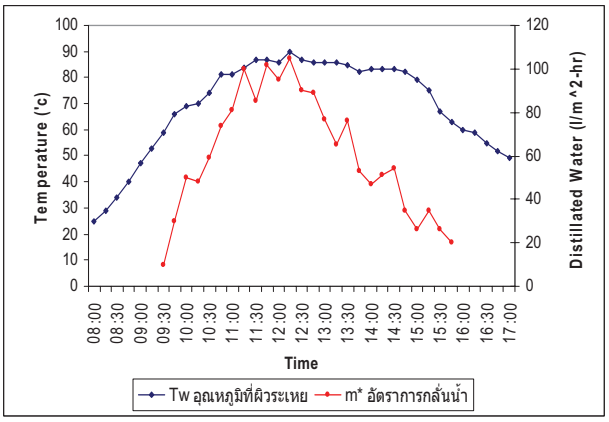
ภาพที่ 3 รังสีอาทิตย์กับอุณหภูมิน้ำเทียบกับเวลา (ไม่รวมแสง)



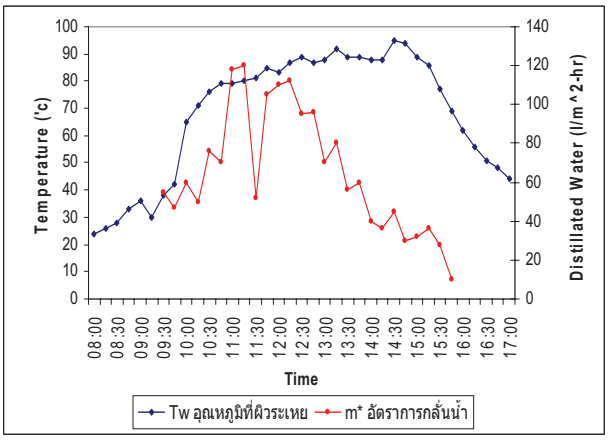
ภาพที่ 4 รังสีอาทิตย์กับอุณหภูมิน้ำเทียบกับเวลา (รวมแสง)

จากภาพที่ 3 อุณหภูมิผิวระเหย อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมจะสูงขึ้นและลดลงตามค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ ค่าอุณหภูมิผิวระเหยสูงสุดเท่ากับ 90 ^{o}C ที่ เวลา 12.15 น. และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม สูงสุด เท่ากับ 39 ^{o}C ที่เวลา 13.00 น.ความเข้มรังสีอาทิตย์จะเพิ่มขึ้นตามเวลาจนถึงประมาณ 12.00 น. จึงค่อยๆ ลดลงตามเวลา มีค่าสูงสุดที่เวลา 12.00 น. เท่ากับ 759 W/m^2

จากภาพที่ 4 อุณหภูมิผิวระเหย อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมจะมีค่ามากขึ้นและลดลงตามค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ ค่าอุณหภูมิผิวระเหยสูงสุดเท่ากับ 95 ที่ เวลา 14.30 น. และ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูงสุด เท่ากับ 38 ที่เวลา 13.45 น.ความเข้มรังสีอาทิตย์จะเพิ่มขึ้นตามเวลาจนถึงประมาณ 12.00 น. จึงค่อยๆ ลดลงตามเวลา มีค่าสูงสุดที่เวลา 12.00 น. เท่ากับ 734 W/m^2



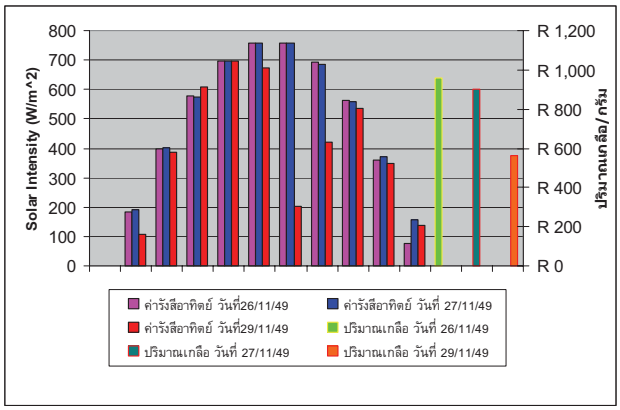
ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์การผลิตน้ำกลั่นเทียบกับเวลา(ไม่รวมแสง)



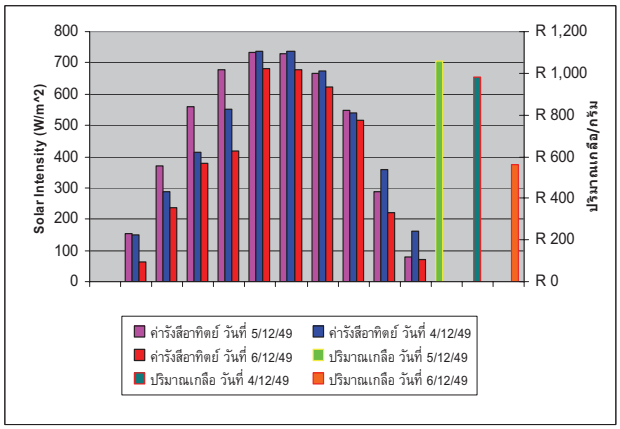
ภาพที่ 6 แสดงความสัมพันธ์การผลิตน้ำกลั่นเทียบกับเวลา(รวมแสง)

จากภาพที่ 5 เปรียบเทียบอัตราการผลิตน้ำกลั่นเทียบกับเวลา ไม่ใช้กระจกรวมแสง น้ำจะเริ่มกลั่นตัวที่เวลา 9.30-15.45 น.ค่าอุณหภูมิผิวระเหย เริ่มที่ 59 - 63 °C ค่าอุณหภูมิผิวระเหยสูงสุดเท่ากับ 90 °C ที่เวลา 12.15 น. ค่าอุณหภูมิผิวระเหยเฉลี่ยเท่ากับ 69 °C ได้อัตราการลั่นน้ำมากที่สุดที่เวลาประมาณ 12.00 น.เท่ากับ 0.382 L/m².h เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยจะได้อัตราการกลั่นเท่ากับ 0.175 L/m².h อัตราการกลั่นน้ำรวมเท่ากับ 1.583 L/m².d

จากภาพที่ 6 เปรียบเทียบอัตราการผลิตน้ำกลั่นเทียบกับเวลา ใช้กระจกรวมแสง น้ำจะเริ่มกลั่นตัวที่เวลา 9.30-15.45 น.ค่าอุณหภูมิผิวระเหย เริ่มที่ 38 - 69 °C ค่าอุณหภูมิผิวระเหย สูงสุดเท่ากับ 95 °C ที่เวลา 14.30 น. ค่าอุณหภูมิผิวระเหย เฉลี่ยเท่ากับ 68 °C ได้อัตราการลั่นน้ำมากที่สุดที่เวลาประมาณ 12.00 น.เท่ากับ 0.387 L/m².h เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยจะได้อัตราการกลั่นเท่ากับ 0.194 L/m².h อัตราการกลั่นน้ำรวมเท่ากับ 1.749 L/m².d



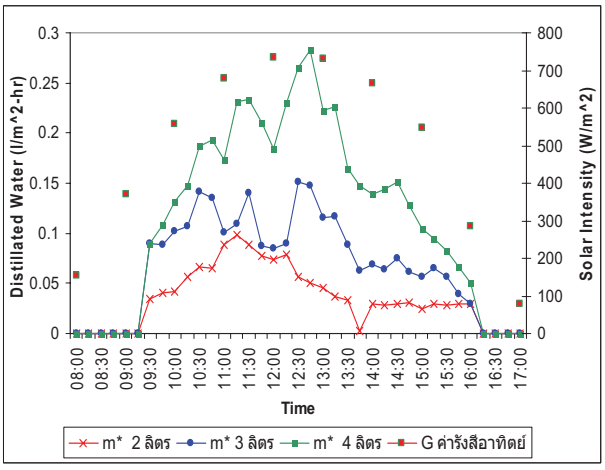
ภาพที่ 7 เปรียบเทียบการผลิตเกลือเทียบกับรังสีอาทิตย์ (ไม่รวมแสง)



ภาพที่ 8 เปรียบเทียบการผลิตเกลือเทียบกับรังสีอาทิตย์ (รวมแสง)

จากภาพที่ 7 การผลิตเกลือเทียบกับแสงอาทิตย์ กรณีไม่ใช้กระจกรวมแสง ปริมาณเกลือสูงสุดคือวันที่ 26 พฤศจิกายน 2549 น้ำเกลือ 3,000 cc. ได้ปริมาณเกลือเท่ากับ 960 กรัม ค่ารังสีแสงอาทิตย์สูงสุดที่เวลา 12.00 น. เท่ากับ 759.1 W/m² ค่ารังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งวันเท่ากับ 506.29 W/m² ปริมาณเกลือปานกลางคือวันที่ 27 พฤศจิกายน 2549 ปริมาณเกลือเท่ากับ 900 กรัม ค่ารังสีแสงอาทิตย์สูงสุดที่เวลา 12.00 น. เท่ากับ 759.4 W/m² ค่ารังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งวันเท่ากับ 506.16 W/m² ปริมาณเกลือน้อยที่สุดคือวันที่ 29 พฤศจิกายน 2549 ปริมาณเกลือ 560 กรัม ค่ารังสีแสงอาทิตย์สูงสุดที่เวลา 11.00 น. เท่ากับ 698 W/m² ค่ารังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งวัน เท่ากับ 412.54 W/m²

จากกราฟภาพที่ 8 การผลิตเกลือเทียบกับแสงอาทิตย์ กรณีใช้กระจกรวมแสง ปริมาณเกลือสูงสุดคือวันที่ 5 ธันวาคม 2549 ใช้น้ำเกลือ 3,000cc. ได้ปริมาณเกลือเท่ากับ 1,060 กรัม ค่ารังสีแสงอาทิตย์สูงสุดที่เวลา 12.00 น. เท่ากับ 734.7 W/m² ค่ารังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งวัน เท่ากับ 481.13 W/m² ปริมาณเกลือปานกลางคือวันที่ 4 ธันวาคม 2549 ปริมาณเกลือเท่ากับ 900 กรัม ค่ารังสีแสงอาทิตย์สูงสุดที่เวลา 13.00 น. เท่ากับ 737.7 W/m² ค่ารังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งวัน เท่ากับ 461.68 W/m² ปริมาณเกลือน้อยที่สุดคือวันที่ 6 ธันวาคม 2549 ปริมาณเกลือ 560 กรัม ค่ารังสีแสงอาทิตย์สูงสุดที่เวลา 12.00 น. เท่ากับ 682.2 W/m² ค่ารังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งวัน เท่ากับ 388.77 W/m²



ภาพที่ 9 เปรียบเทียบอัตราการกลั่น (2 , 3 , 4 ลิตร) เทียบกับแสงอาทิตย์

จากภาพที่ 9 เปรียบเทียบอัตราส่วนการกลั่น กับค่ารังสีอาทิตย์ที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด ใช้ปริมาณน้ำเกลือ 2,000cc.ในการทดลอง ได้อุณหภูมิผิวระเหย (T_w) สูงสุดเท่ากับ 90°C อุณหภูมิผิวดูดรังสี (T_p) สูงสุดเท่ากับ 105°C ซึ่งอุณหภูมิสูงมาก แต่ได้อัตราการกลั่นน้ำรวมเท่ากับ 1.292 L/m².d ซึ่งมีปริมาณน้อย ค่ารังสีแสงอาทิตย์สูงสุดที่เวลา 12.00 น. เท่ากับ 745.3 W/m² ค่ารังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งวันเท่ากับ 459.59 W/m² ใช้ปริมาณน้ำเกลือ 3,000cc.ในการทดลอง ได้อุณหภูมิผิวระเหย (T_w) สูงสุดเท่ากับ 92°C อุณหภูมิผิวดูดรังสี (T_p) สูงสุดเท่ากับ 99°C ได้อัตราการกลั่นน้ำรวมเท่ากับ 1.749 L/m².d ซึ่งมีปริมาณปานกลางค่ารังสีแสงอาทิตย์สูงสุดที่เวลา 12.00 น. เท่ากับ 734.7 W/m² ค่ารังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งวันเท่ากับ 481.13 W/m² ใช้ปริมาณน้ำเกลือ 4,000cc.ในการทดลอง ได้อุณหภูมิผิวระเหย (T_w) สูงสุดเท่ากับ 79°C อุณหภูมิผิวดูดรังสี (T_p) สูงสุดเท่ากับ 82°C ได้อัตราการกลั่นน้ำรวมเท่ากับ 1.991 L/m².d ซึ่งได้ปริมาณสูงสุด ได้ค่ารังสีแสงอาทิตย์สูงสุดที่เวลา 12.00 น. เท่ากับ 732.3 W/m² ค่ารังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งวันเท่ากับ 475.71 W/m² คิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำที่กลั่นตัวได้ เท่ากับ 64.6% , 56.3 % และ 47.7 % ตามลำดับ

6. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสมรรถนะทางความร้อนเครื่องผลิตเกลือสินเธาว์พลังงานแสงอาทิตย์ เปรียบเทียบ อัตราการกลั่นน้ำ และ การผลิตเกลือ เทียบกับแสงอาทิตย์ โดยใช้น้ำเกลือ 2,000 , 3,000 และ 4,000 cc. กรณีใช้กระจกรวมแสง และไม่รวมแสง พบว่าปริมาณน้ำเกลือที่ใช้ในการทดลอง 3,000 cc. แบบใช้กระจกรวมแสง ให้ประสิทธิภาพสูงสุดปริมาณน้ำกลั่นเท่ากับ 1.689 cc. คิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำที่กลั่นตัวได้ เท่ากับ 56.3% ปริมาณเกลือเท่ากับ 1,060 กรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ปริมาณเกลือ เท่ากับ 35.33% ความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุดที่เวลา 12.00 น. เท่ากับ 734.7 W/m² ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 534 W/m² ผลการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ ราคาต้นทุนในการสร้างเครื่องผลิตเกลือสินเธาว์ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งสิ้น 14,460 บาท สามารถทำการกลั่นน้ำได้เฉลี่ยวันละ 1.689 ลิตร/ตารางเมตร ประเมินให้เวลา 1 ปี (คิด 300 วัน) ได้อัตราการกลั่นน้ำเท่ากับ 507 ลิตร/ปี และสามารถผลิตเกลือได้เท่ากับ 1.060 กิโลกรัม/วัน ถ้าประเมินให้เวลา 1 ปี(คิด 300 วัน) จะได้ปริมาณเกลือเท่ากับ 318 กิโลกรัม/ปี ประเมินอายุการใช้งาน เครื่องผลิตเกลือสินเธาว์พลังงานแสงอาทิตย์ไว้ที่ 10 ปี น้ำกลั่นที่ขายในท้องตลาดราคา 10 บาท/ลิตร เกลือสินเธาว์ที่ขายในท้องตลาดราคา 3 บาท/กิโลกรัมรายได้สุทธิต่อปีเท่ากับ 6,024 บาท/ปี จากการวิเคราะห์ราคาต้นทุนน้ำกลั่น และราคาเกลือรายปีเท่ากับ 3.05 บาท โดยมีระยะเวลาคุ้มทุน 2.97 ปี โดยคิดอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ 7.75% ต่อปี

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล ที่สนับสนุนเครื่องมือตรวจวัด ส่วนอุทกวิทยาหนองคาย และ รศ.ดร.เสริม จันทร์ฉาย ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลวิจัย

8. เอกสารอ้างอิง

[1] อนนท์ โพธิ์หอม, 2520,"เครื่องกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์" , วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[2] บุญสร้าง ดิเรกสถาพร, 2523, "เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบผิวรับแสงอยู่ในแนวดิ่ง", วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 14-28.

[3] สมชาย โสภณศิริกุล, 2543, "การปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องกลั่นน้ำ" , วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี , หน้า 13-23.

[4] สำรวย ภูบาล, 2545, "การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องกลั่นน้ำแสงอาทิตย์" , วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี , หน้า 9-24.

การศึกษาสมรรถนะกังหันลมผลิตไฟฟ้าความเร็วลมต่ำ

A Performance Study of Wind Turbine Using Low Wind Speed

ณัฐพล รุ่นประแสง[1] ทวีวัฒน์ สุภารส[2] ทเนจ นาคปนคำ[3] ณรงค์ มั่งคั่ง[4] จิระศักดิ์ อินอักษร[5]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

[2,3]ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล [4]ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[5]สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานภา 16 อ.เมือง จ.สงขลา 90000

Taveewat.sup@kmutt.ac.th ; t_suparos@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาสมรรถนะระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่ความเร็วลมต่ำ สามารถผลิตไฟฟ้าไม่เกิน 6 m/s โดยออกแบบใบพัดรูปตัดขวางแบบ NACA 4415 ความยาว 120 ซม. จำนวน 3 ใบพัด พิกัดกำลัง 250 วัตต์ ความเร็วลม 6 m/s เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ประกอบด้วยแม่เหล็กถาวรจำนวน 8 คู่ขั้วแม่เหล็ก แรงดันไฟฟ้า 18 โวลต์ ความเร็วรอบ 240 rpm การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือการทดลองชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และการทดลองกังหันลม จากการทดลองชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพบว่า เมื่อเพิ่มโหลดค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะลดลง แต่ค่ากระแสไฟฟ้าและแรงบิดจะมีค่ามากขึ้น ระบบสามารถประจุแบตเตอรี่ที่ความเร็วรอบ 237 รอบต่อนาที แรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่ากับ 15.58 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 6.5 แอมแปร์ และแรงบิด เท่ากับ 12.5 N.m โดยกังหันลมเริ่มหมุนที่ความเร็วลมประมาณ 1.5 m/s และที่ความเร็วลมเท่ากับ 6 m/s กังหันลมสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 85.40 วัตต์ กังหันลมมีประสิทธิภาพ 34.16 เปอร์เซ็นต์ สามารถผลิตไฟฟ้าสูงสุดวันละ 2.5 kW การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์พบว่าระยะคืนทุนของกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่ความเร็วลมต่ำ จะสามารถคืนทุนในระยะเวลา 7.5 ปี

คำสำคัญ: กังหันลมผลิตไฟฟ้า พลังงานลม แม่เหล็กถาวร เครื่องกำเนิดไฟฟ้า การประจุแบตเตอรี่

Abstract

A performance study of low speed (not more than 6.0 m/s)wind turbine system. The designed of generator turbine blades using NACA 4415 type at 120 cm of three blades length. The maximum capacity of generator about 250 watt at 6.0 of wind velocity. The small generator consist of permanence magneticat as 8 poles,18 voltage and 240 rpm. the experiments are separated into two steps, experiment the electric generator and wind turbine. By experiment ;; the load increase but the voltage to reduce while the current and torque are increase. Maximum charging system at 273 rpm about 15.58 volt, 6.5 amp and 12.5 Nm of torque.The system start up at 1.5 m/s of wind velocity and 6.0 m/s of wind velocity and generate power about 85.40 watt. The efficiency of wind turbine was 34.16 percentage , max.power about 2.5 kW per day and pay back period of 7.5 years.

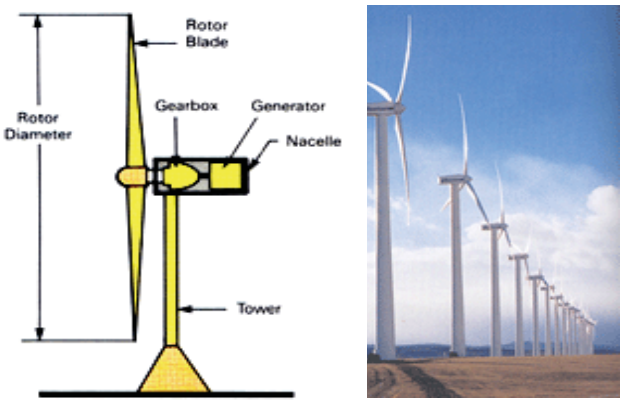
Keyword : Wind turbine, Wind energy, Permanance magnetic, Generator, Battery charging

1.คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 133,102 กิโลวัตต์/ชั่วโมง และเพิ่มขึ้นจากปี 2549 ร้อยละ 4.6 มีกำลังการผลิตรวม 148,463 กิโลวัตต์/ชั่วโมง และเพิ่มขึ้นจากปี 2549 ร้อยละ 4.6 โดยมีสัดส่วนการผลิตตามเชื้อเพลิงต่างๆ ดังนี้จากก๊าซธรรมชาติ ร้อยละ 67 ลิกไนต์/ถ่านหินร้อยละ 21 จากพลังงานน้ำร้อยละ 5 จากน้ำมันดีเซลร้อยละ 2 และจากการนำเข้าและพลังงานทดแทน เช่น แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล ร้อยละ 5 จากข้อมูลดังกล่าวประเทศไทยจึงได้มีส่งเสริมพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตพลังงานทดแทนอื่นๆ หลายอย่าง เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานจากก๊าซชีวมวล พลังงานจากขยะมูลฝอย และพลังงานลม ซึ่งพลังงานลมเป็นพลังงานทางเลือกหนึ่งที่มีความสำคัญที่ไม่มีวันหมด และไม่ก่อให้เกิดมลพิษแก่สิ่งแวดล้อม ซึ่งพลังงานลมส่วนใหญ่นิยมมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า และเป็นพลังงานในการสูบน้ำ การที่จะพัฒนาพลังงานลมเพื่อใช้ประโยชน์จึงจำเป็นต้องศึกษารูปแบบและขนาดของกังหันลมเพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมกับความเร็วลมที่มีอยู่ และคำนึงประโยชน์การใช้งาน และความคุ้มค่าทางด้านการลงทุนหรือทางด้านเศรษฐศาสตร์มากที่สุด อีกทั้งยังจะช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ไม่ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน เนื่องจากเป็นพลังงานจากธรรมชาติ ไม่ต้องซื้อหา ไม่มีราคาค่าเชื้อเพลิง การศึกษาข้อมูลการพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม สำเริง แพ่งศรี [1] ได้พัฒนาเครื่องต้นแบบการใช้พลังงานลมผลิตไฟฟ้า โดยใช้ใบกังหันหมุนผลิตไฟฟ้าได้ที่ความเร็วรอบของใบพัด 12 รอบ/นาที ที่ความเร็วลมเฉลี่ย 4 m/s แรงเคลื่อนที่ผลิตได้ 13 โวลต์ สรศักดิ์ คำวัง และคณะ [2] ได้ออกแบบสร้างกังหันลมแกนดิ่ง มี 6 ใบพัด แบบซาโลเนียส สูง 7 เมตร และมีพื้นที่หน้าตัด 1.14 m^2 ติดตั้งเครื่องสูบน้ำแบบปั๊มชักเข้าตัวกังหันและหาปริมารน้ำที่ความเร็วลมต่างๆ ในเวลา 10 นาที พบว่าที่ความเร็วต่ำสุดที่กังหันลมแกนดิ่งสามารถสูบน้ำได้ จะมีค่าเท่ากับ 4.28 m/s Onder Ozgener [3] ได้ศึกษาการหากำลังงานไฟฟ้าจากกังหันลมขนาดเล็กเพื่อใช้ในการให้แสงสว่างของอาคารวิจัยด้านพลังงาน โดยออกแบบกังหันลมขนาด1.5 kw มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของใบพัด 3 เมตร และมีความสูงจากพื้นดิน 12 เมตร จากการวิจัยพบว่าความเร็วลมเฉลี่ย 7.5 เมตรต่อวินาที และให้กำลังจากอัลเตอร์เนเตอร์สูงสุด 616 วัตต์ งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสมรรถนะกังหันลมผลิตไฟฟ้าความเร็วลมต่ำ

2. ทฤษฎีสำหรับงานวิจัย

กังหันลมที่มีแกนเพลาอยู่ในแนวนอน (Horizontal Axis Wind Turbine, HAWT) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนวางตัวอยู่ในทิศขนานกับทิศทางของลม โดยมีใบเป็นตัวตั้งฉากรับแรงลม เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานสูงแต่ต้องติดตั้งบนเสาที่มีความสูงมาก และมีชุดควบคุมให้กังหันลมหันหน้าเข้ารับแรงลมได้ทุกทิศทางในแนวนอนตลอดเวลา ดังภาพที่ 1 กำลังงานที่จะได้จากกังหันลม คือ [4,5,6,7,8]



ภาพที่ 1 กังหันลมที่มีแกนเพลาอยู่ในแนวนอน

$$P_w = \frac{1}{2}\left(Cp\ \rho\pi\ R^2 V^3 \right) \quad (1)$$

$$Cp = \frac{P}{\left(\frac{1}{2}\rho\pi\ R^2 V^3\right)} \quad (2)$$

เมื่อ P_w คือกำลังงานของกังหันลม (วัตต์) Cp คือ ค่าสัมประสิทธิ์กำลังงาน ρ คือค่าความหนาแน่นของอากาศ ($kg.m^3$) R คือรัศมีของใบพัด(m) V คือความเร็วลม (m/s) อัตราส่วนความเร็วที่ปลายใบพัด(TRS) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3) สำหรับความเร็วรอบของใบพัด (RPM) คำนวณได้จากสมการที่ (4)

$$TSR\ (\lambda) = \frac{U}{V_\infty} = \frac{\omega R}{V_\infty} = \sqrt{\frac{80}{B}} \quad (3)$$

$$RPM \quad (S) = \frac{V\infty \times TSR \times 60}{2\pi r} \qquad (4)$$

เมื่อ TRS(λ) คืออัตราส่วนความเร็วที่ปลายใบพัด U คือความเร็วที่ปลายใบพัด(m/s) V_∞ คือความเร็วลมปลายใบพัด (m/s) B คือจำนวนใบพัด RPM คือความเร็วรอบของใบพัด TRS คืออัตราส่วนความเร็วที่ปลายใบพัด V_∞ คือความเร็วลม(m/s) R คือรัศมีของกังหันลม(m) การพิจารณาแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดในขดลวดตัวนำที่เคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็กที่ (Eav)สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (5) และการหาค่ากำลังไฟฟ้าที่กังหันลมผลิตได้ (Pw)คำนวณได้จากสมการ (6)

$$Eav = B_i l V_i \qquad (5)$$

$$P_w = \frac{E}{h} 1.25 \qquad (6)$$

เมื่อ Eav คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเฉลี่ย (โวลต์) Bi คือความหนาแน่นของสนามแม่เหล็ก (เวเบอร์ต่อตารางเมตรหรือเทสลา) l คือความยาวตัวนำ (เมตร) Vi คืออัตราความเร็วในการเปลี่ยนค่าสนามแม่เหล็ก (เมตรต่อวินาที) Pw คือกำลังไฟฟ้าของกังหันลม (วัตต์) E คือพลังงานไฟฟ้า (วัตต์- ชั่วโมง) h คือจำนวนชั่วโมงการทำงานของกังหันลม (ชั่วโมง) 1.25 คือค่าความเผื่อสำหรับการสูญเสียในระบบจากชุดแปลงกระแสไฟฟ้า

4.. อุปกรณ์การวิจัย

การออกแบบและสร้างใบพัดจะต้องคำนึงถึงรูปร่างใบพัดที่เหมาะสมกับการใช้งานที่ความเร็วลมเป็นกังหันแบบแกนนอน 3 ใบพัด ความเร็วลมที่พิกัด 6 m/s ความเร็วรอบที่ทำงาน 240 rpm มุมปะทะเท่ากับ 5 องศา พิกัดกำลัง 250 watt ภาคตัดขวางของใบพัดเป็นแบบ NACA 4415 และสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 1 เฟส พิกัดแรงดันไฟฟ้า 18 โวลต์จำนวนคู่ขั้วแม่เหล็ก 8 คู่ จำนวน 8 ขดลวด พร้อมระบบป้องกันการทำงานของกังหันลมเมื่อมีความเร็วลมสูงเกินกว่าค่าที่ วัดค่าพลังงานไฟฟ้าด้วยเครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า และวัดความเร็วลมด้วย Anemometer Air Velocity meter การทดลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมเพื่อนำไฟฟ้าไปใช้กับ หลอดฟูออเรสเซนต์ ทีวี พัดลม และหม้อหุงข้าว โดยทำการทดลอง ณ เทือกเขาบรรทัด รอยต่อระหว่าง อ.ชะอวด และ อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช ดังภาพที่ 2 พร้อมติดตั้งเครื่องมือวัดต่างความเร็วลม ไฟฟ้า และอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้า ทดลองตลอดเวลา 24 ชั่วโมง

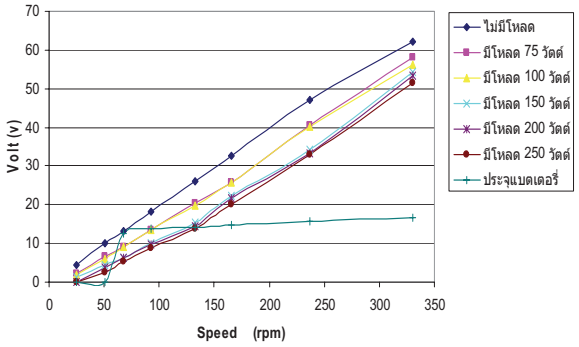


ภาพที่ 2 การติดตั้งกังหันลมที่มีแกนเพลาอยู่ในแนวนอน

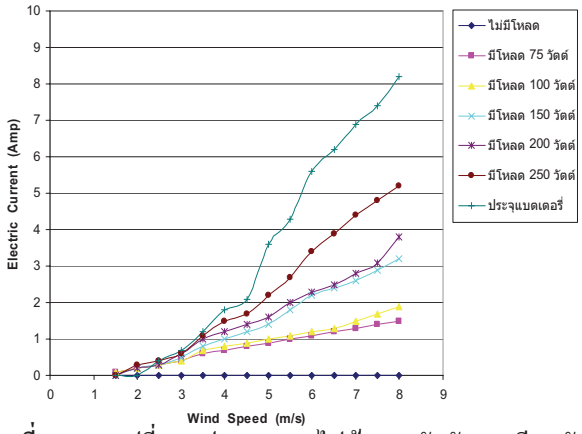
5. ผลการวิจัย

5.1. การทดสอบหาค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

จากภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าของชุดกำเนิดไฟฟ้า พบว่าในขณะที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่มีโหลดจะให้ค่าแรงเคลื่อน ไฟฟ้าที่สูงสุด คือ 62.2 โวลต์ ที่ความเร็วรอบ 330 รอบต่อนาที และเมื่อทำการเพิ่มโหลดให้กับชุดกำเนิดไฟฟ้าให้สูงขึ้น ผลทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้า มีค่าต่ำลงเนื่องจากความต้องการพลังงานสูงขึ้น ขณะเดียวกันเมื่อทำการทดสอบประจุไฟให้กับแบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ 100 แอมแปร์ ชุดกำเนิดไฟฟ้าจะเริ่มผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ความเร็วรอบ 68 รอบต่อนาที และแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงสุด คือ 15.58 โวลต์



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลง Voltage เทียบกับความเร็วรอบ



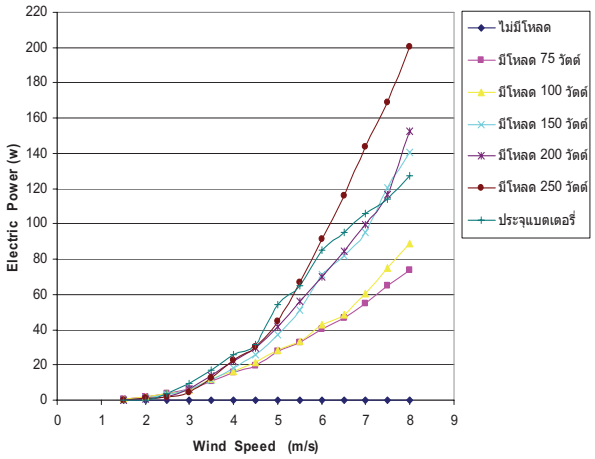
ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าของกังหันลมเทียบกับความเร็วลม

5.2 การทดสอบหาค่ากระแสไฟฟ้าของกังหันลม

จากภาพที่ 4 พบว่ากังหันลมจะเริ่มผลิตกระแสไฟฟ้าที่ความเร็วลมเท่ากับ 2 เมตรต่อวินาที และกระแสไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับความเร็วลม ความเร็วลมเพิ่มขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าที่ผลิตก็มีค่าเพิ่มมากขึ้นด้วย และเมื่อทำการใส่โหลดให้กับกังหันลม จะทำให้กระแสไฟฟ้าที่ได้มีค่าสูงขึ้น กล่าวคือ ที่โหลดเท่ากับ 75 วัตต์ จะได้ค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.2 ,1.1 ,1.5 แอมแปร์ ที่ความเร็วลมเท่ากับ 2 , 6, 8 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ และเมื่อทำการเพิ่มโหลดเท่ากับ 250 วัตต์ จะให้กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.3 , 3.4 , 5.2 แอมแปร์ ที่ความเร็วลมเท่ากับ 2 , 6, 8 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ

5.3 การทดสอบหาค่ากำลังไฟฟ้าของกังหันลม

จากภาพที่ 5 พบว่าเมื่อความเร็วลมสูงมากขึ้น (มากกว่า 3 เมตรต่อวินาที) ค่ากำลังไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับความเร็วลม เมื่อมีความเร็วลมมากขึ้นค่ากำลังไฟฟ้าก็มีค่าเพิ่มมากขึ้นด้วย แต่ในขณะที่กังหันลมไม่มีโหลดจะให้ค่ากำลังไฟฟ้าจะเท่ากับศูนย์ ที่โหลดเท่ากับ 75 วัตต์ จะได้ค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1.856, 40.282, 74.055 วัตต์ ที่ความเร็วลมเท่ากับ 2 , 6, 8 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ และเมื่อทำการเพิ่มโหลดเท่ากับ 250 วัตต์ จะให้ค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1.185 , 91.256 , 200.616 วัตต์ ที่ความเร็วลมเท่ากับ 2 , 6, 8 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ขณะเดียวกันเมื่อทำการทดสอบประจุไฟให้กับแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 100 แอมแปร์ กังหันจะเริ่มมีค่ากำลังไฟฟ้าที่ความเร็วลม 2.5 เมตรต่อวินาที และค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จะเป็นเพิ่มขึ้นตามความเร็วลม ซึ่งค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้ที่ตรงกับความเร็วลมที่ได้ออกแบบเอาไว้ที่ 6 เมตรต่อวินาที คือ 85.40 วัตต์ ซึ่งจะสามารถบอกได้ว่าประสิทธิภาพของกังหันลมผลิตไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 34.16 เปอร์เซนต์

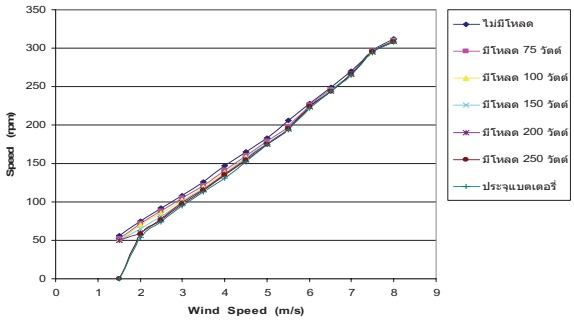


ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าของกังหันลมเทียบกับความเร็วลม

5.4 การทดสอบหาค่าความเร็วรอบของกังหันลม

จากภาพที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับความเร็วรอบของกังหันลม พบว่าในกรณีที่กังหันลมมีโหลดมากหรือมีการประจุแบตเตอรี่ กังหันลมจะเริ่มหมุนที่ความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาที และจากการทดลองพบว่า ในช่วงที่ความเร็วลม ตั้งแต่ 1.5 – 6 เมตรต่อวินาที และที่ทุกช่วงโหลด ความเร็วรอบของกังหันลมจะแตกต่างกันเล็กน้อย กล่าวคือ แต่เมื่อความเร็วลมสูงมากขึ้น (มากกว่า 6 เมตรต่อวินาที) ความเร็วรอบของกังหันลมจะมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก หรืออาจกล่าวได้ว่าที่ความเร็วลมสูงๆ ความเร็วรอบของกังหันลม จะไม่ขึ้นอยู่กับโหลดที่ใส่ให้กับกังหันลม ขณะเดียวกัน

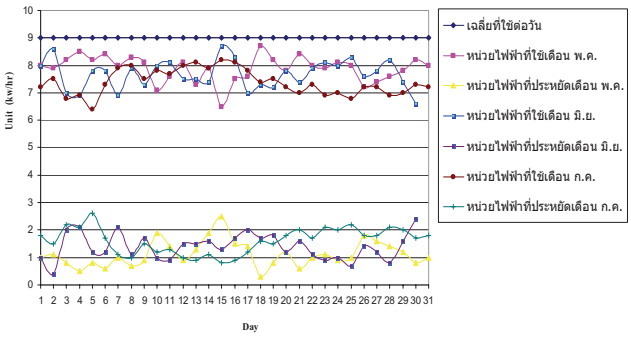
เมื่อทำการทดสอบประจุไฟให้กับแบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ 100 แอมแปร์ ความเร็วรอบของกังหันลม จะมีค่าเท่ากับ 54 , 222, 308 รอบต่อนาที ที่ความเร็วลม 2 , 6, 8 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบของกังหันลมเทียบกับความเร็วลม

5.5 การทดสอบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของกังหันลม

จากการวิจัยบ้านตัวอย่างที่ทดลอง มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยวันละ 9 kWh หลังจากนั้นติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าและนำกระแสไฟฟ้าที่ได้ไปใช้งานกับบ้านตัวอย่าง และบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกๆ วัน พบว่า ในระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 - กรกฎาคม 2552 การใช้พลังงานไฟฟ้ามีค่าไม่สม่ำเสมอ ทั้งที่ปริมาณการใช้หน่วยไฟฟ้าของบ้านตัวอย่างที่มีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยวันละ 9 หน่วย เนื่องจากมีการใช้ไฟฟ้าส่วนหนึ่งที่ได้จากกังหันลม แสดงว่าวันดังกล่าวกังหันลมมีการผลิตไฟฟ้าได้มาก และตรงกันข้าม วันใดที่มีการใช้หน่วยไฟฟ้ามาก แสดงว่าวันดังกล่าวกังหันลมผลิตไฟฟ้าได้น้อยกล่าวคือ ในวันที่ 15 พฤษภาคม 2552 วันที่ 30 มิถุนายน 2552 และวันที่ 5 กรกฎาคม 2552 มีการใช้หน่วยไฟฟ้าน้อยสุดคือ 6.5 หน่วย ซึ่งหมายความว่าวันดังกล่าวกังหันลมสามารถผลิตไฟฟ้าได้มากสุด จำนวน 2.5 หน่วย



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงหน่วยไฟฟ้าเทียบกับวันทำงาน

6. สรุปผลการวิจัย

การออกแบบเพื่อการศึกษาสมรรถนะระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่ความเร็วลมต่ำ จากวิจัยสรุปว่าที่ความเร็วลมในการผลิตไฟฟ้าไม่เกิน 6 m/s โดยออกแบบใบพัดรูปตัดขวางแบบ NACA 4415 ความยาว 120 ซม. จำนวน 3 ใบพัด พิกัดกำลัง 250 วัตต์ ที่ความเร็วลม 6 m/s เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ประกอบด้วยแม่เหล็กถาวรจำนวน 8 คู่ขั้วแม่เหล็ก แรงดันไฟฟ้า 18 โวลต์ ที่ความเร็วรอบ 240 rpm การทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือการทดลองชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และการทดลองกังหันลม จากการทดลองชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพบว่า เมื่อเพิ่มโหลดค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะลดลง แต่ค่ากระแสไฟฟ้าและแรงบิดจะมีค่ามากขึ้น สามารถประจุแบตเตอรี่ที่ความเร็วรอบ 237 rpm แรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่ากับ 15.58 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 6.5 แอมแปร์ และเกิดแรงบิด 12.5 N.m โดยกังหันลมเริ่มหมุนที่ความเร็วลมประมาณ 1.5 m/s และที่ความเร็วลมเท่ากับ 6 m/s กังหันลมสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 85.40 วัตต์ และกังหันลมมีประสิทธิภาพ 34.16 เปอร์เซ็นต์ และสามารถผลิตไฟฟ้าสูงสุดวันละ 2.5 หน่วย การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์พบว่าระยะคืนทุนของกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่ความเร็วลมต่ำ จะสามารถคืนทุนในระยะเวลา 7.5 ปี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] สำเริง เพ่งศรี, 2551,การพัฒนาเครื่องต้นแบบการใช้พลังงานลมผลิตกระแสไฟฟ้า, สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร,กรุงเทพมหานคร.

[2] สรศักดิ์ คำวัง , มนัสสุดา เนาคำแพง เพ่งศรี,2550, กังหันลมแกนดิ่งสูบน้ำ, ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

[3] Onder Ozgener, 2005, A Small Wind Turbine System (SWTS), Sola Energy Institute Ege University, Turkey.

[4] L.M. Fernandez, C.A. Garcia, F. Jurado ,Comparative study on the performance of control systems for doubly fed induction generator (DFIG) wind turbines operating with power regulation, Energy, Volume 33, Issue 9, September 2008, Pages 1438-1452

[5] Kazumasa Ameku, Baku M. Nagai, Jitendro Nath Roy ,Design of a 3 kW wind turbine generator with thin airfoil blades,Experimental Thermal and Fluid Science, Volume 32, Issue 8, September 2008, Pages 1723-1730

[6] R.E. Chilcott, V.G. Smyth, Performance parameters of a bi-directional wind turbine, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Volume 7, Issue 2, March 1981, Pages 111-128

[7] B. Sareni, A. Abdelli, X. Roboam, D.H. Tran ,Model simplification and optimization of a passive wind turbine generator,Renewable Energy, Volume 34, Issue 12, December 2009, Pages 2640-2650

สมรรถนะเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลขนาดเล็ก

A Performance of a Small Biodiesel Machine

เอกลักษณ์ ศุภปัญญาพงศ์[1] ทวีวัฒน์ สุภารส[2] ศุภชัย ปัญญาวีร์[3] ณัฐพล รุ่นประแสง[4]

[1,2]ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[3]บริษัท เอนเนอร์ยี คอนเซอร์เวชั่น เทคโนโลยี จำกัด
[4]สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
Taveewat.sup@kmutt.ac.th ; t_suparos@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้ออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลขนาดเล็ก เพื่อใช้ผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว ที่อัตราการผลิต 6 ลิตรต่อชั่วโมง โดยนำน้ำมันพืชที่ใช้แล้วผสมกับเมทานอลและโซดาไฟผสมตามสัดส่วนมาตรฐาน แล้วให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส โดยขดลวดความร้อน เพื่อขจัดความชื้นและให้น้ำมันและส่วนผสมตกตะกอนเพื่อแยกน้ำมันออกจากน้ำ แล้วให้ความร้อนอุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส ภายในหม้อต้มหุ้มฉนวนป้องกันความร้อนอย่างดี ผ่านกระบวนการปั่นเพื่อการผสมผสานของน้ำมันกับเมทานอลและโซดาไฟ ขั้นตอนสุดท้ายทิ้งให้ตกตะกอนเป็นเวลา 8 ชั่วโมง จึงแยกน้ำมันไบโอดีเซลออกจากกลีเซอร์รีน ผลการทดลองผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยใช้เครื่องผลิตไบโอดีเซลขนาดเล็ก สามารถผลิตน้ำมันไบโอดีเซลได้โดยเฉลี่ย 5 ลิตรต่อชั่วโมง และคุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าความร้อนระหว่าง 31 – 33 MJ/kg ซึ่งใกล้เคียงกับค่าความร้อนของน้ำมันดีเซล 38 -39 MJ/kg และสามารถใช้งานกับเครื่องยนต์ดีเซลความเร็วรอบต่ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : น้ำมันไบโอดีเซล น้ำมันดีเซล น้ำมันพืช ประสิทธิภาพ

Abstract

This study proposes the design and construction of a small biodiesel machine for producing biodiesel from used vegetable oil. The production rate was 6 liters per hour. The processes used vegetable oil mixed with methanol and sodium hydroxide at standard value, and heating until the temperature up to 100 degrees Celsius by the heater, remove moisture and oil and mixed oil to precipitate out of water to extract oil, reheat process at temperature about 50-60 degrees Celsius within insulation boiler system and spinning process to mix oil with methanol and sodium hydroxide. The last process is to precipitate for 8 hours to separate the biodiesel from the glycerin . The results show production of biodiesel from used vegetable oil using small biodiesel machine. Biodiesel can be produced by the average amount of 5 liters per hour and the properties of biodiesel production heat value at 31 - 33 MJ / kg which is equal the heat value of the commercial diesel fuel at 38 -39 MJ / kg and compatible with low engine speed.

Keyword: Biodiesel Oil, Diesel Oil, Vegetable Oil, Efficiency

1. บทนำ

การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ผ่านการใช้งานแล้ว ได้ดำเนินการศึกษาวิธีการผลิตจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้ [1] ได้วิจัยศึกษาการเตรียมและศึกษาสมบัติดีเซลชีวภาพจากน้ำมันมะพร้าวโดยการหาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมดีเซลชีวภาพจากน้ำมันมะพร้าว โดยการนำน้ำมันมะพร้าวมาทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันกับแอลกอฮอล์และใช้เบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยการศึกษาผลของชนิดของแอลกอฮอล์ อัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันต่อแอลกอฮอล์ อุณหภูมิชนิดเบสและปริมาณเบส และทำการเปรียบเทียบสมบัติต่าง ๆ ของน้ำมันดีเซลชีวภาพที่เตรียมได้เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลที่ผลิตได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ

นายภูธร [2] ได้ออกแบบการทดลองการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันมะพร้าวแบบต่อเนื่องโดยการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเพื่อเร่งปฏิกิริยาทรานส์เมธิลเลชันของน้ำมันพืชแและเมทานอล

สุกัญญา [3] ได้ศึกษาและทดลองผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชในเมทานอล ภาวะเหนือวิกฤตโดยกระบวนการแบบต่อเนื่อง พบว่าภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันเมล็ดในปาล์มคือ อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส โดยมีอัตราส่วนผสมโดยโมล 1:24 โดยเมทิลเอสเทอร์ที่ได้มีสมบัติทางเชื้อเพลิงอยู่ในส่วนกำหนดของมาตรฐานไบโอดีเซลและน้ำมันดีเซลหมุนช้า

2.ทฤษฎีการวิจัย

การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลเริ่มกระบวนการโดยนำน้ำมันพืชที่ผ่านการใช้งานแล้ว นำมาพักให้ตกตะกอนและกรองเอาตะกอนออก ให้ความร้อนเพื่อให้น้ำแยกตัวออกจากน้ำมันเพื่อให้น้ำมันที่นำไปผลิตมีน้ำและสิ่งสกปรกเจือปนให้น้อยที่สุด จากนั้นนำน้ำมันที่ได้มาผ่านกระบวนการกระตุ้นด้วยกรดและแอลกอฮอล์ เพื่อปรับสภาพน้ำมันให้มีคุณสมบัติคงที่แล้วพักไว้ 1 คืน แล้วนำมากระตุ้นด้วยแอลกอฮอล์ และด่าง ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส พักทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง จะเกิดการแยกตัวเป็นน้ำมันไบโอดีเซลและกลีเซอรีน เพื่อแยกเอาน้ำมันไบโอดีเซลไปผ่านกระบวนการล้างอย่างน้อย 3-4 ครั้ง โดยครั้งแรกต้องเป็นน้ำที่มีการเติมกรดอ่อน เพื่อปรับสภาพน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้ให้มีค่าความเป็นกลาง (pH=7) จากนั้นนำน้ำมันไปอุ่นให้ความร้อน และกวนเพื่อไล่น้ำออกจากน้ำมันจะได้น้ำมันไบโอดีเซลที่ใส

การหาค่าความร้อนทางเชื้อเพลิงโดยใช้ Bomb Calorimeter โดยการนำเอาเชื้อเพลิงที่จะทำการทดสอบไปชั่งน้ำหนักให้ละเอียดนำมาเผาไหม้กับออกซิเจนบริสุทธิ์ ภายใต้ความดันใน Bomb Calorimeter (30 atm) ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้จะถ่ายเทให้น้ำหล่อเย็นรอบตัว Bomb Calorimeter ซึ่งจะสามารถวัดอุณหภูมิของน้ำได้โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์และปริมาณความร้อนสามารถคำนวณได้จากสมการ (1)

$$Q = mc\,(T_2 - T_1) \qquad (1)$$

เมื่อ Q คือปริมาณความร้อน **(J/g)**

m คือมวลของไอน้ำใน Calorimeter (g)

c คือค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ(J/g-C)

T_1 คืออุณหภูมิก่อนการเผาไหม้ (C)

T_2 คืออุณหภูมิหลังการเผาไหม้ (C)

ดังนั้นการคำนวณเพื่อให้ได้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่ให้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด ควรพิจารณาจากสมการ 2

$$H_g = \frac{(C\Delta T) - E_1 - E_2 - E_3 - E_4}{G} \qquad (2)$$

เมื่อ H_g คือGross Heat of Combustion, (J/g)

C คือ*Energy Equivalent of Calorimeter,* (J/g)

E_1 **คือ**การแก้ค่าความร้อนของการเกิด

(NHO_3 = 0.0725 ml, NH_2CO_3 = 4.26 ml)

E_2 คือการแก้ค่าความร้อนของการเกิดปฏิกริยา

(H_2SO_4 = 57.36 g (%S), (J)

E_3 = การแก้ความร้อนของการเกิด Fuse Wire = 1.43 x ความยาว ของลวดความร้อน

E_4 = การแก้ความร้อนของ Cotton Thread หรือกระดาษห่อเชื้อเพลิง

G = น้ำหนักของตัวอย่าง, (g)

3. อุปกรณ์และวิธีวิจัย

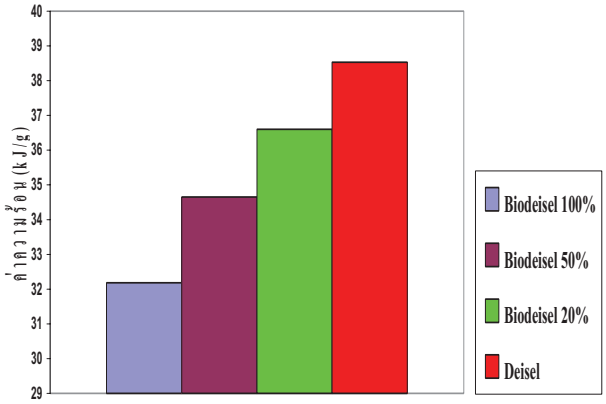
เครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลอเนกประสงค์ขนาดเล็ก ประกอบด้วย ถังสเตนเลส ความหนา 2 มม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 ซม. ความสูง 30 ซม. หุ้มฉนวนป้องกันความร้อนอย่างดีสำหรับแยกน้ำมันออกจากสารผสม และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 ซม. ความสูง 30 ซม. หุ้มฉนวนป้องกันความร้อน สำหรับให้ความร้อนขั้นต้นกับน้ำนันผสม ปั๊มน้ำมันขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า วัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคับเปิลชนิด K และวัดค่าความร้อนของน้ำมันไบโอดีแซลด้วยบอมแคลอริมิเตอร์ การทดลองปรับความเร็วรอบของมอเตอร์กวนส่วนผสมน้ำมันพืชและกรีเซอรีน ที่อัตราผสมต่าง ๆ ที่ 50,100 , 150 และ 200 รอบต่อนาที



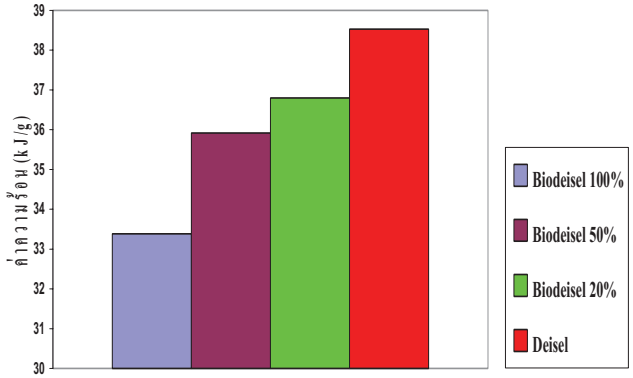
ภาพที่ 1 เครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลขนาดเล็ก

4. ผลการวิจัย

การเทียบค่าความร้อนของน้ำมันไบโอดีเซลที่ทำจากน้ำมันพืชใช้งานแล้วกับน้ำมันดีเซลทั่วไป โดยเทียบค่าความร้อนของน้ำมันไบโอดีเซลที่อัตราส่วนผสมกับน้ำมันดีเซลที่ 20%, 50%และที่ 100% เทียบกับค่าความร้อนของน้ำมันดีเซล ดังภาพที่ 2 จะได้ค่าความร้อนตามอัตราส่วนการผสมทีที่มากขึ้นและความเร็วรอบของมอเตอร์ใบกวนน้ำมันมีผล โดยตรงกับค่าความร้อนของน้ำมันที่ผลิตได้ เนื่องจากสามารถแยกน้ำออกจากน้ำมันได้เพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบของมอเตอร์ใบกวนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความร้อนของน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นด้วย ดังภาพที่ 3 ภาพที่ 4 และภาพที่ 5



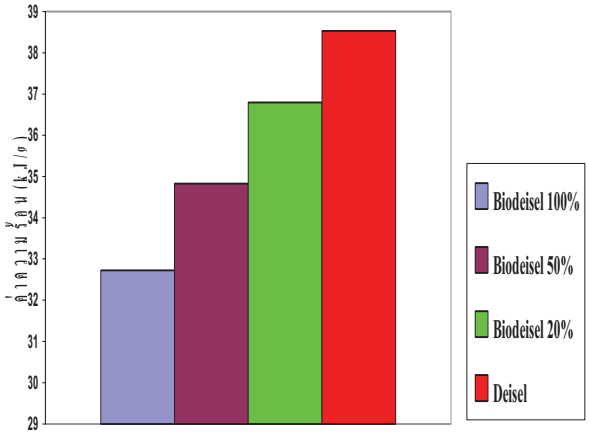
ภาพที่ 2 ค่าความร้อนของน้ำมันไบโอดีเซลที่ความเร็วรอบมอเตอร์ใบพัดกวนส่วนผสม 50 RPM เทียบกับน้ำมันดีเซล



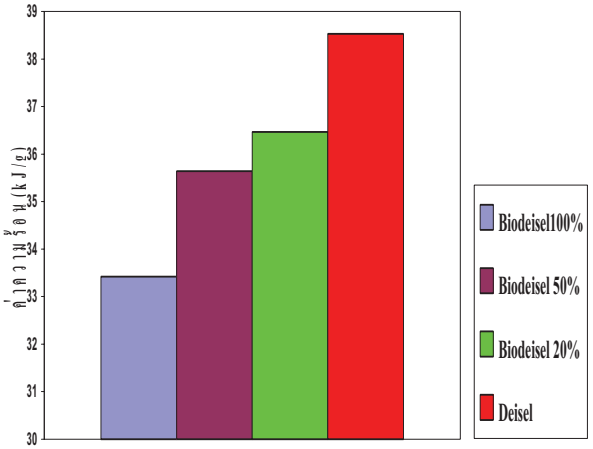
ภาพที่ 3 ค่าความร้อนน้ำมันไบโอดีเซลที่ความเร็วรอบมอเตอร์ใบพัดกวนส่วนผสม 100 RPM เทียบกับน้ำมันดีเซล

การนำน้ำมันที่ผลิตได้ไปทดสอบใช้กับเครื่องยนต์จริง การทดสอบหาค่าความร้อนของน้ำมันไบโอดีเซลทำให้ทราบว่าค่าความร้อนของน้ำมันไบโอดีเซล ซึ่งสามารถให้ค่าความร้อนเทียบเท่ากับน้ำมันดีเซล โดยทำการทดสอบน้ำมันไบโอดีเซลที่ทำการผลิตจากน้ำมันพืชใช้งานแล้วไปใช้งานกับเครื่องยนต์ทางการเกษตรเพื่อตรวจสอบ น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตขึ้นมานั้นสามารถใช้งานกับเครื่องยนต์ดีเซลทั่วไปได้จริง และมีประสิทธิภาพเพียงใด จึงทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ 2 เครื่อง คือนำน้ำมันไบโอดีเซลทดสอบกับเครื่องยนต์คูโบต้า โดยใช้

น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ ซึ่งการทดสอบ น้ำมันที่ใช้จะเป็นน้ำมันไบโอดีเซล 100% โดยไม่มีการผสมน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันไบโอดีเซล 100 % 0จากผลการทดสอบพบว่าเครื่องยนต์ดังกล่าวสามารถใช้งานได้ตามปกติ ทั้งกรณีใช้น้ำมันดีเซลทั่วไป และน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชที่ผ่านการใช้งานแล้วดังภาพที่ 6



ภาพที่ 4 ค่าความร้อนน้ำมันไบโอดีเซลที่ความเร็วรอบมอ เตอร์ใบพัดกวนส่วนผสม 150 RPM เทียบกับน้ำมันดีเซล



ภาพที่ 5 ค่าความร้อนน้ำมันไบโอดีเซลที่ความเร็วรอบมอ เตอร์ใบพัดกวนส่วนผสม 200 RPM เทียบกับน้ำมันดีเซล



ภาพที่ 6 การนำน้ำมันไบโอดีเซลไปใช้กับรถยนต์ที่ใช้งานจริงภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

5. สรุปผลการวิจัย

ความสามารถในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล เครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลสามารถทำการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลได้ 45 ลิตรขึ้นไปต่อวัน ในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล 1 ครั้งได้น้ำมันไบโอดีเซล 6 ลิตร ใช้เวลาในการผลิต 1ชั่วโมง อายุการใช้งานของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล โดยประมาณ 15 ปี ซึ่งมีต้นทุนในการผลิตเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล และสามารถผลิตได้น้ำมันไบโอดีเซลทั้งสิ้น 48 ลิตรต่อวัน ต้นทุนในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลต่อ 1วันคิดเป็นเงิน 864 บาท น้ำมันไบโอดีเซลที่จำหน่ายในปัจจุบันอยู่ที่ลิตรละ 18 บาท (ราคา ณ วันที่14/06/53) กรณีการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลติดต่อกันเป็นเวลา 22 วันต่อเดือนจะได้น้ำมันไบโอดีเซลจำนวน 1,056 ลิตร การลงทุนเท่ากับ 19,008 บาท เมื่อผลิตและจำหน่ายมีจำนวน 1,056 ลิตร คิดต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิตแล้วได้ผลกำไรเท่ากับ 18,114 บาท ไม่คิดค่าสึกหรอของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลขนาดเล็ก ซึ่งต้นทุนการผลิตเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลในการทดลองครั้งนี้ใช้งบประมาณทั้งสิ้น 12,500 บาท โดยมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 0.69 ปี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ปิยะภรณ์ วลัยกนก สุดารัตน์ วัฒนาวังจงสุข “การเตรียมและศึกษาสมบัติดีเซลชีวภาพจากน้ำมันมะพร้าว” ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาเคมี สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2545

[2] นายภูธร เรืองยิ่ง “การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันมะพร้าวแบบต่อเนื่อง” ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาเทคโนโลยีชีวะเคมี

สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีพ.ศ. 2545

[3] สุกัญญา มากมี "การทดลองผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชในเมทานอลภาวะเหนือวิกฤตโดยกระบวนการแบบต่อเนื่อง" ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาเคมี สาขาวิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2545

[4] พิศมัย เจนวนิชปัญจกุล, เดโช ศรีวิจิตร, สุมาลัย ศรีกำไลทอง และ สราวุธ วรสุมันต์ เสนอใน การประชุมวิชาการครั้งที่ 20 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2525.

[5] กนกอร รจนากิจ "การนำเมทิลเอสเทอร์ของไขน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์และเอทิลเอสเทอร์ของ น้ำมันมะพร้าวนำไปใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล" ปริญญานิพนธ์ ภาควิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[6] พิศมัย เจนวนิชปัญจกุล, กรรณิการ์ สถาปิตานนท์ และ สุภัทรา มั่นสกุล, วารสารวิทยาศาสตร์ ปีที่ 35 ฉบับที่ 11 หน้า 820-843.

[7] เกรียรติไกร อายุวัฒน์ "การทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อใช้น้ำมันมะพร้าวเป็นเป็นเชื้อเพลิงเทียบกับน้ำมันดีเซล" ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าวิทยาเขตธนบุรี 2527

[8] ก่อเกียรติ ศุภพิมล "การสันดาปของหยดน้ำมันพืช" ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2532

[9] เกษมศรี ศรีสันต์ "การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์ม" ปริญญานิพนธ์ ภาคเศรษฐศาสตร สาขาวิชาเศรษฐศาสตร คณะเศรษฐศาสตร มหาวิทยาลัยรามคำแหง พ.ศ. 2545

[10] ไพบูลย์ รอดนิกร "เครื่องปฏิกรณ์ไบโอดีเซลแบบต่อเนื่อง" ปริญญานิพนธ์ ภาควิศวกรรมศาสตร สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตรเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสต มหาวิทยาลัยสยาม พ.ศ. 2547

[11] ทวาย สำเร็จ, คู่มือไฟฟ้าทั่วไปภาคปฏิบัติ, พิมพ์ครั้งที่ 4, โรงพิมพ์เจริญธรรม, กรุงเทพฯ, หน้า 75-96

การศึกษาสมรรถนะระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ กรณีศึกษา : เอทาลนอลเป็นสารทำงาน

A Performance Study of Solar Hot Water System, Case Study : Working Fluid Using Ethanol

ณัฐพล รุ่นประแสง[1] ทวีวัฒน์ สุภารส[2] ทเนจ นาคปนคำ[3] นพสรรพ ช่วยสุด[4]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
[2,3]ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[4]สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จ. สุราษฎร์ธานี
Taveewat.sup@kmutt.ac.th ; t_suparos@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาระบบผลิตน้ำร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์และใช้เอทาลนอลเป็นสารทำงานระบบ ระบบประกอบด้วยแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 55 x 55 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร ภายในแผงติดตั้งท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 mm ขนาดความยาวรวม 4.0 m ด้านบนติดตั้งกระจกใสความหนา 3.0 mm ด้านข้างและด้านล่างหุ้มฉนวนป้องกันความร้อนอย่างดี ติดตั้งปั๊มฟองอากาศเพื่อไหลหมุนเวียนเอทานอลระหว่างแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์และอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในถังเก็บน้ำร้อน จากผลการทดลองพบว่าอัตราการไหลของน้ำร้อนในระบบมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดที่อัตราการไหลของน้ำที่ 0.6 ลิตรต่อนาที และค่าประสิทธิผลของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน 67 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพของแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ 98 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: การศึกษาสมรรถนะ พลังงานแสงอาทิตย์ ปั๊มฟองอากาศ เอทานอล

Abstract

This research presents an investigation of the performance behavior of solar water heaters using ethanol in fluid working. The system consists of flat plate collectors 55 x 55 cm and 10 mm of high where installed copper tube has 10 mm of diameter,4.0 m of length and all side of system covered by glass(3.0 mm of glass thickness). The ethanol is circulated by pupple pump between solar collector and heat exchanger in storage tank. Experimental results show that the effect of water flow rate and temperature variation at 0.6 LPM of flow rate. The maximum effectiveness of heat exchanger is 67 percentage and 98 percentage of solar collector.

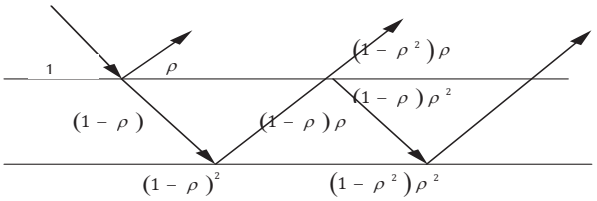
Keyword: Performance study, Solar energy, Bubble pump, Ethanol

1. บทนำ

ปัจจุบันภาครัฐของไทยมีการรณรงค์ให้มีการลดการใช้พลังงานภายในประเทศลง เพื่อลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ และยังมีความพยายามพัฒนาเพื่อนำพลังงานจากแหล่งอื่นมาใช้ทดแทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานจากเชื้อเพลิงชีวมวล เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อลดการขาดดุลทางการค้าและลดมลภาวะที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลพลังงานความร้อนเป็นพลังงานชนิดหนึ่งที่มีความจำเป็นต่อระบบหลาย ๆ ระบบ ในกระบวนการของระบบนั้นจะมีพลังงานความร้อนจำนวนหนึ่งสูญเสียไปหรืออาจจะปล่อยทิ้งไปเมื่อเกินความจำเป็น ในปัจจุบันนี้มีความ พยายามนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้โดยตรงมากขึ้น โดยเฉพาะการนำความร้อนจากแสงอาทิตย์มาใช้ให้ความอบอุ่นและทำน้ำร้อนให้แก่ที่พักอาศัยทั่วไป ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะเป็นประเทศในเขตร้อน แต่ก็พบว่า ตามบ้านพักอาศัยหรือโรงแรมทั่วๆ ไป มีการติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนกันเป็นจำนวนมาก โดยเครื่อง ทำน้ำร้อนที่ได้รับความนิยมใช้ในบ้านพักอาศัย คือ เครื่อง ทำน้ำร้อนแบบใช้ไฟฟ้า ซึ่งถือว่า เป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน ไฟฟ้ามากอุปกรณ์หนึ่ง จะเป็นการแนะนำ อุปกรณ์ทำน้ำร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งนอกจากจะเป็น อุปกรณ์ประหยัดพลังงานแล้ว ยังเป็นอุปกรณ์ที่ไม่ก่อให้ เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ดังนั้นการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาออกแบบสร้างและวิเคราะห์สมรรถนะเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เอทานอลเป็นสารทำงาน

2. ทฤษฎีการวิจัย

กระบวนการทำน้ำร้อน [1] โดยพลังงานแสงอาทิตย์กรณีใช้เอทานอลเป็นสารตัวกลาง ในการพาความร้อนจากแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ ส่งผ่านไปยังอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ระบบนี้จะใช้หลักการพาความร้อนตามธรรมชาติระหว่างแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์กับอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน อัตราการหมุนเวียนของเอทานอลในกระบวนการทำน้ำร้อนขึ้นอยู่กับการดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ที่แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ได้รับ และอัตราถ่ายเทพลังงานความร้อนให้กับสารตัวกลางในระบบ แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์จะมีแผ่นกั้นอยู่ด้านบน ระหว่างดวงอาทิตย์กับแผ่นดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ ส่วนด้านอื่น ๆ จะบุด้วยฉนวนกันความร้อน ดังนั้น รังสีของดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบ ยังแผ่นดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ได้ จะต้องผ่านแผ่นกั้นซึ่งเป็นวัสดุโปร่งแสงหรือกระจกเสียก่อน



ภาพที่ 1 การตกกระทบของรังสี

การวิเคราะห์สมรรถนะของระบบ พิจารณาพลังงานของถังเก็บน้ำร้อน (Q) จากสมการ

$$Q = MwCpw[Tend - Tinitial] \quad (1)$$

เมื่อ Mw คือ มวลของน้ำภายในถังกักเก็บ (kg) Cpw ค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ(kJ/kg.C) และ Tend – Tinitial คืออัตราการเพิ่มอุณหภูมิน้ำภายในถังเก็บ ($^{\circ}$C) ประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบ(%)สามารถพิจารณาได้จากสมการ(2)

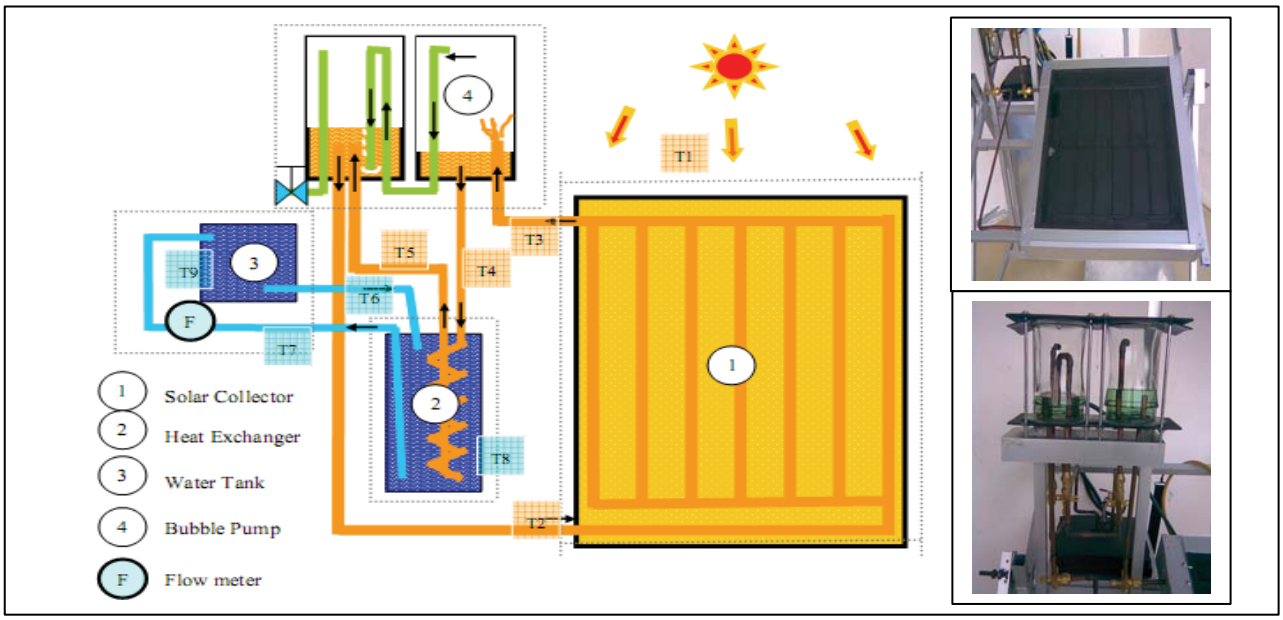
$$\eta t\,(\%) = [Qs / Htot] \times 100 \quad (2)$$

$$\eta p\,(\%) = [NWh / Htot] \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ Qs คือปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นภายในถังน้ำร้อน(kJ) และ Htot คือพลังงานความร้อนทั้งหมดที่แผงรับรังสีอาทิตย์ (MJ) สำหรับ) ประสิทธิภาพของปั๊ม(%)สามารถพิจารณาได้จากสมการ(3) โดยที่ N คือจำนวนรอบการทำงานของปั๊มต่อวัน และWh คือกำลังงานไฮดรอลิกส์ของปั๊ม [$Wh = Vc\rho wgh$] โดยที่ Vc ปริมาตรของสารทำงานต่อรอบ (ลิตร) และ h คือ เฮดรวมของปั๊ม

3. อุปกรณ์การวิจัย

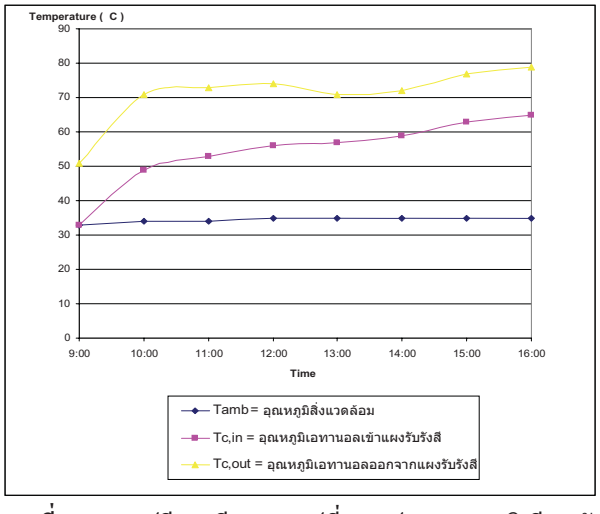
การวิจัยระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เอทานอลเป็นสารทำงานครั้งนี้ประกอบด้วย แผงรับรังสีอาทิตย์ ขนาด 0.6 X 0.6 m ความหนาของฉนวน 50 mm. ความหนาแผ่นปิดใส (กระจก) 5.0 mm. ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 mm. ความยาว 4.0 m. ติดตั้งบับเบิ้ลปั๊ม (Bubble Pump) เครื่องมือวัดรังสีอาทิตย์ เครื่องมือวัดอัตราการไหล เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบขดท่อ และเทอร์โมคับเปิลชนิด เค สำหรับวัดอุณหภูมิ การทดลองเวลา 09.00 - 16.00 นาฬิกา



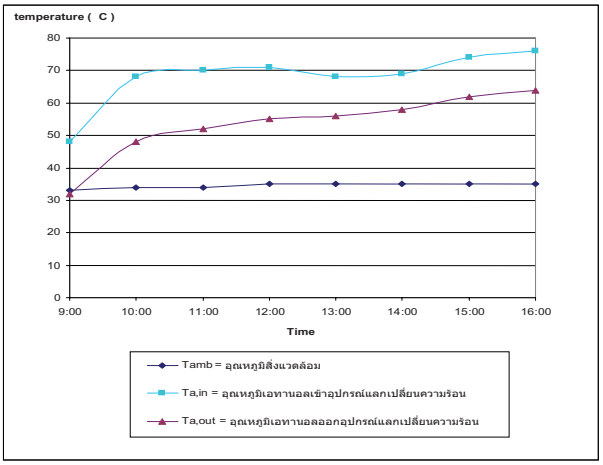
ภาพที่ 2 ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เอทานอลเป็นสาร

4. ผลการวิจัย

จากภาพที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเทียบกับเวลาของแผงผลิตน้ำร้อนวางทำมุมกับระนาบ 10 องศา โดยความแตกต่างอุณหภูมิเอทานอลเข้าแผงรับรังสีและออกจากแผงรับรังสีเฉลี่ยสูงสุดประมาณ 20 องศา ความแตกต่างอุณหภูมิทางเข้าและทางออกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในภาพที่ 4 แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ทำมุมกับระนาบ 10 องศา สมรรถนะที่ดีที่สุดในการผลิตน้ำร้อนจากแสงอาทิตย์ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.6 ลิตร/นาที



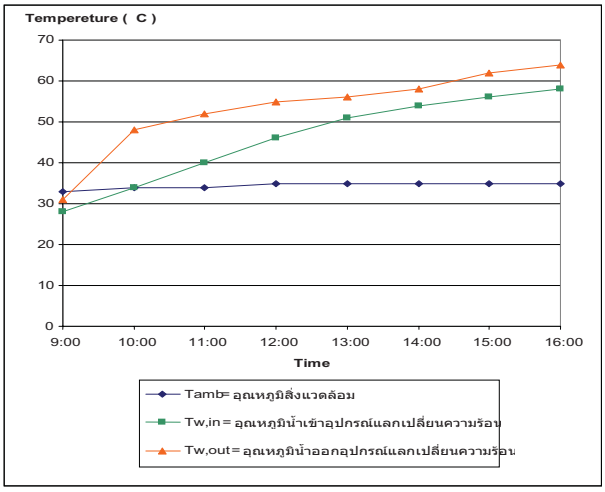
ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเทียบกับเวลาของแผงผลิตน้ำร้อน



ภาพที่ 4 ความแตกต่าง อุณหภูมิทางเข้าและทางออกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน(เอทานอล)

ได้อุณหภูมิทางเข้าและทางออกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (เอทานอล) แตกต่างกันมีค่าสูงสุดประมาณ 20 องศา ที่เวลา 2 ชั่วโมงแรก เนื่องจากช่วงแรกแผงรับพลังงานสามารถรับความร้อนได้ดี หลังจากนั้นความแตกต่างอุณหภูมิจะค่อยๆ ลดลง ความแตกต่างของอุณหภูมิทางเข้าและทางออกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (น้ำ) ภาพที่ 5 แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ทำมุมกับระนาบ 10 องศา สมรรถนะที่ดีที่สุดในการทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้อัตราการไหลของน้ำ 0.6 ลิตร/นาที พบว่าอุณหภูมิทางเข้าและทางออก

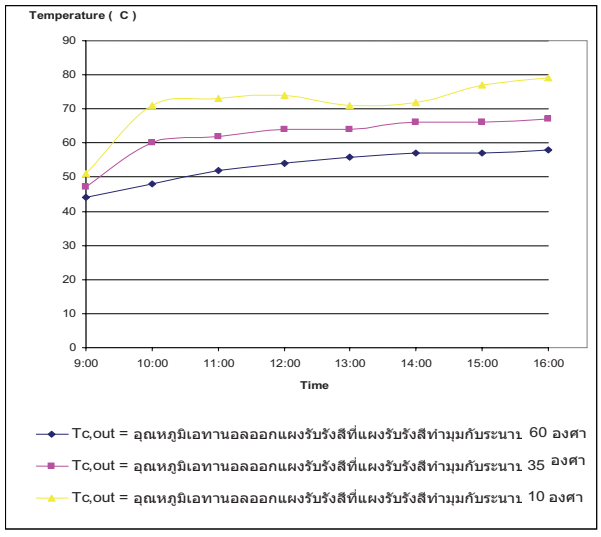
ของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน(น้ำ) แตกต่างกันสูงสุดประมาณ 12 องศา



ภาพที่ 5 ความแตกต่าง อุณหภูมิทางเข้าและทางออกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน(น้ำ)

4.1 มุมของแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีผลต่ออุณหภูมิ

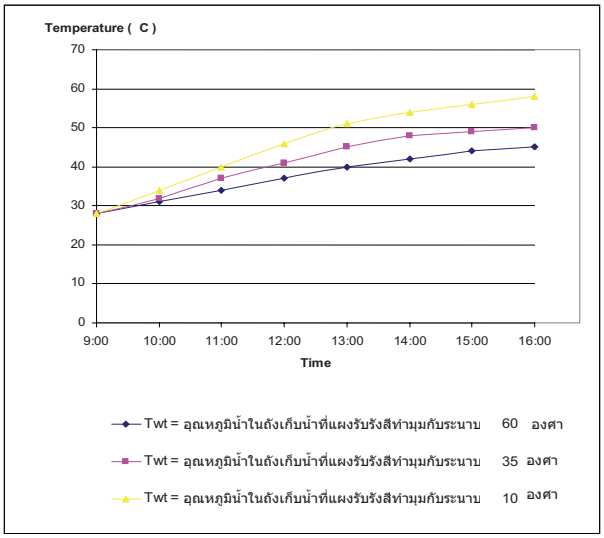
จากภาพที่ 6 มุมของแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเอทานอล เนื่องมาจากมุมแผงรับรังสีมีผลกับอัตราการถ่ายเทความร้อนของแผงรับพลังงาน ที่ถ่ายเทให้กับเอทานอลในระบบโดยที่มุม 60 องศา จะมีอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีต่ำกว่ามุม 10 องศา เนื่องจากมุมตกกระทบรังสีอยู่ในลักษณะตั้งฉากกับระนาบ



ภาพที่ 6 ผลต่างของอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับพลังงาน

และแผงรับรังสีทำมุมกับระนาบ 10 องศา สามารถรับรังสีได้มากกว่า โดยอุณหภูมิเอทานอลเฉลี่ย 18 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีที่ทำมุมกับระนาบ 10 และ 35 องศาอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีจะแตกต่างกันโดยเฉลี่ย 9 องศาเซลเซียส

จากภาพที่ 7 แสดงมุมของแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำ เนื่องจากมุมแผงรับรังสี ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนแผงรับพลังงานกับน้ำต่ำกว่าแผงรับรังสีที่ทำมุมกับระนาบ 10 องศา เนื่องจากมุมตกกระทบจากรังสี



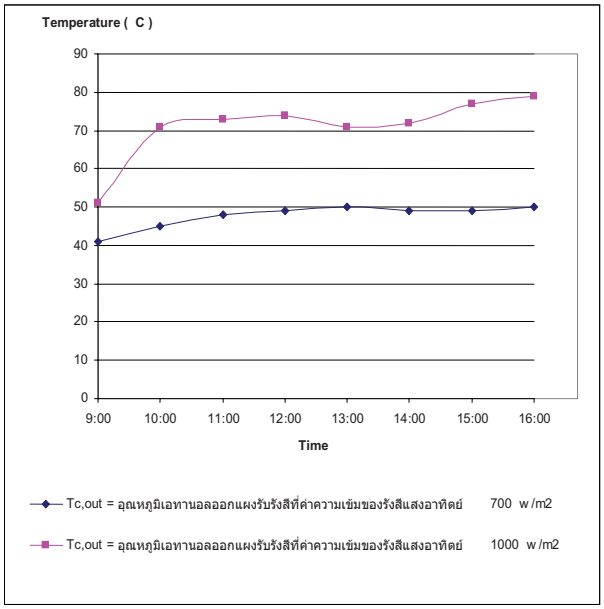
ภาพที่ 7 ความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำ

และแผงรับรังสีทำมุมกับระนาบ 60 องศา สามารถรับรังสีได้น้อยกว่ามุม 10 องศา โดยอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำจะแตกต่างกันโดยเฉลี่ย 10 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำที่แผงรับรังสีทำมุมกับระนาบ 10 และ 35 องศา อุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำจะแตกต่างกันโดยเฉลี่ย 5 องศาเซลเซียส

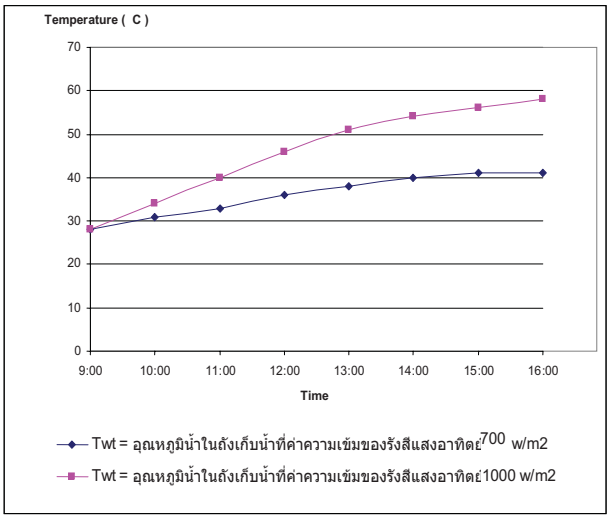
4.2 ค่าความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ที่มีผลต่ออุณหภูมิ

จากกราฟแสดงความแตกต่างของอุณหภูมิที่ค่าความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ 715 W/m^2 และ 1074 W/m^2 ดังแสดงในภาพที่ 8 ซึ่งจะเห็นได้ว่าความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอันเนื่องมาจากอัตราการถ่ายเทความร้อนให้กับแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีเอทานอลเป็นสารทำงาน ที่ความ

เข้มของรังสีแสงอาทิตย์ 715 W/m^2 จะมีอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสี ต่ำกว่าที่ความเข้มของรังสีแสงอา ทิตย์ 1074 W/m^2 เนื่องจากค่าความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์มีค่าน้อยกว่า และอัตราการไหลของเอทานอลในระบบช้ากว่า เนื่องจากอัตราการไหลของเอทานอล จะแปรผันตามอุณหภูมิในระบบเอทานอล โดยอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีจะแตกต่างกันโดยเฉลี่ย 28 องศาเซลเซียส



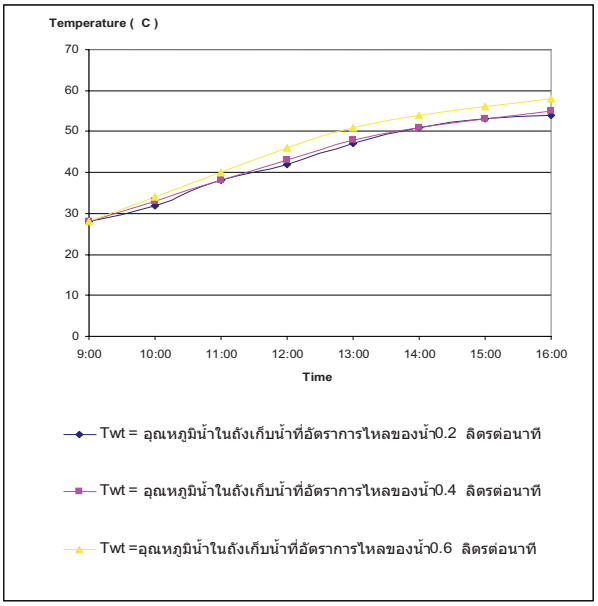
ภาพที่ 8 ความแตกต่างของอุณหภูมิเอทานอลออกจาแผงรับรังสีที่ค่าความเข้มแสง715 W/m^2 และ1074 W/m^2



ภาพที่ 9 ความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำที่ค่าความเข้มแสง 715 W/m^2 , 1074 W/m^2

จากภาพที่ 9 ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำ เนื่องจากอัตราการถ่ายเทความร้อนให้กับแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ 715 W/m^2 อุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำต่ำกว่าที่ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ 1074 W/m^2 และค่าความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์มีค่าน้อยกว่า อีกประการหนึ่งคืออัตราการถ่ายเทความร้อน ระบบของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ถ่ายเทให้กับน้ำร้อนในระบบช้ากว่า เนื่องจากอัตราการไหลของเอทานอลจะแปรผันตามอุณหภูมิ ในระบบ โดยอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำแตกต่างกันโดยเฉลี่ย 14 องศาเซลเซียส

4.3 อัตราการไหลของน้ำที่มีผลต่ออุณหภูมิ



ภาพที่ 10 แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำที่อัตราการไหลของน้ำ 0.2 , 0.4 และ 0.6 ลิตรต่อนาที

จากภาพที่ 10 อัตราการไหลของน้ำร้อนในระบบมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เนื่องจากอัตราการถ่ายเทความร้อนของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนให้กับน้ำร้อนในระบบ ที่อัตราการไหล 0.2 , 0.4 ลิตรต่อนาที อุณหภูมิน้ำร้อนในระบบต่ำกว่าอัตราการไหล 0.6 ลิตรต่อนาที เนื่องจากน้ำในระบบมี 8 ลิตร ใช้อัตราการไหลของน้ำในระบบ 0.2 ลิตรต่อนาที (12ลิตรต่อชั่วโมง) และอัตราการไหลของน้ำในระบบ 0.4

ลิตรต่อนาที (24 ลิตรต่อชั่วโมง) ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนช้ากว่าที่อัตราการไหลของน้ำในระบบ 0.6 ลิตรต่อนาที (36 ลิตรต่อชั่วโมง) โดยอุณหภูมิน้ำร้อนในระบบจะแตกต่างกันโดยเฉลี่ย 3 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิน้ำร้อนในระบบที่อัตราการไหลน้ำในระบบ 0.2 และ 0. ลิตรต่อนาที อุณหภูมิน้ำร้อนในระบบจะแตกต่างกันโดยเฉลี่ย 1 องศาเซลเซียส

5. สรุปผลการวิจัย

เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เอทานอลเป็นสารทำงาน ประกอบไปด้วย แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้หลักการของบับเบิ้ลปั๊มทำให้มีอัตราการไหลในระบบของเอทานอลในกระบวนการทำน้ำร้อน แล้วส่งไปยังอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อถ่ายเทความร้อนจากเอทานอลร้อนให้แก่น้ำในระบบ เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับน้ำในถังเก็บน้ำ ผลการทดลองอุณหภูมิทางออกของแผงรับรังสีโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง 71 - 78 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของระบบน้ำ 0.6 ลิตรต่อนาที ระยะเวลาที่ใช้ในการทำน้ำร้อนที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เพิ่มเป็นน้ำอุณหภูมิ 58 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการทำน้ำร้อนนาน 7 ชั่วโมง อัตราการไหลของระบบน้ำ 0.4 ลิตรต่อนาที ระยะเวลาที่ใช้ในการทำน้ำร้อนที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เพิ่มเป็นน้ำอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการทำน้ำร้อนนาน 7 ชั่วโมงอัตราการไหลของระบบน้ำ 0.2 ลิตรต่อนาที ระยะเวลาที่ใช้ในการทำน้ำร้อนที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เพิ่มเป็นน้ำอุณหภูมิ 54 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการทำน้ำร้อนนาน 7 ชั่วโมง จากการวิจัยทดลองสามารถใช้หลักการของบับเบิ้ลปั๊มทำให้มีอัตราการไหลในระบบของเอทานอลในกระบวนการทำน้ำร้อน จากการทดสอบได้ค่าประสิทธิผลของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน 67 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพของแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ 98 เปอร์เซ็นต์

6. เอกสารอ้างอิง

[1] D.W. Lee, A. Sharma, Thermal performances of the active and passive water heating systems based on annual operation, Solar Energy 81 (2007) 207–215.

[2] S.V. Joshi, R.S. Bokil, J.K. Nayak, Test standards for thermosyphon-type solar domestic hot water system: review and experimental evaluation, Solar Energy78 (2005) 781–798.

[3] E. Orda, K. Mahkamov, Development of ‘‘low-tech” solar thermal water pumps for use in developing countries, ASME J. Sol. Energy Eng. 126 (2) (2004) 768–773.

[4] K. Sumathy, Experimental studies on a solar thermal water pump, Appl. Therm.Eng. 19 (1999) 449–459.

[5] Y.W. Wong, K. Sumathy, Performance of a solar water pump with ethyl-ether as working fluid, Renew. Energy 22 (2001) 389–394.

[6] Y.W. Wong, K. Sumathy, Thermodynamic analysis and optimization of solar thermal water pump, Appl. Therm. Eng. 21 (2001) 613–627.

[7] D.J. Picken, K.D.R. Seare, F. Goto, Design and development of a water piston solar powered steam pump, Solar Energy 61 (3) (1997) 219–227.

[8] S. Liengjindathaworn, K. Kirtikara, P. Namprakai, T. Kiatsiriroat, Parametric studies of a pulsating-steam water pump, Ambient Energy 23 (1) (2002) 37– 46.

[9] Y.W. Wong, K. Sumathy, Solar thermal water pumping systems: a review,Renew. Sustainable Energy Rev. 3 (2-3) (1999) 185–217.

การออกแบบและพัฒนาเครื่องแช่เบียร์วุ้น

The Design and Development of Jelly Beer Machine

นิพนธ์ มณีโชติ และ วีรชัย มัฏฐารักษ์

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อ.เมือง จ.สงขลา 90000

E-mail : we_rak@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาเครื่องแช่เบียร์วุ้น ผู้วิจัยได้พบปัญหาจากการแช่เบียร์ให้เป็นวุ้นโดยต้องใช้เวลาในการแช่เบียร์ค่อนข้างนานทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า อีกทั้งปัจจุบันทั้งทางภาครัฐและเอกชนได้คิดหาวิธีการที่จะช่วยกันลดการใช้พลังงานรวมถึงการรณรงค์ป้องกันโลกร้อน ซึ่งการดื่มเบียร์ที่ไม่เย็นนั้นก็จะมีรสชาติขม และบางครั้งผู้ดื่มต้องการดื่มเบียร์ที่เย็นจึงต้องเติมน้ำแข็งมีผลทำให้รสชาติเปลี่ยนไปด้วย โดยการวิจัยครั้งนี้เริ่มจากการดำเนินการสร้างเครื่องแช่เบียร์วุ้น ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่ ถังแช่ ทำด้วยแผ่นสแตนเลส ขึ้นรูปเป็นถังขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร สูง 45 เซนติเมตร ตัวต้นกำลังใช้มอเตอร์เครื่องซักผ้าแบบฝาเปิดบน ขนาด 1 แรงม้า การทำงานของเครื่องเป็นระบบการหมุนกลับไป-มา โดยเครื่องที่สร้างขึ้นสามารถแช่เบียร์ได้ครั้งละ 6 ขวด ซึ่งทำการทดลองหาระยะเวลาที่ดีที่สุดในการแช่เบียร์ให้เป็นวุ้น พร้อมทั้งหาสูตรส่วนผสมที่เหมาะเพื่อเร่งให้เบียร์เป็นวุ้นเร็ว จากการทดลองเครื่องหลายๆ ครั้ง ทำให้ผู้วิจัยได้ส่วนผสมที่ช่วยเร่งให้เบียร์เป็นวุ้น จำนวน 3 อย่าง ประกอบด้วย เกลือ 15 กิโลกรัม น้ำแข็ง 15 กิโลกรัม น้ำ 2 ลิตร ใช้เวลาในการแช่ 12 นาที โดยเบียร์ที่แช่จะเป็นวุ้นหมดทั้งขวด จากนั้นได้เชิญผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบและสร้างเครื่องจักรจำนวน 9 ท่าน และผู้ชำนาญการด้านการดื่มเบียร์และจำหน่ายเบียร์จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพของเครื่อง ซึ่งมีการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบและสร้างเครื่อง 2 ด้าน คือ ด้านออกแบบโครงสร้างและด้านการใช้งาน จากการนำผลการประเมินมาวิเคราะห์พบว่าโดยภาพรวมเครื่องแช่เบียร์วุ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวม 4.25 ซึ่งประกอบด้วยด้านโครงสร้าง มีค่าเฉลี่ย 4.34 ด้านการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 4.18 ส่วนผลการหาความเชื่อมั่นของเครื่องแช่เบียร์วุ้น ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อหาความเชื่อมั่นของเครื่อง ซ้ำกันเป็นจำนวน 5 ครั้ง วิเคราะห์หาช่วงความเชื่อมั่นของเครื่องแช่เบียร์วุ้น ที่ความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 95% ได้ค่าเฉลี่ยของการเป็นวุ้นของเบียร์หมดทุกขวดที่ 99.6 เครื่องมีประสิทธิภาพในการแช่เบียร์ให้เป็นวุ้นอยู่ที่ช่วงค่าเฉลี่ยระหว่าง 98.9199 ถึง 100.2801

คำสำคัญ : การออกแบบ เครื่องแช่เบียร์วุ้น เบียร์วุ้น

Abstract

This research was the design and development of a jelly beer machine. Based upon the researcher's experiences, it was found that making jelly beer took a long time wasted a lot of electricity; both the private and government sectors are seeking some measures to reduce energy consumption as a way to protect global warming. Drinking slightly cool beer could be bitter, and those who wanted to drink cooler beer must add some ice cubes which would decrease the flavor. The research was begun by a building a jelly beer machine. The main component was a vessel made from a thin bar of stainless steel 45 centimeters in diameter and 45 centimeters in height. It operated by a washing machine's 1 HP electric motor, and used a swinging system. The machine could produce 6 bottles of jelly beer at once. The most suitable was experimented including investigated the ingredient of accelerating. After experimenting through times, three types of ingredients were found : (1) 15 kg of salt, (2) 15 kg of ice, (3) and 2 liters of water, and only 12 minutes were taken. Nine experts on design and machinery, five beer sellers, and five drinkers were invited to evaluate the quality. The effectiveness of the machine was evaluated by experts on structural design and usage. The research revealed that the quality of the machine was high overall with the mean of 4.25, the structure's mean was 4.34, and the usage mean was 4.18. In terms of reliability, five experiments were set up. In reliable analysis, which was not less than 95% of all bottles, it was at 99.6 %. The quality of the machine was from 98.9199 to 100.2801.

Keyword : Design , Jelly Beer Machine , Jelly Beer

1. บทนำ

เบียร์เป็นเครื่องดื่มผสมแอลกอฮอล์ประเภทหนึ่งที่นิยมดื่มกันโดยทั่วไป ทั้งในการพบปะหารือในเชิงธุรกิจ หรือในการพบปะงานเลี้ยงสังสรรค์ในกลุ่มเพื่อนฝูง เบียร์เป็นเครื่องดื่มน้ำเมาชนิดหนึ่งที่ต่างจากเหล้าหรือสุรา เพราะว่าเบียร์เกิดจากการหมักส่า วิธีการหมักจะคล้ายกับกะแช่ของไทยที่ทำจากน้ำตาลสดหรืออุที่ใช้การหมักข้าวเหนียวกล้อง ส่วนเบียร์ใช้การหมักข้าวบาร์เลย์ (Barley) เป็นวัตถุดิบหลัก

เบียร์สามารถหาซื้อได้ตามร้านค้าของชำทั่วไปที่แช่ไว้ในตู้แช่ ซึ่งตู้แช่ตามร้านค้าส่วนใหญ่เป็นตู้แช่ที่ใช้แช่สินค้าหลายชนิด ทำให้ตู้แช่ใช้โหลดสูงในการทำความเย็นส่งผลให้ต้องใช้พลังงานไฟฟ้ามาก ประกอบกับปัจจุบันทั้งทางภาครัฐและเอกชนได้มองหาวิธีการที่จะช่วยกันลดการใช้พลังงานให้น้อยลงทั้งเพื่อเป็นการรณรงค์ป้องกันโลกร้อน โดยการแช่เบียร์ต้องใช้เวลานานในการแช่จนเป็นวุ้นเพราะเครื่องดื่มเบียร์นั้นหากไม่เย็นจะมีรสชาติขม ไม่น่าดื่มและหากใส่น้ำแข็ง ก็จะทำให้รสชาติจะเปลี่ยนไปการที่จะซื้อมาแช่ไว้ในตู้เย็นที่บ้านก็ต้องใช้เวลานาน บางครั้งอาจจะไม่ทันใจของผู้ดื่มเบียร์

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้คิดที่จะประดิษฐ์เครื่องแช่เบียร์วุ้นขึ้นมา โดยเครื่องแช่เบียร์วุ้นนี้จะอาศัยหลักการของการทำไอติมหลอดมาประยุกต์เป็นตัวต้นแบบ



ภาพที่ 1 เครื่องทำไอติมหลอด (ที่มา : www.pramong2000.com)

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา หลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ กับการสร้างเครื่องแช่เบียร์วุ้น เพื่อให้การสร้างเครื่อง ดำเนินไปตามกรอบแนวคิด และขั้นตอนในการดำเนินงานที่สอดคล้องตามทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ก่อนที่จะทำการออกแบบ และสร้างเครื่องแช่เบียร์วุ้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับชนิดของเบียร์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการแช่เบียร์ให้เป็นวุ้น เพื่อใช้เป็นประเด็นปัญหาของการศึกษา การออกแบบและสร้าง เครื่องแช่เบียร์วุ้น ซึ่งการออกแบบและสร้างเครื่องแช่เบียร์วุ้นได้ดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับ ระยะเวลาในการแช่เบียร์วุ้น รวมทั้งได้ศึกษาถึงรูปแบบและวิธีการประเมินคุณภาพของเครื่อง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สัญชัย และกฤช (2550) ได้ออกแบบชุดสาธิตเครื่องแช่แข็งโดยการเป่าด้วยกระแสลมเย็น โดยศึกษาหลักการทำงานของระบบทำความเย็นโดยใช้กระแสลมแรงที่อุณหภูมิต่ำ รวมไปถึงศึกษาเวลาในการแช่เยือกแข็ง และค่าถ่ายเทพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นของแต่ละผลิตภัณฑ์ว่าจะมีผลต่อระบบการทำความเย็นอย่างไร เพื่อที่จะให้ผลิตภัณฑ์คงคุณภาพได้นานที่สุด ขอบเขตการศึกษาของการจัดทำชุดสาธิตเครื่องแช่แข็งโดยการเป่าด้วยกระแสลมเย็นนี้ จะมีอุณหภูมิการทำความเย็นที่ใช้ในการทดลองไม่ต่ำกว่า - 20 องศาเซลเซียส ระบบการทำความเย็น ที่ใช้เป็นแบบอัดไอขนาด 1.032 kW ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดลองมี เนื้อหมู เนื้อปลา และเนื้อไก่ โดยลักษณะของแต่ละผลิตภัณฑ์เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมหนัก 1 กิโลกรัม ในการทดลองจะนำผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ไปแช่ในตู้แช่แข็งโดยเริ่มจากอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส จนถึงอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส จดบันทึกผลการทดลอง [1]

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

การออกแบบและสร้างเครื่องแช่เบียร์วุ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องในการทำเบียร์ให้เป็นวุ้น โดยระยะเวลาที่ทำให้เป็นวุ้นน้อยกว่าตู้แช่ตามร้านค้า เพื่อช่วยลดการสิ้นเปลืองของพลังงานไฟฟ้า และลดปัญหาของรสชาติเบียร์ที่เปลี่ยนไป โดยเริ่มจากศึกษาข้อมูลเบื้องต้น สร้างเครื่องแช่เบียร์วุ้น เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินวิเคราะห์คุณภาพเครื่องโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

ดำเนินการศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับการแช่เบียร์ให้เป็นวุ้นเพื่อดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องแช่เบียร์วุ้น ซึ่งการออกแบบและสร้างเครื่องได้ศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับ ระยะเวลาในการแช่เบียร์วุ้น รวมทั้งได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบและวิธีการประเมินประสิทธิภาพของเครื่อง

3.2 สร้างเครื่องแช่เบียร์วุ้น

โดยลักษณะที่สำคัญของเครื่องแช่เบียร์วุ้น มีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

3.2.1 ถังแช่เบียร์วุ้น ทำด้วยเหล็กแผ่นสแตนเลส โดยมีความหนา 1 มิลลิเมตร ขึ้นรูปเป็นถังสแตนเลส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร สูง 45 เซนติเมตร



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะของถังแช่เบียร์

3.2.2 มอเตอร์ ใช้มอเตอร์เกียร์กำลัง 1 แรงม้า



ภาพที่ 3 ชุดต้นกำลังที่ใช้ในการขับ

3.2.3 ช่องวางขวดเบียร์ใช้เหล็กเส้นแตนเลส ขนาด 1 หุน จำนวน 6 ช่อง



ภาพที่ 4 ช่องวางขวดเบียร์

3.2.4 ถังล่าง ทำด้วยเหล็กแผ่นสแตนเลส ความหนา 1 มิลลิเมตร ขึ้นรูปเป็นถังสแตนเลสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 49 เซนติเมตร สูง 36 เซนติเมตร



ภาพที่ 5 แสดงถังล่าง

ลักษณะของเครื่องแช่เบียร์วุ้นที่ประกอบชิ้นส่วนต่างๆ แล้วปรากฏดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงเครื่องแช่เบียร์วุ้น

จากนั้นประเมินคุณภาพเครื่องแช่เบียร์วุ้น โดยใช้แบบประเมินคุณภาพแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านโครงสร้างและด้านการใช้งาน ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยใช้ข้อมูลจากแบบบันทึกผลการทดลองและแบบประเมินการทดสอบ

3.3 เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมิน

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบและสร้างเครื่องจักรกล เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพของเครื่อง จากนั้นจึงสรุปรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพ โดยเริ่มจากพิจารณาแต่งตั้งผู้ประเมิน ทำการนัดหมายผู้ประเมิน แนะนำการใช้แบบประเมิน หลังจากนั้นสาธิตการทำงานของเครื่อง เพื่อให้ผู้ประเมินทำการประเมินผล จากนั้นผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 วิเคราะห์คุณภาพเครื่องโดยผู้เชี่ยวชาญ

ทำการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบและสร้างเครื่องจักร โดยการนำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินมาวิเคราะห์และแปรผลใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) [6] ส่วนการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเครื่อง ทำโดยการเปรียบเทียบโดยทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยมีรายละเอียดดังนี้

ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) มีสูตรและความหมายดังนี้

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (1)$$

เมื่อ $\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ย (Mean)

$\sum X$ = ผลรวมข้อมูลทั้งหมด

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ที่ได้จากการประเมิน มีความหมายดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง คุณภาพดีมาก

3.50 – 4.49 หมายถึง คุณภาพดี

2.50 – 3.49 หมายถึง คุณภาพพอใช้

1.50 – 2.49 หมายถึง คุณภาพควรปรับปรุง

1.00 – 1.49 หมายถึง คุณภาพต้องปรับปรุง

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) มีสูตรและความหมายดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X-\overline{X})^2}{n-1}} \quad (2)$$

เมื่อ SD = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X = ข้อมูลในแต่ละจำนวน

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้น

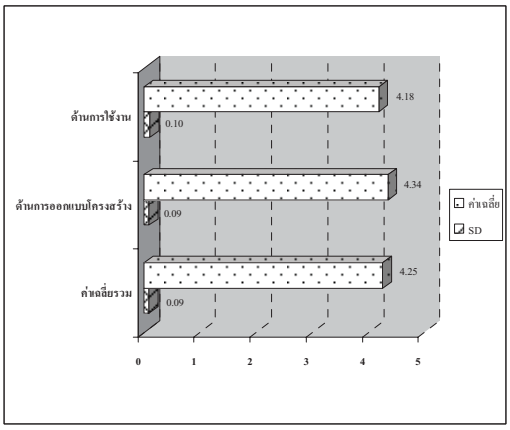
n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

เกณฑ์การยอมรับ ต้องผ่านเกณฑ์การประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบและสร้างเครื่องไม่ต่ำกว่า 3.50 (ระดับคุณภาพดี) จึงยอมรับว่าเครื่องที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ

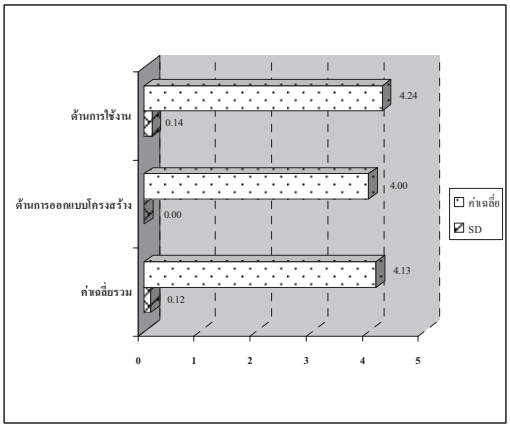
4. ผลการวิจัย

4.1 ผลจากการประเมิน

จากผลการประเมินคุณภาพเครื่องจักร โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ชำนาญการ ทางด้านการออกแบบและสร้างเครื่องจักรกล มีความเห็นว่าโดยภาพรวมเครื่องจักรมีคุณภาพอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย 4.25) ซึ่งด้านการออกแบบโครงสร้างอยู่ในระดับดีมาก แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 7 และ 8



ภาพที่ 7 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยการประเมินโดยรวมของผู้เชี่ยวชาญ



ภาพที่ 8 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยการประเมินโดยรวมของผู้ชำนาญการ

4.2 ผลจากการทดลอง

จากผลการทดลองเครื่องเพื่อหาความเชื่อมั่นของเครื่องแช่เบียร์วุ้น แสดงรายละเอียดในตารางที่ 1 ในการดำเนินการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องแช่เบียร์วุ้น โดยทำการทดลองเป็นจำนวน 6 ครั้ง เพื่อเป็นข้อมูลในการหาประสิทธิภาพของเครื่อง

ตารางที่ 1 : สรุปการบันทึกผลการทดลองเพื่อหาความเชื่อมั่นของเครื่อง

ครั้งที่	น้ำแข็ง (กก.)	เกลือ (กก.)	น้ำ (ลิตร)	เวลา (นาที)	จำนวนเป็นวุ้น (ขวด)
1	15	15	2	12	5
2	15	15	2	12	5
3	15	15	2	12	6
4	15	15	2	12	6
5	15	15	2	12	6
ค่าเฉลี่ย					5.6
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน					0.40

ผลการทดลองช่วงระยะเวลาที่เบียร์เป็นวุ้นหมดทั้งขวดอยู่ในช่วงเวลา 12 นาที และมีส่วนผสมในการทำเบียร์ให้เป็นวุ้นประกอบด้วย น้ำแข็ง 15 กิโลกรัม เกลือ 15 กิโลกรัม น้ำ 2 ลิตร ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำ ช่วงที่เครื่องมีประสิทธิภาพมากที่สุดมาทำการหาความเชื่อมั่นของเครื่องแช่เบียร์วุ้น โดยได้ทำการทดลองซ้ำเป็น จำนวน 5 ครั้ง ผลการทดลองการหาความเชื่อมั่นของเครื่องแช่เบียร์วุ้นสรุปได้ว่าเครื่องแช่เบียร์วุ้นมีความเชื่อมั่น 95% เครื่องมีประสิทธิภาพในการแช่เบียร์ให้เป็นวุ้นอยู่ที่ช่วงค่าเฉลี่ยระหว่าง 98.9199 ถึง 100.2801

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผลการวิจัย

5.1.1 การประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบโครงสร้างและคุณภาพการทำงานของเครื่องแช่เบียร์วุ้น จากการเก็บรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ด้านเครื่องจักรกล จำนวน 9 ท่าน ซึ่งแต่ละท่านมีความเห็นสอดคล้องกัน คือผลจากการประเมินเครื่องแช่เบียร์วุ้นที่สร้างขึ้นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในเกณฑ์ดีเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดได้จากค่าเฉลี่ยของรายการประเมินทั้ง 10 จุด และค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นเท่ากับ 4.25 ปรากฏผลอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.09

5.1.2 การประเมินความคิดเห็นของผู้ชำนาญการด้านรูปแบบและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องแช่เบียร์วุ้น

จากการรวบรวมข้อมูลจากแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ชำนาญการด้านรูปแบบและคุณภาพการทำงานเครื่องแช่เบียร์วุ้น จำนวน 5 ท่าน ซึ่งแต่ละท่านมีความเห็นสอดคล้องกัน คือ ผลจากการประเมินเครื่องแช่เบียร์วุ้นที่สร้างขึ้นอยู่ในเกณฑ์ดี เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดได้จากค่าเฉลี่ยของรายการประเมินทั้ง 9 จุด และค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นเท่ากับ 4.2 ปรากฏผลอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.12

5.2 ข้อเสนอแนะ

ผลจากการทำวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาเครื่องแช่เบียร์วุ้น ผู้เชี่ยวชาญและผู้ชำนาญการมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่าเครื่องแช่เบียร์วุ้นที่ออกแบบ สามารถช่วยลดพลังงานไฟฟ้าได้ดี หลักการทำงานของเครื่องไม่ยุ่งยากซับซ้อน ชิ้นส่วนของเครื่องสามารถถอดประกอบได้ง่าย และการเคลื่อนย้ายก็ทำได้สะดวก แต่ยังมีอยู่บางจุดที่ผู้เชี่ยวชาญและผู้ชำนาญการได้เสนอแนะต้องการให้ปรับปรุงและพัฒนาครั้งต่อไป ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.2.1 ข้อเสนอแนะจากงานวิจัยครั้งนี้คือในส่วนของเกียร์ทดและมอเตอร์ควรมีฝาครอบให้มิดชิดเพื่อป้องกันน้ำเกลือหยดใส่ซึ่งส่งผลให้อายุการใช้งานของเครื่องแช่เบียร์วุ้นจะลดน้อยลง และการระบายน้ำทิ้งจะต้องให้อยู่ห่างจากวัสดุหรืออุปกรณ์ที่ทำจากเหล็ก หลังจากเลิกใช้งานควรนำน้ำที่เหลือจากการแช่ไประบายที่ไม่มีผลกระทบต่อผู้อื่น หรือใช้ประโยชน์ในการนำกลับมาใช้ (Reuse) เช่น รดต้นไม้ เป็นต้น

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป คือควรมีการปรับปรุงระบบการใช้พลังงานคือควรจะมีการใช้แบตเตอรี่มาเป็นตัวพลังงานในการขับเคลื่อนมอเตอร์แทนกระแสไฟฟ้า เนื่องจากบางครั้งผู้ดื่มเบียร์อาจชอบนั่งดื่มในสถานที่ธรรมชาติกระแสไฟฟ้าอาจเข้าไม่ถึง เช่น สถานที่นั่งริมชายทะเล น้ำตก หรือการออกค่ายพักแรมตามป่าภูเขา เป็นต้น

5.2.3 การศึกษาครั้งนี้เป็นการสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (Prototype) ซึ่งอาจมีรายละเอียดขององค์ประกอบในด้านต่างๆ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่น รูปร่าง ขนาด ปริมาณของขวดเบียร์ที่แช่แข็ง หรือการใช้พลังงาน เป็นต้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณที่ปรึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้อง ขอบคุณโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่ให้ความสะดวกในด้านต่างๆ ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] สัญชัย เมืองแก้ว, กฤช ปทุมวราภรณ์ . **ชุดสาธิตเครื่องแช่แข็งโดยการเป่าด้วยกระแสลมเย็น.** ปริญญานิพนธ์ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมการทำความเย็นและการปรับอากาศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[2] มานพ ตันตระบัณฑิตย์ และคนอื่นๆ. **ชิ้นส่วนเครื่องกล.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร : ดวงกมล, 2527.

[3] วีรชัย มัฏฐารักษ์. **การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.** เอกสารประกอบการสอน(สำเนา). คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, 2551.

[4] สมยศ จันเกษม. **การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : ดวงกมล, 2527.

[5] ยุคล จุลอุภัย. **งานเชื่อมระบบทิก.**กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544

[6] บุญชม ศรีสะอาด. **การวิจัยเบื้องต้น.** กรุงเทพมหานคร: สุวิยาสาสน์, . 2543

การพัฒนาไมโครพีแอลซีชนิดมีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตแบบอนาล็อก

A Development of Micro-PLC with having Analog Input/Output Unit

พรจิต ประทุมสุวรรณ, ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง, ธนิต บำรุงภักดิ์, และ อนุรักษ์ เพชรแสน

Mechatronics Educational Research Group
Teacher Training in Mechanical Engineering Department
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
pornjitp@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอ การพัฒนาไมโครพีแอลซีชนิดมีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตแบบอนาล็อก โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 เป็นหน่วยประมวลผลกลางและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานด้วยภาษาฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมที่พัฒนามาจากโปรแกรมแลปวิว (LabVIEW) โดยภายในโปรแกรมแลปวิวได้มีชุดเครื่องมือโมดูลแบบฝังตัวสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ ทั้งนี้เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับโปรแกรมแลปวิว และใช้ JTAG debugger เป็นส่วนในการส่งข้อมูลโปรแกรมคำสั่งที่ทำการคอมไพล์จากโปรแกรมแลปวิวไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ จากการทดลองไมโครพีแอลซีที่พัฒนาขึ้นปรากฏว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานควบคุมได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

คำสำคัญ: ไมโครพีแอลซี ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 โปรแกรมแลปวิว

Abstract

This paper presents a development of micro-PLC with having analog input/output unit. In development will have used microcontroller ARM7 be the central processing unit and operating program writing with function block diagram (FBD) designed from LabVIEW program. Embedded module for ARM Microcontroller1.1 used for communication between microcontroller and LabVIEW program. Moreover, command information complies from LabVIEW program to memory unit of microcontroller used JTAG debugger. The experimental results of a micro-PLC show that it be usable in control applications satisfyingly.

Keyword: micro-PLC, microcontroller ARM7, LabVIEW program

1. บทนำ

เนื่องจากพีแอลซี (PLC: Programmable Logic Controller) มีข้อดีอยู่หลายประการด้วยกันเมื่อเทียบกับการควบคุมแบบเก่าที่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากพีแอลซี เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบกระบวนการทำงานต่างๆ ที่สามารถสร้างวงจรหรือออกแบบการควบคุมได้ด้วยซอฟแวร์โดยการป้อนโปรแกรมคำสั่งเข้าไปภายใน นอกจากนั้นยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกอื่นๆ ได้อีกด้วย [1] โดยในปัจจุบันนอกจากพี

แอลซี จะใช้งานแบบเดี่ยวๆ แล้วยังสามารถเชื่อมต่อกันหลายตัวเป็นระบบโครงข่าย (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นภาคอุตสาหกรรมต่างๆ จึงนิยมนำพีแอลซีมาเป็นอุปกรณ์หลักในการควบคุมและมีแนวโน้มการใช้งานที่มากขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ซึ่งเปิดสอนทางด้านสาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ เล็งเห็นถึงความสำคัญดังกล่าว จึงบรรจุวิชาพีแอลซีไว้ในหลักสูตร โดยจะมีทั้งในส่วนของทฤษฎีและปฏิบัติ อย่างไรก็ตามพีแอลซีที่ภาควิชาฯ มีใช้งาน จะมีเฉพาะในส่วนของหน่วยอินพุตและเอาต์พุตเป็นแบบดิจิตอล (on/off) เท่านั้น และหากจัดซื้อใหม่ก็จะใช้ต้นทุนที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นเพื่อให้ก้าวทันกับเทคโนโลยีที่มีใช้ในภาคอุตสาหกรรม รวมทั้งการใช้ต้นทุนที่ต่ำกว่า จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องพีแอลซีซึ่งมีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตแบบอนาล็อก และขณะเดียวกันก็ยังคงหน่วยอินพุตและเอาต์พุตที่เป็นดิจิตอลเอาไว้ด้วยเพื่อให้สามารถเรียนรู้และสามารถประยุกต์การใช้งานร่วมกันได้อย่างหลากหลายมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อสร้างเครื่องไมโครพีแอลซีโดยมีหน่วยอินพุตและเอาต์พุต แบบอนาล็อก

1.2.2 เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรล-เลอร์ให้ทำงานเป็นเครื่องพีแอลซี

1.2.3 เพื่อสร้างเครื่องไมโครพีแอลซีให้สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมแลปวิวผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรม (RS-232)

1.3 ขอบเขต

1.3.1 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 เบอร์ LPC2378 เป็นหน่วยประมวลผลกลาง

1.3.2 มีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตแบบดิจิตอลจำนวนอินพุต 8 ช่องและเอาต์พุต 8 ช่อง

1.3.3 มีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตแบบอนาล็อกแรงดัน 0–10โวลต์ จำนวนอินพุต 1 ช่อง และเอาต์พุต 1 ช่อง

1.3.4 ใช้พอร์ตสื่อสารอนุกรมในการติดต่อกับโปรแกรมแลปวิว

1.3.5 มีฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมเพื่อควบคุมการทำงาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้เครื่องไมโครพีแอลซีที่มีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตแบบอนาล็อก เพื่อใช้งานด้านการศึกษาในสาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1.4.2 ใช้เรียนรู้หลักการทำงานของไมโคร-คอนโทรลเลอร์และสามารถประยุกต์ใช้งานได้

1.4.3 ประยุกต์ใช้เครื่องไมโครพีแอลซีร่วมกับโปรแกรมแลปวิว ผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรมได้

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 พีแอลซี

โครงสร้างหลักของพีแอลซีจะไปด้วยหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) หน่วยความจำ (Memory) หน่วยรับข้อมูล (Input) หน่วยส่งข้อมูล (Output) และหน่วยป้อนโปรแกรม พีแอลซีขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดของพีแอลซีจะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นเครื่องที่มีขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆได้ สำหรับหน่วยอินพุตและเอาต์พุตของ พีแอลซี สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ด้วยกัน กล่าวคือ หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบดิจิตอล หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบอนาล็อก และหน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบพิเศษ นอกจากนั้นพีแอลซียังสามารถต่อเป็นระบบเครือข่ายและต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย [1]

ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC มีอยู่ 5 ภาษา คือ (1) Instruction list คือภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของข้อความมีลักษณะคล้ายกันกับภาษาแอสเซมบลีและภาษาเครื่อง (2) Ladder Diagram คือภาษาที่มีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์ และวงจรไฟฟ้า (3) Function Block Diagrams เป็นภาษาที่มีพื้นฐานมาจากลอจิกไดอะแกรม (4) Sequential Function Chart (SFC) คือภาษาที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบเรียงลำดับ ซึ่งจะประกอบไปด้วยขั้นตอน คำสั่งในการปฏิบัติการในแต่ละขั้นตอน และการเปลี่ยนแปลง เงื่อนไขที่

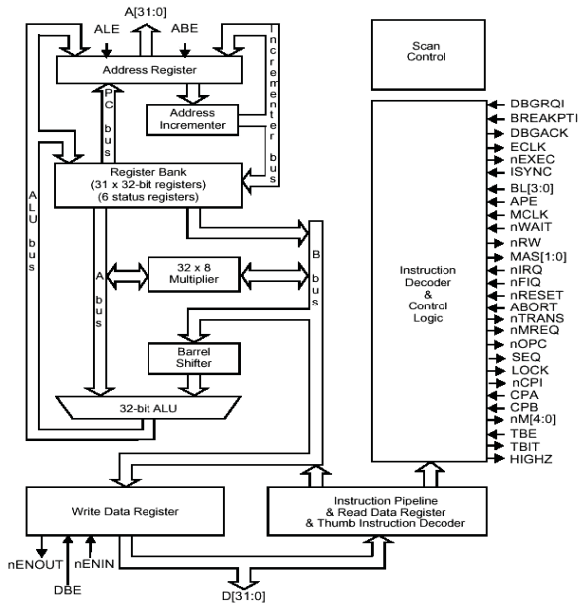
กำหนดให้กระทำคำสั่งในแต่ละขั้นตอน (5) Structured Text คือภาษาระดับสูง [1]

2.2 สถาปัตยกรรมของ ARM7

สถาปัตยกรรมของ ARM7 [2] เป็นซีพียูแบบ RISC ขนาด 32 บิต ภายในมีบัสขนาด 32 บิตตัวเดียวที่ใช้สำหรับรับส่งข้อมูล และคำสั่ง ชุดคำสั่งจะมีขนาด 32 บิตคงที่ ในขณะที่ข้อมูลสามารถเลือกได้ว่าจะมีขนาด 8, 16 หรือ 32 บิต ภาพที่ 1 จะแสดงแกนกลาง (core) ของซีพียู ARM7 ซึ่งโครงสร้างของ ARM7 ที่เป็นแบบเรียบง่าย มีชุดคำสั่งไม่มากนัก ประหยัดพื้นที่ และประหยัดพลังงาน

สถาปัตยกรรมของ ARM7 เป็นแบบโหลดและนำไปเก็บไว้ (load-and-store) โดยการประมวลผลข้อมูลใดๆ ต้องกระทำผ่านทางรีจิสเตอร์ เริ่มต้นจากการโหลดค่าจากหน่วยความจำไปเก็บในรีจิสเตอร์ แล้วนำค่าที่ได้มาประมวลผลเสร็จแล้วไปเก็บในหน่วยความจำดังเดิม

รีจิสเตอร์ของ ARM7 ผู้ใช้สามารถใช้ได้ทั้งหมด 16 ตัว คือ R0-R15 โดยทุกตัวมีขนาด 32 บิต โดย R0 - R12 เป็นรีจิสเตอร์ทั่วไปที่ไม่ได้กำหนดหน้าที่การทำงานพิเศษ ส่วน R13 ทำหน้าที่เป็นสแต็คพ้อยเตอร์ (Stack Pointer) R14 ทำหน้าที่เป็นรีจิสเตอร์เชื่อมโยง (Link Register) และ R15 ทำหน้าที่เป็นโปรแกรมนับ (Program Counter)



ภาพที่ 1 : แกนกลาง (core) ของซีพียู ARM7

2.3 โปรแกรมแลปวิว

แลปวิว (LabVIEW) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นเพื่อนำมาใช้ในด้านการวัดและเครื่องมือวัดสำหรับงานทางวิศวกรรม LabVIEW ย่อมาจาก Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench ซึ่งหมายความว่าเป็นโปรแกรมที่สร้างเครื่องมือวัดเสมือนจริงในห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม ดังนั้นจุดประสงค์หลักของการทำงานของโปรแกรมนี้ก็คือการจัดการในด้านการวัดและเครื่องมือวัด อย่างมีประสิทธิภาพ และในตัวของโปรแกรมจะประกอบไปด้วยฟังก์ชันที่ใช้ช่วยในการวัดมากมาย นอกจากนั้นในปัจจุบันโปรแกรมยังมีโมดูลที่สามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรล-เลอร์ได้อีกด้วย [3]

สิ่งที่ แลปวิว แตกต่างจากโปรแกรมอื่นก็คือ โปรแกรมนี้จะเป็นประเภท GUI (Graphic User Interface) โดยสมบูรณ์นั่นคือไม่จำเป็นต้องเขียน code หรือคำสั่งใดๆ ทั้งสิ้นและที่สำคัญลักษณะของภาษาที่ใช้ในโปรแกรมนี้จะเรียกว่าเป็น ภาษารูปภาพ (Graphical Language) ซึ่งจะแทนการเขียนโปรแกรมที่เป็นภาษาพื้นฐาน อย่างเช่น C, BASIC หรือ FORTRAN ด้วยรูปภาพหรือสัญลักษณ์ทั้งหมด ดังนั้นโปรแกรมนี้จึงมีความสะดวกและสามารถลดเวลาในการเขียนโปรแกรมลงไปได้มาก โดยเฉพาะในงานเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อใช้ในการวัดและการควบคุม [3]

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

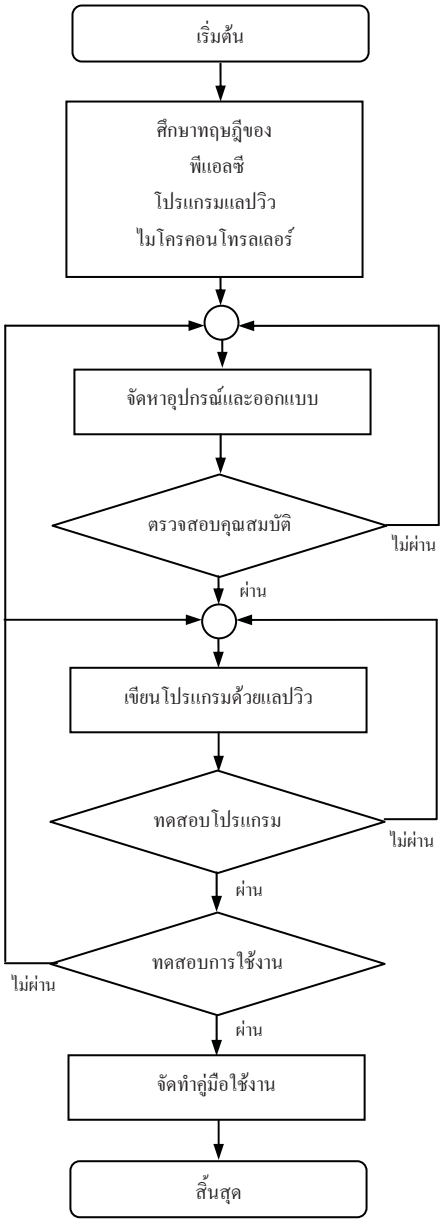
Colm Slattery, Derrick Hartmann, and Li Ke [4] ได้พัฒนา บอร์ดพีแอลซีสำหรับการใช้งานในระบบการควบคุมกระบวนการอุตสาหกรรม (PLC Evaluation Board Simplifies Design of Industrial Process Control Systems) โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 และมีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตแบบอนาล็อกโดยใช้โปรแกรมแลปวิวในการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองและพัฒนาเป็นที่น่าพอใจกล่าวคือมีความแม่นยำ (Accuracy) ของระบบประมาณ 0.05%

บทความของ A. KrauM, U. Weimar, and W. Goë pel [5] ได้กล่าวถึงการใช้โปรแกรมแลปวิวสำหรับการได้มาซึ่งข้อมูลจากเซนเซอร์ (LabVIEW for sensor data acquisition)

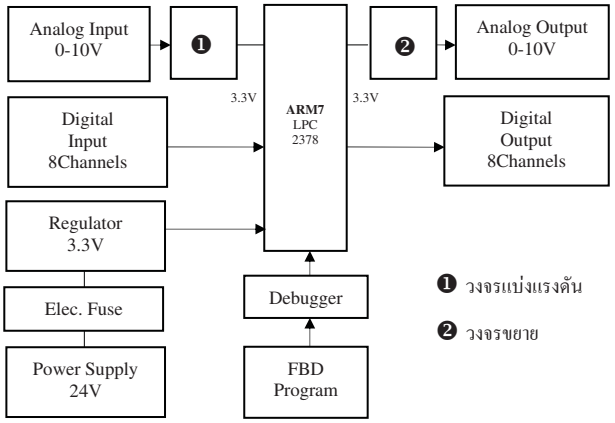
ในบทความได้กล่าวถึงแนวโน้มการใช้สมองกลแบบฝังตัว (Embedded microprocessor) ที่นำมาใช้ในห้องทดลองที่เพิ่มสูงขึ้น และข้อดีข้อเสียของโปรแกรมแลปวิว

3. ขั้นตอนการดำเนินการ

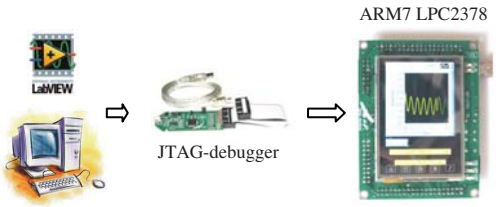
ขั้นตอนในการดำเนินการพัฒนาสามารถแสดงได้ด้วยแผนภูมิในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 : แผนภูมิขั้นตอนในการดำเนินการ



ภาพที่ 3 : โครงสร้างหลักในการพัฒนาไมโครพีแอลซี



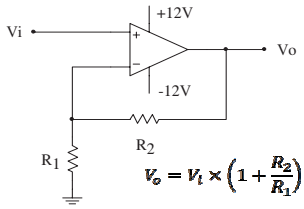
ภาพที่ 4 : อุปกรณ์หลักที่ใช้ในการพัฒนา

ในการพัฒนา จะเป็นไปตามโครงสร้างซึ่งแสดงด้วยภาพที่ 3 โดยทั้งนี้จะอาศัยอุปกรณ์หลักในการพัฒนาดังแสดงด้วยภาพที่ 4 และสำหรับในที่นี้จะขอสรุปเป็น 2 ส่วนหลักคือในส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ (เพิ่มเติม) กับซอฟต์แวร์

3.1 การพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนฮาร์ดแวร์

เนื่องจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ไม่สามารถใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่สูงๆ ได้ และในขณะเดียวกันก็ไม่สามารถส่งแรงดันไฟฟ้าสูงออกมาได้เช่นกัน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีวงจรที่เอาไว้สำหรับทำงานร่วมกับบอร์ด(ARM7 LPC2378) และเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายแก่บอร์ดด้วย วงจรที่ออกแบบเพิ่มเติมประกอบด้วย

ก) วงจรแบ่งแรงดัน (Voltage Divider) เนื่องจากการที่จะนำหรือต่อแรงดันไฟฟ้า 0-10V (อนาล็อกอินพุต) เข้าในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งต้องการแรงดันไฟฟ้าเพียง 0- 3.3V เท่านั้น จึงจำเป็นที่จะต้องลดทอนแรงดันให้เหมาะสมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในที่นี้จะใช้วงจรแบ่งแรงดันเพื่อให้ได้ค่าที่ต้องการดังกล่าว



ภาพที่ 5 : วงจรขยายสัญญาณซึ่งนำมาขยายสัญญาณอนาล็อกเอาต์พุต

ข) วงจรขยายสัญญาณ ในด้านของอนาล็อกเอาต์พุตก็ทำนองเดียวกันแรงดันที่ได้จากบอร์ดยังคงเป็น 0-3.3V ดังนั้นจึงจำเป็นต้องขยายสัญญาณดังกล่าวเพื่อให้ได้แรงดัน 0-10V ซึ่งในที่นี้จะใช้วงจรขยายแรงดันแบบไม่กลับเฟสดังแสดงด้วยภาพที่ 5

3.2 ซอฟต์แวร์และอุปกรณ์ติดต่อสื่อสาร

ก) เครื่องมือสำหรับติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ (LV Embedded Module for ARM Microcontroller Toolkit) เป็นเครื่องมือที่ใช้ทำงานร่วมกันกับโปรแกรมแลปวิว 8.6 ซึ่งการที่จะใช้เครื่องมือตัวนี้ จะต้องมีการตั้งค่าต่างๆ มากมาย แต่สำหรับในที่นี้ได้ใช้บอร์ด สำเร็จรูปที่ผู้ผลิตได้ตั้งค่าต่างๆ มาให้เรียบร้อยแล้ว

ข) โปรแกรม Keil uVision3 Realview มีไว้สำหรับเขียนโปรแกรมภาษาซีและแปลงเป็นภาษาเครื่อง สำหรับในที่นี้มีไว้สำหรับเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรเลอร์อาร์มโดยเฉพาะและต้องทำการตั้งค่าต่างๆ เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันกับโปรแกรม แลปวิว 8.6 ได้ด้วย

ค) JTAG Debugger มีไว้เพื่อหลังจากคอมไพล์ (Compile) โปรแกรมที่เขียนเสร็จแล้ว และต้องการที่จะโปรแกรมไฟล์ .HEX ที่ได้ไปยังตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากไฟล์ที่ได้มีขนาดใหญ่อาจจะทำให้การส่งข้อมูลต้องใช้เวลาในการโปรแกรมนานมาก และอาจจะทำให้การส่งข้อมูลผิดพลาด JTAG สามารถที่จะทำการตรวจข้อผิดพลาดของโปรแกรมได้และยังทำให้การโปรแกรมเร็วขึ้น

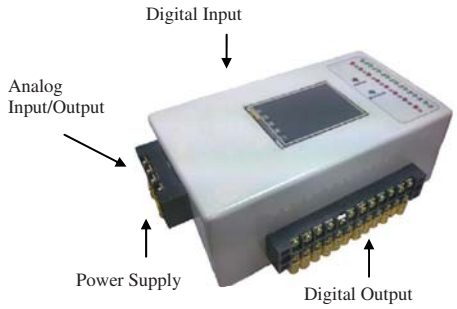
ง) การเขียนและออกแบบโปรแกรมใช้งาน จะกระทำบนโปรแกรมแลปวิว โดยมีทั้งฟังก์ชันที่เป็นดิจิตอลพื้นฐาน และกลุ่มคำสั่งที่ใช้กับหน่วยอินพุตเอาต์พุตแบบอนาล็อก สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : กลุ่มคำสั่งที่ใช้สำหรับพีแอลซีที่ออกแบบ

คำสั่ง	สัญลักษณ์
LOAD	Array, index → CONTACT NO → element
IN (Digital)	Input Number → Digital I → DO
OUT (Digital)	Input Number, x → Digital O → output array
AND	x, y → Digital & → x .and. y?
OR	x, y → Digital ≥1 → x .or. y?
NOT	x → Digital !1 → .not. x?
SET, RESET	x, y → Latch SR → output
AI (Analog Input)	Analog AI → Voltage
AO (Analog Out)	Condition, Voltage → Analog AO
MOVE	index, Boolean, new element/subarray → MOV --> → output array
ADD	x, y → Analog + → x+y
SUB	x, y → Analog − → x-y
MUL	x, y → Analog X → x*y
DIV	x, y → Analog ÷ → x/y
EQU	x, y → Analog = → x = y?
EQU = 0	x → Analog =0 → x = 0?
NOT EQU	x, y → Analog != → x != y?
Greater (>)	x, y → Analog > → x > y?
Less (<)	x, y → Analog < → x < y?
SQ ROOT	x → CAL √ → sqrt(x)

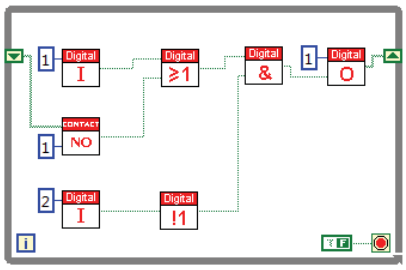
4. ผลการดำเนินงาน

หลังจากที่ได้ออกแบบฮาร์ดแวร์เพิ่มเติมและทดลองเขียนโปรแกรมสร้างฟังก์ชันบล็อกขึ้นมาแล้ว หลังจากนั้นได้ทำการทดลองใน 4 ส่วนหลักๆ คือ (1) ส่วนอินพุตที่เป็นดิจิตอล (2) ส่วนเอาต์พุตที่เป็นดิจิตอล (3) ส่วนอินพุตที่เป็นอนาล็อก 0 – 10 โวลต์ และ (4) ส่วนเอาต์พุตที่เป็นอนาล็อก 0 – 10 โวลต์ โดยทั้งนี้ในการทดลองได้ต่ออุปกรณ์ภายนอกร่วมกับอินพุตและเอาต์พุตด้วยซึ่งผลที่ได้จากการทดลองมีดังต่อไปนี้

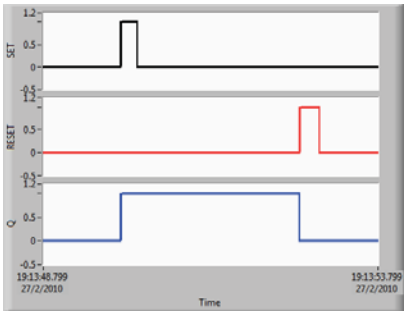


ภาพที่ 6 : ชุดไมโครพีแอลซีที่พัฒนาแล้วเสร็จ

ตัวอย่างโปรแกรมและผลที่ได้จากการทดสอบหน่วยอินพุตและเอาต์พุตแบบดิจิตอลแสดงด้วยภาพที่ 7 และ 8 ตามลำดับ

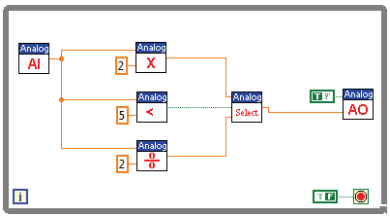


ภาพที่ 7 : โปรแกรม FBD ที่ใช้ในการทดสอบ

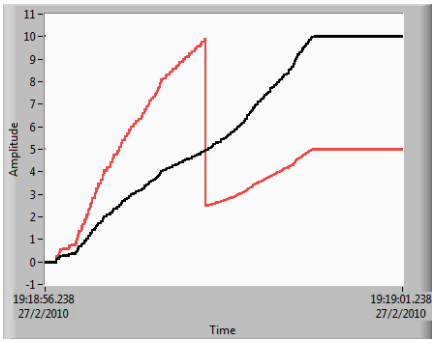


ภาพที่ 8 : ผลที่ได้จากการทดสอบโปรแกรม

ตัวอย่างโปรแกรมและผลจากการทดสอบหน่วยอินพุตและเอาต์พุตแบบอนาล็อกแสดงด้วยภาพที่ 9 และ 10 ตามลำดับ



ภาพที่ 9 : โปรแกรม FBD ที่ใช้ในการทดสอบ



ภาพที่ 10 : ผลที่ได้จากการทดสอบโปรแกรม

5. บทสรุป

บทความนี้ได้นำเสนอ “การพัฒนาไมโครพีแอลซี ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิดมีหน่วยอินพุตและเอาต์พุต แบบอนาล็อก โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ARM7 เป็นหน่วยประมวลผลกลางประมวลผลทั้งหมดและใช้ภาษาฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรม (FBD) ที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมแลปวิว ในการสั่งงาน ไมโครพีแอลซีที่สร้างขึ้นประกอบด้วยส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์ดิจิตอล 0, 24Vdc อย่างละ 8 ช่อง อินพุตและเอาต์พุตอนาล็อก 0 – 10Vdc อย่างละ 1 ช่อง ซึ่งผลการทดลองใช้งานของไมโครพีแอลซีที่สร้างขึ้นเพื่อรับสัญญาณอินพุตที่เป็นดิจิตอลไปขับเอาต์พุตที่เป็นดิจิตอล และรับอินพุตเป็นสัญญาณอนาล็อกและขับเอาต์พุตที่เป็นสัญญาณอนาล็อกสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ รวมทั้งไมโครพีแอลที่พัฒนาขึ้นมีต้นทุนที่ต่ำกว่าพีแอลซีที่มีใช้อยู่โดยทั่วไป

6. เอกสารอ้างอิง

[1] พรจิต ประทุมสุวรรณ และคณะ “ทฤษฎีและการใช้งาน PC/PLC” เรือนแก้วการพิมพ์, กรุงเทพฯ 2536.

[2] โอภาส ศิริครรชิตถาวร, “เรียนรู้และพัฒนา ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 LPC2148 ด้วยภาษาซี” วิธิรินทร์สาส์น กรุงเทพฯ, 2549

[3] เจริญ เพชรมุณี, “เรียนลัด LabVIEW Software for Measurement and Automation” ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ, 2547

[4] Colm Slattery, Derrick Hartmann, and Li Ke “ PLC Evaluation Board Simplifies Design of Industrial Process-Control Systems” Analog Dialogue 43-04, April, 2009

[5] A. KrauM, U. Weimar, and W. Goë pel “LabVIEW for sensor data acquisition” trends in analytical chemistry, vol.18, no.5, 1999

การปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องอัดถ่านแท่งสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

Improvement and Development of Efficiency of Charcoal Chip Screw Press Machine for Small Scale Industry

สิทธิชัย วงศ์หน่อ, นฤเบศร์ หนูใสเพ็ชร

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนอร์ท - เชียงใหม่
Sitthichai.w@hotmail.com, Narubet69@gmail.com

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องอัดถ่านแท่งสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก จำนวน 1 เครื่อง พร้อมเปรียบเทียบประสิทธิภาพและคุณภาพของเครื่องที่สามารถเพิ่มความเร็วในการผลิตถ่านอัดแท่ง เพื่อที่จะนำไปช่วยในการแก้ปัญหาของขั้นตอนการตัดแท่งถ่านตามกระบวนการของการผลิตถ่านอัดแท่งให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและมีอัตราการตัดแท่งถ่านต่อชั่วโมงสูง ในการเปรียบเทียบเวลาของการผลิตถ่านอัดแท่งระหว่างการใช้เครื่องอัดถ่านแท่งที่มีระบบการตัดแบบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นกับการใช้เครื่องอัดถ่านแท่งที่มีระบบการตัดแท่งถ่านโดยใช้แรงงานคน ทำการทดสอบกับผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งแต่ละครั้งที่มีส่วนผสมของวัตถุดิบกับน้ำ 10 ลิตร โดยวัตถุดิบ 100 กิโลกรัม ประกอบด้วยผงถ่าน 70 กิโลกรัม, ผงถ่านกะลามะพร้าว 20 กิโลกรัม, และแป้งมัน 10 กิโลกรัม ถ่านอัดแท่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 กลุ่มคือ ขนาดความยาว 170, 190 และ 210 มิลลิเมตร และช่วงเวลาที่ต่างกันคือ 30, 45 และ 60 นาที ปรากฏว่าในเวลาเฉลี่ย 1 นาที ของการผลิตถ่านอัดแท่งขนาดความยาว 170, 190 และ 210 มิลลิเมตรนั้น เครื่องอัดถ่านแท่งที่ปรับปรุงและพัฒนาแล้วสามารถผลิตได้ 3.6, 3.0 และ 2.8 กิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่การใช้เครื่องอัดถ่านแท่งแบบเดิมสามารถผลิตได้ 2.2 , 2.0 และ 1.8 กิโลกรัม ตามลำดับ สรุปได้ว่าเครื่องอัดถ่านแท่งที่ได้ปรับปรุงและพัฒนาแล้วสามารถอัดถ่านแท่งที่นำมาเป็นตัวอย่างในการศึกษาได้เร็วกว่าการใช้เครื่องอัดถ่านแบบเดิม เฉลี่ยแล้วคิดร้อยละเป็น 27.3 โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะไม่แตกต่างกัน ส่วนการประเมินคุณภาพของเครื่องอัดถ่านแท่งที่ได้ปรับปรุงและพัฒนาขึ้นนี้ โดยผู้เชี่ยวชาญและพนักงานที่มีประสบการณ์ในการผลิตถ่านอัดแท่งพบว่าระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญในด้านคุณภาพโดยรวมของเครื่องอัดถ่านแท่ง ได้ค่า $\overline{X} = 4.36$ ซึ่งแสดงว่าเครื่องอัดถ่านแท่งที่ได้ปรับปรุงและพัฒนาขึ้นมานี้มีขนาดที่เหมาะสม มีคุณภาพและได้มาตรฐานการผลิตที่ดี ประหยัดแรงงาน อีกทั้งสามารถลดต้นทุนในการผลิต และเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมถ่านอัดแท่งมาก

คำสำคัญ : การปรับปรุง เครื่องอัดถ่านแท่ง อุตสาหกรรมขนาดเล็ก

Abstract

The objective of this research were to improve and develop of efficiency of 1 charcoal chip screw press machine for small industry as well as comparison the efficiency and quality of this machine which may increase the rate of production in order to solve the problem in step of charcoal chip cutting for higher of both production efficiency and amount of charcoal chip cutting per hour. For time comparing of charcoal chip cutting between this developed automatic chip cutting machine and labor chip cutting, every sample of 10 litter water with 100 kilogram mixing material which consist of 70 kilogram charcoal, 20 kilogram charcoal coconut shell, and 10 kilogram tapioca starch was tested to produce 8 centimeter diameter of charcoal chipping for 3 groups of charcoal chip product length which were 170, 190 and 210 millimeter in different time ranges of operation that were 30, 45, and 60 minutes. It was found that 1 minute average of cutting for produce length of 170, 190 and 210 millimeter charcoal chip, this developed charcoal chip cutting machine produced 3.6, 3.0, and 2.8 kilogram, respectively while old labor charcoal chip cutting machine produced 2.2, 2.0, and 1.8 kilogram, respectively. It could be concluded that this developed charcoal chip machine had higher average rate of production than the old labor charcoal chip machine of 27.3% with no characteristic different of product. The evaluation of this charcoal chip cutting machine by an expert person and the labor who has an experience in charcoal chip processing found that the overall quality acceptance of this machine was $\overline{X} = 4.36$ *which showed that this improved and developed machine were the optimum size with standardized production, labor reduction , cost reduction, and useful for charcoal chip industry.*

Keywords : Improvement, Charcoal Chip Screw Press Machine, Small Scale Industry

1. บทนำ

ในปี พ.ศ. 2546 ประเทศไทยมีการจัดหาพลังงาน ทั้งที่ผลิตได้จากแหล่งภายในประเทศ และนำเข้าจากต่างประเทศ เป็นมูลค่า 99.465 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe) ซึ่งในจำนวนนี้ร้อยละ 98 จัดอยู่ในรูปของเชื้อเพลิง แบ่งเป็นประเภทน้ำมันปิโตรเลียม สูงถึงร้อยละ 47.5 ก๊าซธรรมชาติ ร้อยละ 25.9 ถ่านหิน ร้อยละ 9.8 ชีวมวล ร้อยละ 15 และพลังงานในรูปแบบอื่น ในขณะที่ราคาน้ำมันสูงขึ้นการเลือกใช้พลังงานหรือพัฒนาแหล่งพลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์ น้ำ ลม ชีวมวลเช่นไม้ ฟืน แกลบ กาก(ชาน)อ้อย ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้ไม่หมดและมีอยู่มากมายในประเทศ จึงควรได้รับการสนับสนุน ส่งเสริมพัฒนารูปแบบการใช้ให้แพร่หลายมากยิ่งขึ้น (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2539) การใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานทางชีวมวลยังสามารถนำมาใช้ได้หลากหลายด้าน เช่นทางด้านกระบวนการชีวภาพ และทางด้านกระบวนการที่ใช้ความร้อน โดยกระบวนการที่ใช้ความร้อนจะเห็นได้ทั่วไปในลักษณะของการนำถ่านไม้หรือฟืน มาจุดไฟ เพื่อให้เกิดความร้อนสำหรับนำมาใช้ประโยชน์ต่อไป ซึ่งในปี พ.ศ. 2543 ประเทศไทยมีการนำเข้าถ่านอัดแท่งจากทั่วโลกมีมูลค่าถึง 43 ล้านบาทและในขณะที่ตลาดถ่านอัดแท่งภายในประเทศยังมีความต้องการ เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหาร การทำถ่านอัดแท่งเป็นอาชีพที่สามารถส่งเสริมให้เป็นอุตสาหกรรม ขนาดกลาง ขนาดเล็กและอุตสาหกรรมภายในครัวเรือน เพื่อเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรได้เป็นอย่างดี โดยมีการนำวัสดุเกษตรเหลือใช้จากการเกษตร หรืออุตสาหกรรมการเกษตรเช่น ชานอ้อยเน่าเปื่อย กะลามะพร้าว แกลบ ไม้ยูคาลิปตัส ขี้เลื่อย ฟางข้าว วัชพืช หรือใบไม้มาอัดเป็นแท่งโดยกระบวนการ อัดเย็น หรือกระบวนการอัดร้อน จากนั้นนำไปเข้าเครื่องอัดแท่ง

เชื้อเพลิงแล้วนำไปตากแดดให้แห้ง พร้อมนำออกจำหน่าย (กรมป่าไม้ขอนแก่น,2539) โดยทั่วไปมาตรฐานผลิตภัณฑ์ของถ่านอัดแท่งที่ดีควรมีค่าวัดผลอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด เช่นค่าความชื้นจะต้องไม่เกิน 8% ค่าความร้อนต้องไม่น้อยกว่า 5,000

แคลอรี่ต่อกรัม และมีระยะการเผาไหม้ควรอยู่ในช่วง 60 - 90 นาทีต่อกิโลกรัม (กรมการส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2547) และจากการที่ได้พบผู้ประกอบการ“โรงงานจรูญวัฒน์ ถ่านอัดแท่ง” จ.ลำปาง ซึ่งเป็นผู้ประกอบการแบบอุตสาหกรรมครอบครัว ที่มีความสามารถในการสร้างผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพและได้รับการยอมรับจากลูกค้า อีกทั้งยังได้รับรางวัลจากสถาบันอื่นๆอีกมากมาย ถ่านอัดแท่งที่ผลิตออกจำหน่ายเป็นถ่านที่ใช้ผงถ่านและถ่านกะลามะพร้าวเป็นหลักโดยมีกำลังการผลิต 450 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งผู้ประกอบการมีความต้องการจะปรับปรุงระบบการผลิตเพื่อที่ขยายกำลังการผลิตเพิ่มขึ้น โดยต้องการให้มีกำลังการผลิตอย่างน้อย 850 กิโลกรัมต่อวันขึ้นไป เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของลูกค้าที่มารับซื้อไปจำหน่าย รวมทั้งพัฒนากระบวนการตัดถ่านอัดแท่ง ให้ได้ขนาดความยาวที่เหมาะสมควบคู่ไปด้วย



ภาพที่ 1 : เครื่องอัดถ่านแท่งที่ใช้ในสถานประกอบการก่อนดำเนินการปรับปรุง

2. วัตถุประสงค์

เพื่อปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องอัดถ่านแท่งสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็กและพัฒนาระบบของการตัดถ่านแท่ง พร้อมเปรียบเทียบและประเมินหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดถ่านแท่งเดิมกับเครื่องอัดถ่านแท่งที่ได้ปรับปรุงขึ้นที่สามารถเพิ่มอัตราการผลิตถ่านอัดแท่ง

3. อุปกรณ์และวิธีการ

ในเบื้องต้นผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษากระบวนการในการผลิตถ่านอัดแท่ง

ในกรรมวิธีการผลิตถ่านอัดแท่ง ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาขั้นตอนในกระบวนการผลิตของโรงงานจรูญวัฒน์ถ่านอัดแท่ง จ.ลำปาง ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้ (1) การจัดเตรียมผงถ่าน (2) การจัดเตรียมถ่านกะลามะพร้าว (3) การบดผงถ่านกะลามะพร้าว (4) การผสมผงถ่าน (5) การอัดแท่งถ่านตามแบบที่ต้องการ (6) การตัดแท่งถ่านให้ได้ขนาดความยาวที่ต้องการ (7) การนำถ่านอัดแท่งที่ได้ไปเข้าเครื่องอบถ่านที่อุณหภูมิประมาณ 60 ^{o}C หรือนำไปตากแสงแดด เพื่อไล่ความชื้น (8) การบรรจุเพื่อจำหน่าย

3.2 การปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต

ผลจากการศึกษากระบวนการผลิตถ่านอัดแท่งข้างต้น ทำให้ทางคณะผู้วิจัยได้รับทราบปัญหาที่เกิดขึ้นและได้นำมาเพื่อการปรับปรุงดังนี้

3.2.1 การปรับปรุงที่ขนาดของแผ่นประกบชุดกระบอกอัดถ่านแท่ง เนื่องจากเครื่องอัดถ่านที่ทางโรงงานใช้อยู่นั้นมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักค่อนข้างมาก ซึ่ง อุปกรณ์หลักๆที่ มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากก็คือชุดแผ่นประกบชุดกระบอกอัด ซึ่งความหนาของแต่ละแผ่นประมาณ 50 มิลลิเมตร มีอยู่ด้วยกันถึง 4 แผ่น วัสดุที่ใช้ทำมาจากเหล็กหล่อ เพราะความหนาขนาดนี้ไม่มีผลต่อการอัด ซึ่งสิ่งที่จำเป็นต่อการอัดมากคือเกลียวอัดและชุดกระบอกอัด อีกทั้งยังมีผลทำให้การเคลื่อนย้ายเครื่องอัดถ่านนั้นมีความยากลำบาก ดังแสดงในภาพที่ 1. จึงได้ทำการลดขนาดของแผ่นประกบให้มีขนาดที่เล็กลง แต่ยังคงความแข็งแรงเพราะใช้วัสดุชนิดเดียวกัน ซึ่งได้ลดขนาดลงให้เหลือที่ 20 × 20 เซนติเมตร มีความหนา 2 เซนติเมตร ทำให้เครื่องมีน้ำหนักเบาขึ้นและง่ายต่อการเคลื่อนย้าย และยังลดการใช้วัสดุในการทำแผ่นประกบชุดกระบอกอัดได้

3.2.2 การปรับปรุงชุดกระบอกอัด เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและสามารถทนทานต่อแรงอัดได้มากขึ้น เนื่องจากเครื่องอัดถ่านที่ใช้อยู่นั้นชุดกระบอกอัดทำมาจากท่อเหล็กบางธรรมดา ซึ่งมีความหนาน้อยมาก ยิ่งมีการใช้งานไปนานๆ ความหนาก็จะลดลงจากการเสียดสีระหว่างผงถ่านกับผนังท่อเหล็ก จึงทำการปรับปรุงชุดกระบอกอัดนี้ โดยการเปลี่ยนวัสดุ

ของกระบอกอัดเป็นเหล็กท่อไร้ตะเข็บ ซึ่งมีความหนาถึง 5 มิลลิเมตร ทำให้มีความแข็งแรงสูง และสามารถทนต่อแรงอัดได้มากกว่า อีกทั้งมีความปลอดภัยกว่าการนำท่อเหล็กธรรมดามาใช้ทำเป็นชุดกระบอกอัด

3.2.3 การปรับปรุงระบบส่งกำลัง เนื่องจากระบบส่งกำลังของเครื่องอัดถ่านที่ใช้อยู่นั้น ส่วนของเพลามีความยาวมาก จุดที่มีแบริ่งรองรับระหว่างชุดอัดกับแบริ่งรองรับพูเลย์มีระยะที่ห่างเกินไป ทำให้เพลานั้นอาจเกิดอาการโก่งงอและอาการสั่นได้ เนื่องจากมีการหมุนด้วยความเร็วรอบที่สูงมาก ทำให้เกิดผลเสียกับลูกปืนแบริ่งที่ชุดอัด เกิดอาการหลวมคลอนและเกิดความเสียหายในที่สุด จึงได้ทำการปรับปรุงโดยเครื่องอัดถ่านที่ปรับปรุงขึ้นมาใหม่นั้นได้มีการติดตั้งตัวกากบาท (Universal joint) ช่วงระหว่างแบริ่งที่ชุดอัดกับแบริ่งที่พูเลย์ ซึ่งสามารถช่วยลดการโก่งงอ การสั่น และลดแรงบิดที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการหมุนของเพลาได้ อีกทั้งยังเป็นการยืดอายุการใช้งานของลูกปืนแบริ่งและอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในระบบส่งกำลังได้

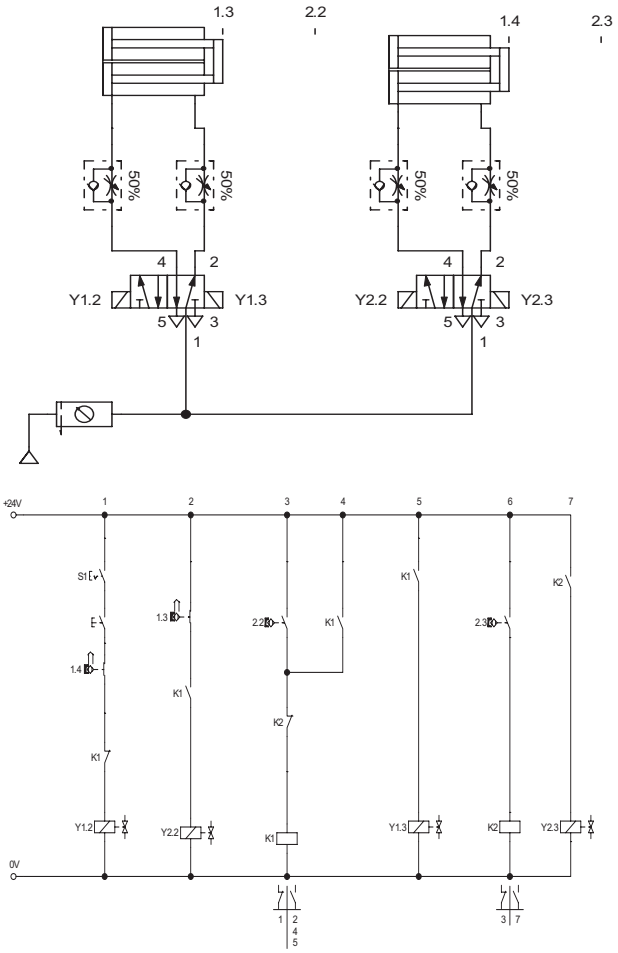


ภาพที่ 2 : ชุดกระบอกอัดและตัวกากบาทที่ติดตั้งเข้ากับเครื่องอัดถ่านที่พัฒนาขึ้น

3.2.4 การพัฒนาระบบการตัดแท่งถ่านแบบอัตโนมัติ เงื่อนไขในการออกแบบคือทางคณะผู้วิจัยได้ใช้ชุดเซนเซอร์แบบลำแสงเป็นตัวควบคุมอุปกรณ์ในระบบทั้งหมด ซึ่งจะถูกควบคุมด้วยรีเลย์และรีดสวิตซ์ เพื่อที่จะตรวจจับขนาดความยาวของแท่งถ่าน เมื่อแท่งถ่านที่ผ่านจากการอัดไหลออกมาจากกระบอกแม่พิมพ์ เคลื่อนมายังจุดที่มีการติดตั้งเซนเซอร์ เซนเซอร์จะสั่งงานผ่านรีเลย์ไปยังกระบอกสูบที่ติดตั้งใบมีดเพื่อสั่งให้กระบอกสูบทำงานตัดก้อนถ่านและดันถ่านออกไปทางด้านข้างของเครื่องอัด เมื่อถ่านถูกดันออกไปแล้วเซนเซอร์ก็จะหยุดสั่งงาน ในภาพที่ 3. แสดงชุดระบบตัดแท่งถ่านที่แบบอัตโนมัติได้ดำเนินการสร้างขึ้นมา ส่วนภาพที่ 4. แสดงวงจรระบบนิวแมติกส์ที่ใช้ในการตัดแท่งถ่านแบบอัตโนมัติ และภาพที่ 5. แสดงส่วนประกอบหลักของเครื่องอัดถ่านที่ได้ทำการพัฒนาแล้วอาทิเช่นคือ โครงสร้างตัวเครื่อง ชุดเกลียวอัด ระบบการตัดเฉือนแบบอัตโนมัติ ตู้ระบบควบคุมโดยมีชุดต้นกำลังคือมอเตอร์ขนาด 10 แรงม้า



ภาพที่ 3 : ชุดระบบการตัดแท่งถ่านแบบอัตโนมัติ



ภาพที่ 4 : วงจรระบบนิวแมติกส์ของการตัดแท่งถ่านแบบอัตโนมัติ



ภาพที่ 5 : ส่วนประกอบของเครื่องอัดถ่านแท่งที่ได้พัฒนา

3.3 วิธีดำเนินการทดสอบ

ในการทดสอบเครื่องอัดถ่านแท่งในครั้งนี้มีปัจจัยในการศึกษาคือจำนวนผลผลิตของถ่านอัดแท่ง จากเครื่องอัดถ่านก่อนทำการปรับปรุงกับจำนวนผลผลิตของถ่านอัดแท่งจากเครื่องอัดถ่านที่ได้ทำการปรับปรุงและพัฒนาขึ้น โดยมีส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่งแต่ละครั้ง มีส่วนผสมของวัตถุดิบกับน้ำ 10 ลิตร โดยวัตถุดิบ 100 กิโลกรัม ประกอบด้วยผงถ่าน 70 กิโลกรัม ผงถ่านกะลามะพร้าว 20 กิโลกรัม แป้งมัน 10 กิโลกรัม ชิ้นงานตัวอย่างที่นำมาทดสอบคือถ่านอัดแท่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ยาว 170, 190 และ 210 มิลลิเมตรตามลำดับ โดยทำการทดสอบในช่วงเวลาที่ต่างกันคือ 30, 45 และ 60 นาที ของแต่ละชิ้นงานตัวอย่าง และใช้กราฟ วิเคราะห์ข้อมูล ค่าที่ชี้ผลในการทดสอบประกอบด้วย ตารางบันทึกผลการเปรียบเทียบระหว่างการอัดถ่านแท่งโดยใช้เครื่องอัดถ่านแบบเดิมโดยใช้แรงงานคนเป็นคนตัดถ่านกับการใช้เครื่องอัดถ่านที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น และกราฟวิเคราะห์ด้านคุณภาพของการใช้เครื่องอัดถ่านแท่ง

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณภาพของเครื่องอัดถ่านแท่งที่พัฒนาแล้ว ทำโดยการนำข้อมูลจากแบบประเมินที่ได้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอค่าสถิติต่างๆ โดยใช้ค่าระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับเครื่องอัดถ่านแท่งที่พัฒนาแล้ว บันทึกผลการพิจารณาลงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 กลุ่ม แล้วหาผลรวมคะแนนระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญของแต่ละกลุ่ม เป็นรายหัวข้อการประเมิน จากนั้นนำผลที่ได้ไปหาค่าระดับความพึงพอใจ โดยเทียบกับ"เกณฑ์ระดับความคิดเห็นในหัวข้อประเมินของผู้เชี่ยวชาญ" คำนวณได้จากสูตร ดังนี้ (รศ.ธานินทร์ , 2552 : 149)

$$\bar{x} = \Sigma R / N \qquad (1)$$

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

การวิจัยเรื่องการปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องอัดถ่านแท่งสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เพื่อช่วยเหลืออุตสาหกรรมถ่านอัดแท่ง ในเรื่องของการปรับปรุงของแผ่นประกบชุดกระบอกอัด และในเรื่องระบบการตัดแท่งถ่าน เพื่อลดเวลาของขบวนการผลิตถ่านอัดแท่งจนสามารถเพิ่มอัตราการผลิตได้ ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทดลองโดยใช้วัตถุดิบจากโรงงานจรูญวัฒน์ถ่านอัดแท่ง อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง แล้วนำเครื่องดังกล่าวไปให้ทางโรงงานทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่อง ที่ได้พัฒนาขึ้น หลังจากนั้นเชิญผู้เชี่ยวชาญและพนักงานที่ทำงานเกี่ยวกับการอัดถ่านแท่งในพื้นที่ประเมินคุณภาพเครื่อง ซึ่งผลการดำเนินงานมีดังนี้

4.1 ผลการบันทึกเวลาและเปรียบเทียบ

ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกเวลาการทำงานของเครื่องอัดถ่านแท่ง ซึ่งทดสอบในเรื่องการผลิตถ่านอัดแท่ง และได้กำหนดชิ้นงานที่นำมาทดสอบ จำนวน 3 กลุ่มคือ ถ่านอัดแท่ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ยาว 170, 190 และ 210 มิลลิเมตรตามลำดับ ในช่วงเวลาที่ต่างกันคือ 30, 45 และ 60 นาที ของแต่ละชิ้นงานตัวอย่าง มีผลการบันทึกทดสอบดังนี้

ตารางที่ 1. ผลการบันทึกจำนวนผลผลิตของแท่งถ่านที่ได้จากการอัดถ่านแท่งโดยใช้เครื่องอัดถ่านแท่งที่พัฒนาแล้วกับการใช้แรงงานคนช่วยในการตัดแท่งถ่าน ที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ยาว 170 มิลลิเมตร เฉลี่ย 5 ครั้ง

ช่วงเวลา (นาที)	ผลการบันทึก		เครื่องอัดถ่านแท่งที่ปรับปรุงขึ้นได้ปริมาณผลิตภัณฑ์มากกว่า(กิโลกรัม)
	ใช้เครื่องอัดถ่านแบบเดิม (กิโลกรัม)	ใช้เครื่องอัดถ่านที่ปรับปรุง (กิโลกรัม)	
30 นาที	66	108	42
45 นาที	99	162	63
60 นาที	132	216	84
เฉลี่ย 1 นาที	2.2	3.6	1.4

ตารางที่ 2. ผลการบันทึกจำนวนผลผลิตของแท่งถ่านที่ได้จากการอัดถ่านแท่งโดยใช้เครื่องอัดถ่านแท่งที่พัฒนาแล้วกับการใช้แรงงานคนช่วยในการตัดแท่งถ่าน ที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ยาว 190 มิลลิเมตร เฉลี่ย 5 ครั้ง

ช่วงเวลา (นาที)	ผลการบันทึก		เครื่องอัดถ่านแท่งที่ปรับปรุงขึ้นได้ปริมาณผลิตภัณฑ์มากกว่า (กิโลกรัม)
	ใช้เครื่องอัดถ่านแบบเดิม (กิโลกรัม)	ใช้เครื่องอัดถ่านที่ปรับปรุง (กิโลกรัม)	
30 นาที	60	90	30
45 นาที	90	135	45
60 นาที	120	180	60
เฉลี่ย 1 นาที	2.0	3.0	1.0

ตารางที่ 3. ผลการบันทึกจำนวนผลผลิตของแท่งถ่านที่ได้จากการอัดถ่านแท่งโดยใช้เครื่องอัดถ่านแท่งที่พัฒนาแล้วกับการใช้แรงงานคนช่วยในการตัดแท่งถ่าน ที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ยาว 210 มิลลิเมตร เฉลี่ย 5 ครั้ง

ช่วงเวลา (นาที)	ผลการบันทึก		เครื่องอัดถ่านแท่งที่ปรับปรุงขึ้นได้ปริมาณผลิตภัณฑ์มากกว่า (กิโลกรัม)
	ใช้เครื่องอัดถ่านแบบเดิม (กิโลกรัม)	ใช้เครื่องอัดถ่านที่ปรับปรุง (กิโลกรัม)	
30 นาที	54	84	30
45 นาที	81	126	45
60 นาที	108	168	60
เฉลี่ย 1 นาที	1.8	2.8	1.0

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณภาพของเครื่องอัดถ่านที่ได้พัฒนาแล้ว

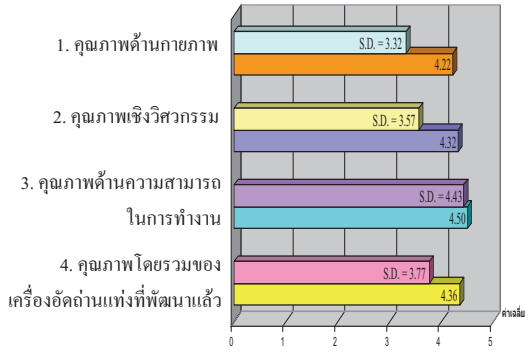
ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากแบบประเมินที่ได้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องจักรกล เจ้าของกิจการและพนักงานที่ทำงานเกี่ยวกับการอัดถ่านแท่ง มาวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอค่าสถิติต่างๆ โดยใช้ค่าระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพเครื่องอัดถ่านแท่ง ซึ่งผลการประเมินสามารถสรุปได้ดังนี้

ข้อมูลการประเมินคุณภาพเครื่องอัดถ่านแท่งโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องจักรกลและพนักงานในโรงงาน

ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องจักรกล 5 คน

พนักงานในโรงงานจรูญวัฒน์ถ่านอัดแท่ง 5 คน

จากผลการประเมินระดับความคิดเห็นโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องจักรกลและพนักงานในโรงงานจรูญวัฒน์ถ่านอัดแท่ง รวมทั้งหมดจำนวน 10 คน ต่อเครื่องอัดถ่านแท่งเห็นได้ว่าผู้เชี่ยวชาญทุกท่านมีความพึงพอใจของเครื่องอัดถ่านแท่งที่พัฒนาขึ้น โดยภาพรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 สำหรับผลพิจารณาเป็นรายด้านได้แก่ ค่าเฉลี่ยด้านกายภาพ อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 ค่าเฉลี่ยด้านเชิงวิศวกรรม อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 และด้านความสามารถในการทำงาน อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50



ภาพที่ 5. ค่าเฉลี่ยด้านคุณภาพ

5. สรุปผล

การศึกษาวิจัย เรื่องการปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องอัดถ่านแท่งสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ซึ่งเป็นการพัฒนาจากเครื่องต้นแบบเพื่อนำไปช่วยในการแก้ปัญหาในขั้นตอนการตัดแท่งถ่านและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตถ่านอัดแท่ง ตามกระบวนการของการผลิตถ่านอัดแท่ง ที่เคยทำให้เกิดความล่าช้าและขาดประสิทธิภาพในการทำงาน ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และมีอัตราการผลิตต่อชั่วโมงสูง ผลการเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ย 1 นาที ของการผลิตถ่านอัดแท่งขนาดความยาว 170, 190 และ 210 มิลลิเมตรนั้น เครื่องอัดถ่านแท่งที่ปรับปรุงและพัฒนาแล้วสามารถผลิตได้ 3.6, 3.0และ 2.8 กิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่การใช้เครื่องอัดถ่านแท่งแบบเดิมสามารถผลิตได้ 2.2, 2.0 และ 1.8 กิโลกรัม ตามลำดับ สรุปได้ว่าเครื่องอัดถ่านแท่งที่พัฒนาแล้วสามารถอัดถ่านแท่ง ที่นำมาเป็นตัวอย่างในการศึกษาได้เร็วกว่าใช้แรงงานคน เฉลี่ยแล้วคิดเป็นร้อยละ 27.3 โดยผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งที่ได้มีลักษณะไม่แตกต่างกัน และจากการประเมิน

คุณภาพเครื่องอัดถ่านแท่งที่ได้ปรับปรุงและพัฒนาขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญและพนักงานที่มีประสบการณ์ในการอัดถ่านแท่ง พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญในด้านคุณภาพโดยรวมของเครื่องอัดถ่านแท่ง ได้ค่า $\overline{X} = 4.36$ จึงสรุปได้ว่าเครื่องอัดถ่านแท่ง ที่ปรับปรุงและพัฒนาขึ้นมานั้นมี ขนาดที่เหมาะสม มีคุณภาพและได้มาตรฐานการผลิตที่ดี ประหยัดแรงงาน อีกทั้งสามารถลดต้นทุนในการผลิต และเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมถ่านอัดแท่งมาก

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงงานอุตสาหกรรมสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี ประจำปี 2552 และผู้ประกอบการ “โรงงานจรูญวัฒน์ถ่านอัดแท่ง” จ.ลำปาง ที่เข้าร่วมโครงการและสนับสนุนทุนวิจัย เพื่อจัดโครงงานนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] กิตติพงษ์ ลาสุน ศุภชัย คติยะจันทร์ และสมโภชน์ สุดาจันทร์ “การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตถ่านอัดแท่งเพื่ออุตสาหกรรมในครัวเรือน” ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550

[2] ธานินทร์ ศิลป์จารุ. “การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS” พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : บิสซิเนสอาร์แอนด์ดี, 2552

[3] ฐิฑารีย์ ถมยา. “นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น” กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น), 2548

[4] ปานเพชร ชินินทร, ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์. “นิวแมติกส์อุตสาหกรรม” กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2539

[5] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, ชาญ ฉนัดงาน. “การออกแบบเครื่องจักรกล 1” กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2537

[6] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, ชาญ ฉนัดงาน “การออกแบบเครื่องจักรกล 2” กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2537

[7] นุศักดิ์ ฉิ่นไพศาล “งานซ่อมและบำรุงรักษาอุปกรณ์ส่งกำลังในงานเครื่องจักรกล” กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2543

[8] สมพงษ์ บุญธรรมจินดา “หลักการทำงานและซ่อมบำรุงรักษามอเตอร์ไฟฟ้า” กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2538

[9] สมยศ จันเกษม และคิโยคัตสึ ซึงะ. “การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล” พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพ : สำนักพิมพ์ดวงกลม, 2546

การจำลองและออกแบบอุปกรณ์แฮปติกสององศาอิสระชนิดห้าลิ้งค์แบบขนาน

Design and Simulation of 2 DOFs Five-Bars Parallel Link Haptic Interface System

ทวีเดช ศิริธนาพิพัฒน์[1] และ สมโพธิ โตบรรเลง[2]

[1,2] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพ 10900

[1] ติดต่อ: โทรศัพท์: (662) 940-5822, โทรสาร: (662) 940-5823,

[1]taweedej.s@ku.ac.th,[2]egme_qclass@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบอุปกณ์แฮปติก (อุปกรณ์ที่สามารถรองรับปฏิกิริยาโต้ตอบทางการสัมผัสระหว่างผู้ใช้งานกับการจำลองเสมือนจริง) ซึ่งอุปกรณ์ที่ออกแบบนี้เป็นชนิดกลไกขนานแบบ Five-Bars Linkage Mechanism มีการเคลื่อนที่ในระนาบสองมิติและพื้นที่ทำงานเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 20 x 20 ตารางเซนติเมตร ในงานวิจัยได้แสดงผลการวิเคราะห์จลนศาสตร์ของอุปกรณ์ทั้ง Forward Kinematics และ Inverse Kinematics โดยใช้ซอฟต์แวร์ Simulink®/SimMechanics™ ในการจำลองพลศาสตร์ของแบบจำลอง เพื่อความแม่นยำ มีประสิทธิภาพและสามารถวิเคราะห์ระบบได้ด้วยภาพเคลื่อนไหวผ่านการแสดงผลทางจอมอนิเตอร์ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองแสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์แฮปติกที่ออกแบบสามารถทำงานในพื้นที่ที่ออกแบบได้

คำสำคัญ: อุปกรณ์แฮปติก การวิเคราะห์ Forward Kinematics และ Inverse Kinematics กลไก Five-Bars Parallel Mechanism

Abstract

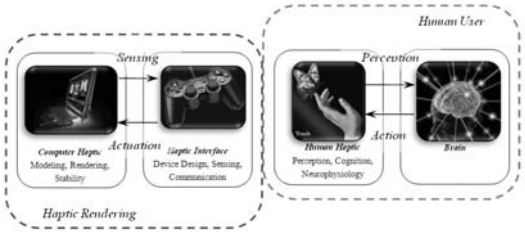
This paper presents the design of the haptic device (a device that can give a sense of touch to the user via a computer simulation : virtual object) . The design of this haptic device is a parallel Five-Bars linkage mechanism. The work space of the device is in plane of a square 20x20 centimetres[2].The kinematic of this mechanism both forward kinematic and inverse kinematic is analyzed using Simulink®/SimMechanics™ with the visualization for a clearer and more effective analysis. The results from the analysis and simulation show that the design of the parallel Five-Bars linkage haptic device comply with the initial design.

Keyword: Haptic Interface, Five-bar Mechanism, Forward Kinematics, Inverse Kinematics, Kinetics Analysis

1. บทนำ

ปัจจุบันการสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ที่ถูกใช้งานกันอย่างแพร่หลายนั้นมีเพียงสองช่องทางคือการมองเห็นและการได้ยินผ่าน Graphic Display และ Auditory Display ตามลำดับ ซึ่งจากประสาทสัมผัสพื้นฐานของมนุษย์ที่ประกอบด้วยห้าอย่างด้วยกันอันได้แก่ การมองเห็น การได้ยิน การรับรู้รส การได้กลิ่นและการสัมผัส ดังนั้นหากพิจารณาจากข้อมูลและช่องทางการสื่อสารที่ผู้ใช้งานและคอมพิวเตอร์สื่อสารกันนั้นจึงมีข้อจำกัดและดูเหมือนว่าประสาทสัมผัสถัดไปที่คอมพิวเตอร์ควรจะรองรับปฏิกิริยาโต้ตอบกับมนุษย์ได้คือการสัมผัส เนื่องจากความต้องการในการสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ทางการสัมผัสมีเพิ่มมากขึ้นและมีความจำเป็นมากขึ้น ดังนั้น อุปกรณ์แฮปติกจึงเข้ามามีบทบาทในการเพิ่มช่องทางการสื่อสารและเปิดคอขวดในการสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันมีการนำเอาสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Virtual Environment) และปฏิกิริยาโต้ตอบระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ทางการสัมผัสมาประยุกต์ใช้ในหลากหลายสายงานด้วยกันและเริ่มเข้ามีบทบาทกับชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ผ่านอุปกรณ์ที่ถูกเรียกว่า “อุปกรณ์แฮปติก” (Haptic Device/ Haptic Display/ Haptic Interface) โดยเริ่มจากอุปกรณ์ที่มีความซับซ้อนไม่มาก และมีราคาที่ไม่สูงนัก เช่น DualShock Analog Controller ของ PlayStation [5] ในแบบใหม่ ๆ ไปจนถึงงานที่ต้องการอุปกรณ์แฮปติกที่ความละเอียด แม่นยำและความปลอดภัยสูงๆ เช่นการผ่าตัดทางไกลผ่านเครื่องมือผ่าตัดทางไกล The da Vinci® Surgical System [10] ซึ่งก็เป็นอุปกรณ์แฮปติกด้วยเช่นกัน

ดังนั้นอุปกรณ์แฮปติกจึงเป็นอุปกรณ์ User Interface ที่ทำการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ให้เกิดการสื่อสารทางการสัมผัสระหว่างกันที่สมมาตรและเกิดการรับส่งข้อมูลระหว่างกันเป็นไปในสองทิศทางเสมอดังภาพที่ 1 และระบบปฏิสัมพันธ์ทางการสัมผัสระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้งานหลัก ๆ จะประกอบไปด้วยในส่วนของความรู้สึกสัมผัสของมนุษย์ (Human Haptic) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการรับรู้และการจับต้องของผู้ใช้งานผ่านทางการสัมผัส และในส่วนที่สองคือในส่วน Haptic Machine นั่นก็คืออุปกรณ์แฮปติกนั่นเอง ในส่วนนี้จะเกี่ยวข้องกับการออกแบบ การสร้าง และการใช้งานอุปกรณ์แฮปติก และในส่วนสุดท้ายก็คือคอมพิวเตอร์แฮปติกซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการลำดับขั้นตอน อัลกอลิทึ่ม และซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการจำลองการสัมผัสและการรับรู้สึกต่อวัตถุเสมือนจริง[4]



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงองค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของแฮปติก

การแยกประเภทของอุปกรณ์แฮปติกนั้นมีหลายวิธีแต่ที่นิยมมี 3 วิธี [6] คือ

วิธีที่หนึ่งแบ่งตามโครงสร้างในการกราวด์ทางกล (Mechanical Grounding Configuration) [1] ซึ่งสามารถแบ่งอุปกรณ์แฮปติกออกได้ 3 ประเภท โดยที่ประเภทแรกเป็นอุปกรณ์ที่ติดอยู่กับที่ (Grounded Device) เป็นประเภทหนึ่งที่ตั้งอยู่นิ่ง ๆ บนโต๊ะ พื้นหรือวัตถุที่นิ่งอยู่กับที่ โดยทั่วไปโครงสร้างของอุปกรณ์แฮปติกประเภทนี้จะเป็นแบบลิ้งค์กลไกกับข้อต่อแบบเลื่อนและหรือข้อต่อแบบหมุน ดังนั้นอุปกรณ์ประเภทนี้จะมีแอคชูเอเตอร์หรือเบรกเพื่อคอยกำเนิดแรงบิดและหรือแรงระหว่างผู้ใช้งานและส่วนที่ติดอยู่กับกราวด์ ตัวอย่างของอุปกรณ์ประเภทนี้ได้แก่ The PHANTOM® Omni™ Device ของบริษัท SensAble Technology[7]

ประเภทที่สองคือ อุปกรณ์แฮปติกซึ่งเป็นระบบกราวด์ติดอยู่กับที่เคลื่อนที่ได้ (Body Ground System) ซึ่งอุปกรณ์จะยึดติดกับส่วนของร่างกายของผู้ใช้งานมากกว่าวัตถุที่ไม่เคลื่อนที่ อุปกรณ์ชนิดนี้จะใช้ส่วนที่ติดอยู่กับร่างกายหรือส่วนของร่างกายทำหน้าที่เป็นจุดของการงัดใช้สำหรับเกิดแรงหรือ

แรงบิดที่เท่ากับและมีทิศทางตรงกันข้ามกับอีกส่วนหนึ่งที่สวมใส่ร่างกายหรือส่วนของร่างกายอยู่ ตัวอย่างของอุปกรณ์ แฮปติกประเภทนี้ได้แก่ The CyberGlove® II System ซึ่งเป็นของ Immersion Technologies แรงจะกระทำต่อนิ้วมือของผู้ใช้งานซึ่งถูกกราวด์กับท่อนแขนซึ่งประสาทสัมผัสของนิ้วไวต่อการรับรู้สัมผัสมากกว่าท่อนแขน[8]

และสุดท้าย อุปกรณ์แฮปติกประเภทที่สามเป็น แบบอุปกรณ์ที่ไม่ติดอยู่กับที่เคลื่อนที่ได้ (Mechanically Ungrounded Device) มักจะใช้โมเมนตัมเชิงมุมหรือโมเมนตัมเชิงเส้นเพื่อที่จะสร้างกราวด์ในตอนเริ่มต้น (Initial Ground) ตัวอย่างของอุปกรณ์ชนิดนี้ที่พบอย่างแพร่หลายได้แก่ โทรศัพท์มือถือหรือคอนโทรเลอร์ของวีดีโอเกมสมัยใหม่[9]

ในปัจจุบันมีการนำอุปกรณ์แฮปติกไปใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เช่น ในสายงาน Computer Augmented Design (CAD) นักออกแบบเครื่องยนต์ สามารถที่จะนำชิ้นส่วนเครื่องยนต์ที่ออกแบบมาทดสอบการประกอบเข้ากันก่อนการผลิตจริงได้ อุปกรณ์แฮปติกสามารถนำไปใช้ ในการศึกษาหรือฝึกฝนความเชี่ยวชาญทางการแพทย์ได้ เช่น The da Vinci® Surgical System ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งของระบบการผ่าตัดสมัยใหม่จากการพัฒนาโดยบริษัท Intuitive Surgical โดยใช้อุปกรณ์แฮปติกเป็นเครื่องมือในการสร้างหรือถ่ายทอดความรู้สึกสัมผัสกับอวัยวะเสมือนจริงหรือส่วนของร่างกายเสมือนจริง (เช่นเนื้อเยื่อจำลองหรือกล้ามเนื้อจำลอง) ที่ถูกสร้างหรือจำลองขึ้นที่เวลาจริง โดยการรับรองจาก US Food and Drug Administration (FDA)[10] และอีกตัวอย่างของการนำอุปกรณ์แฮปติกที่นำไปใช้ เช่น ในระบบที่ใช้ในงานทางทันตกรรม เช่น The SensAble™ Dental Lab™ System ซึ่งเป็นระบบที่อำนวยความสะดวกสำหรับงานทางทันตกรรมในการสแกน ออกแบบ และแสดงข้อมูลที่ได้ออกจอมอนิเตอร์ที่เป็น 3 มิติ สำหรับการทำโครงเหล็ก ฟันปลอมและที่ยึดฟันปลอม โดยรวมเอาระบบแฮปติกเข้าไว้ด้วยกันกับระบบการจำลองในรูปแบบดิจิตอล 3 มิติ โดยใช้ PHANTOM™ Desktop™ Device[11] นอกจากนี้อุปกรณ์แฮปติกยังสามารถใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมด้วยมือสำหรับยานพาหนะเสมือนจริงเช่นในการจำลองการบิน (Flight Simulator) มือของผู้ใช้จะรู้สึกถึงแรงที่เกิดจากอากาศพลศาสตร์และการสั่นสะเทือน

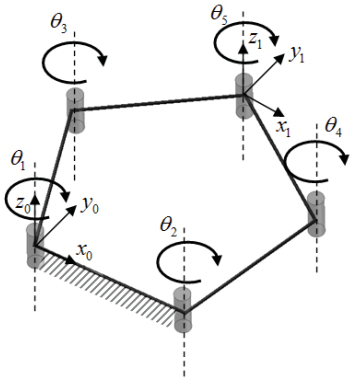
ในงานวิจัยมีจุดประสงค์เพื่อ ออกแบบอุปกรณ์แฮปติกโดยที่ผู้ใช้งานใช้นิ้วมือสัมผัสกับปลาย tool tip เพื่อรับปฏิกิริยาโต้ตอบทางการสัมผัสกับอุปกรณ์แฮปติกและเป็นอุปกรณ์แฮปติกชนิดที่อุปกรณ์ติดอยู่กับกราวด์ (Grounded Device) โดยมีข้อจำกัดในการออกแบบดังต่อไปนี้ กำหนดให้มีพื้นที่ทำงานเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสซึ่งมีขนาดเท่ากับ 20×20 ตารางเซนติเมตร[3]

2. การออกแบบอุปกรณ์แฮปติก

ในงานวิจัยนี้เลือกออกแบบกลไกของอุปกรณ์แฮปติกให้เป็นลักษณะลิงค์ที่ต่อกันแบบขนานเป็น Five-Bar Parallel Link อันประกอบด้วยข้อต่อหมุนทั้งห้าอัน เนื่องจากเป็นโครงสร้างที่มีผลตอบสนองต่อแรงที่ดีและมีส่วนที่มีการเคลื่อนที่ (moving mass) ไม่มากนัก โดยที่ข้อต่อสองข้อต่อ (θ_1 และ θ_2) ที่ติดอยู่กับกราวด์ลิ้งค์จะติดมอเตอร์ขับไว้ ซึ่งสามารถวัดตำแหน่งของข้อต่อและสามารถสร้างแรงบิดขับเคลื่อนข้อต่อทั้งสองนี้ได้

โดยผู้ใช้สามารถเคลื่อนปลาย tool tip (ตำแหน่งที่ติดกับ θ_5) ในระนาบสองมิติภายในพื้นที่ทำงาน ในขณะเดียวกันผู้ใช้ยังสามารถใช้แรงที่มีขนาดและทิศทางใดๆ กระทำที่ปลาย tool tip เดียวกันนั้นได้ และการออกแบบทางกลอื่น ๆ ของอุปกรณ์แฮปติกซึ่งจำเป็นต้องวิเคราะห์ทางจลนศาสตร์เพื่อหาสมการ Forward Kinematics และ Inverse Kinematics ของกลไกของอุปกณ์ก่อนและพิสูจน์สมการที่ได้

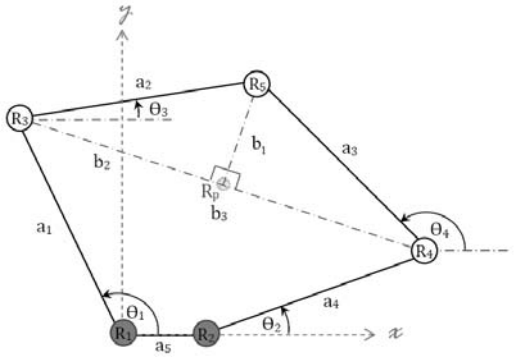
จากนั้นจึงทำการออกแบบและสร้างข้อต่อเพื่อนำข้อมูลการกระจัดเชิงมุมที่ข้อต่อจริงสามารถกวาดได้จริงเฉลี่ยเพื่อไปใช้ในการสร้างแบบจำลองและทำการพิสูจน์เพื่อยืนยันว่าแบบจำลองเป็นจริงและนำไปใช้ในการหาขอบเขตของพื้นที่ทำงานต่อไป



ภาพที่ 2 แผนภาพแสดงลักษณะทางโครงสร้างที่ออกแบบ

วิเคราะห์ทางจลนศาสตร์ด้วยวิธีสเกล่าร์ล้อตามวิธีเวคเตอร์ ตามงานวิจัยของ Emrah Denizs[2]

2.1 การวิเคราะห์ Forward Kinematics



ภาพที่ 3 แผนภาพแสดงตำแหน่งและมุม

เมื่อทำการวิเคราะห์ Forward Kinematics จะได้ตำแหน่งของ end-effectors (ในแผนภาพเป็น R_3) โดยที่เป็นฟังก์ชั่นของมุมทั้งสองของข้อต่อที่จะทำการติด actuator ซึ่งจะได้ตำแหน่ง $R_3\left(x_3, y_3\right)$

$$x_3 = f\left(\theta_1, \theta_2, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\right)$$

และ $$y_3 = f\left(\theta_1, \theta_2, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\right)$$

จากการกำหนดให้จุดกำเนิดอยู่ที่ข้อต่อที่หนึ่งและตำแหน่งของข้อต่อและขนาดของลิ้งค์ต่าง ๆ เป็นไปตามภาพที่ 3 และสร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากจาก การฉายตำแหน่ง R_5 (ในแผนภาพเป็น b_1) ลงบนเส้นที่ลากเชื่อมต่อระหว่าง R_3 และ R_4 (ตามภาพที่ 3 คือ b_3) จากแผนภาพจะได้

$$R_3\left(x_3, y_3\right) = \begin{bmatrix} a_1\cos\theta_1 & a_1\sin\theta_1 \end{bmatrix}^T \qquad (1)$$

$$R_4\left(x_4, y_4\right) = \begin{bmatrix} a_4\cos\theta_2 + a_5 & a_4\sin\theta_5 \end{bmatrix}^T \qquad (2)$$

หา b_2 จาก $\triangle R_3R_5R_p$ และ $\triangle R_4R_5R_p$ จะได้ความสัมพันธ์

$a_2^{\,2} = b_1^{\,2} + b_2^{\,2}$ และ $a_3^{\,2} = b_1^{\,2} + \left(b_3 - b_2^{\,2}\right)$

จะได้

$$b_2 = \frac{a_2^{\,2} - a_3^{\,2} + b_3^{\,2}}{2b_3} \qquad (3)$$

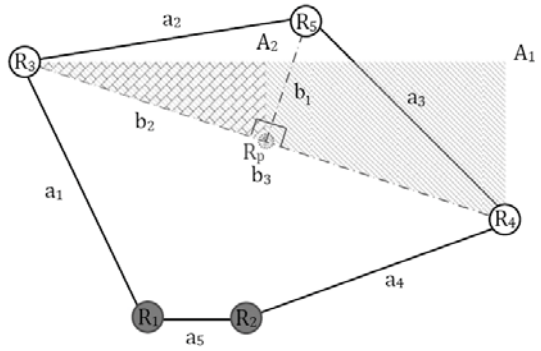
ซึ่งขนาดของ b_3 มีค่าเท่ากับ

$$b_3 = \sqrt{\left(x_3 - x_4\right)^2 + \left(y_3 - y_4\right)^2} \qquad (4)$$

และหาค่า b_1

$$b_1 = \sqrt{a_2^{\,2} - b_2^{\,2}} \qquad (5)$$

หา $R_p\left(x_p, y_p\right)$ จากสามเหลี่ยมคล้าย $\triangle R_3A_2R_p$ กับ $\triangle R_3A_1R_4$ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แผนภาพแสดงสามเหลี่ยมคล้าย $\triangle R_3A_2R_5$ กับ $\triangle R_3A_1R_4$

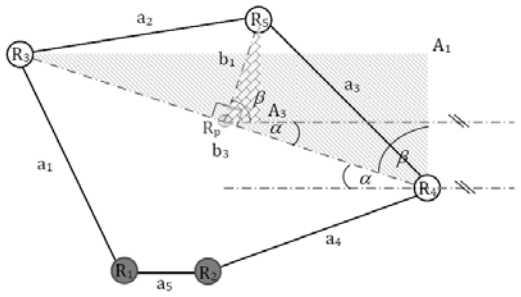
จากสัดส่วนด้านตามเรขาคณิตจะได้ความสัมพันธ์เป็น

$$x_p = x_3 + \frac{b_2}{b_3}\left|x_4 - x_3\right| \qquad (6)$$

$$y_p = y_3 + \frac{b_2}{b_3}\left|y_4 - y_3\right| \qquad \text{ถ้า } y_p \geq y_3$$

$$y_p = y_3 - \frac{b_2}{b_3}\left|y_4 - y_3\right| \qquad \text{ถ้า } y_p < y_3 \qquad (7)$$

หา $R_5\left(x_5, y_5\right)$ จากสามเหลี่ยมคล้าย $\triangle R_5A_3R_p$ กับ $\triangle R_3A_1R_4$ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แผนภาพแสดงสามเหลี่ยมคล้าย $\triangle R_5 A_2 R_p$ กับ $\triangle R_3 A_1 R_4$

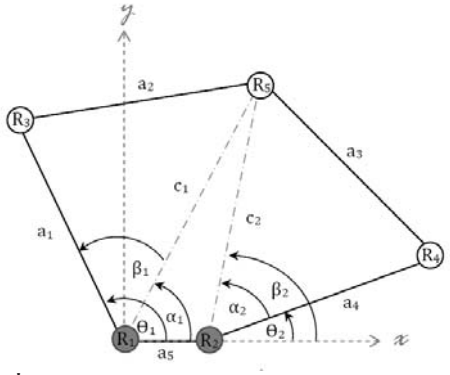
จากสัดส่วนด้านตามเรขาคณิตจะได้ความสัมพันธ์เป็น

$$x_5 = x_p + \frac{b_1}{b_3}|y_4 - y_3| \qquad \text{ถ้า} \quad x_5 \geq x_p$$

$$x_5 = x_p - \frac{b_1}{b_3}|y_4 - y_3| \qquad \text{เมื่อ} \quad x_5 < x_p \qquad (8)$$

$$y_5 = y_p + \frac{b_1}{b_3}|x_4 - x_3| \qquad (9)$$

2.2 การวิเคราะห์ Inverse Kinematics



ภาพที่ 6 แผนภาพแสดงมุมที่ใช้ในการวิเคราะห์ Inverse Kinematic

ทำการวิเคราะห์ Inverse Kinematics เพื่อควบคุมมุมในการหมุนของมอเตอร์ทั้งสอง (มุม θ_1 และ θ_2) โดยสร้างรูปสามเหลี่ยมซึ่งลากเชื่อมต่อระหว่างข้อต่อ R_1 กับ R_5 และ R_2 กับ R_5 ตามภาพที่ 6 จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างมุมต่างๆ ดังต่อไปนี้

$$\theta_1 = \alpha_1 + \beta_1 \qquad (10)$$

$$\theta_2 = \beta_2 - \alpha_2 \qquad (11)$$

สมมติฐานในการออกแบบ กำหนดให้ความยาวลิ้งค์ทั้งห้ามีขนาดเท่ากัน ซึ่งในที่นี้กำหนดให้เท่ากับ l ดังนั้นจะได้ว่า $a_1 = a_2 = a_3 = a_4 = l$ และให้ a_5 เป็นระยะห่างระหว่างมอเตอร์ทั้งสอง ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ จึงสามารถหาได้ดังต่อไปนี้

หา β_1 จาก Cosine's Law

$$a_2^{\,2} = a_1^{\,2} + c_1^{\,2} - 2a_1c_1\cos\beta_1$$

จะได้ว่า

$$\beta_1 = \cos^{-1}\left(\frac{a_1^{\,2} - a_2^{\,2} + c_1^{\,2}}{2a_1c_1}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{c_1}{2l}\right) \qquad (12)$$

$$c_1 = \sqrt{x_5^{\,2} + y_5^{\,2}}$$

แทนค่า c_1 ในสมการที่ (12) จะได้

$$\beta_1 = \cos^{-1}\left(\frac{\sqrt{x_5^{\,2} + y_5^{\,2}}}{2l}\right)$$

หา α_1 จาก

$$\alpha_1 = \tan^{-1}\left(\frac{y_3}{x_3}\right) \qquad \text{เมื่อ} \; ; x_5 > 0$$

$$\alpha_1 = \frac{\pi}{2} \qquad \text{เมื่อ} \; ; x_5 = 0$$

$$\alpha_1 = \pi + \tan^{-1}\left(\frac{y_3}{x_3}\right) \qquad \text{เมื่อ} \; ; x_5 < 0 \qquad (13)$$

กำหนดให้มุม α_1 และ β_1 มีค่าเดียว

หา α_2 จาก Cosine's Law

$$a_3^{\,2} = a_4^{\,2} + c_2^{\,2} - 2a_4c_2\cos\alpha_2$$

จะได้ว่า

$$\alpha_2 = \cos^{-1}\left(\frac{a_4^{\,2} - a_3^{\,2} + c_2^{\,2}}{2a_4c_2}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{c_2}{2l}\right) \qquad (14)$$

$$c_2 = \sqrt{(x_5 - a_5)^2 + y_5^{\,2}}$$

แทนค่า c_2 ในสมการที่ (14) จะได้

$$\alpha_5 = \cos^{-1}\left(\frac{\sqrt{(x_5 - a_5)^2 + y_3^{\,2}}}{2l}\right)$$

หา β_2 จาก

$$\beta_2 = \tan^{-1}\left(\frac{y_3}{x_3 - a_5}\right) \qquad \text{เมื่อ} \quad ; x_3 > a_5$$

$$\beta_2 = \frac{\pi}{2} \qquad \text{เมื่อ} \quad ; x_3 = a_5$$

$$\beta_2 = \pi + \tan^{-1}\left(\frac{y_3}{x_3 - a_5}\right) \text{เมื่อ } ; x_3 < a_5 \quad (17)$$

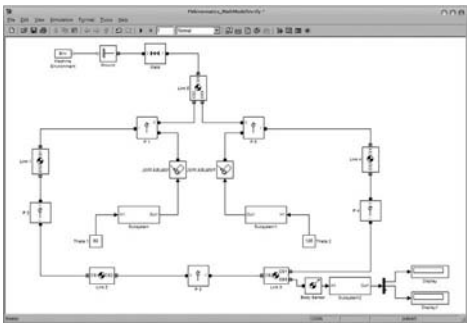
กำหนดให้มุม α_1 และ β_1 มีค่าเดียว

3. การจำลองอุปกรณ์แฮปติก

3.1 ออกแบบความยาวและวัสดุของก้านอุปกรณ์แฮปติก

หลังการวิเคราะห์ทางจลนศาสตร์แล้ว ต่อไปจึงทำการออกแบบความยาวของลิงค์ทั้งสี่ โดยใช้ซอฟต์แวร์ Simulink®/SimMechanic™ จำลองแขน ข้อต่อและกลไกการเคลื่อนที่อื่น ๆ เพื่อให้อุปกรณ์แฮปติกสามารถเคลื่อนที่ได้ครอบคลุมพื้นที่ทำงานตามข้อกำหนดในการออกแบบ ซึ่งมีพื้นที่ทำงานสี่เหลี่ยมจัตุรัสเท่ากับ 20 x 20 ตารางเซนติเมตร และหลังจากการจำลองแล้วสามารถออกแบบให้ลิงค์มีความยาวเท่ากับ 210 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถทำให้ใช้งานได้ครอบคลุมพื้นที่ทำงานตามข้อกำหนดในการออกแบบและเหมาะสมกับขนาดของอุปกรณ์ ตามภาพที่ 8

ถัดไปทำการเลือกวัสดุเพื่อใช้เป็นลิ้งค์ของอุปกรณ์แฮปติก และเนื่องจากลิ้งค์เป็นชิ้นส่วนหนึ่งที่อยู่ในส่วนที่มีการเคลื่อนที่ (moving mass) ดังนั้นจึงควรออกแบบให้มีมวลน้อยที่สุดเพื่อลดความเฉื่อยและโมเมนต์ความเฉื่อย โดยเลือกใช้แขนเป็นรูปทรงกระบอกโดยใช้วัสดุที่เป็น carbon graphite มาทำเป็นแขนของอุปกรณ์ เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและสามารถรับความเค้นได้ดี

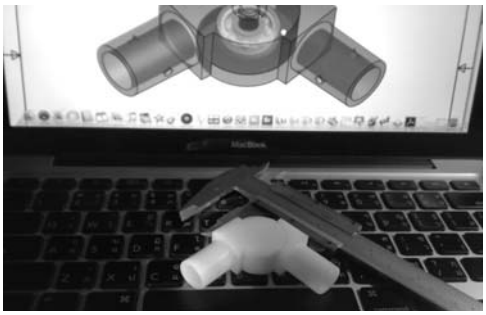


ภาพที่ 7 แบบจำลอง Five-Bars Parallel Link ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการออกแบบความยาวลิงค์

3.2 ออกแบบและสร้างข้อต่อของอุปกรณ์แฮปติก

ก่อนทำการสร้างแบบจำลองอุปกรณ์แฮปติก ในการจำลองพลศาสตร์ของแบบจำลองในสามมิติ เราที่ต้องหาข้อจำกัดที่ต้องใช้ในการจำลองเพื่อให้แบบจำลองเสมือนจริงมากที่สุดซึ่งหนึ่งในข้อจำกัดที่สำคัญคือความสามารถในการเคลื่อนที่เชิงมุมของข้อต่อจริง ดังนั้นเราจึงทำการออกแบบและสร้างข้อต่อจริงขึ้น

ในทำการออกแบบข้อต่อโดยวัสดุที่ใช้เป็น polyetelyne ซึ่งเป็นพลาสติกซึ่งเป็นวัสดุที่เบาและมีสมบัติทางกลที่ดี กล่าวคือ tensile strength สูง สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างกันต่ำ ง่ายแก่การขึ้นรูปซึ่งเหมาะสำหรับนำมากลึงขึ้นรูปเป็นข้อต่อและใส่ตลับลูกปืน ball bearing ของ SKF™ รุ่น 625-2Z ได้ข้อต่อต้นแบบที่สามารถกวาดทำมุม 175 องศาดังภาพที่ 8 จากนั้นทำการออกแบบชิ้นส่วนประกอบอื่นๆ



ภาพที่ 8 แบบข้อต่อและข้อต่อต้นแบบที่ได้



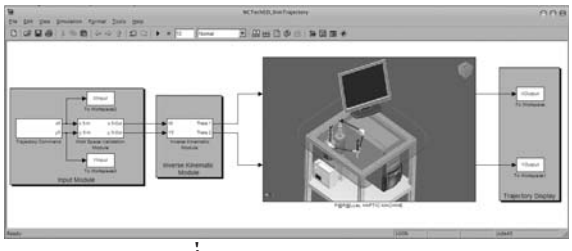
ภาพที่ 9 อุปกรณ์แฮปติกและส่วนประกอบทั้งหมดที่ออกแบบไว้ในขั้นต้น

3.3 สร้างแบบจำลองของอุปกรณ์แฮปติก

นำข้อมูลที่ได้มาสร้างแบบจำลองของอุปกรณ์แฮปติกด้วย Simulink®/SimMechanic™ โดยใช้ความยาวลิ้งค์ทุกลิ้งค์ตามที่ได้จากการออกแบบไว้เท่ากับ 210 มิลลิเมตรและความยาวลิ้งค์ a_5 มีค่าเท่ากับระยะห่างของมอเตอร์ทั้งสองซึ่งมีค่าเท่ากับ 100 มิลลิเมตร นอกจากนั้นใช้มุมของข้อต่อที่สามารถ

กวาดได้จริงที่ได้จากการวัดจากข้อต่อจริง ซึ่งมีค่าประมาณจากการวัดมุมตั้งแต่ $5^\circ - 173^\circ$

จากนั้นเขียนโปรแกรมสมการ Inverse Kinematics ที่ได้จากการวิเคราะห์ลงในแบบจำลอง

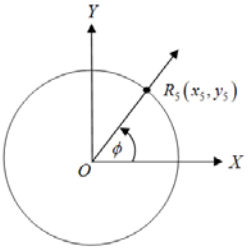


ภาพที่ 10 แบบจำลองอุปกรณ์แฮปติก

4. ผลการจำลอง

4.1 ผลการตรวจสอบความเป็นจริงของตำแหน่งของแบบจำลอง (Model Verification)

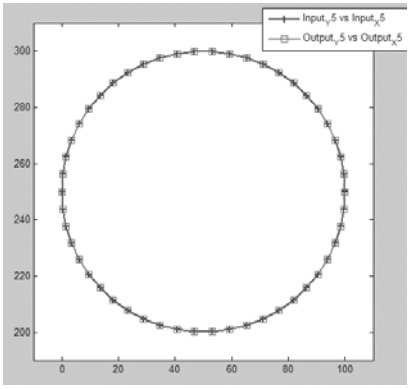
ทำการตรวจสอบความเป็นจริงของแบบจำลองของอุปกรณ์แฮปติกโดยโปรแกรมให้ปลาย tool tip ของแบบจำลองอุปกรณ์ $R_5(x_5, y_5)$ เดินทางเป็นวงกลมรัศมีขนาด 50 เซนติเมตร โดย bias เพื่อให้จุดศูนย์กลางวงกลมไปอยู่ในตำแหน่ง (50,250) เพื่อหลีกเลี่ยงเส้นทางที่จะออกนอกพื้นที่ทำงาน ดังภาพที่ 11



$$x_5 = R\cos(\phi) + Bias$$
$$y_5 = R\sin(\phi) + Bias$$

ภาพที่ 11 ทางเดินของวงกลมรัศมี 50 เซนติเมตร

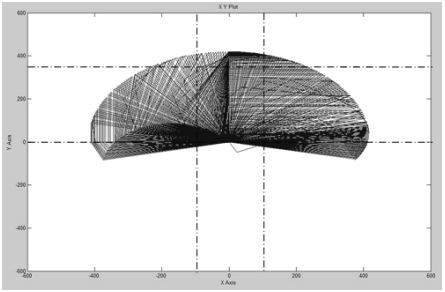
ทำการพลอตเส้นทางที่อุปกรณ์เคลื่อนที่ได้จริงเทียบกับคำสั่งที่อินพุตเข้าไปได้ผลตามภาพที่ 12 ซึ่งเส้นที่มีเครื่องหมายขีดเป็นเส้นทางการเดินที่อินพุตเข้าไปและเส้นที่มีเครื่องหมายสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นเส้นทางที่อุปกรณ์เคลื่อนที่ได้จริงซึ่งทับกันสนิทพอดี



ภาพที่ 12 กราฟเส้นทางของปลาย tool tip เมื่อเทียบกับเส้นทางที่โปรแกรม

4.2 ผลการจำลองการเคลื่อนที่ของแบบจำลองเพื่อตรวจสอบ Workspace Limitation

ใช้แบบจำลองทำการจำลองเส้นทางการเคลื่อนที่ของแบบจำลองที่มากที่สุดที่สามารถเคลื่อนที่ไปถึงได้เพื่อใช้ในการหาพื้นที่ Workspace Limitation ของอุปกรณ์แฮปติกที่ทำการออกแบบ ได้ดังภาพที่ 13 ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ทำงานที่เป็นข้อกำหนดในการออกแบบได้



ภาพที่ 13 workspace limitation และพื้นที่ใช้งานจริงที่ได้จากแบบจำลองอุปกรณ์แฮปติกที่ทำการออกแบบ

5. สรุปและวิจารณ์

ในงานวิจัยทำการออกแบบอุปกรณ์แฮปติกชนิดที่อุปกรณ์ติดอยู่กับกราวด์ (Grounded Device) เป็นแบบกลไกแบบขนาน Five-Bar Mechanism โดยสามารถเคลื่อนที่ได้สององศาอิสระในระนาบมีพื้นที่ทำงานเท่ากับ 20×20 ตารางเซนติเมตร โดยในงานวิจัยทำการวิเคราะห์ Forward Kinematics, Inverse Kinematics และสร้างแบบจำลองจลนพลศาสตร์ของอุปกรณ์ โดยใช้ polyethylene เป็นวัสดุในการออกแบบข้อต่อและใช้คาร์บอนแกรไฟต์เป็นวัสดุในการ

ออกแบบแขนของอุปกรณ์แฮปติก เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและมีคุณสมบัติทางกลที่ดี

แบบจำลองอุปกรณ์แฮปติกสามารถทำงานในพื้นที่ที่ออกแบบได้จริงและมีความถูกต้องแม่นยำตาม kinematic ที่ออกแบบ เพื่อนำแนวความคิดของการออกแบบไปสร้างชิ้นงานจริง สำหรับการวิจัย Haptic Interface ต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

[1] S. James Biggs and Srinivasan, M A, Haptic Interfaces, Virtual Environment Handbook, Ed: KM Stanney, Lawrence Erlbaum Associates, Ch. 5, pp. 93-116, 2002.
[2] Emrah Deniz, “Design of Haptic Device for Micro Parts Handling”, June, 2006
[3] Ralph Hollis, “Haptics”, Berkshire Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2004
[4] Mandayam A Srinivasan, What is Haptics?, (http://touchlab.mit.edu/)
[5] http://en.wikipedia.org/wiki/DualShock
[6] Seungmoon Choi, “Introduction to HapticsSpring”, Department of Computer Science and Engineering POSTECH, 2007
[7] V. Hayward, O. R. Astley, M. Cruz-Hernandez, D. Grant, and G. Robles-De-La-Torre. Haptic interfaces and devices. Sensor Review, 24(1):16–29, 2004.
[8] R. L. Klatzky and S. J. Lederman. Touch. In A. F. Healy and R. W.Proctor, editors, Handbook of Psychology, volume 4: Experimental Psychology, chapter 6, pages 147–176. John Wiley and Sons, 2003.
[9] V. Hayward and K. E. MacLean. Do it yourself haptics: Part I. IEEE Robotics and Automation Magazine, pages 88–104, December 2007.
[10] http://www.intuitivesurgical.com/products/faq/index.aspx
[11] http://www.sensable.com/documents/documents/SensAble_DentalLabFlyer.pdf

การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบความดันไฮดรอสแตติก
Design and Assembling of Hydrostatic Testing Machine

พบพิพัฒน์ หล่อกิตติวณิชย์[1] และ ทวีเดช ศิริธนาพิพัฒน์[2]

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม, [2]ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพ 10900
ติดต่อ: โทรศัพท์: (662)940-5822, โทรสาร: (662)940-5823
[1]ongpuppipat@hotmail.com, [2]taweedej.s@ku.ac.th

บทคัดย่อ

จากมาตรฐานความปลอดภัยของถังบรรจุก๊าซความดันสูงในงานอุตสาหกรรม บทความนี้จะนำเสนอการออกแบบและสร้างชุดทดสอบไฮโดรสแตติก ขั้นตอนการตรวจสอบถังบรรจุก๊าซความดันสูงด้วยวิธี Hydrostatic Test with Water Jacket Method และการวิเคราะห์ผลการทดลองตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ การทดสอบไฮโดรสแตติกนี้ในประเทศไทยยังมีศูนย์การทำการทดสอบอยู่น้อย ประกอบกับอุตสาหกรรมในเมืองไทยยังขาดบุคลากรที่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องมาตรฐานความปลอดภัยของการใช้ถังบรรจุก๊าซความดันสูงและชุดทดสอบจำเป็นต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศซึ่งมีราคาสูงดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาออกแบบและสร้างชุดทดสอบไฮโดรสแตติกสำหรับถังบรรจุก๊าซความดันสูงขึ้นใช้เองภายในประเทศเพื่อลดต้นทุน โดยชุดทดสอบไฮโดรสแตติกนี้สามารถทดสอบแรงดันสูงสุดได้ถึง 350 Bars และมีความน่าเชื่อถือสูง มีความปลอดภัยสูง นอกเหนือจากการทำการทดสอบ Hydrostatic Test with Water Jacket Method แล้วชุดทดสอบชุดนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์กับการทดสอบ Fatigue Test และ Burst Test ได้เนื่องจากส่วนควบคุมแรงดันมีความยืดหยุ่นทำให้สั่งงานได้โดยตรงจากผู้ทำการทดสอบหรือการปรับเปลี่ยนโปรแกรมในการควบคุมขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรได้

คำสำคัญ: การทดสอบไฮโดรสแตติกแบบ Water Jacket Method การออกแบบและสร้างชุดทดสอบไฮโดรสแตติก

Abstract

According to "Safety and Standard for Industrial Compressed Gas Cylinder" this article is to demonstrate the design and developing Hydrostatic Test Set. The model of investigation process of pressure cylinder by Hydrostatic Test with Water Jacket Method and the analysis of test result through the process. Recently hydrostatic investigation section in Thailand still have limited amount and lack of critical control and supervise as well as lack of skillful personnel while the pressure vessel testing still not popular among the operators with in industry refer to the cost of equipment that need to import from abroad. So that researcher team have studied design and developed hydrostatic test set for local use to reduce the cost of equipment. By this hydrostatic test set is able to bear the maximum pressure at 350 Bars with high reliability and safety. Aside from the process of Hydrostatic Test with Water Jacket Method, the test set is also able to be applied with Fatigue Test and Burst Test process due to flexibility of pressure

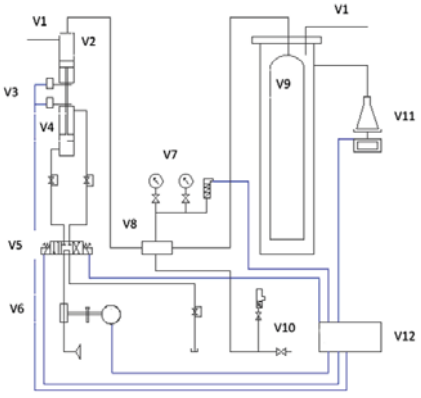
control unit make it able to command directly by the operator or adjustable programming to control the workflow process of the machine.

Keyword: hydrostatic test with Water Jacket Method, design and assembly of hydrostatic test set

1. บทนำ

การทดสอบถังบรรจุก๊าซด้วยความดันไฮโดรลิกเป็นวิธีการการตรวจสอบความสามารถในการรับโหลด ความสามารถในการใช้งานถังบรรจุก๊าซโดยเราสามารถแบ่งแยกชนิดของการทดสอบออกได้ 3 ชนิด คือ Hydrostatic, Fatigue, Burst test โดยในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปในการทำการทดสอบ Hydrostatic โดยอายุการใช้งานของถังบรรจุก๊าซอุตสาหกรรม ที่ถูกควบคุมด้วยการทำ Hydrostatic Test with Water Jacket หรือ ด้วยวิธีการอื่นๆ นั้นเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการใช้งานถังบรรจุก๊าซอุตสาหกรรม ตามมาตรฐานสากล [1] และมาตรฐานอุตสาหกรรม [2] ยกตัวอย่างเช่น มาตรฐาน CGA C1-1996 ซึ่งมีข้อกำหนดสากลให้ถังบรรจุก๊าซอุตสาหกรรม ขยายตัวถาวรได้ไม่เกิน 10% ด้วยวิธีการทดสอบ Hydrostatic with Water Jacket นี้จะเป็นการทดสอบ ค่าความเค้นที่ผนังถังบรรจุก๊าซผ่านทางการขยายตัวและหดตัวของถังบรรจุก๊าซ เพื่อคัดเลือกถังบรรจุก๊าซ โดยทีมีข้อกำหนดในการทดสอบเป็นไปตามมาตรฐานสากล

เครื่องทดสอบ Hydrostatic Test เป็นอุปกรณ์หนึ่งที่นำมาใช้ ตรวจสอบ คุณภาพของถังบรรจุก๊าซอุตสาหกรรมเพื่อทดสอบถังบรรจุก๊าซนั้นๆว่ายังสามารถใช้งานได้บนมาตรฐานความปลอดภัยหรือไม่ โดยเครื่องจักรมีองค์ประกอบ ดังนี้



V1 Water Inlet V2 Pressure Buildup cylinder
V3 Limit switch V4 Hydraulic cylinder
V5 Direction valve V6 Hydraulic pump
V7 Pressure Indicator V8 Pressure Distribution
V9 Water jacket V10 Pressure release valve
V11 Load cell system V12 PLC

ภาพที่ 1 ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องทดสอบความดันไฮโดรสแตติก

2. การออกแบบ

การออกแบบอุปกรณ์ต่างๆในการทำงานวิจัย การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบความดันไฮโดรสแตติกนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มคือ Hardware, Control, Software

2.1 การออกแบบ Hardware

เป็นกลุ่มการออกแบบและการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ และการใช้ FEA (Finite Element Method Analysis) ช่วยในการคำนวณซึ่งอาจแบ่งออกเป็นกลุ่มๆ ดังนี้

2.1.1 การออกแบบและคำนวณภาระงานของท่อส่งกำลัง เป็นการคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงความดันในระบบเนื่องจากการศูนย์เสียพลังงานจากความเสียดทานหรือระดับของท่อส่งกำลังในระบบ และ การคำนวณความหนาของท่อส่งกำลังเพื่อรับภาระความดันที่ 350 Bars เพื่อหาคุณสมบัติและขนาดของวัตถุดิบที่เหมาะสมโดยใช้สมการหลักๆดังนี้คือ

สมการ Bernoulli's สมการที่ (1) เพื่อใช้ในการหาความแตกต่างของความดันในระบบ

$$Z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + h_f = Z1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} \qquad (1)$$

และใช้สมการการคำนวณความหนาของวัสดุน้อยสุด สมการที่ (2) และ (3) ที่สามารถรับโหลดได้เพื่อหาขนาดที่เหมาะสมของวัตถุดิบที่นำมาใช้

$$t = \frac{P_i D}{2S} \qquad (2)$$

$$S = 0.72(UTS) \qquad (3)$$

โดย t = ความหนาของผนังวัตถุดิบ

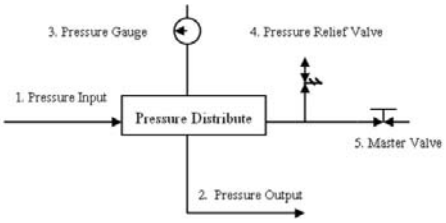
P_i = ความดันที่วัสดุรับแรง

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์

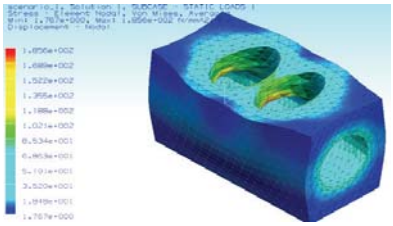
UTS = Ultimate Tensile Stress

2.1.2 การคำนวณภาระงานของชุดวาล์วควบคุมกล่าวถึงการออกแบบระบบชุดวาล์วควบคุมและคำนวณความแข็งแรงจาก

การรับภาระความดันด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ชุดวาล์วสามารถแสดงได้ด้วยภาพที่2 และผลการคำนวณความแข็งแรงจากการรับภาระความดันด้วยการใช้ FEA วิเคราะห์ชุดวาล์วควบคุมสามารถแสดงให้เห็นดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบต่างๆของชุดวาล์วควบคุม



ภาพที่ 3 ผลการออกแบบระบบชุดวาล์วควบคุมจาก FEA

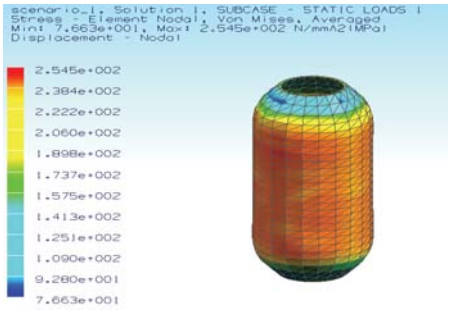
2.1.3 การออกแบบและการคำนวณภาระงานต้นกำลังของปั๊มไฮโดรลิก กล่าวถึงการออกแบบคำนวณแรงม้าของปั๊มไฮโดรลิกในการขับกระบอกไฮโดรลิกเพื่อสร้างความดันให้กับระบบการทดสอบ และอัตราการไหลของน้ำมันไฮโดรลิก รวมไปถึงการคำนวณความหนาของกระบอกไฮโดรลิก และการวิเคราะห์ความแข็งแรงของกระบอกไฮโดรลิก ด้วย FEA โดย

ใช้สมการการหาแรงม้ามอเตอร์สมการที่ (4) และ อัตราการไหลของน้ำมันไฮโดรลิกสมการที่ (5) เพื่อหาขนาดของปั๊มต้นกำลัง

$$HP = \frac{FV}{550} \qquad (4)$$

$$V = \frac{Q}{A} \qquad (5)$$

และใช้สมการการคำนวณความหนาของวัสดุน้อยสุดสมการที่ (2) และ (3) ที่สามารถรับโหลดได้เพื่อคำนวณขนาดของวัสดุที่เหมาะสมและจากผลการวิเคราะห์ความแข็งแรงของกระบอกไฮโดรลิกด้วย วิธี FEA สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังภาพที่ 4



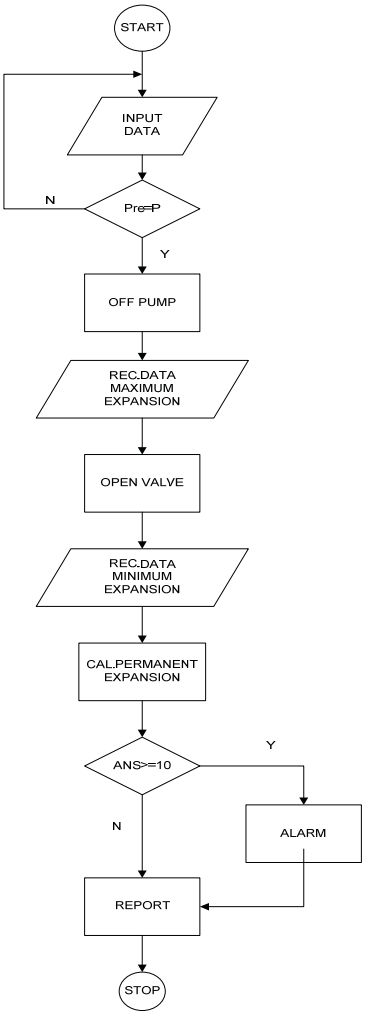
ภาพที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแข็งแรงของกระบอกไฮดรอลิกจาก FEA

2.2 การออกแบบ Control

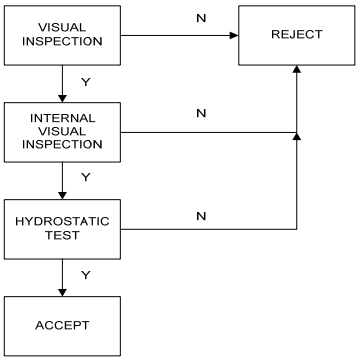
เป็นกลุ่มการออกแบบอุปกรณ์ในส่วนการควบคุมเครื่องจักรทดสอบความดันไฮโดรสแตติกประกอบไปด้วยกลุ่มของอุปกรณ์ โหลดเซลล์ ที่ใช้ทำหน้าที่ในการตรวจวัดผลการทดสอบ อุปกรณ์โหลดเซลล์อินดิเคเตอร์เพื่อทำหน้าที่แสดงผลและส่งข้อมูลเป็นสัญญาณอนาลอก 4 – 20 mA ให้กับ PLC เพื่อใช้ในการประมวลผล อุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งคือ Pressure Transducer เพื่อตรวจวัดค่าความดันของระบบและส่งสัญญาณอนาลอก 4 – 20 mA ให้กับ PLC เพื่อใช้ในการควบคุมระบบการทำการทดสอบ โดยอุปกรณ์ในการควบคุมระบบอื่นๆเช่น กลุ่มของอุปกรณ์เซนเซอร์, Touch screen และอุปกรณ์ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นถูกเชื่อมต่อเข้ากับ PLC เพื่อทำหน้าที่ในการประมวลผลและดำเนินงานตามข้อกำหนดต่างๆที่ได้ทำการเขียนโปรแกรมเอาไว้

2.3 การออกแบบ Software

เป็นกลุ่มการออกแบบขั้นตอนในการทำการทดสอบถังบรรจุก๊าซด้วยวิธี ไฮดรอสแตติกแบบมีหลุมทดสอบ รวมไปถึงการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องจักรให้ทำหน้าที่สอดคล้องกันกับขั้นตอนการทำการทดสอบถังบรรจุก๊าซ และการเขียนโปรแกรม HMI ผ่านทาง Touch screen เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์สื่อสารระหว่างเครื่องจักรและผู้ทำการทดสอบ การทำ Data logs เพื่อเก็บผลการทดสอบและการสร้างรายงานการทดสอบจากระบบโดยขั้นตอนการทำการทดสอบสามารถแสดงดังภาพที่ 6 และ Program concept แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 Program concept



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการทำการทดสอบไฮดรอสแตติกถังบรรจุก๊าซ

3. อุปกรณ์และการประกอบเครื่องจักร

หลังจากได้ผลการออกและแนวทางต่างๆมาจากการออกแบบแล้ว ในงานวิจัยเรื่องการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบความดันไฮโดรสแตติกนี้ได้นำเอาผลการออกแบบเหล่านั้นมาทำการสร้างเครื่องทดสอบความดันไฮโดรลิกขึ้น โดยสามารถแบ่งกลุ่มของอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบเครื่องจักรออกได้ 2 กลุ่มดังนี้

3.1 กลุ่ม Hardware

ในกลุ่มนี้ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่เป็นโครงสร้างหลัก อุปกรณ์ระบบไฮโดรลิก ระบบโหลดเซลล์ ชุดควบคุมการทำงานของระบบ อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิด รวมไปถึงการติดตั้งต่อเชื่อมระบบ เมคคานิค และ อีเลคทริค ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 เครื่องทดสอบความดันไฮโดรสแตติก

3.2 กลุ่ม Software

ในกลุ่มนี้เป็นการเขียนโปรแกรมและ HMI ควบคุมการทำงานของระบบทดสอบความดันไฮโดรลิกเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ และ รวมไปถึงโปรแกรม ควบคุมความปลอดภัยของระบบ การเตือนผลการทดสอบ การเก็บบันทึกผลการทดสอบ และ การติดต่อสื่อสารระหว่าง เครื่องจักร กับผู้ทำการทดสอบด้วย



Touch screen



PLC

ภาพที่ 8 อุปกรณ์ประมวลผล และ HMI

4. ผลและวิจารณ์

หลังจากประกอบเครื่องจักรทดสอบความดันไฮโดรลิกเสร็จเรียบร้อยแล้วขั้นตอนต่อไปนี้เป็นการนำเอาเครื่องจักรที่ได้ไปทำการทดสอบต่างๆในการหาค่าความเชื่อมั่นในทางสถิติเพื่อใช้เป็นผลการทดลองในการทำวิจัยเรื่อง การออกแบบ และสร้างเครื่องทดสอบความดันไฮโดรลิก โดยในการเก็บค่าผลการทดสอบในแต่ละหมวดนั้นเก็บข้อมูล หมวดละ 100 ค่าโดยใช้ถังบรรจุก๊าซขนาดเดียวกันคือ 6 M^3 และใช้ท่อก๊าซที่นำเข้ามาจากประเทศเดียวกัน แหล่งผลิตเดียวกันและ ชุดผลิตเดียวกันเพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่มีนัยสำคัญทางสถิติมากขึ้น

4.1 ทฤษฎีทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น

กล่าวถึงการนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบเครื่องจักรมาทำการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สมการทางสถิติ Sample mean, Sample variance, Standard uncertainty และ Converge factor k ดังนี้

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i}{n}$$

$$S^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

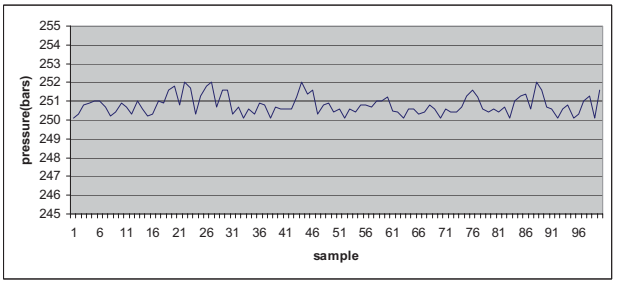
$$U = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

$$U = ku_c$$

โดยสามารถแบ่งกลุ่มการวิเคราะห์ข้อมูลออกได้ดังนี้

4.1.1 การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าความเชื่อมั่นของค่าความดัน เนื่องจากการทดสอบไฮโดรลิกนั้นส่วนที่สำคัญที่สุดคือการสร้างความดันให้เข้าถึงความดันที่สนใจและเก็บรักษาความดันนั้นๆเอาไว้จนกว่าจะแน่ใจว่าท่อก๊าซอุตสาหกรรมนั้นๆขยายตัวเต็มที่แล้วจึงเป็นที่มาของการวิเคราะห์ค่าความดัน ณ จุดที่เครื่องจักรหยุดการสร้างความดันอัตโนมัติซึ่งเป็นผลมาจากการสั่งงานของ Pressure transducer และ PLC ที่จุดสนใจในการสร้างความดันทดสอบ ที่ 250Bars จำนวน 100ครั้ง ดังข้อมูลต่อไปนี้

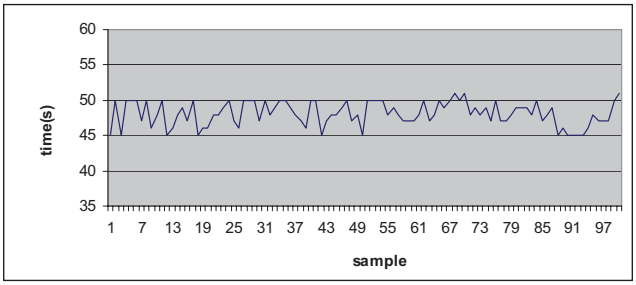
ตารางที่ 1 ข้อมูลความดัน



จากการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบหยุดเครื่องจักรอัตโนมัติที่ความดัน 250 Bars ทำให้ทราบได้ว่าเครื่องจักรจะหยุดการทำงานได้ในย่านความดัน 250.67 – 250.93 Bars

4.1.2 การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าความเชื่อมั่นของ Cycle time เวลาในการสร้างความดันให้กับระบบนั้นสามารถสะท้อนภาพการทำงานของชุด มอเตอร์ขับกระบอกไฮโดรลิก และ ชุดซีลของกระบอกไฮโดรลิกทั้งกระบอกด้านล่างและบน และอัตราการรั่วไหล ได้ดังนั้นในกรณีที่ เวลาในการสร้างความดันให้กับระบบ นั้นช้ากว่าปกตินั้น อาจแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่เสื่อมลงดังนั้นจึงเป็นที่มาของทำการเก็บข้อมูลเวลาในการสร้างความดันไปสู่ความดันสนใจจำนวน 100 ค่าเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของเวลาในการสร้างความดัน ที่ 250 Bars โดยได้ข้อมูลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ข้อมูล Cycle time

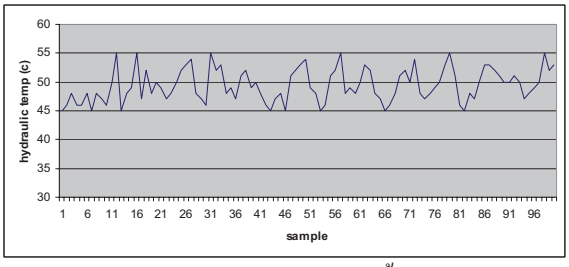


จากการวิเคราะห์ข้อมูลเวลาในการสร้างแรงดันให้กับระบบที่ 250 Bars ทำให้ทราบว่าเครื่องจักรใช้เวลา 47.67 – 48.55 s ในการสร้างแรงดันถึงจุดสนใจ

4.1.3 การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าความเชื่อมั่นของอุณหภูมิน้ำมันไฮโดรลิก อุณหภูมิของน้ำมันไฮโดรลิกนั้นสามารถแสดงสภาวะการรับโหลดของกระบอกสูบและความสะอาดของระบบได้ เนื่องจากในกรณีที่มีการรีดของน้ำมันไฮโดรลิกหรือระบบรับโหลดหนักๆเป็นเวลาต่อเนื่องกัน

อุณหภูมิของน้ำมันไฮโดรลิกจะสูงขึ้น หรือ กรณีที่ทางเดินของน้ำมันไฮโดรลิก ตีบตันทำให้ช่องทางเดินน้ำมันแคบลง อุณหภูมิของน้ำมันไฮโดรลิกจะสูงขึ้น ดังนั้นจึงเป็นที่มาของทำการเก็บข้อมูล 100ค่าจากการวัดอุณหภูมิของน้ำมันไฮโดรลิก เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของอุณหภูมิน้ำมันไฮโดรลิกในขณะที่เครื่องจักรทำงานต่อเนื่องเป็นเวลานาน ได้ข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

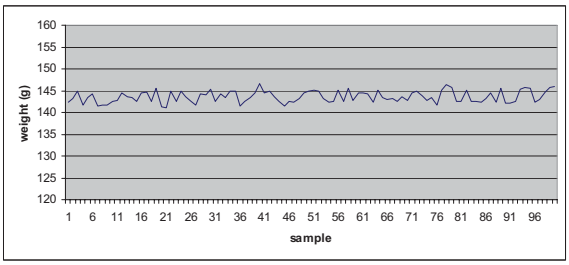
ตารางที่ 3 ข้อมูลอุณหภูมิของน้ำมันไฮโดรลิก



จากการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิของน้ำมันไฮโดรลิกทำให้ทราบได้ว่าอุณหภูมิของน้ำมันไฮโดรลิกจะอยู่ในช่วง 48.71 – 50.11 c° ตลอดการทำงานของเครื่องจักร

4.1.4 การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าความเชื่อมั่นของระบบโหลดเซลล์ ในระบบการทดสอบไฮโดรลิกนั้น อุปกรณ์ในการตรวจสอบอัตราการขยายตัว และอัตราการหดตัว ของถังบรรจุก๊าซอุตสาหกรรม มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นตัวชี้วัดผลการคำนวณอัตราการขยายตัวสูงสุดของถังบรรจุก๊าซอุตสาหกรรมและเป็นตัวชี้วัดว่าถังบรรจุก๊าซอุตสาหกรรมนั้นๆยังสามารถใช้งานได้บนความปลอดภัยหรือไม่ ดังนั้นจึงเป็นที่มาของการทำการเก็บข้อมูลน้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมาจากการขยายตัวของท่อก๊าซ 100 ค่าจากการทดสอบเพิ่มความดันเข้าท่อก๊าซ มาตรฐานขนาด 6 คิวบิกเมตร ที่ความดันทดสอบ 250Bars ได้ข้อมูลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ข้อมูลของน้ำหนักน้ำที่ล้นออกมา



จากการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ทราบได้ว่าเมื่อทำการทดสอบอัดความดันเข้าสู่ถังบรรจุก๊าซอุตสาหกรรมขนาด 6 M^3 จนถึงความดัน 250 Bars ถังบรรจุก๊าซจะขยายตัวออกผลักดันน้ำในหลุมทดสอบออกมาสู่โหลดเซลล์ได้น้ำหนัก 143.25–143.95 g ซึ่งค่าที่วิเคราะห์ได้นี้สามารถนำไปใช้เป็นหลักในการทำการเทียบสอบเครื่องมือหรือการทำ ถังบรรจุก๊าซเทียบสอบ

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น เกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบอัตราการขยายตัวถาวรของท่อก๊าซอุตสาหกรรม นั้นมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการเป็นเครื่องมือวิเคราะห์หาผลลัพธ์ เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพของท่อก๊าซอุตสาหกรรม และอุปกรณ์ทดสอบอัตราการขยายตัวถาวรนี้ได้มีการใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมเกี่ยวกับภาชนะรับแรงดัน ทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยมีมาตรฐานควบคุมชัดเจนและเป็นอันหนึ่งเดียวกัน ดังนั้น ในงานวิจัย การออกแบบระบบทดสอบไฮโดรสแตติก นี้เป็นการนำเอามาตรฐาน ความรู้ความเข้าใจในกระบวนการทดสอบท่อก๊าซอุตสาหกรรมมาประยุกต์เข้ากับความรู้ทางด้านวิศวกรรม ผ่านกระบวนการ การออกแบบ คำนวณ วิเคราะห์ผล และทดสอบใช้งานจริง ตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการในการสร้างผลิตภัณฑ์ หรือเครื่องจักรกล โดยอุปกรณ์และวิธีการในทุกๆขั้นตอน ล้วนดำเนินการบนมาตรฐานทางวิศวกรรมที่ถูกต้อง โดยทุกกระบวนการล้วนเกิดขึ้นในประเทศ ทำให้ต้นทุนทางด้านการออกแบบ วิเคราะห์และจัดสร้าง มีราคาที่ต่ำลง ดังนั้นจึงส่งผลให้ เครื่องจักร ทดสอบไฮโดรสแตติก ในงานวิจัยนี้ สามารถจำหน่ายในเชิงพานิชได้ในราคาที่แตกต่าง จากเครื่องจักรชนิดเดียวกัน ที่ผลิตจากต่างประเทศอย่างเห็นได้ชัด รวมไปถึงเครื่องจักร ทดสอบไฮโดรสแตติก ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบให้ใช้งานได้ในหลากหลายรูปแบบ ซึ่งครอบคลุมกับงานการทดสอบ ภาชนะในการรับแรงดันในทุกๆประเภท ดังนั้นเครื่องจักร ทดสอบไฮโดรสแตติกในงานวิจัยนี้ จึงมีความสามารถในการใช้งานได้ในโรงงานอุตสาหกรรมหลากหลายชนิด ยกตัวอย่างเช่น โรงงานทดสอบท่อก๊าซ, โรงงานอัดบรรจุท่อก๊าซอุตสาหกรรม, โรงงานผลิตท่อทางเดินก๊าซในทุกๆประเภท, ธุรกิจยานยนต์ CNG, NGV, LPG, HYDRO ENGIN และอื่นๆ

โดยจุดมุ่งหมายอันสูงสุดในการทำงานวิจัย การออกแบบระบบทดสอบไฮโดรสแตติกนี้คือการยกระดับความปลอดภัยในการใช้งานวัสดุรับแรงดันในทุกๆประเภทให้อยู่บนมาตรฐานความปลอดภัย และเข้าถึงได้ในทุกๆระดับของอุตสาหกรรมไทย ด้วยต้นทุนในการผลิตที่ต่ำลงและมีความสามารถเทียบเท่ากับ มาตรฐานระดับสากล

โดยเราสมารถสรุปผลการทำงานวิจัย ออกได้เป็น 3ด้าน คือ ด้านต้นทุนในการผลิต ด้านความสามารถ ความแม่นยำ และ ด้านความสามารถในการทดสอบความดันในลักษณะต่างๆ ในด้านของต้นทุน องค์ประกอบของเครื่องจักร การออกแบบระบบทดสอบไฮโดรสแตติก และราคาขององค์ประกอบต่างๆสามารถแสดงได้ด้วยตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5 ราคาของอุปกรณ์ในกลุ่มต่างๆ

กลุ่ม	ราคา
Hardware	75,000
Control	60,000
Software	15,000
รวม	150,000

ค่าใช้จ่ายในการทำ เครื่องจักร การออกแบบระบบทดสอบไฮโดรสแตติก เมื่อเปรียบเทียบกับ ราคาของเครื่องจักรชนิดเดียวกันที่ นำเข้ามาจากต่างประเทศ ซึ่งมีมูลค่าสูงถึง 25,000 $ นั้นจะเห็นได้ว่าเครื่องจักร การออกแบบทดสอบไฮโดรสแตติกนั้นมีราคาแตกต่างจากเครื่องจักรที่นำเข้าจากต่างประเทศอย่างเห็นได้ชัด

ด้านความสามารถ ความแม่นยำ และ ความเสถียรของระบบ จากการทำการทดลองทดสอบเครื่องจักร ทดสอบไฮโดรสแตติกและทำการเก็บข้อมูลต่างๆ ตามที่ได้แสดงในหัวข้อการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ความเชื่อมั่นด้วยวิธีการทางสถิติ ได้ผลการทดสอบดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 ความแม่นยำของระบบ

Accuracy and precision	Result
Pressure system	250.67– 250.93 Bars
Cycle Time / Unit	47.67– 48.55 s
Hydraulic Temp	48.71 – 50.11 C^{o}
Load cell system	143.25 – 143.95 g

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Compressed gas association, inc. “CGA C-1-1996 Method For hydrostatic testing of compressed gas cylinders”

[2] กระทรวงอุตสาหกรรม “มอก.358-2531 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการใช้และการซ่อมบำรุงภาชนะบรรจุก๊าซทนความดัน”

[3] พบพิพัฒน์ หล่อกิตติวณิชย์ “การศึกษาค้นคว้าอิสระมาตรฐานความปลอดภัยของถังบรรจุก๊าซความดันสูงในงานอุตสาหกรรม” สาขาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม ม.เกษตรศาสตร์ 2553

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาการถ่ายเทรังสีในโฟโต้อิเล็กโทรด ของเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสง

A Numerical Simulation for Studying the Radiative Transfer in the Photoelectorde of Dye-Sensitized Solar Cell

มานนท์ สังข์กลิ่นหอม

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
e-mail: manon.san@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาการถ่ายเทรังสีในโฟโต้อิเล็กโทรดของเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสง โดยสร้างขึ้นบนพื้นฐานของวิธีมอนติคาร์โลในการแก้ปัญหาการถ่ายเทรังสีความร้อน และการประมาณค่าคุณสมบัติการถ่ายเทรังสีของตัวกลางที่เป็นโฟโต้อิเล็กโทรดแบบรุพรุนขนาดนาโน ซึ่งได้ประมาณค่าโดยสมมติฐานของการกระจายรังสีแบบอิสระ ผลของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการถ่ายเทรังสีเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองอ้างอิงมีความสอดคล้องกันดี แต่ผลของการดูดซับรังสีของโฟโต้อิเล็กโทรดที่ได้ประมาณค่าคุณสมบัติการถ่ายเทรังสีดังกล่าว และวิเคราะห์การถ่ายเทรังสีโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้สร้างขึ้นยังคงมีความคลาดเคลื่อนอยู่เล็กน้อย ซึ่งยังคงต้องการการพัฒนาในขั้นต่อไป

คำสำคัญ: แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การถ่ายเทรังสี เซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสง วิธีมอนติคาร์โล การกระจายรังสีแบบอิสระ

Abstract

This paper presents a numerical simulation for studying the radiative transfer in the photoelectrode of the dye-sensitized solar cell. The numerical simulation was made based on the Monte Carlo method for radiative transfer problems solving. The radiative properties of nanoporous-photoelectrode were estimated based on the independent scattering assumption. The result of a numerical simulation compared to the referent results is in good agreement. But the result of absorptance of a photoelectrode that was estimated the radiative properties based on the independent scattering assumption and investigated the radiative transfer by a numerical simulation that was made in this work still has some few errors. So, still need the developments for the next step.

Keyword: numerical simulation, radiative transfer, dye-sensitized solar cell, Monte Carlo method, independent scattering assumption.

1. บทนำ

เซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสง ปัจจุบันได้รับความสนใจเป็นอย่างยิ่งจากนักวิจัยผู้สนใจในเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ทั่วไป เนื่องด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้สามารถผลิตได้จากวัตถุดิบที่มีต้นทุนต่ำกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ทั่วไปที่ผลิตจากสารกึ่งตัวนำชนิดซิลิกอน และความมีศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ค่อนข้างสูง ซึ่งจากสถิติการพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้ในห้องทดลอง พบว่าปัจจุบันมีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 11% [1] แต่จากการศึกษาเชิงทฤษฎีพบว่า เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้สามารถมีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าสูงกว่า 30% [2] ดังนั้นแล้ว จะเห็นได้ว่าเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้ยังมีศักยภาพในการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของเซลล์ให้สามารถเข้าใกล้ประสิทธิภาพทางทฤษฎีอีกมาก และเป็นเรื่องที่ท้าทายต่อนักวิจัยที่จะพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้ต่อไป

เมื่อพิจารณาถึงแนวทางในการพัฒนาแล้วพบว่า โฟโต้อิเล็กโทรดแบบรูพรุนขนาดนาโนซึ่งเคลือบด้วยสีย้อมไวแสงเป็นส่วนประกอบที่สำคัญยิ่งสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้ โดยจะต้องมีคุณสมบัติความเป็นรูพรุนที่สูง เพื่อเพิ่มพื้นที่ให้สีย้อมได้เกาะติดบนพื้นที่และรับแสงได้มากที่สุด วิธีการหนึ่งก็คือใช้อนุภาคของไทเทเนียมไดออกไซด์ขนาดเล็ก (3 – 5nm diameter) แต่ผลที่ได้คือ โฟโต้อิเล็กโทรดมีความโปร่งแสงมาก และมีการกระจายของแสงในโฟโต้อิเล็กโทรดที่ต่ำ [3] ดังนั้น จึงมีการแก้ไขข้อด้อยนี้โดยการผสมอนุภาคของไทเทเนียมไดออกไซด์ขนาดเล็ก (20 nm diameter) กับอนุภาคของไทเทเนียมไดออกไซด์ขนาดใหญ่ (ประมาณ 250 – 300 nm diameter) สำหรับเป็นตัวกระจายแสงให้โฟโต้อิเล็กโทรด [4] และอีกวิธีหนึ่งคือการแบ่งโฟโต้อิเล็กโทรดออกเป็นสองชั้น คือชั้นดูดซับแสง เป็นชั้นที่ประกอบขึ้นด้วยอนุภาคของไทเทเนียมไดออกไซด์ขนาดเล็ก (20 nm diameter) และชั้นที่สองเป็นชั้นสะท้อนแสงหรือชั้นกระจายแสง ซึ่งประกอบขึ้นด้วยอนุภาคของไทเทเนียมไดออกไซด์ขนาดใหญ่ (ประมาณ 250 – 500 nm diameter) ซึ่งก็ได้ผลดีเช่นเดียวกับวิธีการผสมอนุภาคขนาดเล็กและขนาดใหญ่เข้าด้วยกัน[5,6] แต่ปัญหาคือทำให้โฟโต้อิเล็กโทรดมีความหนามากขึ้นและเป็นอุปสรรคต่อการเข้าถึงของอิเล็กโทรไลท์เหลวในโฟโต้อิเล็กโทรด

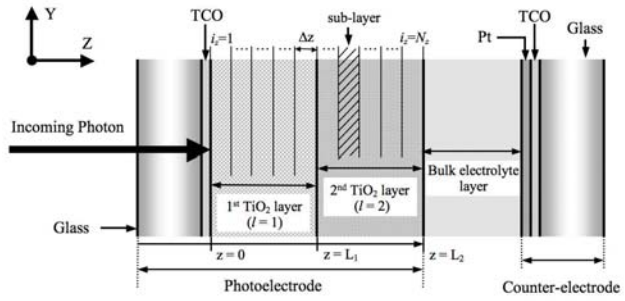
จากข้อมูลการพัฒนาโฟโต้อิเล็กโทรดแบบรูพรุนขนาดนาโนดังที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าขนาดของอนุภาคไทเทเนียมไดออกไซด์มีผลต่อการดูดซับแสงและประสิทธิภาพของเซลล์ แต่การทำการทดลองจริงนั้นมีข้อจำกัดในเรื่องของขนาดของอนุภาคที่จะนำมาใช้ที่ไม่หลากหลายนักและเรื่องของค่าใช้จ่าย ดังนั้น วิธีการหนึ่งที่นิยมและได้ผลดีคือการศึกษาเชิงทฤษฎีจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาแบบจำลองทางตัวเลข (Numerical simulation) ในด้านของการส่งถ่ายรังสีในโฟโต้อิเล็กโทรดแบบรูพรุนขนาดนาโน โดยอาศัยทฤษฎีการกระจายแสงของมี (Mie scattering theory) และการแก้ปัญหาการส่งถ่ายรังสีในตัวกลางโดยวิธีมอนติ คาร์โล (Monte Carlo method for participating media radiative transfer) เพื่อใช้ในการพัฒนาประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสงต่อไป โดยรายละเอียดการดำเนินงานวิจัยและผลการวิจัยได้รายงานไว้ในรายงานนี้แล้ว

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการถ่ายเทรังสี

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการจำลองการส่งถ่ายรังสีอาทิตย์ในโฟโต้อิเล็กโทรดแบบรูพรุนขนาดนาโนที่พัฒนาขึ้นนี้ เป็นการพัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของการส่งถ่ายรังสีความร้อนโดยวิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo method) เนื่องจากการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือรังสีอาทิตย์นั้น เมื่อเคลื่อนที่กระทบกับตัวกลางแล้วจะเกิดการหักเหของทิศทางการเคลื่อนที่ขึ้นในลักษณะ random walk ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของวิธีมอนติคาร์โลที่อาศัย random number เป็นเงื่อนไขในการตัดสินใจและทำซ้ำหลายๆ ครั้งจนได้ความเชื่อมั่นทางสถิติ ซึ่งยิ่งมากครั้งก็จะแม่นยำมากขึ้น

ในงานวิจัยนี้ รังสีอาทิตย์ที่เราต้องการจำลองการเคลื่อนที่เพื่อศึกษาพฤติกรรมการส่องผ่าน, สะท้อนกลับ, หรือถูกดูดกลืนไว้ในชั้นของโฟโต้อิเล็กโทรดจะถูกเรียกว่า “โฟตอน” โดยขั้นแรก จะกำหนดให้แต่ละแพ็กเกตของโฟตอนมีพลังงานเท่ากับ W ซึ่งมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 1, และจะลดลงเรื่อยๆ



ภาพที่ 1 : แบบจำลองโครงสร้างของโฟโต้อิเล็กโทรดแบบรูพรุนขนาดนาโนสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสง

หากเกิดการดูดกลืนพลังงานในตัวกลาง จนกระทั่งแพ็กเกตของโฟตอนนั้นเป็น 0 หรือเคลื่อนที่ออกจากตัวกลางไป หากออกไปทางด้านหลัง จะถูกบันทึกให้เป็นค่าที่ส่องผ่านทะลุตัวกลางออกไป (Transmittance) แต่ถ้าหากเคลื่อนที่ออกจากตัวกลางทางด้านหน้า ก็จะบันทึกเป็นค่าสะท้อนกลับ (Reflectance)

ในขณะเริ่มต้นการเคลื่อนที่ของโฟตอน หากเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่แตกต่างกัน จะเกิดการสะท้อนกลับของโฟตอนบางส่วนอันเนื่องมาจากค่าดัชนีการหักเหของแสง (Refractive index) ที่แตกต่างกันของตัวกลาง ซึ่งเป็นไปตามสมการ

$$R_{sp} = \frac{(n_1 - n_2)^2}{(n_1 + n_2)^2} \qquad (1)$$

เมื่อ R_{sp} คือ specula reflectance, n_1 คือ refractive index ของตัวกลางชั้นแรก และ n_2 คือ refractive index ของตัวกลางชั้นที่สอง แต่ถ้าหากมีการเคลื่อนที่ของโฟตอนผ่านตัวกลางที่แตกต่างกันมากกว่าสองชนิด เช่น 3 ชนิด จะได้ว่า

$$R_{sp} = r_1 + \frac{(1-r_1)^2 r_2}{1 - r_1 r_2} \qquad (2)$$

เมื่อ r_1 และ r_2 คือค่า Fresnel reflectances โดยเป็นไปตามสมการ

$$r_1 = \frac{(n_1 - n_2)^2}{(n_1 + n_2)^2} \qquad (3)$$

$$r_2 = \frac{(n_3 - n_2)^2}{(n_3 + n_2)^2} \qquad (4)$$

เมื่อ n_3 คือ refractive index ของตัวกลางชั้นที่สาม จากนั้นพลังงานของโฟตอนเมื่อผ่านตัวกลางเข้ามาแล้วจะมีค่าเท่ากับ

$$w = 1 - R_{sp} \qquad (5)$$

จากนั้น ระยะทางที่โฟตอนจะเคลื่อนที่ (s) ในตัวกลางจะคำนวณขาก

$$s = \frac{-\ln(\xi)}{K_e} \qquad (6)$$

เมื่อ ξ คือ Random number ที่ generate โดยคอมพิวเตอร์ และ K_e คือค่า extinction coefficient

หลังจากที่ระยะทางการเคลื่อนที่ของโฟตอนได้คำนวณออกมาแล้ว การคำนวณหาตำแหน่งของโฟตอนตกกระทบในตัวกลางจะสามารถหาได้จาก

$$\begin{aligned} x_{new} &= x_{old} + \mu_x \cdot s \\ y_{new} &= y_{old} + \mu_y \cdot s \\ z_{new} &= z_{old} + \mu_z \cdot s \end{aligned} \qquad (7)$$

เมื่อ μ_x, μ_y, μ_z คือ direction cosine ในแกน x, y, z โดยการเริ่มต้นในครั้งแรกจะมีค่าเป็น 0, 0, 1 และจะเปลี่ยนไปตาม random number เมื่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำงานในการคำนวณรอบต่อไป

เมื่อรังสีตกกระทบในตัวกลาง พลังงานของโฟตอนจะถูกดูดซับไปบางส่วนโดยตัวกลาง โดยปริมาณพลังงานดังกล่าวจะคำนวณจากสมการ

$$\Delta W = (K_a / K_e) W \qquad (8)$$

เมื่อ ΔW คือปริมาณพลังงานของโฟตอนที่จะถูกดูดซับไว้โดยตัวกลาง และ K_a คือ absorption coefficient

หลังจากที่พลังงานบางส่วนถูกดูดซับไว้โดยตัวกลางแล้ว พลังงานส่วนที่เหลือจะคำนวณจาก

$$W = W - \Delta W \qquad (9)$$

ถ้าหากพลังงานดังกล่าวยังคงมีปริมาณที่มากพอที่จะเคลื่อนที่ต่อไป กระบวนการคำนวณหาตำแหน่งของโฟตอนตกกระทบในตัวกลางครั้งต่อไปก็จะเริ่มขึ้นอีกครั้งจนกระทั่งพลังงานของโฟตอนนั้นหมดลงหรือโฟตอนนั้นหลุดออกจากตัวกลาง ซึ่งทิศทางที่โฟตอนจะเคลื่อนที่ต่อไปนั้น เราจะอาศัยสมการ Scattering phase function ที่เสนอไว้โดย Henyey and Greenstein [7] ในลักษณะของโอกาสของความน่าจะเป็นดังนี้

$$P(\cos\theta) = \frac{1 - g^2}{2\left(1 + g^2 - 2g\cos\theta\right)^{3/2}} \qquad (10)$$

เมื่อ g คือค่า anisotropy scattering ซึ่งมีค่าระหว่าง -1 ถึง 1 และหากเป็น 0 นั่นคือ isotropic scattering

จากสมการดังกล่าว เมื่อทิศทางที่โฟตอนจะเคลื่อนที่ต่อไปถูกแสดงอยู่ในรูปของ Deflection angle, $\cos\theta$ ดังนั้น โอกาสที่โฟตอนจะเคลื่อนที่ต่อไปในทิศทางใด สามารถทำนายได้โดยการประยุกต์ random number เข้าช่วยได้ดังนี้

$$\cos\theta = \begin{cases} \frac{1}{2g}\left\{1+g^2-\left[\frac{1-g^2}{1-g+2g\xi}\right]^2\right\} & \text{if } g \neq 0 \\ 2\xi - 1 & \text{if } g = 0 \end{cases} \quad (11)$$

จากนั้น อีกมุมหนึ่งที่ต้องทราบก็คือ azimuthal angle, ψ, ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0 to 2π ดังนั้นจะสามารถประยุกต์ random number เข้าช่วยได้ดังนี้

$$\psi = 2\pi\xi \quad (12)$$

ในการคำนวณหาตำแหน่งตกกระทบของโฟตอนในครั้งต่อไปนั้น หากระยะทางการเคลื่อนที่ของโฟตอน (s) ที่คำนวณได้นั้นมีระยะทางที่ทำให้โฟตอนข้ามผ่านตัวกลางที่แตกต่างกัน เช่น จากตัวกลางสู่อากาศ ซึ่งมีค่าดัชนีการหักเหของแสงที่แตกต่างกัน ดังนั้น การสะท้อนกลับภายในตัวกลางอาจเกิดขึ้นได้ โดยโอกาสเกิดการสะท้อนกลับภายในตัวกลางนี้สามารถคำนวณได้จาก Fresnel reflection coefficient ดังนี้

$$R(\alpha_i) = \frac{1}{2}\left[\frac{\sin^2(\alpha_i-\alpha_t)}{\sin^2(\alpha_i+\alpha_t)} + \frac{\tan^2(\alpha_i-\alpha_t)}{\tan^2(\alpha_i+\alpha_t)}\right] \quad (13)$$

เมื่อ $R(\alpha_i)$ คือ internal reflection coefficient, α_i คือมุมของการส่องผ่าน และ α_t คือมุมของการส่องผ่าน โดยมุม α_i สามารถคำนวณได้จาก

$$\alpha_i = \cos^{-1}(|\mu_z|) \quad (14)$$

และ α_t คำนวณจากความสัมพันธ์ของ Snell's law ดังนี้

$$n_i \sin\alpha_i = n_t \sin\alpha_t \quad (15)$$

เมื่อ n_i คือค่าดัชนีการหักเหของแสงของตัวกลางที่โฟตอนเคลื่อนที่ออก และ n_t คือค่าดัชนีการหักเหของแสงของตัวกลางที่โฟตอนเคลื่อนที่เข้าหา

เมื่อทราบค่าของ internal reflection coefficient แล้ว เราจะคำนวณว่าโฟตอนจะเกิดการสะท้อนกลับภายในตัวกลางหรือไม่โดยเปรียบเทียบค่าดังกล่าวกับ random number ดังนี้

ถ้า $\xi \leq R(\alpha_i)$ แสดงว่าโฟตอนเกิดการสะท้อนกลับภายในตัวกลาง

ถ้า $\xi > R(\alpha_i)$ แสดงว่าโฟตอนได้เดินทางข้ามผ่านตัวกลางชั้นปัจจุบันสู่ตัวกลางชั้นถัดไป

ในขั้นตอนของการบันทึกว่าโฟตอนจะถูกดูดซับพลังงานโดยตัวกลาง (Absorbed by medium) ส่องผ่านทะลุตัวกลาง (transmitted) หรือเกิดการสะท้อนกลับ (reflected) จะทำการบันทึกดังนี้

กรณีที่โฟตอนถูกดูดซับพลังงานโดยตัวกลาง จะบันทึกเป็นค่า absorptance ดังนี้

$$A[i_z] = A[i_z] + \Delta W \quad (16)$$

เมื่อ i_z นั้นคือตำแหน่งชั้นของตัวกลางในแนวแกน z ดังที่แสดงในรูปที่ 1

กรณีที่โฟตอนเกิดการเคลื่อนที่ออกจากตัวกลาง จะแบ่งเป็นสองกรณีดังนี้

$$R_d(\alpha_t) = R_d(\alpha_t) + W \quad \text{ถ้า } z = 0 \quad (17)$$

$$T_t(\alpha_t) = T_t(\alpha_t) + W \quad \text{ถ้า } z \geq L \quad (18)$$

เมื่อ $R_d(\alpha_t)$ คือค่า reflectance และ $T_t(\alpha_t)$ คือค่า transmittance และเนื่องจากสองค่านี้จะเกิดขึ้นเมื่อโฟตอนได้เคลื่อนที่ออกจากตัวกลางแล้ว ดังนั้น ค่าของพลังงานของโฟตอนที่จะนำมาบันทึกจึงเป็นค่าพลังงานที่ยังเหลืออยู่ของโฟตอน (W)

2.2 คุณสมบัติการถ่ายเทรังสีของโฟโต้อิเล็กโทรด

สำหรับโฟโต้อิเล็กโทรดแบบรูพรุนขนาดนาโน ปกติแล้วจะเป็นการฉาบฟิล์มบางที่มีความหนาในระดับไมโครเมตรซึ่งทำจากผงไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2 powder) ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 500 nm จนถึงระดับเล็กกว่า 10 nm ลงบนกระจกที่เคลือบไว้ด้วยวัสดุใสที่สามารถนำไฟฟ้าได้ ซึ่งความยากของแบบจำลองนี้คือการประมาณค่าคุณสมบัติการถ่ายเทรังสีของโฟโต้อิเล็กโทรดนี้ ในแบบจำลองนี้จึงเสนอวิธีการประมาณค่าอย่างง่ายโดยสันนิษฐานว่าตัวอนุภาคหรือเม็ดผงไทเทเนียมไดออกไซด์ที่นำมาสร้างโฟโต้อิเล็กโทรดนั้นมีลักษณะเป็นทรงกลมโดยสมบูรณ์และรวมตัวกันหลวมๆ เป็นชั้นฟิล์มที่มีรูพรุนขนาดนาโนเมตร ดังนั้น คุณสมบัติการถ่ายเทรังสีของโฟโต้อิเล็กโทรดนี้จึงสามารถประมาณได้จาก

คุณสมบัติการถ่ายเทรังสีของวัตถุทรงกลมชิ้นเดียว (single sphere) ที่รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนซึ่งเปรียบเทียบได้กับโฟโต้อิเล็กโทรดนี้ การหาคุณสมบัติการส่งถ่ายเทรังสีจึงสามารถประมาณได้จากสมมติฐานของการกระจายรังสีแบบอิสระ (independent scattering assumption) ซึ่งเป็นวิธีการประมาณค่าคุณสมบัติการถ่ายเทรังสีของอนุภาคโดยพิจารณาว่าการสะท้อนรังสีของอนุภาคใกล้เคียงนั้นไม่มีอิทธิพลต่อการสะท้อนรังสีของอนุภาคที่พิจารณา เพราะฉะนั้น scattering coefficient, K_s, และ extinction coefficient, K_e, จึงหาได้จากสมการ

$$K_s = C_s N_0 \qquad (19)$$

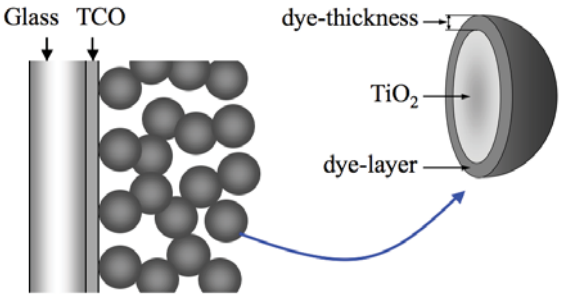
$$K_e = C_e N_0 \qquad (20)$$

เมื่อ C_s และ C_e คือ scattering และ extinction cross-sections ของอนุภาคเดี่ยว ตามลำดับ และ N_0 คือความหนาแน่นของอนุภาคในชั้นฟิล์มนั้น โดยคำนวณได้จากสมการ

$$N_0 = \frac{f_v}{(\pi/6)d^3} \qquad (21)$$

โดยที่ d คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาค และ f_v คือสัดส่วนปริมาตรของพื้นที่ทึบและพื้นที่ว่าง ซึ่งในแบบจำลองนี้เลือกใช้ค่าเท่ากับ 0.5 เนื่องจากเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับสำหรับโฟโต้อิเล็กโทรดแบบรูพรุนขนาดนาโน

สำหรับ scattering และ extinction cross-sections ของอนุภาค จะได้จากการคำนวณตามทฤษฎีการกระเจิงของแสงของมี (Mie scattering theory) [4] ซึ่งคุณสมบัติทางด้านรังสีของอนุภาคเป็นฟังก์ชั่นของขนาดและรูปทรงของอนุภาคที่พิจารณานั้น



ภาพที่ 2 : แบบจำลองโครงสร้างของโฟโต้อิเล็กโทรดแบบรูพรุนขนาดนาโนและภาพตัดแสดงแบบจำลองการเคลือบของสีย้อมไวแสง (Ru-dye) บนผิวของ TiO_2 particle

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับผลการทดลองอื่น

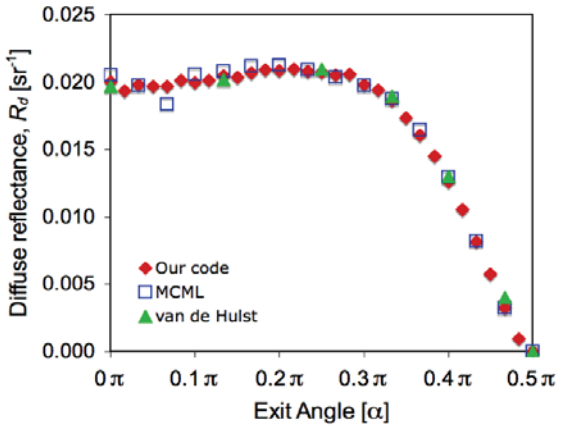
หลังจากที่ได้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาเรียบร้อยแล้ว เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเชื่อถือได้ จึงต้องทำการเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่มีการยอมรับและเผยแพร่ในวารสารแล้วโดยนักวิจัยอื่นดังนี้

ตารางที่ 1: แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นและที่นำเสนอโดยงานวิจัยอื่น

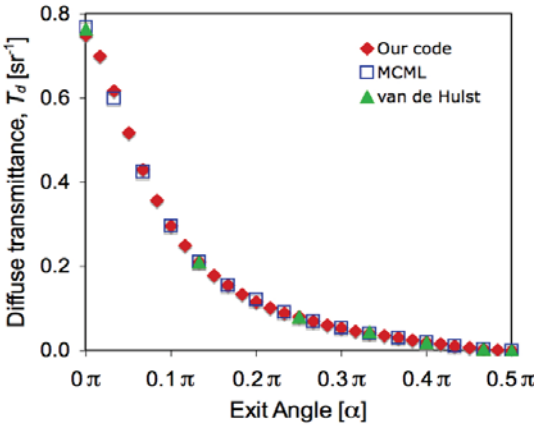
Source	Total Diffuse Reflectance, R_d	Total Transmittance, T_t
Van de Hulst. [8]	0.09739	0.66096
L. Wang et al. [9]	0.09734	0.66096
Our code	0.09702	0.66154

สำหรับผลที่แสดงในตารางที่ 1 นั้น ได้มาจากการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบผลของแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับงานวิจัยอื่นๆ ที่ได้นำเสนอไว้แล้วโดยนักวิจัยอื่น โดยอ้างอิงที่ค่าตัวแปรหรือคุณสมบัติของตัวกลางที่เหมือนกัน ได้แก่ relative refractive index n = 1, absorption coefficient K_a = 10 cm^{-1}, scattering coefficient K_s = 90 cm^{-1}, anisotropy factor g = 0.75, และความหนาของตัวกลาง (L) = 0.02 cm. โดยจำนวนของการทำซ้ำของการเคลื่อนที่ของโฟตอนเท่ากับ 500,000 ครั้ง พบว่าค่าที่ได้ใกล้เคียงกันมากและมีความแตกต่างกันต่ำกว่า 1%

ในภาพที่ 3 และ 4 เป็นการทดลองเปรียบเทียบผลของการสะท้อนกลับแบบกระจาย (diffuse reflectance) และผลของการส่องผ่านแบบกระจาย (diffuse transmittance) ที่ได้จากแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับผลการทดลองที่อ้างอิงมาจากงานวิจัยอื่น โดยที่ relative refractive index n = 1.0, K_a = 10 cm^{-1}, K_s = 90 cm^{-1}, g = 0.75, และความหนาของชั้นฟิล์ม (L) = 0.02 cm และจำนวนของการทำซ้ำของการเคลื่อนที่ของโฟตอนเท่ากับ 500,000 ครั้ง จะเห็นว่าเส้นกราฟมีความสอดคล้องกันมาก จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีความถูกต้องและเชื่อถือได้



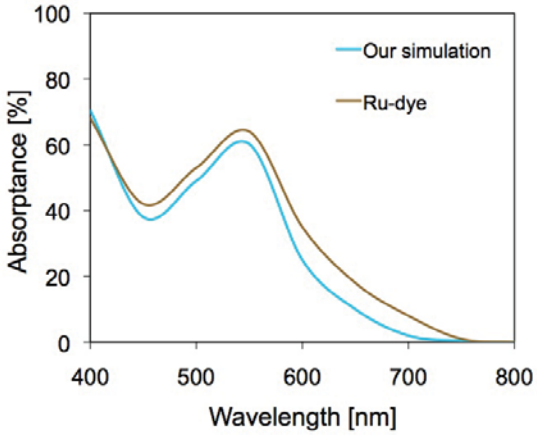
ภาพที่ 3 : แสดงค่าสะท้อนกลับแบบกระจายเชิงมุมเปรียบเทียบกับผลของงานวิจัยอื่นที่มีค่าตัวแปรเดียวกัน (MCML คือ [9])



ภาพที่ 4 : แสดงค่าส่องผ่านแบบกระจายเชิงมุมเปรียบเทียบกับผลของงานวิจัยอื่นที่มีค่าตัวแปรเดียวกัน (MCML คือ [9])

3.2 ผลของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับค่าการดูดซับรังสี

เนื่องจากแบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปศึกษาการถ่ายเทรังสีในโฟโต้อิเล็กโทรดของเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสง ดังนั้น ขั้นตอนนี้จึงมีความสำคัญที่จะต้องตรวจสอบว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถทำนายการส่งถ่ายรังสีของโฟโต้อิเล็กโทรดได้แม่นยำเพียงพอ ดังนั้นจึงต้องมีการเปรียบเทียบผลการดูดซับรังสีของโฟโต้อิเล็กโทรดที่คำนวณโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เปรียบเทียบกับผลการทดลองตรวจวัดค่าการดูดซับรังสีของโฟโต้อิเล็กโทรดที่เคลือบด้วยสีย้อมไวแสงชนิดเดียวกับที่เราต้องการศึกษา (Ru-dye) Ferber et al [4]



ภาพที่ 5 : แสดงค่าการดูดซับรังสีที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับผลของการทดลองการดูดซับแสงของสีย้อมไวแสงแบบ Ru-dye [4]

จากผลของการเปรียบเทียบความสอดคล้องในรูปที่ 5 จะเห็นว่าทั้งสองเส้นมีความสอดคล้องกันดี แต่ยังคงมีความแตกต่างอยู่บ้างในการดูดซับรังสีโดยเฉพาะที่ช่วงความยาวคลื่นที่สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเส้นที่ได้มาจากการจำลองนั้นเป็นผลที่ได้มาจากค่าคุณสมบัติการส่งถ่ายรังสีของโฟโต้อิเล็กโทรดที่พิจารณาให้เป็นการกระจายรังสีแบบอิสระ (independent scattering) ภายในโครงสร้างของโฟโต้อิเล็กโทรด ซึ่งสมมุติให้อนุภาคที่อยู่ใกล้เคียงไม่มีอิทธิพลต่อการกระจายรังสีออกจากอนุภาคที่พิจารณาอยู่ ข้อดีของวิธีการนี้คือสามารถลดระยะเวลาการหาคำตอบของแบบจำลองลงได้มาก เพราะวิธีการทางกระบวนการคำนวณโดยคอมพิวเตอร์ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และให้ผลการคำนวณที่เป็นไปในทางเดียวกับผลการตรวจวัดจากตัวอย่างจริง

4. สรุป

ในงานวิจัยนี้ ได้แสดงเทคนิคอย่างง่ายเพื่อการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านการส่งถ่ายรังสีในโฟโต้อิเล็กโทรดแบบรูพรุนขนาดนาโนของเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสง โดยอาศัยสมมุติฐานของการกระจายแสงอย่างอิสระ (independent scattering assumption) เข้าช่วยในการคำนวณหาคุณสมบัติการถ่ายเทรังสีของในโฟโต้อิเล็กโทรดแบบรูพรุนขนาดนาโน และจำลองการเคลื่อนที่ของรังสีโดยวิธีมอนติคาร์โล ผลที่ได้ในงานวิจัยนี้พบว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมี

ศักยภาพในการช่วยวิเคราะห์การถ่ายเทรังสีในโฟโต้อิเล็กโทรด แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น แบบจำลองนี้ยังคงมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้างจากการตั้งสมมติฐานเพื่อหาค่าคุณสมบัติทางด้านการถ่ายเทรังสีในโฟโต้อิเล็กโทรดอย่างง่ายนี้ ข้อดีคือสามารถช่วยลดความยุ่งยากซับซ้อนของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการคำนวณและลดระยะเวลาในการคำนวณของคอมพิวเตอร์ลงได้ อย่างไรก็ตาม วิธีการเพื่อการประมาณค่าคุณสมบัติการถ่ายเทรังสีของโฟโต้อิเล็กโทรดแบบรูพรุนขนาดนาโนนี้ยังคงต้องพัฒนาต่อไปให้ได้ความแม่นยำที่มากขึ้น เพื่อเพิ่มศักยภาพในการวิเคราะห์และพัฒนาประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงในขั้นสูงต่อไป

5. เอกสารอ้างอิง

[1] Y. Chiba, A. Islam, Y. Watanabe, R. Komiya, N. Koide and L.Y. Han, Dye-sensitized solar cells with conversion efficiency of 11.1%, *Japanese Journal of Applied Physics Part 2-Letters & Express Letters*, 2006, 45(24-28), p. L638.

[2] W. Shockley and H.J. Queisser, Detailed Balance Limit of Efficiency of P-N Junction Solar Cells. *Journal of Applied Physics,* 1961. 32(3), p. 510.

[3] J. Jiu, S. Isoda, M. Adachi, F. Wang, Preparation of TiO_2 nanocrystalline with 3-5 nm and application for dye-sensitized solar cell, J. Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, 189(2007), 134-321.

[4] J. Ferber, J. Luther, Computer simulations of light scattering and absorption in dye-sensitized solar cells, Sol. Energy Mater. Sol. Cells., 54(1998), 265-275.

[5] S. Hore, C. Vetter, R. Kern, H. Smit, A. Hinsch, Influence of scattering layers on efficiency of dye-sensitized solar cells, Sol. Energy Mater. Sol. Cells., 90(2006), 1176-1188.

[6] Z. S. Wang, H. Kawauchi, T. Kashima, H. Arakawa, Significant influence of TiO_2 photoelectrode morphology on the energy conversion efficiency of N719 dye-sensitized solar cell, Coordinat. Chem. Rev. 248(2004), 1381-1389.

[7] L.G. Henyey, J.L. Greenstein, Diffuse Radiation in the Galaxy, Astrophys. J., 93 (1941), 70-83.

[8] H.C. van de Hulst, Multiple Light Scattering, vol. II (Academic Press, New York, 1980)

[9] L. Wang, S.L. Jacques, L. Zheng, MCML-Monte Carlo modeling of light transport in multilayered mediums, Computer Methods and Programs in Biomedicine. 47(1995), 131-146.

การค้นหาและติดตามตำแหน่งโดยระบบการมองเห็น
Position Tracking by Vision System

สุเมธ คำงำเมือง สุรรณชัย แซ่อื้อ และ อนันต์ สืบสำราญ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
Email: asr@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีทำงานในรูปแบบการติดตามตำแหน่งโดยระบบการมองเห็น (Position Tracking By Vision System) ซึ่งระบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนประมวลผลทางภาพและส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ของฐานกล้อง โดยส่วนประมวลผลทางภาพทำหน้าที่วิเคราะห์สถานะของสีแดงที่กำหนดเพื่อแสดงตำแหน่งของจุดที่เกิดและจุดศูนย์กลาง เมื่อได้ตำแหน่งที่ต้องการก็สั่งการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานต่อ โดยส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ของฐานกล้อง เมื่อได้รับคำสั่งการทำงานของโปรแกรมจากการติดต่อส่งผ่านทางพอร์ตอนุกรม ระบบจะส่งสัญญาณพัลส์ให้กับเซอร์โวมอเตอร์และการหมุนเข้าสู่ตำแหน่งที่ต้องการจะใช้เอ็นโคดเดอร์ (Encoder) ในการรับสัญญาณและส่งสัญญาณพัลส์ให้มอเตอร์หมุนเข้าสู่ตำแหน่งที่กำหนดไว้

คำสำคัญ: การค้นหาและติดตามตำแหน่ง ระบบการมองเห็น การควบคุม

Abstract

This research presents the position tracking by vision system. This system consists of two parts, the image processing and control system. The first part uses to analyze the color status. It indicates the position of interest point. After that program will define the pointing position of red color point conversed to pixel, including it uses for calculate the distance between pointing position and center position. When the required position is active, the microcontroller will works next operation. The second part, when obtaining the command from communication program via serial port. Microprocessor will send the pulse signal to servo motor and it will rotate. The potentiometer is prepare feedback signal to rotation and motor will rotate to specified position.

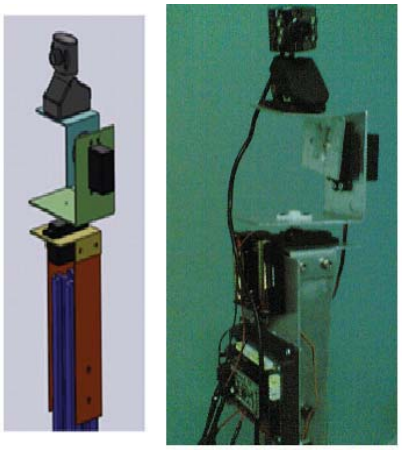
Keyword: Position Tracking, Machine Vision, Control System

1. บทนำ

นับตั้งแต่เทคโนโลยีของการประมวลผลภาพ (Image Processing) มีบทบาทในระบบอุตสาหกรรมมามากกว่า 10 ปีแล้ว เริ่มแรกก่อนจะมีการประมวลผลภาพใช้คนเป็นผู้ควบคุมในการตรวจสอบ ยกตัวอย่างเช่น ระบบรักษาความปลอดภัย การตรวจสอบระบบกรรมวิธีการผลิตในกรณีพื้นที่เสี่ยงต่ออันตรายที่ไม่ควรมีพนักงานไปเข้าใกล้ แต่มนุษย์มีขีดความสามารถที่จำกัดมีผลต่อการทำงานไม่ว่าจะเป็นสภาพร่างกายที่เมื่อยล้าหรือแม้ประมาทก็ทำให้งานเกิดความผิดพลาดได้ จึงมีการนำความรู้ของการประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์มาใช้งานในระบบอุตสาหกรรม แต่การประมวลผลภาพยังเป็นเทคโนโลยีที่ยังไม่แพร่หลายเพราะว่าบุคลากรที่เชี่ยวชาญมีน้อย อีกทั้งราคาของเครื่องบันทึกภาพที่แพงและ โปรแกรมที่รองรับการทำงานของการประมวลผลภาพยังซับซ้อน

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของการบันทึกภาพและ โปรแกรมที่รองรับการประมวลผลภาพได้ถูกพัฒนาให้ก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น ทำให้สามารถหาอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาได้ ใช้งานง่าย มีราคาถูกและมหาวิทยาลัยแนวหน้าของประเทศไทยเริ่มให้ความสำคัญในการศึกษา การประมวลผลทางภาพได้เปิดวิชาประมวลผลทางภาพเพื่อให้นักศึกษาได้ศึกษาและเรียนรู้เกี่ยวกับการประมวลผลทางภาพ เพื่อนำความรู้ไปใช้ในการประกอบอาชีพต่อไป การออกแบบกลไกสำหรับค้นหาและการติดตามตำแหน่ง ต้องคำนึงถึงข้อกำหนดต่างๆ เช่น ราคาถูกเป็นวัสดุที่หาซื้อได้ง่ายและยังต้องสามารถที่จะนำไปประยุกต์หรือนำไปใช้งานในรูปแบบอื่นๆได้ โดยลักษณะกลไกจะสามารถเคลื่อนที่ 360 องศาแบบ 2 แกนอิสระ ออกแบบให้เครื่องสามารถก้มและเงยได้อย่างน้อย 180 องศาและหมุนได้รอบในแกนราบได้ 360 องศา เพื่อใช้สำหรับการหาตำแหน่งได้ในระดับการทดลองในห้องปฏิบัติการภายในระยะ 10 เมตร ห้องปฏิบัติการเป็นห้องที่ไม่มีแสงสว่างจากธรรมชาติส่องถึงเป็นห้องที่ควบคุมสภาพแวดล้อมการประมวลผลภาพได้เลือก Microsoft Visual C++ ฟังก์ชั่นของโอเพ้นซีวี (Open-CV) ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นที่พัฒนาขึ้นมาจากภาษาซี ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับการใช้งานแบบการประมวลผลภาพ ซึ่งในปัจจุบันก็มีโปแกรมหลายอย่างที่มีฟังก์ชั่นเกี่ยวกับการประมวลผลภาพแต่เลือกใช้โอเพ้นซีวีในการทำงานเพราะมีความรู้พื้นฐานจากการเรียน Microsoft Visual C++ มาแล้วอีกทั้งในส่วนของโอเพ้นซีวีนั้นได้พัฒนามาจากภาษาซี ซึ่งทำให้รูปแบบคำสั่งหรือการใช้โค้ดคำสั่งใช้ของโปรแกรมคล้ายกัน ดังนั้นโอเพ้นซีวีจึงเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมต่อการศึกษาและการนำไปประยุกต์ใช้งานในการประกอบอาชีพในอนาคต ส่วนระบบการควบคุมในส่วนของเครื่องตัดสินใจที่จะเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวสั่งการทำงานให้กับเซอร์โวมอเตอร์ทั้งสองแกนการให้เคลื่อนที่ได้ตามคำสั่งจากการประมวลผลของภาพในคอมพิวเตอร์ สาเหตุที่เลือกชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพราะจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ปัจจุบันขีดความสามารถของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นมีสูง สามารถควบคุมเครื่องจักรหรือระบบการทำงานขนาดเล็กและขนาดกลางได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งราคาถูกเมื่อเทียบกับความสามารถของอุปกรณ์

การออกแบบโครงสร้างของเครื่องและโปรแกรมการทำงานต่อ เพื่อให้ได้เครื่องค้นหาและติดตามตำแหน่งโดยระบบ การมองเห็น ซึ่งใช้การประมวลผลภาพมาเป็นตัวประมวลผลในการสั่งการและสร้างเครื่องค้นหาและติดตามตำแหน่งให้มีประสิทธิภาพความแม่นยำและมีความเร็วในการตอบสนองตามเวลาจริง (Real time)



ภาพที่ 1 เครื่องค้นหาและติดตามตำแหน่งต้นแบบ

2. การออกแบบโครงสร้างของเครื่องและโปรแกรม

2.1 การออกแบบโครงสร้างของเครื่อง

คุณสมบัติของเครื่องที่จะทำงานในระบบติดตามตำแหน่งต้องมีประสิทธิภาพในการตอบสนองอย่างฉับพลันและรวดเร็ว ดังนั้นการออกแบบจึงเน้นวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและมีส่วนประกอบที่น้อยชิ้นที่สุด อีกทั้งยังประกอบได้ง่าย ใช้งานได้จริง วัสดุที่ใช้เป็นแผ่นอลูมิเนียมที่มีขนาดหนา 2 มม. เพียงพอต่อการรับน้ำหนักของเซอร์โวมอเตอร์, กล้องและชิ้นส่วนอื่นๆ อีกทั้ง เซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้ แม้จะมีขนาดเล็กแต่สามารถรับน้ำหนักของวัตถุที่แบบได้ถึง 5-6 กิโลกรัม และมีแรงบิดที่สูง เพื่อให้ระบบสามารถตอบสนองได้เต็มประสิทธิภาพ กล้องเว็บแคมของ คาเมล่า-168 เป็นกล้องที่มีเฟรมเรทอยู่ที่ 30 เฟรม/วินาที ทำให้สามารถแสดงภาพได้อย่างต่อเนื่องและเป็นรูปแบบแบบเวลาจริงมากที่สุด อีกทั้งยังมีระบบปรับแต่งการแสดงผลของภาพเพื่อช่วยให้ระบบสามารถวิเคราะห์และประมวลผลภาพได้ดียิ่งขึ้น

2.2 การออกแบบโปรแกรม

การทำงานของระบบตรวจจับแสงและการติดตามตำแหน่งอัตโนมัติ การทำงานของระบบเริ่มจากระบบจะทำการเก็บภาพจากกล้องโดย อัตราความเร็วในการรับส่งภาพ 30 ภาพต่อ 1 วินาที ภาพที่ได้นี้จะนำไปผ่านกระบวนการทางพิกเซลเพื่อใช้ในการตรวจจับแสง ซึ่งแสงที่ต้องการตรวจจับในที่นี้คือแสงสีแดงจากหลอด LED ถ้าพบแสงที่ต้องการปรากฏขึ้นมาบนภาพจากนั้นจะทำการหาศูนย์กลางของแสง และนำค่าพิกัดศูนย์กลางของพิกเซลที่ได้ ไปประมวลผลเป็นคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ โดยคำสั่งที่ได้จากการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์นี้ จะถูกส่งผ่านออกพอร์ตอนุกรม RS-232 ไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR POP-168 ให้ทำการส่งค่าสัญญาณพัลส์โมดูเลชั่น (PWM) ไปขับเซอร์โวมอเตอร์ให้ติดตามตำแหน่งของแสง เมื่อแสง ที่ต้องการจับมีการเคลื่อนไหว โดยโปรแกรมจะประมวลผล เพื่อให้แสงที่จับนั้นอยู่ตรงกลางของภาพเสมอ ถ้าไม่พบแสงโปรแกรมก็จะหยุดการติดตามทันที

3.3.2 การแปลงระบบสี RGB เป็นระบบสี HSV เนื่องจาก RGB มี 3 ช่องสัญญาณซึ่งไม่มีความเป็นอิสระจากกันหมายความว่าหากต้องการเปลี่ยนจากสี เขียวเป็นสีน้ำเงิน เราจะต้องทำการปรับค่าทั้งสามค่า คือ R (สีแดง), G(เขียว) และ B (ฟ้า) ในขณะที่โมเดลสีแบบอื่น ตัวอย่าง เช่น HSV (Hue Saturation และ Value) เราสามารถปรับเฉพาะค่า H อย่างเดียว เพราะ HSV แบ่งเป็น 3ช่องสัญญาณจริงแต่ความหมายต่างจาก RGB H คือ Hue คือปรับเนื้อสี เช่น แดง น้ำตาล S คือ การปรับความเข้มจางของสี และ V คือ แสงให้สว่างมากน้อยจะสังเกตเห็นได้ว่า HSV นั้นเวลาปรับสีหรือเปลี่ยนสีเราจะเป็นแค่ H เท่านั้น ในขณะเดียวกันถ้าเป็น RGB เราต้องปรับทั้ง 3 ค่าเช่น หากเราสนใจสีของภาพโดยไม่สนใจเรื่องของแสง(คือตัดปัจจัยของแสงออกไป) สำหรับ RGB นั้นจะทำได้ค่อนข้างจะยาก แต่ถ้าเป็น HSV แล้วทำได้โดยเราจะไม่สนใจ ช่อง V ซึ่งเป็นค่าของแสงดังนั้นการประมวลผลก็จะอยู่แค่ 2 ช่องสัญญาณ RGB และ HSV Color Model

RGB Color Model เป็นโมเดลของแสงสีที่นิยมใช้กันทั่วไป โดยแสงสีต่าง ๆ จะเกิดจากการผสมกันระหว่างแสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีเหลือง ภาพที่นำมาประมวลผลนั้นจะเก็บค่าสีในลักษณะ RGB Color Model ซึ่ง RGB Color Model นี้ค่าของสีแดง เขียว และเหลืองจะเปลี่ยนไปตามความเข้มแสง กล่าวคือ ถ้าแสงสว่างมาก ค่าของสีทั้งสามสีจะมีค่าเพิ่มขึ้น แต่หากมีแสงสว่างน้อย ค่าของสีทั้งสามจะมีค่าลดลง



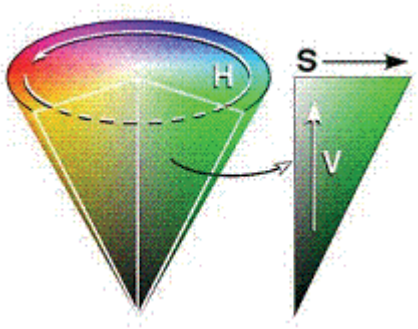
ภาพที่ 2 RGB Color Model

HSV (Hue, Saturation, Value) Color Model หรือ HSB (Hue, Saturation, Brightness) โมเดลสีนี้ประกอบด้วยค่า 3 ค่า

Hue คือค่าของสี เช่นสีแดง สีเหลือง สีเขียว วัดเป็นมุม คือ 0 – 360 องศา ซึ่งสีแดง สีเหลืองแล สีเขียวจะมีค่าต่างกันสีละ 60 องศา

Saturation คือค่าความเข้มของเนื้อสี หรือค่าความบริสุทธิ์ของสี มีค่าตั้งแต่ 0 – 100 โดยสีจะมีความเข้มมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อค่า Saturation มีค่าเพิ่มขึ้น

Value หรือ Brightness คือ ความสว่างของสี มีค่าตั้งแต่ 0 – 100 โดยภาพจะสว่างมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อ Brightness มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ



ภาพที่ 3 HSV Color Model

สังเกตว่า HSV Model จะมีความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของแสงมากกว่า การใช้ RGB Model เนื่องจากหากภาพทีความสว่างมาก ค่า Hue และ Saturation จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง มีเพียงค่า Value หรือ Brightness เปลี่ยนแปลงเพียงค่าเดียวเท่านั้น เนื่องจากภาพที่นำมาประมวลผลนั้นเก็บค่าสีเป็น RGB Model ดังนั้นในการประมวลภาพโดยใช้ HSV Model จะต้องมีทำการเปลี่ยน RGB Model ให้เป็น HSV Model ก่อน โดยมีความสัมพันธ์ดังสมการ (2-9), (2-10) และ (2-11)

กำหนดให้ R G B แทนค่าของสีใน RGB Model มีค่าระหว่าง 0.0 – 1.0

กำหนดให้ H S V แทนค่าของสีใน HSV Model

กำหนดให้ max = ค่าสูงสุดใน (R, G, B)

กำหนดให้ min = ค่าต่ำสุดใน (R, G, B)

$$H=\begin{cases} 60\times\dfrac{G-B}{max-min} & \text{เมื่อ max = R} \\ 60\times\dfrac{B-R}{max-min}+120 & \text{เมื่อ max = G} \\ 60\times\dfrac{R-G}{max-min}+240 & \text{เมื่อ max = B} \end{cases} \quad (1)$$

$$S=\frac{max-min}{max}\times 100 \quad (2)$$

$$V=max\times 100 \quad (3)$$

3. การเลือกใช้อุปกรณ์

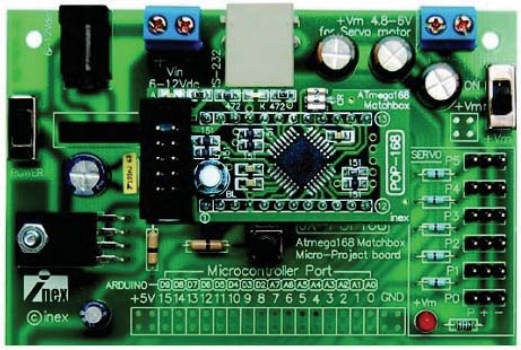
กล้องที่นำมาใช้งาน เป็นกล้องเว็บแคม ยี่ห้อคาเมล่า-168 ที่มีคุณสมบัติดังนี้

- อินเทอร์เฟส USB 1.1/USB 2.0
- เซนเซอร์ ¼ CMOS เซนเซอร์
- ความละเอียดของสี 24 บิต (12 ล้านสี)
- อัตราเฟรม 30 เฟรม/วินาที
- ความละเอียดของภาพ 320 x 240 จุดภาพซีมอส (CMOS : Complementary Metal Oxide Semiconductor) ซีมอสเป็นเซนเซอร์รับภาพชนิดที่มักจะถูกเลือกนำไปใช้กับโทรศัพท์มือถือ ราคาไม่แพง มีคุณสมบัติความไวในการรับแสงที่ต่ำกว่า ดังนั้นเวลาอยู่ในสถานที่ๆ มีแสงน้อย จะให้เกิดสัญญาณรบกวน (Noise) หรืออาการพร่ามัวมากกว่า มีอัตราการสูญเสียเม็ดสีมากกว่า แต่ข้อดีก็คือใช้พลังงานต่ำกว่า



ภาพที่ 4 กล้องเว็บแคม รุ่นคาเมล่า-168

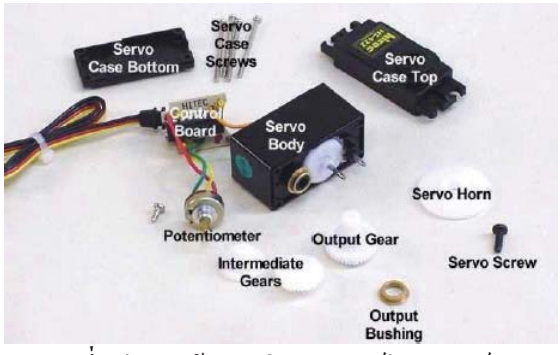
ซีมอสเป็นเซนเซอร์รับภาพชนิดที่มักจะถูกเลือกนำไปใช้กับอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือราคาไม่แพงมีคุณสมบัติความไวในการรับแสงที่ต่ำกว่า ดังนั้นเวลาอยู่ในสถานที่ๆ มีแสงน้อยให้เกิดสัญญาณรบกวน (Noise) หรืออาการพร่ามัวมากกว่า มีอัตราการสูญเสียเม็ดสีมากกว่า แต่ข้อดีก็คือใช้พลังงานต่ำกว่าและมีขนาดของระบบการทำงานที่เล็กกว่า



ภาพที่ 5 ไมโครคอนโทรเลอร์ รุ่น AVR POP-168

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR รุ่น POP-168 เป็นมอดูลไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูปที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ ATmega168 ของ Atmel มอดูล POP-168 จะมีการเรียงขาสัญญาณ 24 ขา เช่นเดียวกับมอดูลไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR โดยมีการรวมส่วนเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม RS-232 เพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลและดาวน์โหลดโปรแกรม จึงทำให้การใช้งานง่ายและสะดวกมาก รวมถึง POP-168 ได้เลือกฮาร์ดแวร์ที่ตรงกับโครงการไมโครคอนโทรลเลอร์แบบระบบเปิด ชื่อว่าอาร์ดูโน (Arduino) ในรุ่นอาร์ดูโนมินิ ทำให้สามารถนำชุดพัฒนาของอาร์ดูโนมาใช้งานได้ ภายในชุดพัฒนาของอาร์ดูโนจะมีฟังก์ชันภาษาซีสำหรับติดต่อฮาร์ดแวร์จำนวนมากไว้ให้ ทำให้สามารถเขียนโปรแกรมสั่งงานอุปกรณ์ต่างๆ ได้ง่ายโดยไม่จำเป็นต้องศึกษาลงไปในรายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ลึกซึ้งมากนัก แต่ถ้ามีความต้องการพัฒนาในระดับที่สูงขึ้น ก็สามารถนำ POP-168 ไปใช้ร่วมกับเครื่องมือพัฒนาโปรแกรมรวมถึงคอมไพเลอร์อื่นๆได้เช่นกัน อีกทั้งเป็นนวัตกรรมที่ได้ถูกพัฒนามาได้ไม่นาน(ปี 2009) และเป็นที่นิยมทั้งภายในและต่างประเทศ

เซอร์โวมอเตอร์ซึ่งเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบาโดยเมื่อเทียบกับ สเต็ปมอเตอร์ (Stepping Motor) ที่มีขนาดเท่ากันแล้วเซอร์โวมอเตอร์จะมีแรงบิดที่สูงกว่ามาก ใช้สายสัญญาณเพียงเส้นเดียวในการควบคุม และไม่จำเป็นต้องมีวงจร ขับกระแส (Driver) อื่นๆ เนื่องจากเซอร์โวมอเตอร์ มีวงจรบอร์ดควบคุม บรรจุไว้ภายในอยู่แล้ว ทำให้สะดวกต่อการใช้งาน จากข้อดีต่างๆ ของ เซอร์โวมอเตอร์ ทำให้มอเตอร์ประเภทนี้เป็นที่นิยมและมีการใช้งานกันอย่างกว้างขวาง



ภาพที่ 6 โครงสร้างภายในของเซอร์โวมอเตอร์

ส่วนการที่จะควบคุมให้มอเตอร์หมุนเป็นมุมอื่นๆ นั้นก็สามารถทำได้โดยการป้อนสัญญาณพัลส์เป็นระดับความกว้างต่างๆ ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนไปที่มุม - 45 องศา จะต้องป้อนสัญญาณพัลส์ความกว้าง 1.25 ms เป็นต้น และ สัญญาณพัลส์นี้จะต้องจ่ายให้มอเตอร์ทุกๆ 20 ms คาบเวลา (Period) เพื่อรักษาสภาพตำแหน่งของมอเตอร์ไว้โดยหลักการก็คือ จะอาศัย การเปรียบเทียบช่วงเวลาของความกว้างพัลส์ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ทางขาสัญญาณควบคุมกับค่าเวลาของวงจรภายในบอร์ดควบคุมในตัวของมอเตอร์ ซึ่งค่าเวลามีการเปลี่ยนแปลงตามการหมุน

4. ผลการทดสอบระบบสั่งการของโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 7 ส่วนประกอบซอฟแวร์

1. เป็นชุดปุ่มสั่งให้โปรแกรมให้เริ่มทำงานในช่วงเริ่มต้น

2. เป็นชุดปรับความเข้มของสีโดยเป็นแม่สีทั้ง 3 สี และเป็นความเข้มของแสง

3. เป็นหน้าจอแสดงผลของภาพโดยมีปุ่มศูนย์กลาง (Center) เป็นกำหนดจุดศูนย์กลางของกล้อง

4. เป็นช่องแสดงค่าขนาดหน้าจอของกล้อง โดยจะแสดงตำแหน่งของจุดที่เกิดขึ้นและแสดงขนาดของแสงที่เกิดขึ้น แสดงขนาดของแสงที่เกิดขึ้น(ภาพที่ 4-9 ตำแหน่งที่ 25)

5. ผลการทดสอบการทำงานแบบอัตโนมัติ

ในการทดสอบการทำงานในส่วนต่างๆของเครื่อง ว่าเป็นไปตามที่กำหนดไว้ตามโครงงาน ที่เสนอไปหรือไม่ เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบโครงงานเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล CPU Intel® Pentium® 4 CPU 2.40 GHz 768 MB of Ram Microsoft Window XP with SP2 2007 ซึ่งการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

5.1 ระยะการตรวจจับของแสง

ขอบเขตที่กำหนดไว้คือหาตำแหน่งได้ในระดับการทดลองในห้องปฏิบัติการได้ในระยะ 10 เมตร ภายในห้องปฏิบัติการที่มืด เพื่อลดการผิดพลาด จากผลการดำเนินการ ระยะทางยิ่งไกลความผิดย่อมมากขึ้นตามเพราะความเข้มของแสงต้องเพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่งให้การทำงานเกิดความผิดพลาดได้ นั้นเป็นเพราะสีของสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันเมื่อระยะที่ห่างและการปรับเปลี่ยนความเข้มของภาพในการประมวลผลทำให้เกิดความผิดเพี้ยนได้ แต่ระยะทำการทดลองยิ่งใกล้ ความผิดพลาดก็ยิ่งน้อยลง เมื่อมีแสงสว่างจากธรรมชาติส่องเข้ามาในบริเวณห้อง ระบบจะเห็นแสงสว่างจากภายนอกเป็นแสงที่กำหนดแทน ทำให้ไม่สามารถควบคุมการทำงานได้ ที่ภายในห้องมีสภาพแวดล้อมเป็นสีโทนเดียวกันมีแสงสว่างจากหลอดไฟโดยไม่มีแสงสว่างจากธรรมชาติ ระยะที่ 10 เมตร เมื่อบังคับให้กล้องมองไปที่หลอดไฟ ผลปรากฏว่า ระบบจะยึดแสงของหลอดไฟเป็นตำแหน่งแทนทันที แต่ว่าพื้นที่ใกล้เคียงที่ถูกแสงจากหลอดไฟตกกระทบ ไม่มีผลต่อการทำงาน

5.2 ความเร็วในการตอบสนอง

จากการดำเนินงานต้องปรับความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องให้สมดุล และแน่นอนที่สุด เนื่องจากความสามารถของกล้องเว็บแคมนั้นมีอยู่อย่างจำกัด สามารถแสดงผลของภาพได้เต็มที่เพียง 320x240 พิกเซล ส่งผลให้มุมมองของภาพมีความกว้างของหน้าจอแคบศักยภาพของกล้องตรงกันข้ามกับตัวเครื่อง ซึ่งการที่ได้ใช้เซอร์โวมอเตอร์ตัวขับเคลื่อนซึ่งมีกำลังในการขับเคลื่อนที่ตอบสนอง ได้เร็วเมื่อทำการทดลองจริงไม่ส่งผลเสียอะไรให้กับส่วนระบบ สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและยังสามารถทำได้ดีกว่านี้ด้วยหากใช้กล้องที่มีประสิทธิ์ภาพสูงกว่าและการเชื่อมต่อนั้นเปลี่ยนจากการสื่อสารทางพอร์ตอนุกรมให้เป็นแบบขนาน



ภาพที่ 8 ห้องปฏิบัติการการขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า 30 ตึกไทย-ฝรั่งเศส

ตารางที่ 1 การบันทึกค่าการติดตามตำแหน่งระยะ 1 ถึง 10 เมตร

ระยะทาง (เมตร)	ความเข้มแสงสีแดง	จุดแสดงตำแหน่ง (พิกเซล)		ความผิดพลาดสัมบูรณ์ (เปอร์เซ็นต์)	
		แกน X (160)	แกน Y (120)	แกน X	แกน Y
1	200	160	115	0	-4.2
2	200	160	122	0	1.7
3	200	151	120	-5.63	0
4	191	150	125	-6.25	4.2
5	100	164	126	2.5	5
6	100	169	119	5.6	-0.83
7	82	173	126	8.13	5
8	82	147	117	-8.13	-2.5
9	82	152	127	-5	5.83
10	82	152	155	-5	29

5.3 ความผิดพลาดในการทำงาน

ขอบเขตที่ได้กำหนดไว้กำหนดให้สามารถเกิดความผิดพลาดไม่เกิน 1 เซนติเมตร โดยผลการดำเนินการ ความผิดพลาดของระบบบอกเป็นมาตราเมตริก(Metric) ได้ลำบาก

แต่การประมวลผลภาพนั้นได้กำหนดไว้ว่า ผิดพลาดได้พิกัดความเผื่อ 5 พิกเซล ทั้งแกน x และแกน y แต่ในความเป็นจริงส่วนที่ผิดพลาดนั้นเป็นเพราะขนาดของลำแสง และเมื่อแปลงค่าพิกเซลไปเป็นมาตราของเมตริกนั้นทำได้ยาก จึงได้ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบหาความผิดพลาดโดยตรวจสอบกันที่การแสดงค่าตำแหน่งรูปแบบพิกเซลในโปรแกรม แสดงดังตารางต่อไปนี้

5.4 ความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Absolute Error)

ความผิดพลาดสัมบูรณ์คือความผิดพลาดในการวัดเกิดจากค่าที่ได้จากการวัดไม่ตรงกับค่าที่เป็นจริง ซึ่งอาจจะได้ค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าและจะทำให้เกิดผลระหว่างค่าที่ได้และค่าที่เป็นจริง ความผิดพลาดสัมบูรณ์ หาได้จากสูตร

กำหนดให้

e = ความผิดพลาดสัมบูรณ์

Y_n = ค่าที่แท้จริง (Expected Value)

X_n = ค่าที่ได้จากการวัด (Measured Value)

$$e = Y_n - X_n \quad (4)$$

จากสมการที่ 4 สามารถหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดได้จาก

$$\text{เปอร์เซ็นความผิดพลาด} = \frac{e}{Y_n} \times 100 \quad (5)$$

แทนค่า $e = Y_n - X_n$ล งในสมการที่ (4) จะได้เปอร์เซ็นความผิดพลาด

$$= \left|\frac{Y_n - X_n}{Y_n}\right| \times 100 \quad (6)$$

เมื่อ Y_n= ค่าที่อ่านได้จากการวัดในแต่ละครั้ง

X_n= ค่าเฉลี่ยของการวัด

6. สรุป

จากการบันทึกผลทำให้ทราบว่าความผิดพลาดของการระบุจุดแสดงตำแหน่งเริ่มเกิดขึ้นกับระยะทางตั้งแต่ 5 เมตรขึ้นไป โดยสังเกตที่จุดแสดงตำแหน่งทั้ง X และ Y เริ่มที่จะมีย่านกำหนดที่กว้างขึ้น โดยที่กำหนดไว้ในโปรแกรม ได้กำหนดให้ความผิดพลาดเกิดขึ้นได้พิกัดความเผื่อ 5 พิกเซลทั้งแกน X และ แกน Y แต่ระยะที่ห่างตั้งแต่ 5 เมตร ความผิดพลาดเพิ่มขึ้นจนถึงระยะ 10 เมตร ความผิดพลาดที่เกิดขึ้น จาก 5 พิกเซล กลายเป็น 20 พิกเซล จากการเปรียบเทียบระยะทางตั้งแต่ 1 เมตรจนถึง 10 เมตร ทำให้เราได้ทราบว่า นอกจากระยะทาง, ความเข้มของแสง ขนาดของลำแสงยังมีผลต่อการประมวลผลภาพอีกด้วย จากการทดสอบกลไกการทำงานของเครื่องค้นหาและการติดตามตำแหน่งโดยระบบการมองเห็น ผลการดำเนินการ ระบบการทำงานของเครื่องค้นหาและติดตามตำแหน่งสามารถใช้งานได้ตรงตามขอบเขตของโครงงานได้ดีในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมความเข้มของแสง ส่วนสภาพแวดล้อมธรรมชาติ เครื่องยังมีปัญหาในการถูกแสงสว่างธรรมชาติมารบกวนระบบทำให้ เครื่องมีการทำงานที่ผิดพลาดอยู่ และกรณีในเรื่องระยะทางการค้นหาและติดตามตำแหน่งยังมีปัญหาอยู่ในระยะทางตั้งแต่ 5 เมตรขึ้นไปจนถึงระยะทาง 10 เมตร การแสดงตำแหน่งพิกัดจุดภาพ (Pixel) ของจุดแสงสีแดงยังมีความผิดพลาดเกิดขึ้นอยู่ แต่ความผิดพลาดในส่วนของตัวเครื่องขอบเขตของโครงงานได้กำหนดไว้ให้ผิดพลาดได้ไม่เกิน 1 เซนติเมตรและหากนำค่าผิดพลาด ในระบบจุดภาพมาวิเคราะห์เป็นระยะความยาวของระบบการวัดแบบเมตริก (Metric) ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นถือว่าน้อยมาก ดังนั้นโครงงานนี้ทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้และพัฒนาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆได้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] โอภาส ศิริกรรชิตถาวร, ผศ. เรียนรู้ระบบควบคุมอย่างง่ายด้วยโปรแกรมภาษา C กับ Arduino และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ POP-168 บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด, 2552.

[2] วิดาภัส สัมพันธ์สมโภช. การโปรแกรมเชิงวัตถุ1. หน้า 8-36. สำนักพิมพ์วังอักษร, 2548.

[3] สุมาลี อุณหวณิชย์, รศ. ระบบควบคุม Control System บริษัท ว.เพ็ชรสกุล จำกัด, 2545.

[4] โชธิน เปรมปราณีรัชต์, ผศ. วิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมมอเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุมคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง, 2526.

[5] ฉัตรชัย นิตยสกุล, ทวีศักดิ์ วงศ์ศรีถาวรสุข และสัญญา อารักษ์สกุลวงศ์ การพัฒนาระบบติดตามเป้าอัตโนมัติ Development of an automatic target tracking system ปริญญานิพนธ์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2541.

[5] สรรเพชร ทรัพย์เจริญ การพัฒนาระบบติดตามเป้าหมายอัตโนมัติ Development of automatic target tracking system ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.

[6] นายคมฐิพัฒน์ กฤชฤทธิ์เต็ม ระบบกล้องวีดีโอตามวัตถุที่เคลื่อนที่ Video camera system for tracking a moving object ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551

การตรวจสอบตำแหน่งการวางของสกรูด้วยการตรวจสอบความเอียง 3 จุด ที่มีการควบคุมแรงบิดด้วยฟัซซี่สำหรับการขันสกรูขนาดเล็ก

Position Detection to put a Screw using 3 Points Slope Detection at Fuzzy Torque Control for a Small Screw Driver

นายรัตนะ แซ่เตี่ยว[1] และ ศิริพรรณ ธงชัย[2]

[1]นักศึกษาระดับปริญญาโท ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
E-Mail : tme32_ja@hotmail.com, srp@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ เป็นการตรวจสอบตำแหน่งการวางสกรูและควบคุมแรงบิดของมอเตอร์ขันสกรู การทดลองประกอบด้วย 3 ส่วน เริ่มจากกระบวนการประมวลผลภาพหาขอบของหัวสกรู (Edge Detection) แล้วนำภาพขอบของหัวสกรูมาเข้าสู่กระบวนการหาค่าความชันจาก 3 จุด และควบคุมแรงบิดของมอเตอร์ขันสกรูแบบฟัซซี่ จากการทดลองพบว่าค่าความชันของขอบหัวสกรูที่เหมาะสมสำหรับการขันสกรู จากการกำหนดจุด 3 จุดอยู่ระหว่าง -0.5 ถึง 0.5 หรือมุมระหว่าง +30 องศา เมื่อระบบมีคำสั่งให้ขันสกรูจะเข้าสู่กระบวนการขันสกรู โดยควบคุมแรงบิดแบบฟัซซี่ จากการทดลองพบว่าค่าความเร็ว แรงบิดและกระแสที่เหมาะสมสำหรับขันสกรู คือ ความเร็วอยู่ที่ 1.22 รอบต่อวินาที แรงบิดอยู่ที่ 0.014นิวตันเมตร และกระแสอยู่ที่ 0.05 แอมป์

คำสำคัญ: แยกขอบ ความชัน ความเร็ว แรงบิด กระแส ฟัซซี่

Abstract

This research presents the position detection to put a small screw and control the driving torque of the screw driver. The implemented algorithm comprises of three parts; the screw orientation determination base on edge detection, the slope detection based on 3 points slope detection, and the torque control of motor screw driver based on Fuzzy logic. The edge detection gives the information to the 3 points slope detection. The results show that the 3 points slope detection is successful to implement with the slope at -0.5 to +0.5 or ±30 degree. After the slope detection is passing, the screw driver process will be continued. The driving torque can be controlled by fuzzy logic. The result shows that the speed is 1.22 rev/sec, and the torque is 0.014 Nm. with the current at 0.05 Amp.

KeywordS: Edge Detection, Slope Detection, Torque Control, Fuzzy

1. บทนำ

โรงงานอุตสาหกรรมที่มีขั้นตอนการประกอบชิ้นงานด้วยสกูรขนาดเล็กและมีจำนวนสกูรมาก จะต้องใช้สายตามองหาตำแหน่งของสกรูในการทำงาน ซึ่งทำให้เกิดความล้าในการทำงาน ทำให้การควบคุมคุณภาพชิ้นงานเป็นด้วยความยากลำบาก ดังนั้นการนำกล้องวิดีโอมาตรวจจับวัตถุเป็นวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ โดยใช้การแยกบริเวณของการเคลื่อนไหวออกจากบริเวณที่เป็นพื้นหลังคงที่ [1] และได้ปรับปรุงกระบวนการตรวจจับวัตถุ ของกระบวนการประมวลผลภาพหาขอบของหัวสกรู (Edge Detection) แล้วนำภาพขอบของหัวสกรูมาเข้าสู่กระบวนการหาค่าความชันจากจุด 3 จุด และควบคุมแรงบิดของมอเตอร์ขันสกรูแบบฟัซซี่ ซึ่งมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการแก้ปัญหา [2,3]

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นการนำเสนอการตรวจจับขอบวัตถุ (Edge Detection) โดยใช้หลักการตรวจสอบความเอียงของวัตถุ (Slope Detection) ในการตรวจสอบความเอียงของสกรู แล้วใช้ฟัซซี่ (Fuzzy Logic) ควบคุมการขันสกรู

2. ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้หลักการตรวจจับขอบวัตถุวัตถุ (Edge Detection) ในการตรวจจับขอบของสกรู และใช้หลักการตรวจสอบความเอียงของวัตถุ (Slope Detection) ในการตรวจสอบความเอียงของสกรู เมื่อสกรูอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องแล้ว จึงทำการควบคุมการขันสกรูด้วยฟัซซี่ (Fuzzy Control)

การดำเนินการจะถูกพัฒนาในรูปแบบโปรแกรม เพื่อใช้ในการตรวจจับสกรูชิ้นเดียว และพัฒนาระบบควบคุมความเร็วและแรงบิดมอเตอร์ในการขันสกรู โดยกำหนดสกรูที่จะใช้ในการทดลองไว้ล่วงหน้าแล้ว

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยการตรวจสอบหาค่าความชันของขอบหัวสกรูที่ไม่เคลื่อนที่และการควบคุมการขันของสกรู โดยนำสัญญาณภาพจากกล้องเวปแคม (Web Camera) มาประมวลผลหาขอบของหัวสกรู แล้วจึงนำภาพขอบของสกรูแล้วหาค่าความเอียง โดยกำหนดจุดพิเซล (Pixel) 3 จุด x_1=145pixel x_2=155pixel x_3=165pixel เพื่อสร้างเส้นตรง 2 เส้น สำหรับหาค่าความเอียง จากนั้นจึงหาค่าความชันของขอบหัวสกรูที่เหมาะสมสำหรับการขันสกรู เมื่อได้ค่าความชันที่เหมาะสม เครื่องทำการขันสกรูโดยควบคุมด้วยระบบฟัซซี่ โดยการวิจัยดำเนินตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.1 องค์ประกอบทางด้านฮาร์แวร์

3.1.1 Stepping Motor : VEXTA รุ่น PK243A1-SG10

3.1.2 ชุด Drive : 2-Phase Hybrid Stepping Motor Driver รุ่น FSD2U2P12

3.1.3 บอร์ด MCS51 เบอร์ AT89C51AC3

3.1.4 Actuator : XA Electric Actuator รุ่น XA-28L-100 และ รุ่น XA-35H-150

3.1.5 Control Relay : ETT รุ่นET-REL8

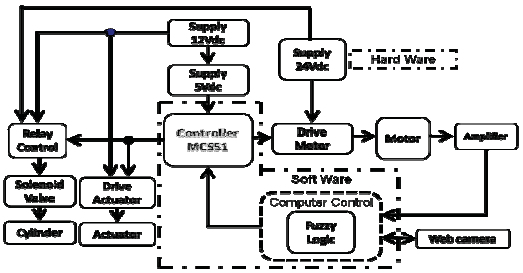
3.1.6 Solenoid Valve : SMC รุ่น SY3120-5LZD-M5

3.1.7 กระบอกสูบ : KOGANEI รุ่น BDAVS

3.1.8 Web Camera : KER รุ่น OE-152



ภาพที่ 1 : โครงสร้างเครื่องควบคุมและขันสกรู



ภาพที่ 2 : ไดอะแกรมโดยรวมของเครื่องขันสกรู

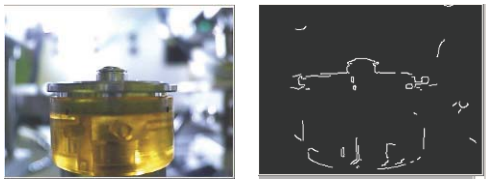
3.2 การควบคุมระบบการทำงานของเครื่องขันสกรู

เริ่มการทำงานสกรูจะวางลงในรูชิ้นงาน หลังจากนั้นชิ้นงานและสกรูจะเคลื่อนที่เข้ามาในภาพ ซึ่งภาพที่ได้จะนำไปตรวจจับขอบและตรวจสอบความเอียงของขอบหัวสกรู จากนั้นจึงหาค่าความชันของขอบหัวสกรู ค่าความชันต้องอยู่ระหว่าง -0.5 ถึง 0.5 หรือมุมระหว่าง $\pm$30องศา จึงจะส่งคำสั่ง

ควบคุมให้เครื่องทำการขันสกรู แต่ถ้าค่าความชันไม่ได้ตามเงื่อนไขจะส่งคำสั่งควบคุมให้เครื่องไม่ต้องขันสกรู และเครื่องจะเริ่มวางสกรูลงในรูชิ้นงานใหม่ โดยการขันสกรูจะควบคุมมอเตอร์ที่จะขันสกรู โดยใช้ระบบฟัซซี่

3.3 การตรวจจับขอบของหัวสกรู

เริ่มการทำงานระบบจะจับภาพจริงของวัตถุ แสดงดังภาพที่ 3 (a) และทำการแปลงภาพจริงเป็นภาพขอบวัตถุ แสดงดังภาพที่ 3 (b)



(a) (b)

ภาพที่ 3 : ระบบการตรวจจับขอบของวัตถุ

3.4 การตรวจสอบความเอียงของขอบหัวสกรู

เริ่มการทำงานระบบจะนำภาพขอบของวัตถุที่ได้ แสดงดังภาพที่ 4 (a) กำหนดบริเวณตรวจจับความเอียงขอบของสกรูซึ่งกำหนดเป็นกรอบสี่เหลี่ยม แสดงดังภาพที่ 4 (b)



(a) (b)

ภาพที่ 4 : ระบบการตรวจสอบความเอียงของขอบหัวสกรู

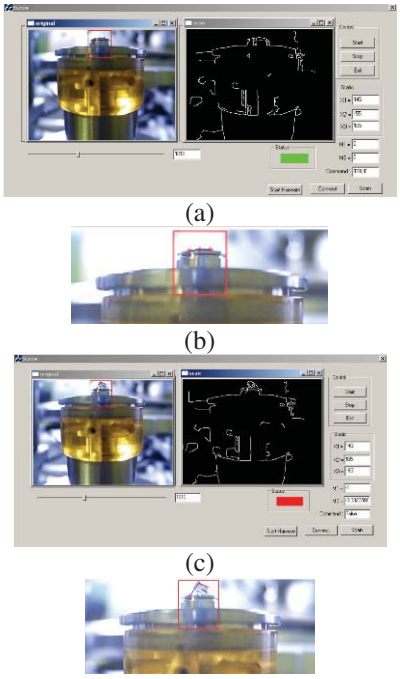
จากนั้นทำการประมวลผลความลาดเอียงขอบของสกรูจากจุดขอบ 3 จุดแล้วทำการลากเส้นตรง 2 เส้น แสดงดังภาพที่ 4 (a)

3.5 การหาค่าความชันของขอบหัวสกรู

โดยใช้สมการความชันในการคำนวณ หาค่าความชันมีการทำงาน ดังสมการที่ 1 หลังจากได้ค่าความชันก็จะทำการตรวจสอบค่าความชันของขอบสกรูซึ่งประกอบด้วยกัน 2 ค่า โดยทั้ง 2 ค่าต้องอยู่ระหว่าง -0.5 ถึง 0.5 หรือมุมระหว่าง +30 องศา จากนั้นจึงทำการส่งคำสั่ง “Pass” เพื่อให้เครื่องทำการขันสกรู พร้อมทั้งแสดงสัญญาณภาพสีเขียว แสดงดังภาพที่ 5 (a) 5 (b) และถ้าค่าความชันไม่ได้ตามเงื่อนไข ระบบจะส่งคำสั่ง “False” ไม่ให้เครื่องขันสกรู พร้อมทั้งแสดงสัญญาณภาพสีแดง แสดงดังภาพที่ 5 (c) 5 (d)

สมการความชัน

$$m = \tan\theta = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \qquad (1)$$

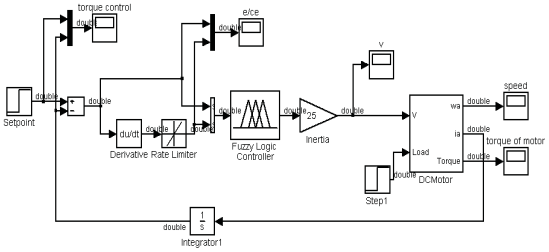


(a) (b) (c) (d)

ภาพที่ 5 : ระบบการหาค่าความชันของขอบหัวสกรู

3.6 การควบคุมการขันสกรูด้วยระบบฟัซซี่

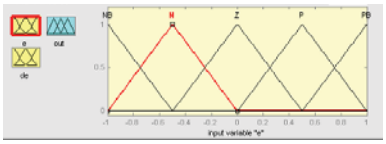
การจำลองการทำงานของระบบการควบคุมแรงบิดและความเร็ว เพื่อต้องการช่วยในการวิเคราะห์ระบบของการควบคุมว่าระบบจะสามารถตอบสนองต่อความต้องการของระบบ โดยใช้โปรแกรม Matlab และ Simulink จำลองในส่วนของการควบคุมแรงบิดแบบฟัซซี่ลอจิก แบบจำลองของการควบคุมแรงบิดและความเร็วแบบฟัซซี่ลอจิก แสดงได้ดังภาพที่ 6 [4,5,6]



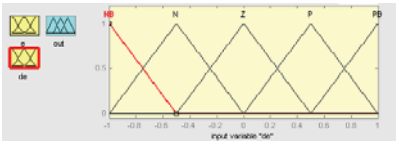
ภาพที่ 6 : แบบจำลองการควบคุมแรงบิดและความเร็วแบบฟัซซี่ลอจิก

โดยการออกแบบในส่วนของ ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟัซซี่ในส่วนของค่าผิดพลาด (e) ค่าผิดพลาดที่เปลี่ยนแปลง

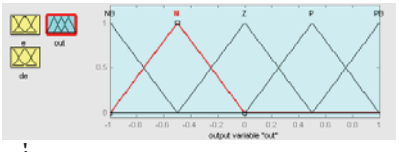
ไป (ce) และค่าเอาต์พุต (u) โดยการกำหนดย่านของเอกภพสัมพัทธ์ของค่าอินพุตและเอาต์พุต จะกำหนดให้อยู่ในช่วง [-1, 1] และค่าฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟัซซี่ กำหนดให้มี 5 สมาชิกทั้งอินพุตและเอาต์พุต แสดงดังภาพที่ 7 ถึงภาพที่ 9



ภาพที่ 7 : การกำหนดย่านของเอกภพสัมพัทธ์ของค่าผิดพลาด



ภาพที่ 8 : การกำหนดย่านของเอกภพสัมพัทธ์ของค่าผิดพลาดที่เปลี่ยนแปลงไป



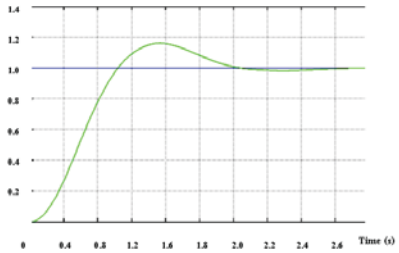
ภาพที่ 9 : การกำหนดย่านของเอกภพสัมพัทธ์ของเอาต์พุต

สำหรับการออกแบบกฎของการควบคุมแรงบิดและความเร็ว เนื่องจากมีสมาชิกอินพุต 2 อินพุตแต่ละอินพุตมี 5 สมาชิกและสมาชิกมี 5 สมาชิก ดังนั้นจำนวนกฎจึงเท่ากับ $5^2 =$ 25 กฎ แสดงดังตารางที่ 1

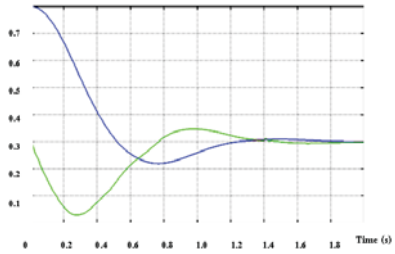
ตารางที่ 1: การสร้างกฎฟัซซี่

Δe \ e	**NB**	**N**	**Z**	**P**	**PB**
NB	NB	NB	N	N	Z
N	NB	N	N	Z	P
Z	N	N	Z	P	P
P	N	Z	P	P	PB
PB	Z	P	P	PB	PB

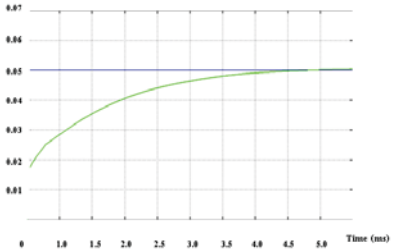
ผลการทดลองจากแบบจำลอง แสดงผลการควบคุมดังภาพที่ 10 ถึงภาพที่ 13



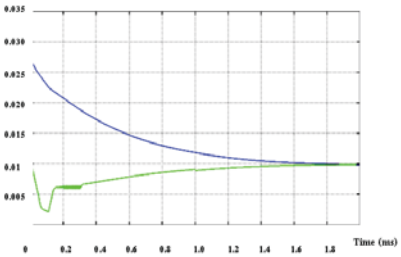
ภาพที่ 10 : ผลการตอบสนองของการควบคุมความเร็วเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย



ภาพที่ 11 : แสดงผลในส่วนของค่าผิดพลาดและอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่าผิดพลาดของการควบคุมความเร็ว



ภาพที่ 12 : ผลการตอบสนองของการควบคุมแรงบิดเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย



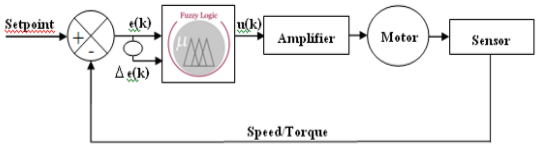
ภาพที่ 13 : ผลในส่วนของค่าผิดพลาดและอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่าผิดพลาดของการควบคุมแรงบิด

3.6.1 การออกแบบตัวควบคุมฟัซซี่ลอจิก

3.6.1.1 ระบบการทำงาน ค่าอินพุตเป้าหมายของระบบกำหนดไว้ ดังนี้

แรงบิดมีค่าเท่ากับ 1×10^{-2} นิวตันเมตร

ความเร็วเท่ากับ 1 รอบต่อวินาที



ภาพที่ 13 : บล็อกไดอะแกรมของการควบคุมแรงบิดแบบฟัซซี่ลอจิก

เมื่อระบบเริ่มทำงานวงจรตรวจจับค่าแรงบิดและความเร็ว ซึ่งระบบจะตรวจจับสัญญาณและส่งค่าป้อนกลับเพื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย (Setpoint) โดยระบบการควบคุมแบบฟัซซี่จะทำการคำนวณหาค่าผิดพลาดและอัตราการ

เปลี่ยนแปลงของค่าผิดพลาด ซึ่งระบบจะได้ค่าอินพุต 2 อินพุต และนำอินพุตเข้ากฎของฟัซซี่

$$e(k) = Yref(k) - Yfeedback(k) \quad (2)$$

$$\Delta e(k) = e(k) - e(k-1) \quad (3)$$

โดยที่

$Yetpoint$ คือ ค่าเป้าหมายที่กำหนด

$Yfeedback$ คือ ค่าสัญญาณป้อนกลับ

$e(k)$ คือ ค่าผิดพลาด

$\Delta e(k)$ คือ อัตราของค่าผิดพลาดที่เปลี่ยนแปลงไป

3.6.1.2 แนวทางในการออกแบบกฎ (Rule base) จะอาศัยกฎในการประเมินความสัมพันธ์ ระหว่างค่าอินพุตและเอาท์พุตและเป็นตัวกำหนดแนวทางควบคุมระบบ ซึ่งในส่วนนี้เราว่า การอินเฟอร์เรนซ์ (Inference)

กำหนดให้ค่าอินพุตมีค่าฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเท่ากับ 5 สมาชิก ดังนั้นจำนวนกฎจึงเท่ากับ $5^2 = 25$ กฎ ดังแสดงได้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 : การสร้างกฎฟัซซี่

Δe \ e	**NB**	**N**	**Z**	**P**	**PB**
NB	NB	NB	N	N	Z
N	NB	N	N	Z	P
Z	N	N	Z	P	P
P	N	Z	P	P	PB
PB	Z	P	P	PB	PB

3.6.1.3 การหาเหตุผลแบบฟัซซี่ตามวิธี Mamdani เพื่อความเข้าใจง่าย จะยกตัวอย่างกฎฟัซซี่ IF-THEN สองกฎที่อยู่ในรูป

*Rule*1: if e is NB and Δe is NB then *Output* is NB

*Rule*2: if e is NB and Δe is N then *Output* is NB

สำหรับอินพุตใด ๆ is and is ดังนั้นผลสรุป is

การหาผลสรุปฟัซซี่ในรูปแบบ Mamdani เป็นการใช้ตัวดำเนินการค่าต่ำสุด (Minimum Operator) สำหรับการเชื่อมประโยคแบบ “AND” และใช้ตัวดำเนินการค่าสูงสุดสำหรับการเชื่อมประโยคแบบ “OR”

ระดับค่าฟัซซี่ของกฎแต่ละข้อในส่วนข้อตั้ง หาได้โดยการคำนวณจากสมการ

$$\alpha_1 = A_1(x_0) \wedge B_1(y_0) \quad (4)$$

$$\alpha_2 = A_2(x_0) \wedge B_2(y_0) \quad (5)$$

เอาต์พุตของกฎแต่ละข้อ สามารถคำนวณได้จาก

$$C_1'(w) = (\alpha_1 \wedge C_1(w)) \quad (6)$$

$$C_2'(w) = (\alpha_2 \wedge C_2(w)) \quad (7)$$

ผลรวมของเอาต์พุตฟัซซี่ทั้งหมดหาได้จากการยูเนียนผลลัพธ์จากแต่ละกฎ

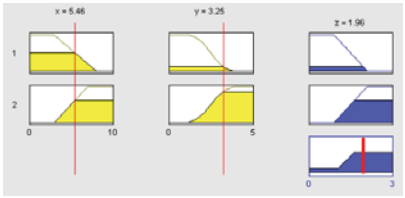
$$C(w) = C_1'(w) \vee C_2'(w) = (\alpha_1 \wedge C_1(w)) \vee (\alpha_2 \wedge C_2(w)) \quad (8)$$

สุดท้าย หากต้องการผลเอาต์พุตที่เป็นค่าทั่วไป สามารถหาโดยใช้วิธีหาค่าจุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity: COG) โดยหาได้จากสมการที่ 9

$$u_1(k) = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\mu_i)(w_i)}{\sum_{i=1}^{n}(\mu_i)} \quad (9)$$

เมื่อ μ_i = ค่าความเป็นสมาชิกของกฎที่ ของตัวแปรเอาต์พุต

w_i = ค่าคริปส์เอาต์พุต (Crisp Output) ที่ได้จากกฎที่



ภาพที่ 15 : ตัวอย่างการอนุมานผลระบบฟัซซี่แบบ Mamdani

4. ผลของการวิจัย

การทดลองการตรวจสอบหาค่าความชันของขอบหัวสกรูและการควบคุมการขันของสกรู และการควบคุมการขันของสกรูด้วยระบบฟัซซี่เพื่อให้มีเสถียรภาพ ซึ่งการวิเคราะห์ผลการทดลอง ดังนี้

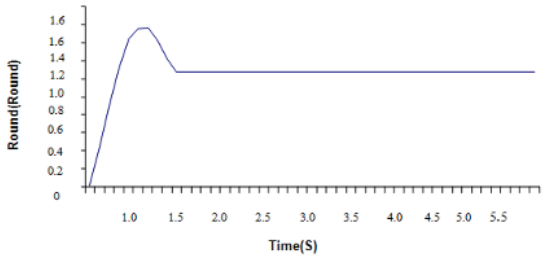
4.1 ผลของการทดลองตรวจสอบหาค่าความชันของขอบหัวสกรู ความเอียงกรณีที่ 1



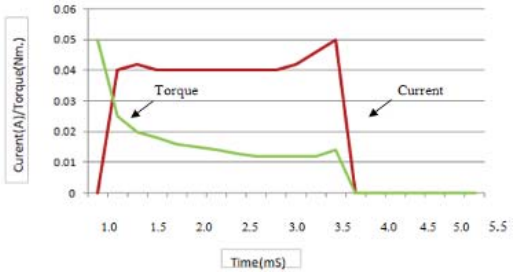
(a) *(b)*

ภาพที่ 16 : การตรวจจับขอบและความชันของขอบหัวสกรู

4.2 ผลของการทดลองการควบคุมการขันของสกรูด้วยระบบฟัซซี่ ความเร็วกรณีที่ 2



ภาพที่ 17 : กราฟแสดงผลตอบสนองของระบบควบคุมความเร็ว



ภาพที่ 18 : กราฟแสดงผลตอบสนองของระบบควบคุมแรงบิดและกระแส

ตารางที่ 3 : ผลการทดลองระบบฟัซซี่ควบคุมความเร็ว

กรณีที่	รายละเอียด	ความเร็วรอบ (r/Sec)	Td	Tr	Ts	%Ovr
1	Vcom=1 r/sec,Error=1.4 Delta Error=3.5 ,Output=1.2	2.25	0.058	0.082	0.0942	0%
2	Vcom=1 r/sec,Error=1.5 Delta Error=3.4 ,Output=1.1	1.22	0.074	0.060	0.12	26.25%
3	Vcom=1 r/sec,Error=1.5 Delta Error=3.4 ,Output=0.8	0.98	0.049	0.072	0.254	47.5%

ตารางที่ 4 : ผลการทดลองระบบฟัซซี่ควบคุมแรงบิดและกระแส

กรณีที่	รายละเอียด	แรงบิด(Nm.)	กระแส(A.)
1	Vcom=0.01 Nm., Error=1.4 Delta Error=3.5 ,Output=0.4	0.042	0.06
2	Vcom=0.01 Nm., Error=1.5 Delta Error=3.4 ,Output=0.3	0.014	0.05
3	Vcom=0.01 Nm., Error=1.5 Delta Error=3.4 ,Output=0.1	0.012	0.04

5. สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลอง พบว่าการวางสกรูลงในรูชิ้นงานนั้น ตำแหน่งของหัวสกรูจะมีความแตกต่างกันในแต่ละครั้ง จากการทดลองค่าความชันที่เหมาะสมสำหรับการขันสกรูอยู่ระหว่าง -0.5 ถึง 0.5 หรือมุมระหว่าง ±30องศา และการขันสกรูด้วยระบบฟัซซี่ จากการทดลองสำหรับการขันสกรู คือ ความเร็วอยู่ที่ 1.22รอบต่อวินาที แรงบิดอยู่ที่ 0.014นิวตันเมตร และกระแสอยู่ที่ 0.05แอมป์

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 งานวิจัยดังกล่าวสามารถพัฒนาการควบคุมจากฟัซซี่ปกติให้เป็นแบบที่มีการปรับเปลี่ยนตัวของฟัซซีด้วย เช่น ฟัซซี่สไลด์ดิ่งโหมด (Fuzzy Sliding Mode) [7] หรือ นิวรอนฟัซซี่ (Neural Fuzzy) [8] เป็นต้น

5.2.2 เนื่องจากระบบในงานวิจัยมีการทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลจึงทำให้ความปลอดภัยในการทำงานลด จึงพัฒนาควรให้ระบบทำงานอยู่บนระบบอื่น เช่น DSP หรือบน Real Time OS เป็นต้น โดยใช้โปรแกรมที่สามารถพัฒนาให้ใช้ในงานอุตสาหกรรมได้ [9]

5.2.3 การประมวลผลของระบบการผลิตชิ้นงานต่อชิ้นใช้เวลามาก จึงควรพัฒนาให้การประมวลผลในการทำงานเร็วขึ้น โดยพัฒนาการทำงานให้อยู่บนระบบ DSP

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ปกรณ์ เสรีกิจการกุล, วรากร แซ่ตั้ง และโกสิ นทร์ จำนงไทย , “การตรวจจับวัตถุเคลื่อนไหวสำหรับหุ่นยนต์เล่นฟุตบอล”, วารสารสมาคมวิชาการหุ่นยนต์ไทย ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 หน้า 28-56, เมษายน 2547.

[2] Alexandre R.J. François , Gérard G. Medioni,“Adaptive Color Background Modeling for Real-Time Segmentation of Video Streams” In Proceedings of the International Conference on Imaging Science, System, and Technology, pp. 277-232, 1999.

[3] Kyu Won Lee, Seong Won Ryu, Soo Jong Lee and Kyu Tae Park, “Motion Based Object tracking with mobile camera”, IEEE Electronics letters, vol. 34, Iss. 3, 5th February 1998, pp.256-258.

[4] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Steven L. Eddins, “Digital Image Processing Using MATLAB”,Pearson Prentice Hall, 2004, pp. 378-407.

[5] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, Digital Image Processing, Addison Wesley, 1993, pp. 51-71.

[6] Ramesh Jain, Rangachar Kasturi and Brian G. Schunck, Machine Vision, McGraw-Hill, 1995.

[7] S. Thongchai, “Fuzzy Sliding Mode Control and Its Applications” *Proceeding of the 26th Conference of Electrical Engineering*, (EECON'26), Chauum, Petburi, Thailand, 5-6 November, 2003.

[8] J. S. R Jang, C. T. Sun, E. Mizutani, Neuro-Fuzzy and Soft Computing,Prentice Hall, New Jersey, 1996,pp. 49-72.

[9] Gary W. Johnson “LabVIEW Graphical Programming : Practical Applications in Instrumentation and Control” McGraw-Hill 1997.

การออกแบบการทดลองเพื่อเปรียบเทียบอิเล็คโตรด 2 ชนิด ในการกัดอาร์คด้วยไฟฟ้าบนซิลิคอนไนไตรด์

Experimental design Comparison of 2 electrodes with EDM on Silicon Nitride

จุฬาลักษณ์ เอียดแก้ว และ อภิวัฒน์ มุตตามระ

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
E-mail : julaluk_1@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการกัดอาร์คด้วยไฟฟ้าสำหรับซิลิคอนไนไตรด์ ด้วยอิเล็คโตรดทองแดงและทองเหลืองแบบกลวง ซึ่งพิจารณาจาก 4 ปัจจัย คือ ขั้วอิเล็คโตรด ความต่างศักย์ไฟฟ้า ปัจจัยประสิทธิภาพ และ กระแสไฟฟ้า เมื่อได้แนวโน้มทั้ง 4 ปัจจัย แล้วนำมาออกแบบการทดลองด้วยวิธีการทดลองทากูชิ ประสิทธิภาพจากการกัดอาร์คด้วยไฟฟ้าประเมินผลจากอัตราการขจัดเนื้องาน อัตราการสึกหรอของแท่งอิเล็คโตรด และค่าความหยาบของชิ้นงาน อิเล็คโตรดที่ใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร กัดลึก 3 มิลลิเมตร ผลที่ได้จากการทดลองพบว่า อิเล็คโตรดทองเหลืองมีอัตราการขจัดเนื้องานมากกว่าอิเล็คโตรดทองแดง ที่ขั้วอิเล็คโตรดลบ ความต่างศักย์ 250 โวล์ท ปัจจัยประสิทธิภาพ 50 เปอร์เซนต์ เวลาปิดและเวลาเปิด 6 ไมโครวินาที กระแสไฟฟ้า 12.5 แอมแปร์ เมื่อพิจารณาจากค่าความหยาบของชิ้นงาน พบว่ากระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความหยาบของชิ้นงานเพิ่มขึ้น การวิเคราะห์ได้จากการสังเกตชั้นเหนี่ยวนำไฟฟ้า ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอน (SEM) จากนั้นนำไปวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า ผลที่ได้ความต้านทานไฟฟ้าของอิเล็คโตรดทองเหลืองให้ค่าต่ำว่าอิเล็คโตรดทองแดง

คำสำคัญ : เครื่องกัดอาร์คด้วยไฟฟ้า อิเล็คโตรด ซิลิคอนไนไตรด์ อัตราการขจัดเนื้องาน

Abstract

Main objective of this research is analysis of EDM factors that affect efficiency of electrical drilling on Silicon Nitride. Considered factors are pipe of electrode, current voltage, duty factor. and current. The experimental design, Taguchi, was created by the relation of four factors Efficiency of drilling is analyzed by MRR, EWR, and surface roughness. Pile copper and brass electrode, 1 mm. diameter, was selected in order to drill 3 mm. depth. The result shows that negative pipe of electrode, 250 of voltage, 50% duty factor., 6 microseconds of on-time and off-time and 12.5 A of current can perform high value of MRR. Greater current result in higher value of surface roughness considered by electrical induction from scanning electron microscope (SEM) by brass pipe electrode has resistance more than copper pipe electrode.

Keyword : Electrical discharge machine, Electrode , Silicon Nitride , Material removal rate.

1. บทนำ

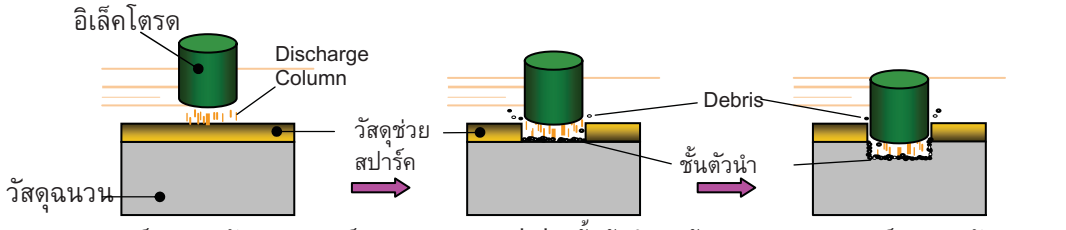
ปัจจุบันพบว่าเซรามิกส์เป็นวัสดุที่นิยมนำมาใช้กันภายในอุตสาหกรรมหลายๆ ด้าน เช่น ซิลิคอนไนไตรด์ (Si_3N_4) โดยทั่วไปเซรามิกส์เมื่อผ่านการทำขึ้นรูปแล้วจะทำการกัดได้ยาก ดังนั้น ในการขึ้นรูปจึงมีการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษ เช่น เลเซอร์ และคลื่นเสียง แต่วิธีการดังกล่าวเป็นวิธีการที่ต้องใช้ต้นทุนในการขึ้นรูปสูง [1-7] จึงมีความต้องการเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อช่วยในการขึ้นรูปเซรามิกส์ให้ได้ประสิทธิภาพและประหยัดต้นทุนคือการกัดอาร์คด้วยไฟฟ้า (Electrical Discharge Machine, EDM) หลักการคือการตัดวัสดุโดยใช้ความร้อน ซึ่งความร้อนที่ได้เกิดจากการสปาร์คทางไฟฟ้าจะทำให้อนุภาควัสดุที่ถูกแยกออกมาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของแข็งของเหลว หรือแก๊ส [1-2] แต่ปัญหาสำคัญที่พบ คือ การกัดอาร์คเซรามิกส์สามารถทำได้ยากเนื่องจากเป็นวัสดุที่ไม่นำไฟฟ้า ดังนั้น การกัดอาร์คเซรามิกส์โดยอาศัยแนวคิดที่ใช้วัสดุช่วยเพื่อให้เกิดการ สปาร์ค [4-6] งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาปัจจัยของตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการขจัดชิ้นงาน และการสึกกร่อนของอิเล็คโตรด โดยพิจารณาจากปัจจัยของขั้วอิเล็คโตรด ความต่างศักย์ไฟฟ้า ปัจจัยประสิทธิภาพ และกระแสไฟฟ้า

2. ความเป็นมาของการเจาะวัสดุที่ไม่นำไฟฟ้าด้วยด้วยเครื่อง EDM

การเจาะวัสดุที่ไม่นำไฟฟ้าด้วยเครื่อง EDM ครั้งแรกนั้นได้กระทำบนซิลิคอนไนไตรด์ (Si_3N_4) ซึ่งมีความต้านทานจำเพาะ : > 10^{16} Ω.cm หลักการนั้นอาศัยเทคนิคการช่วยอิเล็คโตรดสปาร์ค (assisting electrode) [5-6] ตามภาพที่ 1 การใช้อิเล็คโตรดช่วยสปาร์ค (Assisting electrode)ในยุคแรกๆใช้แผ่นโลหะหรือแผ่นตาข่ายทองแดงกดแนบกับวัสดุที่ไม่นำไฟฟ้า เมื่อเริ่มสปาร์ค อิเล็คโตรดจะสปาร์คบนวัสดุช่วยสปาร์ค จากนั้นจะผ่านมายังวัสดุที่ไม่นำไฟฟ้าโดยมีชั้นเหนี่ยวนำ (Conductive layer) ถูกสร้างระหว่างกระบวนการ สปาร์ค ชั้นเหนี่ยวนำนี้ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยสารคาร์บอน ซึ่งมาจากส่วนผสมของน้ำมัน Kerosene การสปาร์ควัสดุที่ไม่นำไฟฟ้านี้สามารถกระทำได้ตราบใดที่ชั้นเหนี่ยวนำนี้สามารถถูกสร้างขึ้นระหว่างกระบวนการสปาร์ค วัสดุที่เหมาะสมเป็นวัสดุช่วยสปาร์คสำหรับ Si_3N_4 นั้นใช้ PVD-TiN เคลือบบนวัสดุที่ไม่นำไฟฟ้า การเปลี่ยนวัสดุช่วยสปาร์ค เป็น PVD-TiN ทำให้การสปาร์คมีความเสถียร และสามารถลดเวลาในการสร้างชั้นเหนี่ยวนำบนวัสดุที่ไม่นำไฟฟ้า (Transition Time) แต่ถึงกระนั้นกระบวนการเคลือบ PVD-TiN นั้นต้องใช้เวลาและต้นทุนค่อนข้างสูง รายงานวิจัยล่าสุด วัสดุช่วยสปาร์คได้พัฒนาโดยการใช้คอลลอยด์คาร์บอน (Colloidal carbon) ทาบนวัสดุแล้วนำไปอบ วิธีนี้ถูกเรียกว่า ชั้นคาร์บอนอบ (Carbon baked layer) [5] วิธีการคือ การนำคอลลอยคาร์บอน ทาบนชิ้นงาน

3. วิธีการทดลอง

การทดลองสปาร์ค บนชิ้นงานซิลิคอนไนไตรด์ (Si_3N_4) ขนาด 5×5×1 เซนติเมตร โดยใช้อิเล็กโทรดทองแดงทองเหลืองแบบกลวง เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร กัดลึกที่ 3 มิลลิเมตร โดยทำการทดลอง 2 ช่วง ในช่วงแรกทำการทดลองเพื่อหาแนวโน้มจากตัวแปรต่างๆ คือ ขั้วอิเล็กโตรด, ความต่างศักย์, กระแสไฟฟ้า, เวลาเปิด และเวลาปิด เมื่อทราบค่าที่เหมาะสมจากแนวโน้มทั้งหมด มาทำการทดลองในช่วงที่ 2 คือการออกแบบการทดลองทางสถิติด้วยวิธีการทดลองทากูชิอีกครั้ง ค่าตัวแปรที่ใช้แสดงไว้ในตารางที่ 1



(ก) การสปาร์คเกิดบนวัสดุช่วย สปาร์ค (ข) การส่งผ่านชั้นตัวนำจากวัสดุช่วยสปาร์คต่อไปยังวัสดุฉนวน (ค) การสปาร์คเกิดบนวัสดุฉนวน

ภาพที่ 1 หลักการ EDM บนวัสดุฉนวนโดยใช้หลักการวัสดุช่วยอิเล็คโตรดสปาร์ค

ตารางที่ 1: ค่าตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง	ค่าที่ใช้
อิเล็คโตรด	ทองแดง,ทองเหลือง
ขั้วอิเล็คโตรด	ลบ,บวก
กระแสไฟฟ้า(แอมแปร์)	0.5 ถึง 14
ความต่างศักย์	90,250 โวล์ท
เวลาเปิด(ไมโครวินาที)	3.5 , 6 ,25
เวลาปิด(ไมโครวินาที)	3.5 , 6 ,25

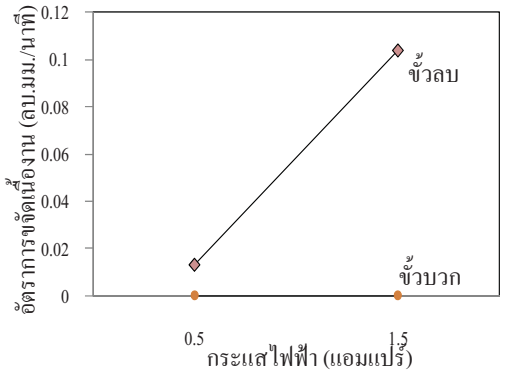
หมายเหตุ*

$$\% \text{ Duty Factor} = \frac{\text{เวลาเปิด} * 100\ \%}{\text{เวลาเปิด+เวลาปิด}}$$

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การทดลองหาขั้วอิเล็คโตรดที่เหมาะสม

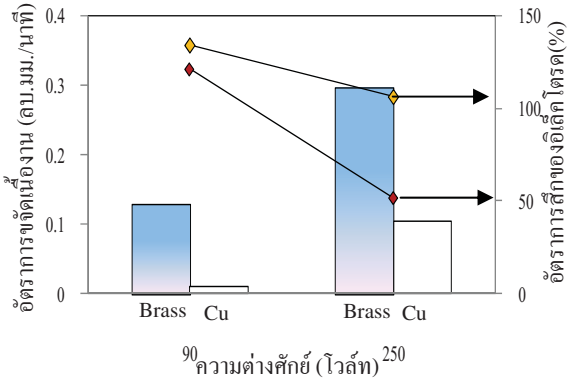
การทดลองนี้ เป็นการหาขั้วอิเล็คโตรดที่ส่งผลกระทบต่อการทดลองสปาร์คซิลิคอนไนไตรด์ด้วยการให้เวลาเปิด 3.5 ไมโครวินาที และเวลาปิด 6 ไมโครวินาที แล้วปรับค่าของขั้วอิเล็คโตรด กำหนดให้กระแสไฟฟ้า 0.5 , 1, 1.5 แอมแปร์ ความต่างศักย์วงจรเปิด 250 โวล์ท จากการทดลอง ทั้ง 2 อิเล็คโตรด มีอัตราการขจัดเนื้องานที่มากที่สุดในอิเล็คโตรดขั้วลบ ส่วนในอิเล็คโตรดขั้วบวกไม่สามารถเกิดการสปาร์ค โดยเมื่อกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้อัตราการขจัดเนื้องานเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างขั้วอิเล็คโตรด และอัตราการขจัดเนื้องาน

4.2 การทดลองหาความต่างศักย์ที่เหมาะสมในการ EDM ซิลิคอนไนไตรด์

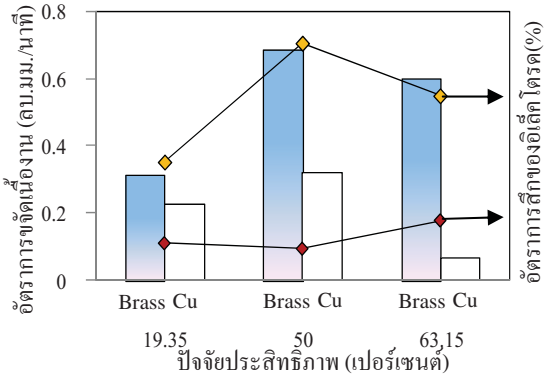
การทดลองนี้เพื่อหาค่าความต่างศักย์ ที่ส่งผลกระทบต่อการทดลองสปาร์ค ใช้เวลาเปิดที่ 3.5 ไมโครวินาที และเวลาปิดที่ 6 ไมโครวินาที และปรับค่าความต่างศักย์ที่ 90 และ 250 โวล์ท โดยเลือกใช้อิเล็คโตรดขั้วลบที่ จากการทดลองดังภาพที่ 3 ให้อัตราการขจัดเนื้องานสูงสุดและอัตราการสึกหรอของอิเล็คโตรดต่ำสุดที่ 250 โวล์ท



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าเทียบกับอัตราการขจัดเนื้องานและอัตราการสึกของอิเล็คโตรด

4.3 การทดลองหาค่าปัจจัยประสิทธิภาพ

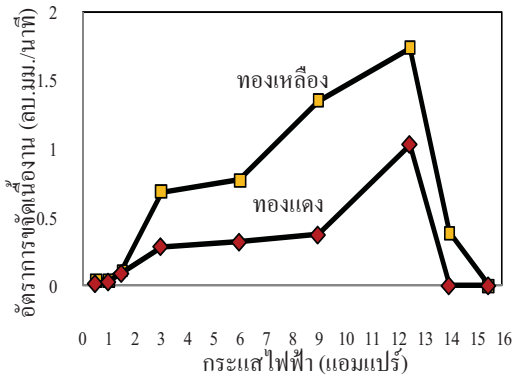
การทดลองนี้เป็นการหาค่าปัจจัยประสิทธิภาพ โดยให้ค่ากระแสไฟฟ้า 3 แอมแปร์ ความต่างศักย์ 250 โวล์ท ที่ขั้วลบ เวลาเปิดคงที่ 6 ไมโครวินาที และปรับค่าเวลาปิด 3.5, 6 และ 25 ไมโครวินาที โดยทั้ง 2 อิเล็คโตรดให้อัตราการขจัดเนื้องานมากที่สุด ที่ปัจจัยประสิทธิภาพ 50 % และอิเล็คโตรดทองเหลืองให้อัตราการขจัดชิ้นงานมากกว่าอิเล็คโตรดทองแดง



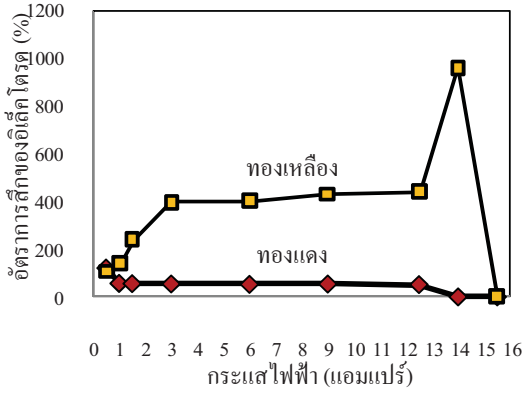
ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยประสิทธิภาพเทียบกับอัตราการขจัดเนื้องานและอัตราการสึกของอิเล็คโตรด

4.4.ผลกระทบจากค่ากระแสไฟฟ้า

จากผลการทดลองข้างต้นอิเล็คโตรดทั้ง 2 ชนิด ให้ค่าปัจจัยประสิทธิภาพที่ 50 เปอร์เซนต์ ณ เวลาเปิด-เวลาปิดที่ 6 ไมโครวินาที ค่าความต่างศักย์ที่ 250 โวล์ท อิเล็คโตรดขั้วลบมาทำการศึกษาหาผลกระทบของค่ากระแสไฟฟ้า ซึ่งทั้ง 2 อิเล็คโตรดมีอัตราการขจัดเนื้องานแปรผันตรงกับกระแสไฟฟ้า และให้อัตราการขจัดเนื้องานมากที่สุดที่ 12.5 แอมแปร์ และเมื่อเพิ่มกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้จะไม่สามารถสปาร์คต่อได้ เนื่องจากเกิดการลัดวงจรระหว่างอิเล็คโตรดและชิ้นงานโดยอิเล็คโตรดจะยกขึ้นเพื่อเลี่ยงการลัดวงจร และเมื่อเปรียบเทียบอิเล็คโตรดทองเหลืองให้ค่าอัตราการขจัดเนื้องานและอัตราการสึกของอิเล็คโตรดมากกว่าอิเล็คโตรดทองแดง ดังแสดงตามภาพที่ 5 และภาพที่ 6 ตามลำดับ



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าเทียบกับอัตราการขจัดเนื้องาน



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าเทียบกับอัตราการสึกของอิเล็คโตรด

4.5 การออกแบบการทดลองด้วยวิธีทากูชิ

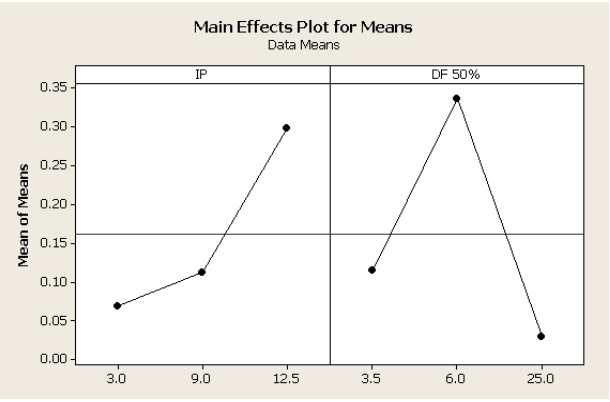
ทราบแนวโน้มที่มีผลต่อการทดลองที่ได้มาจากทั้ง 4 ปัจจัย จึงนำค่าที่ได้มาออกแบบการทดลองด้วยวิธีทากูชิอีกครั้งเพื่อเป็นการประเมินผลกระทบและหาปัจจัยต่างๆ เพื่อให้เกิดความแน่ใจว่าการทดลองที่เกิดขึ้นตรงตามเป้าหมาย ซึ่งวิธีการทากูชิเป็นวิธีการที่เป็นแบบแผนทางคณิตศาสตร์ และช่วยลดกระบวนการทดลองให้น้อยลงแต่มีประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้ลดเวลาในการทดลองไปด้วย แล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลกระทบหลักจากโปรแกรม Minitab 15.0 อีกครั้ง

4.5.1 การกำหนดค่าตัวแปร จากผลการทดลองเบื้องต้นสามารถกำหนดตัวแปรได้ ตามตารางที่ 2 โดยเลือก 2 ตัวแปร 3 ระดับในการทดลอง

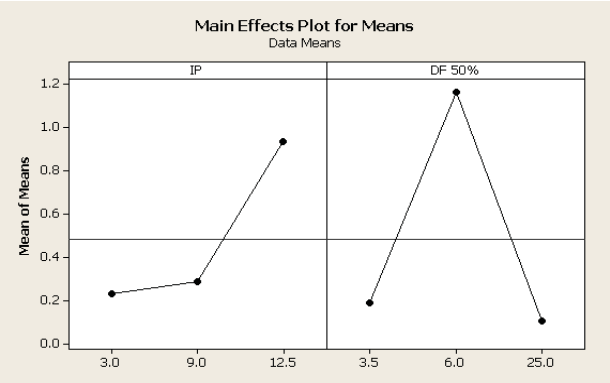
ตารางที่ 2 ค่าตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการทดลองด้วยวิธีทากูชิ

ตัวแปร	หน่วย	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์	3	9	12.5
เวลาเปิด	ไมโครวินาที	3.5	6	25

4.5.2 ผลกระทบของตัวแปรหลักต่ออัตราการขจัดเนื้องานโดยโปรแกรม Minitab 15.0 ด้วยวิธีการทางทากูชิ ภาพที่ 7 และ ภาพที่ 8 แสดงผลกระทบหลักของ ตัวแปรกระแสไฟฟ้าและปัจจัยประสิทธิภาพที่ 50 % เทียบกับอัตราการขจัดเนื้องาน โดยทั้ง 2 อิเล็คโตรดให้ผลไปในทางเดียวกันคืออัตราการขจัดเนื้องานสูงสุดที่ กระแสไฟฟ้า 12.5 แอมแปร์ และค่าปัจจัยประสิทธิภาพ 50 เปอร์เซนต์ ณ เวลาเปิด-ปิดเท่ากับ 6 ไมโครวินาที

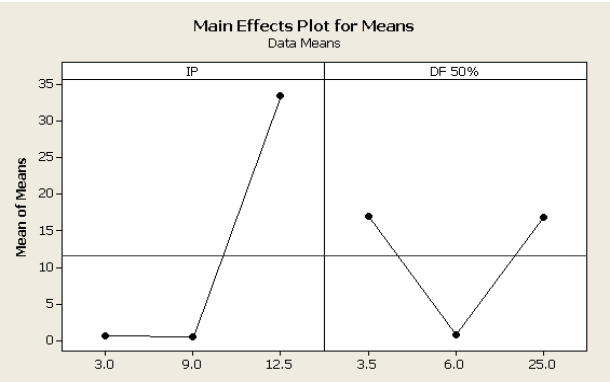


ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างผลกระทบหลักของตัวแปรกระแสไฟฟ้าและปัจจัยประสิทธิภาพ เทียบกับอัตราการขจัดเนื้องานของทองแดง

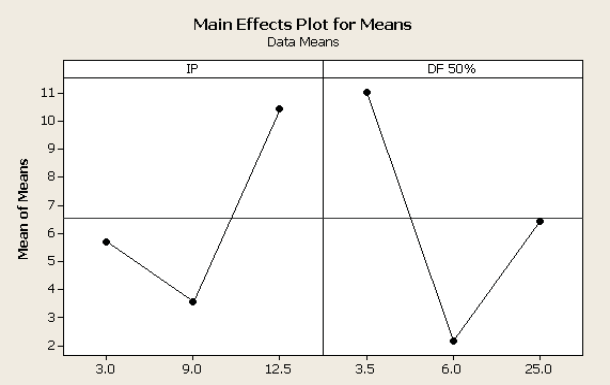


ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่าง ผลกระทบหลักของตัวแปรกระแสไฟฟ้าและปัจจัยประสิทธิภาพ เทียบกับอัตราการขจัดเนื้องานของทองเหลือง

4.5.3 ผลกระทบตัวแปรหลักต่ออัตราการสึกหรออิเล็คโตรดโดยโปรแกรม Minitab 15.0 ด้วยวิธีการทางทากูชิ จากภาพที่ 9 และ 10 พบว่าทั้ง 2 อิเล็คโตรดให้ผลไปในทางเดียวกันคืออัตราการสึกของอิเล็กโตรดต่ำที่สุดที่กระแสไฟฟ้า 9 แอมแปร์ และเทียบกับค่าปัจจัยประสิทธิภาพ 50 % ณ เวลาเปิด-เวลาปิด 6ไมโครวินาที



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ของผลกระทบหลักของตัวแปรกระแสไฟฟ้าและปัจจัยประสิทธิภาพ เทียบกับอัตราการสึกของอิเล็คโตรดทองแดง

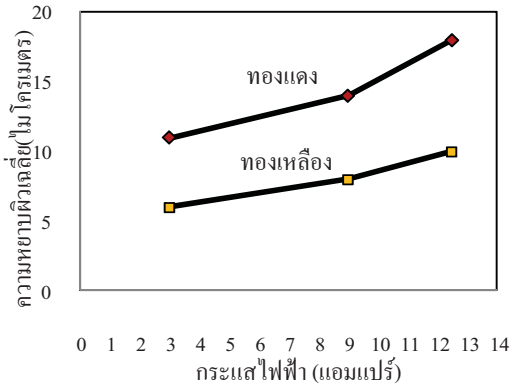


ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ของผลกระทบหลักของตัวแปรกระแสไฟฟ้าและปัจจัยประสิทธิภาพเทียบกับอัตราการสึกของอิเล็คโตรดทองเหลือง

4.6 การตรวจสอบชิ้นงานหลังสปาร์คด้วยเครื่อง EDM

หลังจากทำการทดลองกัดชิ้นงานด้วยไฟฟ้าแล้ว นำชิ้นงานนั้นมาพิจารณาและศึกษาถึงลักษณะพื้นผิวที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกันทั้งสองอิเล็คโตรดซึ่งเป็นผลต่อประสิทธิภาพในการสปาร์ค

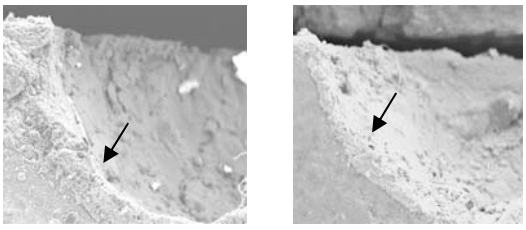
4.6.1 ความหยาบของผิวชิ้นงาน จากภาพแสดงให้เห็นว่าค่าความหยาบผิวเฉลี่ยของอิเล็คโตรดทองเหลืองมีค่าที่ต่ำกว่าอิเล็คโตรดทองแดงและเมื่อเพิ่มกระแสไฟฟ้าจะส่งผลให้ความหยาบของผิวเฉลี่ยทั้ง 2 อิเล็คโตรดมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน



ภาพที่ 11 ค่าความหยาบผิวเฉลี่ยด้วยอิเล็คโตรดทองแดง

4.13 การตรวจสอบชั้นเหนี่ยวนำจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM) หลังจากสปาร์คด้วยไฟฟ้าโดยอิเล็คโตรดทองเหลืองแบบกลวงมีสภาพเกิดชั้นเหนี่ยวนำโดยมีลักษณะเป็นชั้นสีขาวมากกว่าการกัดอาร์คด้วยอิเล็คโตรดทองแดงแบบกลวงจึงส่งผลให้อัตราการขจัดเนื้องานด้วยอิเล็คโตรดทองเหลืองแบบกลวงสูงกว่าการอาร์คด้วยอิเล็คโตรดทองแดงแบบกลวง

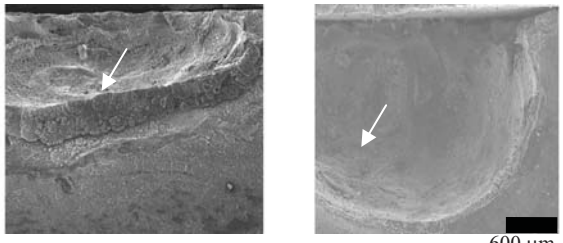
ก) ทองแดง ข) ทองเหลือง



ภาพที่ 12 เปรียบเทียบชั้นเหนี่ยวที่เกิดขึ้นจากการอาร์ค

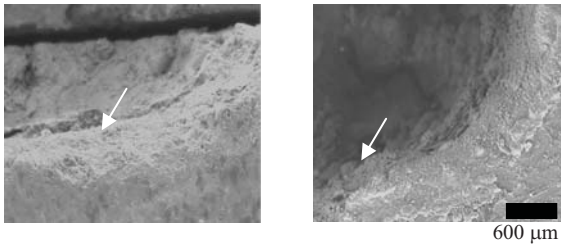
ภาพที่ 13 และ 14 แสดงค่าความหนาของชั้นเหนี่ยวนำของทั้ง 2อิเล็คโตรดเมื่อกัดที่ความลึกต่างกัน พบว่ายิ่งกัดลึกเนื้องานมากขึ้นจะทำให้ความหนาของชั้นเหนี่ยวนำมีค่าลดลง

ก) ความลึก 1 มม. ข) ความลึก 3 มม.



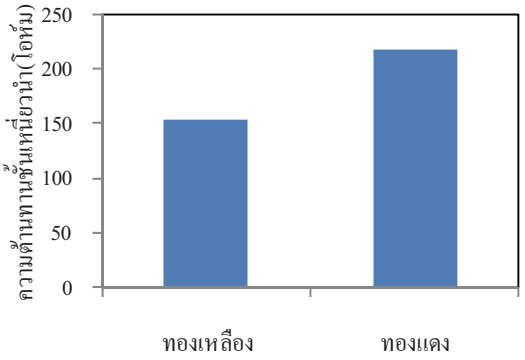
ภาพที่ 13 การอาร์คที่ความลึกเนื้องานระดับต่างกันของทองแดง

ก) ความลึก 1 มม. ข) ความลึก 3 มม.



ภาพที่ 14 การอาร์คที่ความลึกเนื้องานระดับต่างกันของทองเหลือง

4.15 การตรวจค่าความต้านทานของชั้นเหนี่ยวนำจากภาพค่าความต้านทานของชั้นเหนี่ยวนำจากอิเล็คโตรดทองเหลืองมีค่าต่ำกว่าอิเล็คโตรดทองแดง จึงส่งผลให้เมื่อความต้านทานไฟฟ้าต่ำยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มากกว่าค่าที่มีความต้านทานไฟฟ้าสูง จึงทำให้การขจัดเนื้อชิ้นงานของทองเหลืองมีค่ามากกว่าอิเล็คโตรดทองแดง



ภาพที่ 15 ค่าความต้านทานของชั้นเหนี่ยวนำ

5.วิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา

1. อิเล็คโตรดทองเหลืองให้อัตราการขจัดเนื้องานมากกว่าอิเล็คโตรดทองแดง โดยให้อัตราการขจัดเนื้องานสูงสุดที่ปัจจัยเดียวกัน คือ กระแสไฟฟ้า 12.5 แอมแปร์และที่เวลาเปิด เท่ากับ 6 ไมโครวินาที ที่ปัจจัยประสิทธิภาพ 50 %

2. อิเล็คโตรดทองแดงให้อัตราการสึกน้อยกว่าอิเล็คโตรดทองเหลือง โดยอัตราการสึกของอิเล็คโตรดต่ำสุดที่ปัจจัยเดียวกัน คือ กระแสไฟฟ้า 9 แอมแปร์และค่าเวลาเปิด 6 ไมโครวินาที ที่ปัจจัยประสิทธิภาพ 50 %

3.อิเล็คโตรดทองแดงให้ความหนาของชั้นเหนี่ยวนำมากกว่า อิเล็คโตรดทองแดง ความหนาของชั้นเหนี่ยวนำลดลงเมื่อ EDM กัดลึกเนื้องานมากขึ้น และค่าความต้านทานไฟฟ้าของทองเหลืองมีค่าต่ำกว่าทองแดง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนทุนวิจัย และศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) ที่ให้ความอนุเคราะห์การถ่ายภาพ SEM

เอกสารอ้างอิง

[1] H. El-Hofy, "Advanced Machining Processes, McGraw-Hill," pp. 115-139, 2005.
[2] S. T. N. K.H. Ho, "State of the art electrical discharge machine (EDM)," *International Journal of Machine Tools & Manufacture* vol. 43, pp. 1287-1300, 2003.
[3] Y. F. N. Mohri, Y. Fukuzawa, T. Tani and N.Saito, "Layer Generation Process on Work-piece in Electrical Discharge Machining," *Annals of the CIRP,* pp. 161-164, 2003.
[4] Y. F. N.Mohri, T. Tani, N. Saito and K. Furutani, "Assiting Electrod Method for Machining Insulating Ceramics," *Annals of the CIRP,* pp. 201-204, 1996.
[5] N. M. Y. Fukuzawa, T. Tani and A. Muttumara, "Electrical discharge machining properties of noble crystals," *Journal of Materials Processing Technology,* vol. 149 , Issues 1-3, pp. 393-397, 2004.
[6] N. M. a. T. T. Y.Fukuzawa, "Electrical Discharge Machining Phenomena of Insulating SiAION Ceramics with an Assisting Electrode" *International Journal of Electrical Machining(IJEM),* pp. 25-30, No.2(1997).
[7] สถาบันไทย-เยอรมัน, "รายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่อง โครงการศึกษาการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสาขาแม่พิมพ์(การผลิตแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก)," *กรุงเทพฯ:สถาบันไทย-เยอรมัน*

ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า

รหัสบทความ

NCTeched 03 TTE 01-NCTeched 03 TTE 12

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบจำลองสถานการณ์บนอินเทอร์เน็ตในการปรับพื้นฐาน เรื่อง พื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีแรกรับเข้า

The Development and Efficiency Evaluation of a Simulation WBI for Prerequisite Class on Electric Circuit and Electronic Device for New Undergraduate Students

ปาณิสรา รจิตรบรรจง[1] ณมน จีรังสุวรรณ[2] และ สมคิด แซ่หลี[3]

[1]นักศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี
[2]อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี
[3]อาจารย์ประจำภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
E-mail : beezar_9@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบจำลองสถานการณ์บนอินเทอร์เน็ตในการปรับพื้นฐานเรื่อง พื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีแรกรับเข้า มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยให้เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์บนอินเทอร์เน็ตควบคู่ในชั้นเรียน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีแรกรับเข้า ของภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 30 คน จากกลุ่มประชากรทั้งหมด 70 คน เลือกโดยวิธีเฉพาะเจาะจง ดำเนินการโดยให้กลุ่มตัวอย่างเรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบจำลองสถานการณ์บนอินเทอร์เน็ตจำนวนทั้งหมด 12 บท ได้แก่ ทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์ วงจรไฟฟ้า กฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม แบบขนาน แบบผสม เซลล์ไฟฟ้า ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ สารกึ่งตัวนำ ไดโอด และทรานซิสเตอร์ นำเสนอเนื้อหาด้วยมัลติมีเดียพร้อมโปรแกรมจำลองสถานการณ์ ให้เรียนควบคู่ในชั้นเรียนสัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 1 บท เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ในแต่ละคาบจัดสอบเก็บคะแนนท้ายบท และสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเมื่อเรียนครบทุกบทเรียน จากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนมีประสิทธิภาพ 83.05/84.37 สูงกว่าสมติฐานที่ตั้งไว้ 80/80 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยค่า t-test พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบจำลองสถานการณ์บนอินเทอร์เน็ต พื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

Abstract

This article presented a development of a Simulation Web-based Instruction for strengthening prerequisite subject on Fundamental Electric Circuit and Electronic Devices. The main objectives were to evaluate the efficiency of the developed WBI and to evaluate the students' learning achievement after using the WBI. The WBI contained 12 chapters including Electronic Theory, Electric Circuit, Ohm's Law, Series Circuit, Parallel Circuit, Compound Circuit, Electric Cell, Resistor, Capacitor, Semiconductor, Diode, and Transistor, which were presented in multimedia with simulation program and used during the lecture session for pre-school class. The experiments were taken for 4 weeks, each with 3 periods. The samples were 30 undergraduate students purposively selected from 70 new comers at the Department of Computer Education, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok. The results from the experiments indicated that the WBI's efficiency was 83.05/84.37, which was higher than the standard criteria of 80/80 and the student's learning achievement after using the WBI was higher than before using at the statistical significance of .05.

Keywords: A Simulation WBI, Prerequisite Class, Electric Circuit and Electronic Device

1. บทนำ

แต่เดิมตามประกาศของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือได้กำหนดคุณสมบัติของผู้เข้ารับการศึกษาจะต้องเป็นผู้ที่สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ป.วส.) ในสาขาไฟฟ้า สาขาอิเล็คทรอนิกส์ สาขาคอมพิวเตอร์และสาขาที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากนักศึกษาต้องมีความรู้เบื้องต้นทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาอังกฤษและด้านช่างอุตสาหกรรม เพื่อเป็นพื้นฐานทางด้านคอมพิวเตอร์และทางการศึกษาต่อไป ต่อมาในปี พ.ศ. 2547 ภาควิชาได้เปิดโอกาสให้แก่ผู้เข้ารับการศึกษาที่จบในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ และสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งภาควิชาได้พิจารณาจากหลักสูตรทั้ง 2 สาขาวิชาแล้ว พบว่าหลักสูตรดังกล่าว มีพื้นฐานรายวิชาที่สามารถศึกษาต่อสาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ขาดเพียงทักษะพื้นฐานทางช่างอุตสาหกรรมที่ไม่มีในหลักสูตรของสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจและสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งมีความสำคัญยิ่งในการศึกษาต่อในหลักสูตรเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ของภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา โดยมีรายวิชาเกี่ยวกับ Microprocessor System & Application Computer System Interfacing Technology และ Special Project ซึ่งจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม และการออกแบบวงจร ดังนั้นหากนักศึกษาได้รับการปรับพื้นความรู้ก่อนเปิดภาคเรียนจริง ก็จะช่วยให้สามารถศึกษาต่อในหลักสูตรได้ แต่เนื่องด้วยเนื้อหาในการปรับพื้นในแต่ละเรื่องมีเนื้อหาค่อนมากและมีความซับซ้อน ประกอบกับนักศึกษามีพื้นความรู้ที่แตกต่างกันไม่สามารถทำความเข้าใจได้หมดในเวลาที่จำกัดได้ โดยเฉพาะเนื้อหาที่เกี่ยวกับการออกแบบและต่อวงจรดิจิตอล ซึ่งมีคณิตศาสตร์เข้ามาร่วมด้วยและการเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับระบบต่าง ๆ จึงทำให้ยากที่จะทำความเข้าใจในเนื้อหาต่าง ๆได้หมด สาเหตุหลักเกิดจากนักศึกษาขาดพื้นฐานทางด้านช่างโดยเฉพาะในเรื่องวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้นภาควิชาเห็นควรให้มีการปรับปรุงรูปแบบการสอนปรับพื้นฐานขึ้น ซึ่งในปัจจุบันการเรียนการสอนด้วยอินเทอร์เน็ตและ e-learning สามารถก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียน ทำให้การเรียนรู้นั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นทางเลือกหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ [2] และสามารถสนองตอบต่อการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ส่วนครูจะเป็นเพียงผู้ประสานงาน ให้คำแนะนำช่วยแก้ปัญหา กระตุ้นให้นักเรียนทำ

กิจกรรมและสรุปบทเรียน [3] และสามารถนำมาใช้ในการสอนเสริม การสอนแทนครู อาจารย์ในกรณีที่ไม่อยู่หรือขาดแคลน [3] เป็นการชดเชยด้วยการเรียนนอกเวลาหรือการทบทวนเนื้อหาที่ผู้เรียนเรียนผ่านมาแล้วในชั้นเรียนได้เป็นอย่างดี และการปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบจำลองสถานการณ์บนอินเทอร์เน็ต จะช่วยลดปัญหาในเรื่องของการจำกัดด้วยเวลาและเนื้อหาการสอนที่ซับซ้อนและต้องการถ่ายทอดเนื้อหาอย่างเป็นรูปธรรม [4] ประกอบกับภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษามีเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ครบครัน ซึ่งเป็นการนำทรัพยากรที่มีอยู่แล้วมาใช้ร่วมกันเพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้เรียนสูงสุด โดยที่ภาควิชาไม่ต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในส่วนของการปรับปรุงห้องเรียนเพื่อให้รองรับกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบใหม่ สามารถใช้เวลาในการสอนตามแผนการปรับพื้นฐานของภาควิชาได้อย่างเต็มที่โดยเฉพาะพื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ผู้สอนสามารถข้ามเนื้อหาบางส่วนที่เป็นความรู้ขั้นพื้นฐานและนำผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาที่มีความเข้มข้น ซึ่งต้องใช้เวลาในการสอน โดยมีอาจารย์เป็นผู้บรรยายสาธิตและมีการทดลองปฏิบัติในห้องเรียนได้มากขึ้นและจำเป็นในการศึกษาต่ออีกด้วยโดยนักศึกษาจะได้ความรู้จากการสอนเสริมบนอินเทอร์เน็ตแทน ผู้วิจัยได้มีแนวความคิดที่จะนำเทคโนโลยีเครือข่ายมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบจำลองสถานการณ์บนอินเทอร์เน็ตในการปรับพื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ นำเสนอเนื้อหาโดยนำเทคโนโลยี e-learning computer simulation และ video ในการเรียนการสอนที่นักศึกษาสามารถเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กัน และเรียนรู้ด้วยตนเองได้ตลอดเวลา

2. วัตถุประสงค์ในการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบจำลองสถานการณ์บนอินเทอร์เน็ต เรื่อง พื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบจำลองสถานการณ์บนอินเทอร์เน็ต เรื่อง พื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

3 สมมติฐานการวิจัย

3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบจำลองสถานการณ์บนอินเทอร์เน็ตเรื่อง พื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ โดยประเมินจากค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่ทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนและหลังบทเรียนเท่ากับ 80/80

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบจำลองสถานการณ์บนอินเทอร์เน็ต เรื่อง พื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของกลุ่มตัวอย่างสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 พื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

เนื้อหาวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นส่วนหนึ่งของวิชาเฉพาะของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ โดยเป็นวิชาพื้นฐานที่ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ การกำเนิดไฟฟ้า วงจรต่างๆ ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ การเหนี่ยวนำ สารกึ่งตัวนำและอื่น ๆ โดยมีวัตถุประสงค์ให้เข้าใจ ความหมาย โครงสร้าง สัญลักษณ์ ส่วนประกอบ ลักษณะการทำงาน และการคำนวณค่าต่าง ๆ เพื่อประยุกต์ใช้งานวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในขั้นสูงต่อไป

4.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบจำลองสถานการณ์

บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่มีการนำเสนอบทเรียนในรูปแบบของการจำลอง (Simulation) โดยจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้นและบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (Problem-solving) ในตัวบทเรียนจะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนและแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้นๆ ประโยชน์ที่เห็นได้ชัดเจน คือ การลดค่าใช้จ่ายและการลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ในการเรียนรู้ในสถานการณ์จริง [2][4][5][11]

บทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภทนี้ จะออกแบบเพื่อเสนอเนื้อหาและการสร้างสถานการณ์ เพื่อแสดงลำดับขั้นตอนต่างๆ และเงื่อนไขการทำงานของสิ่งที่จำลอง เพื่อลดความเป็นนามธรรมและเป็นสิ่งที่เข้าใจยากให้เป็นรูปธรรม สิ่งที่ต้องอาศัยจินตนาการสูงให้เป็นโดยประจักษ์ เนื้อหาที่มีความซับซ้อนให้เข้าใจง่ายขึ้น หรือมีอันตรายที่ไม่สามารถเข้าไปศึกษาในเหตุการณ์จริง เช่น โครงสร้างของอะตอม หลักการยุบของวงจร การย้ายที่ของอิเล็กตรอนทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตย์ และอื่น ๆ บทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภทนี้มีจำนวนน้อย เนื่องจากมีความยากในการออกแบบและผู้พัฒนาจำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องที่จะจำลองเป็นอย่างดี ต้องใช้ทักษะในการเขียนโปรแกรมขั้นสูง และจะต้องมีทักษะในการเขียนโปรแกรมแสดงผลให้เหมือนจริง จึงทำให้การพัฒนาบทเรียนประเภทนี้ทำได้ยากและใช้งบประมาณสูง จึงทำให้มีจำนวนน้อย

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการตามกระบวนการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งมีขั้นการดำเนินงานดังนี้

5.1 ศึกษาข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ประกอบไปด้วย 1. ศึกษาหลักสูตรเนื้อหาการปรับพื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ คำอธิบายวิชาและจุดประสงค์ของรายวิชา 2. ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลักการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต 3. ศึกษาหลักการออกแบบการเรียนการสอน ได้แก่ รูปแบบการออกแบบบทเรียนแบบสื่อมัลติมีเดีย รูปแบบการทดสอบแบบเลือกตอบ

5.2 ออกแบบแผนการทดลอง

การวิจัยเชิงทดลองผู้วิจัยได้กำหนดแบบแผนการทดลองโดยใช้รูปแบบ One Group Pretest – Posttest Design โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แผนการทดลอง One Group Pretest-Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อนเรียน	การทดลอง	สอบหลังเรียน
E	T_1	X	T_2

5.3 กำหนดประชากรและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักศึกษาระดับปริญญาตรีแรกรับเข้า ปีการศึกษา 2553 สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ (หลักสูตร 2 ปี และ หลักสูตร 3 ปี) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

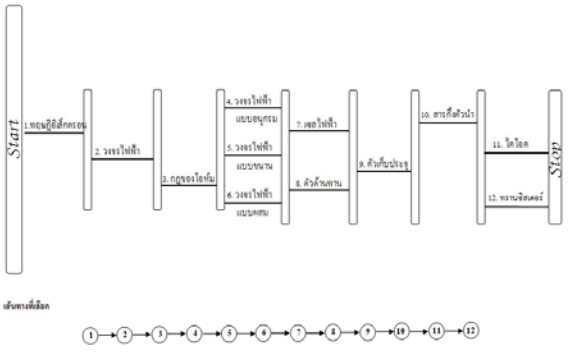
กลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาในการวิจัยได้จากการนำคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มประชากรทั้งหมด 70 คนมาเรียงลำดับจากมากไปน้อยแล้วคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการแยกลำดับที่เลขคู่และเลขคี่เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีค่าคะแนนกระจายเท่า ๆ กันทั้ง 2 กลุ่ม จากนั้นเจาะจงเลือกกลุ่มตัวอย่างมา 1 กลุ่ม จำนวน 35 คน แต่มีผู้เรียนบางส่วนไม่สามารถมาเรียนตามแผนการทดลองได้จึงตัดออก เหลือกลุ่มทดลองเพียง 30 คน

5.4 พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการพัฒนาเครื่องมือ ผู้วิจัยได้เลือกใช้รูปแบบการสอนแบบสื่อมัลติมีเดีย โดยมีขั้นตอนดังนี้

5.4.1 ทำการวิเคราะห์เนื้อหาโดยใช้แผนภูมิประการังได้ขอบเขตเนื้อหาในการวิจัยทั้งหมด 12 บทเรียน

5.4.2 ออกแบบเนื้อหา ประกอบด้วยการประเมินความสำคัญของเรื่อง โดยใช้ Topic Evaluation Sheet วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ในแบบฟอร์มวิเคราะห์จุดประสงค์ (Objective Analysis Listing Form) ได้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจำนวน 90 ข้อ จัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหา โดยใช้ Network Diagram วิเคราะห์เนื้อหาตามโครงสร้างบทเรียนและวัตถุประสงค์ เสนอผู้เชี่ยวชาญประเมินและนำผลมาปรับปรุงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนผังโครงสร้างบทเรียน

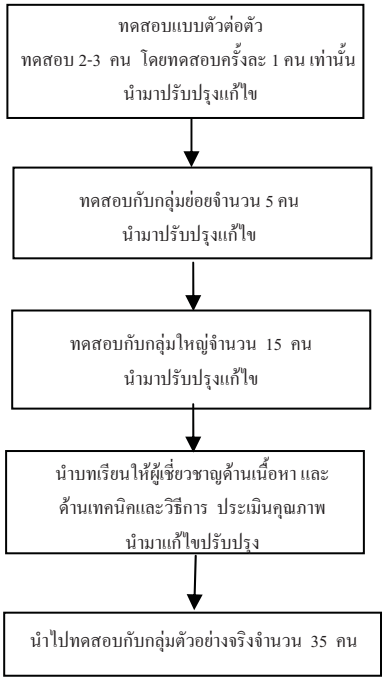
5.4.3 สร้างแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของบทเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 266 ข้อ ตามวัตถุประสงค์ของเนื้อหา เขียนลงในแบบฟอร์มดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านประเมินเพื่อปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมและตัดข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ออกเหลือข้อสอบทั้งหมด 248 ข้อ นำแบบทดสอบฉบับร่างที่ปรับปรุงแล้วนำมาทดลองกับกลุ่ม 30 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาที่ผ่านการเรียนปรับพื้นในเรื่องพื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาแล้ว เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวนทั้งหมด 190 ข้อ มีช่วงคะแนนระดับความยากง่ายอยู่ในช่วงระหว่า 0.34 – 0.71 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วงระหว่า 0.42 – 0.92 เป็นช่วงคะแนนที่ยอมรับได้ ส่วนค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.985 จัดว่าอยู่ในระดับดี และทำการแบ่งข้อสอบเป็น 2 ชุดสำหรับวัดประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ตามแบบแผนการทดลอง

5.4.4 ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย โดยการออกแบบหน้าจอของบทเรียน เริ่มตั้งแต่กำหนดความละเอียดของภาพ แบบตัวอักษร คำอธิบาย ภาพแบบปุ่มสำหรับใช้งานบทเรียน รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา เลือกซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการสร้าง ได้แก่ โปรแกรม Adobe Photoshop CS สำหรับตกแต่งภาพ Macromedia Flash สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สร้างเอนิเมชั่น วิดีโอ และสื่อจำลองสถานการณ์ โดยนำเนื้อหาที่ได้ผ่านการตรวจปรับและแก้ไขแล้วมาสร้างเป็นบทเรียน ดังภาพที่ 1

5.4.5 การตรวจสอบคุณภาพของบทเรียน โดยการสร้างแบบประเมินในรูปแบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ ทั้งในด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค ประยุกต์จากแบบประเมินคุณภาพสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาของเยาวลักษณ์ [9] และทำการปรับปรุงแก้ไขเนื้อหาบางส่วนเพื่อความสอดคล้องของบทเรียนแล้วนำแบบประเมิน ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบพิจารณา แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปใช้



ภาพที่ 2 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมบนอินเทอร์เน็ต เรื่อง พื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์



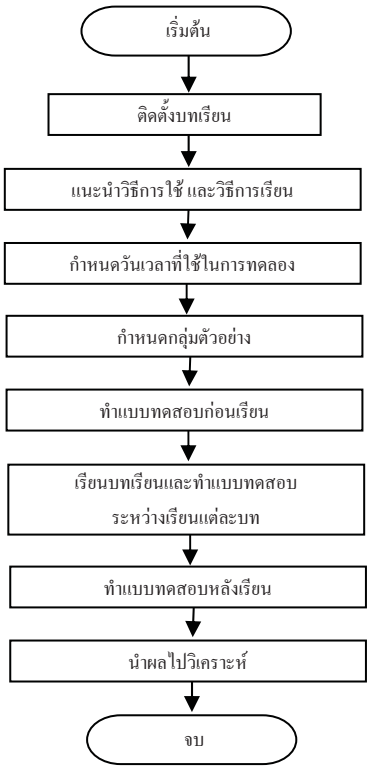
ภาพที่ 3 การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต เรื่อง พื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

5.4.6 การนำบทเรียนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นแรกรับเข้า ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมภาคเรียนที่ 1/2553 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Evaluation) โดยคัดกลุ่มตัวอย่าง 3 คน แล้วนำไปทดลองกับกลุ่มเล็ก (Small Group Evaluation) จำนวน 5 คน ที่ไม่ซ้ำกับกลุ่ม

ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง แล้วปรับปรุงแก้ไขในปัญหาที่พบ จากนั้นนำไปทดลองภาคสนาม (Field Trial Evaluation) จำนวน 15 คน ซึ่งรวมถึงกลุ่มทดลองเดียวกันกับขั้น Small Group Evaluation จำนวน 5 คน ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำบทเรียนให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ แล้วปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนนำไปใช้

5.4 การทดลองใช้และเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองใช้บทเรียนและเก็บรวบรวมข้อมูล ประเมินความรู้ผู้เรียนก่อนการเรียน (Pretest) หลังจากนั้นให้ ใช้บทเรียนควบคู่กับการเรียนในชั้นเรียนปกติ โดยให้นักศึกษาลงทะเบียนเข้าใช้บทเรียน โดยศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมจากบทเรียน และทำแบบทดสอบท้ายบทแต่ละบท จนครบทั้ง 12 บท เป็นเวลา 4 สัปดาห์ และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Posttest) ซึ่งเป็นชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นทำการวิเคราะห์คะแนนเพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้



ภาพที่ 4 การทดลองใช้และเก็บข้อมูล

6. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการนำบทเรียน ให้กลุ่มตัวอย่างได้ศึกษาเนื้อหา เพื่อนำคะแนนทดสอบท้ายบทเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียนมาคำนวณค่าหาประสิทธิภาพของบทเรียน ดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลคะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียนและหลังเรียน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	SD	ร้อยละ
แบบทดสอบท้ายบทเรียน (E1)	120	100	7.11	83.05
แบบทดสอบหลังเรียน (E2)	90	59.93	7.52	84.37

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าคะแนนของบทเรียนมีสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 จัดว่าเป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 3 ผลคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	SD	t
ก่อนเรียน	30	90	35.50	9.20	19.56
หลังเรียน	30	90	59.93	7.52	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, df = 29, t = 1.699

จากตารางที่ 3 เมื่อนำคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบกันพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จึงสรุปได้ว่าบทเรียนมีประสิทธิเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้และผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรือกล่าวได้ว่าหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตการปรับพื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แล้ว ผู้เรียนมีความรู้มากขึ้น ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

7. อภิปรายผล

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบจำลองสถานการณ์บนอินเทอร์เน็ต เรื่อง พื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ด้วยเหตุผลดังนี้

ประการแรก การสร้างและพัฒนาบทเรียนดำเนินการตามขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนอย่างเป็นระบบ โดยการศึกษาข้อมูล วิเคราะห์เนื้อหา กำหนดวัตถุประสงค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้สอดคล้องกับระดับความรู้ของผู้เรียนและการเรียนการสอนในหลักสูตรของภาควิชา ทุกขั้นตอนได้ผ่านการตรวจสอบ แนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนการสอน ทั้งในด้านเนื้อหา และด้านเทคนิค ทำให้ได้เนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ตามหลักสูตร

ประการที่สอง ในการสร้างและพัฒนาบทเรียน นำเสนอเนื้อหาโดยใช้รูปภาพและภาพเคลื่อนไหวเพื่อเร้าความสนใจผู้เรียน มีอิสระในการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนของกาเย่ [7] ที่ว่าบทเรียนต้องมีการเร้าความสนใจเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ ด้วยภาพ สี และเสียง ถ่ายทอดความรู้ตามลำดับความยากง่ายของเนื้อหา ความสอดคล้องกับระดับความรู้ของผู้เรียน การจัดให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน อินเทอร์เน็ตสามารถคำนวณและประเมินผลคะแนนซึ่งทำให้ผู้เรียนทราบผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบได้ทันที ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น สนใจเนื้อหาซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ สกินเนอร์ [10] ที่ว่าผู้เรียนจะเกิดกำลังใจ ต้องการเรียนต่อเมื่อได้รับการเสริมแรงที่เหมาะสม การได้รู้คำตอบ เป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจตอบปัญหาใหม่ต่อไป

ประการที่สาม การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้แน่ใจว่าได้ผลดีตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จึงนำไปทดลองใช้จริง สอดคล้องกับการทดลองใช้ของตวงรัตน์ [6] กล่าวว่า ขั้นตอนการทดลองใช้มีความสำคัญ นักออกแบบต้องทำการประเมินโดยอาศัยผู้เรียน เพื่อที่จะได้นำข้อบกพร่องต่าง ๆ ของสื่อหรือวัสดุที่ได้ออกแบบมาปรับปรุงแก้ไข ทำให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบจำลองสถานการณ์บนอินเทอร์เน็ตที่มีประสิทธิภาพและมีผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิทางการเรียนรู้ของผู้เรียนอีกด้วย

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

ประการแรก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบจำลองสถานการณ์บนอินเทอร์เน็ต เรื่อง พื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สามารถนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนปรับพื้นฐานให้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีแรกรับเข้าในปีต่อ ๆ ไป หรือผู้ที่สนใจได้ศึกษาหาความรู้ได้ตามต้องการ

ประการที่สอง ยังมีวิชาปรับพื้นฐานอีกหลายวิชาที่ต้องใช้เวลาในการถ่ายทอดค่อนข้างมาก เช่นวิชาคณิตศาสตร์ การเขียนโปรแกรมขั้นพื้นฐาน ซึ่งล้วนแล้วต้องใช้เวลาในการอธิบาย ต้องการตัวอย่างที่ค่อนข้างเป็นรูปธรรม การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการปรับพื้นฐานในวิชาเหล่านี้ถือว่าจำเป็นอย่างยิ่ง ถือเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดข้อจำกัดของเวลา ลดการใช้จินตนาการในการเรียนลดภาระของอาจารย์ผู้สอนตามหลักสูตรในการทบทวนปรับพื้นความรู้ก่อนเรียน เพื่อนักเรียนและอาจารย์สามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนได้บรรลุตามเป้าหมาย

8.2 ข้อเสนอแนะเพื่องานวิจัยครั้งต่อไป

ประการแรก ควรศึกษาผลสัมฤทธิทางการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบจำลองสถานการณ์บนอินเทอร์เน็ตกับรายวิชาปรับพื้นฐาน อื่น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนต่อไป

ประการสอง ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรอื่นต่อการปรับพื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบจำลองสถานการณ์บนอินเทอร์เน็ต เช่น การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนควบคู่ในชั้นเรียนกับกลุ่มควบคุมที่เรียนในชั้นเรียนปกติ และ ความคงทนในการเรียนรู้ เมื่อเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบจำลองสถานการณ์บนอินเทอร์เน็ตแล้วและเจตคติของผู้เรียนต่อการเรียนรู้หรือการศึกษาด้วยตนเองด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

9. เอกสารอ้างอิง

[1] มนต์ชัย เทียนทอง. เอกสารประกอบการสอนวิชา มัลติมีเดียและไฮเปอร์มีเดีย. ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544.

[2] ทักษิณา สวนานนท์. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. องค์การค้าคุรุสภา, 2530.

[3] เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. “การเรียนการสอนรายบุคคล แก้ปัญหาการศึกษาอย่างไร.” สรุปบทความเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ, 2548.

[4] ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง, คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ดวงกมลโพรดักชั่น, 2541.

[5] กิดานันท์ มะลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

[6] ดวงรัตน์ ศรีวงษ์คล. “หลักการออกแบบและประเมิน.” ศูนย์ผลิตตำราเรียน : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคเหนือ, 2549.

[7] หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของกาเย่ . [Online]. Available from : http://www.thaicai.com/articles/cai4.html. [2009, June 17].

[8] ปรัชญนันท์ นิลสุข. E-Learning. [Online]. Available from : http://members.fortunecity.com/prachyanun. [2009,17].

[9] เยาวลักษณ์ เตียรณบรรจง. “ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา. ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2544

[10] Skiner,B.F. The Art of teaching End the Science of Learning.(Harv. Educa. Rex.24,1954) : 1954

[11] Simonson, Michael R. and Thompson. Ann. Educational Computing Foundations. New York : Merill, 1994.

[12] Carlson, N. R. (1993). Psychology: The science of behavior. 4th ed. Boston: Allyn & Bacon.

[13] Camplese, C., and K. Camplese. Web-Based Education. [Online]. Available from http://www.higherweb.com/497/(1998). [2002, June 21].

การวิจัยและพัฒนาต้นแบบชุดสาธิตการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์โหมดกระแส

Research and Development of a Prototype for Demonstrative Design of Current-Mode Electronic Circuits

วินัย ใจกล้า[1], ภมร ศิลาพันธ์[2], ไชยันต์ ชนะพรมมา[2], มนตรี ศิริปรัชญานันท์[3]

[1]สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
[2]โปรแกรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
[3]ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
winai.ja@ssru.ac.th[1], mts@kmutnb.ac.th[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบชุดสาธิตการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์โหมดกระแส สำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์และออกแบบวงจรวิธีดำเนินการวิจัย เริ่มต้นจากการศึกษาทฤษฎีและคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์และวงจรในโหมดกระแส จากนั้นจึงได้สังเคราะห์และออกแบบวงจรขึ้นมา โดยชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยเนื้อหาจำนวน 9 เรื่อง ได้แก่ วงจรขยายสัญญาณกระแส วงจรจำลองค่าความต้านทาน วงจรจำลองค่าความเหนี่ยวนำ วงจรคูณ/หารสัญญาณกระแส วงจรกำเนิดสัญญาณซายน์ วงจรกรองความถี่ วงจรกำเนิดสัญญาณสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยม วงจร PWM วงจรเรียงกระแส พร้อมกับคู่มือการใช้งาน หลังจากที่ได้วงจรทั้งหมดแล้วได้นำวงจรเหล่านั้นไปทดสอบสมรรถนะเบื้องต้นด้วยการจำลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม PSpice เมื่อได้สมรรถนะของวงจรตามที่ต้องการแล้วจึงนำวงจรทั้งหมดไปสร้างขึ้นจริงโดยใช้ไอซีสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายภายในประเทศ จากนั้นได้นำชุดสาธิตไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบและประเมินผล ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่กำลังเรียนวิชาการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์มาในช่วงปลายภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 24 คน

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิต ในด้านความเหมาะสมของวัตถุประสงค์ เนื้อหาวิชา กิจกรรมการสาธิต พบว่า ชุดสาธิตมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดสาธิตประกอบอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14

คำสำคัญ: ชุดสาธิต วงจรอิเล็กทรอนิกส์ โหมดกระแส

Abstract

The purpose of this study is to develop a prototype for demonstrative design of current-mode electronic circuits for education concerning with analysis and design of electronic circuits. The research is carried out as follows: First, the theories concerning with current-mode devices and circuits are studied. After that, the corresponding circuits are

synthesized and designed. The demonstration set is composed of 9 subjects, which are current amplifier, resistance simulator, inductance simulator, current multiplier/divider, sinusoidal oscillator, filter, triangular/square wave generator, pulse width modulator and current rectifier, including the demonstrative manual. After obtaining all circuits, they were elementarily performance tested by PSpice simulation program. Subsequently, all the circuits have been practical implemented employing commercially available integrated circuits. The demonstrative set is then inspected and evaluated by 3 corresponding experts. The demonstrative set is tried out to the 20 Bachelor's degree students registered electronic circuit design in department of teacher training in electrical engineering, faculty of technical education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, on second semester, academic year of 2009.

The results obtained from 3 experts for suitability of objectives, contents and demonstrative activities are found that the demonstrative set is in most suitable level, which average value is 4.56. For the impressibility offering from the students to the demonstrative set is in much agree level, which average value is 4.14.

Keywords: Demonstrative design, Electronic circuit, Current-mode.

1. บทนำ

ในทศวรรษที่ผ่านมา มีความต้องการที่จะลดแรงดันไฟเลี้ยงของระบบและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องมาจากความนิยมในปัจจุบันที่มักออกแบบและผลิตให้ผลิตภัณฑ์ทางอิเล็กทรอนิกส์นั้น มีขนาดเล็กสามารถพกพาได้ โดยมีแบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง จากเหตุผลที่มีความจำเป็นในการต้องการลดแรงดันไฟเลี้ยงลง เทคนิคการทำงานในโหมดกระแสเป็นเทคนิคหนึ่งที่เหมาะสมกับความต้องการดังกล่าว มากกว่าการทำงานในโหมดแรงดันแบบเดิม นอกเหนือจากนี้แล้ว วงจรที่มีการทำงานในโหมดกระแสยังมีลักษณะเด่นกว่าโหมดแรงดันหลายประการ ยกตัวอย่างเช่น มีพิสัยพลวัตกว้างกว่า ตอบสนองต่อความถี่ในย่านกว้างกว่า มีความเป็นเชิงเส้นกว้างกว่า โครงสร้างของวงจรน้อยกว่าเมื่อเทียบกับหน้าที่ของวงจรเดียวกัน และบริโภคกำลังไฟฟ้าต่ำกว่า [1-2] ดังนั้นจึงเห็นได้ว่า มีการนำเสนอการออกแบบและสังเคราะห์วงจรที่มีการทำงานในโหมดกระแสอย่างมากมาย โดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายประเภท ที่สามารถทำงานได้ในโหมดกระแส เช่น วงจรขยายค่าความนำถ่ายโอน (Operational Transconductance Amplifier, OTA) วงจรสายพานกระแส (Current conveyor) วงจรขยายกันชนผลต่างกระแส (Current differencing buffered amplifier, CDBA) วงจรขยายป้อนกระแส (Current feedback amplifier, CFA) เป็นต้น ในบรรดาอุปกรณ์ในโหมดกระแสที่ได้กล่าวมาข้างต้น วงจรขยายป้อนกระแสและวงจรขยายค่าความนำถ่ายโอนเป็นอุปกรณ์ที่ได้รับความนิยมมากเพราะอุปกรณ์ทั้งสองได้ถูกผลิตอยู่ในรูปของวงจรรวม (IC)

จากการที่กระทรวงศึกษาธิการได้มีแผนพัฒนามาตรฐานในส่วนของการอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา ที่ต้องมีความสอดคล้องกับความต้องการตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ โดยที่มุ่งผลิตและพัฒนาแรงงานระดับผู้ชำนาญการเฉพาะสาขาอาชีพ และต้องการให้ผู้เรียนมีสมรรถนะในการประกอบอาชีพ มีความรู้เต็มภูมิปฏิบัติได้จริง โดยที่สามารถบูรณาการความรู้และประยุกต์ใช้ในงานอาชีพให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ฉะนั้นเพื่อให้ผู้เรียนมีสรรถนะดังที่กล่าวมาผู้เรียนจำต้องเรียนทั้งทางด้านทฤษฎีควบคู่กับการปฏิบติ โดยในการเรียนวิชาปฏิบัติจะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการทำงาน สื่อการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ที่ได้รับความนิยมได้แก่ชุดสาธิต (Demonstration set) โดยชุดสาธิตที่ดีจะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนอย่างเป็นรูปธรรม ลดจินตนาการและส่งเสริมให้เกิดกิจกรรมระหว่างผู้เรียน และผู้สอนในระหว่างการสอนด้วย [3]

การเรียนการสอนในสาขาอิเล็กทรอนิกส์นั้น วิชาการวิเคราะห์และออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ถือเป็นวิชาหลักในระดับอุดมศึกษา โดยอุปกรณ์หลักที่นำมาใช้ในการสอนในรายวิชานี้ก็คือ ออปแอมป์ ซึ่งข้อด้อยของออปแอมป์ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ยิ่งไปกว่านั้นเมื่อนำออปแอมป์ไปออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์โครงสร้างวงจรค่อนข้างจะซับซ้อน จึงยากต่อการวิเคราะห์วงจรเพื่อให้ได้มาซึ่งสมการคุณสมบัติของวงจร หากเปรียบเทียบวงจรลักษณะเดียวกันในโหมดกระแสแล้ววงจรในโหมดกระแสจะมีความซับซ้อนน้อยกว่า และมีอุปกรณ์น้อยกว่าด้วย จากการสอบถามและสำรวจแนวการสอนของอาจารย์ทั้งในระดับอุดมศึกษาที่สอนเกี่ยวกับวิชาการวิเคราะห์และออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์พบว่า อาจารย์ที่สอนในมหาวิทยาลัยบางส่วนยังไม่รู้จักวงจรและอุปกรณ์ในโหมดกระแส ในขณะที่บางส่วนก็มีความรู้และเข้าใจในวงจรและอุปกรณ์เหล่านี้อยู่บ้าง แต่ไม่ได้นำความรู้ดังกล่าวไปสอนนักศึกษา ทั้งที่อาจารย์เห็นว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่จะนำเทคโนโลยีทางด้านการวิเคราะห์และออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่ไปถ่ายทอดให้กับนักศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากยังขาดใบเนื้อหาและสื่อการสอนที่จำเป็น อีกทั้งยังพบว่าชุดสาธิตการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในโหมดกระแสยังมีจำนวนน้อยและราคาค่อนข้างแพง อีกทั้งต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ

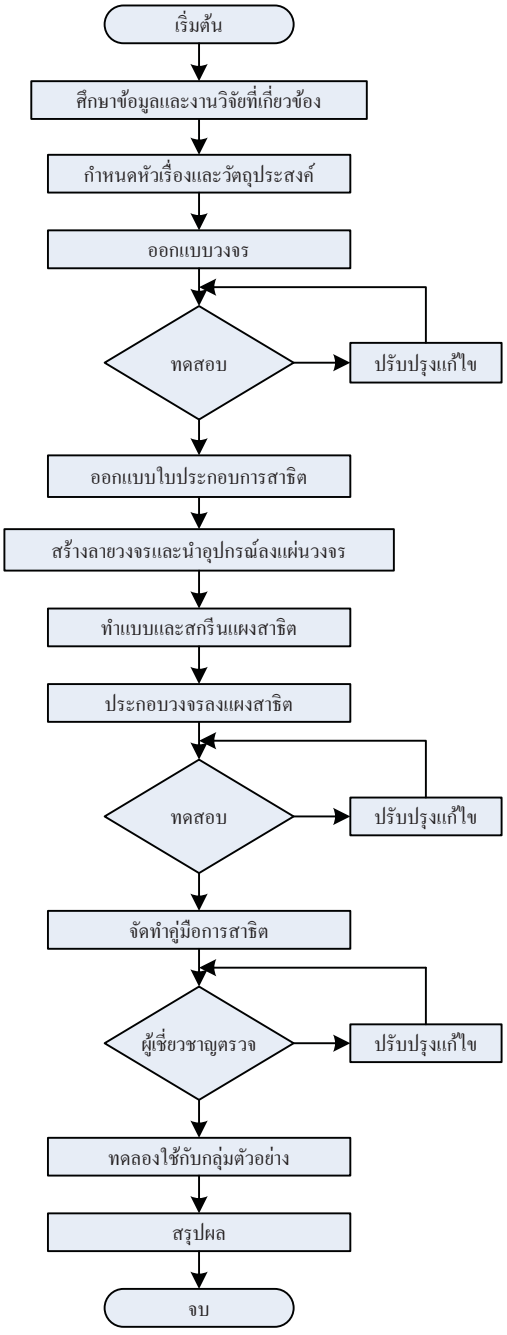
บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบชุดสาธิตการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์โหมดกระแส สำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอนเพื่อเป็นการเพิ่มขีดความสามารถให้กับผู้เรียนและผู้สอน และช่วยลดงบประมาณที่ต้องสูญเสียไปในการสั่งซื้อ เนื่องจากต้นแบบชุดสาธิตที่ทำขึ้นนั้นมีจุดมุ่งหมายคือต้องการที่จะสร้างให้มีราคาถูก ซ่อมแซมได้ง่ายและมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะใช้ในการเรียนการสอน

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

การสร้างชุดสาธิตการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์โหมดกระแส มีขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานแสดงดังภาพที่ 1

2.1 ศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาการทำงานและจุดเด่นของอุปกรณ์แอคทีฟที่จะนำมาใช้สร้างชุดสาธิต ได้แก่ OTA และ CFA รวมถึงทฤษฎีเบื้องต้นของวงจร ได้แก่ วงจรขยายสัญญาณกระแส วงจรจำลองค่าความต้านทาน วงจรจำลองค่าความเหนี่ยวนำ วงจรคูณ/หารสัญญาณกระแส วงจรกำเนิดสัญญาณซายน์ วงจรกรองความถี่ วงจรกำเนิดสัญญาณสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยม วงจร PWM วงจรเรียงกระแส



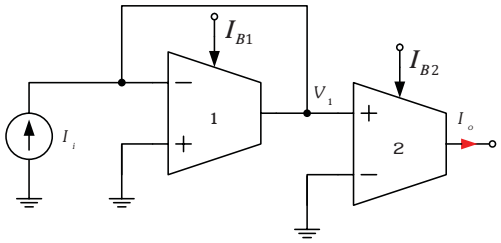
ภาพที่ 1 ขั้นตอนดำเนินงานวิจัย

2.2 กำหนดหัวเรื่องและวัตถุประสงค์

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์และวงจรในโหมดกระแส พบว่าอุปกรณ์ในโหมดกระแสที่ถูกผลิตให้อยู่ในรูปของวงจรรวมและได้รับความนิยมได้แก่ วงจรขยายความนำถ่ายโอนเบอร์ LT1228 และวงจรขยายป้อนกลับกระแสเบอร์ AD844 ดังนั้นในชุดสาธิตจะใช้อุปกรณ์ทั้งสองตัวเป็นอุปกรณ์หลัก ในการกำหนดหัวเรื่องจะให้ครอบคลุมวงจรพื้นฐานในระบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีทั้งหมด 9 เรื่อง ดังนี้ วงจรขยายสัญญาณกระแส วงจรจำลองค่าความต้านทาน วงจรจำลองค่าความเหนี่ยวนำ วงจรคูณ/หารสัญญาณกระแส วงจรกำเนิดสัญญาณซายน์ วงจรกรองความถี่ วงจรกำเนิดสัญญาณสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยม วงจร PWM วงจรเรียงกระแส จากนั้นจึงกำหนดวัตถุประสงค์ของแต่ละเรื่อง

2.3 สังเคราะห์และออกแบบวงจร

เพื่อให้การสาธิตบรรลุตามจุดประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อที่ผ่านมา จึงได้ทำการสังเคราะห์และออกแบบวงจรที่ใช้ในการสาธิตโดยใช้วงจรขยายความนำถ่ายโอนเบอร์ LT1228 และวงจรขยายป้อนกลับกระแสเบอร์ AD844 เป็นอุปกรณ์หลัก เมื่อออกแบบวงจรทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ในขั้นแรกจะทดสอบการทำงานวงจรด้วยโปรแกรม PSpice จากนั้นนำอุปกรณ์มาประกอบวงจรบน Protoboard ทีละวงจรและทำการทดสอบการทำงานและต้องมีการปรับเปลี่ยนค่าของอุปกรณ์ที่อาจจะคลาดเคลื่อนไปตามความเหมาะสมเพื่อให้ได้ผลการทดลองตามต้องการ ตัวอย่างวงจรขยายกระแสที่ใช้ OTA แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 วงจรขยายสัญญาณกระแสแบบไม่กลับเฟสที่ใช้ OTA

2.4 ออกแบบใบประกอบการสาธิต

เมื่อกำหนดหัวเรื่องและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและได้ออกแบบวงจรแล้ว ต่อมาจึงนำวงจรเหล่านั้นมาออกแบบใบประกอบการสาธิต โดยที่ใบประกอบการสาธิตที่ออกแบบนั้นจะบอกไว้ว่าสาธิตหัวข้อเรื่องอะไร มีวัตถุประสงค์ มีอุปกรณ์ที่จะใช้ในการสาธิต และมีขั้นตอนการสาธิต โดยที่ขั้นตอนในการสาธิตนั้นจะแบ่งออกเป็นข้อย่อยๆ แล้วบอกไว้ด้วยว่าต้องทำการสาธิตอย่างไร

2.5 สร้างลายวงจรพิมพ์และแผงสาธิต

เมื่อวงจรสามารถทำงานได้ถูกต้องตามต้องการแล้ว จึงทำการเขียนลายวงจรพิมพ์บนโปรแกรม Protel เพื่อออกแบบลายวงจรพิมพ์จากนั้นจึงนำลายวงจรพิมพ์ที่ออกแบบไปทำการกัดปริ๊นซ์ แล้วนำอุปกรณ์ประกอบลงบนลายวงจรพิมพ์และทำการทดสอบทีละวงจรอีกครั้ง จึงนำวงจรมาเขียนแบบโดยใช้โปรแกรม Visio วาดตามขนาดที่ออกแบบไว้ โดยจะทำการกำหนดขนาดให้มีขนาดเท่ากับกระดาษ A3 จากนั้นนำแบบที่ได้พิมพ์ลงกระดาษในกระดาษไขเพื่อนำไปเป็นแบบในการทำซิลสกรีน

2.6 จัดทำคู่มือการสาธิต

คู่มือการสาธิตเป็นคู่มือประกอบการสอนของผู้สอนสำหรับเป็นแนวทางในการใช้งานชุดสาธิต ในคู่มือการสาธิตจะประกอบด้วย

ก) วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักศึกษามีความสามารถในเรื่องที่สาธิตที่ได้กำหนดไว้เป็นหัวข้อเรื่องที่ทำการสาธิต

ข) อุปกรณ์ในการสาธิต ในการสาธิตจะต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมในการสาธิต ซึ่งหัวข้อนี้จะบอกถึงอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมในการสาธิต เพื่อสะดวกและประหยัดเวลาต่อผู้สอนที่จะทำการเตรียมอุปกรณ์ในการสาธิต

ค) ขั้นตอนการสาธิต การสาธิตในแต่ละเรื่องพร้อมทั้งเขียนขั้นตอนในการสาธิตตั้งแต่เริ่มจนสิ้นสุดการสาธิต และได้ทำการบันทึกผลการสาธิตในแต่ละเรื่อง เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนในการทำการสาธิตกับผู้เรียน

2.7 ประเมินชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ

ประเมินชุดการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นได้แก่ ชุดสาธิต ใบประกอบการสาธิต คู่มือการสาธิต ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ในด้านความเหมาะสมของวัตถุประสงค์ เนื้อหาวิชา กิจกรรมการเรียนการสอน ผล

การประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิตจะแสดงในหัวข้อที่ 3

2.8 ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

การทดลองเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจะใช้กลุ่มตัวอย่างเดียวที่เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่กำลังเรียนวิชาการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์มาในช่วงปลายภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 24 คนดังภาพที่ 3 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก) นัดกลุ่มตัวอย่างล่วงหน้า

ข) ปฐมนิเทศแนะนำชี้แจงวัตถุประสงค์ในการเรียนและการวิจัยในครั้งนี้

ค) สอนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ชุดสาธิตที่สร้างขึ้น

ง) หลังจากเรียนครบทั้ง 9 หัวข้อเรื่อง ให้นักศึกษากรอกแบบประเมินความพึงพอใจ



ภาพที่ 3 การทดลองเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

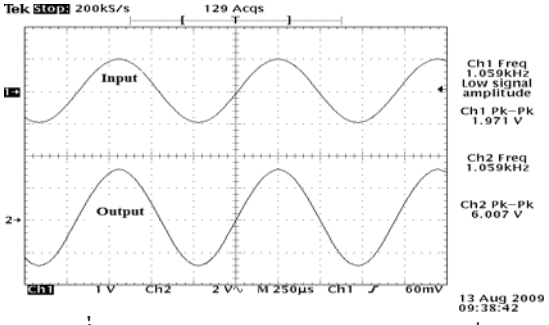
3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการทดสอบวงจรของแต่ละชุดสาธิต

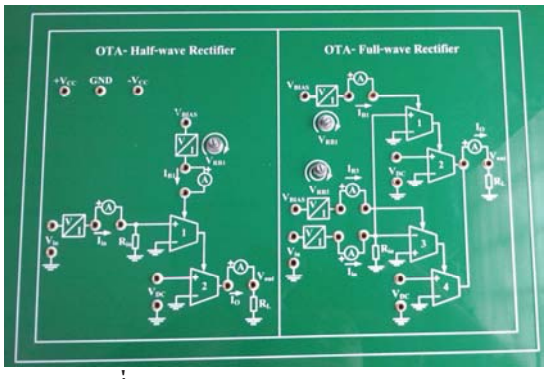
ในการทดสอบการทำงานของวงจรที่ได้สังเคราะห์และออกแบบไว้ จะทดสอบด้วยการจำลองโดยใช้โปรแกรม PSpice และการทดลองวงจรจริง ในส่วนของวงจรขยายความนำถ่ายโอนที่ใช้ในการจำลองจะใช้ Macro model ของ OTA เบอร์ LT1228 ส่วนวงจรขยายป้อนกลับกระแสเบอร์ จะใช้ Macro model ของ CFA เบอร์ AD844 ทั้งการจำลองและการทดลองจะป้อนไฟเลี้ยงวงจรเท่ากับ $\pm 12V$ ผลการจำลองและการทดลอง พบว่าวงจรที่ได้ออกแบบไว้ในแต่ละชุดสาธิตทำงานได้สอดคล้องตามที่คาดการณ์ไว้ในทฤษฎี ตัวอย่างผลการทดสอบวงจรขยายกระแสที่ใช้ OTA แสดงดังภาพที่ 4

3.2 ผลการสร้างชุดสาธิต

ผลการสร้างชุดสาธิตการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์โหมดกระแส จะได้แผงสาธิตจำนวน 14 แผง โดยแต่ละแผงจะมีพื้นหลังเป็นสีเขียวและมีตัวอักษรบนแผงหน้าปัดเป็นสีขาว ตัวอย่างแผงหน้าปัดชุดสาธิตวงจรเรียงสัญญาณ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 4 ผลการทดสอบวงจรขยายสัญญาณกระแสที่ใช้ OTA



ภาพที่ 5 แผงหน้าปัดชุดสาธิตวงจรเรียงสัญญาณ

3.3 ผลการประเมินชุดชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ

หลังจากที่นำชุดสาธิตที่สร้างขึ้นได้แก่ คู่มือการสาธิต ใบประกอบการสาธิต แผงสาธิต ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบ ในด้านความเหมาะสมของวัตถุประสงค์ เนื้อหาวิชา กิจกรรมการสาธิต ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิตแสดงดังตารางที่ 1 พบว่าค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ 4.56 ซึ่งมีความเห็นด้วยมากที่สุด

3.4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน

หลังจากที่ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินชุดสาธิตแล้วจึงได้นำชุดสาธิตมาทำการปรับปรุง จากนั้นก็นำชุดสาธิตไปใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะ

ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่กำลังเรียนวิชาการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในช่วงปลายภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 24 คน จากนั้นได้ให้นักศึกษาที่ผ่านกระบวนการเรียนการสอนโดยชุดสาธิต ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นในด้านการเรียนการสอน ด้านชุดสาธิต เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดสาธิต ปรากฏผลดังตารางที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ 4.14 ซึ่งมีความเห็นด้วยมาก

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดสาธิต

ข้อคำถาม	$\overline{X}$	S.D.	การแปลผล
1. สามารถแสดงการทำงานได้ชัดเจน	4.67	0.58	เห็นด้วยมากที่สุด
2. วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้สร้างเหมาะสมกับชุดสาธิต	5	0	เห็นด้วยมากที่สุด
3. สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก	3.67	0.58	เห็นด้วยมาก
4. รูปแบบ ขนาดและน้ำหนักเหมาะสม	4	0	เห็นด้วยมาก
5. แข็งแรงและทนทาน	4.33	0.58	เห็นด้วยมาก
6. มีความปราณีต	4.67	0.58	เห็นด้วยมากที่สุด
7. ถูกต้อง มีคุณค่าทางวิชาการ	5	0	เห็นด้วยมากที่สุด
8. สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียน	4.67	0.58	เห็นด้วยมากที่สุด
9. ความสะดวกในการทดลองใช้ชุดสาธิต	4	1	เห็นด้วยมาก
10. ความเหมาะสมในการสาธิตกับนักเรียนเป็นกลุ่ม	5	0	เห็นด้วยมากที่สุด
11. ทำงานได้เหมือนจริง	5	0	เห็นด้วยมากที่สุด
12. แสดงการทำงานแบบต่อเนื่อง	4.33	0.58	เห็นด้วยมากที่สุด
13. ปลอดภัยในการใช้งาน	5	0	เห็นด้วยมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด	**4.56**	**0.34**	**เห็นด้วยมากที่สุด**

4. สรุป

บทความวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาต้นแบบชุดสาธิตการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์โหมดกระแส สำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์และออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ผลการสร้างชุดสาธิตทั้ง 9 เรื่อง ประกอบด้วยแผงสาธิตทั้งหมด 14 แผง ซึ่งแต่ละแผงได้ทดสอบสมรรถนะแล้ว พบว่าสามารถทำงานได้สอดคล้องกับที่ได้วิเคราะห์ไว้ในทางทฤษฎี จึงเหมาะสมที่จะนำไปเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์และออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ที่ได้ตรวจสอบ ในด้านความเหมาะสมของวัตถุประสงค์ เนื้อหาวิชา กิจกรรมการสาธิต ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิต พบว่า ชุดสาธิตมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดสาธิตประกอบอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษา

ข้อคำถาม	$\overline{X}$	S.D.	การแปลผล
1. ช่วยส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดจินตนาการในการเข้าใจเนื้อหามากขึ้น	4.029	0.576	เห็นด้วยมาก
2. หลังจากจบการสาธิตท่านได้รับความรู้เพิ่มขึ้นจากเดิม	4.294	0.523	เห็นด้วยมาก
3. ภาพวงจรและตัวอักษรมีขนาดและสีสันเห็นได้ชัดเจน	4.205	0.729	เห็นด้วยมาก
4. เวลาที่ใช้สาธิตมีระยะเวลาที่เหมาะสม	4.236	0.605	เห็นด้วยมาก
5. สีสันที่ใช้มีความเด่นชัดและเหมาะสมน่าสนใจ	3.852	0.702	เห็นด้วยมาก
6. ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งของวงจรและอุปกรณ์ต่างๆ ในแต่ละส่วนแผงสาธิต	4.235	0.553	เห็นด้วยมาก
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด	**4.14**	**0.61**	**เห็นด้วยมาก**

5. เอกสารอ้างอิง

[1] C. Toumazou, F. J. Lidgey, and D. G. Haigh, Analogue IC design: the current-mode approach, London: Peter Peregrinus, 1990.
[2] D. R. Bhaskar, V. K. Sharma, M. Monis and S. M. I. Rizvi, “New current-mode universal biquad filter,” Microelectronics Journal, vol. 30, pp. 837-839, 1999.
[3] สุนันท์ สังข์ทอง, สื่อการสอนและนวัตกรรมทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: O.S. Printing house, 2526.

การพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการเรื่องระบบการสื่อสารข้อมูลแบบแอนาล็อก โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ PESDEEP สำหรับการศึกษาระดับปริญญาตรี

Development of Laboratory Instructional Package on Analog Communication System using PESDEEP Learning Model for Undergraduate Education

วิสิฐ อุตมานนท์[1] สมศักดิ์ ธนพุทธิวิโรจน์[2] และสมศักดิ์ อรรคทิมากูล[1]

[1]ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
[2]มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น, 150 ถ.ศรีจันทร์ อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000
E-mail: ssa@kmutnb.ac.th, somsak.ta@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการเรื่องระบบการสื่อสารแบบแอนาล็อก โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ PESDEEP Model สำหรับการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม การดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ศึกษาประเด็นของปัญหาการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการระบบโทรคมนาคม, ออกแบบรูปแบบการเรียนรู้ PESDEEP, พัฒนาชุดการสอนซึ่งประกอบด้วย แผนการสอน ใบงาน ชุดทดลอง แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สุดท้ายทำการประเมินคุณภาพชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมของชุดการสอน และนำไปใช้กับกลุ่มทดลองเพื่อหาความพึงพอใจต่อชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยใช้นักศึกษาระดับปริญญาตรี แขนงวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 2/2552 จำนวน 16 คน ผลการวิจัยพบว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดี และผู้เรียนมีระดับความพึงพอใจต่อชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีคุณภาพ

คำสำคัญ : ชุดการสอนปฏิบัติการ, รูปแบบการเรียนรู้ PESDEEP, ระบบการสื่อสารแบบแอนาล็อก

Abstract

This paper presents the development of laboratory instructional package on analog communication systems in telecommunication engineering program for undergraduate education. The research operation consists of 4 steps as; to study the tend of learning and teaching problems of the telecommunication system laboratory subject, to design the PESDEEP learning model, to develop the instruction package such as lesson plan, work sheets, experimental set, exercises and test of the topics of analog communication systems, and to evaluate the quality of developed instruction package by 5 experts and the satisfaction of usage by samples who were 16 undergraduate students registered in the second semester of academic year 2009 of telecommunication engineering program at KMUTNB. Finally, the results showed that this developed instructional package had good quality and the student's satisfaction was at high level. In conclusion, the developed instructional package can be used efficacy in the teaching of telecommunication system laboratory.

Keywords: Laboratory Instructional Package, PESDEEP Learning Model, Analog Communication Systems

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทและมีความสำคัญมากในด้านอุตสาหกรรม ด้านการแพทย์ ด้านการศึกษา และด้านอื่นๆ มีมากมาย สำหรับประเทศที่กำลังพัฒนามีการตื่นตัวกันมากในการนำเอาเทคโนโลยีมาพัฒนาใช้ในการศึกษา เพื่อเพิ่มคุณภาพทางการศึกษาให้สูงมากขึ้น ซึ่งจากการศึกษาสาระสำคัญของแผนการศึกษาแห่งชาติ (2545-2559) [1] ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการศึกษามี 4 ประเด็น คือการจัดให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ การจัดการศึกษาให้ครอบคลุมการศึกษาทั้งในระบบ นอกระบบและตามอัธยาศัย เพื่อขยายโอกาสและสร้างความเท่าเทียมกันในสังคม และการพัฒนาหลักสูตรและเนื้อหาให้มีคุณภาพเหมาะสมกับท้องถิ่น ซึ่งสาระทั้งหมดเหล่านั้นล้วนจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องทั้งสิ้น ดังนั้นบุคลากรทางการศึกษาจำเป็นต้องศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับการประยุกต์เทคโนโลยีมาใช้พัฒนาและสร้างสื่อการเรียนการสอน

การจัดการเรียนการสอนทางด้านวิชาวิศวกรรมนั้นมีความสำคัญต่อการพัฒนางานด้านอุตสาหกรรมของประเทศ ดังนั้นในแต่ละสถาบันการศึกษา จึงตระหนักถึงความสำคัญในการจัดการศึกษาให้มีประสิทธิภาพ และส่งเสริมสถานศึกษาให้ความสำคัญในการสอนทางด้านวิชาวิศวกรรม เพื่อให้นักศึกษาได้มีความเข้าใจเนื้อหาทั้งด้านทฤษฎีและมีทักษะทางด้านปฏิบัติการควบคู่กันไป เพื่อให้มีความรู้ความสามารถมากพอที่จะไปแข่งขันกับผู้อื่นในตลาดแรงงานได้ นอกจากนั้นแล้วองค์ความรู้เหล่านั้นยังเป็นรากฐานที่จำเป็นในการนำไปใช้พัฒนาเทคโนโลยีในขั้นสูงต่อไป ดังนั้นภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จึงได้บรรจุวิชาปฏิบัติการระบบโทรคมนาคม ไว้ในหลักสูตรการเรียนการสอนของสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ซึ่งการเรียนการสอนในรายวิชานี้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความพร้อมทางด้านเอกสาร วัสดุอุปกรณ์ และแผนการสอน เพื่อให้การเรียนการสอนด้านปฏิบัติการนั้นมีประสิทธิภาพ ซึ่งความพร้อมทางด้านสื่อการเรียนการสอนถือเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะความสามารถตามที่สังคมต้องการ

ดังนั้นแนวทางจัดการศึกษาในวิชาปฏิบัติการโทรคมนาคมจึงควรมีการพัฒนาชุดการสอนที่นำเอานวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาที่ทันสมัยมาใช้และออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนทางด้านปฏิบัติการที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง [2] ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีกระบวนการของการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่างๆ มาใช้ช่วยแก้ปัญหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและยังสามารถช่วยให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งบทความนี้จึงได้นำเสนอแนวทางในการสร้างและพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการ เรื่องระบบการสื่อสารข้อมูลแบบแอนาล็อกสำหรับการศึกษาระดับปริญญาตรี ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการ เรื่องระบบการสื่อสารข้อมูลแบบแอนาล็อก วิชาปฏิบัติการโทรคมนาคม สำหรับการศึกษาระดับปริญญาตรี

1.1.2 เพื่อประเมินคุณภาพชุดการสอนปฏิบัติการ เรื่องระบบการสื่อสารข้อมูลแบบแอนาล็อกที่พัฒนาขึ้น

1.1.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจชุดการสอนปฏิบัติเรื่องระบบการสื่อสารข้อมูลแบบแอนาล็อกที่พัฒนาขึ้น

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 คุณภาพของชุดการสอนปฏิบัติการเรื่องระบบการสื่อสารข้อมูลแบบแอนาล็อก จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสมในระดับมาก

1.2.2 ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดการสอนปฏิบัติการ เรื่อง ระบบการสื่อสารข้อมูลแบบแอนาล็อกอยู่ในระดับมาก

ชุดการสอนปฏิบัติการ เรื่องระบบการสื่อสารข้อมูลแบบแอนาล็อก ที่พัฒนาขึ้นนี้ ผู้วิจัยคาดหวังว่าสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางเรียนที่สูงขึ้น และเป็นแนวทางให้อาจารย์ผู้สอนนำไปใช้พัฒนาชุดการสอนอื่นๆ ได้ต่อไป

2. การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการเรื่องระบบการสื่อสารแบบแอนาล็อก จะประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การศึกษาประเด็นของปัญหาการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการระบบโทรคมนาคม



ภาพที่ 1 การศึกษาประเด็นปัญหาจากผู้เรียนโดยใช้แบบสอบถาม

ภาพที่ 1 แสดงการสำรวจข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามกับนักศึกษาที่เคยศึกษาในรายวิชาปฏิบัติการระบบโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในภาคการศึกษาที่ 2/2552 จำนวน 16 คน พบว่าประเด็นปัญหาในการเรียนการสอนที่สำคัญเรียงลำดับเป็นดังนี้

ก) ขาดสื่อการสอน ประเภทอุปกรณ์และชุดการทดลองที่มีคุณภาพและเพียงพอ

ข) รูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบในการเรียนการสอนส่วนใหญ่เน้นให้ผู้เรียนทำตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ โดยไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ

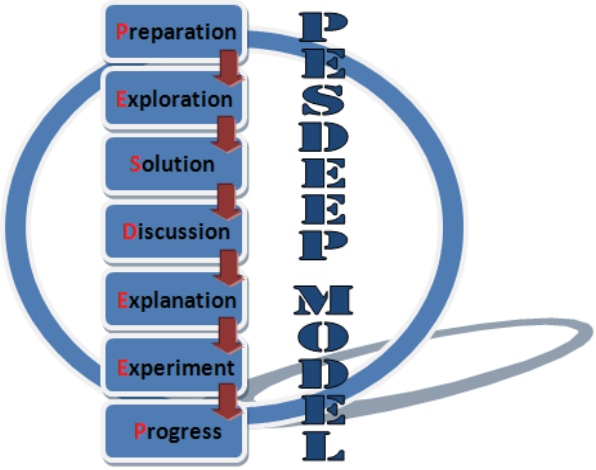
ค) ขาดแบบทดสอบการวัดทักษะทางปฏิบัติการที่มีคุณภาพ

ง) ขาดกิจกรรมหรือสื่อการเรียนการสอนอื่นๆเพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนวิชาปฏิบัติการด้านวิศวกรรม

สรุปประเด็นปัญหาที่พบ จะเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนด้านปฏิบัติการนั้น สิ่งที่มีปัญหามากที่สุดได้แก่ สื่อการสอนประเภทชุดทดลอง รองลงมา ได้แก่ รูปแบบการเรียนรู้ที่ควรมีการพัฒนาให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนเพิ่มมากขึ้น สุดท้ายเป็นการประเมินผลที่มีประสิทธิภาพ

2.2 การออกแบบรูปแบบการเรียนรู้ PESDEEP สำหรับการสอนปฏิบัติการ

การจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการ ทางด้านวิศวกรรมเท่าที่ผ่านมา ส่วนใหญ่ผู้สอนจะกำหนดให้ผู้เรียนดำเนินการทดลองตามขั้นตอนของใบงานที่กำหนดไว้ โดยที่ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลอื่นเพิ่มเติม และไม่มีกิจกรรมเสริมใดๆ ทำให้ผู้เรียนขาดแรงจูงใจ ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจในรายละเอียดของการทดลอง และไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดได้อย่างครบถ้วน ดังนั้น คณะผู้วิจัยได้ออกแบบรูปแบบการเรียนรู้ทางด้านปฏิบัติการ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ [2-3] ขึ้นมา ที่เรียกว่า PESDEEP [4] ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 รูปแบบการเรียนรู้ PESDEEP

รูปแบบการเรียนรู้ PESDEEP มี 7 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นการเตรียมความพร้อมในการเรียนรู้ (Preparation)

ผู้สอนวางแผนการจัดการเรียนรู้ ศึกษาลำดับขั้นตอนและแผนกิจกรรม ตลอดจนจัดเตรียมวัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อการเรียนรู้ ผู้เรียนศึกษาหัวข้อการเรียนรู้ จัดเตรียม ตรวจสอบความถูกต้องและคุณภาพของเครื่องมือ

- ขั้นการศึกษาค้นคว้า (Exploration)

ผู้สอนศึกษาแผนของการเรียนรู้ ตรวจสอบ และกำหนดแนวทางการเรียนการสอน ตลอดจนการศึกษา ทบทวนองค์ความรู้ต่างๆ เพิ่มเติม ผู้เรียนศึกษาและทบทวนข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่

สอดคล้องกับหัวข้อการเรียนรู้และมากเพียงพอที่นำมาใช้ในขั้นตอนต่อไป

- ขั้นการวิเคราะห์และแก้ปัญหา (Solution)

ผู้เรียนศึกษาหัวข้อโจทย์ปัญหาที่กำหนด และหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยนำเอาองค์ความรู้ทางทฤษฎีที่ศึกษาค้นคว้ามาอ้างอิง หรือใช้เครื่องมือต่างๆ เช่น โปรแกรมจำลองมาพิสูจน์และตรวจสอบผลลัพธ์ โดยผู้สอนคอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือ

- ขั้นการอภิปราย (Discussion)

ผู้เรียนนำเสนอข้อมูล แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ในประเด็นโจทย์ปัญหาที่กำหนด โดยอาจกำหนดเป็นกลุ่มย่อย หรือรวมทั้งชั้นเรียนโดยผู้สอนจะทำหน้าที่ดูแล ให้ความช่วยเหลือต่างๆ ในการอภิปรายให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย

- ขั้นการอธิบายและสรุปเนื้อหา (Explanation)

ผู้สอนอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมของหลักการ ทฤษฎี หรือเนื้อหาโดยย่อให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ตลอดจนทำการวิเคราะห์ แปรผล และสรุปผลให้แก่ผู้เรียน และตั้งประเด็นปัญหาที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และนำไปพิสูจน์ในขั้นตอนต่อไป

- ขั้นการทดลอง (Experiment)

ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการเพื่อพิสูจน์กฎ หลักการ ทฤษฎี หรือข้อเท็จจริงต่างๆ ตามหัวข้อที่กำหนด โดยทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดให้ เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง โดยผู้สอนเป็นผู้ดูแลให้คำแนะนำช่วยเหลือให้การทดลองเป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดและสรุปผล

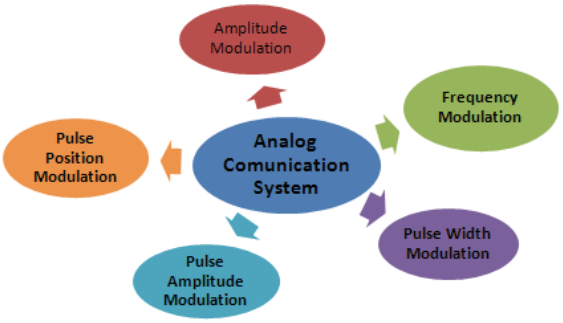
- ขั้นการสำเร็จผล (Progress)

เป็นกระบวนการพิจารณาตัดสินผลที่เป็นระบบด้วยคุณธรรมโดยการพิจารณาจากผลที่ได้จากการวัดและส่วนประกอบอื่นๆ เพื่อการประเมินผลที่เหมาะสม โดยที่ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันประเมินผลของความสำเร็จในด้านต่างๆ เช่น ประเมินด้านองค์ความรู้ต่างๆ การใช้เครื่องมือ ความละเอียดรอบคอบ การจดบันทึกผล การรายงานผล และความร่วมมือระหว่างกลุ่มในการทดลอง เป็นต้น

2.3 การพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการ

การพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการ เรื่องระบบการสื่อสารแบบแอนาล็อก จะประกอบด้วย แผนการสอน ใบงาน สื่อการสอนประเภทชุดทดลอง และแบบทดสอบ เริ่มต้นจากการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาปฏิบัติการระบบโทรคมนาคม หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ การสร้างเครื่องมือสำหรับงานวิจัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.1 ใบงาน จากการวิเคราะห์รายวิชาปฏิบัติการระบบโทรคมนาคม ได้กำหนดหัวข้อหลัก จำนวน 5 หัวข้อ ได้แก่ ระบบการกำเนิดสัญญาณ ระบบการสื่อสารแบบแอนาล็อก ระบบการสื่อสารแบบดิจิตอล ระบบการมัลติเพล็กซ์ และระบบโทรศัพท์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ ได้เลือกหัวข้อเรื่อง ระบบการสื่อสารแบบแอนาล็อก มาเป็นแนวทางในการสร้างใบงาน จำนวน 5 หน่วยเรียน ใช้เวลาเรียนหน่วยเรียนละ 3 ชั่วโมง รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 3 โดยแต่ละใบงานจะประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม อุปกรณ์และเครื่องมือการทดลอง เนื้อหาโดยสรุป ลำดับขั้นตอนการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง และสรุปผลการทดลอง



ภาพที่ 3 การกำหนดหัวข้อแต่ละหน่วยเรียน

2.3.2 ชุดทดลอง เริ่มต้นจากการศึกษาขั้นตอนการทดลองที่สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละใบงาน จากนั้นกำหนดรูปแบบของชุดทดลอง ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างชุดทดลอง ดังนี้

ก) ศึกษาวงจรที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร ตำราและอื่นๆ

ข) ออกแบบวงจรการทดลองที่ต้องการ

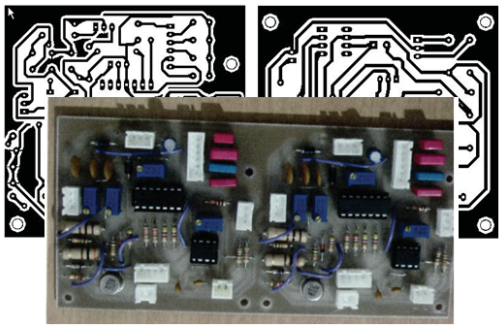
ค) ทดสอบวงจรสำหรับใช้ในการทดลอง

ง) ปรับปรุงและแก้ไขวงจรให้ถูกต้องและสมบูรณ์

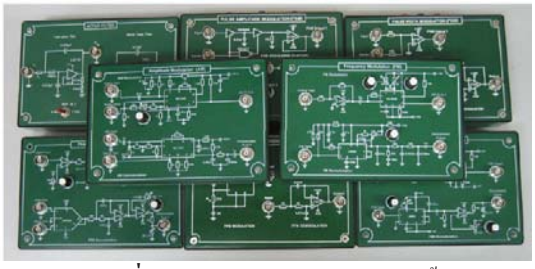
จ) ออกแบบและสร้างกล่องชุดทดลอง

ฉ) ตรวจสอบและสรุปผลการทำงาน

รายละเอียดของชุดทดลองที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย วงจรการมอดูเลตและดีมอดูเลตสำหรับระบบการสื่อสารแบบแอนาล็อก จำนวน 10 วงจร บรรจุในกล่องมาตรฐานขนาด 13 ซม. x 19 ซม. x 4 ซม. แสดงดังภาพที่ 4 และภาพที่ 5



ภาพที่ 4 อุปกรณ์และลายวงจรพิมพ์ที่ใช้ในการสร้างชุดทดลอง



ภาพที่ 5 ตัวอย่างของชุดทดลองที่สร้างขึ้น

2.3.3 แบบทดสอบ พิจารณาจากน้ำหนักคะแนนที่ได้จากตารางวิเคราะห์หลักสูตรซึ่งประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5ท่าน จากนั้นสร้างชุดข้อสอบจำนวน 60 ข้อ ให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ และนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เคยผ่านการเรียนวิชาปฏิบัติการระบบโทรคมนาคม จำนวน 16 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยใช้โปรแกรม Simple Items Analysis (SIA) หลังจากนั้นพิจารณาคัดเลือกชุดข้อสอบที่มีคุณภาพสร้างเป็นแบบทดสอบท้ายใบงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จำนวน 50 ข้อ

2.4 การประเมินคุณภาพชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น

สำหรับการหาคุณภาพของชุดการสอนจะให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของชุดการสอน ซึ่งแบ่งหัวข้อการประเมินออก เป็น 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านรูปแบบการเรียนรู้ ด้านใบงาน ด้านชุดทดลอง และด้านแบบทดสอบ โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน วิเคราะห์ความเหมาะสมของชุดการสอน และนำไปใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 15 คน เพื่อหาความพึงพอใจต่อชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น

3. ผลของการวิจัย

3.1 รูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ในการสอนปฏิบัติการ

สำหรับในงานวิจัยนี้ได้กำหนดรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่เรียกว่า PESDEEP ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนศึกษาทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนโดยมีผู้สอนคอยให้คำปรึกษา

3.2 ผลของชุดการสอนที่สร้างขึ้น

ชุดการสอนเรื่องระบบการสื่อสารแบบแอนาล็อก ที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย แผนการสอนใบงาน จำนวน 5 หน่วยเรียน ชุดทดลอง จำนวน 7 กล่อง คู่มือครู คู่มือนักเรียน และแบบทดสอบ แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น

3.3 ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอน

เมื่อนำชุดการสอนไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่สอนในรายวิชาด้านด้านอิเล็กทรอนิกส์/โทรคมนาคม หรือที่เกี่ยวข้องและ/หรือมีประสบการณ์ในการสร้างสื่อ มาไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 5 ท่าน ทำการประเมินความเหมาะสมเพื่อหาคุณภาพของชุดการสอนที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้ PESDEEP โดยใช้แบบสอบถามผลการประเมิน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอน

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	การแปลผล
ด้านรูปแบบการเรียนรู้	4.20	0.67	เหมาะสมมาก
ด้านหลักสูตร/เนื้อหา	4.10	0.86	เหมาะสมมาก
ด้านใบงาน	3.90	0.95	เหมาะสมมาก
ด้านชุดการทดลอง	4.40	0.85	เหมาะสมมาก
ด้านแบบทดสอบ	4.10	0.74	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด	4.10	0.81	เหมาะสมมาก

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอน ซึ่งพบว่า ชุดการสอนปฏิบัติการ เรื่องระบบการสื่อสารแบบแอนาล็อก โดยผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีระดับความเหมาะสมมากกว่าด้านอื่นๆ โดยค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดทั้ง 5 ด้าน มีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 (S.D. เท่ากับ 0.81) จากระดับของค่าสูงสุดเท่ากับ 5 ซึ่งหมายถึงเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก แสดงว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีคุณภาพที่สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

3.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

เมื่อนำชุดการสอนไปให้นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จำนวน 15 คน ทำการศึกษาและประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยใช้แบบสอบถาม ผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	การแปลผล
ด้านรูปแบบการเรียนรู้	4.00	0.66	เหมาะสมมาก
ด้านใบงาน/เอกสาร	3.89	0.72	เหมาะสมมาก
ด้านชุดการทดลอง	3.98	0.72	เหมาะสมมาก
ด้านแบบทดสอบ	3.84	0.74	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด	3.93	0.71	เหมาะสมมาก

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอน พบว่าผลการประเมินเครื่องมือที่สร้างขึ้นโดยผู้ใช้งานมีความความพึงพอใจมากที่สุดสำหรับรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (PESDEEP) ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 (S.D. เท่ากับ 0.66) โดยค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดของระดับความพึงพอใจทั้ง 4 ด้านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.93 (S.D. เท่ากับ 0.71) ซึ่งแสดงว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจมากสามารถนำชุดการสอนนี้ไปใช้งานได้

4. สรุปผล

บทความนี้ได้นำเสนอการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการเรื่องระบบการสื่อสารแบบแอนาล็อก โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ PESDEEP Model ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งผลจากการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และผู้เรียนมีความพึงพอใจมากต่อการใช้งาน ดังนั้นสรุปได้ว่าชุดการสอนนี้สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาปฏิบัติการระบบโทรคมนาคมได้เป็นอย่างดี

4.1 อภิปรายผล

กระบวนการในการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการในบทความนี้ ถูกออกแบบอย่างเป็นระบบโดยการผสมผสานขั้นตอนที่ประกอบด้วยการศึกษา การค้นคว้า การแลกเปลี่ยนแนวความคิด และการนำเสนอแนวทางใหม่ๆ จากแหล่งข้อมูลต่างๆ และผู้ที่มีประสบการณ์หลากหลาย ตลอดจนมีการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ ทำให้เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพดีและเป็นที่พึงพอใจสำหรับผู้ใช้งาน

4.2 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ พัฒนาและจัดสร้างชุดเครื่องมือทางการศึกษาที่ต้องการให้มีคุณภาพดีเท่านั้น ดังนั้นควรนำเอาชุดการสอนที่พัฒนานี้ไปทดสอบหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างและวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในโอกาสต่อไป

5. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, “ แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ.2545-2559), กรุงเทพ, 2545.

[2] ทิศนา แขมมณี, “ศาสตร์การสอน”, องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ, กรุงเทพฯ, 2550.

[3] สุภณิดา ปุสุรินทร์, “การเรียนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ”, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ, 2551.

[4] Somsak Thanaputtiwirot, Alongorn Promtee and Somsak Akatimagool, “Development of PESDEEP Learning Model in the Teaching of Engineering Laboratory of Microwave Passive Circuits”, ICTE2009, KMUTNB, 21-22 January 2010.

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการแพร่กระจายตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยม สำหรับการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

Development of Instruction Model of Electromagnetic and Propagation using Cognitive Theories for Undergraduate Education of Electrical Engineering

อลงกรณ์ พรมที[1] และ สมศักดิ์ อรรคทิมากูล[2]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 64 ถ.ทหาร ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000

[2]ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม.10800 E-mail: alongorn@yahoo.com, ssa@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการแพร่กระจาย ตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยม สำหรับการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ผลการดำเนินงานประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 ออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยม ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีขั้นตอนดังนี้ 1) การค้นคว้า (Search), 2) การตรวจปรับความรู้ (Adaptation), 3) การเรียนการสอนปกติ (Teaching), 4) การปฏิบัติงานร่วมกัน (Actions), 5) การอภิปรายผล (Discussion) และ 6) การประเมินผล (Evaluation) หรือเรียกว่า SATADE Model ขั้นตอนที่ 2 สร้างสื่อการเรียนการสอน ได้แก่ โปรแกรมจำลองการแพร่กระจายคลื่น และชุดเครื่องวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และขั้นตอนที่ 3 ประเมินคุณภาพของรูปแบบและสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น ผลของงานวิจัย จากการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าค่าความเหมาะสมเฉลี่ยของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.76, S.D.=0.52) และ ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.77, S.D.=0.51) ดังนั้นรูปแบบการเรียนการสอนนี้สามารถนำไปใช้สอนในระดับปริญญาตรีได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : รูปแบบการเรียนการสอน, คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการแพร่กระจาย และทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยม

Abstract

The objective of research was to develop the instructional model in electromagnetic wave and propagation using cognitive theories for undergraduate education of electrical engineering. The research operation consists of 3 steps as; 1) to design the instructional model based on cognitive theories called SATADE Model which consists of Search, Adaptation, Teaching, Actions, Discussion and Evaluation step, 2) to develop the instructional media such as simulation program and field strength meter, and 3) to evaluate the quality of developed instructional package by 5 experts and the satisfaction of usage by 10 samples who were undergraduate students registered in the electromagnetic engineering subject. Finally, the

results showed that this developed instructional model was good quality ($\bar{X}$ = 3.76, S.D.=0.52) and the student's satisfaction was at high level ($\bar{X}$ = 3.77, S.D.=0.51). In conclusion, the developed instructional model can be used in the teaching of electromagnetic wave and propagation for undergraduate education.

Keywords: Instructional Model, Electromagnetic Wave and Propagation, Cognitive Theories

1. บทนำ

การจัดการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม ได้บรรจุรายวิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเข้าในหลักสูตรโดยมีเนื้อหาที่มุ่งเน้นถึงทฤษฎีของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า สมการของคลื่น และการแพร่กระจายคลื่น ที่เป็นเนื้อหาพื้นฐานที่สำคัญสำหรับนำไปใช้ศึกษารายวิชาอื่นๆ เช่น วิศวกรรมสายอากาศ วิศวกรรมไมโครเวฟ เป็นต้น และจากการศึกษาเนื้อหาในรายวิชาดังกล่าว พบว่าวิธีการคำนวณในทางทฤษฎีมีความซับซ้อนมาก อีกทั้งผู้เรียนไม่สามารถที่จะเห็นพฤติกรรม หรือ ภาพที่เกิดจากการคำนวณได้ ทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจเนื้อหาอย่างแท้จริง ส่งผลให้ผู้เรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ นอกเหนือจากปัญหาข้างต้นแล้ว จากการสอบถามผู้สอนในรายวิชาดังกล่าว ได้ให้ข้อมูลว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ยังขาดความสนใจ ไม่มีความกระตือรือร้นในการเรียนเท่าที่ควร เนื่องจากเป็นรายวิชาที่ยาก มีการคำนวณมาก ตลอดจนรูปแบบในการจัดการเรียนการสอนไม่ได้เน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ [1-2] ไม่มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ ขาดสื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ

ปัจจุบันงานวิจัยทางด้านการศึกษาได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอน [3] ในการศึกษาในรายวิชาสามัญต่างๆ ออกมาเป็นจำนวนมาก ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายกับเนื้อหาที่สอน แต่อย่างไรก็ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่สามารถนำมาใช้จัดการเรียนการสอนในรายวิชาทางด้านวิศวกรรมพบว่ายังมีรูปแบบไม่มากนักและไม่สามารถตอบสนองกับรายวิชาที่แตกต่างกันได้ครบถ้วนและนโยบายการจัดการเรียนการสอนในขณะนี้ได้มีการกำหนดรูปแบบการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทในการใช้ความคิดและสติปัญญาทางสมองเพิ่มมากขึ้น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทฤษฎีใหม่ๆ นอกจากนั้นแล้วรูปแบบการจัดการเรียนการสอนในการศึกษาด้านวิศวกรรมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ยังขาดการวิเคราะห์เพื่อให้ได้กระบวนการการเรียนการสอนที่สามารถตอบสนอง และการทดสอบหาประสิทธิภาพอย่างเป็นระบบ ตลอดจนไม่มีนักวิจัยที่สามารถเข้าใจถึงองค์ความรู้ทั้งในด้านการเรียนการสอนและในด้านวิศวกรรม ก่อให้เกิดปัญหาการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนด้านวิศวกรรม

จากการสอบถามอาจารย์ผู้สอนที่สอนในรายวิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจำนวน 3 ท่าน จากมหาวิทยาลัยราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยราชธานี พบว่าการเรียนการสอนวิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นวิชาที่มีเนื้อหาซับซ้อนและผู้เรียนต้องมีการจินตนาการและใช้ความคิดทางสมองเป็นอย่างมากเพื่อให้เข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นโดยอาศัยสมการทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นปัญหาที่พบส่วนใหญ่ ได้แก่ ขาดรูปแบบการเรียนการสอนที่สามารถนำมาใช้ในรายวิชาที่มีเนื้อหายาก และขาดสื่อการเรียนการสอนที่ใช้ในการอธิบายหรือจำลองการทำงานที่สามารถแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ตอบแบบสอบถามได้กล่าวถึงความเหมาะสมของโปรแกรมจำลอง [4] ซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนประเภทหนึ่งที่สามารถสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนเป็นอย่างมาก แสดงดังภาพที่ 1 เพราะสามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนได้อย่างถ่องแท้และรวดเร็วขึ้น และจากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ มีนักวิจัยจำนวนหนึ่ง [5-6] ได้ให้ความสำคัญและพัฒนาโปรแกรม

คอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้เพื่อออกแบบ จำลองและวิเคราะห์ระบบเพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรมและการเรียนการสอน นอกจากนั้นยังพบว่าสื่อการเรียนการสอนดังกล่าวอาจมีอยู่บ้างแต่ยังมีจำนวนน้อยและไม่ครอบคลุมหัวข้อการเรียนรู้ที่จำเป็น



ภาพที่ 1 การเรียนการสอนในห้องเรียน

จากความสำคัญและที่มาของปัญหาดังกล่าว บทความนี้จึงได้นำเสนอแนวความคิดที่จะออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยม สำหรับการเรียนการสอนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการแพร่กระจาย เพื่อตอบสนองความต้องการในการเรียนการสอนด้านวิศวกรรม

1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการแพร่กระจายตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยม สำหรับการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

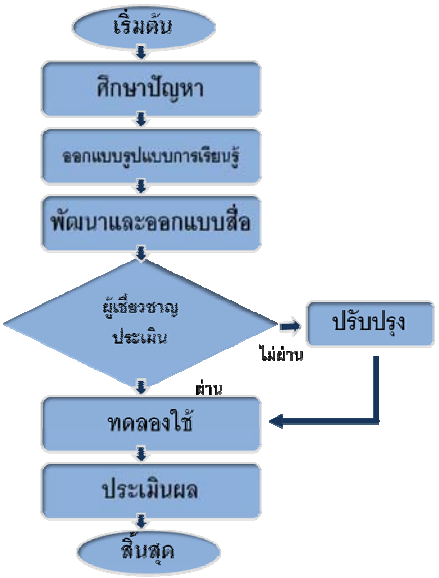
1.2 สมมติฐานของงานวิจัย

1.2.1 รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี

1.2.2 ระดับความพึงพอใจของผู้เรียน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

2. การดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย มีรายละเอียดดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการพัฒนาการเรียนการสอน(แนบ file map2)

2.1 ศึกษาปัญหาและหาข้อมูล

ศึกษาสภาพปัญหาของการเรียนการสอน วิชาวิศวกรรมแม่เหล็กไฟฟ้าและวิชาที่เกี่ยวข้อง โดยการสัมภาษณ์ผู้สอน และใช้แบบทดสอบกับผู้เรียนในวิชาดังกล่าว เพื่อวิเคราะห์ความสำคัญของสภาพปัญหา

2.2 ออกแบบรูปแบบการเรียนการสอน

เป็นการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการแพร่กระจาย ตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยม สำหรับการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

2.3 พัฒนาและออกแบบสื่อการเรียนการสอน

พัฒนาและออกแบบสื่อการสอน ได้แก่ โปรแกรมจำลองการวิเคราะห์การแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในกล่องตัวนำ และเครื่องวัดความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

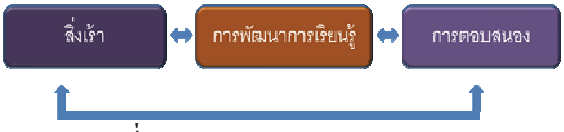
2.4 ประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้

ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อหาคุณภาพและปรับปรุงให้รูปแบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น และนำไปประเมินโดยผู้ใช้ที่ได้เคยสอนในรายวิชาแม่เหล็กไฟฟ้าหรือวิชาที่

เกี่ยวข้องจำนวน 10 คน เพื่อหาระดับความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

3. รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

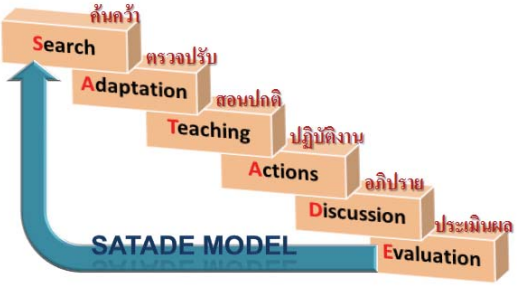
แนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยมจะเน้นกระบวนการทางปัญญาหรือความคิด ซึ่งเป็นกระบวนการภายในของสมอง การเรียนรู้ของมนุษย์ไม่ใช่เรื่องของพฤติกรรมที่เกิดจากกระบวนการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเพียงเท่านั้น แต่การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางความคิดที่เกิดจากการสะสมข้อมูล การสร้างความหมายและความสัมพันธ์ของข้อมูลและการดึงข้อมูลออกมาใช้ในการกระทำและการแก้ปัญหาต่างๆ การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญาของมนุษย์ในการที่จะสร้างความรู้ความเข้าใจให้แก่ตนเอง แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 รูปแบบทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยม

จากการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยมพบว่าสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมที่มีเนื้อหาซับซ้อนและต้องมีการจินตนาการสูงๆ

รูปแบบการเรียนการสอนแบบ SATADE ตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยมที่เน้นให้มีกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนใช้ความคิดทางสมองในการเรียนรู้ด้วยตัวเองมากขึ้น ซึ่งมีรูปแบบการจัดการเรียนการสอน แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 รูปแบบการเรียนการสอนแบบ SATADE

รูปแบบการเรียนการสอนแบบ SATADE สำหรับการศึกษาเรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการแพร่กระจาย ตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยม จะเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยสติปัญญาและความสามารถของแต่ละคน โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 การค้นคว้า (Search)

เป็นขั้นตอนที่กำหนดแผนให้ผู้เรียนศึกษา ทบทวน และค้นคว้าข้อมูลที่เป็นองค์ความรู้เดิมและใหม่ ตามความสามารถและสติปัญญาของแต่ละบุคคล พร้อมรวบรวมและสรุปองค์ความรู้ต่างๆ โดยจะทำงานล่วงหน้าก่อนการเรียนในห้องเรียนอย่างน้อย 1 วัน

- ขั้นตอนที่ 2 การตรวจปรับความรู้ (Adaptation)

เป็นขั้นตอนการตรวจปรับความรู้พื้นฐาน และตรวจสอบสภาพความพร้อมทางสติปัญญาของผู้เรียนแต่ละคน โดยใช้ชุดข้อสอบหรือแบบประเมินความสามารถทางสมอง เพื่อผู้สอนสามารถจัดการทบทวนเนื้อหา และวางแผนการดำเนินการเรียนการสอนและเลือกแนวทางกิจกรรมที่เหมาะสมในขั้นตอนต่อไป

- ขั้นตอนที่ 3 การเรียนการสอนปกติ (Teaching)

เป็นขั้นตอนการสอนตามปกติในห้องเรียน ที่ผู้สอนให้เนื้อหาตามหัวข้อในหลักสูตรรายวิชา โดยจะดำเนินงานตามแผนการสอนที่กำหนดไว้ในคู่มือครู เพื่อให้ผู้เรียนได้รับองค์ความรู้ใหม่ๆ ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

- ขั้นตอนที่ 4 การปฏิบัติงานร่วมกัน (Actions)

เป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานด้วยตนเอง ร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย ตามแผนกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ใช้สื่อการสอนที่หลากหลายที่ได้ออกแบบไว้แล้ว โดยพิจารณาเลือกกิจกรรมตามลักษณะความแตกต่างของกลุ่มผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้มีทักษะในการคิด การวิเคราะห์ การวิจารณ์ และการแก้ปัญหาต่างๆ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนสามารถพิสูจน์ทฤษฎีให้เป็นที่ยอมรับ สามารถประยุกต์ใช้งาน และส่งเสริมให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ ได้ด้วยตนเอง

- ขั้นตอนที่ 5 การอภิปรายผล (Discussion)

เป็นขั้นตอนการอภิปรายผล ที่ได้จากการเรียนรู้มาทั้งหมด สามารถสรุปความคิดรวบยอด และบอกเล่าหรือนำเสนอให้ผู้อื่นได้เข้าใจ ส่งเสริมให้มีการโต้เถียงและแลกเปลี่ยนความคิดระหว่าง

ผู้เรียนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับผู้สอน และหาบทสรุปในเนื้อหาทั้งหมดอย่างถูกต้องและเป็นระบบ

- ขั้นตอนที่ 6 การประเมินผล (Evaluation)

เป็นขั้นตอนการทดสอบและประเมินผลสำเร็จในการจัดการเรียนการสอน โดยการใช้แบบทดสอบ บทสัมภาษณ์แบบสอบถาม หรือจากการสังเกตอย่างใกล้ชิดของผู้สอน

4. เครื่องมือของการวิจัย

การวิจัยครั้งนอกจากการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนแล้ว ได้มีการพัฒนาเครื่องมือการสอน เพื่อใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนซึ่งเป็นหัวข้อหนึ่งในรายวิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

4.1 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่นำมาใช้ในการการเรียนการสอนแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การกำหนดหัวข้อย่อยที่ใช้ในงานวิจัย

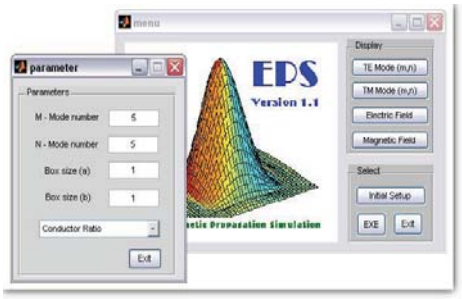
การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ได้กำหนดเลือกหัวข้อหลัก เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการแพร่กระจาย มาใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพ ของรูปแบบการเรียนการสอน SATADE ที่สร้างขึ้น การกำหนดหัวข้อย่อยแบ่งออกเป็น 4 เรื่อง ใช้เวลาการสอนเรื่องละ 3 คาบ จำนวน 3 ชั่วโมง แสดงดังภาพที่ 5

4.2 สื่อการเรียนการสอน

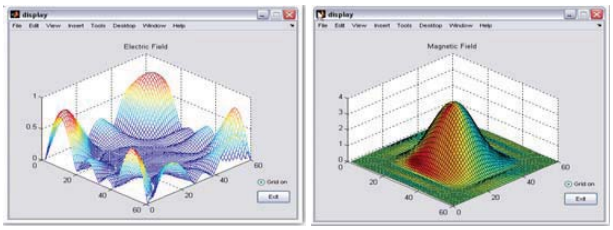
การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนตามรูปแบบรูปแบบการเรียนการสอน SATADE มีตัวอย่างของสื่อที่พัฒนาดังนี้

ก) โปรแกรมจำลองการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

โปรแกรมจำลองการแพร่กระจายคลื่น ของแม่เหล็กไฟฟ้า ในกล่องตัวนำได้ถูกออกแบบขึ้นภายใต้โปรแกรม MATLAB และวิธีการคำนวณของการวนรอบของคลื่น (Wave Iterative Method) [4] โดยโครงสร้างประกอบด้วยเมนูหลักที่ใช้ฟังก์ชัน GUI (Graphic User Interface) และส่วนของหน้าต่างสามารถแสดงผลของรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ แสดงดังภาพที่ 6



ก. เมนูหลักของโปรแกรม



ข. สนามไฟฟ้ารอบแผ่นตัวนำ ค. สนามแม่เหล็กบนแผ่นตัวนำ

ภาพที่ 6 โปรแกรมจำลองการแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ข) เครื่องมือวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



ภาพที่ 7 เครื่องวัดความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เครื่องมือวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จะถูกออกแบบและพัฒนาเพื่อใช้เป็นเครื่องมือวัดปริมาณของความเข้ม และใช้ทดสอบการแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 7

5. ผลของการวิจัย

ผลของการวิจัยในบทความนี้มี 2 ส่วน ดังนี้

5.1 การประเมินรูปแบบการเรียนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินรูปแบบการเรียนการสอน SATADE ตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยม โดยผู้เชี่ยวชาญที่สอนหรือมีประสบการณ์และความรู้ในรายวิชาและสาขาที่เกี่ยวข้องมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 5 ท่าน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ความคิดเห็น	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
ด้านรูปแบบการเรียนการสอน SATADE			
- จำนวนของขั้นตอนการสอน	3.6	0.54	มาก
- ความสัมพันธ์และความต่อเนื่องขั้นตอน	3.6	0.54	มาก
- ส่งเสริมสติปัญญาทางสมองของผู้เรียน	3.8	0.44	มาก
- เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	3.8	0.44	มาก
- เหมาะสมกับเนื้อหาที่ซับซ้อน	3.8	0.44	มาก
ค่าเฉลี่ย	3.72	0.48	มาก
ด้านเครื่องมือสำหรับการวิจัย			
- หัวข้อและเนื้อหาเหมาะสม	4	0.70	มาก
- รูปแบบของโปแกรมจำลอง	4.2	0.44	มาก
- ความถูกต้องของโปรแกรม	3.6	0.54	มาก
- โปรแกรมส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย	3.6	0.54	มาก
- ความจำเป็นของเครื่องมือวัดคลื่นฯ	3.6	0.54	มาก
ค่าเฉลี่ย	3.8	0.55	มาก

โดยผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นดังนี้ 1) ด้านรูปแบบการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.72 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และ 2) ด้านเครื่องมือสำหรับงานวิจัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.80 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดทั้ง 2 ด้านมีผลเฉลี่ยเท่ากับ 3.76 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ดังนั้นสรุปได้ว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพดีสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

5.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

การประเมินความพึงพอใจของเครื่องมือวิจัยที่สร้างขึ้นซึ่งประกอบไปด้วยรูปแบบการเรียนการสอนและสื่อการเรียนการสอนโดยผู้ใช้งานหรือผู้สอนในรายวิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือรายวิชาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 10 ท่าน ผลที่ได้จากแบบสอบถาม แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

ลำดับ	ความคิดเห็น	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1	ด้านรูปแบบการเรียนการสอน	3.8	0.63	มาก
2	ด้านเนื้อหาการสอน	3.7	0.48	มาก
3	ด้านสื่อการเรียนการสอน	3.8	0.42	มาก
เฉลี่ยรวมทุกด้าน		3.77	0.51	มาก

การประเมินความพึงพอใจของรูปแบบการเรียนการสอน SATADE สำหรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการแพร่กระจายตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยม ได้ผลการประเมินแสดงในตารางที่ 2 โดยผู้ใช้มีความคิดเห็นดังนี้ 1) ด้านรูปแบบการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.80 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก 2) ด้านเนื้อหาการสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.70 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และ 3) ด้านสื่อการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.80 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดทั้ง 3 ด้านมีผลเฉลี่ยเท่ากับ 3.77 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ดังนั้นสรุปได้ว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพดีสามารถนำไปใช้งานได้

6. สรุปผล

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการแพร่กระจายตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยม สำหรับการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มีผลการประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ สามารถสรุปได้ดังนี้

6.1 การประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน SATADE โดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.76 แสดงว่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

6.2 ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการแพร่กระจาย ที่พัฒนาขึ้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.77 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก แสดงว่ารูปแบบการเรียนการสอนนี้สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

อย่างไรก็ตาม บทความนี้ได้นำเสนอเฉพาะขั้นตอนการออกแบบและประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญสำหรับรูปแบบการเรียนการสอนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการแพร่กระจายตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยม ที่เป็นระบบเท่านั้น ดังนั้น ในขั้นตอนของการทำวิจัยต่อไป จะนำเอาเครื่องมือเหล่านี้ไปพัฒนาให้มีคุณภาพมากขึ้นและไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลายเพื่อทดสอบประสิทธิภาพต่อไป

7. เอกสารอ้างอิง

[1] สุภณิดา ปุสุรินทร์. การเรียนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพ. 2551.

[2] คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. ปฏิรูปการเรียนรู้เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด. กรุงเทพ. 2546.

[3] สุมาลี ชัยเจริญร, อิศรา ก้านจักร. “ เมนทอลโมเดลของผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมเมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญ” ประชุมวิชาการ งานวิจัยบัณฑิตศึกษา ระดับชาติ ครั้งที่ 12 ขอนแก่น 2552.

[4] สมศักดิ์ อรรคทิมากูล, “การวิเคราะห์สนามแม่เหล็กไฟฟ้าแบบใหม่สำหรับวงจรไมโครเวฟโดยใช้ หลักการของคลื่น” ประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า (EECON) ครั้งที่ 25 สงขลา 2545.

[5] สมมารถ ขำเกลี้ยง. รายงานการวิจัย การพัฒนาการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง การออกแบบและวิเคราะห์วงจรคลื่นระนาบไมโครเวฟ. กทม. 2551.

[6] Hermann, Barry. “Teaching and Learning with Computers: A Guide for College Faculty and Administrators” San Francisco : Jossey-Bass Publishers, 1988.

การพัฒนาชุดสื่อประสม สำหรับการสอนทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

The Development of Multimedia Kits in the Teaching for AC Circuit Theory

สุริยาวุธ เสาวคนธ์[1] ศิวดล นวลนภดล[2] สมมารถ ขำเกลี้ยง[2] และ สุรพันธ์ ตันศรีวงษ์[1]

[1] ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ
[2]วิทยาลัยรัตภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดสงขลา
e-mail: suriyawut_ya@hotmail.com, smk_kai@hotmail.com, stw@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้นำเสนอการพัฒนาชุดสื่อประสม สำหรับการสอนทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา และการหาคุณภาพ โดยผลการพัฒนาได้สื่อประสมสำหรับการสอนทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ประกอบด้วย เอกสารประกอบการสอน โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ ชุดสาธิตเพื่อทดสอบทฤษฎี และโปรแกรมการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งผลการทดสอบชุดสาธิตเพื่อทดสอบทฤษฎี และโปรแกรมการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับพบว่ามีผลการวิเคราะห์วงจรถูกต้องตามทฤษฎี และ ผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าชุดสื่อประสมมีค่าความเหมาะสมรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X} = 4.67$) สามารถนำไปประกอบการสอนทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: ชุดสื่อประสม วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

Abstract

The objective of this research is a development of multimedia kits in the teaching for AC circuit theory. Method of research consists of 4 steps: the analysis, design, development and find quality. The development results of the multimedia package consisting the teaching's guide, power point, simulation program and demonstrations are good agreement with theory. The average opinion of the five experts on the quality of the multimedia kits is very good ($\overline{X} = 4.67$). The multimedia kits can be used in the teaching for AC circuit theory.

Keywords: Multimedia Kits, AC Circuit

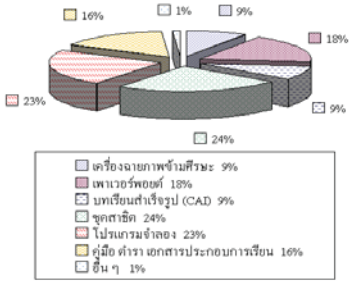
1. บทนำ

การพัฒนาการและความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องของเทคโนโลยีสมัยใหม่ในยุคของเทคโนโลยีดิจิตอลที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อการศึกษาส่งผลให้การเรียนการสอนจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการในการจัดสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ (Learning Environment) ให้มีลักษณะหรือบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม (Require Learner Participation) ในกิจกรรมการเรียนการสอน สนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ได้ตามอัตราความก้าวหน้าของตนเองตามความถนัดและความสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนทัศน์ (Paradigm) ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์องค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียนการสอนไปจากเดิมมาเป็นการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การเรียนการสอนยุคใหม่จะเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแทนผู้สอน เป็นเหตุให้ผู้สอนมีบทบาทที่ท้าทายมากขึ้นด้วยการเปลี่ยนจาก “ผู้รอบรู้หน้าชั้นเรียน” ที่มีความเชี่ยวชาญ เป็นแหล่งสารสนเทศและคำตอบทั้งมวลที่ผู้เรียนต้องฟังแต่เพียงอย่างเดียว มาเป็นผู้ส่งเสริม ผู้สนับสนุน ผู้มีส่วนร่วม ผู้ร่วมเรียนผู้กำกับ (การสอน) ผู้ฝึก ผู้อำนวยความสะดวกผู้ออกแบบและเป็นสะพานการสื่อสารเพื่อเชื่อมโยงผู้เรียนกับโลกภายนอก [1] แนวทางหนึ่งของการปรับเปลี่ยนกระบวนการในการจัดสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ดังกล่าวได้แก่ การบูรณาการเทคโนโลยีการศึกษาในการสอนและการเรียนรู้ ซึ่งหมายถึงกระบวนการกำหนดวิธีการสอนโดยการรวมสื่อการสอนมากกว่าหนึ่งชนิดเพื่อใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาเดียวกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาการเรียนการสอนในห้องเรียนได้อย่างเหมาะสม

การจัดการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศึกษา สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า หรือสาขาอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ได้บรรจุรายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า หรือรายวิชาที่มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเข้ามาในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต และศึกษาศาสตรบัณฑิต โดยที่ลักษณะรายวิชามีเนื้อหาที่มุ่งเน้นถึงทฤษฎี หลักการวิเคราะห์ การคำนวณ และการออกแบบวงจรไฟฟ้าทั้งกระแสตรง และกระแสสลับ ซึ่งเป็นเนื้อหาพื้นฐานที่สำคัญที่สามารถใช้ออกแบบและประยุกต์ใช้งานในด้านอุตสาหกรรม

จากการสอบถามกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอาจารย์ผู้สอน วิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าและรายวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องถึงสภาพปัญหา และความต้องการสื่อการเรียนการสอน จากมหาวิทยาลัยต่างๆ จำนวน 8 ท่าน โดยใช้แบบสอบถาม พบว่าสภาพการเรียนการสอนวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า จะใช้สื่อกระดานดำ และการนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์หรือแผ่นใสเป็นส่วนมาก มีปัญหาในการจัดการเรียนการสอนคือ ขาดสื่อที่สามารถจำลองสถานการณ์สำหรับการวิเคราะห์และออกแบบวงจรที่ซับซ้อน จึงทำให้ผู้เรียนไม่มีกิจกรรมร่วมกับผู้สอนตลอดจนไม่สามารถพิสูจน์ทฤษฎีที่ได้จากการคำนวณ โดยที่สื่อเหล่านั้นต้องมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละบทเรียน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

นอกจากนั้นจากการสอบถามกลุ่มตัวอย่าง (ผู้เรียน) ที่ผ่านการเรียนวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า จากมหาวิทยาลัยต่างๆ จำนวน 102 คน โดยใช้แบบสอบถามพบว่า เนื้อหาที่เรียนมีความซับซ้อนเข้าใจยาก ส่วนมากจะเป็นการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในวงจรเมื่อโครงสร้างของวงจรเปลี่ยนแปลง ผู้เรียนขาดกิจกรรมร่วมกับอาจารย์ผู้สอน และขาดการนำทฤษฎีที่ได้เรียนรู้ไปทดสอบจริง เมื่อสอบถามความต้องการของผู้เรียน ผลการสำรวจแสดงดังภาพที่ 1 พบว่าผู้เรียนส่วนมากต้องการสื่อการเรียนการสอนที่สามารถพิสูจน์ทฤษฎีจากการคำนวณ ได้แก่ ชุดสาธิต (24 %) โปรแกรมจำลอง (23 %) และงานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ (18 %) เป็นต้น



ภาพที่ 1 ความต้องการของผู้เรียนต่อสื่อการสอนวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการเรียนการสอนทางด้านทฤษฎีการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญ โดยการพัฒนาชุดสื่อประสม สำหรับนำไปใช้กับการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้สูงสุดต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อพัฒนาชุดสื่อประสมสำหรับการสอนเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

1.1.2 เพื่อประเมินคุณภาพของชุดสื่อประสมสำหรับการสอนเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

1.2 สมมติฐานการวิจัย

คุณภาพของชุดสื่อประสมสำหรับการสอนเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ เมื่อผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสมโดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก

2. วิธีดำเนินการวิจัย

กระบวนการวิจัยมีการดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

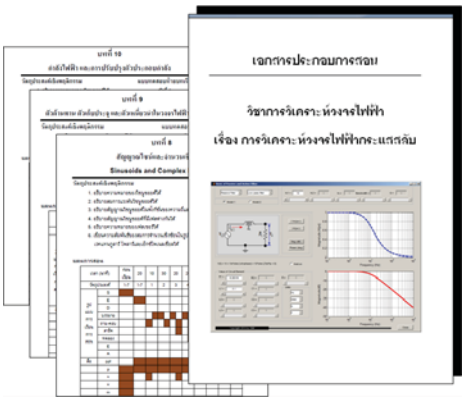
2.1 การวิเคราะห์สื่อประสม ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์สื่อการเรียนการสอนจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า มีสื่อที่จำเป็นทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ เอกสารประกอบการสอน โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอย์ต ชุดทดสอบทฤษฎีการเรียนรู้ และโปรแกรมวิเคราะห์วงจร

2.2 ออกแบบชุดสื่อประสมสำหรับการเรียนการสอน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ โดยเริ่มต้นจากการออกแบบโดยการจัดเตรียมข้อมูลให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากนั้นทำการออกแบบงานนำเสนอเพาเวอร์พอย์ต ชุดทดสอบทฤษฎี ชุดโปรแกรมจำลอง และสุดท้ายจัดส่งให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไข

2.3 พัฒนาชุดสื่อประสมสำหรับการสอน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ได้ออกแบบไว้ในหัวข้อที่ 2.2 ซึ่งผลของการพัฒนาอยู่ในแผนการสอน ซึ่งประกอบด้วย

2.3.1 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนทั้ง 5 บทเรียน

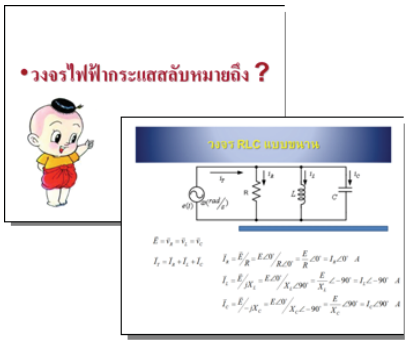
2.3.2 แผนกิจกรรมในบทเรียน และแบบทดสอบท้ายบทเรียน มีทั้งหมด 5 บทเรียน ได้แก่ บทเรียนที่ 1 เรื่อง การกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ บทเรียนที่ 2 เรื่อง ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ บทเรียนที่ 3 เรื่อง กำลังไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ และการปรับปรุงตัวประกอบกำลัง บทเรียนที่ 4 เรื่อง วงจรเรโซแนนซ์ และบทเรียนที่ 5 เรื่อง วงจรไฟฟ้าสามเฟส โดยแสดงตัวอย่างดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ตัวอย่างเอกสารประกอบการสอน

2.3.3 เอกสารการเรียน ใช้ประกอบการเรียน มีทั้งหมด 5 บทเรียน

2.3.4 งานนำเสนอเพาเวอร์พอย์ต เป็นการนำเสนอภาพและเนื้อหา เพื่อใช้สำหรับผู้สอนในการประกอบคำบรรยายสรุป รวมงานนำเสนอเพาเวอร์พอย์ต ทั้งหมด 320 เฟรม แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 3



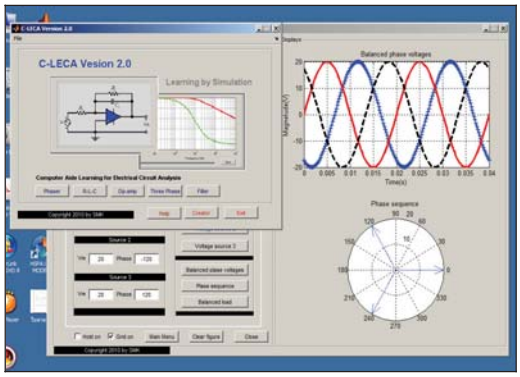
ภาพที่ 3 ตัวอย่างงานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์

2.3.5 ชุดสาธิตเพื่อทดสอบทฤษฎี เป็นการพัฒนาชุดทดลองตามกิจกรรมในเอกสารประกอบการสอน บรรจุอยู่ในกล่องขนาดกะทัดรัด ใช้แหล่งกำเนิดจากภายนอก และวัดค่าสัญญาณจะใช้ออสซิลโลสโคป สามารถทดสอบทฤษฎีได้ครอบคลุมทุกเนื้อหาแสดงดังภาพที่ 4

2.3.6 ชุดโปรแกรมวิเคราะห์วงจร เป็นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์วงจร โดยทำสร้างส่วนการติดต่อกับผู้ใช้งาน (Graphic User Interface (GUI)) ในส่วนของอินพุต และเอาต์พุต และในส่วนของการประมวลผลจะเขียนอัลกอริทึมโดยใช้เอ็มไฟล์ (M-File) ของโปรแกรม MATLAB® ซึ่งได้พัฒนามาจากโปรแกรม C-LECA เวอร์ชั่น 1.0 [2] เรียกโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ว่า C-LECA เวอร์ชั่น 2.0 แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 5



ภาพที่ 4 ชุดทดสอบทฤษฎีการเรียนรู้



ภาพที่ 5 ตัวอย่างโปรแกรมวิเคราะห์วงจร

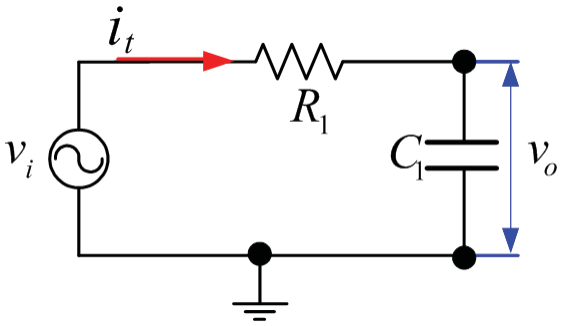
การทดสอบความถูกต้องของการคำนวณ ทั้งชุดสาธิตเพื่อทดสอบทฤษฎี และชุดโปรแกรมวิเคราะห์วงจร ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบผลการทำงานโดยเปรียบเทียบกับผลการคำนวณทางทฤษฎีซึ่งจะแสดงในหัวข้อที่ 3 ต่อไป

หลังจากนั้นได้ทำการปรับปรุงชุดสื่อประสม และสร้างแบบประเมินคุณภาพ [3] ประกอบด้วย 2 ด้านได้แก่ ด้านความเหมาะสมทั่วไปและด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบต่างๆ เป็นแบบสอบถาม ที่มีลักษณะเป็นแบบประเมินค่าด้วยข้อความ (Itemized Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ

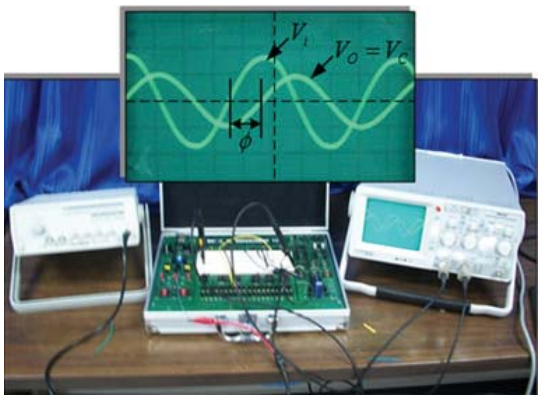
2.4 ประเมินคุณภาพของชุดสื่อประสม โดยนำชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9 ท่านประเมินคุณภาพ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

3. การทดสอบชุดสาธิตและชุดโปรแกรมวิเคราะห์วงจร

3.1 การทดสอบชุดสาธิตสำหรับช่วยให้ผู้เรียนได้พิสูจน์ทฤษฎีการเรียนรู้ แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 6 และ 7



ภาพที่ 6 วงจรตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุ ต่ออนุกรมในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ



ภาพที่ 7 การทดสอบวงจรตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุ ต่ออนุกรมในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

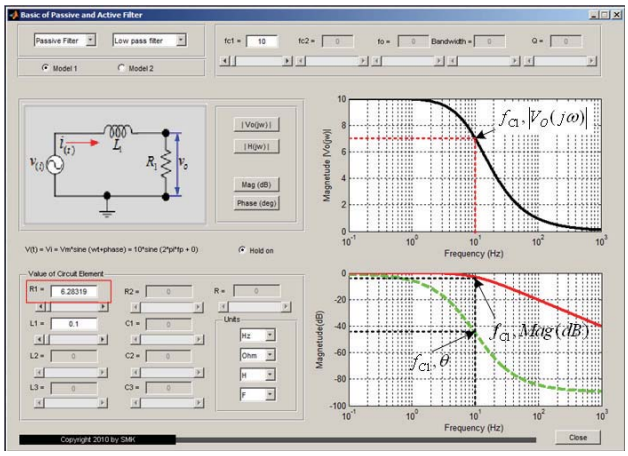
จากภาพที่ 6 และ 7 ผู้วิจัยทำการทดสอบทฤษฎีการวิเคราะห์วงจรตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุ ต่ออนุกรมในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ที่มีค่าความต้านทานขนาด 0.5 วัตต์ 1

กิโลโอห์ม ใช้ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิกขนาด 100 โวลต์ ค่า 0.005 ไมโครฟารัด โดยใช้เครื่องมือได้แก่ เจนเนอเรเตอร์และออสซิลโลสโคป โดยกำหนดให้เจนเนอเรเตอร์มีค่าแรงดันเท่ากับ 2 โวลต์ มีความถี่เท่ากับ 1 เมกะเฮิร์ต จ่ายให้กับวงจร โดยปรับออสซิลโลสโคปของสัญญาณอินพุต (V_i) ให้มีค่า Volt/Div = 2 V, Time/Div = 0.2 μs และสัญญาณเอาต์พุต ($V_O = V_C$) ให้มีค่า Volt/Div = 0.1 V, Time/Div = 0.2 μs ผลการทดสอบพบว่า สัญญาณอินพุตนำหน้าสัญญาณเอาต์พุตอยู่ 90 องศา ($\phi = 90^\circ$)

3.2 การทดสอบชุดโปรแกรม C-LECA เวอร์ชั่น 2.0

ในบทความนี้จะขอยกตัวอย่างการวิเคราะห์วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านแบบพาสซีฟ ที่ความถี่ตัด (f_{C1}) เท่ากับ 10 เฮิร์ต มีค่าตัวเหนี่ยวนำ (L) เท่ากับ 100 มิลลิเฮนรี แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับมีค่า $v(t) = 10\sin(\omega t + \theta)$

ผลการวิเคราะห์วงจรจากภาพที่ 8 พบว่าตัวต้านทาน (R_1) มีค่าเท่ากับ 6.28 โอห์ม โดยที่ผลการตอบสนองของขนาดแรงดันเอาต์พุต ($|V_O(j\omega)|$) มีค่าเท่ากับ 7.07 โวลต์ ที่ความถี่ตัด เมื่อพิจารณา Bode plot พบว่าผลตอบสนองของขนาดที่ความถี่ตัดมีขนาดเท่ากับ -3.0 dB โดยที่ผลตอบสนองทางมุม (θ) มีค่าตั้งแต่ 0° ถึง -90° เมื่อพิจารณาที่ความถี่ตัดมีค่ามุมเท่ากับ -45°

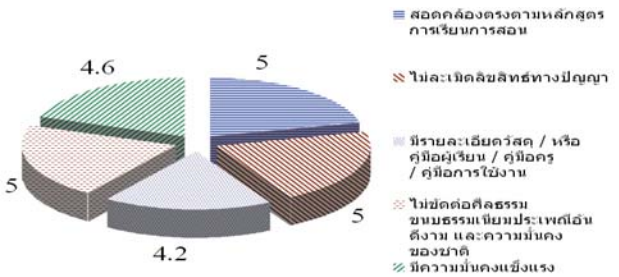


ภาพที่ 8 การวิเคราะห์วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านแบบพาสซีฟ

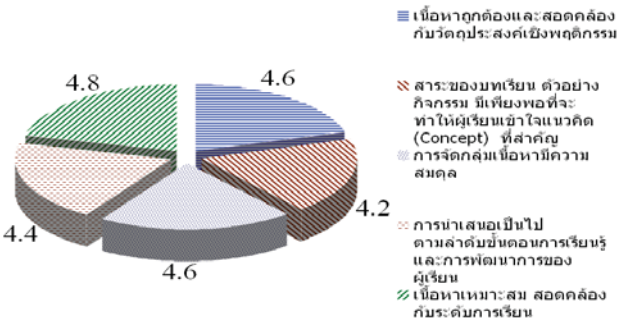
4. ผลของการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาชุดสื่อประสมสำหรับการสอนเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ประกอบด้วยเอกสารประกอบการสอนทั้งหมด 105 หน้า งานนำเสนอเพาเวอร์พอตย์ ทั้งหมด 320 เฟรม ชุดสาธิตเพื่อทดสอบทฤษฎีตามกิจกรรมในใบเนื้อหา บรรจุอยู่ในกล่องขนาดกะทัดรัด และชุดโปรแกรมวิเคราะห์วงจร เรียกว่า โปรแกรม C-LECA เวอร์ชั่น 2.0

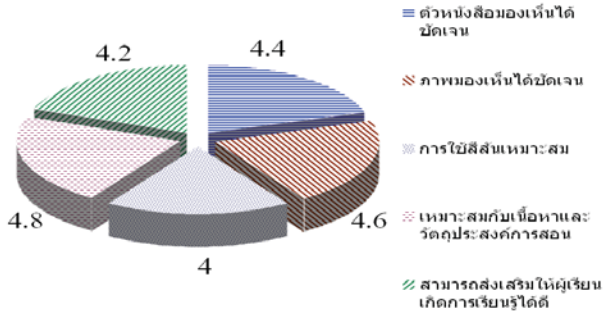
4.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดสื่อประสมสำหรับการสอนเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ โดยทำการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จำนวน 5 ท่าน โดยใช้แบบประเมินค่าด้วยข้อความ (Itemized Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ ประกอบด้วย 2 ด้าน ได้แก่ ด้านความเหมาะสมทั่วไป และด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของชุดสื่อประสม แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 9 ถึงภาพที่ 13 ผลการประเมินพบว่าชุดสื่อประสมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67)



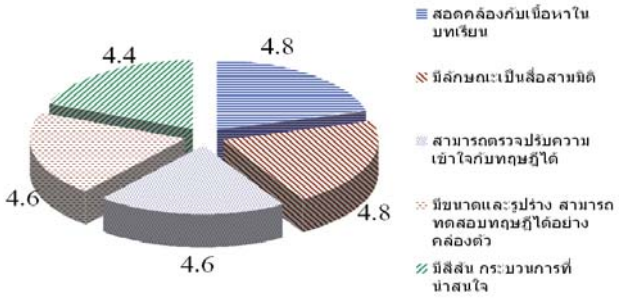
ภาพที่ 9 ผลการประเมินความเหมาะสมทั่วไปของชุดสื่อประสม



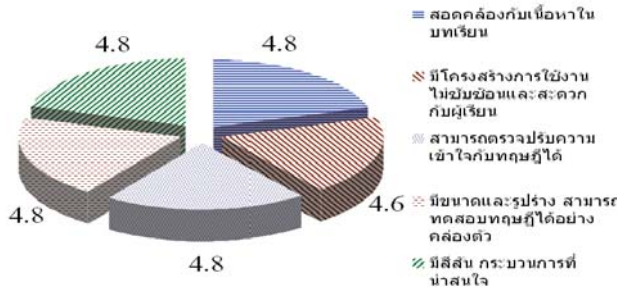
ภาพที่ 10 ผลการประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการสอน



ภาพที่ 11 ผลการประเมินความเหมาะสมของงานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์



ภาพที่ 12 ผลการประเมินความเหมาะสมชุดสาธิตเพื่อทดสอบทฤษฎี



ภาพที่ 13 ผลการประเมินความเหมาะสมชุดโปรแกรมการวิเคราะห์วงจร

5. สรุปผลของการวิจัย

จากผลของการวิจัยสามารถสรุปและอภิปรายผลดังต่อไปนี้

คุณภาพของชุดสื่อประสมสำหรับการสอนเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ เมื่อผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

สรุปได้ว่าชุดสื่อประสมสำหรับการสอนทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับสามารถนำไปใช้ประกอบการสอนเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับได้อย่างมีคุณภาพ เพราะชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้นนั้นสอดคล้องกับสภาพปัญหาการเรียนการสอนจริงในปัจจุบัน โดยจะเน้นการใช้สื่อที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยการทดสอบทฤษฎีที่ได้จากการคำนวณ สามารถวิเคราะห์วงจรโดยการปรับเปลี่ยนค่าของอุปกรณ์ในวงจรได้ตามความต้องการ ส่งผลให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ และเข้าใจเนื้อหาทางด้านทฤษฎีได้มากขึ้น

การวิจัยในครั้งนี้ยังไม่ได้นำชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับผู้เรียนตามสภาพจริงในชั้นเรียน ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปผู้วิจัยจะนำชุดสื่อประสมดังกล่าวไปทดสอบประสิทธิภาพกับกลุ่มผู้เรียนตามสภาพจริงต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ดุสิต ขาวเหลือง. “การบูรณาการใช้สื่อประสมและใช้สื่อหลายมิติเพื่อการสอนและการเรียนรู้”. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับที่ 1. 18(มิ.ย. 49-ต.ค. 49): 29-44.

[2] สมมารถ ขำเกลี้ยง, สุริยาวุธ เสาวคนธ์ และมานิตย์ สิทธิชัย. “โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการสอน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ โดยใช้ MATLAB®”. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 8 (เมษายน 2552): 327-332.

[3] ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ .5กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.2538 ,

[4] Charles K. Alexander and Matthew N.O. Sadiku. “Fundamentals of Electric Circuit, Second Edition”. McGraw-Hill, 2004.

การวิเคราะห์การสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

The Analysis of Integrated Instructional Method with SEDEA Learning Model for AC Circuit Analysis

สุริยาวุธ เสาวคนธ์[1] สมมารถ ขำเกลี้ยง[2] และสุรพันธ์ ตันศรีวงษ์[1]

[1]ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ
[2]วิทยาลัยรัตภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.รัตภูมิ จ.สงขลา
e-mail: suriyawut_ya@hotmail.com, smk_kai@hotmail.com, stw@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อการวิเคราะห์การสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอนคือ การสำรวจสภาพปัญหา การวิเคราะห์ การออกแบบ และการประเมินความเหมาะสม ผลการวิเคราะห์พบว่า ด้านวิธีการสอนที่นำมาใช้ประกอบด้วย 4 วิธี ได้แก่วิธีการสาธิต การบรรยาย การถามตอบ และการอภิปรายกลุ่มย่อย ด้านสื่อการสอนที่นำมาใช้ประกอบด้วย 4 ชนิด ได้แก่ ใบเนื้อหา โปรแกรมจำลอง โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ และชุดทดสอบทฤษฎี ด้านข้อสอบวัดผลการเรียนรู้ที่นำมาใช้ประกอบด้วย 2 แบบ ได้แก่ข้อสอบแบบปรนัย และข้อสอบแบบอัตนัย มีผลการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินว่ามีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.28, S.D. = 0.67)

คำสำคัญ : การสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการ, รูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย, การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

Abstract

The objective of this research was an analysis of integrated instructional method with SEDEA learning model for AC circuit analysis. Method of research consists of 4 steps: the problem survey, analysis, design, and find proper. The analysis results of the integrated teaching method consists of the instructional method such as: demonstration, lecture, question and answer, and small group discussion the instructional media such as: sheet, simulation program, power point and, theory demonstration set the knowledge test such as: multiple choices and subjective test. The average opinion of the five experts on the proper of the multimedia kits was good ($\overline{X}$ = 4.28, S.D. = 0.67)

Keywords: Integrated teaching method, SEDEA learning model, AC circuit analysis.

1. บทนำ

การจัดการศึกษาของประเทศไทย[1]ได้มีการปฏิรูปการศึกษาเพื่อให้มีความสอดคล้องกับสภาพการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อคนไทยมีลักษณะเป็นคนเก่ง คือเป็นคนที่มีสมรรถนะ (Competency) เป็นคนดี คือคนที่มีคุณภาพ (Quality) และเป็นคนที่มีความสุข (Healthy) คือ เป็นคนที่มีสุขภาพดีทั้งกายและใจ สามารถอาศัยอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงควรมุ่งเน้นส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะต่างๆ เช่น ทักษะทางสังคม ทักษะกระบวนการ การฝึกบุคลิกประชาธิปไตย รวมทั้งเอื้อต่อการพัฒนาคนให้มีลักษณะ “มองกว้าง คิดไกล ใฝ่รู้” สามารถปรับตัวและแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตให้เหมาะสมกับบริบท และสภาพแวดล้อมทางสังคม รวมทั้งส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาด้านการคิด การวิเคราะห์ การแสดงความคิดเห็น และการแสวงหาความรู้ด้วยตัวเอง การเรียนการสอนทางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมีลักษณะการจัดการเรียนการสอนทฤษฎีควบคู่กับการปฏิบัติ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีรูปแบบในการจัดการศึกษาที่มีประสิทธิภาพเพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนอย่างเต็มความสามารถ

การจัดการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศึกษา สาขาครุศาสตร์ไฟฟ้า สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า หรือสาขาอื่นๆที่เกี่ยวข้อง [2-4] ได้บรรจุรายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า หรือรายวิชาที่มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเข้ามาในหลักสูตร โดยที่ลักษณะรายวิชามีเนื้อหาที่มุ่งเน้นถึงทฤษฎี หลักการวิเคราะห์ การคำนวณ และการออกแบบวงจรไฟฟ้าทั้งกระแสตรง และกระแสสลับ ซึ่งเป็นเนื้อหาพื้นฐานที่สำคัญ เพื่อใช้สำหรับออกแบบและประยุกต์ใช้งานในด้านอุตสาหกรรม จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนและ สื่อประกอบการสอน รวมทั้งวิธีการวัดผล ที่มีประสิทธิภาพ โดยเน้นบทบาทผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อตอบรับกับเป้าประสงค์ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542

สมมารถ และคณะ [5] ได้นำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนแบบซีเดีย (SEDEA Learning model) โดยประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้ 4 ทฤษฎี มาใช้ได้แก่ทฤษฎีพหุปัญญา (Theory of Multiple Intelligences) ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative) ออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งผลของการวิจัยพบว่าสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี

จากการสอบถามกลุ่มตัวอย่าง (ผู้เรียน) ที่ผ่านการเรียนวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า จากมหาวิทยาลัยต่างๆ จำนวน 102 คน และผู้สอนจำนวน 8 ท่าน พบว่ากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า จะใช้กระดานดำ และการนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์หรือแผ่นใสเป็นสื่อนำเสนอ ซึ่งมีปัญหาในการจัดการเรียนการสอนคือ ขาดสื่อที่สามารถจำลองสถานการณ์สำหรับการวิเคราะห์และออกแบบวงจร ตลอดจนไม่สามารถพิสูจน์ทฤษฎีที่ได้จากการคำนวณ เนื้อหาที่เรียนมีความซับซ้อนเข้าใจยาก ส่วนมากจะเป็นการคำนวณทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในวงจรเมื่อโครงสร้างของวงจรเปลี่ยนแปลง และขาดการนำทฤษฎีที่ได้เรียนรู้ไปทดสอบจริง ส่งผลให้ผู้เรียนขาดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับผู้สอน

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการเรียนการสอนทางด้านการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญ โดยการวิเคราะห์การสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อนำผลของการวิเคราะห์ไปพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อประกอบการสอน และวิธีการวัดผล เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้สูงสุดต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดียเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

1.1.2 เพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดียเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

1.2 สมมติฐานการวิจัย

ความเหมาะสมของรูปแบบการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับเมื่อผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

2. วิธีดำเนินการวิจัย

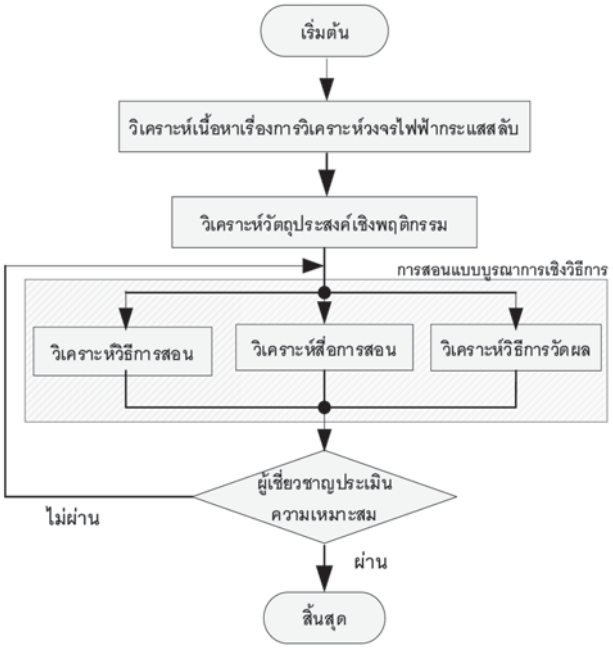
กระบวนการวิจัยมีวิธีดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักการ และแนวคิดเกี่ยวกับการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการ [6] พบว่า การสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการเป็นการผสมผสานวิธีการสอนแบบต่าง ๆ เข้าในการสอน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้วิธีสอหลาย ๆ วิธี ใช้สื่อการเรียนการสอนแบบสื่อประสมใช้เทคนิคการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติอย่างสัมพันธ์กันให้มากที่สุด

2.2 วิเคราะห์เนื้อหาวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าจากหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิตและหลักสูตรอื่นๆที่เกี่ยวข้อง จำนวน 4 หลักสูตร [2-4] ซึ่งพบว่าเนื้อหาที่บรรจุอยู่ในหลักสูตร มีเนื้อหาหลักๆได้แก่ การกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ, ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ, กำลังไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับและการปรับปรุงตัวประกอบกำลัง, วงจรเรโซแนนซ์ และวงจรไฟฟ้าสามเฟส

2.3 วิเคราะห์รูปแบบการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์รูปแบบการสอนแสดงดังภาพที่ 1

จากภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์รูปแบบการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการ จากผลการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละเนื้อหาที่ครอบคลุมเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ [7] ผู้วิจัยได้นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังกล่าวมา วิเคราะห์รูปแบบการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการ ซึ่งอธิบายรายละเอียดในหัวข้อที่ 4

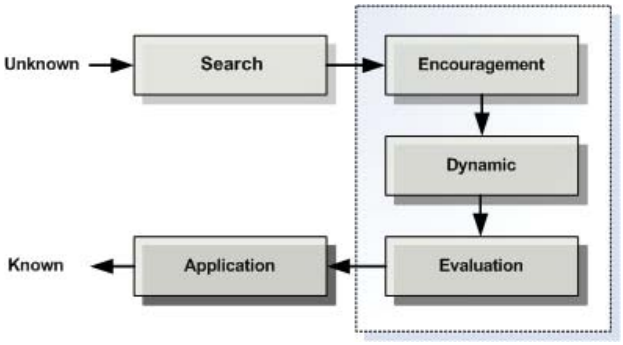


ภาพที่ 1 ขั้นตอนการวิเคราะห์รูปแบบการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการ

2.4 ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับโดยนำ ผลการวิเคราะห์ และการออกแบบการสอนไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่ทำการสอนวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า หรือรายวิชาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 5 คน เพื่อประเมินความเหมาะสม ซึ่งผลการประเมินจะอธิบายรายละเอียดในหัวข้อที่ 4

3. วิธีการสอนแบบบูรณาการตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย

รูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย [5] ประกอบด้วย 5 ขั้นการเรียนรู้ ได้แก่ ขั้นสืบค้นความรู้(S=Search) ขั้นกระตุ้นความรู้ (E=Encouragement) ขั้นปรับเปลี่ยนความรู้ (D=Dynamic) ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ (E=Evaluation) และขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ (A=Application) แสดงขั้นตอนดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 รูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย

จากภาพที่ 2 แนวคิดของรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดียคือการจัดการเรียนการที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยที่ผู้สอนต้องคำนึงถึงการจัดรูปแบบ วิธีการ หรือกิจกรรมต่างๆในระหว่างการเรียนการสอนในชั้นเรียนที่หลากหลาย คำนึงถึงความเหมาะสมและสภาพความพร้อมของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และความเข้าใจ สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองที่เกิดจากการค้นคว้า ทดสอบ และสามารถนำความคิดของตนเองไปสร้างชิ้นงานโดยอาศัยเทคโนโลยีที่มีอยู่ได้

4. ผลของการวิจัย

4.1 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ผลการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม [8] ในแต่ละเนื้อหา เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

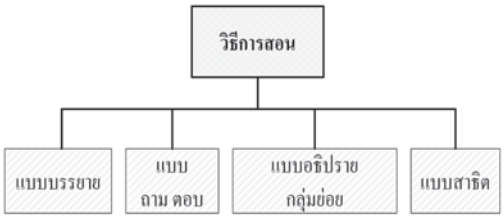
บทเรียน	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ข้อ)			
	ความจำ	เข้าใจ	นำไปใช้	เหตุผล
1. การกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	2	6	1	-
2. ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	-	4	2	1
3. กำลังไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับและการปรับปรุงตัวประกอบกำลัง	1	4	3	-
4. วงจรเรโซแนนซ์	3	2	3	2
5. วงจรไฟฟ้าสามเฟส	-	3	4	-
รวม	6	19	13	3

จากตารางที่ 1 สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้ ผลการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละบทเรียนของเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จะเน้นที่ความเข้าใจเป็นหลัก รองลงมาคือ การนำไปใช้ ความจำ และการให้เหตุผลตามลำดับ

4.2 การวิเคราะห์รูปแบบการสอน

ผลการวิเคราะห์รูปแบบการสอนการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดียเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้

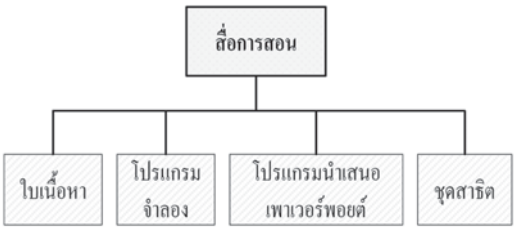
4.2.1 ผลการวิเคราะห์วิธีการสอน [9-10] จากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์วิธีการสอน

จากภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์วิธีการสอน สรุปได้ว่าวิธีการสอนที่มีความเหมาะสมสำหรับเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ มีทั้งหมด 4 วิธี ได้แก่ วิธีการสอนแบบบรรยาย เป็นวิธีการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระในเวลาเดียวกัน วิธีการสอนแบบสาธิต เป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงเห็นสิ่งที่เรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม วิธีการสอนแบบถาม ตอบ เป็นวิธีการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในบทเรียน กระตุ้นจิตสำนึกในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และ ช่วยส่งเสริมกระบวนการคิดที่มีเหตุผล และวิธีการสอนแบบอภิปรายกลุ่มย่อย เป็นวิธีการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียน มีส่วนในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างทั่วถึง มีโอกาสแสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนประสบการณ์หาข้อสรุปร่วมกัน

4.2.2 ผลการวิเคราะห์สื่อการสอน ที่สอดคล้องกับวิธีการสอน สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ผลการวิเคราะห์สื่อการสอน

จากภาพที่ 4 ผลการวิเคราะห์สื่อการสอน สรุปได้ว่าสื่อการสอนที่นำมาประกอบในกิจกรรมการเรียนการสอน มี 4 ประเภท ได้แก่ ใบเนื้อหา เป็นเอกสารประกอบการสอนในหัวข้อเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับวิเคราะห์จากวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมที่ครอบคลุมเนื้อหาทั้ง 5 บทเรียน

โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ ใช้สำหรับผู้สอนในการประกอบคำบรรยายสรุปให้กับผู้เรียน โปรแกรมจำลอง สำหรับประกอบการเรียนการสอน เพื่อใช้ทดสอบทฤษฎีที่ได้จากการเรียนรู้ และชุดสาธิต สำหรับประกอบการเรียนการสอนเพื่อจำลองและอธิบายการทำงานหรือหลักการของวงจรไฟฟ้า

4.2.3 ผลการวิเคราะห์วิธีการวัดผล [8] จากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แก่ ข้อสอบแบบปรนัย ชนิดหลายตัวเลือกเป็นแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรมได้หลายระดับ ตรวจง่าย และตรวจวินิจฉัยความไม่เข้าใจเนื้อหาของผู้เรียนได้จากคำตอบที่เลือก และข้อสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่สามารถวัดความสามารถของสมองในระดับสูง ความรู้ที่ลึกซึ้งเฉพาะจงเจาะของเรื่องที่จะวัด และใช้วัดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมด้านเจตพิสัยของผู้เรียน

4.3 การออกแบบการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย

ผลการออกแบบการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ตัวอย่างรูปแบบการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย

จากภาพที่ 5 แสดงการออกแบบการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการซึ่งจะพิจารณาใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย ที่มี 5 ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในหัวข้อเรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน ซึ่งจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนสูงขึ้น

4.4 ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

การหาความเหมาะสมของการวิเคราะห์รูปแบบการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จะทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญที่ทำการสอนในรายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า หรือมีประสบการณ์และความรู้ในสาขาที่เกี่ยวข้อง จากมหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 1 ท่าน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล จำนวน 4 ท่าน โดยใช้แบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ด้านการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ด้านการวิเคราะห์วิธีการสอน ด้านการวิเคราะห์สื่อการสอน ด้านการวิเคราะห์การวัดผลการเรียนรู้ ผลที่ได้จากการประเมินโดยสรุป แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ความคิดเห็น	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1.	ด้านการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.36	0.64	มาก
2.	ด้านการวิเคราะห์วิธีการสอน	3.88	0.88	มาก
3.	ด้านการวิเคราะห์สื่อสอน	4.44	0.58	มาก
4.	ด้านการวิเคราะห์วิธีการวัดผล	4.44	0.58	มาก
เฉลี่ยรวมทุกด้าน		4.28	0.67	มาก

จากตารางที่ 2 สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้ผลการประเมินเพื่อหาความเหมาะสมของการวิเคราะห์การสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับโดยผู้เชี่ยวชาญ มีความคิดเห็นดังนี้ 1) ด้านการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก 2)

ด้านการวิเคราะห์วิธีการสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.88 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก 3) ด้านการวิเคราะห์สื่อสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และ 4) ด้านการวิเคราะห์วิธีการวัดผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

5. สรุปผลของการวิจัย

บทความวิจัยนี้ได้นำเสนอ การวิเคราะห์การสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอนคือ การสำรวจสภาพปัญหา การวิเคราะห์ การออกแบบและการประเมินผลจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ผลของการวิจัยสรุปได้ดังนี้

5.1 การสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการ ด้านวิธีการสอนที่นำมาใช้ ประกอบด้วย 4 วิธี ได้แก่วิธีการสาธิต การบรรยาย การถามตอบ และการอภิปรายกลุ่มย่อย ด้านสื่อการสอนที่จะพัฒนาขึ้นมาใช้ประกอบด้วย 4 ชนิด ได้แก่ ใบเนื้อหา โปรแกรมจำลอง โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ และชุดสาธิต และด้านข้อสอบวัดผลการเรียนรู้ที่นำมาใช้ประกอบด้วย 2 แบบ ได้แก่ข้อสอบแบบปรนัย และข้อสอบแบบอัตนัย

5.2 ความเหมาะสมของการวิเคราะห์การสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับเมื่อผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

จากผลการวิจัย พบว่าการวิเคราะห์การสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ สามารถนำมาพัฒนาเป็นชุดการสอนแบบบูรณาการ โดยมีเป้าหมายเพื่อต้องการให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง รวมทั้งควรมีการพัฒนาไปสู่การใช้ในการเรียนการสอนเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

[1] คณะกรรมการจัดทำแนวทางการปฏิรูปอุดมศึกษา.2542. แนวทางการปฏิรูปการศึกษาระดับอุดมศึกษาตามพรบ.การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

[2] คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา. หลักสูตรการศึกษาบัณฑิต (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2549), สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศึกษา, ชลบุรี: 2549.

[3] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2550), สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า, กรุงเทพฯ: 2550.

[4] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต หลักสูตร 5 ปี (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2550), สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า, กรุงเทพฯ: 2550.

[5] สมมารถ ขำเกลี้ยง. สมศักดิ์ อรรคทิมากูล และมงคล หวังสถิตวงษ์. “การพัฒนาการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง การออกแบบและวิเคราะห์วงจรคลื่นระนาบไมโครเวฟ”. ประชุมวิชาการเกษตรศาสตร์, ครั้งที่ 47, 2552.

[6] สิริพัชร์ เจษฎาวิโรจน์. “การสอนแบบบูรณาการในระดับอุดมศึกษา” วารสารรามคำแหง ฉบับที่ 2. 23(มิ.ย. 49-ต.ค. 49) : 218-224.

[7] Charles K. Alexander and Matthew N.O. Sadiku. “Fundamentals of Electric Circuit, Second Edition”. McGraw-Hill, 2004

[8] ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สุวีริยาสาส์น, 2543.

[9] ทิศนา แขมมณี. ศาสตร์การสอน: 14 วิธีการสอน สำหรับครูมืออาชีพ.
พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

[10] ชนาธิป พรกุล. การออกแบบการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

การสร้างชุดการสอน เรื่อง เครื่องรับโทรศัพท์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาครุศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

The Construction of the Instructional Package on Telephone Set for Curriculum of Diploma, Rajamangala University of Technology ISAN, Khonkaen Campus

สุทธิพงษ์ ฟุ้งเดช[1] โกศิน สวนานนท์[1] และสมศักดิ์ อรรคทิมากูล[2]

[1]สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น, ถ.ศรีจันทร์ จ.ขอนแก่น

[2]ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

E-mail: suttipong.fu@rmuti.ac.th, ssa@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดการสอนเรื่องเครื่องรับโทรศัพท์ วิชาระบบโทรศัพท์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ผู้วิจัยได้สร้างชุดการสอนซึ่ง ประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอน แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ ที่ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องเครื่องรับโทรศัพท์ จากนั้นจึงนำไปทดลองเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จำนวน 27 คน โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ในระหว่างการเรียนให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังการเรียนหลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้ มาคำนวณหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และวิเคราะห์หาความก้าวหน้าทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 84.06 และผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนพบว่าผลการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนแตกต่างกันอยากมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

คำสำคัญ : ชุดการสอน, คู่มือครู, เครื่องรับโทรศัพท์, ความก้าวหน้าทางการเรียน

Abstract

The objectives of this research were to construct an instructional package on telephone set, telephone system subject, curriculum of diploma*, Rajamangala University of technology ISAN Khonkaen campus. The instructional package consists of teaching media, teacher's handbook, test that cover the subject content. It was trial with 27 second year students in semester 2 academic year 2009. They did the pretest worked with the instructional package, did the post-test. The scores were analyzed to find the learning achievement. It was found that the student's learning achievement was 84.06. Their learning achievement showed the statistically significant level .01.*

Keywords: Instruction Package, Teacher's Handbook, Telephone Set, Learning Progress

1. บทนำ

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านวิชาการและเทคโนโลยีทำให้ทุกประเทศมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว การสื่อสารก็เป็นด้านที่ได้รับการพัฒนาและมีความเจริญรุดหน้าอยู่เสมอ ดังนั้นประเทศไทยจึงต้องมีการพัฒนาทางด้านการศึกษาให้ทันกับความเจริญก้าวหน้าดังกล่าว

วิชาระบบโทรศัพท์ รหัสวิชา 04-553-006 เป็นรายวิชาหนึ่งในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน โดยประกอบไปด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวกับ หลักการของระบบโทรศัพท์ การทำงานของระบบชุมสาย การเชื่อมต่อสัญญาณ การออกแบบข่ายสาย ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ การควบคุมระบบชุมสายโทรศัพท์ [1-2] ดังนั้นปัญหาที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนตามหัวข้อรายวิชาดังกล่าว คือ วิชานี้ยังมีสื่อการเรียนการสอนไม่เพียงพอ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจและเห็นปรากฏการณ์ต่างๆ และความเป็นไปของสัญญาณในแต่ละภาคย่อยๆ ของวงจรเครื่องรับโทรศัพท์ ซึ่งจากการที่ได้ศึกษาในรายวิชาสื่อการเรียนการสอนและเปรียบเทียบ ข้อดี-ข้อเสียของสื่อการสอนในรูปแบบต่าง ๆ แล้วเห็นว่าสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดสาธิตมีความเหมาะสมที่จะใช้แก้ปัญหาดังกล่าวได้ดี เนื่องจากชุดสาธิต [3] จะทำให้ผู้เรียนเห็นปรากฏการณ์ต่างๆ เพื่อพิสูจน์ทฤษฎีที่สอน ผู้เรียนจะเข้าใจเนื้อหาทางทฤษฎีได้ง่ายและชัดเจนขึ้น

บทความวิจัยนี้นำเสนอ การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องเครื่องรับโทรศัพท์ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาระบบโทรศัพท์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์-สื่อสาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเห็นรูปสัญญาณตามจุดต่างๆ เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ [3]

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อสร้างชุดการสอนเรื่องเครื่องรับโทรศัพท์ วิชาระบบโทรศัพท์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

1.1.2 เพื่อทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยใช้ชุดการสอนเรื่องเครื่องรับโทรศัพท์ที่สร้างขึ้น

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนก่อนและหลังเรียนจากชุดการสอนที่สร้างขึ้น

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนเรื่องเครื่องรับโทรศัพท์ วิชาระบบโทรศัพท์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 80

1.2.2 คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.3 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.3.1 ประชากร ได้แก่ นักศึกษาที่เรียนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์-สื่อสาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาระบบโทรศัพท์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์-สื่อสาร ชั้นปีที่ 2 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จำนวน 27 คน

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

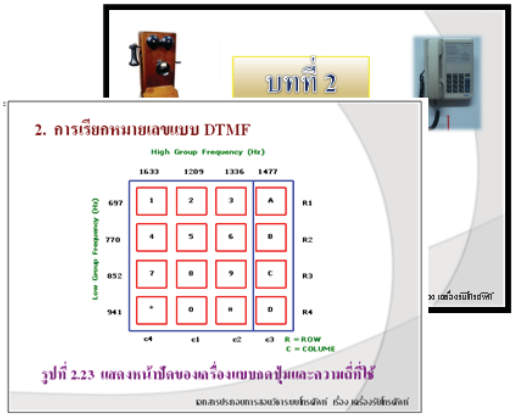
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นชุดการสอนที่ประกอบด้วย คู่มือครู คู่มือผู้เรียน สื่อการสอนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยเริ่มต้นจาก ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรวิชา ระบบโทรศัพท์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์-สื่อสาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น นำมากำหนดรายละเอียดของเนื้อหาและให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประเมินเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมครอบคลุมเรื่องเครื่องรับโทรศัพท์ จากนั้นนำวัตถุประสงค์ดังกล่าวมาสร้างเป็นชุดการสอน ที่ประกอบไปด้วยการนำเข้าสู่บทเรียน แผนการสอน ใบเนื้อหา แบบทดสอบท้ายบท และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

2.1 การสร้างใบเนื้อหา

การสร้างใบเนื้อหาทำได้โดยการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา จากนั้นกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและสร้างเนื้อหาตามหัวข้อในวิชาระบบโทรศัพท์ที่จะเน้นเกี่ยวกับทฤษฎีการทำงานของเครื่องโทรศัพท์แบบต่างๆ

2.2 การสร้างสื่อการสอนเพาเวอร์พอยต์

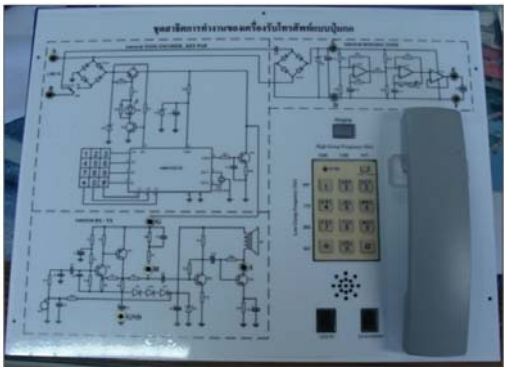
ชุดนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์ ถูกสร้างจากโปรแกรมสำเร็จรูปของไมโครซอฟต์เพาเวอร์พอยต์ใช้ประกอบการสอนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีจำนวน 52 เฟรม ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 1 มีประโยชน์ที่ช่วยให้ผู้สอนสามารถดำเนินการสอนตามหัวข้อที่กำหนด และผู้เรียนไม่ต้องกังวลในการจดจำเนื้อหา นอกจากนี้ยังมีสีสันชวนให้ติดตาม และหากผู้เรียนสงสัยเนื้อหาต่างๆ ผู้สอนสามารถย้อนกลับไปดูใหม่ได้



ภาพที่ 1 ตัวอย่างการนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์

2.3 การสร้างชุดสาธิต

ชุดสาธิตเป็นสื่อการอีกอย่างหนึ่งที่ช่วยลดการจินตนาการของผู้เรียนได้เป็นอย่างดีเพราะผู้เรียนสามารถมองเห็นการทำงานของเครื่องรับโทรศัพท์และรูปแบบสัญญาณที่ใช้ในระบบโทรศัพท์ การสร้างชุดสาธิตของเครื่องรับโทรศัพท์ จะแบ่งวงจรเป็นระบบการทำงานในภาคต่างๆ เพื่อง่ายในการอธิบายการทำงานของระบบโทรศัพท์แบบปุ่มกด ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ชุดสาธิตเครื่องรับโทรศัพท์

2.4 การสร้างแบบทดสอบ

การสร้างแบบทดสอบทำได้โดยการวิเคราะห์จากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยใช้ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ซึ่งได้ชุดข้อสอบจำนวน 37 ข้อ และให้ผู้เชี่ยวชาญ ประเมินดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบทุกข้อ ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.8-1.00 ซึ่งสูงกว่าระดับอ้างอิงที่ 0.50 แสดงว่า ข้อสอบทุกข้อสอดคล้องอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ และได้หาค่าคุณภาพของแบบทดสอบโดยใช้สูตรการคำนวณ [4-6] ดังนี้

ก) ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

$$P = \frac{R}{N} \qquad (1)$$

เมื่อ P คือ ดัชนีค่าความยากง่าย
R คือ จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูก
N คือ จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

ข) ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

$$D = \frac{U}{n_U} - \frac{L}{n_L} \qquad (2)$$

เมื่อ D คือ ค่าอำนาจจำแนก
U คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง
L คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ
n_U คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
n_L คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

ค) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR-20)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\Sigma pq}{\sigma^2}\right\} \qquad (3)$$

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p คือ สัดส่วนของคนทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ นั่นคือสัดส่วนของคนทำถูกกับคนทั้งหมด

q คือ สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ 1- p

σ^2 คือ คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ ซึ่งหาได้ดังนี้

$$\sigma^2 = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N^2} \qquad (4)$$

เมื่อ N คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบ

X คือ ค่าของคะแนนแต่ละคน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของชุดข้อสอบ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลของค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

ความยากง่าย	ผลเฉลี่ย	ค่าอำนาจจำแนก	ผลเฉลี่ย	ค่าความเชื่อมั่น
0.30-0.90	0.56	0.20-0.40	0.31	0.743

จากตารางที่ 1 แสดงค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ อยู่ระหว่าง 0.30 – 0.80 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.56 แสดงว่าข้อสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.40 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.31 แสดงว่าข้อสอบสามารถจำแนกผู้เรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ หลังจากการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบพบว่าข้อสอบทุกข้ออยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ทั้งหมด จากนั้นนำข้ออบมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ พบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.743 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

3. การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลงานวิจัย โดยนำชุดการสอนที่ได้ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาระบบโทรศัพท์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์-สื่อสาร ชั้นปีที่ 2 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จำนวน 27 คน โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- ทำการทดสอบผู้เรียนก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่เป็นชุดเดียวกับที่ใช้สอบหลังเรียน
- ดำเนินการสอบโดยใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้น
- หลังจากเรียนจบบทเรียนแล้ว จึงทำการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอนต่อไป

4. ผลของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างชุดการสอน เรื่อง เครื่องรับโทรศัพท์ วิชาระบบโทรศัพท์ เป็นรายวิชาในหลักสูตรของประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์-สื่อสาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น โดยมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

4.1 ผลการสร้างชุดการสอน

ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบ จำนวนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 14 ข้อ ใบเนื้อหาจำนวน 20 หน้า งานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์จำนวน 52 เฟรม ชุดสาธิตจำนวน 1 ชุด แบบฝึกหัดจำนวน 8 ข้อ และแบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ แสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ชุดการสอนเรื่องเครื่องรับโทรศัพท์

4.2 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้น แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	เฉลี่ย	ร้อยละ
แบบทดสอบ	27	30	25.22	84.06

จากตารางที่ 2 แสดงระดับคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ชุดการสอนเรื่องเครื่องรับโทรศัพท์ โดยกลุ่มตัวอย่างสามารถทำคะแนนได เฉลี่ยเท่ากับ 25.22 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84. 06 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80

4.3 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนโดยใช้สถิติ t

เป็นการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนที่วิเคราะห์จากผลคะแนนที่ได้จากการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลความก้าวหน้าทางการเรียนโดยใช้สถิติ t

การทดสอบ	N	$\overline{X}$	D	D^2	t
คะแนนก่อนเรียน	27	8.69	439	7290	29.24**
คะแนนหลังเรียน	27	25.22			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 3 คะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 27 คน และเมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนโดยใช้สถิติที (t-test) พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

5. สรุปผล

บทความวิจัยนี้ ได้นำเสนอการสร้างชุดการสอน เรื่อง เครื่องรับโทรศัพท์ วิชาระบบโทรศัพท์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์-สื่อสาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น สำหรับนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 27 คน เพื่อวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน

ผลการนำเอาชุดการสอนไปทดลองใช้พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 84.06 และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ดังนั้นสรุปได้ว่า ชุดการสอน เรื่องเครื่องรับโทรศัพท์ วิชาระบบโทรศัพท์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่สร้างขึ้นมานี้ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาระบบโทรศัพท์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถสูงขึ้นโดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยระดับดี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ธวัชชัย เลื่อนฉวี, “เทคโนโลยีโทรศัพท์”, พิมพ์ครั้งที่ 3, กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศุภาลัย, 2533.

[2] พินัย จุลประภา, “ระบบโทรศัพท์”, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ทริปเพิ้ล ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2547.

[3] สมมารถ ขำเกลี้ยง, “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า”, วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาไฟฟ้า, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.

[4] ชูศรี วงศ์รัตนะ, “เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย”, พิมพ์ครั้งที่ 10, กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ไทเนรมิตกิจ อินเตอร์ โปรเกรสซิฟ , 2550.

[5] ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, “ทคนิคการวิจัยทางการศึกษา”, พิมพ์ครั้งที่ 5, กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สุวีริยสาสน์, 2538.

[6] ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, “เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้”, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สุวีริยสาสน์, 2543.

การสร้างชุดการสอนแบบบูรณาการ เรื่องหลักการทำงานของเซนเซอร์และการใช้งาน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

A Construction of Integrated Instruction Package of Principle of Sensors and Its Application on Industrial Electronics in Vocational Certificate Curriculum

วีรศักดิ์ บุญเพชร, มงคล หวังสถิตย์วงษ์ และสมศักดิ์ อรรคทิมากูล

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพ 10800
e-mail: bp_ws@hotmail.com, mww@kmutnb.ac.th, ssa@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดการสอนแบบบูรณาการ เรื่องหลักการทำงานของเซนเซอร์และการใช้งาน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอน แบบทดสอบท้ายหน่วยเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื้อหาของชุดการสอนประกอบด้วย 4 หน่วย คือ เซนเซอร์แสง เซนเซอร์อุณหภูมิ วัดระยะทาง และ เซนเซอร์ RFID สื่อการสอนที่ใช้จะประกอบด้วย การนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ ชุดสาธิต ชุดทดลอง และใบงานประกอบการทดลอง จากนั้นทำการประเมินคุณภาพของชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมของชุดการสอน ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญพบว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีคุณภาพ

คำสำคัญ : ชุดการสอนบูรณาการ, เซนเซอร์และการใช้งาน

Abstract

This research aimed to construct an integrated instructional package on sensor and its application of industrial electronic subject for curriculum vocational certificate, Chitralada school. The constructed instructional package consisted of teacher's handbook, teaching aids, exercises and tests. The content of instruction package consists of 4 topics as light sensor, temperature sensor, distance sensor and RFID sensor. The multi media included power point presentation, demonstration set, experimental set and work sheets. The evaluation of the quality of constructed instructional package by using 5 experts was validated. The evaluated result shown that the instructional package had good quality and can be used in the learning and teaching efficacy.

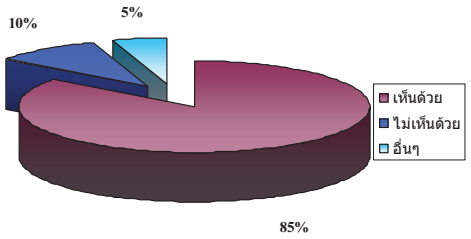
Keywords: Instructional Package, Sensor and its Application

1. บทนำ

เทคโนโลยีในยุคปัจจุบัน มีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว อีกทั้งมีการนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ ใช้ในงานด้านต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความทันสมัยและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น งานทางด้านการศึกษาก็เช่นเดียวกัน ได้มีการนำเอาเทคโนโลยีทางการศึกษาที่มีประสิทธิภาพหลากหลายรูปแบบ มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น การใช้บทเรียนสำเร็จรูป การจัดชั้นเรียนแบบศูนย์การเรียน การจัดการเรียนแบบรายบุคคล วิธีการต่าง ๆ เหล่านี้ต่างก็มุ่งที่จะให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของการสอนทั้งสิ้น ในการจัดการเรียนการสอนด้านวิชาชีพ ต่างจากการจัดการเรียนการสอนในวิชาสามัญ การสอนทางด้านวิชาชีพจะเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง [1-2] และ เน้นความสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความเข้าใจเนื้อหาทั้งด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติควบคู่กันไป ชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพจะเป็นเครื่องมือช่วยสอนที่ดียิ่งสำหรับครูผู้สอน เพราะชุดการสอนเป็นวัตกรรมทางการศึกษาที่ทุกวงการศึกษาให้ความสนใจ ชุดการสอนจะช่วยให้ครูดำเนินการสอนที่มีคุณภาพเท่าเทียมกัน อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน และยังทำให้ประหยัดเวลาในการเตรียมการสอน ทำให้การสอนบรรลุวัตถุประสงค์เดียวกันด้วยวิธีการเดียวกัน [3]

โรงเรียนจิตรลดา (สายวิชาชีพ) เป็นสถานศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ของกระทรวงศึกษาธิการ (โดยนำเอาหลักสูตรของกรมอาชีวศึกษา ปีพุทธศักราช 2546 มาพัฒนาใหม่) ในหลักสูตรดังกล่าวทางโรงเรียนได้จัดให้มีการสอนประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ ในหลักสูตรสาขางานอิเล็กทรอนิกส์ [4-5] ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 ได้จัดให้มีการเรียนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ซึ่งในรายวิชาดังกล่าว มีหัวข้อเนื้อหาเรื่อง หลักการทำงานเซนเซอร์และการใช้งาน มีความสำคัญอย่างยิ่งของการศึกษาด้านอิเล็กทรอนิกส์

การเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม โรงเรียนจิตรลดา (สายวิชาชีพ) มีการจัดการเรียนรู้ 2 ด้าน คือ ทฤษฎีและปฏิบัติ จากการสอบถามผู้สอนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ของภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552ในเรื่องหลักการทำงานเซนเซอร์และการใช้งาน พบว่าในสื่อการสอนมีข้อบกพร่อง สื่อการสอนมีเพียงหนังสือเรียนอย่างเดียว [4-5] ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้น้อย ด้านปฏิบัติขาดชุดทดลองและเอกสารสำหรับการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มากขึ้น จากการสอบถามนักเรียนโรงเรียนจิตรลดา(สายวิชาชีพ) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่2 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 24 คน สรุปดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ผลสำรวจความคิดเห็นในการพัฒนาสื่อการสอนของนักเรียน

จากภาพที่ 1 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่า 2.5 (ค่าคะแนนเต็มเท่ากับ 4) จำนวน 70.83% จากการสอบถามนักเรียนถึงแนวทางและการแก้ปัญหา โดยมีนักเรียนจำนวน 85% จากจำนวนนักเรียน 24 คน เห็นด้วยกับการพัฒนาสื่อการสอนทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติให้มีคุณภาพมากขึ้น โดยนำสื่อการสอนเก่ามาปรับปรุงและสร้างสื่อการสอนใหม่ ให้มีทั้งใบงาน ชุดทดลอง ชุดสาธิต มีเอกสารประกอบการสอน เพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนและประยุกต์ใช้เป็นชุดการสอนแบบบูรณาการ ชุดการสอนแบบบูรณาการ คือ สื่อการสอนที่รวบรวมเนื้อหาของวิชาต่างๆ มารวมเข้าด้วยกัน และเน้นที่การเรียนของผู้เรียนเป็นสำคัญยิ่งกว่าการบอกเนื้อหาของครู โดยเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ทุกชนิด ที่บรรจุอยู่ในแผนของหลักสูตรให้สอดคล้องกับหัวข้อและเนื้อหาต่างๆในรายวิชา และเน้นผู้เรียนได้รับความรู้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน และรู้ในเรื่องนั้นอย่างลึกซึ้ง [1] ชุดการสอนแบบบูรณาการเป็นอีกวิธี ที่สามารถนำมาปรับปรุงและพัฒนาสื่อการสอนให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายขึ้น

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญในการหาแนวทาง และวิธีการแก้ไขปัญหา โดยสร้างชุดการสอนแบบบูรณาการใน

เรื่องหลักการทำงานของเซนเซอร์และการใช้งาน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ และส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อสร้างชุดการสอนแบบบูรณาการ เรื่อง หลักการทำงานของเซนเซอร์และการใช้งาน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนจิตรลดา (สายวิชาชีพ) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2546)

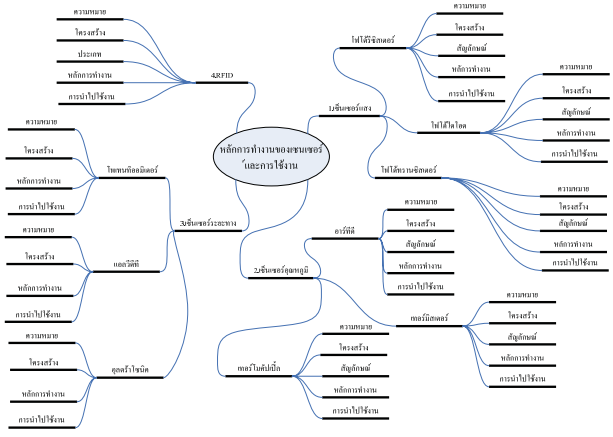
1.1.2 เพื่อประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญต่อชุดการสอนที่สร้างขึ้น

1.2 สมมติฐานการวิจัย

คุณภาพชุดการสอนแบบบูรณาการ เรื่อง หลักการทำงานของเซนเซอร์และการใช้งาน ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

2. การดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยเริ่มต้นศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 เพื่อกำหนดหัวข้อเรื่องและรายละเอียดของเนื้อหาให้ครอบคลุมกับคำอธิบายรายวิชาในรูปแบบของแผนภูมิความคิดดังภาพที่ 2 ซึ่งสำหรับในงานวิจัยจะเลือกหัวข้อเรื่องหลักการทำงานของเซนเซอร์และการใช้งาน [4-5]



ภาพที่ 2 แผนภูมิปะการังเรื่องหลักการทำงานของเซนเซอร์และการใช้งาน

จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านประเมินน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหา และนำมาสร้างเป็นตารางวิเคราะห์หลักสูตร เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างใบเนื้อหาและออกแบบสร้างชุดข้อสอบ กำหนดกิจกรรมการสอน และสื่อการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา โดยเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 คู่มือครู

คู่มือครูเป็นชุดเอกสารที่จัดเตรียมไว้สำหรับครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนมีทั้งหมด 4 หน่วยเรียนประกอบด้วย หน่วยที่ 1 เซนเซอร์แสง หน่วยที่ 2 เซนเซอร์อุณหภูมิ หน่วยที่ 3 เซนเซอร์วัดระยะทาง และหน่วยที่ 4 เซนเซอร์RFID รายละเอียดของคู่มือครูประกอบด้วย แผนการสอนที่กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นของบทเรียน การนำเข้าสู่บทเรียน ตารางปฏิบัติการ และแบบร่างกระดาน ใบเนื้อหา แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ทำการออกข้อสอบตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ได้จากการให้น้ำหนักคะแนนความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จำนวน 50 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เมื่อออกข้อสอบเสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความตรงเชิงเนื้อหาเพื่อจะนำมาพิจารณาปรับปรุงให้เหมาะสมที่สามารถนำไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองเพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดข้อสอบต่อไป

2.2 สื่อการสอน

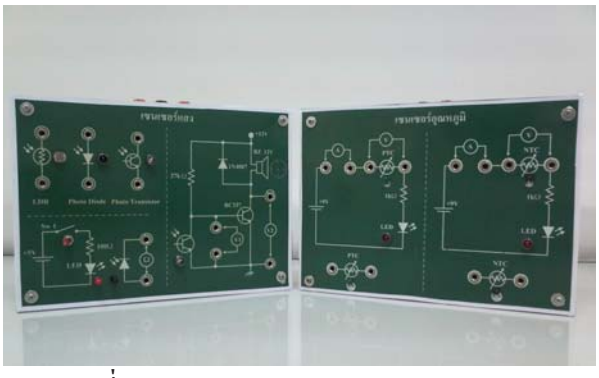
การสร้างสื่อการสอนจะพิจารณาให้เหมาะสมกับเนื้อหาและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เลือกสื่อที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียนและกิจกรรมการเรียนการสอนใช้งานได้สะดวก เก็บรักษาง่ายและมีความเหมาะสมกับสภาพการจัดการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยได้สร้างสื่อการสอนทั้งหมด 3 ประเภท คือ

2.2.1 โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ สำหรับใช้ประกอบการสอนบรรยายเนื้อหาภาคทฤษฎี โดยมีทั้งหมด 4 หน่วยเรียน ซึ่งประกอบด้วย หน่วยที่ 1 เซนเซอร์แสง หน่วยที่ 2 เซนเซอร์อุณหภูมิ หน่วยที่ 3 เซนเซอร์วัดระยะทาง และหน่วยที่ 4 เซนเซอร์RFID ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ตัวอย่างการนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์ เนื้อหาเรื่อง เซนเซอร์แสง

2.2.2 ชุดทดลอง เป็นสื่อที่ช่วยอธิบายการทำงานของเซนเซอร์แสงและเซนเซอร์อุณหภูมิ ในงานวิจัยนี้ได้จัดสร้างจำนวน 14 ชุด ซึ่งประกอบด้วยเซนเซอร์แสง 7 ชุด และเซนเซอร์อุณหภูมิ 7 ชุด เพื่อใช้ประกอบการสอนด้านปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของเซนเซอร์แสงและเซนเซอร์อุณหภูมิและช่วยเพิ่มจินตนาการของผู้เรียน ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ชุดทดลองเซนเซอร์แสงและเซนเซอร์อุณหภูมิ

2.2.3 ชุดสาธิต เป็นสื่อที่ช่วยอธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ระยะทางและเซนเซอร์ RFID ในงานวิจัยนี้ได้จัดสร้าง จำนวนทั้งหมด 2 ชุด ซึ่งประกอบด้วย ชุดสาธิตเซนเซอร์ระยะทาง 1ชุด และชุดสาธิตเซนเซอร์ RFID 1 ชุด โดยผู้สอนสามารถวัดรูปคลื่นสัญญาณต่างๆ ที่กำหนดไว้ในคู่มือการใช้ชุดสาธิต รายละเอียดดังแสดงดังภาพที่ 5

2.2.4 ใบงาน เป็นสื่อการสอนที่ใช้คู่กับชุดทดลอง ในงานวิจัยนี้ได้จัดทำใบงาน 2 หน่วยการเรียน คือหน่วยการเรียนที่ 1 เซนเซอร์แสง และหน่วยการเรียนที่ 2 เซนเซอร์อุณหภูมิ ในใบงานประกอบด้วยเนื้อหาของหน่วยการเรียนแบบสรุป และมีขั้นตอนการทำงานของชุดทดลอง



ภาพที่ 5 ชุดสาธิตเซนเซอร์ระยะทางและเซนเซอร์ RFID

2.2.5 คู่มือการสาธิต เป็นสื่อการสอนที่ใช้คู่กับชุดสาธิต ในงานวิจัยนี้ได้จัดทำใบงาน 2 หน่วยการเรียน คือหน่วยการเรียนที่ 3 เซนเซอร์ระยะทาง และหน่วยการเรียนที่ 4 เซนเซอร์ RFID ในใบสาธิตประกอบด้วยขั้นตอนการสาธิตการใช้งานเซนเซอร์ทั้ง 2 ชุด

3. ผลของการวิจัย

3.1 ผลของชุดการสอนที่สร้างขึ้น ชุดการสอนเรื่องหลักการทำงานของเซนเซอร์และการใช้งาน ที่สร้างขึ้นประกอบด้วย แผนการสอนใบงาน จำนวน 4 หน่วยเรียน ชุดทดลอง จำนวน 14 ชุด ชุดสาธิตจำนวน 2 ชุด และคู่มือครู แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ชุดการสอนที่สร้างขึ้น

3.2 ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอนเมื่อนำชุดการสอนไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่สอนในรายวิชาด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หรือที่เกี่ยวข้องและ/หรือมีประสบการณ์ในการสร้างสื่อ มาไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 5 ท่าน ทำการประเมินความเหมาะสมเพื่อหาคุณภาพของชุดการสอน โดยใช้แบบสอบถาม ผลการประเมิน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพด้านแผนการสอน

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปรผล
รูปแบบแผนการสอนศึกษาเข้าใจง่าย	4.6	1	มาก
การกำหนดวัตถุประสงค์ชัดเจน	5	0	มาก
กำหนดกิจกรรมในการสอนชัดเจน	4.6	0.54	มาก
กำหนดรูปแบบและขั้นตอนการสอนชัดเจน	4.4	0.54	มาก
นำไปปฏิบัติในการเรียนการสอนได้	4.6	0.54	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.64	0.44	มาก

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอนด้านแผนการสอนมีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 (S.D. เท่ากับ 0.44) โดยพบว่ามีการกำหนดวัตถุประสงค์ได้ชัดเจนมากที่สุด

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพด้านใบเนื้อหา

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปรผล
เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.8	0.44	มาก
การเรียงลำดับเนื้อหาเหมาะสม	4.8	0	มาก
ภาพประกอบมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.6	0.54	มาก
เนื้อหามีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับ	4	0.54	มาก
เนื้อหามีความถูกต้องและปริมาณเหมาะสม	4.4	0.54	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.52	0.42	มาก

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอนด้านแผนการสอนมีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 (S.D. เท่ากับ 0.42) โดยพบว่าเนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์มากที่สุด

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพด้านโปรแกรมเพาเวอร์พอยต์

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปรผล
มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.6	0.54	มาก
การเรียงลำดับของเนื้อหามีความสัมพันธ์กัน	4.8	0.44	มาก
สีและตัวอักษรมีขนาดเหมาะสมและสวยงาม	4	0.70	มาก
ภาพประกอบมีความสัมพันธ์กับเนื้อหา	4.4	0.54	มาก
ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็ว	4.4	0.54	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.44	0.56	มาก

ตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอนด้านโปรแกรมเพาเวอร์พอยต์มีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 (S.D. เท่ากับ 0.56)

ตารางที่ 4 ผลการประเมินคุณภาพด้านชุดทดลอง/สาธิต

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปรผล
สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ในการสอน	4.8	0.44	มาก
ออกแบบวงจรได้ถูกต้องและเหมาะสม	5	0	มาก
มีความสวยงามและขนาดเหมาะสม	4.6	0.54	มาก
วัสดุที่ใช้ผลิตอุปกรณ์ที่มีอยู่ทั่วไปและหาซื้อง่าย	4.8	0.44	มาก
ความสะดวกในการใช้งานและเก็บรักษา	4.8	0.44	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.80	0.38	มาก

ตารางที่ 4 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอนด้านโปรแกรมเพาเวอร์พอยต์มีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 (S.D. เท่ากับ 0.38) โดยพบว่ามีการออกแบบวงจรได้อย่างเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 5 ผลการประเมินคุณภาพด้านแบบทดสอบ

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปรผล
คำถามตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.8	0.44	มาก
จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.6	0.54	มาก
คำถามและคำตอบมีเป้าหมายที่ชัดเจน	4.8	0.44	มาก
คำถามชัดเจนไม่คลุมเครือมีตัวลวงที่ดี	4	0	มาก
คำถามมีความยากง่ายเหมาะสม	4.4	0.54	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.52	0.40	มาก

ตารางที่ 5 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอนด้านโปรแกรมเพาเวอร์พอยต์มีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 (S.D. เท่ากับ 0.40) โดยพบว่าคำถามมีความชัดเจนและตรงตามวัตถุประสงค์มากที่สุด

สรุปผลจากตารางที่ 1- 5 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอน ซึ่งพบว่า ชุดการสอนแบบบูรณาการ เรื่อง หลักการทำงานของเซนเซอร์และการใช้งาน โดยผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีระดับความเหมาะสมมากกว่าด้านอื่นๆ โดยค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดทั้ง 5 ด้าน มีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.58(S.D. เท่ากับ 0.43) จากระดับของค่าสูงสุดเท่ากับ 5 ซึ่งหมายถึงเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมอยู่

ในระดับมาก แสดงว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีคุณภาพที่สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามผู้เชี่ยวชาญได้มีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงชุดการสอนในประเด็นต่างๆ ดังนี้

- ปรับปรุงตารางเวลาปฏิบัติการให้สอดคล้องกับการเรียนการสอนที่สามารถสอนได้จริง
- แบบข้อสอบควรเน้นการวัดความเข้าใจ วัดทักษะ และการประยุกต์ให้มากกว่าการจดจำ
- ปรับปรุงใบงานในการปฏิบัติการให้มีการสรุปเนื้อหาทางทฤษฎีเท่าที่จำเป็น
- โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ควรเพิ่มภาพเคลื่อนไหวให้มากขึ้น

ดังนั้นจากผลการประเมินดังกล่าวผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงและแก้ไขชุดการสอนที่สร้างขึ้นให้สอดคล้องและมีคุณภาพเหมาะสมต่อไป

4. สรุปผล

บทความนี้ได้นำเสนอการศึกษาประเด็นปัญหาการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรด้านวิชาชีพที่พบว่าการพัฒนาชุดการสอนแบบบูรณาการที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญเป็นที่ต้องการของระบบการศึกษาในปัจจุบัน จากนั้นผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบการสร้างชุดการสอนแบบบูรณาการ เรื่องหลักการทำงานของเซนเซอร์และการใช้งานที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญขึ้น ซึ่งผลจากการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ที่สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมได้เป็นอย่างดี

4.1 อภิปรายผล

กระบวนการในการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการในบทความนี้ ถูกออกแบบอย่างเป็นระบบโดยการผสมผสานขั้นตอนที่ประกอบด้วยการศึกษา การค้นคว้า การแลกเปลี่ยนแนวความคิด และการนำเสนอแนวทางใหม่ๆ จากแหล่งข้อมูลต่างๆ และผู้ที่มีประสบการณ์หลากหลาย ตลอดจนมีการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ ทำให้เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพดี

4.2 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ พัฒนาและจัดสร้างชุดเครื่องมือทางการศึกษาที่ต้องการให้มีคุณภาพดีเท่านั้น ดังนั้นควรนำเอาชุดการสอนที่พัฒนานี้ไปทดสอบหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างและวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในโอกาสต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ชนาธิป พรกุล. CAFS : A student – Centered Instructional Model. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2543.

[2] สุวิทย์ มูลคำและคณะ. Child Center : Storyline Method : การบูรณาการหลักสูตรและการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ : ที.พี.พริ้น จำกัด , 2542.

[3] เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.

[4] พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์และคณะ. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1, กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ, 2549.

[5] ไวพจน์ ศรีธัญ. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : วังอักษร, 2548.

โปรแกรมจำลองการลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบกำลังโดยการติดตั้งคาปาซิเตอร์แบงค์เพื่อการศึกษา

Educational Simulator for Loss Minimization in Power System Using Capacitor Bank Installation

นัฐวุฒิ พลอยมุข[*] และพิเชษฐ์ ศรียรรยงค์[,**]*

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม[*]
สถาบันนวัตกรรม เทคโนโลยีไทย – ฝรั่งเศส[,**]*
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
E-mail: phloymuk_natthawut@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอโปรแกรมจำลองการลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยการติดตั้งคาปาซิเตอร์แบงค์เข้าไปในระบบเพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า โดยในการคำนวณกำลังไฟฟ้าสูญเสียจะใช้วิธีการคำนวณที่ไม่เป็นเชิงเส้น คือ วิธีนิวตัน-ราฟสัน นอกจากนั้นยังได้นำวิธีการเชิงพันธุกรรม ซึ่งเป็นเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด มาใช้ในการหาค่าคาปาซิเตอร์แบงค์ที่เหมาะสมในการติดตั้งเพื่อลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบ ซึ่งนำเสนอในรูปแบบ Graphic User Interface (GUI) ผ่านโปรแกรม MATLAB โดยสร้างเป็นชุดโปรแกรมที่มีชื่อว่า LMP (Loss Minimization Package)

คำสำคัญ: กำลังไฟฟ้าสูญเสีย คาปาซิเตอร์แบงค์ วิธีนิวตัน-ราฟสัน วิธีการเชิงพันธุกรรม

Abstract

This paper presents an educational simulator for loss minimization in power system using capacitor bank installation. Namely, it is aimed at providing the information for the electrical engineering undergraduate students concerning the loss minimization problem. To minimize losses in the system, Genetic Algorithm, an evolutionary computation technique, will be applied for searching the optimal Capacitor Bank, while Newton-Raphson method is also adopted to calculate the power losses. The simulator is carried out using MATLAB with user-friendly graphical user interface (GUI), named LMP (Loss Minimization Package)

Keywords: Power Losses, Capacitor Bank, Newton-Raphson Method, Genetic Algorithm

1. บทนำ

ปัจจุบันจำนวนประชากรของประเทศไทยกำลังเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้มีการใช้พลังงานต่าง ๆ เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นการไฟฟ้าฝ่ายผลิต จึงมีการพัฒนาระบบส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าเพื่อตอบสนองการใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบัน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทราบว่าเมื่อระบบมีการเปลี่ยนแปลงจะส่งผลอย่างไรต่อระบบ เพราะฉะนั้นการไฟฟ้าจึงต้องทำการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้า (Power Flow) เพื่อนำมาใช้ประเมินสมรรถนะของระบบไฟฟ้า ภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงหากพบว่าจุดใดในระบบที่มีความไม่ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ทางด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ก็จะทำให้สามารถหาวิธีแก้ไขได้อย่างถูกต้อง

ดังนั้น วิชา การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลัง (Electrical Power System Analysis) มีเนื้อหาที่มุ่งเน้นถึงทฤษฎีหลักการคำนวณและการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลัง ซึ่งเป็นเนื้อหาพื้นฐานที่สำคัญ โดยในการคำนวณและวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังดังกล่าวนั้นพบว่า มีขั้นตอนและการคำนวณที่ยุ่งยากและซับซ้อน อีกทั้งขาดสื่อที่สามารถแสดงผลการวิเคราะห์เพื่อเห็นผลที่เกิดกับระบบไฟฟ้ากำลัง โดยเฉพาะกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นในระบบ

ซึ่งบทความฉบับนี้ จึงมีเป้าหมายในการพัฒนาชุดโปรแกรมจำลองการแก้ปัญหาการลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบ โดยวิธีการแก้ปัญหาจะใช้การติดตั้ง คาปาซิเตอร์แบงค์ (Capacitor Bank) เข้าไปที่โหลดบัสเพื่อควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าแฝง (Reactive Power) ในระบบ โดยวิธีการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้า (Power Flow) จะใช้วิธีนิวตัน-ราฟสัน (Newton-Raphson Method) เนื่องจากมีวงรอบการคำนวณที่น้อยเมื่อเทียบกับวิธีแบบอื่น ซึ่งการหาค่าของคาปาซิเตอร์แบงค์ที่จะต่อเข้าไปในระบบจำเป็นที่จะต้องเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด จึงเกิดแนวคิดที่จะนำวิธีการเชิงพันธุกรรม ซึ่งเป็นวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดมาใช้ในการหาค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นในระบบ นอกจากนั้นยังได้มีการนำเสนอในรูปแบบของ Graphic User Interface (GUI) เพื่อนำไปใช้ประกอบการสอนการเรียนวิชา การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังต่อไป

2. การแก้ปัญหาการไหลของกำลังไฟฟ้าด้วยวิธีนิวตัน-ราฟสัน

การแก้ปัญหาการไหลของกำลังไฟฟ้าด้วยวิธีนิวตัน-ราฟสัน เป็นวิธีได้รับการนิยมอย่างแพร่หลาย เพราะมีประสิทธิภาพในการหาคำตอบได้ภายในเวลาอันรวดเร็ว กล่าวคือมีการลู่เข้าของคำตอบที่ดี [1] ประกอบกับจำนวนรอบของการคำนวณไม่ขึ้นอยู่กับขนาดของระบบกำลังไฟฟ้าและคำตอบที่ได้มีความแม่นยำสูง โดยแสดงความสัมพันธ์ในการแก้ปัญหาได้ดังนี้

$$V_i = |V_i| \angle \delta_i \tag{1}$$

$$Y_{ij} = |Y_{ij}| \angle \theta_{ij} \tag{2}$$

ดังนั้น

$$I_i = \sum_{j=1}^{n} Y_{ij} V_j \tag{3}$$

จะได้

$$I_i = \sum_{j=1}^{n} |Y_{ij}||V_j| \angle \left(\theta_{ij} + \delta_j\right) \tag{4}$$

จากกำลังไฟฟ้าที่อยู่ในรูปของจำนวนเชิงซ้อนที่บัส i

$$P_i - jQ_i = V_i^* I_i \tag{5}$$

นำสมการที่ (4) แทนลงในสมการ (5)

$$P_i - jQ_i = |V_i| \angle (-\delta_i) \sum_{j=1}^{n} |Y_{ij}||V_j| \angle \left(\theta_{ij} + \delta_j\right) \tag{6}$$

สามารถแยกกำลังไฟฟ้าจริงและกำลังไฟฟ้าแฝงได้ดังนั้น

$$P_i = \sum_{j=1}^{n} |V_i||V_j||Y_{ij}| \cos(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \tag{7}$$

$$Q_i = -\sum_{j=1}^{n} |V_i||V_j||Y_{ij}| \sin(\theta_{ij} - \delta_i + \delta j) \tag{8}$$

จากสมการที่ (7) และ (8) สามารถเขียนในรูปจาร์โคเบียนเมตริกซ์ (Jacobian matrix) ดังนี้

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |V| \end{bmatrix} \tag{9}$$

โดยส่วนประกอบของจาร์โคเบียน เมตริกซ์ใน (9) จะหาได้ดังนี้

เมตริกซ์ย่อย J_1

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_i} = \sum_{j \neq i} |V_i||V_j||Y_{ij}| \sin(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad i = j$$

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_j} = -|V_i||V_j||Y_{ij}| \sin(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad j \neq i$$

เมตริกซ์ย่อย J_2

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_i|} = 2|V_i||Y_{ii}|\cos\theta_{ii} + \sum_{j\neq i}|V_j||Y_{ij}|\cos(\theta_{ij}-\delta_i+\delta_j) \quad i=j$$

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_j|} = |V_i||Y_{ij}|\cos(\theta_{ij}-\delta_i+\delta_j) \quad j\neq i$$

เมตริกซ์ย่อย J_3

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_i} = \sum_{j\neq i}|V_i||V_j||Y_{ij}|\cos(\theta_{ij}-\delta_i+\delta_j) \quad i=j$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_j} = -|V_i||V_j||Y_{ij}|\cos(\theta_{ij}-\delta_i+\delta_j) \quad j\neq i$$

เมตริกซ์ย่อย J_4

$$\frac{\partial Q_i}{\partial |V_i|} = -2|V_i||Y_{ii}|\sin\theta_{ii} - \sum_{j\neq i}|V_j||Y_{ij}|\sin(\theta_{ij}-\delta_i+\delta_j) \quad i=j$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial |V_j|} = -|V_i||Y_{ij}|\sin(\theta_{ij}-\delta_i+\delta_j) \quad j\neq i$$

ในเทอมของ ΔP_i และ ΔQ_i เป็นคือค่าปรับแก้ของกำลังไฟฟ้าที่ได้จากการวางแผน และกำลังไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณ ดังนี้

$$\Delta P_i^{(k)} = P_i^{sch} - P_i^{(k)}$$

$$\Delta Q_i^{(k)} = Q_i^{sch} - Q_i^{(k)}$$

ในเทอมของ ΔV_i และ $\Delta\delta_i$ เป็นคือค่าปรับแก้ของแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากการวางแผน และค่าที่ได้จากการคำนวณ ดังนี้

$$|V_i^{(k+1)}| = |V_i^{(k)}| + \Delta|V_i^{(k)}|$$

$$\delta_i^{(k+1)} = \delta_i^{(k)} + \Delta\delta_i^{(k)}$$

โดย V_i คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าที่บัส

Y_{ij} คือ ค่าบัสแอดมิตแตนซ์ เมตริกซ์

P_i คือ ค่ากำลังไฟฟ้าจริงที่บัส

Q_i คือ ค่ากำลังไฟฟ้าแฝงที่บัส

3. การติดตั้งคาปาซิเตอร์แบงค์

คาปาซิเตอร์แบงค์เป็นอุปกรณ์ที่สามารถช่วยชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟในระบบไฟฟ้า ซึ่งในการติดตั้งคาปาซิเตอร์นั้นต้องต่อขนานเข้าไปในระบบ [2] เมื่อคาปาซิเตอร์ต่อขนานอยู่กับโหลดที่มีค่าประกอบกำลังล้าหลัง คาปาซิเตอร์จะจ่ายกำลังไฟฟ้าแฝงให้กับโหลด ดังนั้นคาปาซิเตอร์ที่ต่อเข้ากับระบบจะสามารถลดกระแสในสายลงเท่ากับที่จำเป็นต้องจ่ายให้โหลดและแรงดันตกในสาย จะลดลงเมื่อค่าประกอบกำลังถูกทำให้ดีขึ้น เมื่อคาปาซิเตอร์ต้องการกำลังไฟฟ้าแฝงจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าน้อยลงจะทำให้จ่ายกำลังไฟฟ้าจริง (Real Power) ได้มากขึ้น โดยผลของการต่อคาปาซิเตอร์แบงค์เข้ากับระบบ จะช่วยปรับปรุงระดับของแรงดันที่บัส ซึ่งยังส่งผลในการทำให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียของระบบลดลงด้วย [7]

4. วิธีการเชิงพันธุกรรม

วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เป็นคำที่นำมาจากขั้นตอนเชิงพันธุกรรมทางธรรมชาติมาใช้ ซึ่งวิธีเชิงพันธุกรรมนี้เป็นวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีขั้นตอนแบบเชิงความน่าจะเป็น (Stochastic Algorithm) ที่ใช้ในการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Global Optimal Solution) ของฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective Functions) วิธีเชิงพันธุกรรมถูกนำเสนอครั้งแรกต่อสาธารณชนโดย Hollandในปี 1975 โดยการหาคำตอบจะอาศัยทฤษฎีการวิวัฒนาการของ Charles Darwin ที่กล่าวว่าผู้ที่แข็งแกร่ง กว่าย่อมมีโอกาสที่จะอยู่รอดและถ่ายทอดคุณลักษณะเด่นที่มีไปยังรุ่นถัดไปในขณะที่ผู้อ่อนแอกว่าย่อมตายไป ดังนั้นกระบวนการหรือตัวดำเนินการ (Operators) ต่าง ๆ ภายในวิธีเชิงพันธุกรรมจะมีชื่อเรียกไปทางเชิงชีววิทยาได้แก่ การคัดเลือกพันธุ์ (Selection) เพื่อเลือกเฟ้นประชากร (Individual) ที่มีค่าความแข็งแรงจากกลุ่มประชากรส่วนการสลับสายพันธุ์ (Crossover) เป็นการสร้างประชากรลูกหลาน (Offspring) ที่มีคุณลักษณะเด่นจากประชากรพ่อแม่ (Parent) และ การกลายพันธ์ (Mutation) กระบวนการนี้จะคงความหลากหลายทางพันธุศาสตร์ภายในกลุ่มประชากร [3] ซึ่งวิธีเชิงพันธุกรรมนั้นประสบผลสำเร็จในการนำไปประยุกต์ใช้กับแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุด ในหลายแขนงวิชารวมถึงปัญหาระบบไฟฟ้ากำลังเช่น ปัญหาการเลือกจ่ายพลังงานไฟฟ้าโดยคำนึงถึงหลักเศรษฐศาสตร์ ปัญหาการควบคุมให้เหมาะสม ปัญหาการวางแผนระบบไฟฟ้าและปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมอื่นๆ [4]

5. ชุดโปรแกรม LMP (Loss Minimization Package)

การสร้างชุดโปรแกรม LMP (Loss Minimization Package) โดยโปรแกรมสามารถติดต่อกับผู้เรียนงานใน

เมตริกซ์ย่อย J_2

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_i|} = 2|V_i||Y_{ii}|\cos\theta_{ii} + \sum_{j\neq i}|V_j||Y_{ij}|\cos(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad i = j$$

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_j|} = |V_i||Y_{ij}|\cos(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad j \neq i$$

เมตริกซ์ย่อย J_3

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_i} = \sum_{j\neq i}|V_i||V_j||Y_{ij}|\cos(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad i = j$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_j} = -|V_i||V_j||Y_{ij}|\cos(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad j \neq i$$

เมตริกซ์ย่อย J_4

$$\frac{\partial Q_i}{\partial |V_i|} = -2|V_i||Y_{ii}|\sin\theta_{ii} - \sum_{j\neq i}|V_j||Y_{ij}|\sin(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad i = j$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial |V_j|} = -|V_i||Y_{ij}|\sin(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad j \neq i$$

ในเทอมของ ΔP_i และ ΔQ_i เป็นคือค่าปรับแก้ของกำลังไฟฟ้าที่ได้จากการวางแผน และกำลังไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณ ดังนี้

$$\Delta P_i^{(k)} = P_i^{sch} - P_i^{(k)}$$
$$\Delta Q_i^{(k)} = Q_i^{sch} - Q_i^{(k)}$$

ในเทอมของ ΔV_i และ $\Delta \delta_i$ เป็นคือค่าปรับแก้ของแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากการวางแผน และค่าที่ได้จากการคำนวณ ดังนี้

$$|V_i^{(k+1)}| = |V_i^{(k)}| + \Delta|V_i^{(k)}|$$
$$\delta_i^{(k+1)} = \delta_i^{(k)} + \Delta\delta_i^{(k)}$$

โดย V_i คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าที่บัส

Y_{ij} คือ ค่าบัสแอดมิตแตนซ์ เมตริกซ์

P_i คือ ค่ากำลังไฟฟ้าจริงที่บัส

Q_i คือ ค่ากำลังไฟฟ้าแฝงที่บัส

3. การติดตั้งคาปาซิเตอร์แบงค์

คาปาซิเตอร์แบงค์เป็นอุปกรณ์ที่สามารถช่วยชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟในระบบไฟฟ้า ซึ่งในการติดตั้งคาปาซิเตอร์นั้นต้องต่อขนานเข้าไปในระบบ [2] เมื่อคาปาซิเตอร์ต่อขนานอยู่กับโหลดที่มีค่าประกอบกำลังล้าหลัง คาปาซิเตอร์จะจ่ายกำลังไฟฟ้าแฝงให้กับโหลด ดังนั้นคาปาซิเตอร์ที่ต่อเข้ากับระบบจะสามารถลดกระแสในสายลงเท่ากับที่จำเป็นต้องจ่ายให้โหลดและแรงดันตกในสาย จะลดลงเมื่อค่าประกอบกำลังถูกทำให้ดีขึ้น เมื่อคาปาซิเตอร์ต้องการกำลังไฟฟ้าแฝงจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าน้อยลงจะทำให้จ่ายกำลังไฟฟ้าจริง (Real Power) ได้มากขึ้น โดยผลของการต่อคาปาซิเตอร์แบงค์เข้ากับระบบ จะช่วยปรับปรุงระดับของแรงดันที่บัส ซึ่งยังส่งผลในการทำให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียของระบบลดลงด้วย [7]

4. วิธีการเชิงพันธุกรรม

วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เป็นคำที่นำมาจากขั้นตอนเชิงพันธุกรรมทางธรรมชาติมาใช้ ซึ่งวิธีเชิงพันธุกรรมนี้เป็นวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีขั้นตอนแบบเชิงความน่าจะเป็น (Stochastic Algorithm) ที่ใช้ในการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Global Optimal Solution) ของฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective Functions) วิธีเชิงพันธุกรรมถูกนำเสนอครั้งแรกต่อสาธารณชนโดย Hollandในปี 1975 โดยการหาคำตอบจะอาศัยทฤษฎีการวิวัฒนาการของ Charles Darwin ที่กล่าวว่าผู้ที่แข็งแกร่ง กว่าย่อมมีโอกาสที่จะอยู่รอดและถ่ายทอดคุณลักษณะเด่นที่มีไปยังรุ่นถัดไปในขณะที่ผู้อ่อนแอกว่าย่อมตายไป ดังนั้นกระบวนการหรือตัวดำเนินการ (Operators) ต่าง ๆ ภายในวิธีเชิงพันธุกรรมจะมีชื่อเรียกไปทางเชิงชีววิทยาได้แก่ การคัดเลือกพันธุ์ (Selection) เพื่อเลือกเฟ้นประชากร (Individual) ที่มีค่าความแข็งแรงจากกลุ่มประชากรส่วนการสลับสายพันธุ์ (Crossover) เป็นการสร้างประชากรลูกหลาน (Offspring) ที่มีคุณลักษณะเด่นจากประชากรพ่อแม่ (Parent) และ การกลายพันธ์ (Mutation) กระบวนการนี้จะคงความหลากหลายทางพันธุศาสตร์ภายในกลุ่มประชากร [3] ซึ่งวิธีเชิงพันธุกรรมนั้นประสบผลสำเร็จในการนำไปประยุกต์ใช้กับแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุด ในหลายแขนงวิชารวมถึงปัญหาระบบไฟฟ้ากำลังเช่น ปัญหาการเลือกจ่ายพลังงานไฟฟ้าโดยคำนึงถึงหลักเศรษฐศาสตร์ ปัญหาการควบคุมให้เหมาะสม ปัญหาการวางแผนระบบไฟฟ้าและปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมอื่นๆ [4]

5. ชุดโปรแกรม LMP (Loss Minimization Package)

การสร้างชุดโปรแกรม LMP (Loss Minimization Package) โดยโปรแกรมสามารถติดต่อกับผู้เรียนงานใน

ตารางที่ 2 กำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบที่ได้จากการทดสอบโปรแกรม LMP เปรียบเทียบกับ Paper IEEE [5]

Power Losses [p.u.]	
Paper IEEE [5]	LMP
0.3484	0.3484

จากการทดสอบจะพบว่าคำตอบของโปรแกรม LMP เมื่อเปรียบเทียบกับ Paper IEEE [5] จะให้ผลที่ตรงกันแสดงว่าโปรแกรมสามารถคำนวณได้อย่างถูกต้องอย่างไรก็ตามเป็นที่สังเกตว่าแรงดัน ณ บัสที่สองมีค่าต่ำกว่าที่กำหนดคือ $\pm 5\%$ (0.95 – 1.05 p.u.) [5]

กรณีที่ 2 การทดสอบโปรแกรม LMP โดยมีการติดตั้งคาปาซิเตอร์แบงค์

โดยในกรณีนี้จะทำการติดตั้งคาปาซิเตอร์แบงค์ขนาด 200 Mvar ในระบบเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของกำลังไฟฟ้าสูญเสียและแรงดัน ณ บัสที่2 โดยผลที่ได้จากโปรแกรม LMP จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับ Paper IEEE [5] ดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 แรงดันและมุมต่างเฟสที่ได้จากโปรแกรม LMP เปรียบเทียบกับ Paper IEEE [5]

Bus	Paper IEEE [5]		LMP	
	Voltage [p.u.]	Angle [degree]	Voltage [p.u.]	Angle [degree]
1	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
2	0.9680	-19.6290	0.9680	-19.6290
3	1.0500	-0.4076	1.0500	-0.4076
4	1.0374	-2.6800	1.0374	-2.6800
5	1.0066	-4.4272	1.0067	-4.4272

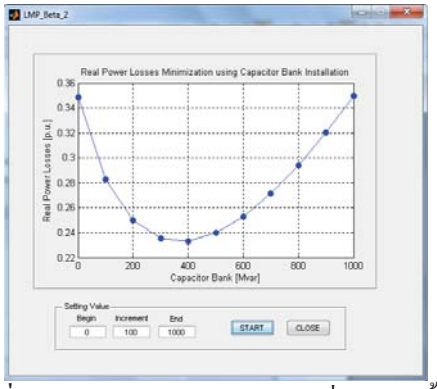
ตารางที่ 4 กำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบที่ได้จากการทดสอบโปรแกรม LMPเปรียบเทียบกับ Paper IEEE [5]

Power Losses [p.u.]	
Paper IEEE [5]	LMP
0.2500	0.2500

จากการทดสอบจะพบว่า เมื่อมีการติดตั้งคาปาซิเตอร์แบงค์ที่บัสที่ 2 ส่งผลให้แรงดันที่บัสที่ 2 ถูกปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยก่อนติดตั้งคาปาซิเตอร์แบงค์ แรงดันที่บัสที่ 2 มีค่า 0.8338 p.u. หลังจากติดตั้งคาปาซิเตอร์ แบงค์ ค่าแรงดันที่บัสที่ 2 ถูกปรับปรุงให้ดีขึ้น จะมีค่า 0.9680 p.u. ซึ่งอยู่ในช่วง 0.95-1.05 p.u. ที่ได้กำหนดไว้ หลังจากที่แรงดันถูกปรับปรุงให้ดีขึ้นแล้ว ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียมีค่าลดลงด้วย

กรณีที่ 3 การทดสอบโปรแกรม LMP โดยมีการติดตั้งคาปาซิเตอร์แบงค์ขนาด 0-1000 Mvar ในระบบ

ในกรณีนี้ผู้เรียนสามารถที่จะกำหนดค่าคาปาซิเตอร์แบงค์ที่จะติดตั้งเข้าไปในระบบโดยสามารถกำหนดค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดรวมถึงช่วงของค่าคาปาซิเตอร์แบงค์ได้ เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าคาปาซิเตอร์แบงค์กับกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดในระบบ



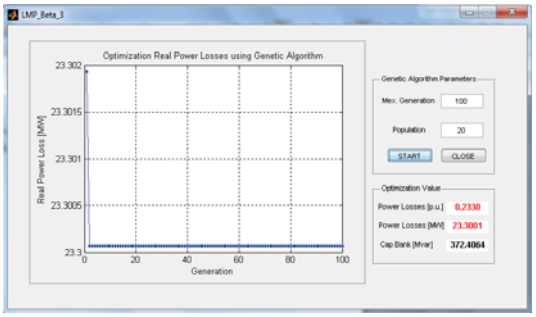
ภาพที่ 4 ระบบไฟฟ้ากำลัง 5 บัส กรณีที่มีการติดตั้งคาปาซิเตอร์แบงค์ ค่า 0-1000 Mvar ในระบบ

จากภาพที่ 4 จะพบว่าผล ที่ได้จากโปรแกรม LMP แสดงให้เห็นว่าการติดตั้งคาปาซิเตอร์แบงค์เพิ่มขึ้นไม่ได้ทำให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นในระบบมีค่าน้อยลงเสมอไป สำหรับกรณีนี้ การติดตั้งคาปาซิเตอร์แบงค์ขนาด 400 Mvar จะทำให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบเกิดขึ้นน้อยที่สุด จึงสรุปได้ว่าควรมีการเลือกคาปาซิเตอร์แบงค์ที่เหมาะสมก่อนที่จะนำไปติดตั้งในระบบ

กรณีที่ 4 การทดสอบโปรแกรม LMP โดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการหาค่าคาปาซิเตอร์แบงค์ที่เหมาะสมที่สุด

ในกรณีนี้จะนำเอาวิธีการเชิงพันธุกรรมเข้ามาช่วยในการหาค่าของคาปาซิเตอร์แบงค์ที่เหมาะสมที่สุดเพื่อเป็นแนวทางในการนำไปเลือกใช้คาปาซิเตอร์แบงค์ในทางปฏิบัติได้ โดยผู้เรียนสามารถที่จะกำหนดค่าพารามิเตอร์ของวิธีการเชิงพันธุกรรมเช่น จำนวนประชากร และรอบของการคำนวณ

สูงสุดดังแสดงในภาพที่ 5 โดยจะแสดงผลเป็นค่าคาปาซิเตอร์แบงค์ที่เหมาะสมที่สุด กำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบ และกราฟการลู่เข้าสู่คำตอบของวิธีเชิงพันธุกรรม



ภาพที่ 5 หน้าต่างโปรแกรม LMP โดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม

จากภาพที่ 5 เป็นการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม เนื่องจากการทดสอบหาค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสีย (Power Losses) ที่ได้กล่าวไปข้างต้น ค่าที่หามาได้จะเป็นค่าคำตอบที่เป็นค่าการประมาณเท่านั้น เพราะฉะนั้นหากต้องการหาค่าที่เหมาะสม จึงได้มีการเพิ่มวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เข้ามาเพื่อเข้ามาหาค่าที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งในบทความนี้คือค่าคาปาซิเตอร์แบงค์ที่เหมาะสมที่สุดที่จะติดตั้งเข้าไปในระบบ โดยผลของโปรแกรม LMP ที่ใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คำตอบที่ได้จากวิธีการเชิงพันธุกรรม

Genetic Algorithm	
Capacitor Bank [Mvar]	Power Losses [p.u.]
372.4065	0.2330

จากวิธีการเชิงพันธุกรรม ค่าคำตอบที่ได้คือค่าคาปาซิเตอร์แบงค์ ที่เหมาะสมที่สุดที่จะติดตั้งเข้าไปในระบบคือค่า 372.4065 Mvar กำลังไฟฟ้าสูญเสีย ที่เกิดขึ้นในระบบมีค่าเท่ากับ 0.2330 p.u. ซึ่งทำให้ได้ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสีย ที่เป็นค่าที่ต่ำที่สุด โดยจะเป็นแนวทางในหาค่าของคาปาซิเตอร์แบงค์ในการนำมาใช้งานในทางปฏิบัติได้ต่อไป

7. สรุป

จากปัญหาในการขาดสื่อการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลัง บทความนี้ได้นำเสนอเครื่องมือในการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังโดยพิจารณาค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบเมื่อติดตั้งคาปาซิเตอร์แบงค์ และหาค่าคาปาซิเตอร์แบงค์ที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม โดยสร้างเป็นชุดโปรแกรมที่มีชื่อว่า LMP (Loss Minimization Package) ซึ่งมีส่วนติดต่อการใช้งานเพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้งานได้สะดวกในรูปแบบ Graphic User Interface (GUI) และเครื่องมือที่สร้างขึ้นสามารถคำนวณค่าต่างๆ ได้อย่างถูกต้องซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนการสอนทางด้านการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังในส่วนของการวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบ เมื่อติดตั้งคาปาซิเตอร์แบงค์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Hadi Saadat, “Power System Analysis”, 2nd Ed, Mc-GRAW-Hill , Book Company, New York.

[2] ธวัช สิริสังกาส, “การหาตำแหน่งติดตั้งและขนาดของคาปาซิเตอร์แบงค์ที่เหมาะสมเพื่อลดกำลังสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้าพร้อมทั้งคำนึงถึงความไม่เป็นเชิงเส้นของโหลดโดยใช้วิธีกลุ่มอนุภาค”, ปีการศึกษา 2550, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[3] ณชล ไชยรัตนะ, เอกสารประกอบการสอนวิชา Intelligence System คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[4] ธนากร จานโอ, “การวางแผนการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าอย่างประหยัดโดยพิจารณาความสูญเสียของระบบด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรม”, ปีการศึกษา 2551, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[5] Luckman D. and Blackburn T.R., Loss Minimization in Load Flow Simulation in Power System, IEEE PEDS 2001 – INDONESIA: 84-88

[6] Duane C. Hanselman and Bruce L. Littlefield, 2004, “Mastering MATLAB 7”, Prentice International (UK) Limited, London

[7] Glover, J.D. and Sarma, M. 1994, “Power System Analysis andDesign”, 2nd ed, PWS Publishing Company

[8] The MathWork. “Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox”, 2 User’s Guide, 2008.

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอล สำหรับการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

The Construction and Evaluation the Efficiency of the Instructional Package on Digital Modulation and Demodulation for Curriculum of Diploma

ปราการ ทองใบ[1] มนตรี ศิริปรัชญานันท์[2] และสมศักดิ์ อรรคทิมากูล[2]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น, 150 ถ.ศรีจันทร์ จ.ขอนแก่น

[2]ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

E-mail: t.prakran-rmuti@hotmail.com, ssa@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่อง การมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอล ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ผู้วิจัยได้นำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปใช้สอนกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จำนวน 20 คน โดยหลังการเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนนักศึกษาจะต้องทำแบบฝึกหัด หลังจากนั้นเมื่อศึกษาครบทุกหน่วยเรียนแล้วนักศึกษาจะทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งค่าที่ได้จะนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดการสอนต่อไป และจากผลการทดลองปรากฏว่าชุดการสอน เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.67/84.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

คำสำคัญ : ชุดการสอน มอดูเลตสัญญาณดิจิตอล ดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอล

Abstract

The purpose of this study was to develop and validate efficiency of an instructional package in teaching telecommunication system for curriculum of diploma in electronics, department of Rajamangala University. The samples were 20 second year students of Rajamangala University. After teaching and learning processes of each learning unit were finished, the students were assigned to do the exercises. Then an achievement test was given to the students. The exercises and achievement scores were used in the computations to determine efficiency of the instructional package. The results indicated that the efficiency of the digital modulation and demodulation package was 81.67/84.50 which was corresponding with the 80/80 criteria.

Keywords: Instructional package, Digital modulation, Digital demodulation

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านการสื่อสารโทรคมนาคมได้มีความก้าวหน้าและพัฒนาขึ้นเป็นอย่างมากและเอื้ออำนวยต่อการทำงานในด้านต่าง ๆ ทำให้สามารถทำงานได้อย่างคล่องตัว สะดวก รวดเร็ว จากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีดังกล่าวนั้น ในทางด้านอุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคมได้นำเอาเทคโนโลยีการสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบลักษณะต่างๆ เข้ามาใช้ร่วมกับระบบเครือข่ายการสื่อสาร ซึ่งในกระบวนการปฏิบัติงานจะต้องมีบุคลากรที่มีความรู้ มีความสามารถเข้ามาควบคุมและดูแลระบบจึงจะทำให้ระบบงานด้านเครือข่ายการสื่อสารโทรคมนาคมมีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะ อุตสาหกรรมด้านการสื่อสารข้อมูลและระบบโทรคมนาคม [1], [2], [3] จัดได้ว่าเป็นเทคโนโลยี ที่ช่วยอำนวยประโยชน์ต่อการพัฒนาสังคม จากการสอบถามอาจารย์ผู้สอนวิชาดังกล่าวของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น พบว่าในหัวข้อเรื่อง ระบบการสื่อสารแบบดิจิตอลนั้น การเรียนการสอนยังเป็นวิธีแบบบรรยาย มีเนื้อหาค่อนข้างยาก มีรายละเอียดมาก ต้องใช้ระยะเวลาในการสอนแต่ละเรื่องมากและยังขาดสื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพและเหมาะสมกับเนื้อหา

จากปัญหาดังกล่าวจึงส่งผลต่อการเรียนการสอนในวิชาระบบโทรคมนาคม ซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา นั้นมีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้มีความสนใจที่จะสร้างชุดการสอนเรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลขึ้น ซึ่งผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์และช่วยแก้ปัญหาในการเรียนการสอน และยังเป็นการพัฒนาการเรียนการสอนในเรื่องระบบการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลของสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และผลที่ตามมาคือใช้เป็นแนวทางให้ครูผู้สอน หรือผู้ที่สนใจได้ทำการศึกษาและสร้างชุดการเรียนการสอนในวิชาอื่นๆ ซึ่งเป็นการนำเอาเทคโนโลยีทางการศึกษาสมัยใหม่เข้ามาใช้ในการศึกษาเพื่อทำให้การจัดการศึกษาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อสร้างชุดการสอนเรื่อง การมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอล ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

1.1.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนที่สร้างขึ้น

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบผลคะแนนของนักเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดการสอน

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 ชุดการสอนที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานที่ 80/80

1.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังจากที่เรียนด้วยชุดการสอน เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอล สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ระเบียบวิธีการวิจัย

2.1 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ที่ลงทะเบียนเรียนทฤษฎีวิชาระบบโทรคมนาคม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 20 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ตามสภาพห้องเรียนจริงทั้งนี้เพราะคำนึงถึงเวลาในการจัดการเรียนการสอนและความพร้อมของผู้เรียนเพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอนตามปกติ และกลุ่มตัวอย่างนี้สามารถเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมดได้ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ที่ผ่านการสอบคัดเลือกเข้ามาด้วยหลักเกณฑ์เดียวกัน

2.2 การสร้างเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือสำหรับการวิจัยในครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

2.2.1 คู่มือครู คู่มือครูสำหรับการสอนวิชาระบบโทรคมนาคม เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2548 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและจัดสร้างชุดการสอนตามขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาชุดการสอนสำหรับครูผู้สอน เพื่อใช้ในการเรียนการสอนใน

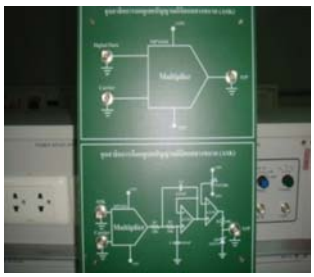
หัวข้อเรื่อง การมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลทางขนาด (ASK) การมอดูเลตและ ดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลทางความถี่ (FSK) และการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลเชิงมุม (PSK) โดยได้สร้างเป็นชุดคู่มือครู ซึ่งประกอบด้วยดังต่อไปนี้

- วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- แผนการสอน
- ใบเนื้อหาวิชาเรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอล
- แบบทดสอบพร้อมเฉลย

2.2.2 สื่อการเรียนการสอน การสร้างสื่อการสอนจะพิจารณาจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นสำคัญ โดยให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้มากที่สุด ซึ่งจากกา ร วิเคราะห์สื่อการสอนพบว่าส่วนสำคัญจะประกอบไปด้วย โปรแกรมเพาเวอร์พอยต์และชุดสาธิต

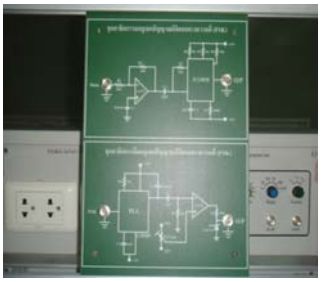
ดังนั้นการสร้างสื่อประเภทชุดสาธิต ได้ยึดหลักการในการสร้างสื่อตามทฤษฎี [4],[5] เป็นแนวทางในการดำเนินงาน และการออกแบบวงจรการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอล ได้ศึกษาจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง [1],[2],[3],[10],[11],[12] ได้ผลการสร้างชุดสาธิต ดังนี้

1) ชุดสาธิตการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลทางขนาด (ASK) โครงสร้างดังแสดงในภาพที่ 1



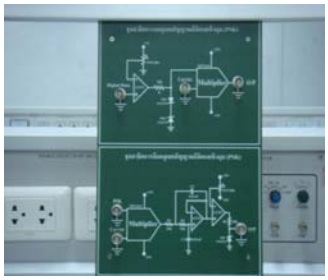
ภาพที่ 1 ชุดสาธิตการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลทางขนาด (ASK)

2) ชุดสาธิตการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลทางความถี่ (FSK) โครงสร้างดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ชุดสาธิตการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลทางความถี่ (FSK)

3) ชุดสาธิตการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลเชิงมุม (PSK) โครงสร้างดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ชุดสาธิตการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลเชิงมุม (PSK)

2.3 การดำเนินการทดสอบและเก็บข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยเพื่อเป็นการทดสอบคุณภาพเบื้องต้น ผู้วิจัยได้นำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองที่เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์สื่อสาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จำนวน 30 คน ที่ได้ผ่านการเรียนในรายวิชาดังกล่าวมาแล้ว โดยได้ทำการวัดความรู้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อนำมาใช้ในการหาคุณภาพแบบทดสอบและปรับปรุงคุณภาพของชุดการสอน แล้วจึงนำชุดการสอนดังกล่าวไปใช้สอนจริงกับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จำนวน 20 คน ซึ่งยังไม่เคยเรียนวิชาระบบโทรคมนาคม เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลมาก่อน โดยมีอาจารย์ประจำวิชาเป็นผู้สอน โดยผู้สอนจะสอนตามขั้นตอนและวิธีการที่กำหนดไว้ใน

แผนการสอน ซึ่งใช้เวลาในการสอนจำนวน 3 หน่วยเรียนๆ ละ 2 คาบ ระหว่างการสอนจะให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดหลังหน่วยเรียน เมื่อสอนครบทุกหน่วยการเรียนแล้วจะทำการทดสอบความรู้ที่เรียนด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนต่อไป

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพชุดการสอน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างทุกคน จากการทำแบบฝึกหัดหลังจากจบบทเรียนและจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วโดยคิดเป็นร้อยละ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน [6], [7] มีดังนี้

$$E_1 = \frac{(E_X / N)}{A} \times 100 \quad (1)$$

$$E_2 = \frac{(E_Y / N)}{B} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ

E_1 = ประสิทธิภาพของชุดการสอนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากการทำแบบฝึกหัดหรือการประกอบกิจกรรมทางการเรียน

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวผู้เรียนหลังจากเรียนด้วยชุดการสอน) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

E_X = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัด

E_Y = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N = จำนวนผู้เรียน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

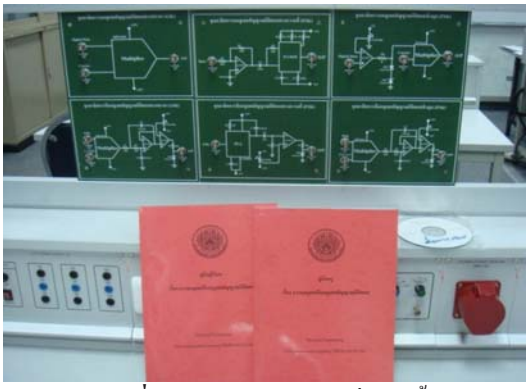
B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังการเรียน

3. ผลของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนเรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลในรายวิชาระบบโทรคมนาคม (Telecommunication System) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน โดยมีผลการวิจัยดังนี้

3.1 ผลการสร้างชุดการสอน

การสร้างชุดการสอนเรื่องการมอดูเลตดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอล รายวิชาระบบโทรคมนาคม ประกอบไปด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 18 ข้อ ใบเนื้อหาจำนวน 25 หน้า สื่อการสอนโปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ จำนวน 52 สไลด์ แบบฝึกหัด จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ พร้อมเฉลย แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ผลของชุดการสอนที่สร้างขึ้น

3.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบฝึกหัด

จากการทำแบบฝึกหัดของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างในแต่ละหน่วยเรียน และนำผลของคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดเพื่อที่จะนำมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพในแต่ละแบบฝึกหัดได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบฝึกหัด

รายการ	คะแนนเต็ม	$\sum X$	$\overline{X}$	ร้อยละ
แบบฝึกหัดที่ 1	10	164	8.2	82
แบบฝึกหัดที่ 2	10	161	8.05	80.50
แบบฝึกหัดที่ 3	10	165	8.25	82.50
รวม	30	507	24.50	81.67

จากตารางที่ 1 แสดงถึงผลจากการทำแบบฝึกหัดของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยคะแนนแบบฝึกหัด

เรื่องที่ 1 ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 82 แบบฝึกหัดเรื่องที่ 2 ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 80.5 และแบบฝึกหัดเรื่องที่ 3 ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 82.5 รวมคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดทั้งหมด พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 81.67 ซึ่งมีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดร้อยละ 80

3.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดการสอน

การวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอน เรื่องการมอดูเลตดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอล เมื่อทดลองใช้กับนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน มีผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพชุดการสอน

รายการ	N	$\sum X$	$\overline{X}$	ร้อยละ
คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด (E_1)	20	490	24.50	81.67
คะแนนจากการทำแบบทดสอบ (E_2)	20	507	25.35	84.50

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่านักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย 20 คน โดยทำข้อสอบในแบบฝึกหัดหลังหน่วยเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 81.67 ของคะแนนรวมทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดร้อยละ 80 และทำข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 84.50 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดร้อยละ 80 ซึ่งแสดงว่าชุดการสอนเรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอล ในรายวิชาระบบโทรคมนาคม (Telecommunication System) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80

3.4 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลของคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) และคะแนนการทดสอบหลังเรียน (Post-Test) นำมาวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงในตารางที่ 3 แสดงให้เห็นถึงผลนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อทดสอบค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียนโดยใช้ t-test โดยค่า t ที่คำนวณได้มากกว่าค่า t จากตาราง ซึ่งแสดงว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกัน โดยค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือการเรียนด้วยชุดการสอนที่สร้างขึ้นนี้ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบ	N	$\overline{X}$	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนเรียน	20	11.4	279	4039	22.43**
หลังเรียน	20	25.35			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. สรุปผล

บทความวิจัยนี้ได้นำเสนอ ชุดการสอนเรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอล หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน พุทธศักราช 2548 โดยประสิทธิภาพของชุดการสอนรายวิชาระบบโทรคมนาคม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.67/84.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยทางด้านการศึกษาที่ผ่านมา [8],[9] ดังนั้นสรุปได้ว่าชุดการสอน เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลที่สร้างขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตรชั้นสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. เอกสารอ้างอิง

[1] วิวัฒน์ กิรานนท์, “การสื่อสารข้อมูลดิจิตอล”, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2535.

[2] ปราโมทย์ วาดเขียน, วิวัฒน์ กิรานนท์, “พื้นฐานการสื่อสารข้อมูล”, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2536.

[3] มนตรี ศิริปรัชญานันท์, “ชุดทดลองระบบสื่อสารดิจิตอล”, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.

[4] วัลลภ จันทร์ตระกูล, “สื่อการเรียนการสอน”, กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.

[5] เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต, “เทคโนโลยีทางการศึกษา”, กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.

[6] ล้วน สายยศ, อังคณา สายยศ, “เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา”, สุวีริยาสาสน์, กรุงเทพฯ, 2538.

[7] เยาวดี วิบูลย์ศรี, “การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์”, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์, 2549.

[8] จรินทร์ จุลวานิช, “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2546)”, คณะวิชาไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล, 2547.

[9] ภูษิตย์ จำปาทอง, “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาดิจิตอลเทคนิค ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง”, สาขาวิชาไฟฟ้า, 2547.

[10] P.H Young, “Electronic Communication Techniques”, 4th edition. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall,1999.

[11] H.Taub D. L. Schilling, “Principles of Communication System”, 2rd, McGraw-Hill, New York, 1986, p.730.

[12] J. B. Anderson, T. Aulin, C-E.Sundberg, “Digital Phase Modulation”, Pleum Press, NewYork, 1986.

การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบบูรณาการเรื่องการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังเบื้องต้น วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

A Construction and Efficiency Validation of an Integrated Instructional Package On Basic Power Electronics Application for Electronic Circuits and Devices, Vocational Certificate

สุชาติ ยอดเกลี้ยง[1] , สมศักดิ์ อรรคทิมากูล[2] และมานิตย์ สิทธิชัย[2]

[1]วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร, 286/1 ถนนบำรุงเมือง เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพฯ 10100
[2]ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800, e-mail: suchart@bpc.ac.th, ssa@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดการสอนแบบบูรณาการ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนและเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนเรื่องการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังเบื้องต้น วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานไฟฟ้ากำลัง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา วิธีดำเนินการวิจัยโดยผู้วิจัยได้สร้างชุดการสอนซึ่งประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอน แบบทดสอบท้ายบทเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จากนั้นนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเลือกแบบเจาะจง เป็นนักเรียนชั้นปีที่ 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร ที่ได้ลงทะเบียนเรียนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 16 คน โดยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน ทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพชุดการสอน และวิเคราะห์หาความก้าวหน้าทางการเรียนโดยใช้สถิติค่าที ผลการวิจัยพบว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.56/73.54 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน พบว่าความก้าวหน้าทางการเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 โดยคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

คำสำคัญ : ชุดการสอนบูรณาการ การใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังเบื้องต้น ประสิทธิภาพชุดการสอน

Abstract

This research aimed to construct and validate the efficiency of an integrated instructional package on basic power electronics application for electronic circuits and devices in electrical power program of vocational certificate, the electrical department. The constructed instructional package consists of teacher's handbook, instruction media, exercises and test of the topics of basic power electronics application. Samples were 16 students registered in the second semester of academic year 2009 at electrical department, Bangkok polytechnic college. They did the pre-test before taking the course and worked on the exercises after each unit then the post-test. The scores were computed for its efficiency. Finally, we analyzed the learning achievement by using t-test. The results showed that this instructional

package had efficiency as 76.56/73.54 which was lower than criteria 80/80. However, the statistic significant was different of .01 and the post-test scores were higher than the pre-test scores.

Keywords : Integrated Instructional Package, Basic Power Electronics Application, Efficiency of Instructional Package

1. บทนำ

การจัดการอาชีวศึกษา การฝึกอบรมวิชาชีพ และการศึกษาตามอัธยาศัย รวมทั้งการศึกษาในระบบการศึกษานอกระบบ เป็นการดำเนินการอย่างกว้างขวางทั้งภาครัฐและเอกชนแต่ยังคงขาดศักยภาพในการดำเนินงาน มีความซ้ำซ้อนในการให้บริการ ส่วนใหญ่เป็นการให้การศึกษาตามความพร้อมของผู้ดำเนินการ สถานศึกษาอาชีวศึกษาจึงเป็นหน่วยงานหนึ่งทางด้านการศึกษา ที่มีวัตถุประสงค์ในการจัดการศึกษาด้านวิชาชีพและฝึกอบรมอาชีพ ที่มุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ทางทฤษฎีควบคู่กับการปฏิบัติ โดยมีสมรรถนะทางเทคนิคตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด เพื่อเตรียมบุคคลเข้าสู่ตลาดแรงงานด้านอุตสาหกรรม [1]

วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร เป็นสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรวิชาชีพหลายหลักสูตร โดยมีแผนกวิชาไฟฟ้ากำลังได้จัดให้มีการเรียนการสอนในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ที่มีความจำเป็นและสำคัญมากในการนำมาใช้ในการออกแบบเพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเครื่องจักรในงานอุตสาหกรรม และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เพื่อผลิตและพัฒนาช่างฝีมือ และช่างเทคนิค ให้มีความสามารถตามสมรรถนะงาน และตามความต้องการของตลาดแรงงานในปัจจุบัน และจากนโยบายหนังสือเรียนฟรีจากรัฐบาลที่ให้ครูจัดซื้อเอกสารตำรามาให้นักเรียนเพื่อใช้ประกอบการสอน ซึ่งหนังสือบางส่วนทำให้นักเรียนศึกษาไม่ครบเนื้อหาตามหลักสูตร ซึ่งจากการสอบถามและสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนสามารถสรุปปัญหาในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ได้ดังนี้

1 เนื้อหาไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2 หัวข้อการประลองไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของรายวิชา

3 จำนวนชุดทดลองมีไม่เพียงพอแก่การเรียนการสอน

4 ขาดชุดการสอนที่บูรณาการกระบวนการการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้งานได้จริง และขาดสื่อการเรียนการสอนที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน

5 ขาดตำราที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรสำหรับสาขางานไฟฟ้ากำลัง

6 เนื้อหาในคำอธิบายรายวิชา เรื่องการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังเบื้องต้น ยากเกินไปสำหรับนักเรียนระดับชั้น ปวช. จึงควรมีสื่อและอุปกรณ์การสอนที่เหมาะสมสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน

เพื่อแก้ปัญหาดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยเห็นว่าการสร้างชุดการสอนที่บูรณาการสื่อการเรียนรู้ ทั้งทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติ สามารถตอบสนองปัญหาในการเรียนการสอน ในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ของวิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร และสถานศึกษาอื่นที่ใช้หลักสูตรเดียวกัน และช่วยให้ครูที่สอนในรายวิชานี้ พัฒนาการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับการศึกษาวิชาชีพ ให้เป็นไปตามจุดประสงค์ของหลักสูตร และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติได้

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อสร้างชุดการสอนแบบบูรณาการเรื่องการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังเบื้องต้น วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 สาขางานไฟฟ้ากำลัง

1.1.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนที่สร้างขึ้น

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบผลคะแนนของนักเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดการสอน

1.1.4 เพื่อเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 ชุดการสอนแบบบูรณาการที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80

1.2.2 คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอน เรื่องการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังเบื้องต้น สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.2.3 นักเรียนกลุ่มสูงมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นชุดการสอนซึ่งประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอน และแบบทดสอบ โดยเริ่มต้นจากการศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร ในวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2104-2112 สาขางานไฟฟ้ากำลัง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา การสร้างเครื่องมือมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ใบเนื้อหา

โดยการนำเอาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์หลักสูตรมาเป็นแนวทางในการสร้างเนื้อหาเรื่องการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังเบื้องต้น จำนวน 4 หน่วยเรียน คือ การควบคุมกำลังไฟฟ้าด้วยทรานซิสเตอร์กำลัง การควบคุมกำลังไฟฟ้าด้วยเอสซีอาร์ การควบคุมกำลังไฟฟ้าด้วยไตรแอค และวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ด้วยทรานซิสเตอร์

2.2 ใบงาน

เป็นเอกสารประกอบการทดลอง จำนวน 4 ใบงาน โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในภาคปฏิบัติ และได้ศึกษารูปแบบใบงานการทดลอง และชุดทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จากเอกสาร ตำราต่างๆ และได้อ้างอิงรูปแบบการทดลองของบริษัท LJ Technical Systems Ltd [2] ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างใบงานดังนี้

ก. กำหนดหัวข้อเรื่องที่ใช้ในการทดลอง

ข. วิเคราะห์ความรู้และทักษะที่จำเป็นในการทดลอง พร้อมทั้งเขียนเนื้อหาโดยสรุป

ค. ออกแบบและทดสอบวงจรการทดลองที่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ง. กำหนดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ ในการทดลอง

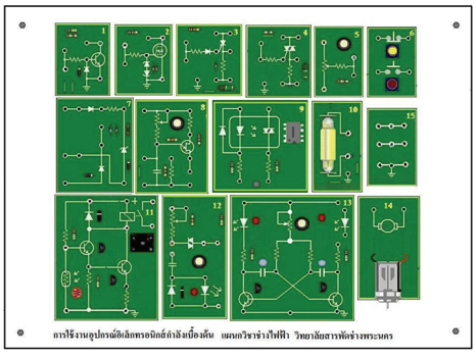
จ. กำหนดลำดับขั้นตอนในการปฏิบัติการทดลองพร้อมทั้งแนวทางในการสังเกตผลการทดลอง

ฉ. สร้างคำถามท้ายการทดลอง

ช. สร้างประเด็นข้อสรุปความคิดหลังการทดลอง

2.3 ชุดทดลอง

เมื่อจัดทำใบงานการทดลงแล้ว ผู้วิจัยจึงออกแบบสร้างแผงทดลองวงจร จำนวน 5 ชุด ตามรูปแบบวงจรที่ได้เหมาะสมต่อการใช้งาน แสดงดังภาพที่ 1 และ 2



ภาพที่ 1 แผงทดลองวงจร

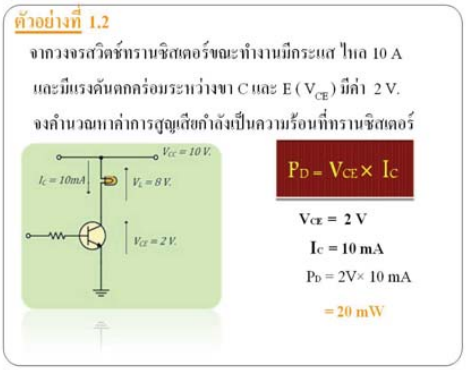


ภาพที่ 2 ชุดทดลองสร้างขึ้นจำนวน 5 ชุด

2.4 สื่อนำเสนอเพาเวอร์พอยต์

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลเนื้อหา และรูปภาพจากใบเนื้อหา มาจัดทำสื่อนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ จำนวน 64 เฟรม ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 3

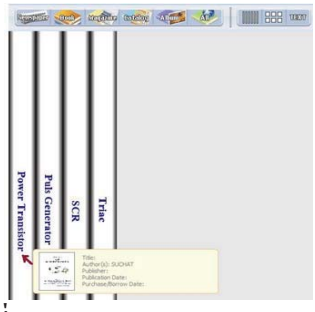
เป็นสื่อสำหรับกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ ประกอบด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) และชุดอุปกรณ์เสริมทักษะการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์



ภาพที่ 3 ตัวอย่างสื่อนำเสนอเพาเวอร์พอยต์

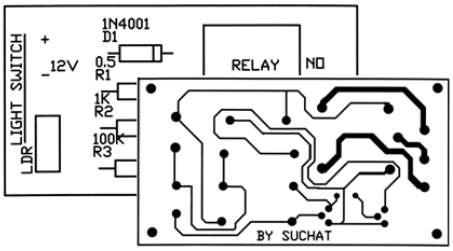
2.5 สื่อกิจกรรมเสริม

ก.หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้เลือกใช้คือโปรแกรมสำเร็จรูป Library Viewer Version 1.50 ของบริษัทโซลูชั่นคอนเนอร์ (1998) จำกัด (มหาชน) [3] ในการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 4 หน่วยเรียน สำหรับให้นักเรียนทบทวนเสริมนอกเวลาเรียน มีทั้งหมด 45 เฟรม แสดงดังภาพที่ 4

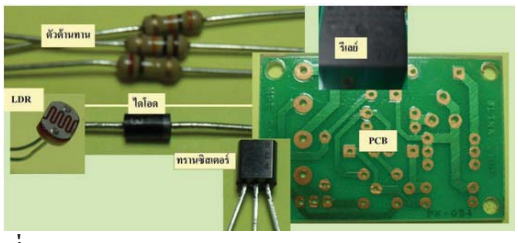


ภาพที่ 4 ตัวอย่างหน้าปกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ข. ชุดอุปกรณ์เสริมทักษะ ผู้วิจัยได้ออกแบบสร้างชุดอุปกรณ์ประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อต้องการให้ผู้เรียนมีทักษะในการทดสอบ การประกอบ การบัดกรีเชื่อมต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มีจำนวน 4 วงจร ได้แก่ วงจรสวิตช์ทำงานด้วยแสง วงจรปรับความเร็วมอเตอร์กระแสตรง วงจรหรี่ไฟ และวงจรไฟกระพริบ 220 โวลต์ ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 5 และ 6



ภาพที่ 5 ตัวอย่างวงจรพิมพ์ของชุดอุปกรณ์เสริมทักษะ



ภาพที่ 6 ชุดอุปกรณ์เสริมทักษะสำหรับประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

2.6 แบบทดสอบ

พิจารณาจากน้ำหนักคะแนนที่ได้จากตารางวิเคราะห์หลักสูตรซึ่งประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5ท่าน จากนั้นสร้างแบบทดสอบจำนวน 84 ข้อ ให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ และนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เคยผ่านการเรียนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร จำนวน 20 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยใช้โปรแกรม Simple Items Analysis (SIA) หลังจากนั้นพิจารณาคัดเลือกชุดข้อสอบที่มีคุณภาพสร้างเป็นแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อย่างละ 60 ข้อ

2.7 แบบประเมิน

สำหรับหาคุณภาพของชุดการสอนโดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของชุดการสอน แบ่งการประเมินออกเป็น 6 ด้าน ประกอบด้วย ด้านแผนการสอน ด้านใบเนื้อหา ด้านชุดทดลอง ด้านใบปฏิบัติงาน ด้านสื่อการสอน และด้านแบบทดสอบ

เครื่องมือที่สร้างขึ้นทั้งหมดจะนำไปประเมินคุณภาพความเหมาะสมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มีค่าระดับความคิดเห็นเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 หมายถึงผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดการสอนที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับความคิดเห็นเห็นด้วยมากที่สุด สามารถนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้ต่อไป

3. การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลงานวิจัย โดยนำชุดการสอนที่ได้ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขางานไฟฟ้ากำลัง แผนก

วิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร จำนวน 16 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อชี้แจงถึงวัตถุประสงค์และวิธีการที่จะเรียนด้วยชุดการสอน

3.2 ทำการทดสอบผู้เรียนก่อนเรียน ในทุกหน่วยเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 60 ข้อ

3.3 ดำเนินการสอนโดยการใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้น จำนวน 4 หน่วยเรียน จำนวน 4 ครั้งๆ ละ 4 คาบ สอนทฤษฎีโดยใช้ใบเนื้อหา ประกอบกับสื่อเพาเวอร์พอยต์ จำนวน 1 คาบ และสอนปฏิบัติโดยใช้ชุดทดลองประกอบกับใบงานการทดลองจำนวน 3 คาบ มอบหมายกิจกรรมเสริมเพื่อทบทวนเนื้อหาด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และชุดอุปกรณ์เสริมทักษะประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลังจากจบบทเรียนในทุกหน่วยการเรียนทำการทดสอบผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบท้ายบทเรียน แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การทดลองใช้ชุดการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง

3.4 หลังจากเรียนครบทั้ง 4 หน่วยเรียนแล้ว เว้นระยะไป 1 สัปดาห์ จึงทำการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จำนวน 60 ข้อ เพื่อนำผลที่ได้ไปหาประสิทธิภาพของชุดการสอนต่อไป

4. ผลของการวิจัย

4.1 ผลของชุดการสอนที่สร้างขึ้น

ผลการสร้างชุดการสอน แสดงดังภาพที่ 8 – 9 ชุดการสอนที่สร้างขึ้น ประกอบด้วยใบเนื้อหา จำนวน 41 หน้า ชุดทดลอง 4 เรื่อง จำนวน 5 ชุด ใบงาน 4 เรื่อง สื่อนำเสนอเพาเวอร์พอยต์จำนวน 40 เฟรม หนังสืออิเล็กทรอนิกส์



ภาพที่ 8 ใบเนื้อหา,ใบงาน,แบบทดสอบ และสื่อการสอน



ภาพที่ 9 สื่อการสอนของชุดทดลอง 5 ชุด

ชุดอุปกรณ์เสริมทักษะ คู่มือครู คู่มือนักเรียน และแบบทดสอบ โดยผลของชุดการสอนที่ได้จะนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 16 คน

4.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการสอน

เมื่อนำชุดการสอนไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนระดับ ปวช. 1 ในภาคเรียนที่ 2/2552 จะได้ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการสอนดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการสอน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนน เต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
แบบทดสอบท้ายบทที่ 1	16	15	11.68	77.91
แบบทดสอบท้ายบทที่ 2	16	15	11.81	78.75
แบบทดสอบท้ายบทที่ 3	16	15	11.5	76.66
แบบทดสอบท้ายบทที่ 4	16	15	10.93	72.91
ค่าเฉลี่ยแบบทดสอบท้ายบท (E_1)	16	60	45.93	76.56
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (E_2)	16	60	44.13	73.54

จากตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการสอน (E_1/E_2) แสดงให้เห็นว่าชุดการสอนเรื่องการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังเบื้องต้น ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 76.56/73.54 ซึ่งต่ำกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ 80/80

4.3 ผลคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

การเปรียบเทียบคะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน โดยการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

	แบบทดสอบก่อนเรียน		แบบทดสอบหลังเรียน	
N	$(\bar{X}_1)$	S.D.	$(\bar{X}_2)$	S.D.
16	32.91	4.75	73.54	8.19

จากตารางที่ 2 ผลของคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนสูงขึ้นหลังจากได้เรียนกับชุดการสอนที่สร้างขึ้นนี้

4.4 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ กลุ่มละจำนวน 8 คน แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

ตัวอย่าง	n	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\Delta\bar{X}$	S.D.	t
กลุ่มสูง	8	22.87	48.50	28.75	4.08	2.58*
กลุ่มต่ำ	8	16.62	39.75	18.00	4.13	

ตารางที่ 3 แสดงความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนของกลุ่มสูงกับกลุ่มต่ำมีความก้าวหน้าทางการเรียนที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนกลุ่มสูงมีความก้าวหน้าทางการเรียนที่สูงกว่ากลุ่มต่ำ

5. สรุปผล

ชุดการสอนแบบบูรณาการ เรื่อง การใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังเบื้องต้นที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 76.56 /73.54 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 โดยที่คะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนกลุ่มสูง สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นได้

5.1 อภิปรายผล

5.1.1 ประสิทธิภาพ (E1/E2) ของชุดการสอนมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 เนื่องจากกลุ่มนักเรียน ชั้นปวช.1ไม่มีการสอบคัดเลือกเข้าเรียนจึงไม่มีความรู้พื้นฐานที่เพียงพอ และนักเรียนยังอยู่ในระหว่างการปรับตัวในการเรียนวิชาชีพ และเนื้อหาการคำนวณบางส่วนค่อนข้างยากและซับซ้อนมากเกินระดับการเรียนรู้

5.1.2 คะแนนแบบทดสอบเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สรุปได้ว่าชุดการสอนแบบบูรณาการที่สร้างขึ้นช่วยให้ผู้เรียนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นตรงตามจุดประสงค์ของหลักสูตร

5.1.3 คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนกลุ่มสูง สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่านักเรียนกลุ่มสูงมีความก้าวหน้าทางการเรียนมากกว่านักเรียนกลุ่มต่ำ สอดคล้องกับแนวความคิดของ กรองกาญจน์ [4] ที่กล่าวว่าการนำชุดการสอนไปใช้กับผู้เรียนที่เรียนเก่งสามารถรวบรวมความคิดรวบยอดหรือทักษะใหม่ได้ด้วยตนเองอย่างรวดเร็วและดีกว่าผู้เรียนที่เรียนอ่อน

5.2 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นปวช.1 แผนกช่างไฟฟ้าวิทยาลัยสารพัดช่างพระนครจึงไม่สะท้อนประสิทธิภาพชุดการสอนที่แท้จริง ดังนั้น ควรทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น และควรพัฒนาการวัดc]t ประเมินผลที่หลากหลายตามสภาพห้องเรียนจริง เช่น แบบประเมินผลด้านทักษะการปฏิบัติงาน สำหรับประเมินด้านทักษะกล้ามเนื้อและความคิดสร้างสรรค์

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, "แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ.2545-2559)", กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค, 2545.

[2] LJ Technical Department, "Power Electronic Devices 1 Laboratory Manual", England:LJ Technical System Ltd, 1996.

[3] กรรณิการ์ จินดารัตน์, "คู่มือการสร้างหนังสือ E-Book", กรุงเทพมหานคร: บริษัทอัศวินการพิมพ์ จำกัด, 2551.

[4] กรองกาญจน์ อรุณรัตน์, "เอกสารประกอบการสอน เรื่อง ชุดการเรียนการสอน", กรุงเทพฯ, 2536.

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้ GUI-MATLAB®
สำหรับการศึกษาวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟในย่านไมโครเวฟ

Development of Computer Program Based Graphical User Interface (GUI) of MATLAB® in the Teaching of Microwave Passive Filter Circuits

จงรัก สามารถ[1] พิสิฐ สอนละ[2] สมมารถ ขำเกลี้ยง[3] และ สมศักดิ์ อรรคทิมากูล[2]

[1]มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น, 150 ถ.ศรีจันทร์ อ.เมือง จ.ขอนแก่น

[2]ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพ

[3]วิทยาลัยรัตภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดสงขลา

e-mail: s.jongruk@gmail.com, smk_kai@hotmail.com, ssa@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้ GUI-MATLAB® สำหรับการศึกษาวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟในระบบสื่อสารย่านไมโครเวฟ การดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา และการทดสอบคุณภาพ ผลการพัฒนาได้โปรแกรมที่ประกอบไปด้วย 3 ส่วน ได้แก่ส่วนของการกำหนดค่าตัวแปรอินพุต ส่วนของการประมวลผล และส่วนของการแสดงผล ในส่วนของการประมวลผลจะใช้วิธีการวนรอบของคลื่นในการแสดงพฤติกรรมของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และค่าพารามิเตอร์การกระจัดกระจาย ผลของการทดสอบคุณภาพของโปรแกรมพบว่า สามารถวิเคราะห์และออกแบบวงจรกรองความถี่สูงแบบพาสซีฟได้ 4 ชนิด ได้แก่ วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน วงจรกรองความถี่สูงผ่าน วงจรกรองความถี่แถบผ่าน และวงจรกรองความถี่แถบหยุด โดยสามารถนำโปรแกรมไปใช้ในการศึกษาวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟในระบบสื่อสารย่านไมโครเวฟได้อย่างมีคุณภาพ

คำสำคัญ: โปรแกรมคอมพิวเตอร์ MATLAB วงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ

Abstract

This research presented a development of computer program based on GUI-MATLAB for microwave passive filter circuit education. The research operation consists of 4 steps: analysis, design, development and evaluation of program. The constructed program is divided into 3 parts: the input unit was selected and setup parameter values by user, the processing unit was constructed based on wave iterative method which showed the electromagnetic and scattering parameter and the display unit was developed by GUI function. The results showed that the developed program can correctly analyze the low pass filter, high pass filter, band pass filter and band stop filter. This program can be used in the teaching of the passive filter of microwave communication system.

Keywords: MATLAB program, Passive filter circuit

1. บทนำ

การเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งของชีวิต โดยที่สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กล่าวไว้ในรายงานการติดตามและประเมินสถานภาพการปฏิรูปการเรียนรู้ในระดับอุดมศึกษา [1] ว่าการเรียนรู้จะช่วยให้คนเราสามารถปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิต หรือสามารถปรับสิ่งแวดล้อมให้เข้ากับตัวเราได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสถาบันอุดมศึกษามีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในด้านต่างๆ เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นในปัจจุบันเพื่อเป็นการตอบสนองความต้องการในการพัฒนาศักยภาพทางการเรียนรู้ต่างๆ ของผู้เรียนจึงได้มีการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนเพิ่มมากขึ้น เช่น โปรแกรมจำลอง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนทางอินเตอร์เน็ต เป็นต้น

การเรียนการสอนด้านวิศวกรรมไมโครเวฟ เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต [2,3] สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม จากการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ [4] สรุปได้ว่าลักษณะรายวิชามีเนื้อหาส่วนหนึ่งที่มุ่งเน้นถึงทฤษฎีหลักการ การคำนวณ และการออกแบบวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ เพื่อประยุกต์ใช้งานทางด้านอุตสาหกรรม โดยในการออกแบบ และวิเคราะห์วงจรดังกล่าว มีขั้นตอนและการคำนวณในทางทฤษฎีที่ซับซ้อน อีกทั้งผู้เรียนไม่สามารถที่จะเห็นพฤติกรรมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากการคำนวณได้ ดังนั้นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จึงมีความสำคัญสำหรับการศึกษาและออกแบบวงจร โดยที่การจำลองผลลัพธ์จะใช้วิธีการเชิงตัวเลข (Numerical Method) [5-7] ที่สามารถประมวลผลได้รวดเร็ว ตัวอย่างเช่นวิธีการวนรอบของคลื่น (Wave Iterative Method) [6-7] เป็นวิธีการคำนวณเชิงตัวเลขวิธีการหนึ่ง ที่อาศัยหลักการของการแพร่กระจายของคลื่น ร่วมกับกระบวนการวนรอบ โดยวิธีการนี้สามารถแสดงค่าของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก [6] ได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงรูปคลื่นนี้ เป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญต่อผู้เรียนในการเรียนรู้ถึงพฤติกรรมการแพร่กระจายของคลื่นในวงจรความถี่สูงตลอดจนส่งเสริมในการศึกษาสิ่งที่มีความซับซ้อนให้มีความเข้าใจที่ง่ายและรวดเร็วขึ้น

ดังนั้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ทดสอบทฤษฎีวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ และได้เห็นถึงพฤติกรรมของคลื่นที่มีการแพร่กระจายบนโครงสร้างของวงจร ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการศึกษาวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ โดยใช้ฟังก์ชั่น GUI ของ โปรแกรม MATLAB® และใช้วิธีการวนรอบของคลื่นในการคำนวณสำหรับใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนต่อไป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยขอนำเสนอทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 วงจรกรองความถี่

วงจรกรองความถี่หมายถึงโครงข่ายที่ทำให้การส่งผ่านสัญญาณในบริเวณย่านแถบผ่าน และมีการสูญเสียในย่านของแถบหยุด ดังนั้นการออกแบบวงจรกรองสามารถทำได้โดยการประมาณค่าที่สอดคล้องตามคุณสมบัติของตัวกรองแบบอุดมคติตัวกรองสามารถแบ่งได้ 4 ประเภท ดังนี้

1 ตัวกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low-Pass filter : LPF) คือการส่งผ่านของสัญญาณตั้งแต่ความถี่ย่าน DC จนถึงความถี่ของ ω_C และสัญญาณจะมีการสูญเสียจำนวนมากเมื่อความถี่สูงกว่า ω_C

2 ตัวกรองความถี่สูงผ่าน (High-Pass filter : HPF) คือการส่งผ่านสัญญาณที่ความถี่สูงกว่าจุดตัด ω_C และสัญญาณจะมีการสูญเสียจำนวนมากที่ความถี่ต่ำกว่า ω_C

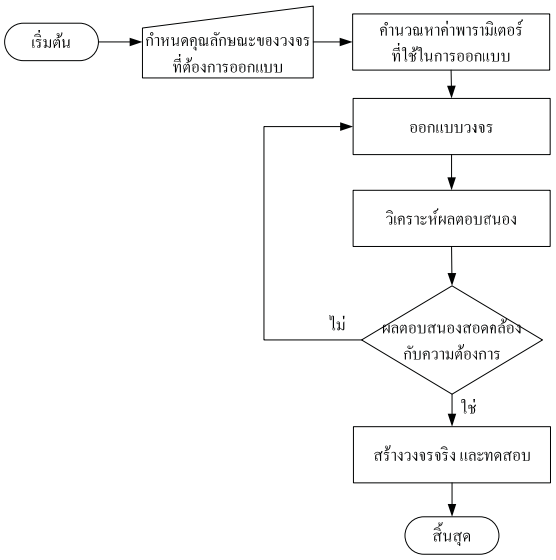
3 ตัวกรองความถี่แถบผ่าน (Band-Pass filter : BPF) คือวงจรจะยอมให้สัญญาณความถี่ในย่านของ แถบความถี่ระหว่าง ω_1 ถึง ω_2 และความถี่นอกเหนือจากย่านนี้จะมีการสูญเสียจำนวนมาก

4 ตัวกรองความถี่แถบหยุด (Band-Stop filter : BSF) คือวงจรจะไม่ยอมให้สัญญาณความถี่ในย่านของ แถบความถี่ระหว่าง ω_1 ถึง ω_2 ผ่าน และความถี่นอกย่านนี้สามารถผ่านได้ทั้งหมด

วงจรกรองความถี่ในแต่ละประเภท สามารถแบ่งออกเป็นประเภทแอคทีฟและพาสซีฟ โดยที่กำลังที่เอาต์พุตของวงจรพาสซีพจะเท่ากับหรือน้อยกว่ากำลังที่อินพุต ขณะที่วงจรกรองความถี่แบบแอคทีฟ จะพิจารณาที่อัตราการขยายกำลังที่สามารถกำหนดและออกแบบให้มีเกณฑ์การขยายที่สูงๆ ได้ แต่สำหรับบทความนี้จะใช้เฉพาะการออกแบบวงจรกรองประเภทพาสซีฟสำหรับใช้ในระบบการสื่อสารย่านความถี่สูงเท่านั้น

2.2 การออกแบบวงจรกรองความถี่แบบพาสซีพในย่านไมโครเวฟ

วงจรกรองความถี่แบบพาสซีพในย่านไมโครเวฟ มีขั้นตอนการออกแบบแสดงดังภาพที่ 1 โดยเริ่มจากการกำหนดคุณสมบัติค่าเริ่มต้นของวงจร จากนั้นคำนวณ วิเคราะห์และทดสอบการทำงานของโปรแกรม



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการออกแบบวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ

2.3 วิธีการวนรอบของคลื่น

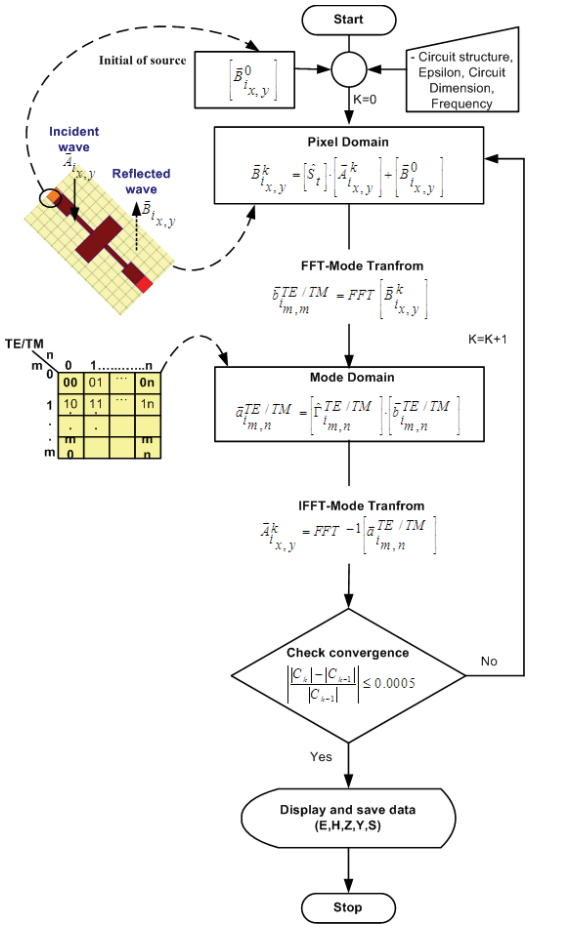
วิธีการวนรอบของคลื่น [6] จะอาศัยหลักการของคลื่นที่ตกกระทบ (Incident Wave) คลื่นสะท้อนกลับ (Reflected Wave) และคลื่นส่งผ่าน (Transmitted Wave) บนโครงสร้างของวงจรคลื่นระนาบที่อยู่ภายในกล่องตัวนำ แสดงกระบวนการในภาพที่ 2 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

กระบวนการคำนวณโดยใช้วิธีการวนรอบของคลื่นที่พัฒนาขึ้น จะทำงานเมื่อมีการกำหนดโครงสร้างของวงจร ค่าไดอิเล็กตริกของวัสดุ (ε_r) ค่าขนาดของวงจร ค่าความถี่ที่ใช้งาน และกำหนดค่าเริ่มต้นของแหล่งกำเนิดที่ส่งเข้าไปภายในกล่องตัวนำโดยค่าเริ่มต้นของแหล่งกำเนิดสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\vec{B}^{0}_{i(x,y)} = \frac{1}{n+n_1+1}\left[\frac{E_0}{\sqrt{Z_{0i}}}\right] \text{ให้ } E_0 = 1 \qquad (1)$$

เมื่อส่งคลื่นเข้าไปในวงจรกล่องตัวนำ กระบวนการคำนวณก็จะเริ่มต้นขึ้น โดยคลื่นที่สะท้อนบนวงจรตัวนำจะประกอบไปด้วยคลื่นบนส่วนของตัวนำ ไดอิเล็กตริก และแหล่งกำเนิด สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\vec{B}^{(k)}_{i_{x,y}} = \hat{S}_t \vec{A}^{(k)}_{i_{x,y}} + \vec{B}^{(0)}_{i_{x,y}} \qquad (2)$$



ภาพที่ 2 กระบวนการของวิธีการวนรอบของคลื่น

เมื่อ $\vec{A}^{(k)}_{i(x,y)}$ คือคลื่นตกกระทบบนวงจรตัวนำ, $\vec{B}^{0}_{i(x,y)}$ คือค่าเริ่มต้นของแหล่งกำเนิด i คือชั้นที่ 1 หรือ 2 ของแผ่นวงจรพิมพ์ k คือจำนวนรอบของการคำนวณ และ $\hat{S}_t$

คือพารามิเตอร์การกระจัดกระจายของคลื่นบนวงจรตัวนำที่ประกอบไปด้วยส่วนของตัวนำ ไดอิเล็กตริก และแหล่งกำเนิด ซึ่งมีค่าดังนี้

$$\left[\hat{S}_i\right]=\begin{bmatrix} -M+\frac{(1-n^2)D}{1+n^2}+\frac{(-1+n_1-n_2)S}{1+n_1+n_2} & M+\frac{(2n)D}{1+n^2}+\frac{(2n_{12})S}{1+n_1+n_2} \\ M+\frac{(2n)D}{1+n^2}+\frac{(2n_{12})S}{1+n_1+n_2} & -M+\frac{(1-n^2)D}{1+n^2}+\frac{(-1+n_1-n_2)S}{1+n_1+n_2} \end{bmatrix} \quad (3)$$

เมื่อ $n=\frac{Z_0}{Z_{01}}$, $n_1=\frac{Z_0}{Z_{02}}$, $n_2=\frac{Z_0}{\sqrt{Z_{01}Z_{02}}}$

Z_0 คืออิมพีแดนซ์คุณลักษณะของสายส่งเท่ากับ 50 โอห์ม

Z_{01} คืออิมพีแดนซ์คุณลักษณะของสายส่งชั้นที่ 1

Z_{02} คืออิมพีแดนซ์คุณลักษณะของสายส่งชั้นที่ 2

$\hat{M}$ คือตำแหน่งในส่วนของพื้นที่ตัวนำ

$\hat{D}$ คือตำแหน่งในส่วนของไดอิเล็กตริก

$\hat{S}$ คือตำแหน่งในส่วนของแหล่งกำเนิด

เมื่อคลื่น $\vec{B}^k_{i(x,y)}$ สะท้อนออกมาจากพื้นผิวของวงจรตัวนำหรือโดเมนทางพิกเซล (Pixel domain) จะถูกแปลงสภาพด้วยฟูริเยร์อย่างเร็ว (FFT) เป็นคลื่นในโดเมนทางโหมด (Mode domain) คือ

$$\vec{b}^{TE/TM}_{i(m,n)}=FFT\left[\vec{B}^k_{i(x,y)}\right] \quad (4)$$

คลื่น $\vec{b}^{TE/TM}_{i(m,n)}$ จะตกกระทบกับฝากล่องตัวนำที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนเท่ากับ

$$\hat{\Gamma}^{TE/TM}_{i(m,n)}=\sum_{m,n}\left|f_{m,n}\right\rangle\frac{Y_0-Y^{TE/TM}_{m,n}}{Y_0-Y^{TE/TM}_{m,n}}\left\langle f_{m,n}\right| \quad (5)$$

เมื่อ

Y_0 คือแอดมิตแตนซ์ของสายส่ง หรือส่วนกลับของอิมพีแดนซ์ $\left(Z_0\right)$

$Y_{m,n}$ คือแอดมิตแตนซ์ของโหมด TE (Transverse Electric) และ TM (Transverse Magnetic) ในลำดับของจำนวนโหมดคลื่น (m, n) เมื่อ m, n มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง ∞

$f_{m,n}$ คือฟังก์ชั่นพื้นฐานของคลื่นที่ประกอบไปด้วยฟังก์ชั่น Cosine และฟังก์ชั่น Sine จะได้คลื่นสะท้อนกลับที่ฝากล่องตัวนำในโดเมนทางโหมด คือ

$$\vec{a}^{TE/TM}_{i(m,n)}=\left[\hat{\Gamma}^{TE/TM}_{i(m,n)}\right]\left[\vec{b}^{TE/TM}_{i(m,n)}\right] \quad (6)$$

ทำการแปลงสภาพจากโดเมนทางโหมด (Mode domain) ไปเป็นโดเมนทางขนาด (Pixel domain) โดยใช้ฟูริเยร์อย่างเร็วย้อนกลับ $\left(FFT^{-1}\right)$ ดังนี้

$$\vec{A}^k_{i(x,y)}=FFT^{-1}\left[a^{TE/TM}_{i(m,n)}\right] \quad (7)$$

กระบวนการของการคำนวณในแต่ละรอบจะสามารถแสดงค่าของสนามไฟฟ้า $\vec{E}_i\left(x,y\right)$ และสนามแม่เหล็ก $\vec{H}_i\left(x,y\right)$ ที่ปรากฏบนพื้นที่ของชั้นวงจรตัวนำได้ดังนี้

$$\vec{E}_i\left(x,y\right)=\sum_{m,n}E_{m,n}(x,y)f_{m,n}(x,y) \quad (8)$$

$$\vec{H}_i(x,y)=\sum_{m,n}E_{m,n}(x,y)Y_{m,n}f_{m,n}(x,y) \quad (9)$$

ในการคำนวณจะพบว่ากระบวนการของการคำนวณจะกระทำซ้ำๆ จนกระทั่งผลลัพธ์ที่ได้มีการลู่เข้าหาคำตอบที่ถูกต้องโดยสามารถวิเคราะห์โครงข่ายพารามิเตอร์ได้จากสมการดังนี้

$$\left[Z\right]=\sum_{x,y}\frac{E\left(x,y\right)}{j\left(x,y\right)} \quad (10)$$

และ $$\left[S\right]=\left[1-Z\right]\left[1+Z\right]^{-1} \quad (11)$$

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบนี้สามารถวิเคราะห์คุณสมบัติของโครงข่ายของวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ แสดงค่าตัวแปรของวงจรกรองแบบต่างๆ แสดงโครงสร้างของวงจรกรองแบบไมโครสตริป แสดงรูปคลื่นของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และแสดงผลการตอบสนองทางความถี่ นอกจากนี้แล้วยังสามารถนำผลลัพธ์ไปแสดงและเก็บในรูปของไฟล์เอ็กเซล (Excel) ได้อีกด้วย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

กระบวนการวิจัยมีวิธีการดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 การวิเคราะห์เนื้อหา

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ เรื่องวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ เพื่อกำหนดหัวข้อในการพัฒนาโปรแกรม ประกอบด้วย 4 หัวข้อ ได้แก่ วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน วงจรกรองความถี่สูงผ่าน วงจรกรองความถี่แถบผ่าน และวงจรกรองความถี่แถบหยุด

3.2 การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์

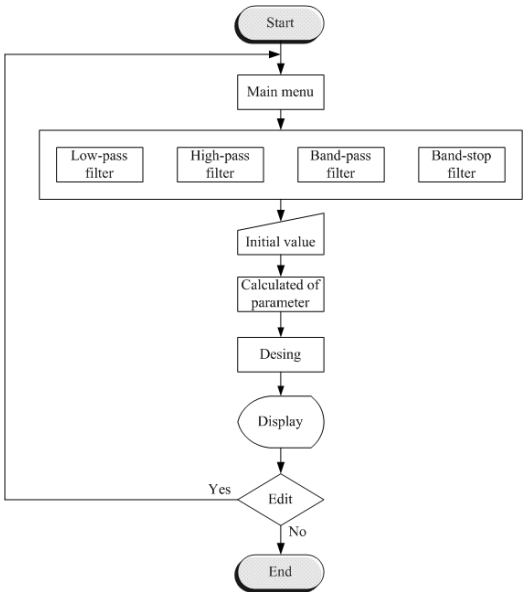
ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโปรแกรมในส่วนของการรับค่าข้อมูลอินพุต เอาต์พุต และการประมวลผล โดยแสดงกระบวนการทำงานของโปรแกรมดังภาพที่ 3

3.3 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

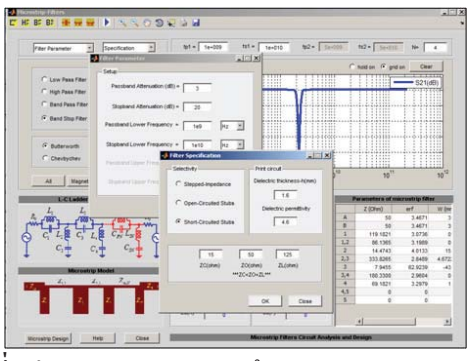
ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาโปรแกรมในส่วนของการรับค่าข้อมูลอินพุต และเอาต์พุตโดยใช้ GUI-MATLAB® และในส่วนของการประมวลผลจะเขียนอัลกอริทึมโดยใช้เอ็มไฟล์ (M-File) ของโปรแกรม MATLAB® ดังแสดงภาพที่ 4

3.4 ประเมินคุณภาพของโปรแกรม

โดยนำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไปทดสอบสำหรับการศึกษาวงจรกรองความถี่แบบต่างๆ และทำการปรับปรุงแก้ไข



ภาพที่ 3 กระบวนการทำงานของโปรแกรม



ภาพที่ 4 โปรแกรมสำหรับการศึกษาวงจรกรองความถี่แบบพาสซีพ ในระบบสื่อสารย่านไมโครเวฟ

4. ผลของการวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัยจะได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกแบบวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ ที่เรียกว่า MPD (Microwave Planar Circuit Design) แสดงดังในภาพที่ 5 ที่มีรายละเอียดดังนี้

1) สามารถออกแบบวงจรกรองความถี่ในย่านไมโครเวฟ ได้แก่ วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน วงจรกรองความถี่สูงผ่าน วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน และวงจรกรองความถี่แถบหยุด

2) ทำงานภายใต้ฟังก์ชัน GUI ของโปรแกรม MATLAB ที่ออกแบบเป็นเมนูเลือกแบบต่างๆ เช่น เมนูหลัก เมนูการคำนวณค่าตัวแปรของวงจรกรองความถี่ เมนูการออกแบบโครงสร้างแบบไมโครสตริป เมนูการแสดงผล เป็นต้น

3) การแสดงผล ประกอบด้วย โครงสร้างของวงจรที่ออกแบบ ค่าตัวแปรของวงจรกรองความถี่ที่ออกแบบ โครงสร้างของวงจรแบบไมโครสตริป ลักษณะของรูปคลื่นสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก และผลการตอบสนองทางความถี่ของวงจร

ตัวอย่างการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการออกแบบวงจรกรองความถี่ต่ำ สามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดค่าคุณลักษณะของวงจรคือ ต้องการออกแบบวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านโดยใช้สายส่งไมโครสตริปแบบสตับอิมพีแดนซ์ มีผลตอบสนองแบบบัตเตอร์เวิร์ต ลำดับที่ 4 ที่ความถี่ตัดเท่ากับ 1.5 กิกะเฮิร์ต ใช้แผ่นวงจรพิมพ์ชนิด FR-4 ที่มีค่า $\varepsilon_r = 4.2$ ความหนาของชั้นฐานรองเท่ากับ 1.5 มิลลิเมตร จากนั้นวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านต้นแบบ (L-C ladder type of filter) จะแสดงดังภาพที่ 5 หมายเลขที่ 1

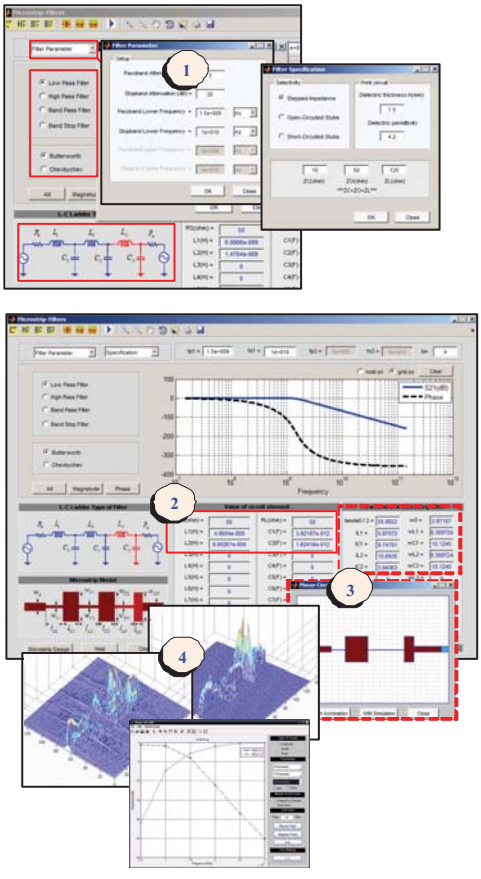
ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาค่าตัวเหนี่ยวนำ และค่าตัวเก็บประจุที่ความถี่ตัด 1.5 กิกะเฮิร์ต จะได้ค่าตัวเหนี่ยวนำ $L_1 = 4.06\,nH$ $L_2 = 9.80\,nH$ และได้ค่าตัวเก็บประจุ $C_1 = 3.92\,pF$ $C_2 = 1.62\,pF$ แสดงดังภาพที่ 5 หมายเลข 2

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวงจร โดยการคำนวณความกว้าง (w) ความยาว (ℓ) ของสายส่งไมโครสตริปที่มีค่าอิมพีแดนซ์ต่างๆ คือ $Z_C = 15\Omega$ $Z_O = 50\Omega$ และ $Z_L = 125\Omega$ จะได้ค่าความยาวคือ $\ell_{L_1} = 5.87mm.$ $\ell_{L_2} = 15.69mm.$ $\ell_{C_1} = 9.74mm.$ $\ell_{C_2} = 3.84mm.$ และได้ค่าความกว้าง

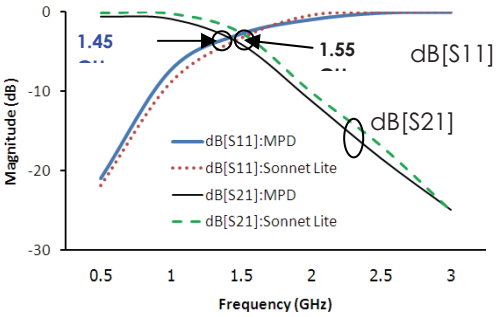
$w_{L_1} = w_{L_2} = 0.3mm.$ $w_{C_1} = w_{C_2} = 15.12mm.$ พร้อมทั้งเขียนรูปร่างของวงจร แสดงดังภาพที่ 5 หมายเลข 3

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์ผลตอบสนองของวงจรที่ทำการออกแบบ แสดงดังภาพที่ 5 หมายเลข 4 ในส่วนนี้ผู้เรียนสามารถศึกษาผลตอบสนองของพารามิเตอร์การกระจัดกระจาย (s-parameter) และพฤติกรรมของสนามไฟฟ้า และสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนวงจร

จากภาพที่ 6 จะแสดงถึงค่าความถูกต้องของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น โดยการเปรียบเทียบค่า พารามิเตอร์ S11 และ S21 ระหว่างโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น (MPD) กับโปรแกรมการจำลอง Sonnet Lite เวอร์ชั่น 11.53 ซึ่งผลที่ได้แสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องของคำตอบที่มีการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกัน โดยมีค่าความผิดพลาดไม่เกิน ±5 % ซึ่งแสดงว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการออกแบบวงจรกรองความถี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 5 ตัวอย่างโปรแกรมออกแบบวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน



ภาพที่ 6 ผลของพารามิเตอร์เอส ระหว่างโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น (MPD) กับ Sonnet Lite เวอร์ชั่น 11.53

5. สรุปผล

ผลของการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้ในการออกแบบวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟที่สามารถคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้ถูกต้องตามทฤษฎี และสอดคล้องกับโปรแกรม Sonnet Lite เวอร์ชั่น 11.53 ซึ่งผลที่ได้แสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องของคำตอบที่มีค่าความผิดพลาดไม่เกิน ±5 % ซึ่งแสดงว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการออกแบบวงจรกรองความถี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, “รายงานการติดตามและประเมินสถานภาพการปฏิรูปการเรียนรู้ในระดับอุดมศึกษา”. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2547.

[2] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, “หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2550) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า”, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ: 2550.

[3] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, “หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต หลักสูตร 5 ปี (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2550) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า”,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ: 2550.

[4] Stephen F. Adam. “Microwave Theory and Applications”, Hewlett Packard Company, 1969.

[5] P.Russer, B.Bader, “The alternating Transmission Line Matrix (ATLM) Scheme”, IEEE MTT-S Intern. Microwave Sym. Digest., Orlando FL, USA, May 1995.

[6] Sommart Khamkleang and Somsak Akatimagool, “Microwave Planar Circuit Design Tool in the Teaching of Microwave Engineering”, Electrical Engineering /Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTICON 2009), Pattaya, Thailand, 5-7 May 2009.

[7] El Amjed Hajlaoui, Trabelsi Hichem, Gharsallah Ali and Baudrand Henri. “Analysis of Novel Dual-Resonant and Dual-Polarized Frequency Selective Surface using Periodic contribution of Wave Concept Iterative Process: PPMSWCIP”. Information and Communication Technologies: From Theory to Applications, ICTTA 2008, 7-11 April 2008.

ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเครื่องกล

รหัสบทความ

NCTeched 03 TTM 01-NCTeched 03 TTM 09

การประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐาน

Assessment of Vocational Qualifications Competence for Auto-Mechanics in Basic Skills Level

บรรจบ อรชร, สมโภชน์ นันทโย

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี บางมด ทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140
E-mail: banchob.ora@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างชุดเครื่องมือการวิจัย ประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐาน ด้านความรู้ ทักษะและจิตพิสัยของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่2 สาขาวิชาช่างยนต์ สาขางานยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพังงาและวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ ประจำปีการศึกษา2552 สถานศึกษาละ 30 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย 1)แบบทดสอบด้านความรู้ 100 คะแนน 2)แบบทดสอบด้านทักษะ 270 คะแนน และ 3)แบบประเมินด้านจิตพิสัย 100 คะแนน คุณภาพเครื่องมือการวิจัยมีระดับความคิดเห็นสอดคล้อง(IOC)อยู่ในช่วง 0.85-1.0 ทุกรายการ ค่าความยากง่าย (P)อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ทุกข้อ และค่าอำนาจจำแนก(r)ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปทุกข้อเช่นกัน ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น 0.98 0.75 และ 0.82 ตามลำดับ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละและการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการประเมินด้านความรู้ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ60 ในภาพรวมกลุ่มตัวอย่างวิทยาลัยเทคนิคพังงาและวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระได้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 80.10 และ75.77 ตามลำดับ สำหรับการประเมินเฉพาะจุดประสงค์ ประกอบไปด้วย ความปลอดภัยและการป้องกันอันตรายจากการปฏิบัติงานเบื้องต้น เครื่องมือช่างยนต์และวิธีการใช้ และการรับและส่งข้อมูลสารสนเทศ พบว่ากลุ่มตัวอย่างวิทยาลัยเทคนิคพังงาได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 83.78 และวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 76.74 2) ผลการประเมินด้านทักษะ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ75 กลุ่มตัวอย่างวิทยาลัยเทคนิคพังงาและวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 90.15 และ 88.88 ตามลำดับ 3) ผลการประเมินด้านจิตพิสัย ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80 กลุ่มตัวอย่างวิทยาลัยเทคนิคพังงาและวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 91.77 และ 89.77 ตามลำดับ 4) การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์จากการประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐานระหว่างวิทยาลัยเทคนิคพังงาและวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ จากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางด้านความรู้ ทักษะและจิตพิสัยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : สมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพ แบบทดสอบความรู้-ทักษะ-จิตพิสัย

Abstract

The purpose of this research was to construct the research tool set to assessment of competence for auto-mechanics vocational qualifications In basic skills level in terms of knowledge, skills and affective domain of the Vocational Certification level students, and compared the achievement of result assessment of competence of auto-mechanics in basic skills level. The sampling groups were the Vocational Certification level students of the second year in Auto-mechanics of Phang-gna Technical College and Wieng Sra Industrial and Community Education College in 2009 educational year. The samples are 30 students of each college. The tools were as follow: a knowledge test, a practical skills test, and affective domain test. The research tools have an index of items objective congruence (IOC) in a range between 0.85-1.00 of every items. The difficulty setting(P) was between 0.20-0.80 of every items and the discrimination(r) value was greater than 0.20 of every items. The reliability of tests were 0.98, 0.75, and 0.82 respectively The statistics were used in this research consist of mean, standard deviation, and t-test. The results of this research were as follows: 1)The results of theory knowledge assessment by according to the criteria at 60 percentage in overview the samples groups of Phang-gna Technical College and Wieng Sra Industrial and Community Education College have gotten the percentage of the average point as 80.10 and 75.77 respectively. In assessment by objectives in terms of safety and working dangerous prevention, tools and using, information sending and receiving, it found that the sample groups of Phang-gna Technical College and Wieng Sra Industrial and Community Education College have the percentage of the average point at 83.78 and 76.74 respectively. 2) The results of the practical skill assessment by according to the criteria at 75 percentage in overview the sample groups of Phang-gna Technical College and Wieng Sra Industrial and Community Education College have the percentage of the average point at 90.15 and 88.88 respectively. 3) The results of the affective domain assessment by according to the criteria at 80 percentage in overview the sample groups of Phang-gna Technical College and Wieng Sra Industrial and Community Education College have the percentage of the average point at 91.77 and 89.77 respectively. 4) The comparison of the difference for achievement from the assessment of vocational qualification competence between the both Colleges by t-test which was found that ,the achievement of knowledge, skills, and affective domain have the difference of statistically significant at the level of .05.

Keywords : Vocational Qualification Competence, Test of Knowledge Skills Affective Domain

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการศึกษาถือว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุดในการพัฒนาประเทศ เนื่องจากการจัดการศึกษาเป็นการพัฒนาทรัพยากรบุคคลให้มีคุณภาพ และทรัพยากรที่มีคุณภาพจะมีความสามารถที่เป็นผู้พัฒนาประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้าต่อไป เช่นเดียวกับประเทศไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งแผนการบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ.2548 – 2551 [1] ได้กำหนดยุทธศาสตร์การบริหารราชการแผ่นดินที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ผู้ประกอบการและสถาบันการศึกษาในการผลิต และพัฒนากำลังคน ฝีมือแรงงานอย่างเป็นระบบในทุกระดับรวมทั้งสร้างสิ่งจูงใจให้มีการเรียนในสายอาชีวศึกษามากขึ้น แนวทางการพัฒนานั้นได้กำหนดเป็นพระราชบัญญัติการอาชีวศึกษาและพระราชกฤษฎีกาการจัดตั้งสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพซึ่ง เป็นการสนับสนุนการพัฒนากำลังคนโดยพัฒนาระบบคุณวุฒิวิชาชีพให้มีมาตรฐานเทียบได้กับระบบสากล [2] สำหรับคุณวุฒิวิชาชีพไทย(Thai Vocational Qualification - TVQ) เป็นระบบคุณวุฒิที่จัดให้กับบุคคลตามระดับความสามารถและสมรรถนะในการปฏิบัติงาน ซึ่งผ่านการประเมินสมรรถนะ (Competence)

ตามที่กำหนดในแต่ละคุณวุฒิเพื่อรับรองความสามารถและสมรรถนะของบุคลากรในการปฏิบัติงาน สร้างความเป็นเลิศทางวิชาชีพ [3] การอาชีวศึกษาเป็นการจัดการศึกษา หรือผลิตบุคลากรสายอาชีพเข้าสู่ตลาดแรงงานทั้งในภาครัฐและเอกชน สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเป็นผู้รับผิดชอบในการผลิต และจัดการศึกษาด้านอาชีพโดยมุ่งเน้นที่จะให้สถานศึกษาทุกระดับ ทุกแห่งจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพเกิดผลสัมฤทธิ์ของหลักสูตรเพื่อให้เกิดการยอมรับ และมั่นใจว่าผู้สำเร็จการศึกษาด้านอาชีพ มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามความต้องการของสถานประกอบการ การกำหนดระดับคุณวุฒิวิชาชีพกำหนดตามระดับความยากง่าย และความซับซ้อนของงานในแต่ละหน้าที่ โดยระดับของคุณวุฒิวิชาชีพจะกำหนดระดับต่ำให้เป็นงานที่ง่าย ปฏิบัติตามคำสั่ง ไม่ซับซ้อน ขอบเขตของงานไม่กว้าง มีความรับผิดชอบต่ำ ในระดับคุณวุฒิวิชาชีพสูงขึ้นก็จะเป็นงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ขอบเขตของงานกว้างขึ้น มีความรับผิดชอบสูงขึ้น เบื้องต้นกำหนดให้มีคุณวุฒิวิชาชีพไทย 7 ระดับ ที่สะท้อนสมรรถนะและความรับผิดชอบ [4] คือ TVQ1 เป็นระดับผู้ปฏิบัติงานซึ่งใช้ทักษะพื้นฐาน , TVQ2เป็นระดับผู้ปฏิบัติงานฝีมือเฉพาะทาง, TVQ3 เป็นผู้ชำนาญงานหรือหัวหน้างาน, TVQ4 เป็นระดับผู้ควบคุม หรือหัวหน้างานหรือนักเทคนิค , TVQ5 เป็นระดับผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้บริหารระดับต้น , TVQ6 เป็นผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้บริหารระดับกลาง และTVQ7 เป็นผู้เชี่ยวชาญพิเศษ หรือผู้ชำนาญพิเศษ ผู้บริหารระดับสูง ถึงระดับอาวุโส จะเห็นได้ว่าบทบาทหน้าที่ครูจึงมีหน้าที่สำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะตรงตามคุณวุฒิวิชาชีพที่พึงประสงค์ก่อนออกสู่ตลาดแรงงานทั้งในภาครัฐและเอกชนต่อไป โดยเฉพาะการศึกษาทางด้านอาชีวศึกษาจะเน้นเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะครบทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ (Knowledge) ด้านทักษะ(Skills) และด้านจิตพิสัย (Affective Domain)ดังนั้นหากครูผู้สอนมีการประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพของผู้เรียนให้ได้ตรงตามที่กำหนดไว้แต่ระดับ ก็จะยืนยันความสามารถในการออกไปทำงานได้ดียิ่งขึ้น ผู้เรียนจะมีสมรรถนะตรงตามคุณวุฒิวิชาชีพไปสู่ระดับที่สูงขึ้นได้นั้น คุณวุฒิวิชาชีพระดับทักษะพื้นฐานถือว่าสำคัญไม่น้อย แม้ลักษณะงานที่ประเมินจะเป็นงานที่ง่าย ปฏิบัติตามคำสั่งไม่ซับซ้อนขอบเขตของงานไม่กว้าง มีความรับผิดชอบต่ำแต่ต้องได้รับการฝึกฝนให้ได้รับการเรียนรู้อย่างครบถ้วนและเป็นพื้นฐานในการนำไปพัฒนาความรู้ ทักษะไปสู่ระดับที่สูงขึ้นต่อไป และหากครูผู้สอนได้รับรู้ปัญหาในกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ไม่ตรงตามสมรรถนะได้กำหนดไว้ก็จะได้แก้ไขในปัญหาที่เกิดขึ้นได้ เพื่อพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนให้มีคุณวุฒิวิชาชีพได้ตรงตามที่ต้องการต่อไป

จากความเป็นมาและความสำคัญปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐาน ตาม TVQ 1 ที่กำหนดไว้ โดยประเมินเกี่ยวกับความสามารถในการแสดงความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความปลอดภัย และการป้องกันอันตรายจากการปฏิบัติงานเบื้องต้น สามารถใช้ทักษะพื้นฐานได้ เช่น การบำรุงรักษา การใช้เครื่องมือในการถอดประกอบชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้อง ปฏิบัติงานประจำตามคำสั่งที่กำหนด สามารถรับและส่งข้อมูลสารสนเทศได้ โดยจัดการประเมินออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านจิตพิสัย

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดเครื่องมือการวิจัยสำหรับการประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐาน
2. เพื่อประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐาน ด้านความรู้ ทักษะและจิตพิสัยของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐานระหว่างสถานศึกษา

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ชุดเครื่องมือการวิจัยสำหรับการประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐาน
2. ทราบผลการประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐาน ด้านความรู้ ทักษะ และ จิตพิสัยของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

3. ทราบผลการเปรียบเทียบของผลสัมฤทธิ์การประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐานระหว่างสถานศึกษา

4. สถานศึกษาทางช่างอุตสาหกรรม สามารถนำแบบประเมินสมรรถนะไปใช้ประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐานได้

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

4.1.1 ตัวแปรอิสระ(Independent Variable) ได้แก่ นักเรียนช่างยนต์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่2

4.1.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่ สมรรถนะและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 จากการประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐาน

4.2 ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือเพื่อดำเนินการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

4.2.1 แบบทดสอบด้านความรู้ โดยใช้ข้อสอบชนิดเลือก ตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ ซึ่งมีค่าความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.85-1.00 ครอบคลุมตามคำอธิบายของคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐาน ความยากง่ายมีค่าระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป มีค่าความเชื่อมั่น 0.98

4.2.2 แบบทดสอบด้านทักษะ จำนวน6ใบงาน ซึ่งมีค่าความสอดคล้อง (IOC) อยู่ในช่วง 0.93-0.97 ครอบคลุมหน่วยสมรรถนะและสมรรถนะย่อย ระดับทักษะพื้นฐานทุกรายการประเมิน มีค่าความเชื่อมั่น 0.75

4.2.3 แบบประเมินจิตพิสัย แบ่งออกเป็น จิตพิสัยบุคคล และจิตพิสัยการปฏิบัติงาน มีค่าความเชื่อมั่น 0.82

4.3 การเก็บและรวบรวมข้อมูล

การประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐานโดยใช้เครื่องมือทั้ง 3 ด้านในการเก็บรวบรวมข้อมูล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ สาขางานยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพังงาและวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ ประจำปีการศึกษา 2552 สถานศึกษาละ 30 คน ซึ่งทั้งสองวิทยาลัยนั้น มีอุปกรณ์ เครื่องมือ และครุภัณฑ์การศึกษา ทัดเทียมกัน ผู้วิจัยเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ณ วิทยาลัยนั้น ๆ

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.4.1 วิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ

4.4.2 วิเคราะห์ผลการประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ระดับทักษะพื้นฐาน

4.4.3 วิเคราะห์ข้อมูลผลการประเมินระหว่างสถานศึกษา

ทั้งนี้การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณหา ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test)

5. ผลการวิจัย

5.1 การวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือทดสอบ

5.1.1 ความสอดคล้องหน้าที่งาน ระดับทักษะพื้นฐาน

ตารางที่ 1 : ความสอดคล้องหน้าที่หลัก (Key Function) ระดับทักษะพื้นฐาน

รายการประเมิน	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
1. หน้าที่หลัก(Key Function) ปฏิบัติงานโดยใช้ทักษะพื้นฐานในงานบำรุงรักษารถยนต์	1.0	สอดคล้อง
2. หน้าที่หลัก(Key Function) ปฏิบัติงานโดยใช้ทักษะพื้นฐานในงานบริการเครื่องยนต์ระดับทักษะพื้นฐาน	1.0	สอดคล้อง
3. หน้าที่หลัก(Key Function) ปฏิบัติงานโดยใช้ทักษะทางคอมพิวเตอร์ รับและส่งข้อมูลสารสนเทศเพื่องานอาชีพเบื้องต้น	1.0	สอดคล้อง

จากตารางที่ 1 พบว่าระดับความสอดคล้องหน้าที่หลักของ ระดับทักษะพื้นฐานการประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ อยู่ในระดับความคิดเห็นที่สอดคล้องทุกรายการประเมิน

5.1.2 ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติ-กรรม กับการปฏิบัติงานและจุดให้คะแนนผลสำเร็จของงาน

ตารางที่ 2 : ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิง พฤติกรรมกับการปฏิบัติงานและจุดให้คะแนนผลสำเร็จของงาน

รายการประเมิน แบบทดสอบที่	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
1 งานตรวจสอบและบำรุงรักษารถยนต์ตามที่คู่มือกำหนด	0.97	สอดคล้อง
2 งานตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องยนต์ตามที่คู่มือกำหนด	0.96	สอดคล้อง
3 งานปรับตั้งระยะห่างลิ้นเครื่องยนต์	0.95	สอดคล้อง
4 งานถอดฝาสูบและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	0.93	สอดคล้อง
5 งานประกอบฝาสูบและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	0.93	สอดคล้อง
6 งานสร้างเอกสารโดยใช้โปรแกรม Microsoft Office Word 2003	0.93	สอดคล้อง

จากตารางที่ 2 พบว่าระดับความสอดคล้องโดยรวมที่มีต่อจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับการปฏิบัติงานและจุดให้คะแนนผลสำเร็จของงาน อยู่ในระดับความคิดเห็นที่สอดคล้องทั้งหมด มีค่าอยู่ระหว่าง 0.93-0.97

5.2 การวิเคราะห์ผลการประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐาน

5.2.1 การประเมินด้านความรู้

ตารางที่ 3 : ผลการประเมินด้านความรู้ ระหว่างสถานศึกษา

ลำดับ	สถานศึกษา	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
1	วิทยาลัยเทคนิคพังงา	100	80.10	5.57	ผ่าน
2	วิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ	100	75.77	5.49	ผ่าน
	ค่าเฉลี่ย	100	77.94	5.53	ผ่าน

จากตารางที่ 3 พบว่าการประเมินด้านความรู้ของนักเรียนทั้งสองสถานศึกษา พบว่า ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ77.94 โดยวิทยาลัยเทคนิคพังงา มีระดับคะแนนเฉลี่ย 80.10 และเพื่อให้การประเมินได้ตรงตามคำอธิบายของระดับคุณวุฒิวิชาชีพกลุ่มงานยานยนต์สำหรับประเทศไทยตามที่สมคิด สายแวว[4]ได้กำหนดไว้ จึงขอวิเคราะห์ผลการประเมินด้านความรู้ตามจุดประสงค์ การประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐาน

ตารางที่ 4 : ผลการประเมินด้านความรู้ตามจุดประสงค์ ของผู้เรียนวิทยาลัยเทคนิคพังงา

จุดประสงค์	คะแนนที่ได้จากเต็ม 15	ร้อยละ	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
1.ความปลอดภัยและการป้องกันอันตรายจากการปฏิบัติงานเบื้องต้น	13.13	87.56	ผ่าน
2.เครื่องมือช่างยนต์ และวิธีการใช้	12.13	80.89	ผ่าน
3. 3.การรับและส่งข้อมูลสารสนเทศ	12.43	82.89	ผ่าน
รวมคะแนน	37.69/45	83.78	ผ่าน
ค่าเฉลี่ย	12.57		

จากตารางที่ 4 พบว่าผลการประเมินด้านความรู้ตามจุดประสงค์การประเมินของนักเรียนวิทยาลัยเทคนิคพังงา มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 83.78 ซึ่งผ่านเกณฑ์ การประเมินที่กำหนด

จากตารางที่ 5 พบว่าการประเมินด้านความรู้ตามจุดประสงค์การประเมินของนักเรียนวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.74 ซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้

5.2.2 การประเมินด้านทักษะ จากตารางที่ 6 พบว่า ผลการประเมินด้านทักษะผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ โดยวิทยาลัยเทคนิคพังงามีระดับคะแนนเฉลี่ย 243.40 คิดเป็นร้อยละ 90.15 และวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระมีระดับคะแนนเฉลี่ย 239.97 คิดเป็นร้อยละ 88.88

ตารางที่ 5 : ผลการประเมินด้านความรู้ตามจุดประสงค์ ของผู้เรียนวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ

จุดประสงค์	คะแนนที่ได้จากเต็ม 15	ร้อยละ	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
1.ความปลอดภัยและการป้องกันอันตรายจากการปฏิบัติงานเบื้องต้น	12.93	86.22	ผ่าน
2.เครื่องมือช่างยนต์ และวิธีการใช้	12.27	81.78	ผ่าน
3.การรับและส่งข้อมูลสารสนเทศ	9.33	62.22	ผ่าน
รวมคะแนน	34.53/45	76.74	ผ่าน
ค่าเฉลี่ย	11.51		

ตารางที่ 6 : ผลการประเมินด้านทักษะระหว่างสถานศึกษา

สถานศึกษา	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75
วิทยาลัยเทคนิคพังงา	270	243.40	27.63	ผ่าน (90.15)
วิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ	270	239.97	27.30	ผ่าน (88.88)
เฉลี่ย	270	241.69	27.47	ผ่าน

ตารางที่ 7 : ผลการประเมินด้านจิตพิสัย ระหว่างสถานศึกษา

สถานศึกษา	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80
วิทยาลัยเทคนิคพังงา	100	91.77	9.27	ผ่าน
วิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ	100	89.77	9.63	ผ่าน
ค่าเฉลี่ย	100	90.77	9.45	ผ่าน

5.2.3 การประเมินด้านจิตพิสัย จากตารางที่ 7 พบว่า ผลการประเมินด้านจิตพิสัยผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ โดยวิทยาลัยเทคนิคพังงามีระดับคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 91.77 และวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระมีระดับคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 89.77 ตามลำดับ

5.3 การวิเคราะห์ผลการประเมินระหว่างสถานศึกษา

5.3.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแตกต่างผลสัมฤทธิ์ การประเมินด้านความรู้

ตารางที่ 8 : ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแตกต่างผลการประเมินด้านความรู้ ระหว่างสถานศึกษา

สถานศึกษา	$\overline{X}$ จาก 100 คะแนน	S^2	ค่า t		Sig.
			คำนวณ	ตาราง	
วิทยาลัยเทคนิคพังงา	80.10	31.05	3.229	2.045	0.03*
วิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ	75.77	30.11			

* ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

จากตารางที่8 พบว่า ค่า t ที่คำนวณได้ คือ 3.229 เมื่อเปรียบเทียบกับค่า t จากตาราง ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งค่าที่ได้จากตารางเท่ากับ 2.045 จะเห็นได้ว่าค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง จึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ของผู้เรียนทั้งสองสถานศึกษามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

5.3.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแตกต่างผลสัมฤทธิ์การประเมินด้านทักษะ

ตารางที่ 9 : ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแตกต่างผลการประเมินด้านทักษะ ระหว่างสถานศึกษา

สถานศึกษา	คะแนนเต็ม 270 $\overline{X}$	S^2	ค่า t		Sig.
			คำนวณ	ตาราง	
วิทยาลัยเทคนิคพังงา	243.40	30.80	6.601	2.045	0.00*
วิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ	239.97	27.68			

* ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

จากตารางที่ 9 พบว่า ค่า t ที่คำนวณได้ คือ 6.601 เมื่อเปรียบเทียบกับค่า t จากตาราง ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งค่าที่ได้จากตารางเท่ากับ 2.045 จะเห็นได้ว่าค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง จึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะของผู้เรียนทั้งสองสถานศึกษา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

5.3.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแตกต่างผลสัมฤทธิ์การประเมินด้านจิตพิสัย ระหว่างสถานศึกษา

ตารางที่ 10 : ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแตกต่างผลการประเมินด้านจิตพิสัย ระหว่างสถานศึกษา

สถานศึกษา	$\overline{X}$ จาก 100 คะแนน	S^2	ค่า t		Sig.
			คำนวณ	ตาราง	
วิทยาลัยเทคนิคพังงา	91.77	8.04	5.058	2.045	0.00*
วิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ	89.77	5.42			

* ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

จากตารางที่10 พบว่า ค่าt ที่คำนวณได้คือ 5.058 เมื่อไปเปรียบเทียบกับค่า t จากตาราง ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งค่าที่ได้จากตารางเท่ากับ 2.045 จะเห็นได้ว่าค่าt ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าt ที่เปิดจากตาราง จึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ด้านจิตพิสัยของผู้เรียนทั้งสองสถานศึกษามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

6. สรุปผลการวิจัย

6.1 การประเมินด้านความรู้

การประเมินด้านความรู้โดยใช้แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 100 ข้อ คะแนนเต็ม 100 คะแนน ผลการประเมินของนักเรียนทั้งสองสถานศึกษา พบว่า วิทยาลัยเทคนิคพังงามีค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้คิดเป็นร้อยละ 80.10 วิทยาลัยการอาชีพเวียงสระมีค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้คิดเป็นร้อยละ 75.77 สรุปผลจากการประเมินนักเรียนทั้งสองสถานศึกษา พบว่า นักเรียนผ่านการประเมินตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกคน มีค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้คิดเป็นร้อยละ77.94 ผลการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างผลสัมฤทธิ์การประเมินด้านความรู้ของสองสถานศึกษา พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.2 การประเมินด้านทักษะ

การประเมินด้านทักษะโดยใช้แบบทดสอบการปฏิบัติงานจำนวน 6 ใบงาน คะแนนเต็ม270 คะแนน ผลการประเมินของนักเรียนทั้งสองสถานศึกษา พบว่า วิทยาลัยเทคนิคพังงามีค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้ 243.40 คิดเป็นร้อยละ 90.15 วิทยาลัยการอาชีพเวียงสระมีค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้ 239.97 คิดเป็นร้อยละ 88.88 สรุปผลจากการประเมินนักเรียนทั้ง สองสถานศึกษา พบว่า นักเรียนผ่านการประเมินตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกคน มีค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้ 241.69 คิดเป็นร้อยละ 77.94 ผลการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างผลสัมฤทธิ์การประเมินด้านทักษะของสองสถานศึกษา พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

6.3 การประเมินด้านจิตพิสัย

การประเมินด้านจิตพิสัยจะประเมินสังเกตลักษณะนิสัยและพฤติกรรมระหว่างนักเรียนปฏิบัติงานโดยใช้แบบประเมินที่ผ่านการแสดงความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ และตรวจสอบเครื่องมืองานวิจัยมาแล้ว ผลการประเมินของนักเรียนทั้งสองสถานศึกษา พบว่า วิทยาลัยเทคนิคพังงามีค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้คิดเป็นร้อยละ 91.77 วิทยาลัยการอาชีพเวียงสระมีค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้คิดเป็นร้อยละ 89.77 (กำหนดเกณฑ์ผ่าน ร้อยละ 80) สรุปผลจากการประเมินนักเรียนทั้งสองสถานศึกษา พบว่า นักเรียนผ่านการประเมินตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทุกคน มีค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้คิดเป็นร้อยละ 90.77 ผลการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างผลสัมฤทธิ์การประเมินด้านจิตพิสัยของสองสถานศึกษา พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7. อภิปรายผลการวิจัย

7.1 ด้านความรู้

ผลการประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐานด้านความรู้ของนักเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่2 วิทยาลัยเทคนิคพังงาและวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ โดยมีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 60 คน สถานศึกษาละ 30 คน พบว่านักเรียนทุกคนให้ความร่วมมือในการจัดประเมินและมีความตั้งใจในการทำข้อสอบอย่างมุ่งมั่นเต็มที่ทุกคน ผลการประเมิน พบว่านักเรียนวิทยาลัยเทคนิคพังงา มีค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้ร้อยละ 80.10 นักเรียนวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระมีค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้ร้อยละ 75.77 นักเรียนทั้งสองสถานศึกษา

ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ได้ทุกคน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเพิ่มสุข นิติสิงห์[5] ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนามาตรฐานอาชีพและการจัดระดับคุณวุฒิวิชาชีพ ช่างเครื่องประดับอัญมณี โดยคัดเลือกผู้เข้าประเมินจากผู้ที่ทำงานในสถานประกอบการด้านเครื่องประดับอัญมณีในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการประเมิน พบว่า ผู้เข้ารับการประเมินคุณวุฒิระดับ3 จำนวน 6 คน ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ100 ผู้เข้ารับการประเมินคุณวุฒิระดับ4 จำนวน 6 คน ผ่านเกณฑ์การประเมิน ร้อยละ 100 เช่นกัน

7.2 ด้านทักษะ

ผลการประเมินด้านทักษะการประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐานของนักเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่2 วิทยาลัยเทคนิคพังงาและวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระโดยมีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 60 คน สถานศึกษาละ 30 คน พบว่า นักเรียนวิทยาลัยเทคนิคพังงาได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 90.15 นักเรียนวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระได้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 89.77 นักเรียนทั้งสองสถานศึกษาผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ได้ทุกคน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุนทร นาคโนนหัน [6] ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่อง การพัฒนาคุณวุฒิวิชาชีพสำหรับประเทศไทย: กรณีศึกษากลุ่มอาชีพการผลิตแบบไม่ตัดเฉือนเนื้องาน สาขางานเชื่อม ในการประเมินคุณวุฒิวิชาชีพภาคสนามบริษัทไทยซัมมิทออโตพาร์ทอินดัสตรี จำกัด และบริษัทไทยซัมมิท พีเคเค จำกัด โดยใช้ผู้ประเมินจำนวน 3 คน และคุณวุฒิวิชาชีพระดับ1 เป็นต้นแบบในการประเมิน และมีผู้สมัครเข้ารับการประเมิน 18 คน ผลการประเมินปรากฏว่าผ่านการประเมินทั้ง 18 คน และสอดคล้องกับงานวิจัยของธีรพงษ์ วิริยานนท์ [7] โดยทำวิจัยเรื่อง การพัฒนามาตรฐานอาชีพของผู้ประเมินสมรรถนะตามระบบคุณวุฒิวิชาชีพ ซึ่งพบว่า วิธีการประเมินสอดคล้องกับการปฏิบัติจริงในอาชีพ ช่วยกระตุ้นให้ผู้รับการประเมินพัฒนาสมรรถนะของตนเองได้มาก ส่วนผู้รับการประเมินเห็นว่า ระบบคุณวุฒิวิชาชีพทำให้เกิดความภาคภูมิใจในสมรรถนะของตนเอง ช่วยกระตุ้นให้เกิดความต้องการพัฒนาสมรรถนะตนเองอย่างต่อเนื่อง และผลของการประเมินตรงกับสมรรถนะวิชาชีพของตนเอง มาตรฐานอาชีพส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานในอาชีพมีเป้าหมาย และแนวทางที่ชัดเจนในการพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพของตนเองได้ตรงทิศทางและต่อเนื่อง ระบบการประเมินมาตรฐานอาชีพเป็นองค์ประกอบสำคัญในการนำบุคคลเข้าสู่คุณวุฒิวิชาชีพจะต้องมีระบบการประเมินอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นมาตรฐานของอาชีพ

7.3 ด้านจิตพิสัย

ผลการประเมินด้านจิตพิสัยการประเมินสมรรถนะคุณวุฒิวิชาชีพทางช่างยนต์ ระดับทักษะพื้นฐานของนักเรียนวิทยาลัยเทคนิคพังงาและวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ พบว่า นักเรียนวิทยาลัยเทคนิคพังงาได้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 91.77 นักเรียนวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 89.77 นักเรียนทั้งสองสถานศึกษาผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ได้ทุกคน สอดคล้องกับงานวิจัยของสันชัย อินทพิชัย [8] ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการกำหนดคุณวุฒิวิชาชีพช่างก่อสร้างของประเทศไทย โดยคัดจากผู้ที่ทำงานในสถานประกอบการในเขตกรุงเทพ และปริมณฑล การประเมินประกอบด้วย 3 ภาค คือ ภาคความรู้ ทักษะ และจิตพิสัย ผลการประเมินคุณวุฒิวิชาชีพหน้าที่งานเหล็กเสริมคอนกรีต ระดับ2 จำนวน10 คน พบว่า มีผู้ประเมินผ่าน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 80 และไม่ผ่าน 2 คน คิดเป็นร้อยละ20 แต่ผู้เข้าประเมินทั้งหมดผ่านเกณฑ์การประเมินจิตพิสัย ร้อยละ100 ซึ่งการประเมินด้านจิตพิสัยนั้นเป็นลักษณะที่พึงประสงค์ที่นักเรียนในสายวิชาชีพทุกคนต้องมี แต่ในการประเมินนั้นย่อมขึ้นอยู่กับผู้ประเมินเป็นหลักหากผู้ประเมินไม่มีความใกล้ชิดหรือรู้จักกับผู้ประเมินมาก่อนการประเมินอาจจะมีความคลาดเคลื่อนได้

8. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี,2548, **แผนการบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ.2548-2551**, โรงพิมพ์สำนักเลขาธิการ คณะรัฐมนตรี, กรุงเทพมหานคร, หน้า 18,29.

[2] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2549, **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่10**

พ.ศ.2550–2554, โรงพิมพ์วี เจ พริ้นติ้ง, กรุงเทพมหานคร, หน้า 162-163.

[3] ชำนาญ อยู่แพ, 2544, **การปฏิบัติงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา สังกัดกรมอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี**, วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, หน้า 21 – 22.

[4] สมคิด สายแวว, 2546, **การพัฒนากระบวนการกำหนดระดับคุณวุฒิวิชาชีพกลุ่มงานยานยนต์ สำหรับประเทศไทย**, วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาบริหารอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา ภาควิชาบริหารเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, หน้า 8-26.

[5] เพิ่มสุข นิติสิงห์, 2549, **การพัฒนามาตรฐานอาชีพ และการจัดระดับคุณวุฒิวิชาชีพช่างเครื่องประดับ อัญมณี**, วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาบริหารอาชีวะและเทคนิคศึกษา ภาควิชาบริหารเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[6] สุนทร นาคโนนหัน, 2547, **การพัฒนาคุณวุฒิวิชาชีพสำหรับประเทศไทย:กรณีศึกษากลุ่มอาชีพการผลิตแบบไม่ตัดเฉือนเนื้องานสาขางานเชื่อม**, วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาบริหารอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา ภาควิชาบริหารเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, หน้า 196.

[7] ธีระพงษ์ วิริยานนท์, 2549, **การพัฒนามาตรฐานอาชีพของผู้ประเมินสมรรถนะวิชาชีพตามระบบคุณวุฒิวิชาชีพ**, วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาบริหารอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา ภาควิชาบริหารเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, หน้า 32-47.

[8] สันชัย อินทพิชัย, 2546, **การพัฒนากระบวนการกำหนดคุณวุฒิวิชาชีพก่อสร้างของประเทศไทย**, วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาบริหารอาชีวะและเทคนิคศึกษา ภาควิชาบริหารเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

การศึกษากลยุทธ์การถ่ายทอดเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบอ่อนประเภทลามิเนตในประเทศไทย

A study of strategy of technology transfer for Thailand flexible packaging industry

เบญจวรรณ จงเจริญ และ วรนุช เกิดสินธ์ชัย

สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
jo_jerrr@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษากลยุทธ์การถ่ายทอดเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบอ่อนประเภทลามิ -เนตในประเทศไทย ซึ่งจัดเป็นอุตสาหกรรมที่มีการพัฒนาเทคโนโลยีค่อนข้างซับซ้อนและรวดเร็ว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากลไกการถ่ายทอดเทคโนโลยี ความสามารถในการรับเทคโนโลยี ประสิทธิผลของการถ่ายทอดเทคโนโลยี และปัจจัยความสำเร็จของการถ่ายทอดเทคโนโลยี ซึ่งในการศึกษานี้ได้ใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผลการศึกษาพบว่ากลไกการถ่ายทอดเทคโนโลยีแบบการฝึกงานในหน้าที่เป็นกลไกการถ่ายทอดที่มีระดับผลสัมฤทธิ์สูงที่สุดเมื่อเทียบกับกลไกอื่น ส่วนความสามารถในการรับเทคโนโลยีที่บริษัทในอุตสาหกรรมมีมากที่สุดคือ ความสามารถในการทำให้เกิดบรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุสินค้าประเภทใหม่ นอกจากนี้ยังพบว่าบริษัทที่ผลิตบรรจุภัณฑ์ได้หลายโครงสร้างจะมีความสามารถในการรับเทคโนโลยีที่มากกว่าบริษัทที่ผลิตบรรจุภัณฑ์ได้น้อยโครงสร้างกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนประสิทธิผลของการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่บริษัทส่วนใหญ่มีมากที่สุดคือ ประสิทธิผลในการเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้า และการได้รับความเชื่อถือจากลูกค้ามากขึ้น ส่วนปัจจัยความสำเร็จในการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่บริษัทส่วนใหญ่บริษัทในอุตสาหกรรมมีความคิดเห็นตรงกันมากที่สุดคือ ความพยายามและความร่วมมืออย่างจริงจังภายในองค์กร

คำสำคัญ: การถ่ายทอดเทคโนโลยี ความสามารถในการรับเทคโนโลยี ประสิทธิผลของการถ่ายทอดเทคโนโลยี

Abstract

The aim of this research paper is to study on the Industrial status in term of product structure, and the achieving level of Technology Transfer System. This paper is also focused on the ability of Technology Transfer and Technology Absorption, the usage effectiveness of the transferred technology, and also the successful factors of Technology Transfer of Flexible Packaging Industrial (lamination type). This Industrial is in a fast moving of technology development with complication. Thus, Technology Transfer is a key factor to increase the ability in technology. The primary result found that on job training is the most effective result of technology transfer. Next, having innovation of new products is the most ability in technology absorption, which manufacturers with have several structures are proved to have better technology absorption than manufacturers with have a few structures. Next, the Effectiveness of Technology Transfer is resulting in the increase of customer satisfaction and trustfulness. Last, the main achieving factor of Technology Transfer is to have synergy and effort in the organization.

Keyword: Technology Transfer, Technology Absorptive Capacity, Technology Transfer Effectiveness

1. บทนำ

ปัจจุบันบรรจุภัณฑ์พลาสติกได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อชีวิตประจำวันและได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากบรรจุภัณฑ์พลาสติกมีคุณสมบัติเหนือกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ หลายประการ เช่น มีความเหนียว น้ำหนักเบา กันน้ำ และมีความทนทานต่อสารเคมี เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นอุตสาหกรรมที่รัฐบาลได้ให้การส่งเสริมและสนับสนุนในฐานะสินค้าส่งออก ทำให้สามารถนำรายได้เข้าประเทศเฉลี่ยปีละประมาณ 18,000 ล้านบาทในช่วง 3 ถึง 4 ปีมานี้ [4] โดยมีการผลิตอยู่ที่ 120,000 ตันต่อปี [5] ปัจจุบันโรงงานที่ทำการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกทุกประเภทมีประมาณ 1,600 แห่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบอ่อนมีมากที่สุดคิดเป็น 52% ของจำนวนผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกทั้งหมด 52% [4]

การที่อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบอ่อนมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว และเทคโนโลยีถือเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับอุตสาหกรรมนี้ทำให้บริษัทบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบอ่อนในปัจจุบันมีความต้องการที่จะเพิ่มขีดความสามารถทางเทคโนโลยีเพื่อการแข่งขัน โดยเฉพาะในตลาดส่งออก ซึ่งการพัฒนาเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมค่อนข้างซับซ้อนและรวดเร็ว แต่บริษัทที่อยู่ในอุตสาหกรรมนี้ยังไม่สามารถพัฒนาเทคโนโลยีที่จำเป็นทั้งหมดได้ด้วยตัวเอง จึงจำเป็นต้องมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยการซื้อเทคโนโลยีจากผู้ผลิตที่มีเทคโนโลยีที่ก้าวหน้ากว่า [7][8] ซึ่งในการถ่ายทอดเทคโนโลยีนั้นจะอาศัยเงินลงทุนในการวิจัยและพัฒนาน้อย แต่มีประสิทธิภาพมากในการนำไปดำเนินการ นอกจากนี้ยังใช้เทคนิคและความเสี่ยงทางการเงินต่ำกว่าการทำวิจัยและพัฒนา แต่อย่างไรก็ตามการรับเทคโนโลยีใหม่นั้นจำเป็นจะต้องดำเนินการอย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพ ซึ่งปัจจุบันการถ่ายทอดเทคโนโลยีในประเทศไทยจะมีปัญหาในการพัฒนาเทคโนโลยี เนื่องมาจากผู้ซื้อเทคโนโลยีส่วนใหญ่จะพึงพอใจกับความรู้ (Know-how) และเทคโนโลยีที่ได้รับ จึงไม่ได้ทำการพัฒนาเทคโนโลยีเพิ่มเติม

ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาหากลไกการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่มีประสิทธิผล ความสามารถในการรับเทคโนโลยี และประสิทธิผลของการถ่ายทอดเทคโนโลยี ตลอดจนปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของการถ่ายทอดเทคโนโลยี เพื่อใช้ในการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการในการถ่ายทอดเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบอ่อน อันจะมีผลทำให้เทคโนโลยีที่ได้รับการถ่ายถอดถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า

2. การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

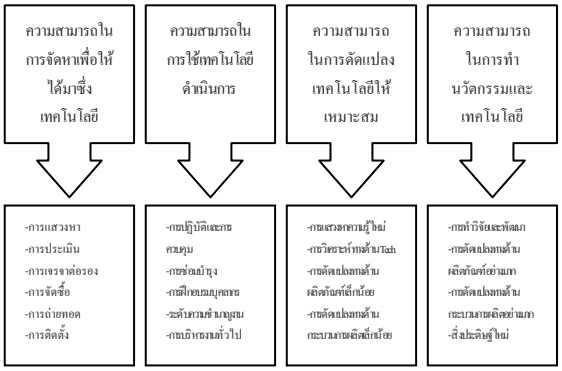
2.1 ความหมายของความสามารถในการรับเทคโนโลยี

จากการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้มีผู้ให้ความหมายและคำจำกัดความของความสามารถในการรับเทคโนโลยีไว้ ดังนี้ Cohen and Levinthal ได้นิยามความหมายของความสามารถในการรับเทคโนโลยีไว้ว่า เป็นความสามารถขององค์กรในการรับรู้ถึงคุณค่าของสิ่งใหม่ (recognize the value of new) หรือข้อมูลข่าวสารจากภายนอก (external information) รับสิ่งนั้นเข้ามา (assimilate it) และนำมาประยุกต์ใช้ (apply it) ในองค์กรให้เกิดผลผลิตเชิงพาณิชย์ได้ [9] ส่วน Zahra and George ได้ให้มุมมองของความสามารถในการรับเทคโนโลยีว่าเป็นกลุ่มของหน้าที่และกระบวนการขององค์กรในการได้มา (Acquire) รับมาใช้ (Assimilate) ปรับเปลี่ยน (Transform) และนำความรู้ที่ได้รับมาไปใช้ประโยชน์ (Exploit) เพื่อทำให้เกิดความสามารถขององค์กรที่เป็นพลวัต [10] ต่อมา Ven และคณะ กล่าวว่าความสามารถในการรับเทคโนโลยี หมายถึง ความสามารถของบริษัทในการ “รู้จักคุณค่าของสิ่งใหม่ รู้จักความรู้จากภายนอก รู้จักเอาอย่าง และ รู้จักประยุกต์ความรู้เหล่านั้นไปใช้ให้เกิดผลผลิตเชิงพาณิชย์” [11]

2.2 การวัดความสามารถในการรับเทคโนโลยี

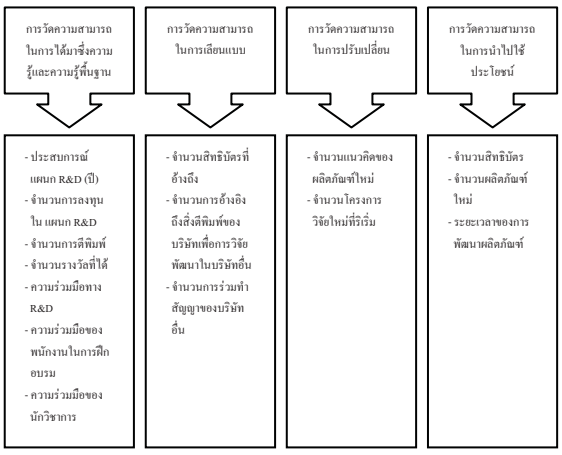
การวัดความสามารถในการรับเทคโนโลยีในอดีตจะใช้งบประมาณของ R&D ต่อยอดขาย (Sales) เป็นตัววัด ซึ่งต่อมาได้มีผู้พยายามสร้างเครื่องมือในการวัดความสามารถในการรับเทคโนโลยี ดังนี้ สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (Thailand Development Research Institute หรือ TDRI) ได้ทำการกำหนดเครื่องมือในการวัดความสามารถของแต่ละกิจกรรมตามความสามารถของผู้ผลิต โดยแบ่งความสามารถออกเป็น 4 ด้าน คือ ความสามารถในการจัดหาเพื่อให้ได้มาซึ่งเทคโนโลยี (Acquisitive Capability) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีดำเนินการ (Operative Capability) ความสามารถในการดัดแปลงเทคโนโลยีให้เหมาะสม (Adaptive Capability)ความสามารถในการทำนวัตกรรมและเทคโนโลยี (Innovative Capability)

ซึ่งในแต่ละด้านได้มีการกำหนดตัวชี้วัดในแต่ละกิจกรรมตามความสามารถของผู้ผลิต ดังภาพที่ 1 [13]



ภาพที่ 1 ตัวชี้วัดในแต่ละกิจกรรมตามความสามารถของผู้ผลิต

ต่อมา Berger ได้ทำการออกแบบเครื่องมือวัดความสามารถในการรับเทคโนโลยีจากความสามารถ 4 ด้าน คือ ความสามารถในการได้มาซึ่งความรู้และความรู้พื้นฐาน ความสามารถในการเลียนแบบ ความสามารถในการปรับเปลี่ยน และความสามารถในการนำไปใช้ประโยชน์ ดังภาพที่ 2 [12]



ภาพที่ 2 การวัดความสามารถในการรับเทคโนโลยีของ Berger

2.3 ประสิทธิผลของการถ่ายทอดเทคโนโลยี

จากการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าประสิทธิผลของการถ่ายทอดเทคโนโลยี หมายถึง ผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ของการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ตั้งไว้ [14] โดยการวัดความมีประสิทธิผลในการถ่ายทอดเทคโนโลยี ควรจะวัดผลที่ได้รับจากการถ่ายทอดเทคโนโลยี เพราะ สิ่งนี้คือตัวชี้วัดประสิทธิผลของการถ่ายทอดเทคโนโลยี ซึ่งประสิทธิผลนี้จะต้องสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยวัตถุประสงค์หลักของการถ่ายทอดเทคโนโลยีแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านผลิตภัณฑ์และกระบวนการ ด้านธุรกิจ และด้านบุคลากร ดังนั้นหัวข้อในการวัดประสิทธิผลในการถ่ายทอดเทคโนโลยีจึงแบ่งตามวัตถุประสงค์ของการถ่ายทอดเทคโนโลยี ดังนี้

1. ด้านผลิตภัณฑ์และกระบวนการ ได้แก่ การเพิ่มผลิตภัณฑ์ใหม่ [6][15] การผลิตผลิตภัณฑ์ที่คาดหวัง [16] การเพิ่มอัตราการผลิตผลิตภัณฑ์ด้วยตนเอง [14][16-17] การลดอัตราบกพร่องของผลิตภัณฑ์ [14][16-17] การปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ [14][18] การบรรลุระดับคุณภาพที่ต้องการ [14][16] การปรับปรุงกระบวนการและแก้ไขผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ [15] การบรรลุเป้าหมายด้านประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักร [6] การลดต้นทุนต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ [16] การลดระยะเวลาในการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ [14][16]

2. ด้านธุรกิจ ได้แก่ การบรรลุเป้าหมายการเติบโตของธุรกิจ [6][19] การได้รับผลตอบแทนจากการลงทุน [14] การได้รับผลตอบแทนด้านการวิจัยและพัฒนา [20] การบรรลุเป้าหมายที่วางแผนไว้ [19] การเพิ่มส่วนแบ่งทางการตลาด [14] การขยายตลาดไปต่างประเทศ [14] การลดต้นทุนการผลิต [15][18][20] การบรรลุเป้าหมายด้านต้นทุน [6] การประหยัดจากการปรับปรุงกระบวนการผลิต [20] การประหยัดเพื่อถือหุ้นและลูกค้า [20] การได้รับความเชื่อถือจากลูกค้ามากขึ้น [17] ความพึงพอใจของลูกค้า [21] การปรับปรุงและเพิ่มความสามารถทางการแข่งขันของผลิตภัณฑ์ภายในตลาด [22]

3. ด้านบุคลากร ได้แก่ การแก้ปัญหาในเรื่องที่ต้องการ [6] การจัดการเทคโนโลยีที่ถูกถ่ายทอด [16] การแก้ไขดัดแปลงการถ่ายทอดเทคโนโลยี [16] การปรับปรุงความสามารถทางด้านเทคโนโลยี [14][16] การปรับปรุงและพัฒนาความสามารถในการวิจัยและพัฒนา [22-23] การพัฒนาความสามารถทางด้านเทคนิค [18] การเพิ่มความสามารถในการจัดการกับเทคโนโลยีใหม่ที่จะนำเข้ามาในอนาคต การเพิ่มความรู้ ทักษะ และความสามารถด้านการจัดการ [22-23] การพัฒนาความสามารถในการรับความรู้จากผู้ขาย [6] การเพิ่มขีด

ความสามารถทางด้านเทคโนโลยี [24] การติดตามการเปลี่ยนแปลงทางเทคนิคและการเข้าถึงเทคโนโลยีที่ปรารถนา [6] การพัฒนาความสามารถในการปรับปรุงและพัฒนาเทคโนโลยีที่มีอยู่ [24]

2.4 ปัจจัยความสำเร็จของการถ่ายทอดเทคโนโลยี

จากการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า Yang และ Lee ได้แบ่งปัจจัยความสำเร็จในการถ่ายทอดเทคโนโลยีระหว่างประเทศ ออกเป็น 2 ปัจจัยหลัก ได้แก่

1. ปัจจัยด้านความสัมพันธ์ทางด้านวัฒนธรรม (Culture-related factors) ประกอบด้วย การพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การทำความคุ้นเคยกับกระบวนการเจรจาของผู้รับเทคโนโลยี การทำความเข้าใจกระบวนการคิดของผู้รับเทคโนโลยี การเข้าใจรูปแบบการจัดการตามธรรมเนียมของผู้รับเทคโนโลยี การปรับตัวให้เข้ากับมาตรการของผู้รับเทคโนโลยี สำหรับการประเมินลูกจ้างและการมอบ หมายงาน

2. ปัจจัยด้านความสัมพันธ์ทางข้อมูลและเครือข่าย (Information and networking-related factors) ประกอบด้วยการสื่อสารกับบุคคลภายนอกอย่างมีประสิทธิภาพ การสื่อสารกับบุคคลภายในอย่างมีประสิทธิภาพ การเข้าใจถึงนโยบายของรัฐบาล [23]

ต่อมา Berger ได้กล่าวว่าความสำเร็จของการถ่ายทอดเทคโนโลยีถูกกำหนดโดยปัจจัยดังต่อไปนี้

1. ระดับของความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง การเรียนรู้ คือ กระบวนการสะสม และกลายมาเป็นความรู้ที่ง่ายกว่าความรู้เดิมที่มีอยู่ เช่นเดียวกันกับความรู้พื้นฐาน ,ภาษา และความรู้ในการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ปัจจัยทางองค์กร รูปแบบองค์กร โครงสร้างบริษัทเป็นอย่างไร เช่น รูปแบบแผนก กับ หน้าที่ (divisional form vs. functional form) เป็นปัจจัยสำคัญของการรับความรู้และความสามารถในการรับความรู้ ดังนั้นการจัดการองค์กร เช่น โครงสร้างของการติดต่อสื่อสาร การกระจายความรู้ภายในบริษัทเป็นสิ่งจำเป็นที่สุด

3. ความพยายามอย่างจริงจังหรือคำมั่นสัญญา คือ ความพยายามในการแก้ปัญหาของสมาชิกองค์กร สิ่งนี้สามารถแสดงอยู่ในการจัดสรรทรัพยากรเพื่อการพัฒนาความสามารถในการรับเทคโนโลยี

4. ต้นทุนบุคลากร (Human capital) ลูกจ้างเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการรับความรู้หรือข้อมูลใหม่ ข้อจำกัดทางด้านต้นทุนบุคลากรเป็นตัวแทนที่จำเป็นสำหรับความสามารถในการรับ [12]

นอกเหนือจากผู้ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นยังมีผู้ที่กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของการถ่ายทอดเทคโนโลยีอีกเป็นจำนวนมากซึ่งผู้วิจัยพอจะสรุปเป็นกลุ่มได้ 5 กลุ่ม ดังนี้

1. ปัจจัยด้านความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง (Prior relevant knowledge) ได้แก่ ระดับความรู้ที่เกี่ยวข้องของบุคลากร [12][25-28] ความรู้และภูมิหลังที่หลากหลาย [25][28-29] ประสบการณ์ในการเรียนรู้หรือค้นหาความรู้ [10][12] ประสบการณ์ในกระบวนการผลิต [25] องค์ความรู้ที่เกี่ยวเนื่องและเชื่อมโยงกัน [26][28] ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความรู้ในการวิเคราะห์และประเมินผล ความสามารถในการรวบรวมองค์ความรู้

2. ปัจจัยด้านปฏิสัมพันธ์ (Interactive mechanisms) ได้แก่ การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งประกอบไปด้วย การสื่อสารระหว่างภายในองค์กรและภายนอกองค์กร [6] [10][12][25] [30][28] การพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การปรับตัวระหว่างผู้รับและผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยี ลักษณะการกระจายความรู้ [6][12][25][28] บรรยากาศในการสื่อสาร [12] การตรวจและประเมินความสามารถ ทรัพยากร และความรู้ภายในองค์กร [10] ช่องทางในการแพร่กระจายเทคโนโลยี [30]

3. ปัจจัยด้านการจัดสรรทรัพยากรที่จำเป็น (Resource Allocations) ได้แก่ ทรัพยากรในการวิจัยและพัฒนา [12] [25-26][30] การจัดการและจัดสรรทรัพยากรต่าง ๆ ที่จำเป็น [12][25]

4. ปัจจัยด้านการบริหารจัดการองค์กร (Organizational Managerial) ได้แก่ วัฒนธรรมองค์กร [28][30] โครงสร้างและรูปแบบขององค์กร [12] การสร้างแรงจูงใจในองค์กร [12] ความพยายามและความร่วมมืออย่างจริงจังในองค์กร [12][25][27] การวางแผนสำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี กลยุทธ์ขององค์กร [26]

5. ปัจจัยด้านเทคโนโลยี ได้แก่ ความเหมาะสมของเทคโนโลยี [22] ระดับความยากง่ายของเทคโนโลยี [31][32] ความเข้ากันได้ของเทคโนโลยีใหม่กับเทคโนโลยีที่มีอยู่ [32] ความน่าเชื่อถือของเทคโนโลยี [22]

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

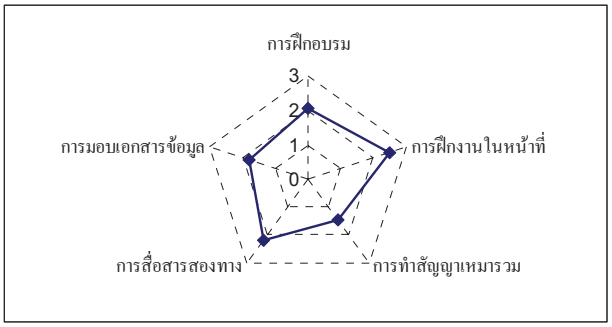
การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจซึ่งใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยบริษัทที่ส่งแบบสอบถามถูกเลือกมาจากหนังสือ Packaging Directory Thailand 2007 – 2008 จากจำนวนบริษัทที่ประกอบธุรกิจด้านบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบอ่อนประเภทลามิเนต ซึ่งมีทั้งสิ้นจำนวน 51 บริษัท ซึ่งการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างนั้นกำหนดโดยการใช้สูตรของ Taro Yamane ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 95 เปอร์เซ็นต์ และค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5

โดยงานวิจัยนี้ได้แบ่งแบบสอบถามออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการประเมินความสามารถในการรับเทคโนโลยีโดยการนำกรอบแนวคิดของ TDRI และ Berger มาปรับใช้ โดยแบ่งเป็น 4 ด้านคือ 1) ความสามารถในการได้มาซึ่งความรู้และเทคโนโลยี 2) ความสามารถในการนำความรู้และเทคโนโลยีมาใช้ 3) ความสามารถในการดัดแปลงเทคโนโลยีมาใช้ และ 4) ความสามารถในการนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้ประโยชน์ ส่วนที่สองเป็นการประเมินประสิทธิผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยทำการประเมินจากวัตถุประสงค์หลักของการถ่ายทอดเทคโนโลยี 3 ด้าน คือ 1) ด้านผลิตภัณฑ์และกระบวนการ 2) ด้านธุรกิจ และ 3) ด้านบุคลากร ส่วนที่สามเป็นการสำรวจปัจจัยความสำเร็จของการถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยอาศัยการศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วสรุปเป็นปัจจัยความสำเร็จ 5 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง 2) ด้านปฏิสัมพันธ์ 3) ด้านการจัดสรรทรัพยากรที่จำเป็น 4) ด้านการบริหารจัดการองค์กร และ 5) ด้านเทคโนโลยี โดยแบบสอบถามทั้ง 3 ส่วนนี้จะเป็นแบบสอบถามประเภทมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

4. บทวิเคราะห์ผลการศึกษา

4.1 ระดับผลสัมฤทธิ์ของกลไกการถ่ายทอดเทคโนโลยี

จากการศึกษาพบว่าอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบอ่อนประเภทลามิเนตมีระดับผลสัมฤทธิ์ของกลไกการถ่ายทอดเทคโนโลยีในระดับที่แตกต่างกัน โดยระดับผลสัมฤทธิ์ของกลไกการถ่ายทอดเทคโนโลยีสูงที่สุดคือ กลไกการถ่ายทอดเทคโนโลยีแบบการฝึกงานในหน้าที่ (On the job training) รองลงมาคือกลไกการถ่ายทอดเทคโนโลยีแบบสื่อสารสองทาง (Two-way communication) ส่วนระดับผลสัมฤทธิ์ของกลไกการถ่ายทอดเทคโนโลยีต่ำที่สุดคือ กลไกการถ่ายทอดเทคโนโลยีแบบการทำสัญญาเหมารวม (Turnkey Project) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ระดับผลสัมฤทธิ์ของกลไกการถ่ายทอดเทคโนโลยี

4.2 ระดับความสามารถในการรับเทคโนโลยี

จากการศึกษาพบว่าระดับความสามารถที่ตัวแทนอุตสาหกรรมมีความคิดเห็นสอดคล้องกันและเป็นระดับความสามารถในการรับเทคโนโลยีที่สูงที่สุดคือ ความสามารถในการทำให้เกิดบรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุสินค้าประเภทใหม่ รองลงมาคือความสามารถในการการรวมเทคโนโลยีใหม่กับเทคโนโลยีที่มีอยู่ปัจจุบัน ส่วนระดับความสามารถในการรับเทคโนโลยีที่ต่ำที่สุดคือ การฝึกอบรมการใช้เทคโนโลยีให้กับบุคลากร

นอกจากนี้การศึกษายังพบว่าเมื่อทดสอบความแตกต่างของระดับความสามารถในการรับเทคโนโลยี จำแนกตามกลุ่มโครงสร้างผลิตภัณฑ์เป็นรายคู่พบว่า กลุ่มบริษัทที่ผลิตผลิตภัณฑ์ได้มากกว่าจะมีระดับความสามารถในการรับเทคโนโลยีที่สูงกลุ่มบริษัทที่ผลิตผลิตภัณฑ์ได้น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

ซึ่งระดับความสามารถในการรับเทคโนโลยีนั้นมีสัมพันธ์กับการมีหรือไม่มีแผนกวิจัยและพัฒนา โดยผลการศึกษาความสัมพันธ์ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณที่ระดับนัยสำคัญ

.05 พบว่าระดับความสามารถในการรับเทคโนโลยีสัมพันธ์กับการมีหรือไม่มีแผนกวิจัยและพัฒนา โดยสมการแสดงความสัมพันธ์ คือ $\hat{Y} = 1.589 + 0.691X_{dept}$ โดยสมการดังกล่าวสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของระดับความสามารถในการรับเทคโนโลยีได้ร้อยละ 44.80 ส่วนอีกร้อยละ 55.20 อาจเกิดจากอิทธิพลตัวแปรหรือปัจจัยอื่นที่มิได้นำมาพิจารณาในการวิจัยนี้

4.3 ระดับประสิทธิผลในการรับเทคโนโลยี

จากการศึกษาพบว่าระดับประสิทธิผลในการใช้เทคโนโลยีที่ได้รับถ่ายทอดที่ตัวแทนอุตสาหกรรมมีความคิดเห็นสอดคล้องกันและเป็นระดับประสิทธิผลในการใช้เทคโนโลยีที่ได้รับถ่ายทอดที่สูงที่สุดคือ การได้รับความเชื่อถือจากลูกค้ามากขึ้น และการเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้า รองลงมาคือ การปรับปรุงและเพิ่มความสามารถทางการแข่งขันของผลิตภัณฑ์ในตลาด ส่วนระดับประสิทธิผลในการใช้เทคโนโลยีที่ได้รับถ่ายทอดที่น้อยที่สุดคือ การจัดการเทคโนโลยีที่ถูกถ่ายทอด

นอกจากนี้การศึกษายังพบว่าระดับประสิทธิผลมีความสัมพันธ์กับระดับความสามารถในการรับเทคโนโลยี โดยผลการศึกษาความสัมพันธ์ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณที่ระดับนัยสำคัญ .05 พบว่าระดับประสิทธิผลในการใช้เทคโนโลยีที่ได้รับถ่ายทอดสัมพันธ์กับระดับความสามารถในการรับเทคโนโลยี โดยสมการแสดงความสัมพันธ์ คือ $\hat{Y} = 0.607 + 0.739X_{absorptive}$ โดยสมการดังกล่าวสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของระดับประสิทธิผลในการใช้เทคโนโลยีที่ได้รับถ่ายทอดได้ร้อยละ 53.10 ส่วนอีกร้อยละ 46.90 อาจเกิดจากอิทธิพลตัวแปรหรือปัจจัยอื่นที่มิได้นำมาพิจารณาในการวิจัยนี้

4.4 ปัจจัยความสำเร็จของการถ่ายทอดเทคโนโลยี

จากการศึกษาพบว่าความสำเร็จในการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ตัวแทนอุตสาหกรรมมีความคิดเห็นสอดคล้องกันและเป็นปัจจัยความสำเร็จในการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่สูงที่สุดคือ ความพยายามและความร่วมมืออย่างจริงจังภายในองค์กร แสดงให้เห็นว่าความพยายามและความร่วมมือของคนภายในองค์กรมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการดำเนินกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี ปัจจัยความสำเร็จในการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ตัวแทนอุตสาหกรรมมีความคิดเห็นสอดคล้องกันในระดับรองลงมาคือประสบการณ์ในการเรียนรู้หรือค้นหาความรู้ประสบการณ์ในกระบวนการผลิต และการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งประกอบไปด้วย การสื่อสารระหว่างภายในองค์กรและภายนอกองค์กร ส่วนปัจจัยความสำเร็จในการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ต่ำที่สุดคือ บรรยากาศในการสื่อสาร

5. บทสรุป

จากการศึกษาการถ่ายทอดเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบอ่อนประเภทลามิเนตในปัจจุบัน พบว่าระดับความสามารถในการรับเทคโนโลยีด้านการฝึกอบรมการใช้เทคโนโลยีให้กับบุคลากรยังอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งควรได้รับการพัฒนาเพื่อให้เทคโนโลยีที่ได้รับถ่ายทอดมาถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า โดยระดับความสามารถในการรับเทคโนโลยีนั้นมีสัมพันธ์กับการมีหรือไม่มีแผนกวิจัยและพัฒนา ดังนั้นแผนกวิจัยและพัฒนาจึงมีส่วนช่วยเพิ่มระดับความสามารถในการรับเทคโนโลยีระดับหนึ่ง ส่วนระดับประสิทธิผลของการถ่ายทอดเทคโนโลยีพบว่าอุตสาหกรรมยังมีประสิทธิผลด้านการจัดการเทคโนโลยีที่ถูกถ่ายทอดอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งควรได้รับการพัฒนา นอกจากนี้การศึกษายังพบว่าการถ่ายเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมจะประสบผลสำเร็จได้นั้นขึ้นอยู่ความพยายามและความร่วมมืออย่างจริงจังภายในองค์กรเป็นสำคัญ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมสนับสนุน ,2547, สรุปผลการดำเนินงานโครงการส่งเสริมการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ สำหรับผู้ประกอบการอุตสาหกรรม ขนาดกลาง ขนาดย่อม และธุรกิจชุมชน ปีงบประมาณ 2547

[2] วัฒนา เมืองสุข, 2548, สาร: รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม , Packaging Directory Thailand 2005–2006 , พิมพ์ครั้งที่ 1, โรงพิมพ์หยี่เฮง ,กรุงเทพ ,หน้า 11

[3] อมฤต ศุขะวณิช และคณะ, 2549, มัลติแบกซ์, http://www.mai.or.th/resources/analystConsensus/MBAX_20061228_KTBS_th.pdf [2 มีนาคม 2551].

[4] กรุงเทพธุรกิจ ,2550, บทวิเคราะห์: ถุงและกระสอบบรรจุภัณฑ์พลาสติกไทย ตลาดในเติบโตส่งออกชะลอลง

http://www.bangkokbiznews.com/2007/03/30/WW02_0209_news.php?newsid=62016 [2 มีนาคม 2551].

[5] The Thai Packaging Association, 2007, Thai Packaging Report 2007, http://www.bangkokcompanies.com/categories/thai_companies_p329a.htm [2 มีนาคม 2551].

[6] Whangthomkum, N., 2005, An Empirical Study of the Impact of Absorptive Capacity on Technology Transfer Effectiveness in the Flexible Packaging Industry in Thailand, A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy, Asian Institute of Technology School of Management Bangkok

[7] Osanan-gani, A. and Ahad M., 1999, "International technology transfer for competitive advantage: a conceptual analysis of the role of HRD", Competitive Review, Vol. 9, No. 1, pp. 9-18

[8] Sharif, N., 1997, "Technology strategy in developing countries: evolving from comparative to competitive advantage", International Journal of Technology Management, pp.1-30

[9] Cohen, W.M. and D.A. Levinthal, 1990, "Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation-Technology, Organizations, and Innovation", Administrative Science Quarterly, Vol. 35, pp. 128-152

[10] Zahra, S.A. and G. George (2002). "Absorptive Capacity: A review reconceptualization and extension." Academy of Management review 27(2): 158-203

[11] Ven den Bosch, F.A.J., Wijk, R. and Volberda, H.W., 2003, "Absorptive capacity: antecedents, models and outcomes", Eramus Research Institute of Management (ERIM) Rotterdam School of Management

[12] Berger, M., 2005, Upgrading the System of Innovation in Late-Industrialising Countries: The Role of Transnational Corporations in Thailand's Manufacturing Sector

[13] สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2532, "การพัฒนาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย: ภาพรวมและข้อเสนอแนะ"

[14] Wong, V., Shaw, V. and Sher, P., 1999, Intra-firm learning in the technology transfer: a study of Taiwanese information technology firms, International Journal of Innovation Management, Vol. 3, No. 4, pp. 427 – 458

[15] Schroer, B.J., Farrington, P.A., Messimer, S.L. and Thornton, J. R., 1995, Measuring technology transfer performance: a case study. Technology Transfer, Sep, pp. 39-47

[16] Chen, E. Y. M., 1997, Research on issues in cross-cultural technology transfer (CCTT): a fact finding research focused on Japanese invested (owned) Taiwanese companies. Institute for International Studies and Training, Japan, pp. 23-46.

[17] สุรพงศ์ แพรภัทรประสิทธิ์ ,2548 , การศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยีระหว่างบริษัทร่วมทุนกับบริษัทสาขาจากต่างประเทศในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ : กรณีศึกษาอุตสาหกรรมแผงวงจรรวมและอุตสาหกรรมแผงวงจรพิมพ์ ,วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

[18] Bennett D., Hongyu Z., Vaidya K., and Ming W. X., 1997, Transfering manufacturing technology to China: supplier perceptions and acquirer expectations. Integrated Manufacturing Systems, pp. 283-291

[19] Lyles, M.A., Salk, J.E. and Lane P.J.,1997, A longitudinal study of learning and performance in transitional economy international joint ventures, For the Carnegie-Bosch Institute Working Paper Series. Retrieved July 22 2004,

[20] Weatherly, J. D. and Iorio, R. F., 1993, How to bring new products to the marketplace: maximizing technology transfer. Business Mexico, Vol. 3, No. 9, pp 47-49

[21] Jones, G.K., Lanctot, A. and Teegen, H.J., 2000, "Determinants and performance impacts of external technology acquisition", Journal of Business Venturing, Vol. 16, pp. 255–283

[22] Farhang, M., 1997, "Managing technology transfer to China Conceptual framework and operational guidelines", International Marketing Review, Vol. 14, No. 2, pp. 92-106

[23] Yang and Lee, 2002

[24] Wang, P., Singh, K., Tong, W. and Koh, C., 2001, Determinants and outcomes of knowledge transfer: a study of MNCs in China. Best Paper Proceedings, Academy of Management Conference, Washington D.C., USA.

[25] Cohen, W.M. and D.A. Levinthal, 1990, "Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation-Technology, Organizations, and Innovation", Administrative Science Quarterly, Vol. 35, pp. 128-152

[26] Neito, M. and P.Quevedo, 2005, "Absorptive Capacity, technological opportunity, knowledge spillovers, and innovative effort." Technovation, Vol. 25, pp.1141-1157

[27] Kim, L., 1997, Imitation to innovation-The Dynamic of Korea's Technological Learning, Harvard Business School Press., pp4-6., 97-100

[28] Caccia-Bava, M. d. C., T. Guimaraes, et al., 2006, "Hospital organization culture, capacity to innovate and success in technology adoption." Journal of Health Organization and Management", Vol. 20, No. 3, pp. 194-217

[29] Jung-Erceg, P., K. Pandza, et al., 2007, "Absorptive Capacity in European manufacturing: a Delphi study." Industrial Management & Data System, Vol. 107, No. 1, pp. 37-51

[30] Lin, C., Tan, B. and Chang, S., 2002, "The critical factors for technology absorptive capacity", Industrial Management & Data Systems, Vol. 102, No. 6, pp. 300-308

[31] Wang Xing Ming and Zhou Xing (1999)

[32] Benedetto, C.A.D., Calantone, R.J., and Zhang, C., 2003, "International technology transfer Model and exploratory study in the People's Republic of China", International Marketing Review, Vol. 20, No. 4, pp. 446-462

การสร้างชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

The Development of Training Package for Automobile Brakes Mechanics Based on Competency Curriculum

บรรจบ อรชร อนุศิษฏ์ อันมานะตระกูล และชาญณรงค์ มนทารัก

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี บางมด ทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140
E-mail: banchob.ora@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง หาคุณภาพ ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม และประเมินระดับความพึงพอใจของผู้รับการฝึกอบรมจากการใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาแผนกวิชาช่างยนต์หลักสูตรระยะสั้น ในวิทยาลัยการอาชีพบางแก้วฟ้า(หลวงพ่อเปิ่นอุปถัมภ์) จำนวน 60 คนที่ไม่เคยเรียนระบบเบรกรถยนต์มาก่อน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 30 คน และกลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ ซึ่งประกอบด้วยมอดูลจำนวน 3 มอดูล แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎี ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ(50 คะแนน)มีค่าความยากง่าย(P) เท่ากับ 0.56 ค่าอำนาจจำแนก (R) เท่ากับ 0.35 ค่า IOC เท่ากับ 0.98 และแบบทดสอบภาคปฏิบัติจำนวน 2 แบบทดสอบ (100 คะแนน) สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และ การทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า : 1) คุณภาพของชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะจำแนกตามระบบเบรกโดยภาพรวมระบบเบรกแบบดรัมมีคุณภาพเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.27,S.D.= 0.63) ระบบเบรกแบบดิสก์มีคุณภาพเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.25,S.D.= 0.61) และระบบเบรกแบบ ABS มีคุณภาพเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.26,S.D.= 0.61) 2) ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ ใช้ทดลองกับผู้เข้ารับการฝึกอบรมโดยทดสอบสมรรถนะระหว่างเรียนเปรียบเทียบหลังการเรียน จำนวน 60 คนแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 30 คนและกลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 30 คนพบว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.66 / 90.10 และ 81.66 / 83.86 ตามลำดับมีค่าที่สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ดังนั้นชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถใช้ฝึกอบรมได้ดี 3) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมในกลุ่มทดลองที่1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยการทดสอบค่าที (t-test) แต่ละกลุ่มพบว่าผลสัมฤทธิ์ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมภาคทฤษฎีไม่แตกต่างกัน และผลสัมฤทธิ์ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมภาคปฏิบัติมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะพบว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีระดับความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.59,S.D = 0.58)

คำสำคัญ : *ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ คุณภาพ ประสิทธิภาพ/ผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม ระดับความพึงพอใจ*

Abstract

The purposes of this research were to develop, to determine the quality level, efficiency of training package for automobile brakes mechanics based on competency curriculum as well as comparative training achievement satisfaction's evaluation of trainee upon competency curriculum. The population of research were 60 students short course curriculum at Bang Kraw Fah Industrial and Community Education College (Luang Poh Pern Upatham). The sample groups were divided into 2 groups with 30 students in each group. The research tools were as follows: the training package for automobile brakes mechanics based on a competency curriculum consists of 3 modules and training achievement tests in theoretical part which to be 4 choices about 50 questions, the training achievement test has the difficulty index (P) be equal 0.56 and the discriminative index (R) be equal 0.35, and items-objective congruency index (IOC) be equal to 0.98 and two practice tests (100 points). The statistics were used percentage, mean, standard deviation, and t-test. The results found as follows: 1) The quality of training package for automobile brakes mechanics based on competency curriculum as follows: drum brake system appeared to be good level ($\overline{X}$=4.27 , S.D.=0.63), disc brake appeared to be good level ($\overline{X}$=4.25 , S.D.=0.61) ,and Antilock Brake System were to be good level($\overline{X}$=4.26 , S.D.=0.61) 2) The efficiency of training package for automobile brakes mechanics based on competency curriculum done by middle –test and post-test in experiment group 1 and group 2 were 86.66/90.10 and 81.66/83.66 respectively, which higher than standard criterion 80/80. 3) The comparison of training achievement of the trainees between experiment groups 1 and groups 2 showed that theoretical part calculated from t-test were different at significant level 0.05. 4) The satisfaction level of sample groups toward the training package was in the best satisfied level ($\overline{X}$ = 4.59,S.D = 0.58).

Keyword : *Training Package for Automobile Brakes Mechanics Based on Competency Curriculum, Quality, Efficiency, Training Achievement, Satisfaction Level*

1. ที่มาและความสำคัญของการวิจัย

ระบบเบรกของรถยนต์เป็นระบบหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อรถยนต์ ต้องอาศัยช่างซ่อมที่มีความรู้ ความสามารถ ในการบริการระบบเบรกรถยนต์ ซึ่งในปัจจุบันยังมีปัญหาการขาดแคลน วิศวกร ช่างเทคนิคและช่างฝีมือที่มี ความรู้ความเข้าใจความชำนาญ ในการซ่อมบำรุงรักษาระบบเบรกรถยนต์โดยสอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการที่เน้นสมรรถนะ (Competency) [1] ในปัจจุบันภาพรวมการศึกษาและการฝึกอบรม ยังไม่สามารถสนองความต้องการของผู้ประกอบการซึ่งส่วนใหญ่ผู้จบการศึกษาไม่มีคุณภาพ สถานประกอบการต้องจัดฝึกอบรมใหม่เพื่อให้สามารทำงานได้ สำหรับข้อเสนอแนะต่อสถานศึกษาเพื่อให้คุณภาพของแรงงานอาชีวศึกษาดีขึ้น เรื่องหนึ่งในสายตาของผู้ประกอบการ คือ ความร่วมมือระหว่างสถานศึกษาซึ่งเป็นหน่วยผลิตบุคลากรและสถานประกอบการ เป็นหน่วยผู้ใช้บุคลากร ความร่วมมือเหล่านี้แม้จะมีมากขึ้นแต่ดูเหมือนยังไม่

ความสำคัญของปัญหา ได้แก่ ความล้าหลังของทักษะฝีมือและความรู้ความสามารถของแรงงานที่มีอยู่ในระบบอันเนื่องมาจากเทคโนโลยี ทำให้ต้องมีการปรับปรุงบทบาทและกระบวนการผลิตของสถาบันการอาชีวศึกษาให้มีลักษณะการดำเนินงานที่มีความร่วมมือกับภาคธุรกิจอุตสาหกรรมมากขึ้น [2] การพัฒนาอุตสาหกรรมจำเป็นต้องระดมทรัพยากรต่าง ๆ มาใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพมากที่สุด ทรัพยากรที่สำคัญ ได้แก่ ทรัพยากรมนุษย์และการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เป็นหน้าที่สำคัญของสถานศึกษาในระดับต่าง ๆ การผลิตกำลังคนเพื่อให้ตอบสนองความต้องการและตรงกับสาขางาน ในตลาดแรงงานนั้น ๆ สถานศึกษาต้องให้ความสนใจในเรื่องการจัดการเรียนการสอนสาขาวิชาต่างๆ อย่างจริงจังและพยายามส่งเสริมให้มีการพัฒนาทางด้านคุณภาพให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ แต่ละสถานศึกษาต่างๆ ยังไม่สามารถทำตามที่ตลาดแรงงานต้องการได้ เพราะความไม่พร้อมในเรื่องสถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ในการจัดการเรียนการสอนขาดคู่มือ สื่อตำราเรียน และชุดฝึกอบรมที่ใช้ในการเรียนการสอน ขาดครูที่มีความรู้และความสามารถทางช่างยนต์โดยเฉพาะทางระบบเบรกรถยนต์ จากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยมีความสนใจที่สร้างชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีสมรรถนะในการซ่อมระบบ

เบรกรถยนต์ที่สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการมากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 สร้างชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

2.2 หาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

2.3 วัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมจากการใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

2.4 หาระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรก รถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

3.1 ได้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะที่มีคุณภาพ และประสิทธิภาพ

3.2 ทราบผลสัมฤทธิ์ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมจากการใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

3.3 ทราบระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

3.4 สถานศึกษา หรือ หน่วยงานฝึกอบรมที่เกี่ยวข้องกับงานช่างยนต์ สามารถนำชุดฝึกอบรมช่างซ่อมระบบเบรกรถยนต์นี้ไปใช้ฝึกอบรมกับผู้เรียน / ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องมือการวิจัยโดยสร้างชุด ฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตร ฐานสมรรถนะโดยแบ่งออกเป็น 3 ระบบได้แก่ 1. ระบบเบรกแบบดรัม 2. ระบบเบรกแบบดิกส์ 3. ระบบเบรกแบบ ABS โดยหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมออกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎีแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ (50 คะแนน) และแบบทดสอบภาคปฏิบัติจำนวน 2 แบบทดสอบ (100 คะแนน) สถิติที่ ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน ร้อยละ และ การทดสอบค่าที

4.1 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

4.1.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

4.1.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ คุณภาพ ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม ผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมและระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

4.2 ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือในการวิจัยมีดังนี้

4.2.1 ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

4.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎีชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ (50 คะแนน) มีค่า IOC เท่ากับ 0.98 ความยากง่าย (P) เท่ากับ 0.56 ค่าอำนาจจำแนก (R) เท่ากับ 0.35 และแบบทดสอบภาคปฏิบัติจำนวน 2 แบบทดสอบ (100 คะแนน)

4.2.3 แบบสอบถามระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

4.2.4 การตรวจสอบหาคุณภาพของชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน

4.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้

ได้แก่ นักเรียนหลักสูตร ปวช. ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพบางแก้วฟ้า (หลวงพ่อเปิ่นอุปถัมภ์) จำนวน 2 กลุ่ม ๆละ 30 คนที่ไม่เคยเรียนวิชาระบบเบรกรถยนต์มาก่อน

4.4 การเก็บและรวบรวมข้อมูล

ผู้ดำเนินการวิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คนโดยดำเนินการฝึกอบรมในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ระยะเวลาการฝึกอบรมทั้งหมดจำนวน 108 ชั่วโมง โดยใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามตอนต่อไปนี้

4.4.1 ดำเนินการฝึกอบรม ในวิทยาลัยการอาชีพบางแก้วฟ้า(หลวงพ่อเปิ่นอุปถัมภ์) โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มทดลอง กลุ่มละ 30 คน รวมทั้งหมด 60 คน ซึ่งทั้งสอง

กลุ่มมีความรู้ความสามารถพื้นฐานก่อนเข้ารับการฝึกอบรมทัดเทียมกัน

4.4.2 ทดสอบก่อนการเรียนกับกลุ่มทดลอง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.4.3 ดำเนินการฝึกอบรมตามชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มๆละ 30 คน รวมทั้งหมด 18 สัปดาห์ ๆละ 6 ชั่วโมง รวม 108 ชั่วโมง

4.4.4 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรมจำนวน 11 แบบทดสอบ เก็บรวบรวมข้อมูลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรมจำนวน 2 แบบทดสอบ และแบบวัดระดับความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การทดสอบค่าที และวัดระดับคุณภาพและความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะโดยกำหนดสเกลระดับคุณภาพ/ความพึงพอใจเฉลี่ยตามแนวทางของเบสท์ [3] ดังนี้

4.50 - 5.00 มีคุณภาพ / ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
3.50 - 4.49 มีคุณภาพ / ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
2.50 - 3.49 มีคุณภาพ / ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
1.50 - 2.49 มีคุณภาพ / ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
1.00 - 1.49 มีคุณภาพ / ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพและประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

จากตารางที่ 1 พบว่าคุณภาพของชุดฝึกอบรมช่างซ่อมระบบเบรกรถยนต์ แบบดรัม ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะโดยรวมมีค่า เฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.27,S.D.= 0.63)

จากตารางที่ 2 พบว่าคุณภาพของชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ แบบดิสก์ ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ =4.25, S.D.= 0.61)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์การหาคุณภาพของชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะของระบบเบรกแบบดรัม

รายละเอียด	คุณภาพของชุดฝึกอบรมตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ			
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ	ลำดับที่
1.ด้านการสร้าง ชุดฝึกอบรมอาชีพ	4.31	0.60	ดี	2
2.ด้านเนื้อหา	4.38	0.61	ดี	1
3. ด้านรูปแบบใบความรู้	4.20	0.65	ดี	4
4. ด้านการวัดและระเมินผล	4.20	0.62	ดี	3
เฉลี่ย	**4.27**	**0.63**	**ดี**	

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การหาคุณภาพของชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะระบบเบรกแบบดิสก์

รายละเอียด	คุณภาพของชุดฝึกอบรมตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ			
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ	ลำดับที่
1.ด้านการสร้าง ชุดฝึกอบรมอาชีพ	4.25	0.61	ดี	2
2.ด้านเนื้อหา	4.33	0.55	ดี	1
3. ด้านรูปแบบใบความรู้	4.20	0.62	ดี	3
4. ด้านการวัดและระเมินผล	4.20	0.66	ดี	3
เฉลี่ย	4.25	0.61	ดี	

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์การหาคุณภาพของชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะระบบเบรกแบบ ABS

รายละเอียด	คุณภาพของชุดฝึกอบรมตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ			
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ	ลำดับที่
1.ด้านการสร้าง ชุดฝึกอบรมอาชีพ	4.18	0.70	ดี	4
2.ด้านเนื้อหา	4.29	0.55	ดี	2
3. ด้านรูปแบบใบความรู้	4.21	0.65	ดี	3
4. ด้านการวัดและระเมินผล	4.36	0.55	ดี	1
เฉลี่ย	4.26	0.61	ดี	

จากตารางที่ 3 พบว่าคุณภาพของชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ แบบ ABS โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$=4.26,S.D.= 0.61)

5.4 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

จากตารางที่ 4 พบว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ ภาคปฏิบัติที่

ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้ทดลองกับกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีค่าเท่ากับ 86.66 / 90.10 และ 81.66 /83.86 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ในเกณฑ์ 80/80

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะภาคปฏิบัติ

รายการ	จำนวนนักศึกษา (N)		คะแนนเต็ม	ผลรวมของคะแนนที่ได้เฉลี่ย $\sum\bar{X}$		คิดเป็นร้อยละ (%)	
	กลุ่มที่1	กลุ่มที่2		กลุ่มที่1	กลุ่มที่2	กลุ่มที่1	กลุ่มที่2
คะแนนระหว่างเรียน	30	30	600	520	490	86.66	81.66
คะแนนหลังการเรียน	30	30	100	90.10	83.86	90.10	83.86

5.5 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์หลังการทดลองของผู้เข้ารับการฝึกอบรมซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

ตารางที่ 5 ผลสัมฤทธิ์ภาคปฏิบัติ หลังการทดลองของผู้เข้ารับการฝึกอบรมโดยใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

กลุ่มทดลอง	จำนวนนักศึกษา	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	ผลการประเมินผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
กลุ่ม 1	30	100	90.10	4.67	90.10	ผ่าน
กลุ่ม 2	30	100	83.86	6.60	83.86	ผ่าน

จากตารางที่ 5 พบว่าผลสัมฤทธิ์ภาคปฏิบัติหลังการทดลองของผู้เข้ารับการฝึกอบรมโดยใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะในกลุ่มทดลองที่ 1 มีระดับคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 90.10 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีระดับคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 83.86

5.6 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การฝึกอบรมภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

จากตารางที่ 6 พบว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนฝึกอบรมและหลังหลังฝึกอบรมภาคทฤษฎีหลังการใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะในกลุ่มทดลองที่ 1 จากคะแนนเต็มทั้งหมด 50 คะแนน ด้วยการทดสอบค่าที่ (t-test) มีค่าเท่ากับ 18.105 ซึ่งมากกว่าค่า t จากตาราง (ค่า t ตามตารางมีค่าเท่ากับ 1.699 ที่ความเชื่อมั่น 95%) นั่นคือผู้เข้ารับการฝึกอบรมกลุ่มทดลองที่ 1 มีพัฒนาการทางการฝึกอบรมที่สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ก่อนฝึกอบรมและหลังฝึกอบรมภาคทฤษฎีหลังการใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ ในกลุ่มทดลองที่ 1

กลุ่มทดลองที่ 1	N	$\bar{X}$	S.D.	df	t	Sig.
ก่อนเรียน	30	17.06	5.17	29	18.105	0.00*
หลังเรียน	30	38.13	3.92			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนฝึกอบรมและหลังฝึกอบรมภาคทฤษฎีหลังการใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะในกลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มทดลองที่2	N	$\bar{X}$	S.D.	df	t	Sig.
ก่อนเรียน	30	12.26	4.45	29	26.47	0.00*
หลังเรียน	30	37.80	3.26			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 7 พบว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนฝึกอบรมและหลังหลังฝึกอบรมภาคทฤษฎีหลังการใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะในกลุ่มทดลองที่ 2 จากคะแนนเต็มทั้งหมด 50 คะแนน ด้วยการทดสอบค่าที่ (t-test) มีค่าเท่ากับ 26.47 ซึ่งมากกว่าค่า t จากตาราง (ค่า t ตามตารางมีค่าเท่ากับ 1.699 ที่ความเชื่อมั่น 95%) นั้นคือผู้เข้ารับการฝึกอบรมกลุ่มทดลองที่ 2 มีพัฒนาการทางการฝึกอบรมที่สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนจริง

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมภาคทฤษฎีหลังการทดลองโดยใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

กลุ่มทดลอง	N	$\bar{X}$	S.D.	df	t	Sig.
กลุ่มที่ 1	30	38.13	3.92	29	0.324	0.748
กลุ่มที่ 2	30	37.80	3.26			

จากตารางที่ 8 พบว่าผลสัมฤทธิ์ภาคทฤษฎี หลังการใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน ระหว่าง กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 จากการทดสอบค่าที มีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมภาคปฏิบัติหลังการทดลองโดยใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S.D.	df	t	Sig.
กลุ่มทดลองที่1	30	90.10	4.67	29	4.005	0.00*
กลุ่มทดลองที่2	30	83.86	6.75			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 9 พบว่าผลสัมฤทธิ์ภาคปฏิบัติหลังการฝึกอบรมโดยใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ผู้เข้ารับการฝึกอบรมกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมภาคปฏิบัติก่อนการทดลองโดยใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

รายการ	จำนวนนักศึกษา		คะแนนเต็ม	ผลรวมของคะแนนที่ได้ทั้งหมด		คิดเป็นร้อยละ (%)	
	กลุ่มที่1	กลุ่มที่2		กลุ่มที่1	กลุ่มที่2	กลุ่มที่1	กลุ่มที่2
คะแนนก่อนเรียนภาคปฏิบัติ	30	30	100	0	0	0	0
คะแนนหลังเรียน	30	30	100	2703	2516	90.10	83.86

จากตารางที่ 10 พบว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนการทดลองทางการฝึกอบรมโดยใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะภาคปฏิบัติจากคะแนนเต็ม 100 คะแนนผู้เข้ารับการฝึกอบรมกลุ่มทดลองที่ 1 มีระดับผลรวมคะแนนที่ได้ทั้งหมดเท่ากับ 2703 และ คิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 90.10 และผู้เข้ารับการฝึกอบรมกลุ่มทดลองที่ 2 มีระดับผลรวมคะแนนที่ได้ทั้งหมดเท่ากับ 2516 และคิดเฉลี่ยเป็น ร้อยละ 83.86

5.11 ระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตร ฐานสมรรถนะ

ตารางที่ 11 ระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ	ลำดับที่
1.การนำเสนอชุดฝึกอบรมมีความโดดเด่นน่าสนใจและใช้สีสันสวยงามเหาะสม	4.61	0.55	มากที่สุด	3
2.ภาษามีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.55	0.64	มากที่สุด	6
3.เนื้อหาและภาษาสมบูรณ์ถูกต้องสื่อความหมายได้ชัดเจนสอดคล้องตรงตามหลักสูตร	4.63	0.48	มากที่สุด	2
4.มีการนำเสนอทั้งข้อความภาพและเสียงที่เหมาะสม	4.81	0.39	มากที่สุด	1
5.เทคนิคการนำเสนอมีความเหมาะสม	4.60	0.66	มากที่สุด	4
6.นำเสนอจากง่ายไปยาก	4.53	0.56	มากที่สุด	7
7.เป็นประโยชน์ทำให้เข้าใจบทเรียนมากขึ้น	4.56	0.67	มากที่สุด	5
8.เรียนรู้ได้เร็วขึ้นฉับไว	4.53	0.59	มากที่สุด	7
9.เข้าถึงเนื้อหาบทเรียนง่าย	4.61	0.64	มากที่สุด	3
10.ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมมีสมรรถนะตรงตามสมรรถนะของตลาดแรงงาน	4.51	0.65	มากที่สุด	8
รวม	4.59	0.58	มากที่สุด	

จากตารางที่ 11 พบว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตาม

หลักสูตรฐานโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.59,S.D = 0.58)

6. สรุปผลการวิจัย

6.1 คุณภาพของชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ โดยภาพรวมระบบเบรกแบบดรัม มีคุณภาพเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$= 4.27,SD.= 0.63) ระบบเบรกแบบดิสก์ มีคุณภาพเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$= 4.25,SD.= 0.61) และระบบเบรกแบบ ABSมีคุณภาพเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$= 4.26,SD.= 0.61)

6.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะภาคปฏิบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรมโดยใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ พบว่าชุดฝึกอบรมที่ใช้กับกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 30 คนและกลุ่มทดลองที่ 2 คนจำนวน 30 คนมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 86.66 / 90.10 และ 81.66 / 83.86 ตามลำดับ ซึ่งผลข้อมูลที่ได้มีค่าที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ในเกณฑ์ 80/80 ดังนั้นชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ดี

6.3 ผลสัมฤทธิ์ภาคปฏิบัติ หลังการทดลองของผู้เข้ารับการฝึกอบรมโดยใช้ชุดฝึกอบรม พบว่ากลุ่มทดลองที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์คิดเป็นร้อยละ 90.10 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์คิดเป็นร้อยละ 83.86

6.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนฝึกอบรมและหลังหลังฝึกอบรมภาคทฤษฎีหลังการใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะในกลุ่มทดลองที่ 1 จากการทดสอบค่าที (t-test)ได้ ค่า t = 18.105 ซึ่งมากกว่า ค่า t จากตาราง (t เท่ากับ 1.699 ที่ความเชื่อมั่น 95 %)นั้นคือผู้เข้ารับการฝึกอบรมกลุ่มทดลองที่ 1 มีพัฒนาการทางการฝึกอบรมที่สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

6.5 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนฝึกอบรมและหลังหลังฝึกอบรมภาคทฤษฎีหลังการใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะในกลุ่มทดลองที่ 2 จากการทดสอบค่าที(t-test) ค่า t เท่ากับ 26.47 ซึ่งมีค่า มากกว่า ค่า t จากตาราง(t เท่ากับ 1.699 ที่ความเชื่อมั่น 95 %) นั้นคือผู้เข้ารับการฝึกอบรมกลุ่มทดลองที่ 2 มีพัฒนาการทางการฝึกอบรมที่สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

6.6 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมภาคทฤษฎีหลังการทดลองโดยใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ ในกลุ่มทดลองที่ 1 และ ในกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่าผลสัมฤทธิ์ภาคทฤษฎี หลังการใช้ชุดฝึกอบรมจากคะแนนเต็ม 50 คะแนน ระหว่าง กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ไม่แตกต่างกัน

6.7 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมภาคปฏิบัติหลังการทดลอง โดยใช้ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ ในกลุ่มทดลองที่ 1 และ กลุ่มทดลองที่ 2 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมภาคปฏิบัติ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ผู้เข้ารับการฝึกอบรมกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.8 ระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตร ฐานสมรรถนะ พบว่าผู้เข้าร่วมฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานมีระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.59,SD.= 0.58)

7. อภิปรายผล

7.1 ชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นระบบเบรกแบบดรัม มีคุณภาพเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$= 4.27,S.D=0.63) ระบบเบรกแบบดิสก์มีคุณภาพเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$= 4.25,S.D=0.62) ระบบเบรกแบบABS มีคุณภาพเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$=4.26,S.D=0.61) และมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ในเกณฑ์ 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ชาญชัย ดาศรี [4] ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการเรียนปกติในรายวิชางานปรับอากาศยานยนต์ ตัวอย่างในการวิจัยได้แก่นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาเครื่องกล จำนวน 98 คน ของวิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ และวิทยาลัยการอาชีพสว่างแดนดิน วิทยาลัยการอาชีพหนองหวานจังหวัดอุดรธานี พบว่านักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) และการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งนักศึกษาที่ได้รับจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชางานปรับอากาศยานยนต์ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ สูงกว่านักศึกษาที่มีการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

7.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังการทดลองในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติหลังการทดลอง พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎีไม่แตกต่างกัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวิฑูรย์ ปิ่นวนิชย์กุล [5] ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโครงสร้าง และวัฏจักรการทำความเย็นของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ สรุปผลการวิจัยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยผู้สอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิ์ภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยจะเห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสอนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องโครงสร้างและวัฏจักรการทำความเย็น สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และสอดคล้องกับการศึกษาของ นายปรีชา หงส์ผาแก้ว [6] ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 และพุทธศักราช 2546 (ฉบับปรับปรุง) วิชาไฟฟ้ารถยนต์ สาขาช่างยนต์ ในสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4 ในวิทยาลัย 3 แห่ง คือ วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด วิทยาลัยเทคนิคสารคาม และ วิทยาลัยเทคนิคกาฬสินธุ์ ผลการวิจัย พบว่า การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรียนไฟฟ้ารถยนต์ ในวิทยาลัย 3 แห่งคือ ภาคทฤษฎีโดยภาพรวมไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 และพุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง) พุทธศักราช 2546 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 52.02 และ 53.92 ตามลำดับซึ่งเกณฑ์มาตรฐานคือร้อยละ 60 ภาคปฏิบัติด้านกระบวนการปฏิบัติงานและด้านผลสำเร็จของงาน โดยภาพรวมทั้งสองหลักสูตรผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้โดยหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 88.46 และ 89.23 ตามลำดับและพุทธศักราช 2546 (ฉบับปรับปรุง) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 94.66 และ 90.60 ตามลำดับ

7.3 การศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตร ฐานสมรรถนะพบว่าผู้เข้าร่วมฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานมีระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.59,S.D.= 0.58) ซึ่ง สอดคล้องกับ จะเด็ด เปาโสภา และมนตรี พรหมเพ็ชร[7] กล่าวไว้ว่าการพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักสูตรฐานสมรรถนะจะเพิ่มสมรรถนะการปฏิบัติงานกับผู้ที่ศึกษา ทำให้ลดระยะเวลาการฝึกอบรมใหม่เมื่อเข้าทำงานในสถานประกอบการ

8. ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่องการสร้างชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเบรกรถยนต์ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะครั้งนี้ ไม่รวมถึงสมรรถนะด้านจิตพิสัย ในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรกำหนดสมรรถนะ ด้านจิตพิสัย และประเมินสมรรถนะด้านจิตพิสัย ด้วย

9. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษากระทรวงศึกษาธิการ 2546,แผนยุทธศาสตร์การอาชีวศึกษา พ.ศ.2547-2549 กรุงเทพมหานคร,สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ,หน้า 1-2

[2] วีระพันธ์ สิทธิพงศ์, 2544,เอกสารการสอนชุดวิชาการจัดแบบการเรียนการสอนอาชีวศึกษา,คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช,หน้า 6-8

[3] Best,Jonh W. Reserch in Education. 4th ed. EnglewoodCliffs, New Jersey :Prentice Hall,Inc.,1983.

[4] ชาญชัย ดาศรี, 2550,ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการ เรียนปกติในรายวิชางานปรับอากาศยานยนต์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาเครื่องกล ,วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์เครื่องกล สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[5] วิฑูรย์ ปิ่นวนิชย์กุล, 2540,การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโครงสร้างและวัฏจักรทำความ เย็นของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ ,วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[6] ปรีชา หงส์ผาแก้ว, 2548,ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพ พุทธศักราช 2538 และพุทธสักราช 2546(ฉบับปรับปรุง) วิชาไฟฟ้ารถยนต์ สาขาช่างยนต์ ในสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ,วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์เครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[7] จะเด็ด เปาโสภา และมนตรี พรหมเพ็ชร 2546, การออกแบบหลักสูตรการเรียนการสอน การฝึกอบรมจากมาตรฐานสมรรถนะในงาน อาชีพ, กรุงเทพฯ:ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา 1.

ชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด(CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน
(CNG Equipment Installing Training Package for Gasoline Engine)

บรรจบ อรชร ,อนุศิษฏ์ อันมานะตระกูล และ มีชัย พลัดพริ่ง

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี บางมด ทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140
E-mail:banchob.ora@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

*การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด(CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน หาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม หาผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกของผู้รับการฝึก และ หาระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบก๊าซธรรมชาติอัด(CNG)สำหรับเครื่องยนต์เบนซินกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ได้แก่ ผู้เข้ารับการฝึกอบรมหลักสูตรยกระดับฝีมือแรงงาน สาขา การติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัดสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน จำนวน 22 คน เครื่องมือที่ใช้คือ ชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน ประกอบด้วย เอกสารประกอบการฝึกอบรมแต่ละโมดูลการฝึก(Paper Based) ชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึก (CAI) และ แบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกภาคทฤษฎีมีค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติกับวัตถุประสงค์ (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.8-1.0 ความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 ค่าความเชื่อมั่น 0.71 และ สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า 1] คุณภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด(CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซินอยู่ในระดับเฉลี่ยดีมาก $\left(\overline{X} = 4.56, \text{S.D.} = 0.45\right)$ 2] ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน มีค่าเท่ากับ 88.01/89.47 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ปรากฏว่าชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 3] ผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกของผู้เข้ารับการฝึกอบรมเฉพาะภาคทฤษฎี พบว่าผลสัมฤทธิ์ก่อน ทำการฝึกอบรมภาคทฤษฎี E_{pre} คิดเป็นร้อยละ 38.33 และ ผลสัมฤทธิ์หลังทำการฝึกอบรม E_{post} คิดเป็นร้อยละ 89.47 ซึ่งจะเห็นว่าผู้เข้ารับการฝึกมีผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกสูงขึ้น และ จากการทดสอบหาค่า t ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 17.03 เมื่อนำไปเทียบกับค่า t ในตารางวิกฤติของ t ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ค่าวิกฤติของ t มีค่าเท่ากับ 2.518 แสดงว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีผลสัมฤทธิ์เพิ่มขึ้นจริง 4] ผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกของผู้เข้ารับการฝึกภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติรวมกัน พบว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนทำการฝึกอบรม E_{pre} คิดเป็นร้อยละ 11.50 และผลสัมฤทธิ์หลังทำการฝึกอบรม E_{post} คิดเป็น ร้อยละ 90.98 ซึ่งจะเห็นว่าผู้เข้ารับการฝึกมีผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกสูงขึ้น จากการทดสอบหาค่า t ที่ได้จากการคำนวณ มีค่าเท่ากับ 83.79 เมื่อนำไปเทียบกับค่า t ในตารางวิกฤติของ t ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ค่าวิกฤติของ t จากตาราง มีค่าเท่ากับ 2.518 ซึ่งแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกของผู้เข้ารับการฝึกเพิ่มขึ้นจริง 5] ระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน อยู่ในระดับเฉลี่ยดีมาก $\left(\overline{X} = 4.83, \text{S.D.} = 0.36\right)$

คำสำคัญ: ชุดฝึกอบรม คุณภาพ ประสิทธิภาพ ผลสัมฤทธิ์ทางการฝึก ระดับความพึงพอใจของผู้รับการฝึก

Abstract

The purpose of this research was to develop the CNG equipment installing training package for gasoline engine and to determine the quality and efficiency of the training package, to determine the training achievement of the trainees and the trainee's satisfaction level to the training package. The research tools consisted of CNG equipment installing training package for gasoline engine, paper based modules, Computer Assisted Instruction (CAI) and learning achievement test. The training achievement test has discrimination value between 0.2 and 0.8. The reliability value of test is 0.71. The index of consistency value (IOC) is between 0.8 and 1.0. The statistics used in the research are mean, standard deviation, percentage and t-test. The samplings were 22 trainees who had applied for up-grade training course the CNG equipment installing for gasoline engine. The result showed as follows: 1] the quality of CNG equipment installing training package for gasoline engine was average at very good level $\left(\overline{X} = 4.56, \text{S.D.} = 0.45\right)$. *2] The efficiency of the training package was at 88.01/ 89.47, which was higher than criteria of 80/80. 3] The analysis of pre-test scores and post-test scores for theoretical part found that the training achievement before being trained with training package (E_{pre}) was at 38.33 percentages and after being trained with training package (E_{post}) was at 89.47 percentages which was higher than the pretest process (E_{pre}). Therefore, the training package was able to increase training achievement. Using t-test, the training achievement was significantly different at the 0.01 level. The t-value was 17.03 compared with t-critical table value was 2.518. 4] The analysis of pre-test scores and post-test score which integrates both theoretical part and practical part found that the training achievement before being trained with training package (Epre) was at 11.50 percentages and after being trained with training package (Epost) was at 90.98 percentages which was higher than the pretest process (Epre). Therefore, the training package was able to increase training achievement. Using t-test, the training achievement was significantly different at the 0.01 level. The t-value was 83.79 compared with t-critical table value was 2.518. So that, the training achievement of the trainees were significantly different at the .01 level. 5] The trainees's satisfaction level to CNG Equipment Installing Training Package for Gasoline Engine was average at very good level* $\left(\overline{X} = 4.83, \text{S.D.} = 0.36\right)$.

Keywords: Training Package, Quality, Efficiency, Training Achievement, The Trainees's Satisfaction Level

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันราคาน้ำมันเชื้อเพลิงได้ปรับตัวสูงและยังคงมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ประเทศไทยเป็นประเทศที่ต้องพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศทำให้ไม่สามารถควบคุมการปรับตัวของราคาน้ำมันได้และยังต้องสูญเสียเงินตราให้กับต่างประเทศเป็นจำนวนมาก รัฐบาลจึงมีนโยบายให้หน่วยงานราชการช่วยกันส่งเสริมให้ประชาชนใช้พลังงานทดแทนหลายๆประเภท ซึ่งก๊าซธรรมชาติอัด (CNG : Compressed Natural Gas) เป็นเชื้อเพลิงอีกประเภทหนึ่งที่รัฐบาล ได้ส่งเสริมให้นำมาใช้กับรถยนต์(Natural Gas for Vehicle หรือ NGV) ทั้งนี้เพื่อต้องการลดอัตราการนำเข้าน้ำมันเบนซินจากต่างประเทศ และลดมลพิษที่เกิดจากไอเสียของรถยนต์ด้วยแต่เนื่อง

จากก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) ที่นำมาใช้ในรถยนต์นั้นมีความดันใช้งานสูงถึง 200 bar ดังนั้นถ้าหากช่างติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัดในรถยนต์ มีความรู้ ความสามารถไม่เพียงพอประมาท ไม่ปฏิบัติตามข้อกฎหมาย หรือ เลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆ ไม่ได้มาตรฐาน ISO และ ECE R110 และ ติดตั้งไม่ได้ตามมาตรฐานการติดตั้ง ทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นบ่อยๆ เช่น ไฟไหม้และถังก๊าซระเบิด ซึ่งก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ประชาชนไม่มีความมั่นใจ ในการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัดในรถยนต์ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงาน เป็นหน่วยงานหนึ่ง

ซึ่งมีภาระกิจในการพัฒนาและยกระดับฝีมือแรงงานให้กับสถานประกอบการภาคเอกชน จึงได้มีนโยบายที่จะผลิตช่างติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด ให้มีความรู้ ความสามารถเลือกใช้อุปกรณ์ และติดตั้งอุปกรณ์ได้มาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด อันจะทำให้ลดอุบัติเหตุและป้องกันอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้น ทั้งนี้กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน ได้ร่วมกับกรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน จัดทำโครงการ “ผลิตวิทยากรช่างติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด” จำนวน 108 คน เพื่อทำหน้าที่วิทยากรฝึกอบรม แต่ในขณะนี้กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน ยังขาดชุดฝึกอบรม เช่น สื่อการฝึกประเภทต่างๆ ข้อทดสอบภาคทฤษฎีและภาคทักษะที่ได้มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับ เพื่อใช้ฝึกหลักสูตร “ช่างติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมราชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน” และเพื่อรองรับการฝึกเพื่อทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาอาชีพช่างติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน ต่อไป จากที่มาและปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะผลิตชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหา สื่อการฝึก และข้อสอบ เพื่อใช้เป็นแนวทาง เป็นต้นแบบที่ได้มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับ ในการฝึกอบรมหลักสูตร “ช่างติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน” ของ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน อันจะทำให้ได้ช่างติดตั้งที่มีคุณภาพคำนึงถึงความปลอดภัย เลือกใช้ อุปกรณ์ได้ตามมาตรฐานต่างๆ และติดตั้งอุปกรณ์ได้ตามมาตรฐานการติดตั้ง ซึ่งจะช่วยป้องกันและลดอุบัติเหตุ ที่อาจจะเกิดขึ้นในการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดในรถยนต์ ทั้งนี้จะศึกษา และ วิเคราะห์ ผลการใช้ชุดฝึกอบรมดังกล่าวอย่างเป็นรูปธรรมอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อสร้างชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน

2.2 เพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน

2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน ตามเกณฑ์ 80/80

2.4 เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่ได้จากชุดฝึกอบรม การติดตั้งระบบก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน

2.5 เพื่อหาระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

3.1ได้ชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน

3.2 ทราบคุณภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน

3.3 ทราบประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน

3.4 ทราบผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่ได้จากชุดฝึกอบรม การติดตั้งระบบก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน

3.5 ทราบระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้สร้างชุดฝึกอบรม "การติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด(CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน” ที่มีลักษณะการฝึกเป็นแบบโมดูลโดยแบ่งเป็น 7 โมดูล ซึ่งอยู่ในรูปแบบที่เป็นเอกสารประกอบการฝึกอบรม(Paper Based) ทั้งคู่มือครูฝึก และ คู่มือผู้เข้ารับการฝึก อีกรูปแบบหนึ่งจะเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยฝึก (CAI) ประกอบด้วยภาพนิ่ง และ วีดีโอสาธิตการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัดระบบฉีดก๊าซ ภายในโมดูลประกอบด้วย แบบประเมินก่อนฝึก จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แผนผังความสามารถ รายการความสามารถที่จำเป็นก่อนการฝึก กิจกรรมการฝึกในโมดูล ใบข้อมูล ใบงาน แบบ

ประเมินหลังการฝึก เฉลยแบบประเมิน ใบคำสั่งภาคทักษะ ใบให้คะแนนภาคทักษะ และเกณฑ์การให้คะแนน

4.1 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้รับการฝึกและระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึก ได้แก่ ผู้สมัครเข้ารับการฝึกยกระดับฝีมือแรงงาน หลักสูตรการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัดสำหรับรถยนต์จำนวน 22 คน

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

4.2.1 โมดูลการฝึก ในลักษณะที่เป็น Paper Based Training จำนวน 7 โมดูล

4.2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกซึ่งเป็นการนำเสนอในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว (วีดีโอ) เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน

4.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม ทั้งภาคทฤษฎีและภาคทักษะ ซึ่งแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกภาคทฤษฎีมีค่าและ ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติกับวัตถุประสงค์ (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 ความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 ค่าความเชื่อมั่น 0.71

4.2.4 แบบสอบถามวัดระดับความพึงพอใจของผู้รับการฝึกที่มีต่อชุดฝึกอบรม 4

4.3 การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.3.1 การจัดทำโครงการฝึกอบรมหลักสูตร ยกระดับฝีมือแรงงาน สาขาการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัดสำหรับรถยนต์ มีขั้นตอนดังนี้

- ขออนุมัติโครงการฝึกอบรม หลักสูตรยกระดับฝีมือแรงงาน สาขาการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัดสำหรับรถยนต์ จากผู้อำนวยการศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดพัทลุง
- รับสมัครผู้เข้ารับการฝึกอบรม หลักสูตร การติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัดสำหรับรถยนต์ จำนวน 1 รุ่น โดยดำเนินการฝึกอบรมระหว่างวันที่ 12-16 ตุลาคม 2552 จำนวน 30 ชั่วโมง ณ โรงฝึกงานช่างยนต์ สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานภาค 12 สงขลา โดยมีผู้สมัครเข้ารับการฝึกอบรม จำนวน 22 คน
- ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ วิทยากร สถานที่ รถยนต์ฝึกและอุปกรณ์ จากสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานภาค 12 สงขลา
- วิทยากรฝึกอบรม จำนวน 4 คน ซึ่งผ่านการฝึกอบรมหลักสูตร การเป็นวิทยากรฝึกอบรม การติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัดสำหรับรถยนต์ จากกรมธุรกิจพลังงาน จำนวน 4 คน

4.3.2 การดำเนินการฝึกอบรม

- ชี้แจงวิธีการใช้ชุดฝึกอบรม ประเภทเอกสารประกอบการฝึกอบรม (Paper Based) คือ คู่มือครูฝึก และอุปกรณ์ช่วยฝึกแก่วิทยากรดำเนินการฝึกอบรม และ กำหนดรูปแบบในการดำเนินการฝึกอบรมในรูปแบบของโมดูลการฝึก
- แจกเอกสารคู่มือผู้เข้ารับการฝึก (โมดูลการฝึกที่มีลักษณะเป็นรูปเล่ม) การใช้งานโปรแกรม ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึก พร้อมทั้งชี้แจงการเข้าโปรแกรมจากคู่มือการใช้โปรแกรม
- ก่อนที่ผู้เข้ารับการฝึก จะทำการฝึกจากชุดฝึกอบรม ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรม ทำแบบประเมินก่อนฝึก (Pre-test) รวมทั้งสิ้น 60 ข้อ (30 คะแนน)
- ให้ผู้เข้ารับการฝึก ทำการฝึกในแต่ละโมดูลการฝึก โดยอาศัยคู่มือผู้เข้ารับการฝึก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึก และวีดีโอ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกโดยมีวิทยากรประจำในแต่ละโมดูลคอยให้คำแนะนำเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้
- ก่อนทำการฝึกในแต่ละโมดูลผู้เข้ารับการฝึกจะต้องทำแบบประเมินก่อนการฝึก และเมื่อทำการศึกษาในแต่ละโมดูล ผู้เข้ารับการฝึกก็จะทำแบบประเมินระหว่างฝึก ในแต่ละโมดูล นั้น ๆ ทำจนครบ 7 โมดูล ทั้งนี้ผู้เข้ารับการฝึกก็จะต้องเข้ารับการประเมินภาคปฏิบัติในโมดูลที่เป็นภาคปฏิบัติด้วย
- เมื่อผู้เข้ารับการฝึกทำการฝึกจนครบ 7 โมดูลแล้ว ให้ทำแบบประเมินหลังการฝึก (Post-test) ของเนื้อหาวิชาทั้งหมด

จากนั้นให้ผู้เข้ารับการฝึก ตอบแบบสอบถามระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกที่มีต่อชุดฝึกอบรมนี้

- นำผลคะแนนที่ได้ในส่วนต่าง ๆ ของแต่ละโมดูล มารวบรวมเป็นข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม ผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกของผู้เข้ารับการฝึกและระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกที่มีต่อชุดฝึกอบรม เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และประมวลผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ การทดสอบค่า ที (t-test) และกำหนดระดับคุณภาพของชุดฝึกอบรม/ระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้ [1]

4.50 - 5.00 มีคุณภาพ/ ความพึงพอใจระดับ ดีมาก
3.50 – 4.49 มีคุณภาพ/ความพึงพอใจ ระดับ ดี
2.50 – 3.49 มีคุณภาพ/ความพึงพอใจ ระดับ ปานกลาง
1.50 – 2.49 มีคุณภาพ/ความพึงพอใจ ระดับ น้อย
1.00 – 1.49 มีคุณภาพ/ความพึงพอใจ ระดับ น้อยที่สุด

5. ผลการวิจัย

5.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด(CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน

ตารางที่ 1 ผลการประเมินระดับคุณภาพของชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ชุดโมดูลฝึก (Paper Based)	4.61	0.40	ดีมาก
2. ชุดคอมพิวเตอร์ช่วยฝึก (CAI)	4.52	0.49	ดีมาก
เฉลี่ย	4.56	0.45	ดีมาก

จากตารางที่ 1 พบว่า ระดับคุณภาพของชุดฝึกอบรมที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม โดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก $\left(\overline{X} = 4.56,\ S.D. = 0.45\right)$

5.2 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมภาคทฤษฎี

จำนวนผู้เข้ารับการฝึก (22 คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	คะแนนเฉลี่ย (คะแนน)	ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม (ร้อยละ)
คะแนนระหว่างการฝึก (E_1)	30	26.40	88.01
คะแนนหลังการฝึก (E_2)	30	26.84	89.47

จากตารางที่ 2 พบว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม การติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับ เครื่องยนต์เบนซินภาคทฤษฎี มีค่าเท่ากับ 88.01/89.47 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

5.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกของผู้เข้ารับการฝึกอบรมเฉพาะภาคทฤษฎี

ตารางที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกภาคทฤษฎีก่อนการฝึกและหลังการฝึก

ผลสัมฤทธิ์ทางการฝึก	E_{pre} (ร้อยละ)	E_{post} (ร้อยละ)	$E_{post} - E_{pre}$ (ร้อยละ)	t คำนวณ	t ตาราง
ผลต่าง	38.33	89.47	51.14	17.03	2.518

จากตารางที่ 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนทำการฝึกอบรมภาคทฤษฎี E_{pre}= 38.33 และ ผลสัมฤทธิ์หลังทำการฝึกอบรม E_{post} = 89.47 ซึ่งจะเห็นว่าผลต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกมีค่าเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ51.14 และ จากการทดสอบหาค่า t ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 17.03 เมื่อนำไปเทียบกับค่า t ในตารางวิกฤติของ t ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ค่าวิกฤติของ t มีค่าเท่ากับ 2.518แสดงว่าชุดฝึกอบรม ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกมีผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกเพิ่มขึ้นจริง

5.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกของผู้เข้ารับการฝึกภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติรวมกัน

ตารางที่ 4 ผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติรวมกัน

ผลสัมฤทธิ์ทางการฝึก	E_{pre} (ร้อยละ)	E_{post} (ร้อยละ)	$E_{post} - E_{pre}$ (ร้อยละ)	t คำนวณ	t ตาราง
ผลต่าง	11.50	90.98	79.48	83.79	2.518

จากตารางที่ 4 พบว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนทำการฝึกอบรม E_{pre} คิดเป็นร้อยละ 11.50 และผลสัมฤทธิ์หลังทำการฝึกอบรม E_{post} คิดเป็นร้อยละ 90.98 จากการทดสอบหาค่า t ที่ได้จากการคำนวณ มีค่าเท่ากับ 83.79 เมื่อนำไปเทียบกับค่า t ในตารางวิกฤติของ t ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ค่าวิกฤติของ t จากตาราง มีค่าเท่ากับ 2.518 ซึ่งแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกของผู้เข้ารับการฝึกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 แสดงว่าผู้เข้ารับการฝึกมีผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกเพิ่มขึ้นจริง

5.5 ระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรม

ตารางที่ 5 ระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรม

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1.	ชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน (Paper Based)	4.83	0.35	ดีมาก
2.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึก (CAI) ชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน	4.83	0.36	ดีมาก
เฉลี่ย		4.83	0.36	ดีมาก

จากตารางที่ 5 พบว่า ระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกที่มีต่อชุดฝึกอบรม พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรม มีความพึงพอใจโดยรวมต่อชุดฝึกอบรมเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก $\left(\overline{X}=4.83, S.D.=0.36\right)$

6. สรุปผลการวิจัย

6.1 การวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดฝึกอบรม

6.1.1 การวิเคราะห์ความสอดคล้อง (Index of Consistency) ของข้อสอบภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ โดยทำการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยนำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา มาทำการวิเคราะห์หาค่า IOC โดยการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละข้อ ถ้ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.80 ถือว่าใช้ได้ ซึ่งผลการวิเคราะห์จากข้อสอบทั้งหมด มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 สามารถสรุปได้ว่า ข้อสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

6.1.2 การวิเคราะห์แบบประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) จำนวน 7 โมดูลที่เป็น paper based พบว่า ระดับคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ โดยรวมที่มีต่อชุดฝึกอบรม paper based มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ($\overline{X}$ =4.61, SD=0.40) ถ้าพิจารณาแต่ละโมดูล พบว่าโมดูลที่ 1 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี $\left(\overline{X}=4.48, S.D.=0.44\right)$ โมดูลที่ 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดีมาก $\left(\overline{X}=4.64, S.D.=0.43\right)$ โมดูลที่ 3 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดีมาก $\left(\overline{X}=4.60, S.D.=0.43\right)$ โมดูลที่ 4 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดีมาก $\left(\overline{X}=4.64, S.D.=0.35\right)$ โมดูลที่ 5 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดีมาก $\left(\overline{X}=4.64, S.D.=0.45\right)$ โมดูลที่ 6 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดีมาก $\left(\overline{X}=4.56, S.D.=0.39\right)$ โมดูลที่ 7 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดีมาก $\left(\overline{X}=4.72, S.D.=0.316\right)$

6.1.3 การวิเคราะห์แบบประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยฝึก (CAI) พบว่าระดับคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญโดยรวม ที่มีต่อการผลิตชุดคอมพิวเตอร์ช่วยฝึก (CAI) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดีมาก $\left(\overline{X}=4.52, S.D.=0.49\right)$

6.2. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม และผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกของผู้เข้ารับการฝึก

6.2.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับ เครื่องยนต์เบนซิน ที่ได้ผ่านการทดลองหาประสิทธิภาพกับผู้เข้ารับการฝึกจำนวน 22 คน พบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม การติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน มีค่าเท่ากับ 88.01/89.47 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ปรากฏว่าชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

6.2.2 ผลการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ภาคทฤษฎีของผู้เข้ารับการฝึกอบรม พบว่าผลต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์หลังกระบวนการฝึก (E_{post}) และผลสัมฤทธิ์ก่อนกระบวนการฝึก

(E_{pre}) มีค่าเพิ่มขึ้น จึงถือได้ว่าชุดฝึกอบรม ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกของผู้รับการฝึกสูงขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัย ได้ทำการเปรียบเทียบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกภาคทฤษฎีค่า t ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 17.03 พบว่าเมื่อนำไปเทียบกับค่า t ในตารางวิกฤติของ t พบว่าค่าวิกฤติของ t ของชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degree of Freedom) (d.f.=N-1) ซึ่งได้ค่า d.f.=22-1=21 หลังจากนั้นตรวจสอบค่าของ t ที่ชั้นแห่งความเป็นอิสระที่ 21 ได้ค่า t ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ค่าวิกฤติของ t มีค่าเท่ากับ 2.518 ดังนั้นจะเห็นได้ว่าค่า t ที่คำนวณได้มีค่าสูงกว่าค่าวิกฤติของ t จากตาราง แสดงว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ครั้งหลังสูงกว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ครั้งแรกจริง

6.2.3 ผลการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกภาคทฤษฎีและปฏิบัติรวมกัน ก่อนทำการฝึก มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 11.50 และหลังการฝึก มีผลสัมฤทธิ์ เฉลี่ยร้อยละ 90.985 ซึ่งจะเห็นว่าผลต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์หลังกระบวนการฝึกมีค่าเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 79.485 ซึ่งถือได้ว่าชุดฝึกอบรม ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกของผู้รับการฝึกสูงขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัย ได้ทำการเปรียบเทียบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ค่า t ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 83.79 พบว่าเมื่อนำไปเทียบกับค่า t ในตารางวิกฤติของ t พบว่าค่าวิกฤติของ t ของชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degree of Freedom) (d.f.= N-1) ซึ่งได้ค่า d.f.=22-1=21 หลังจากนั้นตรวจสอบค่าของ t ที่ชั้นแห่งความเป็นอิสระที่ 21 ได้ค่า t ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ค่าวิกฤติของ t มีค่าเท่ากับ 2.518 ดังนั้นจะเห็นได้ว่าค่า t ที่คำนวณได้มีค่าสูงกว่าค่าวิกฤติของ t จากตาราง แสดงว่าชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผลดีจริง จึงทำให้ผู้เข้ารับการฝึกเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกเพิ่มขึ้น

5.3. การวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกที่มีต่อชุดฝึกอบรมพบว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรม มีความพึงพอใจโดยรวมต่อชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับดีมาก $\left(\overline{X}=4.83, S.D.=0.36\right)$

7. อภิปรายผล

จากผลการวิจัย ชุดฝึกอบรม การติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน สามารถสรุปประเด็นสำคัญที่สามารถนำมาวิเคราะห์และอภิปรายผลดังนี้

7.1 ผลการวิจัยหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) สำหรับเครื่องยนต์เบนซินที่สร้างขึ้น มีค่าเท่ากับ 88.01/89.47 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ปรากฏว่าชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ มงคล ชาปะ [2] ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชางานระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน เพื่อช่วยในการเรียนรู้ในวิชางานระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.64/85.40 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมพงษ์ น้อยศรี [3] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชา งานปรับอากาศรถยนต์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 84.88/84.39 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประสาน มะโนรี [4] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง ระบบไฟฟ้ารถยนต์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม เรื่องระบบไฟฟ้ารถยนต์ และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากการฝึกอบรมระหว่างการฝึกอบรมด้วยชุดฝึกอบรมที่ฝึกหาสาเหตุข้อขัดข้องโดยรถยนต์จริง กับการฝึกอบรมด้วยชุดฝึกอบรม ผลการวิจัยพบว่าชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.27/81.12 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประสิทธิ สุขโข [5] ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่องระบบเกียร์อัตโนมัติ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่องระบบเกียร์อัตโนมัติ และหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่องระบบเกียร์อัตโนมัติ ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมเรื่อง ระบบเกียร์อัตโนมัติที่สร้างขึ้น ในภาคทฤษฎีมีประสิทธิภาพ 88.51/85.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

7.2 ผลการวิจัยหาผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกของผู้เข้ารับการฝึกอบรม พบว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนทำการฝึกอบรมภาคทฤษฎี (E_{pre}= 38.33) และ ผลสัมฤทธิ์หลังทำการฝึกอบรมภาคทฤษฎี (E_{post}) มีค่าเท่ากับ 89.47 นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกภาคทฤษฎีและปฏิบัติรวมกัน ก่อนทำการฝึกอบรม (E_{pre}) มีค่าเท่ากับ 11.50 และ ผลสัมฤทธิ์หลังทำการฝึกอบรมภาคทฤษฎีและปฏิบัติรวมกัน (E_{post}) มีค่าเท่ากับ 90.985 ทั้งนี้จะเห็นว่าผลสัมฤทธิ์หลังทำการฝึกอบรมมีค่าสูงขึ้น และ จากการ

ทดสอบหาค่า t ที่ได้จากการคำนวณภาคทฤษฎี มีค่าเท่ากับ 17.03 เมื่อนำไปเทียบกับค่า t ในตารางวิกฤติของ t ที่ระดับนัยสำคัญ ทางสถิติ .01 ค่าวิกฤติของ t มีค่าเท่ากับ 2.518 และจากการทดสอบหาค่า t ที่ได้จากการคำนวณภาคทฤษฎีและปฏิบัติรวมกัน มีค่าเท่ากับ 83.79 เมื่อนำไปเทียบกับค่า t ในตารางวิกฤติของ t ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ค่าวิกฤติของ t มีค่าเท่ากับ 2.518 ทำให้สามารถสรุปได้ว่า ค่า t ที่คำนวณได้มีค่าสูงกว่าค่าวิกฤติของ t จากตารางแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกของผู้เข้ารับการฝึกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของมงคล ชาปะ [2] ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชางานระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน เพื่อช่วยในการเรียนรู้ในวิชางานระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์หลังการเรียน(E_{post}) เท่ากับ 85.40 และผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียน (E_{pre}) เท่ากับ 28.93 ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิผลทางการเรียนเพิ่มขึ้น 56.47 และเมื่อนำคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนและคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมาเปรียบเทียบกัน ด้วยการทำทดสอบค่าที (t-test) พบว่ามีประสิทธิผลทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 และ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประพันธ์ศักดิ์ อยู่ประเสริฐ และ สมัคร เอกนาสิงห์ [6] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบอินเตอร์เน็ตเรื่อง การดัดของคาน เพื่อหาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้โปรแกรมช่วยสอนผ่านระบบอินเตอร์เน็ต ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยการทดสอบค่าที t ที่คำนวณได้ 19.59 สูงกว่าค่าวิกฤติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบอินเตอร์เน็ต ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นจริง

7.3 ผลการวิจัยหาระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นพบว่า ระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ที่มีต่อชุดฝึกอบรม อยู่ในระดับความพึงพอใจดีมาก $\left(\overline{X}=4.83, S.D.=0.36\right)$ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มงคล ชาปะ [2] ซึ่งพบว่าผู้เรียนมีระดับความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนอยู่ในระดับดี $\left(\overline{X}=4.17, S.D.=0.70\right)$ และ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมพงษ์ น้อยศรี [3] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชา งานปรับอากาศรถยนต์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งพบว่าผลการวิจัย หาระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชางานปรับอากาศรถยนต์ อยู่ในระดับพึงพอใจมาก $\left(\overline{X}=4.22\right)$ แสดงว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

8. เอกสารอ้างอิง

[1] สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2546, **การวิจัยการศึกษาเบื้องต้น**, มหาสารคาม: ภาควิชาการวัดผลและการวิจัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

[2] มงคล ชาปะ, 2550, บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชางาน **ระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์**, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[3] สมพงษ์ น้อยศรี, 2548, **บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชางานปรับอากาศรถยนต์**, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[4] ประสาน มะโนรี, 2545, **การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม เรื่องระบบไฟฟ้ารถยนต์**, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[5] ประสิทธิ์ สุขโข, 2535, **การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง ระบบเกียร์อัตโนมัติ**, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[6] ประพันธ์ศักดิ์ อยู่ประเสริฐ และสมัคร เอกนาสิงห์, 2545, **บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบอินเตอร์เน็ต เรื่องการดัดของคาน,** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

การพัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่อง ลิ้นนิรภัยของหม้อไอน้ำ

Development of Training Packages in Safety Valves of Boilers

โชคชัย อลงกรณ์ทักษิณ

อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

alongkrontuksin@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่อง ลิ้นนิรภัยของหม้อไอน้ำ และเพื่อเพิ่มความสามารถให้กับช่างซ่อมและบำรุงรักษาลิ้นนิรภัยของหม้อไอน้ำ โดยเริ่มจากการใช้เทคนิคการวิเคราะห์หน้าที่ (Functional Analysis) ซึ่งจะได้ความมุ่งหมาย (Key Purpose), บทบาท (Key Roles), หน้าที่ (Key Functions), หน่วยสมรรถนะหลัก (Units) และหน่วยสมรรถนะย่อย (Elements) จากนั้นจึงทำการออกแบบสร้างชุดฝึกอบรมและส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและนำไปทดลองใช้ จากนั้นจึงทำการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องและนำไปทดลองใช้จริงอีกครั้งหนึ่งเพื่อทำการเก็บข้อมูลการวิจัย โดยกลุ่มตัวอย่างเลือกมาแบบเฉพาะเจาะจงจำนวน 10 คน โดยก่อนฝึกอบรมมีการทดสอบ (Pre-Test) และระหว่างการฝึกอบรมมีการทำแบบฝึกหัด ตลอดจนภายหลังการฝึกอบรมมีการทดสอบ (Post-Test) อีกครั้ง จากนั้นจึงนำคะแนนการทดสอบ (Pre-Test), คะแนนการทำแบบฝึกหัด และคะแนนการทดสอบ (Post-Test) มาค่าประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมและตรวจสอบความสามารถที่เพิ่มขึ้นภายหลังการฝึกอบรม ซึ่งผลการวิจัยพบว่าชุดฝึกอบรมมีประสิทธิภาพ 84.3/81.8 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ได้ตั้งไว้ และความสามารถของผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ : ชุดฝึกอบรม ลิ้นนิรภัย หม้อไอน้ำ

Abstract

The Objectives of this research was designed, constructed and developed the training package in topic of "safety valve of boiler", and Up competence of maintenance operators. Starting from functional analysis that gave key purpose, key roles, key functions, units and elements. And then designed and constructed the training package and sent it to inspected by professional and took it to try-out. And then corrected the incompleteness and took it to final test for collected research data. the sample group were 10 men and selected by purposed sampling method. Before training started, had pre-test, in during training had exercises and after finish training had post-test. The collected scores were calculated for checked the efficiency of training package and the competence of maintenance operators. The result found that efficiency of training package was 84.3/81.8 that higher than criteria 80/80. And the competence of maintenance operators were improved.

Keywords : Training Packages, Safety Valves, Boilers

1. บทนำ

ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตและการบริการหลายๆ แห่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้ไอน้ำในการทำงาน โดยไอน้ำจะได้จากการเดินเครื่องกำเนิดไอน้ำ (Steam Boilers) ซึ่งไอน้ำก็คือน้ำที่ถูกเปลี่ยนสถานะให้กลายเป็นไอ โดยมีการสะสมพลังงานความร้อนเพิ่มขึ้นไว้ในตัวมันเองขณะกำลังเปลี่ยนสถานะ ซึ่งระดับพลังงานที่สะสมสามารถสะท้อนออกมาเป็นค่า หรือสมบัติทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิ ความดัน ฯ ตามปกติแล้วหากในระหว่างการเดินเครื่องกำเนิดไอน้ำแล้วพบว่าค่าความดันของไอน้ำที่อยู่ภายในเครื่องกำเนิดไอน้ำมีค่าสูงจนอาจเกิดอันตรายขึ้นได้ ก็จะมีอุปกรณ์ตัวหนึ่งซึ่งก็คือลิ้นระบายไอน้ำซึ่งเราเรียกว่า “ลิ้นนิรภัย (Safety Valve)” คอยทำหน้าที่ระบายความดันส่วนเกินที่ไม่ต้องการออกไป แต่ปัญหาที่มักพบอยู่บ่อยๆ ในการใช้งานลิ้นนิรภัยก็ คือ การเลือกชนิด-ขนาด-จำนวนในใช้งาน การเลือกตำแหน่งตั้งค่าความดันระบาย ลำดับค่าความแตกต่างของการตั้งค่าความดันระบายกรณีมีการใช้ลิ้นนิรภัยมากกว่า 1 ตัว การติดตั้ง การปรับแต่ง การทดสอบ การซ่อมและการบำรุงรักษา ทั้งนี้ที่กล่าวมา

ข้างต้นมีสาเหตุหลักที่สำคัญประการหนึ่งก็คือ ช่างซ่อมและบำรุงรักษา ตลอดจนผู้ควบคุมเครื่องกำเนิดไอน้ำตามโรงงานยังขาดความรู้ ความเข้าใจ ตลอดจนทักษะที่จำเป็นในการใช้งานและซ่อมบำรุงรักษาลิ้นนิรภัยอย่างถูกวิธี ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่อง ลิ้นนิรภัยของหม้อไอน้ำ เพื่อที่จะเป็นการเพิ่มความสามารถในการทำงานให้กับผู้ปฏิบัติงาน อันจะเป็นการป้องกันอุบัติเหตุจากการระเบิดของเครื่องกำเนิดไอน้ำ และสามารถที่จะใช้พลังงานไอน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่อง ลิ้นนิรภัยของหม้อไอน้ำ

2.2 เพื่อเพิ่มความสามารถให้กับช่างซ่อมและบำรุงรักษาลิ้นนิรภัยของหม้อไอน้ำ

3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 ชุดฝึกอบรมมีประสิทธิภาพ 80/80

3.2 ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความสามารเพิ่มขึ้นภายหลังการฝึกอบรม

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเชิงทดลองในครั้งนี้จะมีเนื้อหาที่ครอบคลุมประเด็นต่างๆ ดังนี้

4.1 หลักการและแนวคิดในการคำนวณและออกแบบ (Calculation and Design) ลิ้นนิรภัย

- สมบัติของไอน้ำ
- ข้อกำหนดและมาตรฐาน (Code and Standard) ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
- กฎหมายที่เกี่ยวข้อง
- การเลือกชนิด, ขนาด และจำนวนลิ้นนิรภัย
- ความดัน ณ ตำแหน่งเปิด และลำดับการเปิดของลิ้นนิรภัยหลายๆ ตัว

4.2 การติดตั้งและทดสอบ (Installation and Test)

- การติดตั้ง เช่น ลิ้นกั้นระหว่างหม้อไอน้ำกับลิ้นนิรภัย, จำนวนข้องอ, อุปกรณ์ลดเสียง ฯลฯ
- การทดสอบ เช่น กำลังการผลิตไอ ณ จุดทดสอบ, Hand Blow, Jack-up Test, Live Steam Test, จำนวนครั้งสูงสุดในการทดสอบ, ตำแหน่งเปิดลิ้น, ลักษณะการเปิด-ปิด และเปอร์เซนต์การระบาย ฯลฯ
- การปรับตั้งค่าต่างๆ
- การบันทึกผลการปรับตั้งค่าและทดสอบ

4.3 การซ่อม (Repair and Overhaul) ลิ้นนิรภัย

- การถอดและประกอบลิ้นนิรภัย
- การผลิต, ซ่อม, แก้ไข, ปรับแต่ง และเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทน เช่น สปริง, สกรู, บ่าวาล์ว ฯลฯ
- การปรับตั้งค่าความดันเปิดลิ้น ณ อุณหภูมิห้อง (Cold Setting)

4.4 การบำรุงรักษา (Maintenance) ลิ้นนิรภัย

- การบำรุงรักษาตามแผน

4.5 การวิเคราะห์ความเสี่ยงเพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากการใช้งานลิ้นนิรภัย

โดยวิธีการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้นั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ โดยศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการทำวิจัยเพื่อทำการออกแบบงานวิจัย สร้างและพัฒนามาตรฐานอาชีพ (Occupational Standard : OS) ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์หน้าที่ (Functional Analysis) สร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรมฐานสมรรถนะ (Competency Based) สร้างเครื่องมือต่างๆ ในการเก็บข้อมูล การทดลองฝึกอบรมและเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล อภิปรายผล และจัดทำข้อเสนอแนะ

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการพัฒนาชุดฝึกอบรม

ขั้นตอนหลัก	รายละเอียด	ผลลัพธ์
1. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็น	1.1 ศึกษาจากเอกสาร หนังสือ ตำราในประเด็นที่เกี่ยวข้องดังนี้ 1.1 มาตรฐานอาชีพ 1.2 การฝึกอบรมเพื่อพัฒนาศักยภาพมนุษย์ 1.3 ไอน้ำและหม้อไอน้ำ 1.4 โรงจักรไฟฟ้า 1.5 ลิ้นนิรภัย 1.6 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 1.7 มาตรฐาน ว.ส.ท. 1.8 ASME Code for Boiler and Pressure Vessel 1.2 ศึกษามาตรฐานอาชีพจากต่างประเทศ 1.3 สำรวจสมรรถนะของช่างซ่อมและบำรุงรักษาลิ้นนิรภัยในบริบทของประเทศไทย 1.3.1 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 1.3.2 ผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระ (IPP) 1.3.3 ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (SPP)	1.1 ข้อมูลและสารสนเทศที่จำเป็นต่อการทำวิจัย 1.2 มาตรฐานอาชีพจากต่างประเทศ 1.2.1 NTIS 1.2.2 TESDA 1.3 ผลสำรวจสมรรถนะของช่างซ่อมและบำรุงรักษาลิ้นนิรภัยในบริบทของประเทศไทย
2. สร้างและพัฒนามาตรฐานอาชีพ (OS)	2.1 จัดทำร่างมาตรฐานอาชีพช่างซ่อมและบำรุงรักษาลิ้นนิรภัย โดยอาศัยข้อมูลจาก 2.1.1 มาตรฐานอาชีพจากต่างประเทศ 2.1.2 ผลสำรวจสมรรถนะของช่างซ่อมและบำรุงรักษาลิ้นนิรภัยในบริบทของประเทศไทย 2.2 จัดสัมมนาวิเคราะห์หน้าที่ (Functional Analysis) “อาชีพช่างซ่อมและบำรุงรักษาลิ้นนิรภัย”	2.1 มาตรฐานอาชีพช่างซ่อมและบำรุงรักษาลิ้นนิรภัย ฉบับร่าง 2.2 ผลการวิเคราะห์หน้าที่ (Functional Analysis) “อาชีพช่างซ่อมและบำรุงรักษาลิ้นนิรภัย”
3. กำหนดหัวข้อฝึกอบรม	3.1 กำหนดหัวข้อการฝึกอบรมจากหน่วยสมรรถนะ (Units)	3.1 หัวข้อฝึกอบรม
4. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.1 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจากจากหน่วยสมรรถนะย่อย (Elements)	4.1 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. สร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรม	5.1 สร้างชุดฝึกอบรมซึ่งประกอบด้วยเอกสารต่างๆ สื่อการสอน ชุดสาธิต ชุดทดลอง และแบบประเมิน และให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมิน จากนั้นนำไปทดลองใช้เพื่อหาข้อบกพร่อง และทำการแก้ไขปรับปรุง	5.1 ชุดฝึกอบรม 5.1.1 เอกสารประกอบการฝึกอบรม 5.1.2 สื่อ Power Point 5.1.3 ชุดทดลองภาคปฏิบัติ 5.1.4 ชุดสาธิต 5.1.5 ข้อสอบ-เฉลย 5.1.6 แบบประเมินการฝึกอบรม



ภาพที่ 1 เครื่องปรับตั้งค่าความดันเปิดลิ้นนิรภัย



ภาพที่ 2 เครื่องมือปรับตั้งค่าต่างๆ ที่หน้างาน



ภาพที่ 3 การทดสอบลิ้นนิรภัยจริงขณะกำลังเดินเครื่อง



ภาพที่ 4 สื่อของจริงที่ใช้ประกอบการฝึกอบรม

4. ผลของการวิจัย

จากการเก็บผลข้อมูลของการวิจัย และนำมาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม พบว่ามีค่า 84.3/81.8 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 โดยคะแนนในส่วนของการทำแบบฝึกหัดระหว่างการฝึกอบรมมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 84.3 ส่วนคะแนนในส่วนของการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ภายหลังการฝึกอบรมเสร็จ (Post-Test) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 81.8 ในส่วนของความสามารถที่ก้าวหน้าเพิ่มขึ้นของผู้รับการฝึกอบรมภายหลังการฝึกอบรมเสร็จสิ้นนั้น พบว่ามีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งค่าดังกล่าวได้จากการเปรียบเทียบกันระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนเข้ารับการฝึกอบรม (Pre-Test) กับ คะแนนการทดสอบภายหลังการฝึกอบรม (Post-Test)

5. สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ผลจากการทำวิจัยออกแบบสร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่อง ลิ้นนิรภัยของหม้อไอน้ำนั้นพบว่าชุดฝึกอบรมมีประสิทธิภาพ 84.3/81.8 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ได้ตั้งไว้ และความสามารถของผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ได้ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีแค่ 10 คน ซึ่งเป็นจำนวนไม่มาก จึงทำให้วิทยากรสามารถถ่ายถอดความรู้ทักษะ ประสบการณ์ได้อย่างเต็มที่ ประกอบกับมีสื่อประกอบการฝึกอบรมที่มีประสิทธิภาพและระยะเวลาที่ใช้ในการในการอบรมก็มีเวลานานถึง 3 วัน ซึ่งมากเพียงพอ จึงทำให้ผลการวิจัยเป็นที่น่าพอใจ และส่วนในโอกาสต่อๆ ไปควร

นำสื่อต่างๆ และเครื่องมือต่างๆ ไปประยุกต์ในการจัดฝึกอบรมกับลิ้นชนิดต่างๆ เช่น Gate Valves, Globe Valves, Check Valves ฯลฯ

6. บรรณานุกรม

[1] โชคชัย อลงกรณ์ทักษิณ, 2546. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่องการเพิ่มความสามารถด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก. วิทยานิพนธ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[2] โชคชัย อลงกรณ์ทักษิณ, 2551. การใช้หม้อไอน้ำอย่างปลอดภัย. วารสารเทคนิคไฟฟ้า-เครื่องกล-อุตสาหการ, ปีที่ 25 ฉบับที่ 292 (ก.ย. 51) : หน้า 97-101.

[3] โชคชัย อลงกรณ์ทักษิณ, 2552. วาล์วนิรภัยของหม้อไอน้ำ. วารสาร MECHANICAL TECHNOLOGY MAGAZINE, ปีที่ 7 ฉบับที่ 90 (ก.พ. 52) : หน้า 65-67.

[4] ตระการ ก้าวกสิกรรม, 2539. คู่มือปะเก็นแก๊สเก็ต (Gasket). กรุงเทพ ฯ: หจก.นำอักษรการพิมพ์.

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การเพิ่มความสามารถด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก

Creation and Evaluate the training package Subject: Increasing the Competency in Machinery Maintenance of the Foreman of Production of the Steel Making Industry

โชคชัย อลงกรณ์ทักษิณ

อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
alongkrontuksin@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่อง การเพิ่มความสามารถด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก การออกแบบและสร้างชุดฝึกอบรมได้ดำเนินการวิเคราะห์งาน หน้าที่ ภารกิจ สมรรถนะของพนักงานระดับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์ได้นำมาทำการออกแบบและสร้างชุดฝึกอบรม จากนั้นได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นว่ามีความเหมาะสม

วิธีดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้นำชุดฝึกอบรมไปทดลองฝึกอบรมกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งสุ่มตัวอย่างโดยวิธีการเลือกมาแบบเฉพาะเจาะจง โดยที่กลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานระดับหัวหน้างานควบคุมการผลิตที่จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือเทียบเท่าของ บริษัท สยามสตีลซินดิเกต จำกัด จำนวน 30 คน โดยก่อนเริ่มการฝึกอบรมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทดสอบความรู้ในระหว่างการฝึกอบรมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบฝึกหัดเพื่อวัดความก้าวหน้าของการฝึกอบรม และเมื่อจบการฝึกอบรมแล้วให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทดสอบความรู้วัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกอบรมอีกครั้ง หลังจากผ่านขั้นตอนนี้จึงนำเอาคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและการทำแบบทดสอบมาใช้เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.23/83.21 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

คำสำคัญ : การฝึกอบรม สื่อการสอน เครื่องจักรกล ชุดฝึกอบรม

Abstract

The objective of this research is to create and evaluate the training package on the topic of "Increasing the Competency of The Foreman of Production of the Steel Making Industry regarding Machinery Maintenance". To design and create the training package, we have analyzed the Jobs, Duties, Tasks and Competency of The Foremen of

Production of the Steel Making Industry and we applied the result of the research to design and create the training package. After that we had the specialists inspect the training package and they concluded it's appropriate.

The researcher tested the training package with the sample that take a random by specification which the sample were 30 Foremen of Production who finished high school or equivalent of Siam Steel Syndicate Co;Ltd. The researchers tested the trainees knowledge before the training, also did exercises during the training in order to evaluate the progress of the training. After the training ended, the trainees had their knowledge tested again to evaluate the achievement of the training. After that we collected the scores from the tests and exercises, we calculated the efficiency of the training package. The result of the research appeared that the training package that was invented by the researcher has efficiency 84.23/83.21 which higher than the standard 80/80

Keywords: Training, Instructive Media, Machinery, Training Packages

1. บทนำ

ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าและบริการต่างๆ มนุษย์จำเป็นจะต้องอาศัยเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งนับว่าเป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญเพื่อช่วยเป็นเครื่องทุนแรงในกระบวนการผลิต เครื่องจักรและอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตหลังจากที่ได้ติดตั้งและใช้งานไปได้สักระยะก็จะเกิดการชำรุดเสียหายตามสภาพการใช้งาน ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการตรวจเช็ค ปรับแต่ง ตลอดจนการซ่อมบำรุงรักษา เพื่อป้องกันมิให้เกิดการชำรุดเสียจนไม่สามารถใช้งานได้อันจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตจนต้องหยุดการผลิตลง (Downtime) ซึ่งหมายถึงต้นทุนการผลิตจะต้องสูงขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตและคุณภาพที่ลดลง ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น ตลอดจนการสูญเสียโอกาสในการทำกำไรของธุรกิจ จากข้อมูลสถิติของกลุ่มอุตสาหกรรมผลิตเหล็กของบริษัท สยามสติลซินดิเกต จำกัด พบว่ากำลังการผลิตมีค่าดังนี้คือ

1. โรงหลอม 16 ตัน/ชั่วโมง
2. โรงรีดเหล็กลวด 7 ตัน/ชั่วโมง
3. โรงรีดเหล็กเส้นกลม 10 ตัน/ชั่วโมง
4. โรงรีดเหล็กเส้นข้ออ้อย 19 ตัน/ชั่วโมง

จากการศึกษาข้อมูลเวลาหยุดผลิต (Downtime) ของบริษัท สยามสติลซินดิเกต จำกัด ระหว่างปี พ.ศ. 2538-2544 สามารถพบว่าจำนวนผลผลิตที่ลดลงเฉลี่ย 42,738 ตัน/ปี หรือคิดเป็นมูลค่า 403.43 ล้านบาท/ปี

จากประเด็นปัญหาและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวทางที่จะสร้างชุดฝึกอบรม เพื่อใช้ฝึกอบรมบุคลากรที่ปฏิบัติงานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก เพื่อที่จะเพิ่มความสามารถด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลเป็นการพัฒนาความรู้ ทักษะการทำงานบุคลากร เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการในภาคอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อสร้างชุดฝึกอบรมเรื่อง การเพิ่มความสามารถด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก สามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมหัวหน้างานผู้ปฏิบัติงานควบคุมเครื่องจักรได้เป็นอย่างดี

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น

3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นสามารถที่จะนำไปใช้ในการฝึกอบรม ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

3.2 หลังจากการฝึกอบรม ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้ก้าวหน้าเพิ่มสูงขึ้น

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่อง การเพิ่มความสามารถด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเพื่อเตรียมการวิจัยสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม
- เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการฝึกอบรม
- ออกแบบและสร้างชุดฝึกอบรม
- กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
- ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

4.1 ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเพื่อเตรียมการวิจัยสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม ในการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเพื่อเตรียมการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

4.1.1 ศึกษาความต้องการในภาคอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก ในเรื่องการเพิ่มความสามารถที่จำเป็นด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตเหล็ก โดยได้ศึกษาจาก

- ทำการสร้างแบบสอบถาม และส่งไปสอบถามข้อมูลในภาคอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก
- ทำการศึกษาไปดูงานกับบริษัทฯ ที่ได้ดำเนินการในเรื่องการเพิ่มความสามารถที่จำเป็นด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตภายในประเทศไทย
- ทำการศึกษาไปดูงานกับบริษัทฯ ที่ได้ดำเนินการในเรื่องการเพิ่มความสามารถที่จำเป็นด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตเหล็กในประเทศญี่ปุ่น

4.1.2 ศึกษาความสามารถที่จำเป็นด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก โดยศึกษาจาก

- ทำการศึกษาจากเอกสารการบำรุงรักษาด้วยตนเองสำหรับพนักงานระดับปฏิบัติงาน, เทคนิคการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลในโรงงาน, รวมสิ่งที่พึงหลีกเลี่ยงในงานบำรุงรักษา, การดำเนินกิจกรรม TPM เพื่อการปฏิรูปการผลิต ฉบับอุตสาหกรรมประกอบการ และการฝึกอบรมเพื่อเพิ่มทักษะการเดินเครื่องและซ่อมบำรุง
- ทำการศึกษาวิเคราะห์รูปแบบอาการ, ความสัมพันธ์ของอาการ และสาเหตุของการชำรุดเสียหายของเครื่องจักรกล ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์รูปแบบอาการ, ความสัมพันธ์ของอาการ และสาเหตุของการชำรุดเสียหายของเครื่องจักรกล
- ทำการศึกษาความสามารถที่จำเป็นด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิต

4.1.3 ศึกษาวิธีการจัดทำหลักสูตรฝึกอบรม โดยศึกษาจากเอกสารการพัฒนาหลักสูตรการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมในอุตสาหกรรมการผลิต, การสร้างหลักสูตรฝึกอบรมเกี่ยวกับการบริหารงานในอุตสาหกรรมการผลิต การฝึกอบรมพัฒนาบุคคล การพัฒนาหลักสูตรรายวิชา และการออกแบบบทเรียน

4.2 เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการฝึกอบรม

4.2.1 วิเคราะห์งาน (Job Analysis)

4.2.2 วิเคราะห์สมรรถนะ (Competency Analysis)

4.2.3 ประเมินผลการวิเคราะห์งาน (Job Analysis) และสมรรถนะ (Competency Analysis) โดยผู้เชี่ยวชาญ

4.2.4 กำหนดหัวข้อการฝึกอบรม

4.2.5 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.3 ทำการออกแบบและสร้างชุดฝึกอบรม ซึ่งจะประกอบด้วยคู่มือการฝึกอบรมพร้อมคำแนะนำในการใช้ชุดฝึกอบรม แผนกำหนดการและวิธีการฝึกอบรม หมายกำหนดการฝึกอบรม สื่อและอุปกรณ์ประกอบการฝึกอบรม สื่อสาธิตของจริงประกอบการวิเคราะห์สาเหตุทำให้เครื่องจักรกลชำรุด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การฝึกอบรม หรือ ข้อสอบ เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การฝึกอบรม (กระดาษคำถาม) เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การฝึกอบรม (กระดาษคำตอบ) แบบฝึกหัด ใบงาน และรายการคำถามเฉลยคำตอบแบบฝึกหัด แบบฟอร์มกระดาษคำตอบ ใบสรุป

เนื้อหา ตัวอย่างใบสรุปเนื้อหารูปภาพแผ่นเดียวที่มีลักษณะเป็น One Point Lesson, แบบประเมินผลชุดฝึกอบรม และแบบประเมินผลการฝึกอบรม

4.4 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ประชากรในการวิจัยเป็นหัวหน้างานควบคุมการผลิตที่ทำงานในโรงงานอุสาหกรรมการผลิตเหล็ก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเลือกแบบเฉพาะเจาะจง(Purposive sampling) เป็นพนักงานระดับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กที่จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่าของ บริษัท สยามสติลซินดิเกต จำกัด จำนวน 30 คน ซึ่งมีลักษณะสมบัติเดียวกันกับประชากรในการวิจัยในครั้งนี้

4.5 ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล เมื่อผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือในการทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงได้ดำเนินการทดลองโดยการจัดฝึกอบรมขึ้นที่ บริษัท สยามสติลซินดิเกต จำกัด ให้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม เรื่อง การเพิ่มความสามารถด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก โดยผู้วิจัยใช้แผนการทดสอบแบบ One-Group Pretest-Posttest Design

5. ผลของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลในการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเรื่อง การเพิ่มความสามารถด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นลำดับดังนี้

- การวิเคราะห์หาความก้าวหน้าของการฝึกอบรม
- การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

5.1 การวิเคราะห์หาความก้าวหน้าของการฝึกอบรม

ผลคะแนนของการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนที่จะทำการฝึกอบรม (Pre-test) และภายหลังทำการฝึกอบรมเสร็จ (Post-test) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนที่จะทำการฝึกอบรม (Pre-test) และภายหลังทำการฝึกอบรมเสร็จ (Post-test) ซึ่ง จะเห็นได้ว่าคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ภายหลังทำการฝึกอบรมเสร็จ (Post-test) มีค่าสูงกว่าคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนที่จะทำการฝึกอบรม (Pre-test) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือผลสัมฤทธิ์ในการฝึกอบรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมภายหลังจากที่ได้รับการฝึกอบรมด้วยชุดการฝึกอบรมเรื่อง การเพิ่มความสามารถด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิต

ในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าสูงกว่าก่อนที่จะเข้ารับทำการฝึกอบรม แสดงว่าผลจากกลุ่มตัวอย่างที่ได้เข้ารับการฝึกอบรมด้วยชุดฝึกอบรมเรื่อง การเพิ่มความสามารถด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นชุดนี้แล้วทำให้มีความก้าวหน้าสูงขึ้นจริง

5.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมภาคทฤษฎีใช้เกณฑ์กำหนด 80/80

- 80 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยจากการที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง โดยคิดเป็นร้อยละ

- 80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยจากการที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการอบรมได้ถูกต้องหลังจากได้รับการอบรมด้วยชุดฝึกอบรม โดยคิดเป็นร้อยละ

หลังจากนำชุดฝึกอบรมเรื่อง การเพิ่มความสามารถด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวนผู้เข้าอบรม 30 คน

ในการจัดการฝึกอบรมให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างดังกล่าวทำแบบฝึกหัดในการประเมินผลระหว่างการอบรมได้อย่างถูกต้อง คิดเฉลี่ยร้อยละ 84.23 ของคะแนนรวมทั้งหมดของแบบฝึกหัดทุกข้อ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80 ตัวแรกที่กำหนดไว้ และหัวหน้างานควบคุมการผลิตซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างสามารถทำข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของการอบรมภายหลังเสร็จจากการฝึกอบรม ได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 83.21 ของคะแนนรวมทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80 ตัวหลังที่กำหนดไว้ ซึ่งแสดงว่าชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้าง

ขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.23/83.21 ซึ่งถือว่าสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ตามที่ตั้งไว้

6. สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่าชุดฝึกอบรมเรื่อง การเพิ่มความสามารถด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก ซึ่งมีประสิทธิภาพ 84.23/83.21 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ภายหลังทำการฝึกอบรมเสร็จ (Post-test) มีค่าสูงกว่าคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนที่จะทำการฝึกอบรม (Pre-test) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือผลสัมฤทธิ์ในการฝึกอบรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมภายหลังจากที่ได้รับการฝึกอบรมด้วยชุดฝึกอบรมเรื่องการเพิ่มความสามารถด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าสูงกว่าก่อนที่จะเข้ารับทำการฝึกอบรม

จากผลของการวิจัยแสดงให้เห็นว่าชุดฝึกอบรมเรื่อง การเพิ่มความสามารถด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์กำหนด 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย ผู้วิจัยคิดคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดซึ่งได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 84.23 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมหลังจากการฝึกอบรมจบลงทุกบท โดยได้ค่าเฉลี่ยของการฝึกอบรมดังกล่าวคิดเป็นร้อยละ 83.21 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เช่นกัน

ในการฝึกอบรมเรื่อง การเพิ่มความสามารถด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก มีปัจจัยอยู่หลายประการที่ทำให้ค่าประสิทธิภาพมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งปัจจัยมีดังต่อไปนี้

ทีมผู้บริหารของ บริษัท สยามสติลซินดิเกต จำกัด มีแนวความคิดที่เชื่อว่าการฝึกอบรมพนักงานนั้นเป็นการลงทุนมิใช่เป็นภาระหรือต้นทุนการผลิตขององค์กร ดังนั้นการฝึกอบรมจึงมีคุณค่าและประโยชน์มากมายต่อองค์กร ฉะนั้นทีมผู้บริหารจึงได้จัดเตรียมเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรมให้มีเวลาที่มากเพียงพอต่อการเรียนรู้

ตลอดระยะเวลาการทำงานกว่า 20 ปี ของ บริษัท สยามสติลซินดิเกต จำกัด ทีมผู้บริหารมีปรัชญาในการทำงานที่ว่า “เราจะต้องสร้างคน เพื่อให้คนเหล่านั้นไปสร้างเทคโนโลยี” ดังนั้นการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์จึงเป็นเรื่องที่สำคัญและต้องกระทำตลอดเวลาอย่างสม่ำเสมอ

ก่อนที่พนักงานจะเข้ารับฝึกอบรมทีมผู้บริหารของ บริษัท สยามสติลซินดิเกต จำกัด ได้ทำการชี้แจงให้พนักงานที่ได้เข้ารับการฝึกอบรมได้ทราบถึงวัตถุประสงค์และประโยชน์เป็นอย่างดี ดังนั้นพนักงานที่รับการฝึกอบรมจึงตระหนักและเข้าใจจึงเป็นผลทำให้เกิดความร่วมมือเป็นอย่างดีและผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีสมาธิ ความตั้งใจในการเรียนรู้เป็นอย่างสูง

ชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นนั้นตรงกับความต้องการของหัวหน้างานควบคุมการผลิตในภาคอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก เนื่องจากชุดฝึกอบรมดังกล่าวที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นได้ถูกออกแบบและสร้างขึ้นตามกระบวนต่างๆ อย่างเป็นระบบ โดยมีเหตุผลสนับสนุนดังต่อไปนี้

เพราะว่าชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นประกอบด้วยสื่อประกอบการฝึกอบรม และสื่อสาธิตของจริงประกอบการวิเคราะห์สาเหตุทำให้เครื่องจักรกลชำรุด โดยจำลองมาจากสภาพการทำงานจริง ซึ่งก่อนทำการออกแบบและสร้างสื่อผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์รูปแบบอาการ ความสัมพันธ์ของอาการและสาเหตุของการชำรุดเสียหายของเครื่องจักรกลเพื่อใช้เป็นข้อมูลและกรอบในการออกแบบและสร้างสื่อประกอบการฝึกอบรม

เพราะว่าชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยได้ออกแบและสร้างขึ้นนั้นถูกออกแบบให้ในขณะทำการฝึกอบรมจะมีกิจกรรมกลุ่มเพื่อทดลองกับสื่อของจริงด้วยตนเองค่อนข้างมาก ฉะนั้นจึงทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีส่วนร่วมกับกิจกรรมการเรียนการสอนค่อนข้างมาก

ทีมวิทยากรมีความสามารถในการถ่ายทอดเนื้อหาเป็นอย่างดีและมีประสบการณ์ในเรื่องที่ทำการฝึกอบรมมาเป็นเวลานานจึงทำให้สามารถตอบข้อคำถามได้อย่างกระจ่างชัด

จากปัจจัยดังกล่าวข้างต้นจึงทำให้ที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำคะแนนได้สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 ซึ่งชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นนี้ได้ไปสอดคล้องกับงานวิจัยอื่น ๆ ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ฝึกอบรมหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งเป็นกลุ่มประชากรเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้ผู้เข้าอบรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการอบรมสูงขึ้น

จากผลการวิจัยที่ได้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ 2 ประการ ได้แก่ ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ในการใช้ในการฝึกอบรม และข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ในการใช้ในการฝึกอบรม

จากผลการวิจัยในครั้งนี้จะได้ชุดฝึกอบรมเรื่อง การเพิ่มความสามารถด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก ซึ่งสามารถนำไปใช้กับองค์กรที่มีความต้องการเพิ่มความสามารถด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกล เพื่อเพิ่มขีดความสามารถด้านการแข่งขันโดยการพัฒนาทรัพยากรบุคลากรขององค์กร

- ชุดฝึกอบรมนี้สามารถนำไปใช้ฝึกอบรมกับองค์กรที่ดำเนินกิจกรรม “การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม” (Total Productive Maintenance) TPM ที่ได้ดำเนินการผ่านขั้นตอนการฝึกอบรมในหลักสูตร “การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมในอุตสาหกรรมการผลิต” ให้กับพนักงานทั่วทั้งองค์กรมาแล้ว

- เนื่องจากชุดฝึกอบรมชุดนี้เป็นหัวข้อที่มีเนื้อหาหลายด้านและค่อนข้างเฉพาะทาง ดังนั้นถ้าจะให้ได้ผลตามประสงค์ จึงมีความจำเป็นต้องใช้วิทยากรในการฝึกอบรมที่มีความรู้ความสามารถ ความชำนาญเฉพาะทาง และมีประสบการณ์จริง จึงจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้รับความรู้เป็นอย่างดี

7. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

- การวิจัยในครั้งนี้ยังไม่ครอบคลุมถึงการติดตาม และประเมินผลของการปฏิบัติงานของพนักงานที่ได้ผ่านการฝึกอบรม และรวมถึงการติดตามผลการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของกระบวนการผลิต ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปจึงควรมีการศึกษาในเรื่องการติดตามและประเมินผลในเรื่องดังกล่าวจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งและจะเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของกระบวนการผลิตขององค์กร

- ควรใช้การวิจัยเชิงคุณภาพในการติดตามและประเมินผลของการปฏิบัติงานของพนักงานที่ได้ผ่านการฝึกอบรม โดยการสังเกตและสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานและเพิ่มระยะเวลาในการวิจัยให้มากขึ้นอย่างน้อย 6 ถึง 12 เดือน เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่ลึกซึ้งและเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมชุดนี้ให้ดียิ่งขึ้นไป

- เนื้อหาในชุดฝึกอบรมชุดนี้ยังไม่ครอบคลุมถึงเนื้อหาวัสดุช่างอุตสาหกรรม , ปั๊มน้ำ พัดลม และคูลลิ่งทาวเวอร์ , ซีลและประเก็น , ความสั่นสะเทือนในเครื่องจักรกล , การใช้เครื่องมือช่างทั่วไป, การเชื่อมอาร์คไฟฟ้า, การเชื่อมแก๊สอ๊อกซิเจน-อะเซทิลีน และการสอนงาน ซึ่งสอดคล้องตามข้อเสนอแนะจากผลการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริหารในภาคอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก ในเรื่องความสามารถที่จำเป็นของหัวหน้างานควบคุมการผลิตในด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกล ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปจึงควรทำการวิจัยในเรื่องดังกล่าวเพิ่มเติม เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่ลึกซึ้งและเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมชุดนี้ให้ดียิ่งขึ้นไป

8. บรรณานุกรม

[1] กล้าหาญ วรพุทธพร 2524. **การบำรุงรักษาทวีผล**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

[2] ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์. ปานเพชร ชินินทร 2537. **นิวแมติกอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น

[3] ชิโรเซะ. คูนิโอะ. คิมูระ. โยชิฟูมิ. คาเนตะ. มิตสุกุ 2546. **แนวทางการวิเคราะห์ PM (PM Analysis)**. แปลโดย สมชัย อัครทิวา. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

[4] โชคชัย อลงกรณ์ทักษิณ 2546. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่องการเพิ่มความสามารถด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้กับหัวหน้างานควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก. วิทยานิพนธ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[5] ไทยรัฐ กุศลธรรมรัตน์ 2543. **การบำรุงรักษาด้วยตนเองสำหรับพนักงานระดับปฏิบัติงาน**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

[6] ธงชัย เสริมพงษ์พันธ์ 2540. **วิศวกรรมการซ่อมบำรุง**. กรุงเทพฯ : ธงชัย เสริมพงษ์พันธ์

[7] ธาดา พฤฒิธาดา 2537. **การลดต้นทุนการผลิตในสถานประกอบการ**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

[8] นาคาชิมะ. เซอิจิ. ชิโรเซะ. คุมิโอะ 2545. **การดำเนินกิจกรรม TPM เพื่อการปฏิรูปการผลิต ฉบับอุตสาหกรรมประกอบการ**. แปลโดย สมชัย อัครทิวา. รังสรรค์ เลิศในสัตย์. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

[9] บรรเลง ศรนิล. กิตติ นิงสานนท์ 2534. **การคำนวณและออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[10] ปนัดดา Pearce และคนอื่น ๆ 2545. **การสึกหรอ : ความรู้เบื้องต้นและการป้องกัน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

[11] ปริทรรศน์ พันธุบรรยงค์ 2539. **สิ่งที่พึงหลีกเลี่ยงในงานบำรุงรักษา**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

ชุดสาธิตการคัดแยกวัสดุแบบสายพานลำเลียงควบคุมโดย PLC

The Demonstration Set for Materials Separation on Conveyor Belt Controled by PLC

นายวิภพ ใจแข็ง

โปรแกรมวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เลขที่ 80 หมู่ 9 ถนนพหลโยธิน ตำบลบ้านดู่
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100 Tel. 053-776015 Fax. 053-776015
Email : wipobh@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและทดสอบประสิทธิภาพของชุดสาธิตการคัดแยกวัสดุบนสายพานลำเลียงควบคุมโดย PLC ในรายวิชาพีแอลซี รหัส IC3122 โปรแกรมวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย โดยกลุ่มตัวอย่างเป็น นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 โปรแกรมวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ จำนวน 15 คน

ผลการวิจัยพบว่า ชุดสาธิตการคัดแยกวัสดุบนลำเลียงสายพานควบคุมโดย PLC ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ด้านการออกแบบอยู่ในระดับดีที่ 4.40 ด้านคุณภาพอยู่ในระดับดีมากที่ 4.80 ด้านการใช้งานอยู่ในระดับดีมากที่ 4.60

คำสำคัญ: ชุดสาธิตแบบจำลอง

Abstract

The aim of this research *is to create and to test the efficiency of the demonstration set of materials separation on conveyor belt controled by PLC , for PLC class (IC3122) of computer and electronics engineering program , faculty of industrial technology, Chiangrai Rajabhat University. The sample group included 15 students of the first year in computer and electronics engineering program.*

The results showed that the efficiency value of this demonstration set was as followed. The design aspect was good at 4.40 , the quality was very good at 4.80 , the operation was very good at 4.60.

Keyword: Demonstration set .

1. บทนำ

การศึกษาทำให้เกิดการเรียนรู้ทำให้เกิดความเข้าใจซึ่งส่งผลให้สามารถที่จะนำไปประยุกต์ ใช้ในการปฏิบัติงานในหลายสาขาอาชีพ ในปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากมาย การเรียนรู้ในสิ่งต่างๆ ได้มีการพัฒนาหลากหลายรูปแบบ ในการที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วสำหรับนักศึกษา ชุดสาธิตที่ใช้ในการเรียนการสอนเป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพเป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่จะช่วยให้

นักศึกษา ได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ และมีความเข้าใจในเนื้อหารายวิชาเพิ่มมากขึ้น ซึ่งชุดสาธิตก็เป็นสื่ออีกประเภทหนึ่ง ที่ครู–อาจารย์ผู้สอนได้ใช้ในการเรียนการสอนและนำเสนอให้นักศึกษาได้เห็นการทำงานจริงและช่วยลดการจินตนาการ เห็นส่วนประกอบต่างๆของสื่อ ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2. หลักการออกแบบ

2.1 การออกแบบโครงสร้าง

การออกแบบโครงสร้าง ชุดสาธิตการคัดแยกวัสดุบนสายพานลำเลียงควบคุมโดย PLC นี้ มีขนาดความกว้างเท่ากับ 80 ซม. และความยาวเท่ากับ 80 ซม. สูง 15 ซม. ใช้แผ่นโลหะเรียบที่มีลักษณะเป็นแผ่นสังกะสีเรียบพับให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตามขนาดที่ตั้งไว้ ข้อดีของขนาดชุดสาธิตคือมีพื้นที่ในการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมทั้งหมดอยู่ด้วยกัน สามารถเคลื่อนที่ได้สะดวกโดยมีล้อหมุน

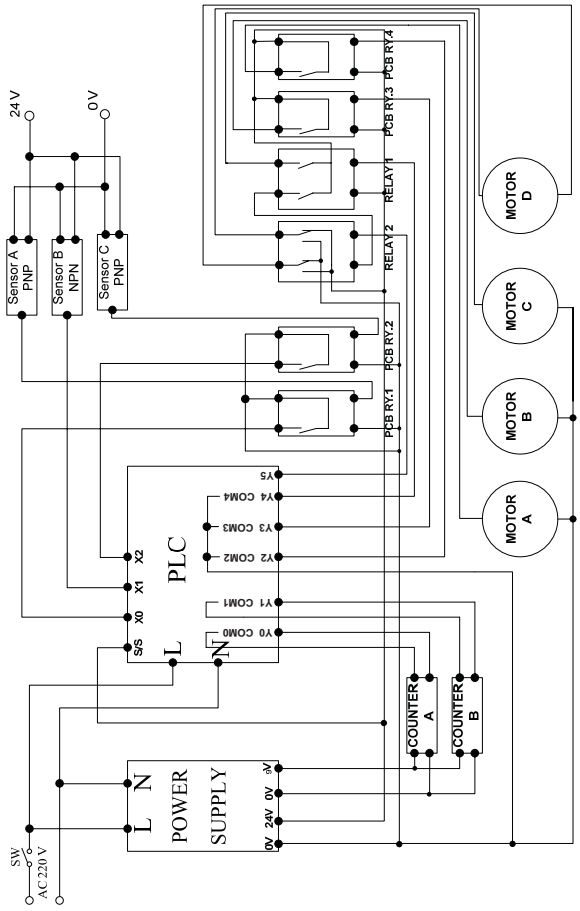
2.2 หลักการทำงาน



ภาพที่ 1 แนวความคิดในการออกแบบชุดสาธิต

จากภาพที่ 1 สามารถอธิบายได้ว่าเริ่มต้นจากการวางวัสดุที่เซนเซอร์ A มอเตอร์ A ก็เริ่มทำงานลำเลียงวัสดุไปผ่านเซนเซอร์ B กับเซนเซอร์ C แล้วเซนเซอร์ B กับเซนเซอร์ C ก็จะทำหน้าที่คัดแยกวัสดุถ้าวัสดุที่ผ่านเป็นโลหะเซนเซอร์ B ก็จะสั่งให้มอเตอร์ D หมุนไปทางด้านซ้ายมือแล้วลำเลียงให้กับมอเตอร์ B ทำงานพร้อมกับลำเลียงวัสดุที่เป็นโลหะไป ในทำนองเดียวกันถ้าวางวัสดุที่เป็นอโลหะให้มอเตอร์ A ลำเลียงวัสดุไปผ่านเซนเซอร์ B กับเซนเซอร์ C แล้วเซนเซอร์ B กับเซนเซอร์ C ก็จะทำหน้าที่คัดแยกวัสดุถ้าวัสดุที่ผ่านเป็นอโลหะเซนเซอร์ C ก็จะสั่งให้มอเตอร์ D หมุนไปทางด้านขวามือ แล้วลำเลียงให้กับมอเตอร์ C ทำงานพร้อมกับลำเลียงวัสดุที่เป็นอโลหะไป

2.3 การต่อวงจรไฟฟ้าภายในชุดสาธิต



ภาพที่ 2 การต่อวงจรไฟฟ้าภายใน

จากภาพที่ 2 การต่อวงจรภายในข้างบน สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อเปิดสวิตช์ วงจรพร้อมที่จะทำงานด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเท่ากับ 220 V , 50 Hz ก็จ่ายให้กับ PLC และหม้อแปลงก็จะทำหน้าที่จ่ายแรงดันเป็น 2 ระดับคือ 9 V กับ 24 V เพื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ 9 V ให้กับเซเว่นเซกเม้นท์ (sevensegment) และแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ 24 V จ่ายให้กับรีเลย์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเซนเซอร์และการกลับทางหมุนของมอเตอร์ ที่ใช้ในการคัดแยกวัสดุที่เป็นโลหะกับอโลหะ เพื่อให้ลำเลียงโดยใช้สายพาน ในการ

ลำเลียงเพื่อทำการคัดแยกวัสดุต่างๆ นั้น จากวงจรไฟฟ้ามอเตอร์ที่ใช้ในการลำเลียงนั้นเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่แรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 24 V มอเตอร์ A เป็นมอเตอร์ที่ใช้ลำเลียงวัสดุที่เป็นทั้งโลหะและอโลหะ มอเตอร์ B เป็นมอเตอร์ที่ใช้ลำเลียงวัสดุที่เป็นโลหะเท่านั้น มอเตอร์C เป็นมอเตอร์ที่ใช้ลำเลียงวัสดุที่เป็นอโลหะเท่านั้น ส่วนมอเตอร์ D เป็นมอเตอร์ที่ใช้คัดแยกลำเลียงวัสดุที่เป็นโลหะและอโลหะโดยการกลับทางหมุนมอเตอร์ โดยใช้หน้าสัมพัทธ์ของรีเลย์ช่วยในการกลับทางหมุน โดยการสลับขั้วของมอเตอร์นั่นเอง

3. ผลของการวิจัย

3.1 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิตการคัดแยกวัสดุบนสายพานลำเลียงควบคุมโดย PLC ในรายวิชาพีแอลซี รหัส IC3122 โปรแกรมวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประสบการณ์ทางด้านการสอน 7 ปีขึ้นไปมีความรู้ความเชี่ยวชาญทางด้านระบบไฟฟ้าเป็นอย่างดี

สามารถที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิตการคัดแยกวัสดุบนสายพานลำเลียงควบคุมโดย PLC ได้ดังนี้

3.1.1 ด้านการออกแบบค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 4.40 หมายถึงผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดสาธิตการคัดแยกวัสดุบนสายพานลำเลียงควบคุมโดย PLC ในด้านการออกแบบ อยู่ในระดับดี

3.1.2 ด้านคุณภาพ ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 4.80 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดสาธิตการคัดแยกวัสดุบนสายพานลำเลียงควบคุมโดย PLC ในด้านคุณภาพ อยู่ในระดับดีมาก

3.1.3 ด้านการใช้งาน ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 4.60 หมายถึงผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดสาธิตการคัดแยกวัสดุบนสายพานลำเลียงควบคุมโดย PLC ในด้านการใช้งาน อยู่ในระดับดีมาก

เมื่อคิดค่าเฉลี่ยรวมจะได้ระดับความคิดเห็นเฉลี่ยอยู่ที่ 4.60 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดสาธิตการคัดแยกวัสดุบนสายพานลำเลียงควบคุมโดย PLC สำหรับการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี อยู่ในระดับความคิดเห็นดีมาก

3.2 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของชุดสาธิต

จากการนำเอาชุดสาธิตการคัดแยกวัสดุบนสายพานลำเลียงควบคุมโดย PLC สำหรับการเรียนการสอนระดับปริญญาตรีไปทดลองใช้กับกลุ่มนักศึกษา พบว่าชุดสาธิตการคัดแยกวัสดุบนสายพานลำเลียงควบคุมโดย PLC ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพความถูกต้องร้อยละ 100 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตการคัดแยกวัสดุบนสายพานลำเลียงควบคุมโดย PLC

วัสดุที่ใช้ทดสอบ	จำนวนผู้ทดสอบ(คน)	ผลการทดสอบจำนวนที่ได้	ถูกต้อง (%)
โลหะ	15	15	100
อโลหะ	15	15	100
สรุปผลการประเมิน			100

จากตางรางข้างบนอธิบายได้ว่า ชุดสาธิตอุปกรณ์สายพานลำเลียงคัดแยกวัสดุโลหะ, อโลหะ เป็นการนำเอา ระบบเซนเซอร์แยกวัสดุมาใช้งาน โดยมี PLC ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่อง โดยหลักการทำงานนั้นจะอาศัยคาพาซิทีฟเซนเซอร์เป็นหลัก ซึ่งจะเป็นเซนเซอร์ ตรวจจับวัสดุอโลหะเมื่อวัตถุที่เป็นโลหะไหลผ่าน เซนเซอร์ตัวนี้จะไม่ทำงานแต่ถ้าเป็นอโลหะ เซนเซอร์ ตัวนี้จะทำงาน และส่งสัญญาณไปยัง PLC และ PLC จะไปสั่งให้มอเตอร์และสวิตช์ทำงาน ความเร็วในการคัดแยกวัสดุโลหะและอโลหะไม่น้อยกว่า 10 วินาทีต่อชิ้น การลำเลียงวัสดุนั้นต้องวางวัสดุทีละชิ้นและให้ห่างกันเป็นระยะตามเวลาของความเร็ว

4. บทสรุป

ชุดสาธิตการคัดแยกวัสดุบนลำเลียงสายพานควบคุมโดย PLCได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มตัวอย่างจาก

นักศึกษา ที่ทำการทดสอบชุดสาธิตการคัดแยกวัสดุบนลำเลียงสายพานควบคุมโดย PLC ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

ผลการวิจัย จากการนำชุดสาธิตการคัดแยกวัสดุบนสายพานลำเลียงควบคุมโดย PLC สำหรับการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี ไปทดลองใช้กับกลุ่มนักศึกษา จำนวน 15 คน พบว่าชุดสาธิตการคัดแยกวัสดุบนสายพานลำเลียงควบคุมโดย PLC ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพความถูกต้อง 100 % ผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำในเรื่อง ความไวของการลำเลียงชิ้นงานวัสดุต้องมีความไว ที่สามารถระบุได้ชัดเจนและควรมีสวิตช์ฉุกเฉิน เพื่อสะดวกต่อการใช้งานและความปลอดภัยต่อผู้ที่ปฏิบัติงาน

5. เอกสารอ้างอิง

[1] ณรงค์ ตันชีวะวงศ์ .ระบบ PLC กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ส , .ท.ส.2537

[2] Frank D. Petruzella Logic Controllers. McGraw-Hill, 1989.

[3] OMRON. CX-Programmer

[4] นิมิต ไชยสุข , ธันปียะ ทองนพคุณ, นิโรธ ชื่นเชื่อม. "การออกแบบและสร้างอุปกรณ์สาธิตชุดสายพานลำเลียงคัดแยกวัสดุควบคุมโดย PLC". สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร : 2541

[5] ชัยยุทธ ราษฎร์สภา. PROGRAMMABLE CONTROLLER. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ , กรุงเทพฯ

[6] บุญลอ ประสารศรี. “ชุดสาธิตการควบคุมสายพานลำเลียงโดยใช้โปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรลเลอร์” ปัญหาพิเศษปริญญาครุสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.

[7] ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ. “เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา". พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศึกษาพร, 2538.

[8] ราชันย์ ภู่ระหงษ์. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการควบคุมแขนกลไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์”. ปัญหาพิเศษปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.

ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อม ภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

Training Package for Installation of the Clean Room Environment Inspection System in Hard Disk Drive Industry

นายยุทธนา ไชยลังกา

นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Yuttana.Chailangka@wdc.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ เจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิต บริษัทเวสเทิร์นดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยใช้หลักทฤษฎี Competency Based Skill Training (CBST) ให้ผู้รับการฝึกปฏิบัติได้ศึกษาและฝึกปฏิบัติตามขั้นตอนการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด จำนวน 9 บทเรียน แต่ละบทเรียนประกอบด้วยเนื้อหาที่มีเสียงบรรยายและภาพสาธิตการใช้งานและการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ เข้ากับระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ซึ่งผู้รับการฝึกปฏิบัติสามารถฝึกปฏิบัติตามและเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง หลังจากนั้นจะทดสอบด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดรายการความสามารถ ระยะเวลาในการทดลอง 15 สัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปและหาประสิทธิภาพของบทเรียน

ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี และร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างสามารถผ่านเกณฑ์การประเมินผลโดยเฉลี่ยด้วยคะแนนร้อยละ 84.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่กำหนดไว้

คำสำคัญ: ระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด

Abstract

The objectives of the research were to find out efficiency of the training package for installation of the clean room environment inspection system in hard disk drive industry. The sampling groups of the study were the employee in contamination control and electro static discharge control department of Western Digital Thailand Ltd. amount 20 persons. The instrument for the research was the training package for installation of the clean room environment inspection system in hard disk drive industry by using the Competency Base Skill Training (CBST) theory. The learners

be able to study and to practice on step following of the clean room inspection system installation on 9 lessons. In each the lesson have the details which included audio and shown the using and tools connection to the clean room environment inspection system. The learners are able to study and practice by them self. The learning assessment and the abilities- assessment of the competency base skill training on the clean room environment inspection system installation in hard disk drive industry and used 15 weeks to try out .The data analysis by using SPSS V.11 program to find out efficiency of the lesson from the learning – assessment for practices training.

The research found that : The training package for installation of the clean room environment inspection system in hard disk drive industry was in good level and 90 percents of the sampling groups were able passed of the criterion assessment that criterion higher than 80 percents of rate. Average overall were 84.58 percents of score.

Keyword: Clean room environment inspection system.

1. บทนำ

ปัจจุบันการขยายตัวของอุตสาหกรรมผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟมีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็ว ทั้งอาร์ดดิสก์ที่ใช้สำหรับคอมพิวเตอร์แบบพกพาขนาด 2.5 นิ้ว และคอมพิวเตอร์แบบสำนักงานขนาด 3.5 นิ้ว อีกทั้งรวมไปถึงฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟแบบพกพา ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับการบันทึกข้อมูลทางอากาศยานหรือแม้แต่ใช้ในทางการทหาร การขยายตัวของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟทำให้กลุ่มผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟให้ความสำคัญและตระหนักถึงประสิทธิภาพทั้งทางด้านผลิตภัณฑ์ ขนาดความจุของการเก็บข้อมูล ความทนทานของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟคอมพิวเตอร์ เป็นต้น เพื่อให้ผู้ใช้เกิดความพึงพอใจและความเชื่อมั่นในตัวผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิต กระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้ผู้ผลิตเองได้ผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพออกมาจำหน่ายแก่ผู้ใช้งาน

ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟนั้น ได้ให้ความสำคัญกับสภาพแวดล้อมในกระบวนการผลิต เช่น การปนเปื้อนฝุ่นละอองขนาดเล็ก ปริมาณไฟฟ้าสถิต อุณหภูมิ ความดัน ความชื้นในระหว่างขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ เป็นต้น ซึ่งมีผลต่อคุณภาพและอายุการใช้งานของตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเอง ดังนั้น ในโรงงานผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจำเป็นต้องดำเนินการผลิตตัวงานในห้องที่มีการควบคุมดูแลสภาพแวดล้อมไว้เป็นอย่างดี หรือที่เรียกว่า ห้องสะอาด (Clean Room) โดยระดับปริมาณของตัวแปรที่อาจส่งผลกระทบต่อฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ว่าจะเป็น ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ปริมาณไฟฟ้าสถิต ซึ่งการเกิดปัญหาเหล่านี้ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจะส่งผลให้ตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเสียหายได้ รวมไปถึงปัจจัยอื่นที่ต้องได้รับการควบคุมตามลักษณะของการทำงานที่แตกต่างกันตามข้อกำหนดของกระบวนการผลิตแต่ละประเภท แม้ว่าผู้ที่ทำงานในห้องสะอาดต้องทำความสะอาดร่างกายด้วยการสวมใส่เครื่องแต่งกายและรองเท้าชนิดพิเศษและอุปกรณ์ประเภทต่างๆ ที่ใช้งานภายในห้องสะอาด แต่ยังคงมีปัญหาในเรื่องการปนเปื้อนของฝุ่นละอองขนาดเล็กและไฟฟ้าสถิตขึ้นกับตัวผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเสมอ ซึ่งสาเหตุดังกล่าวอาจมีสาเหตุมากจากหลายอย่างด้วยกัน เช่น ตัวพนักงาน เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้งาน ของเหลวที่ใช้งาน เครื่องจักรในกระบวนการผลิต เป็นต้น แม้ว่าภายในห้องสะอาดจะมีระบบหมุนเวียนอากาศเพื่อกรองแยกฝุ่นละอองขนาดเล็ก รวมไปถึงอุปกรณ์ต่างๆ ที่ไม่ก่อให้เกิดไฟฟ้าสถิตแล้วก็ตาม ปัญหาเกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็กและไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นกับตัวผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟก็ยังคงสามารถเกิดขึ้นได้อยู่ตลอดเวลา

จากสาเหตุดังกล่าวนี้เองที่ทำให้บริษัทผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟหลายแห่งต้องควบคุมผลกระทบจากสาเหตุดังกล่าวเหล่านี้และต้องหาวิธีการเพื่อที่จะควบคุมและป้องกันไม่ให้สาเหตุดังกล่าวส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ที่กำลังผลิตอยู่ในกระบวนการผลิต โดยในปัจจุบันในอุตสาหกรรมผลิต

ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟได้มีการนำระบบและอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก ปริมาณไฟฟ้าสถิต อุณหภูมิ ความดัน ความชื้น มาใช้เพื่อตรวจวัดปริมาณตัวแปรต่างๆ ดังกล่าวในกระบวนการผลิต ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมามีคุณภาพที่ดีและช่วยลดปริมาณของเสียที่เกิดจากสาเหตุของฝุ่นละอองขนาดเล็กและไฟฟ้าสถิตในกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนสำหรับการติดตั้งระบบดังกล่าวที่ใช้ในการตรวจสอบและเฝ้าระวังในอุตสาหกรรมต่างๆ มีค่อนข้างมากและลักษณะของการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งระบบที่ดีนั้น ทางบริษัทต้องมีการว่าจ้างบริษัทต่างๆ เพื่อทำการประเมินอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นกับตัวระบบ และเมื่อระบบได้ถูกติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ยังต้องว่าจ้างเจ้าหน้าที่จากบริษัทผู้รับเหมาเพื่อทำหน้าที่ดูแลและบำรุงรักษาระบบดังกล่าว หรือแม้กระทั่งการเปลี่ยนแปลงลักษณะของระบบดังกล่าวเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบริษัทเองต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนดังกล่าวเป็นจำนวนมาก

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยได้มีแนวความคิดในการพัฒนาชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขึ้นมา เพื่อที่จะให้ผู้ฝึกปฏิบัติสามารถทำการติดตั้งและบำรุงรักษาระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดตามวัตถุประสงค์และความต้องการของบริษัท โดยมุ่งหวังที่จะให้ผู้ใช้งานเข้าใจลักษณะของตัวระบบดังกล่าวได้เป็นอย่างดี และทำให้ผู้ฝึกปฏิบัติมีความรู้และเกิดทักษะ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็วยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

2.1 เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

3. สมมติฐานของการวิจัย

ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไปและสามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยร้อยละ 80 ของกลุ่มตัวอย่างผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

4. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยอาศัยกรอบแนวความในการออกแบบบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะจาก คู่มือการพัฒนาโมดูลการฝึก CBST กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม, 2543 โดยมีขั้นตอนการออกแบบดังนี้

4.1 เรียนรู้ (Know)

ขั้นตอนแรกผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนจะต้องทำการเรียนรู้วิชาภาคบังคับที่สำคัญเช่น ทักษะการใช้ภาษาและความคิดพื้นฐานซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานก่อนที่จะก้าวไปเรียนรู้ทักษะชั้นสูงขึ้นไป

4.2 แสดง (Show)

โปรแกรมฝึก CBST สามารถทำให้ผู้เข้ารับการฝึกมีความเข้าใจข้อมูลที่ทำการเรียนรู้มากยิ่งขึ้นโดยการยกตัวอย่างที่มีความหมายและเหมาะสม หรือแสดงให้ดูเป็นตัวอย่าง การแสดง ตัวอย่างที่มีการวางแผนอย่างดีจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกจดจำความหมายได้ ในระยะยาว

4.3 ปฏิบัติ (Do)

ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งครูฝึกหรือสื่อการสอนระบบ CBST หยุดทำการสอนหากแต่ให้ผู้เข้ารับการฝึกควบคุมตัวเอง ภาคปฏิบัติเป็นส่วนของการฝึกหัดทำซึ่งจะให้ผู้รับการฝึกนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาใช้ ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผลเกิดขึ้นการแก้ปัญหาอาจเป็นกระบวนการสุดท้ายในภาคปฏิบัตินี้ วัตถุประสงค์การปฏิบัติที่ได้ตั้งไว้ จะต้องถูกนำมาปฏิบัติ

4.4 ทบทวน (Review)

การทบทวนจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกได้รับรู้ถึงผลตอบสนองของการปฏิบัติ ระหว่างการฝึกและควรให้ผู้เข้ารับการฝึกได้มี

การปฏิบัติทักษะนั้นๆซ้ำจนกว่าจะทำได้ถูกต้องทั้งหมด และมีความมั่นใจในตัวเอง

4.5 ผ่าน หรือ ทดสอบ (Pass Through)

โปรแกรมการฝึกจำเป็นต้องมีการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึก หากผู้เข้ารับการฝึกไม่สามารถปฏิบัติผ่านมาตรฐานที่ตั้งไว้ผู้เข้ารับการฝึกจะต้องกลับไปสู่วงจรการฝึกนั้นๆอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้สามารถปฏิบัติให้ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด

5. ขอบเขตของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

5.2 กลุ่มตัวอย่างเป็นเจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิตของบริษัทเวสเทิร์นดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 20 คน ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

5.2 ตัวแปรที่ศึกษา คือ ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

5.3 ข้อตกลงเบื้องต้น งานวิจัยนี้ได้กำหนดข้อตกลงเบื้องต้นว่า เจ้าหน้าที่ที่ใช้ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ เป็นผู้ที่มีความสามารถใช้งานคอมพิวเตอร์ เช่น สามารถทำการกำหนดหมายเลขหรือไอพีแอดเดรสของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

6.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

6.1.1 ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ซึ่งมีลำดับเนื้อหาและข้อกำหนด คำสั่งการปฏิบัติ รวมทั้งภาพเคลื่อนไหวประกอบคำบรรยายสาธิตวิธีการปฏิบัติอย่างละเอียด เพื่อแสดงลักษณะของทักษะความสามารถย่อย ซึ่งสอดคล้องตามหลักทฤษฎีของระบบ CBST ตามกรอบแนวคิด เนื้อหาที่นำมาสร้าง มี 9 หน่วยการฝึก ดังนี้

1) หน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับ Air born Particle Counting Sensor: APC Sensor

2) หน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับ Novx

3) หน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับ Differential Pressure Sensor: DP Sensor

4) หน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับ Temperature Sensor

5) หน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับ Silica

6) หน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับ Switching

7) หน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับ Sensor Interface Unit: SIU

8) หน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับ การติดตั้งและใช้งานโปรแกรม LMS บน Area Control Unit: ACU

9) หน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับ การติดตั้งและใช้งานโปรแกรม LMS บน Server

6.1.2 แบบประเมินคุณภาพของ ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

1) แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นทางด้านเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก

2) แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นทางด้านการผลิตสื่อ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งผลการประเมินอยู่ในระดับดี

6.1.3 แบบวัดความสามารถทางการเรียนของ ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

1) แบบทดสอบภาคทฤษฎีเป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 35 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.25 - 0.75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.85

2) แบบบันทึกรายการความสามารถทางการปฏิบัติสำหรับตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติทั้งในด้านวิธีการปฏิบัติ และผลปฏิบัติ โดยการวิเคราะห์รายการทักษะความสามารถย่อย ของวิธีทำหรือผลปฏิบัติ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการให้คะแนนโดยพยายามกำหนดสิ่งที่สำคัญ ๆ ของการปฏิบัติในครั้งนั้น ๆ ออกมาเป็นข้อ ๆ หรือรายการ (List) แล้วพิจารณาการปฏิบัติหรือผลงานของผู้เรียนแต่ละคนตามรายการที่กำหนดไว้นั้น

แล้วบันทึกผลการปฏิบัติของผู้เรียนเป็นคะแนน โดยให้ค่าน้ำหนักคะแนนดังนี้

ระดับ 4 หมายถึง ทำได้โดยไม่ต้องถามเลย
ระดับ 3 หมายถึง ทำได้แต่มีการถามหนึ่งครั้ง
ระดับ 2 หมายถึง ทำได้โแต่มีการถาม 2-3 ครั้ง
ระดับ 1 หมายถึง ทำได้แต่ต้องมีการถามหลายครั้ง
ระดับ 0 หมายถึง ทำไม่ได้ถึงแม้จะถามแล้วก็ตาม

6.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิตของบริษัทเวสเทิร์นดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 20 คน รายละเอียดดังนี้

6.2.1 กำหนดวันและเวลาที่ทำการฝึกทักษะ นัดหมายกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน แจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบล่วงหน้าก่อนถึงกิจกรรมที่จะทำ โดยชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ของการใช้บทเรียนฝึกทักษะ และวิธีการประเมินผล หลังจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ตามลำพัง และให้มีการฝึกปฏิบัติงานตามหน่วยหัวข้อการเรียน ตามที่ได้กำหนดไว้ในบทเรียน

6.2.2 จัดให้มีการทดสอบวัดความรู้ความสามารถของกลุ่มตัวอย่างหลังจากเรียนจบ โดยได้จัดทำแบบทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี บันทึกผลคะแนนโดยผู้ควบคุม ผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบนำมาคิดเป็นร้อยละ

ตอนที่ 2 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบประเมินรายการความสามารถในการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด โดยมีผู้ควบคุมสังเกตการปฏิบัติงานของผู้ฝึกปฏิบัติ ประเมินผลการปฏิบัติตามเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาโดยใช้แบบประเมินจากแบบบันทึกรายการความสามารถการฝึกปฏิบัติ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) หลังจากจบการทดสอบแล้ว นำผลคะแนนทั้ง 2 ตอน มาทำการเปรียบเทียบกับสัดส่วนคะแนนในการวัดผลคิดเป็นร้อยละ โดยให้คะแนนภาคทฤษฎีเต็ม 20 คะแนน และคะแนนจากแบบวัดทักษะความสามารถการฝึกปฏิบัติเต็ม 80 คะแนน เมื่อรวมคะแนนทั้ง 2 ตอน ผู้ที่ได้คะแนนรวมร้อยละ 80 นับเป็นจำนวนผู้ที่สอบผ่านเกณฑ์ นำคะแนนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนฝึกทักษะต่อไป ดังผลการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามตารางที่ 1

7. วิธีการดำเนินการวิจัย

ตารางที่ 1 สรุปผลประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด

คน/ลำดับที่	ภาคทฤษฎี 20%	ภาคปฏิบัติ 80%	รวม 100%	เกณฑ์ 80
1	17	75.55	92.55	ผ่าน
2	17	75.55	92.55	ผ่าน
3	16.5	75.55	92.05	ผ่าน
4	16	75.55	91.55	ผ่าน
5	16.5	74.81	91.31	ผ่าน
6	16	73.33	89.33	ผ่าน
7	18	73.33	91.33	ผ่าน
8	16.5	72.59	89.09	ผ่าน
9	16.5	75.55	92.05	ผ่าน
10	16	74.81	90.81	ผ่าน
11	17	76.29	93.29	ผ่าน
12	17	77.77	94.77	ผ่าน
13	17	74.81	91.81	ผ่าน
14	17	76.29	93.29	ผ่าน
15	17.5	74.81	92.31	ผ่าน
16	17.5	74.81	92.31	ผ่าน
17	16.5	76.29	92.79	ผ่าน
18	16.5	74.81	91.31	ผ่าน
19	18	74.81	92.81	ผ่าน
20	16	74.81	90.81	ผ่าน
21	16	71.11	87.11	ผ่าน
22	16	73.33	89.33	ผ่าน
23	16.5	69.62	86.12	ผ่าน
24	16	73.33	89.33	ผ่าน
25	16.5	70.37	86.87	ผ่าน
26	15.5	69.62	85.12	ผ่าน
27	15	71.11	86.11	ผ่าน
28	15.5	68.88	84.38	ผ่าน
29	14.5	68.88	83.38	ผ่าน
30	14.5	68.14	82.64	ผ่าน
เฉลี่ย	16.4	73.55	89.95	ผ่าน
ผ่าน 30 คน เท่ากับ 100%				

จากตารางที่ 1 ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะความรู้ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 20 คน โดยแบบทดสอบภาคทฤษฎี มีผู้ที่คะแนนได้สูงกว่าร้อยละ 80 (ได้ 16 คะแนนขึ้นไป) จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 83.57 ของผู้เข้าฝึกอบรมทั้งหมด และคะแนนจากการวัดทักษะความสามารถการฝึกปฏิบัติของผู้เข้าฝึกอบรม มีผู้ที่คะแนนได้สูงกว่าร้อยละ 80 ทั้ง 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ของผู้เข้าฝึกอบรมทั้งหมดโดยได้คะแนนเฉลี่ยภาคปฏิบัติคิดเป็นค่าร้อยละ 84.61 และเมื่อวิเคราะห์คะแนนรวมทั้งสองตอนคือคะแนนทฤษฎีและคะแนนทักษะความสามารถรวมกัน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 18 คน มีคะแนนรวมมากว่าร้อยละ 80 หรือมีค่าเฉลี่ยผลรวมคะแนนทดสอบวัดทักษะความรู้คิดเป็นร้อยละ 84.58 ดังนั้นชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่พัฒนาขึ้นจึงมีประสิทธิภาพสอดคล้องตามสมมุติฐานที่คาดว่าร้อยละ 80 ของผู้เข้าฝึกอบรมสามารถฝึกทักษะการปฏิบัติผ่านเกณฑ์ผลรวมคะแนนทดสอบวัดทักษะความรู้ร้อยละ 80 ขึ้นไปได้

8. สรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิจัยชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ สามารถนำไปฝึกอบรมเจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน เป็นเจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิต หลังจากที่ได้ศึกษาเรียนรู้เนื้อหาจากชุดฝึกอบรมแล้วพบว่า สามารถทำแบบทดสอบวัดรายการความสามารถทางการเรียนรู้ทั้งทางภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยเจ้าหน้าที่และบุคลากรผ่านเกณฑ์การประเมินจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ของผู้เข้ารับการฝึกปฏิบัติทั้งหมด โดยได้ระดับคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 84.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกปฏิบัติทั้งหมด การที่ผู้เข้ารับฝึกปฏิบัติสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องและเกิดการเรียนรู้จนทำให้สามารถทำแบบทดสอบผ่านเกณฑ์ได้ทุกคนเนื่องจากการศึกษาด้วยชุดฝึกปฏิบัตินี้มีการนำภาพถ่ายเกี่ยวกับระบบที่เสมือนของจริงมาแสดงประกอบการบรรยายด้วยเสียงซึ่งดีกว่าการที่พนักงานจะได้เห็นแต่เฉพาะแผนผังของโครงสร้างและบล็อกไดอะแกรมทำให้พนักงานเกิดความเข้าใจและสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนในภาคปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ เป็นแบบวัดรายการความสามารถทางการเรียนซึ่งจะเน้นการเรียนรู้ด้านปฏิบัติหรือทักษะของพนักงาน สามารถช่วยให้พนักงานฝึกฝนตนเองโดยไม่จำกัดเวลาทำให้พนักงานสามารถที่จะศึกษาจากบทเรียนได้อย่างละเอียดครบทุกขั้นตอน แสดงว่าชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ สามารถให้ความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุขสันต์ ลีลาสถวณิชย์ (2526 : 48) ชุดฝึกอบรมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับพนักงานช่างเทคนิคเรื่องการตรวจซ่อมเครื่องเสียงฟิลิปน์ รุ่น FW-V720/21M ผลการวิจัยปรากฏว่าพนักงานช่างเทคนิคผ่านเกณฑ์การประเมินแบบวัดผลสัมฤทธิ์ของชุดฝึกอบรมทั้ง 23 ศูนย์บริการเป็นร้อยละ 91.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือร้อยละ 80

ดังนั้นชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถนำไปใช้กับเจ้าหน้าที่และบุคลากรหรือผู้ที่สนใจในเนื้อหาเรื่องนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

9. ข้อเสนอแนะ

9.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

9.1.1 ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ สามารถใช้เป็นสื่อช่วยฝึกอบรมพนักงานที่จะเข้ามา

ทำงานในแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิต

9.1.2 จากความรู้ด้านการผลิตสื่อการสอนของงานวิจัยครั้งนี้ สามารถนำไปพัฒนาใช้จัดทำสื่อเกี่ยวกับระบบตรวจสอบในลักษณะอื่นๆ หรือแม้กระทั่งเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ได้

9.1.3 จากผลการวิจัยได้แบบทดสอบด้านทฤษฎี จำนวน 35 ข้อ ส่งมอบให้แผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิต บริษัทเวสเทิร์นดิจิตอล ประเทศไทย (จำกัด) เพื่อใช้สำหรับทดสอบเจ้าหน้าที่และบุคลากรของแผนกประจำปี

9.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

9.2.1 ควรมีการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ในรูปแบบโปรแกรมสำเร็จรูปอื่นๆ เช่น 3D studio, Director, Dreammewer macro-media, ASP.Net และอื่นๆ

9.2.2 ควรนำชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ที่สร้างขึ้น ไปเปรียบเทียบกับการสอนด้วยโปรแกรมโฟโต้ชอปโดยวิธีสอนปกติ

9.2.3 ในส่วนของตัวโปรแกรมควรมีหัวข้อ Help เพื่อช่วยแนะนำการใช้งานของบทเรียน และควรนำโปรแกรมสำเร็จรูป เช่น โปรแกรม Flash เข้ามาช่วยในการเสนอเนื้อหาการเรียนรู้ เพื่อเพิ่มความน่าสนใจของชุดฝึกยิ่งขึ้น

10. เอกสารอ้างอิง

[1] ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง. 2541. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพมหานคร : บริษัท วง กมล โพรดักชั่น จำกัด.

[2] บุญชม ศรีสะอาด. 2535. การวัดผลและการประเมินผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

[3] บุญเชิด ภิญโญอนันต์. 2538. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรี.

[4] พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

[5] พิเชษฐ ฉิมพรัตน์. 2549. การพัฒนาชุดทดลองเรื่องอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[6] พุธทอง โพธิปัญญา. 2540. การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[7] พิพัฒน์ สมใจ. 2545. การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรออปแอมป์ วิชาปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์ 1 โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรอนุปริญญา สถาบันราชภัฏ กระทรวงศึกษาธิการ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[8] พิสิฐ เมธาภัทร และธีรพล เมธากุล. 2539. ยุทธวิธีการสอนวิชาเทคนิค. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[9] ภัทรา นิคมานนท์. 2539. การวัดและการประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ. กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิต.

[10] รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2535. การวิจัยการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : หจก.ภาพพิมพ์

[11] รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538. วิธีการวิจัยการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : หจก.ภาพพิมพ์

[12] ล้วน สายยศ. 2538. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สุริยาสาส์น

[13] วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2530. แนวทางการออกแบบอุปกรณ์ช่วยสอนประเภทอุปกรณ์สาธิต วารสารอาชีวศึกษา.

[14] วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2543. สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[15] สถาพร จำรัสเลิศลักษณ์. 2543. ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองประกอบการฝึกอบรมเรื่อง วงจรชุดอุปกรณ์แฮนด์ฟรี. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[16] อรพันธ์ ประสิทธิรัตน์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : คราฟแมนเพรส.

การหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตช่วยสอนเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล

A Study on the Efficiency of Demonstration set of Common-Rail Diesel Direct Injection Engine

บุญส่ง เหมวัฒน์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ10140

E-mail:boonsong_hem@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตช่วยสอนเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนก่อนและหลังการใช้ชุดสาธิต และ 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิต กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษางานครั้งนี้ คือ 1) กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และสื่อการเรียนการสอน จำนวน 3 คน และ 2) กลุ่มผู้เรียนซึ่งเป็นนักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีปีการศึกษา 2/2552การศึกษาวิจัยที่ใช้คือ การศึกษาเชิงกึ่งทดลองรูปแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยศึกษาประกอบด้วยชุดสาธิต แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความคิดเห็น สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การแจกแจงที ผลการศึกษาพบว่า 1) ประสิทธิภาพของชุดสาธิตช่วยสอนเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล สำหรับโมดูลที่ 1 มีประสิทธิภาพ 82.66/88.11 โมดูลที่ 2 มีประสิทธิภาพ 85.83/88.11 และโมดูลที่ 3 มีประสิทธิภาพ 81.00/88.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังศึกษาด้วยชุดฝึกอบรมสูงกว่าก่อนศึกษาชุดฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) ผู้เรียนมีความคิดเห็นต่อชุดสาธิตต่อชุดสาธิตอยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ: เครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล การออกแบบสื่อการเรียนการสอน ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้

Abstract

The objectives of this project were: 1) to determine the efficiency of demonstration set of Common- Rail Diesel Direct Injection System; 2) to compare the students' learning achievement scores regarding the pre- test and post-test; and 3) to survey the students' opinion toward a demonstration set. This project had been revised by two group experts' who consisted of two experts' in the automotive technology content area, and one expert's in the instructional package design. Sampling group was thirty randomly chose on the second year and third year students of Mechanical

Technology Education program at King Mongkut's University of Technology Thonburi, selected by simple random sampling. The experimental was employed in the academic year 2/2009. The project design was conducted to one group pre-test and post test design. The instruments were Demonstration set of Common- Rail Diesel Direct Injection System, the students' achievement test and a questionnaire towards a demonstration set. Data were analyzed by means, standard deviation, and t-test dependent. The research results reveal as follows: 1) The efficiency of Demonstration set of Common-Rail Diesel Direct Injection System was 82.66. /88.11, 85.83/88.11, and 81.00/88.11, an average efficiency value 83.16/88.11 with the 80/80 within the good rank. 2) The students' learning achievement scores of the post-test was higher than the pre-test significantly different at .01 level. 3) The students' opinion toward a demonstration set was at the best level.

Keyword: Common-Rail Diesel Direct Injection System Instructional Design, Achievement .

1. บทนำ

ปัจจุบันจะเห็นได้ว่าเทคโนโลยียานยนต์ได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในการพัฒนาในแต่ละด้านได้มีการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามามีส่วนร่วมเกือบทั้งสิ้น โดยเฉพาะระบบการส่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซลได้มีการใช้ระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบ Common – Rail ซึ่งจะแตกต่างจากเครื่องยนต์ EFI แบบธรรมดาหรือแบบจานจ่ายอย่างสิ้นเชิงซึ่งเป็นนวัตกรรมใหม่ของเทคโนโลยีเครื่องยนต์ดีเซล โดยระบบนี้จะให้ประสิทธิการเผาไหม้เป็นได้สูงสุด จากที่กล่าวมาจะเห็นได้เทคโนโลยียานยนต์ได้มีการพัฒนาไปไกลมาก แต่เทคโนโลยีการศึกษาของนักศึกษาที่เกี่ยวกับข้องกับยานยนต์ยังมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของนักศึกษา จากที่ปัญหาที่กล่าวมาและรวมกับนโยบายการศึกษาของรัฐบาลโดยสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาหลายๆ ประการที่มุ่งเน้นให้มีการพัฒนาระบบเทคโนโลยีทางการศึกษาให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น เพื่อตอบสนองต่อภาคอุตสาหกรรมที่มีการเจริญเติบโตขึ้นทุกวัน ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของปัญหาจึงได้คิดที่จะสร้างชุดสาธิตเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรลขึ้นมาเพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน ซึ่งจะทำให้นักศึกษาได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น และยังได้ประสบการณ์จากการทดลองด้วยตนเองอีกด้วย ตลอดจนการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆของเครื่องยนต์ได้อย่างถูกต้องและสามารถแก้ปัญหาต่างๆได้ถูกวิธี

2.ทฤษฎีการวิจัย

2.1 เนื้อหาในบทเรียน

ในบทเรียนชุดสาธิตเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรลประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียน ดังนี้

หน่วยที่ 1 ระบบประจุอากาศ ประกอบด้วย ตัวตรวจจับมาตรวัดการไหลของอากาศ (Air Flow Meter) ห้องประจุอากาศและท่อร่วม (Intake Air Chamber And Manifold) ตัวเรือนลิ้นเร่ง ระบบ EGR (EGR System) เทอร์โบชาร์จ (Turbocharger)

หน่วยที่ 2 ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel System) ปั๊มจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง (Supply Pump) ท่อคอมมอนเรล (Common-Rail) หัวฉีด (Injection)

หน่วยที่ 3 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องของเครื่องยนต์ การวิเคราะห์จากสัญญาณต่าง ๆ จากหน่วยควบคุม ECU การแปลรหัส การตรวจสอบด้วยเครื่องมือวัดและใบปฏิบัติงานในแต่ละหัวข้อทั้งสามบท

2.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

การหาค่าความตรงตามเนื้อหา[1] เป็นการพิจารณาว่าข้อคำถามแต่ละข้อมีเนื้อหาที่เป็นตัวแทนและครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยวิธีการให้ผู้เชี่ยวชาญตัดสินความสอดคล้องของข้อคำถาม โดยระบุน้ำหนักเป็นคะแนนคือ ถ้าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับ เนื้อหากับวัตถุประสงค์ที่

ต้องการวัด จะให้คะแนน +1 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับ เนื้อหากับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด จะให้คะแนน 0 ถ้าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับ เนื้อหา/วัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด จะให้คะแนน -1 ในการคำนวณหาความตรงตามเนื้อหา

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (1)$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

$\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การแปลความหมาย ค่า IOC $\geq$ 0.5 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นวัดวัตถุประสงค์ข้อนั้นจริงหมายความว่าข้อคำถามข้อนั้นมีความตรงตามเนื้อหา ถ้าค่า IOC < 0.5 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นไม่ได้วัดวัตถุประสงค์ข้อนั้นจริงหมายความว่าข้อสอบข้อนั้นไม่มีความตรงตามเนื้อหา

การวิเคราะห์ข้อสอบ[2] ความยาก (Difficulty) หมายถึง ความสามารถของผู้สอบในการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้อง ขั้นตอนในการหาค่าความยากสามารถหาได้จากสมการ

$$P = \frac{H + L}{N} \quad (2)$$

เมื่อ P คือ ค่าความยาก

H คือ จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มสูง

L คือ จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N คือ จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกคนเก่งและคนไม่เก่งหรือคนรู้และคนไม่รู้ออกจากกัน สำหรับขั้นตอนการวิเคราะห์ทำเช่นเดียวกันกับการหาค่าความยากของข้อสอบ โดยการคำนวณหาค่าอำนาจจำแนกหาได้จากสมการ

$$r = \frac{H - L}{N/2} \quad (3)$$

เมื่อ r คือ ค่าอำนาจจำแนก

H คือ จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มสูง

L คือ จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N คือ จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

จากเกณฑ์การพิจารณาคุณภาพ จะได้ว่าข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้จะต้องมี

ค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80

ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

การหาประสิทธิภาพของบทเรียน [2] การวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อทำการทดลองแล้วจะต้องนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทั้งก่อนเรียน และหลังเรียนมาทำการคำนวณเพื่อหาค่าต่างๆ โดยใช้สูตรสมการทางสถิติ ดังนี้ การคำนวณค่ามัชฌิมเลขคณิตของผลต่างของคะแนนจะคำนวณได้จากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (4)$$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนน

N คือ จำนวนนักศึกษาซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง

สูตรการทดสอบนัยสำคัญการแจกแจง (t - Test, Dependent)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \quad (5)$$

เมื่อ D คือ ความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

N คือ จำนวนนักศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูลไว้ว่าการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานมีวิธีการคือนำผลของการทดสอบระหว่างเรียนมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แล้วนำค่าที่ได้มาเทียบกับเกณฑ์สมมุติฐานว่า บทเรียน ในเกณฑ์สมมุติฐานหรือไม่ โดยถือเกณฑ์สมมุติฐานที่ 80/80 ซึ่งได้จากสูตรต่อไปนี้คือ

$$E_1 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{n} A_i}{N}}{A_t} 100 \quad (6)$$

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum_{i=1}^{n} B_i}{N}\right]}{B_t} \times 100 \qquad (7)$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของการทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

E_2 คือ ประสิทธิภาพของการทดสอบหลังการเรียนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

$\sum_{i=1}^{n} A_i$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากแบบทดสอบระหว่างเรียน

$\sum_{i=1}^{n} B_i$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากแบบทดสอบหลังเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

B_t คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนนักเรียน

n คือ ช่วงของนักเรียนทั้งหมดที่ต้องคำนวณ

2.3 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่ศึกษาการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดสื่อการเรียนการสอน ได้มีนักการศึกษาทำการทดลองสร้าง วิจัยหาประสิทธิภาพ ซึ่งได้ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

ชาตรี ศักดิ์ภิรมย์และคณะ [3] ได้สร้างโปรแกรมช่วยสอนเซนเซอร์ในเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล การสอนนี้ทำเพื่อเป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อหาค่า ประสิทธิภาพของการสอนไปตามเกณฑ์80/80 ผลการวิจัยปรากฏว่าโปรแกรมช่วยสอนเซนเซอร์ในเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรลมีประสิทธิภาพ 82.33/81.11 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ตามนัยสำคัญ 0.01

ทิว กาสิวุฒิ และคณะ [3] ได้สร้างชุดฝึกแท่นเครื่องยนต์ทดสอบระบบโมทรอนิกส์ เพื่อหาประสิทธิภาพของการสอนไปตามเกณฑ์ 80/80 ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดฝึกแท่นเครื่องยนต์ทดสอบระบบโมทรอนิกส์เหมาะสมที่จะใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิชาระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์

สุวิทย์ วงษ์ยืน [4] ได้สร้างชุดการเรียนการสอนเรื่องเครื่องยนต์ดีเซลระบบคอมมอนเรล เพื่อหาประสิทธิภาพของการสอนไปตามเกณฑ์ 80/80 ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดการเรียนการสอนเรื่องเครื่องยนต์เซลระบบคอมมอนเรล เหมาะสมที่จะใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิชา ระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์

วิโรจน์ พรรัตนศรีเจริญ [5] ได้พัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่องระบบควบคุมการทำงานเครื่องยนต์ดีเซล สำหรับพัฒนาช่างในสถานบริการรถยนต์ และหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดฝึกอบรมเรื่องระบบควบคุมการทำงานเครื่องยนต์ดีเซลที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 90.89/80.39 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

3.เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ในการหาประสิทธิภาพชุดสาธิตเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล มีวิธีการศึกษาดังนี้

3.1 ชุดสาธิต เครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล

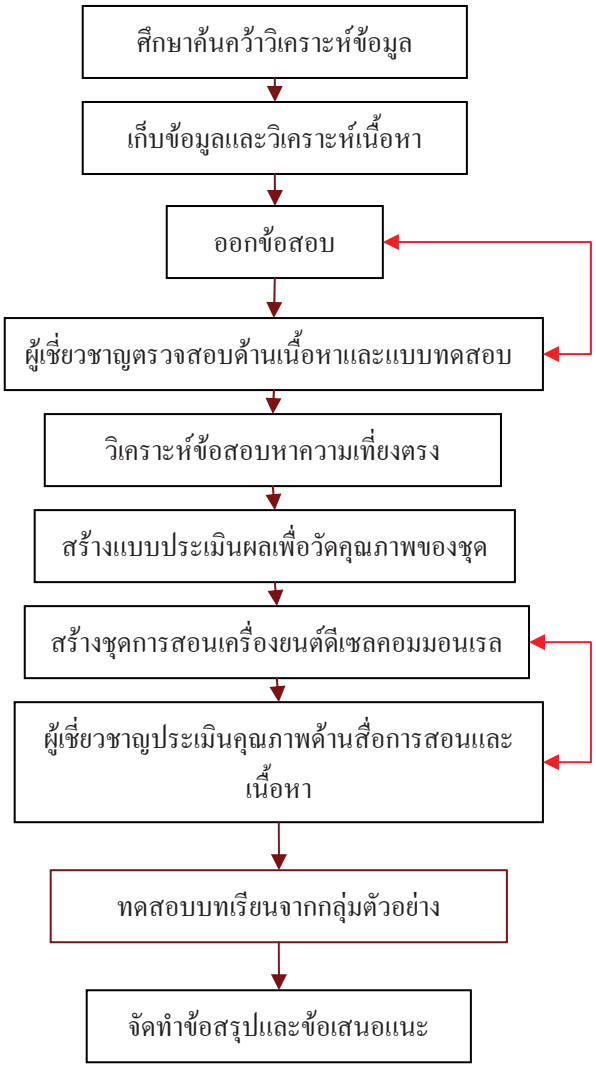
สร้างขึ้นเรียบร้อยแล้ว เป็นเครื่องมือหลักในการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพ

3.2 แบบประเมิน

ประกอบด้วยแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา ประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหาของของชุดสาธิตเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาประเมิน โดยทำการสร้างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ (IOC) โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 คน ประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการเรียนของชุดสาธิตเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล โดยจะใช้แบบประเมินในรูปของลิเคิร์ท (Likert scale)

3.3 ขั้นตอนการทดสอบหาประสิทธิภาพ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนต่อจากนั้นได้ศึกษาจากการเรียนรู้จาก เครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรลพร้อมด้วยใบปฏิบัติงาน แต่ละหน่วยการเรียน ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน จากนั้นได้นำข้อมูลมาศึกษาค่าทางสถิติดังดังภาพที่1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

3.4 ประชากร (Populations)

คือ นักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ภาคเรียนที่2/2552 จำนวน 55 คน

3.5 กลุ่มตัวอย่าง (Sample Group)

คือ นักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2552โดยการสุ่มอย่างง่ายแบบจับฉลาก จำนวน 30 คน ที่ไม่เคยผ่านการเรียนวิชาเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล

3.6 กลุ่มผู้เกี่ยวข้อง

คือ นักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4ปีการศึกษา 2552 จำนวน 25 คน ที่ผ่านการเรียนวิชาเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล

3.7 สถานที่เก็บข้อมูล

ภาควิชาครุสาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



ภาพที่ 2 การใช้ชุดการเรียนการสอนเรื่องเครื่องยนต์ดีเซลระบบคอมมอนเรล

4.ผลการศึกษา

ผลการประเมินชุดสาธิตเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรลสำหรับผู้เชี่ยวชาญทางด้านแบบทดสอบ

จากการวิเคราะห์แบบประเมินผลคุณภาพของชุดสาธิตเครื่องยนต์ดีเซล สำหรับผู้เชี่ยวชาญทางด้านแบบทดสอบ พบว่าคะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.14 อยู่ในช่วง 3.50-4.49 ซึ่งสรุปได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ดี

ผลการประเมินชุดสาธิตเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรลสำหรับผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ

จากการวิเคราะห์แบบประเมินผลคุณภาพของชุดสาธิตเครื่องยนต์ดีเซลอคมมอนเรล สำหรับผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ พบว่าคะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.43 อยู่ในช่วง 3.50-4.49 ซึ่งสรุปได้ว่าสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

ผลการคำนวณคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียนหน่วยที่ 1 (E1 Module 1) คิดเป็นร้อยละ 82.66 % หน่วยที่ 2 (E1

Module 2) คิดเป็นร้อยละ 85.83 % และหน่วยที่ 3 (E1 Module 3) คิดเป็นร้อยละ 81.00 % ร่วมคะแนนเฉลี่ย (E1) เท่ากับ 83.16 และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E2) คิดเป็นร้อยละ 88.11 % จากผลการคำนวณพบว่าประสิทธิภาพชุดสาธิตเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรลอยู่ในเกณฑ์ 80/80 ตามที่กำหนดไว้

การวิเคราะห์การทดสอบ ผลต่างผลสัมฤทธิ์ จากผลคำนวณและค่าเทียบผลจากตาราง โดยใช้สรุปผลการวิเคราะห์ t-test แบบ t-Distribution ระดับขั้นความเป็นอิสระที่ 29 ได้ค่าวิกฤตของ t ที่ ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ ค่าระดับ 0.01 มีค่าเท่ากับ 2.462 เมื่อพิจารณาระดับนัยสำคัญจะเห็นได้ว่าค่า t ที่คำนวณได้สูงกว่า ค่าวิกฤตของ t ในภาคผนวก จ. ที่ระดับความนัยสำคัญทางสถิติที่ค่าระดับ .01 (33.86 > 2.462)

5.สรุปผลการศึกษา

5.1 ด้านคุณภาพสื่อ

ผลการประเมินคุณภาพของชุดสาธิตเครื่องยนต์สาธิตเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรลจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3คน มีค่าเท่ากับ 4.14 เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานจัดว่าอยู่ในเกณฑ์ดี

5.2 ด้านการออกแบบสื่อ

ผลการประเมินคุณภาพของชุดสาธิตเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรลได้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบจำนวน 3 ท่าน มีค่าเท่ากับ 4.43เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ดี

5.3 ด้านความพึงพอใจ

ผลการประเมินจากความพึงพอใจของชุดสาธิตเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรลได้คะแนนจากกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.03เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ดี

5.4 ด้านประสิทธิภาพทางการเรียน

ประสิทธิภาพชุดสาธิตเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียนอยู่ที่ 83.16 และคะแนนหลังเรียนอยู่ที่ 88.11 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้คือ80/80

5.5 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่า t เท่ากับ 33.86 ซึ่งมากกว่าค่า t ในตารางที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (33.86 > 2.462) ดังนั้นสรุปได้ว่าผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจริง

5.6 ข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาสื่อเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ได้ดีและรวดเร็ว ควรใช้สื่อผสมระหว่างชุดที่วิจัยกับชุดโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถเชื่อมโยงการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ได้ เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถแสดงส่วนประกอบภายในได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะอาจารย์จากภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกลคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีและบริษัทโตโยต้าสาขา ประชาอุทิศ 39 ซึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องยนต์ TOYOTA Hilux Tiger D4D รุ่น 2KD-FTV

6.เอกสารอ้างอิง

[1] ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ,2541,เอกสารประกอบการสอนวิชาการประเมินผลการเรียนการสอน,กรุงเทพมหานคร,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2] นงนุช ภัทราคร,2538,สถิติการศึกษา,กรุงเทพมหานคร,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[3] ชาตรี ศักดิ์ภิรมย์ ,2548, โปรแกรมช่วยสอนเซนเซอร์เครื่องยนต์ดีเซลอิเล็กทรอนิกส์, วิทยานิพนธ์ดภาควิชา ครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[4] ทิว กาสิวุฒิ ,2549, ชุดฝึกแท่นเครื่องยนต์ทดสอบระบบคอมมอนเรล,กรุงเทพมหานคร,วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน

[5] สุวิทย์ วงษ์ยืน, ชุดการเรียนการสอนเรื่องเครื่องยนต์ดีเซลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์,กรุงเทพมหานคร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[6] วิโรจน์ พรรัตนศรีเจริญ,2540, การพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่องระบบควบคุมการทำงานเครื่องยนต์ดีเซลหัวฉีด, วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สาขาเครื่องกล, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา

รหัสบทความ

NCTeched 03 TTC 01-NCTeched 03 TTC 05

ศึกษาแก้ไขปัญหาการก่อสร้างถนนบนชั้นดินอ่อนวงแหวนรอบนอกตอนใต้ (ช่วงพระประแดง - บางขุนเทียน)

The Study of Problem Solving in the Construction of the Southern Section of the Outer Ring Road on Soft Clay Area (Pha Pa Daeng – Bang Khun Tian)

พิชญุตม์ จรัสบำรุงโรจน์

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต 1761 ถ.พัฒนาการ แขวงสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250
โทรศัพท์: +66(2)-321-6930 โทรสาร: +66(2)-321-6930 E-mail: b_pichayut@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้เป็นการศึกษาการแก้ไขปัญหาการก่อสร้างถนนบนชั้นดินอ่อน วงแหวนรอบนอกตอนใต้ (ช่วงพระประแดง – บางขุนเทียน) ซึ่งบริเวณที่ดำเนินการก่อสร้างเป็นพื้นที่ดินอ่อนเป็นส่วนใหญ่ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของพื้นที่ที่ดำเนินการก่อสร้างถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้วิเคราะห์การรับน้ำหนักของถนนบนชั้นดินอ่อน และศึกษาการแก้ไขปัญหาการก่อสร้างถนนบนชั้นดินอ่อน จากการวิจัย พบว่า พื้นที่ที่ดำเนินการก่อสร้างส่วนใหญ่เป็นดินอ่อน มีความลึก 10 – 20 เมตร เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่อยู่ติดชายทะเลมีน้ำท่วมถึงอยู่ตลอดเวลา จึงต้องปรับปรุงคุณภาพพื้นผิวดินที่จะนำมาก่อสร้างให้มีเสถียรภาพคงทนต่อการรับน้ำหนักของยานพาหนะต่างๆ ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและซ่อมบำรุงตลอดอายุการใช้งาน จากการวิจัยการแก้ไขปัญหาการก่อสร้างถนนบนชั้นดินอ่อนนี้ ได้ดำเนินการออกแบบก่อสร้างถนนบนโครงสร้างสะพานตลอดความยาวของถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้เพื่อถ่ายน้ำหนักที่เกิดขึ้นทั้งหมดของถนนลงสู่โครงสร้างสะพานและเสาเข็ม ช่วยทำให้ตัวถนนมีเสถียรภาพในการรับน้ำหนักมากขึ้น ลดปัญหาการทรุดตัวของผิวทางในอนาคต และช่วยประหยัดงบประมาณในการซ่อมบำรุงได้เป็นจำนวนมาก

คำสำคัญ : ก่อสร้างถนน ชั้นดินอ่อน

Abstract

The study was focused on the problem solving of the construction of the southern section of the outer ring road on soft clay area (Pha Pa Daeng – Bang Khun Tian) where the area of the construction appears to be mostly soft. The objective of the study was to study the physical property of such the road construction area, to analyses the workload and problem solving of the soft clay road construction. From the study, it showed that most area of the road construction was soft clay of being 0 – 12 meters deep. Such the area closed to sea shore and being long flooded. The ground surface must be improved to meet the proper stability and workload. More budgets were often to be provided for the maintenance of the constructed road. On the study, the construction design of the structures of bridges along the

road was done to completely support such the section of the road. It was for the workload balancing along the bridge structures and piles to provide the proper stability and prevent the settlement problem of the pavement resulting in reducing maintenance cost on the usage of the constructed road.

Keyword : Construction Road, Soft Clay

1. ความสำคัญของปัญหา

กรุงเทพมหานครเป็นเมืองหลวงของประเทศไทย เป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งในปัจจุบันกำลังประสบปัญหาต่างๆมากมาย อันเนื่องมาจากความเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น เส้นทางการจราจรส่วนใหญ่ตัดผ่านกรุงเทพมหานคร ทำให้ยวดยานต่างๆต้องวิ่งเข้ามาในกรุงเทพมหานครเป็นจำนวนมาก ส่งผลทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัด จึงทำให้หน่วยที่เกี่ยวข้องเร่งศึกษาเส้นทางที่จะสามารถแบ่งเบาการจราจรในเมืองให้ลดน้อยลง โดยได้ศึกษาเส้นทางการจราจรถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้ (ช่วงพระประแดง – บางขุนเทียน)ระยะทาง 12.075 กม. พบว่าพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ปลูกสวนผลไม้ และบ่อเลี้ยงปลา ซึ่งมีสภาพเป็นชั้นดินอ่อนมากไม่สามารถรับน้ำหนักของยวดยานที่ผ่านไปมาได้[4] จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่กรมทางหลวงต้องศึกษาออกแบบถนนบนโครงสร้างสะพาน เพื่อมาใช้แทนถนนแอสฟัลท์คอนกรีต ซึ่งช่วยทำให้การรับน้ำหนักของโครงสร้างและสะพาน ถ่ายลงสู่เสาเข็มได้ดีขึ้น ช่วยลดปัญหาการทรุดตัวของดินคันทาง รองพื้นทางและผิวทางได้เป็นอย่างดี

2. วัตถุประสงค์

1. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของชั้นดินบริเวณที่ดำเนินการก่อสร้างถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้

2.. ศึกษาวิเคราะห์การรับน้ำหนักของชั้นดินบริเวณที่ดำเนินการก่อสร้างถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้

3. ศึกษาการวิธีแก้ไขปัญหาการก่อสร้างถนนบนชั้นดินอ่อนถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้

3. ขอบเขตการวิจัย

เพื่อให้การศึกษาการแก้ไขปัญหาการก่อสร้างถนนบนชั้นดินอ่อนถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้ (ช่วงพระประแดง – บางขุนเทียน) มีความชัดเจน และมองเห็นผลการศึกษาได้อย่างเป็นรูปธรรมจึงได้กำหนดขอบเขตการศึกษาไว้ดังนี้

1. ทำการศึกษาคุณลักษณะของชั้นดินถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้ (ช่วงพระประแดง – บางขุนเทียน) ช่วงกม. 39 + 000 ถึง กม. 45 + 000 โดยการเจาะสำรวจเพื่อศึกษาลักษณะของชั้นดิน จำนวน 10 หลุม

2. วิเคราะห์ถึงการรับน้ำหนักของชั้นดินแต่ละชั้นของถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้ (ช่วงพระประแดง – บางขุนเทียน) ช่วง กม. 39 + 000 ถึง กม. 45 + 000 โดยเปรียบเทียบกับผลการเจาะสำรวจชั้นดินและคุณลักษณะทางกายภาพของดินบริเวณสถานที่ก่อสร้าง

3. ศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับวิธีการก่อสร้างถนนบนชั้นดินอ่อนถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้ (ช่วงพระประแดง – บางขุนเทียน) ช่วง กม. 39 + 000 ถึง ก.ม. 45 + 000 และแนวทางการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ

4. วิธีดำเนินการ

การศึกษาการแก้ไขปัญหาการก่อสร้างถนนบนชั้นดินอ่อนถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้ (ช่วงพระประแดง – บางขุนเทียน) มีขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย

1. กำหนดความสำคัญและปัญหาที่ต้องการศึกษา วัตถุประสงค์ขอบเขตการศึกษาสมมติฐาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ออกแบบประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย โดยการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนมีความสัมพันธ์กัน เพื่อให้องค์ประกอบของการวิจัยเป็นไปด้วยความถูกต้อง และสามารถตอบปัญหาการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

5. วิเคราะห์ข้อมูล

6. สรุปผล
7. จัดทำเอกสารงานวิจัยฉบับสมบูรณ์



ภาพที่ 1 แผนที่ตั้งโครงการ

5. ผลการศึกษา

การศึกษาการแก้ไขปัญหาการก่อสร้างถนนบนชั้นดินอ่อน ถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้ (ช่วงพระประแดง – บางขุนเทียน) สามารถอธิบายผลการศึกษาได้ดังนี้

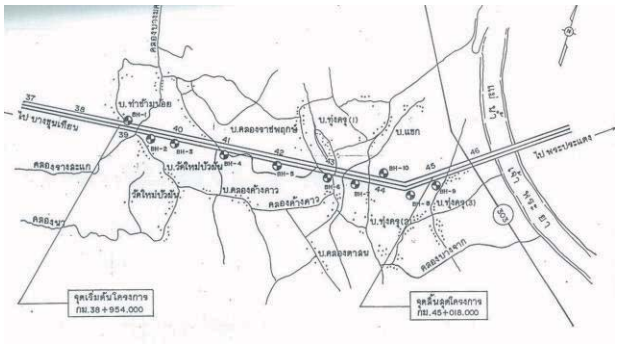
5.1 คุณสมบัติทางกายภาพของชั้นดินบริเวณสถานที่ก่อสร้างถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้

สามารถแยกได้ดังนี้

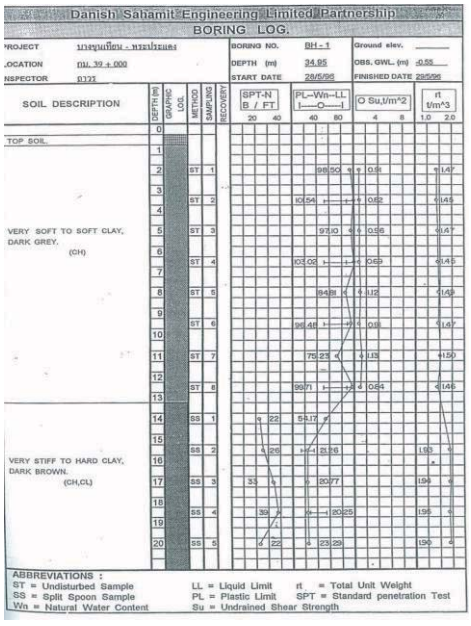
5.1.1 สภาพของชั้นดิน ที่ความลึก 0 – 12 เมตร โครงสร้างของชั้นดินมีลักษณะเป็นดินเหนียวอ่อน ไม่มีความเชื่อมแน่น สีเทาดำ มีน้ำผสมรวมอยู่ในมวลรวมดินเป็นจำนวนมาก ซึ่งไม่สามารถรับกำลังอัด หรือน้ำหนักบรรทุกได้

5.1.2 สภาพของชั้นดิน ที่ความลึก 12 – 21 เมตร โครงสร้างของชั้นดินมีลักษณะเป็นดินเหนียวปานกลางถึงดินเหนียวแข็ง มีความเชื่อมแน่น สีเทาอ่อน มีน้ำผสมรวมอยู่ในมวลรวมดินบางส่วน ดินอยู่ในลักษณะอิ่มตัว ซึ่งสามารถรับกำลังอัด หรือน้ำหนักบรรทุกได้มากกว่าดอนเหนียวอ่อน

5.1.3 สภาพของชั้นดิน ที่ความลึก 21 – 33 เมตร โครงสร้างของชั้นดินมีลักษณะเป็นดินเหนียวปนทรายถึงดินทราย มีความเชื่อมแน่นระหว่างมวลรวม มีสีเทาอ่อนปนเหลือง มีน้ำผสมรวมอยู่ในมวลรวมดินน้อยมาก ซึ่งดินลักษณะดังกล่าวสามารถรับกำลังอัด หรือน้ำหนักบรรทุกได้ดีเหมาะแก่การรับน้ำหนักของโครงสร้างขนาดใหญ่ที่ต้องการความมั่นคงแข็งแรงของสิ่งก่อสร้าง



ภาพที่ 2 แสดงตำแหน่งการเจาะสำรวจชั้นดิน



ภาพที่ 3 ผลการเจาะสำรวจชั้นดิน

5.2 วิเคราะห์การรับน้ำหนักของชั้นดินอ่อน

จากการเจาะสำรวจชั้นดินบนสถานที่ก่อสร้างถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้ (ช่วงพระประแดง – บางขุนเทียน) จำนวน 10 หลุม นำผลที่ได้จากการสำรวจมาวิเคราะห์ถึงความสามารถในการรับน้ำหนักของชั้นดินทุกๆช่วง ที่มีการเจาะสำรวจเพื่อให้ทราบถึงผลการวิเคราะห์อย่างละเอียด สามารถแยกได้ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดการเจาะสำรวจและการรับน้ำหนักของชั้นดิน

หลุม	ความลึก (เมตร)	ขนาดเสาเข็ม (เมตร×เมตร)	น้ำหนักปลอดภัย (ตัน/ตัน)
BH 1	25	0.40 × 0.40	105
BH 2	25	0.40 × 0.40	111
BH 3	29	0.40 × 0.40	97
BH 4	29	0.40 × 0.40	137
BH 5	28	0.40 × 0.40	118
BH 6	27	0.40 × 0.40	106
BH 7	26	0.40 × 0.40	119
BH 8	26	0.40 × 0.40	122
BH 9	26	0.40 × 0.40	122
BH 10	26	0.40 × 0.40	123

จากตารางที่ 1 พบว่า การเจาะสำรวจชั้นดิน บริเวณสถานที่ก่อสร้างถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้ (ช่วงพระประแดง – บางขุนเทียน) จำนวน 10 หลุม คือ หลุมเจาะ BH 1 – BH 10 ความลึกของหลุมเจาะระหว่าง 25-29 เมตร และรับน้ำหนักปลอดภัยได้เท่ากับ 97 – 137 ตัน ตามลำดับ

5.3 การแก้ไขปัญหาการก่อสร้างถนนชั้นดินอ่อน

จากการศึกษาการแก้ไขปัญหาการก่อสร้างถนนบนชั้นดินอ่อนถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้ (ช่วงพระประแดง – บางขุนเทียน) ได้ศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ ที่มีการก่อสร้างถนน ในช่วงก่อนเริ่มโครงการ ซึ่งสามารถแยกรายละเอียดได้ดังนี้

5.3.1 ปัญหาทางกายภาพของดิน

สภาพของพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวอ่อนถึงอ่อนมาก ตั้งแต่ช่วง กม. 39+000 ถึง 45+000 พื้นที่ ที่ถนนตัดผ่านส่วนใหญ่เป็นสวนส้ม และบ่อเลี้ยงปลา ซึ่งสภาพโดยรวมของพื้นที่มีน้ำท่วมขังตลอดทั้งปี จึงให้สภาพของดินมีลักษณะเป็นโคลนอุ้มน้ำ

5.3.2 ปัญหาเกี่ยวกับการรับน้ำหนักของชั้นดิน

จากการเจาะสำรวจชั้นดิน พบว่า ชั้นดินบริเวณพื้นที่ ที่สำรวจ ช่วง กม.39+000 ถึง 45+000 ที่ระดับความลึก 0 – 12 เมตร โครงสร้างของดินมีลักษณะเป็นดินตะกอนผสมกับดินเหนียว ซึ่งมีสภาพไม่เหมาะสมกับการก่อสร้างถนนบนรองพื้นทางที่เป็นดิน ช่วงเส้นทางพระประแดง – บางขุนเทียน

5.4 แนวทางการแก้ไขปัญหา

จากการศึกษาและเจาะสำรวจชั้นดินบริเวณสถานที่ ที่จะก่อสร้างถนนนั้น จึงได้นำข้อมูลต่าง ๆ มาทำการออกแบบถนนให้อยู่บนโครงสร้างสะพาน บริเวณที่เป็นดินอ่อนถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้ (ช่วงพระประแดง – บางขุนเทียน) กม. 39+000 ถึง 45+000 เพื่อแก้ไขปัญหาการทรุดตัวของดินคันทาง รองพื้นทาง และผิวทาง ให้มีเสถียรภาพในการรับน้ำหนักของยวดยานที่สัญจรผ่านไปมาลอดเวลา



ภาพที่ 4 โครงสร้างสะพาน

6. สรุปผล

จากการศึกษาการแก้ไขปัญหาการก่อสร้างถนนบนชั้นดินอ่อน ถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้ (ช่วงพระประแดง – บางขุนเทียน) สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. คุณสมบัติทางกายภาพของชั้นดิน บริเวณสถานที่ที่ก่อสร้างถนนวงแหวนรอบนอกตอนใต้ (ช่วงพระประแดง – บางขุนเทียน) ความลึก 0 – 12 เมตร ดินมีโครงสร้างลักษณะเป็นดินเหนียวอ่อนถึงอ่อนมาก ความลึก 12 – 21 เมตร ดินมีโครงสร้างลักษณะเป็นดินเหนียวปานกลางถึงแข็ง และความลึก 21 – 33 เมตร ดินมีโครงสร้างลักษณะเป็นดินเหนียวปานทรายถึงดินทราย

2. การรับน้ำหนักของชั้นดิน ช่วง กม. 39 + 000 ถึง กม. 45 + 000 โดยทำการเจาะสำรวจชั้นดิน และวิเคราะห์การรับน้ำหนักของชั้นดิน หลุมเจาะ BH 1 – BH 10 ความลึกของ

หลุมเจาะระหว่าง 25-29 เมตร และรับน้ำหนักปลอดภัยได้เท่ากับ 97 – 137 ตัน ตามลำดับ

3. ปัญหาการก่อสร้างถนนบนชั้นดินอ่อนที่พบอยู่ก็คือ สภาพพื้นดินบริเวณที่ก่อสร้างถนนเป็น ชาวบ้านส่วนใหญ่ที่อาศัยในบริเวณดังกล่าวประกอบอาชีพเกษตรกรรม พื้นที่โดยรอบมีน้ำท่วมขังตลอดทั้งปี ลักษณะของดินที่ได้จากการเจาะสำรวจชั้นดิน ความลึก 0 – 12 เมตร เป็นดินเหนียวอ่อนถึงอ่อนมาก จึงมีสภาพไม่เหมาะสมกับการก่อสร้างถนนบนดินพื้นทาง แนวทางการแก้ไข โดยการออกแบบถนนไว้บนโครงสร้างสะพาน เพื่อแก้ไขปัญหาการทรุดตัวของดินคันทาง รองพื้นทาง และผิวทาง ช่วยลดค่าใช่จ่ายในการซ่อมบำรุง และลดอุบัติเหตุจากการจราจร ทำให้รัฐบาลประหยัดงบประมาณในการบริหารราชการแผ่นดินได้เป็นจำนวนมาก

7. บรรณานุกรม

[1] กัญญา ทองฉิม, “วิศวกรรมทาง 1” กรุงเทพฯ คณะวิชาโยธา วิทยาเขตอุเทนถวาย หน้า 2 – 26, 2537.

[2] จิรพัฒน์ โชติกไกร, “การออกแบบทาง” กรุงเทพฯ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์ หน้า 73 – 89, 2549.

[3] ……. , “วิศวกรรมการทาง” กรุงเทพฯ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์ หน้า 198 – 269, 2543.

[4] มณเฑียร กังศศิเทียม, “กลศาสตร์ของดินด้านวิศวกรรม” กรุงเทพฯ พิมพ์โดยสมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทานในพระบรมราชูปถัมภ์, 2539.

[5] Chellis , R.D., “Pile Foundations” Mc Graw Hill Inc., New York, 1961.

[6] Fred L. Mannering Walter P. Kilareski, “Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis” John Wiley & Sons, New York. P. 87 – 120, 1990.

[7] Lambe, T.W. and Whitman, R.V, “Soil Mechanics” John Wiley & Sons, New York, 1996.

[8] Leonards, G.A, “Foundation Engineering” Mc Graw Hill Inc., New York, 1962.

[9] Paul H. Wright, “Highway Engineering” : John Wiley & Sons, New York, 1

การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูป กับระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่

The Comparative Analysis of the Costs of the Builds of Prefabrication and Molding Systems

พิชญุตม์ จรัสบำรุงโรจน์

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต 1761 ถ.พัฒนาการ แขวงสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250
โทรศัพท์: +66(2)-321-6930 โทรสาร: +66(2)-321-6930 E-mail: b_pichayut@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูป กับระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาวิธีการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูป และระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่ 2) ศึกษาต้นทุน ระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูป และระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่ 3) การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูป และระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่ 4) ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูปและระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่ จากการศึกษา พบว่า การก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปมีขั้นตอนการดำเนินงานที่เป็นระบบ ใช้บุคลากรน้อย ลดระยะเวลาในการดำเนินงาน ต้นทุนค่าก่อสร้างต่ำลงเมื่อมีปริมาณการก่อสร้างมากขึ้น และการก่อสร้างอาคารทุกหลังมีคุณภาพเหมือนกัน การก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูป และเสาคานสำเร็จรูป มีต้นทุนสูงกว่าการก่อสร้างด้วยระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่เท่ากับ 302.58 เปอร์เซ็นต์ และ 79.70 เปอร์เซ็นต์ ใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานเท่ากับ 62.50 เปอร์เซ็นต์ และ 37.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปคือ รอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความคลาดเคลื่อน มีการรั่วซึมของน้ำบริเวณรอยต่อ ขาดบุคลากรที่มีความชำนาญในการติดตั้ง คุณภาพงานไม่เท่ากัน ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างนาน และมีวัสดุสูญเสียจำนวนมาก ดังนั้นการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังสำเร็จรูป จึงมีความเหมาะสมกับการก่อสร้างอาคารที่มีจำนวนมาก และรูปแบบที่เหมือนๆ กัน

Abstract

The study of the comparative analysis of the costs of the build of prefabrication system and molding system were 1) to study the method of prefabrication system and molding system 2) to study the costs and construction times of such the two systems 3) to comparatively analysis the costs on such the two building systems and 4) to study the problems on such the two systems.From the study, it showed that the prefabrication system provided systematic procedures, used less workforces, consumed shorter construction times and lower costs at the higher mass construction, additionally, it could provide unique quality. The constructions with the wall bearing system and with the prefabrication system would

be 444 percents and 109 percents more expensive than that of the molding system, and the construction times would be 66.6 percents and 16.6 percents longer, respectively. The problems on the prefabrication system would be the error and leakage at the joints of each construction parts, being short of professional installation engineers, less identical quality of building, taking longer time, and producing of more waste products. It could show that the build of prefabrication system could be suitable for mass identical build.

Keyword : Costs, Prefabrication System , Molding System

1. ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันงานก่อสร้างได้ขยายตัวเพิ่มมากขึ้น ผู้ประกอบการได้มีการค้นคว้าและพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ในงานก่อสร้างตลอดมาจนถึงปัจจุบัน เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพงานก่อสร้างให้ดียิ่งขึ้น ลดขั้นตอนการดำเนินงานที่ไม่จำเป็นลง ควบคุมต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้างให้เป็นไปตามแผนงาน แต่ในการปฏิบัติงานจริงยังไม่สามารถควบคุมต้นทุนและระยะเวลาในการดำเนินงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากวัสดุที่นำมาใช้มีความหลากหลาย ช่างขาดความชำนาญงาน การกองเก็บวัสดุไม่เป็นระเบียบ ระยะเวลาในการก่อสร้างน้อยและมีอุปสรรคระหว่างการก่อสร้าง[4] จากปัญหาที่เกิดขึ้นผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูปกับระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่ โดยมีจุดประสงค์ คือ 1) ศึกษาเทคนิคและวิธีการก่อสร้าง 2) ศึกษาต้นทุนและระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง 3) วิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนของการก่อสร้าง 4) ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูปและระบบเสาคานสำเร็จรูป เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกวิธีการก่อสร้างได้ถูกต้องและเหมาะสมกับงานก่อสร้างในปัจจุบันช่วยให้การดำเนินงานมีความเหมาะกับสภาพเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไปและคุ้มค่ากับการลงทุนในอนาคต[3]

2. ขอบเขตการศึกษา

การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูปกับระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่ โดยทำการศึกษาโครงการหมู่บ้านจัดสรรที่อยู่บริเวณเขตสวนหลวงและพระราม 2 ซึ่งเป็นโครงการที่ก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น พื้นที่ใช้สอยใกล้เคียงกัน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

2.1 ศึกษาเทคนิคและวิธีการก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูปและเสาคานสำเร็จรูปอาคารพักอาศัย 2 ชั้น เริ่มตั้งแต่งานสำรวจ ปักผัง จนถึงขั้นตอนการก่อสร้างแล้วเสร็จ

หมายเหตุ เสาคานใช้ระบบสำเร็จรูป ส่วนงานสถาปัตยกรรมใช้การก่อสร้างแบบก่อสร้างในที่

2.2 ศึกษาต้นทุนและระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง เก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนและระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างทั้ง 2 ระบบ ซึ่งต้นทุนค่าก่อสร้างประกอบด้วย วัสดุ ค่าแรงงาน และเครื่องจักรกล ส่วนระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง เริ่มตั้งแต่การเตรียมงาน กระบวนการทำงาน จนถึงการส่งมอบงานให้กับเจ้าของงาน

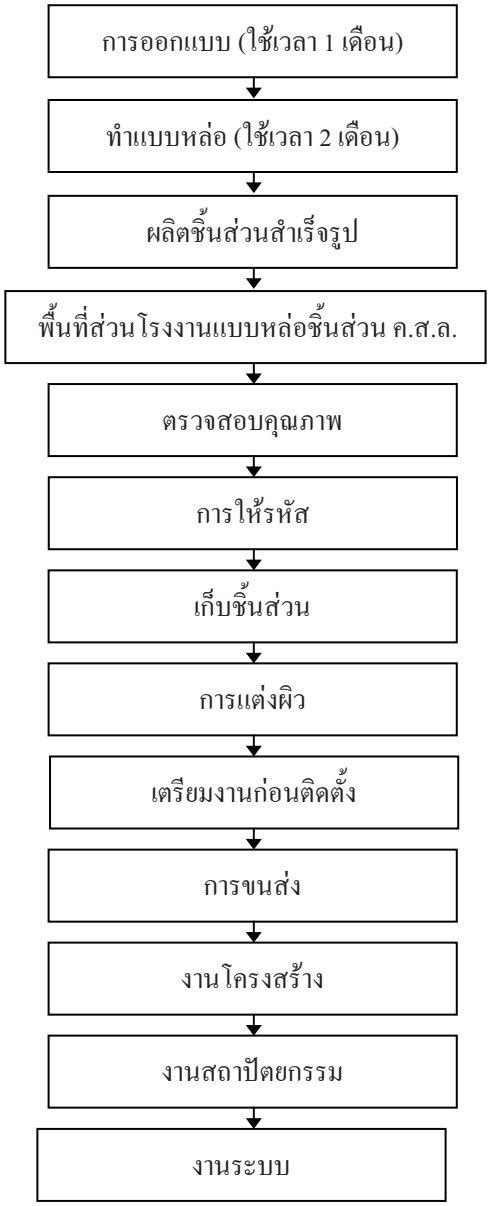
2.3 เปรียบเทียบต้นทุน ใช้ในการดำเนินงานได้แก่ การเตรียมงาน การจัดหาวัสดุ การประกอบติดตั้ง และการส่งมอบงาน รวมถึงการหาต้นทุนของการลงทุนด้วยวิธีก่อสร้างแบบต่างๆเพื่อให้ทราบถึงต้นทุนที่แท้จริง และจำนวนของอาคารที่เหมาะสมที่จะนำระบบต่างๆมาใช้งาน

2.4 ศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับวิธีการก่อสร้างแบบต่างๆ ตั้งแต่เริ่มดำเนินงานก่อสร้างที่มีผลต่อต้นทุน และระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร

3. ผลการศึกษา

การวิเคราะห์เปรียบเทียบจุดคุ้มทุนการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูปกับระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่ มีวิธีการดำเนินการที่จะช่วยให้งานก่อสร้างดำเนินการไปสู่จุดมุ่งหมายตามที่กำหนดไว้ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังสำเร็จรูป

ระยะเวลาในการก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูป ใช้ระยะเวลาก่อสร้าง 45 วัน ระบบเสาคานสำเร็จรูปใช้ระยะเวลาก่อสร้าง 75 วัน และระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่ใช้ระยะเวลาก่อสร้าง 120 วัน



ภาพที่ 2 แบบหล่อระบบผนังสำเร็จรูป



ภาพที่ 3 การหล่อผนังสำเร็จรูป



ภาพที่ 4 การกองเก็บผนังสำเร็จรูป

3.2 ต้นทุนที่ใช้ในการก่อสร้าง

ตารางที่ 1 ต้นทุนการก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น

รายการ	ต้นทุนค่าก่อสร้าง(บาท/ยูนิต)		
	ระบบผนังสำเร็จรูป	ระบบเสาคานสำเร็จรูป	ระบบหล่อในที่
ค่าเขียนแบบ	1,000,000	400,000	200,000
งานปรับสถานที่	265,470	265,470	-
งานหล่อแบบ	2,834,262	705,000	206,199
อุปกรณ์	120,000	20,000	20,000
ค่าเช่าเครื่องจักร	131,000	84,000	40,000
งานโครงสร้าง	446,977	315,107	296,880
งานสถาปัตย์	333,562	465,082	465,082
งานระบบไฟฟ้า ประปา	53,804	59,786	59,786
รวม	5,185,075	2,314,445	1,287,947
ค่าดำเนินการ	518,507	231,445	128,947
ภาษี	399,250	178,212	99,171
รวมทั้งสิ้น	6,102,833	2,724,101	1,515,913

หมายเหตุ :

1. แบบเหล็กที่ใช้กับระบบสำเร็จรูป (คิดครั้งเดียว)
2. ไม้แบบคิด 1 ชุด ใช้ได้ 3 ครั้ง
3. ค่าออกแบบ และเขียนแบบ ใช้สำหรับปรับแบบให้เหมาะสมกับการทำงาน

จากตารางที่ 1 พบว่า ต้นทุนค่าก่อสร้างอาคาร ระบบผนังสำเร็จรูปเท่ากับ 6,102,830 บาทต่อยูนิต ระบบเสาคานสำเร็จรูปเท่ากับ 2,724,101 บาทต่อยูนิต และระบบหล่อในที่เท่ากับ 1,515,913 บาทต่อยูนิต

3.3 เปรียบเทียบต้นทุนในการก่อสร้าง

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบต้นทุนแรงงานการก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จ ระบบเสาคานสำเร็จรูปและระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่

แผนกำลังแรงงานของผู้รับจ้างรวมทั้งโครงการ	ระบบผนังสำเร็จรูป		ระบบเสาคานสำเร็จรูป		ระบบหล่อในที่	
	คน/วัน	บาท	คน/วัน	บาท	คน/วัน	บาท
ผู้จัดการโครงการ	1	1,600	1	1,500	1	1,500
วิศวกร + สถาปนิก	2	1,200	2	1,100	2	1,100
บัญชี + จัดซื้อ	1	400	1	350	1	350
คนงานสโตร์	1	200	1	200	1	200
คนคุมงาน ตรวจสอบคุณภาพ	1	500	1	500	1	500
คนงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป/ช่างฝีมือ	15	4,500	8	2,400	1	1,500
คนงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป	5	1,500	5	1,500	-	-
กรรมกร	3	450	6	900	6	900
คนขับเครน	1	500	1	500	1	500
คนขับรถ	1	400	1	400	1	400
รวม	31	11,250	27	9,350	22	6,950

จากตารางที่ 2 พบว่า ต้นทุนแรงงาน การก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูปเท่ากับ 11,250 บาทต่อวัน ระบบเสาคานสำเร็จรูป เท่ากับ 9,350 บาทต่อวัน และระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่เท่ากับ 6,950 บาทต่อวัน



ภาพที่ 5 การติดตั้งระบบเสาคานสำเร็จรูป



ภาพที่ 6 การต่อเชื่อมโครงสร้างเสาคานสำเร็จรูป

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบต้นทุนค่าเช่าเครื่องจักรกลที่ใช้ในระบบก่อสร้าง

เครื่องจักรที่ใช้ในโครงการ	ระบบผนังสำเร็จรูป		ระบบเสาคานสำเร็จรูป		ระบบหล่อในที่	
	วัน	บาท	วัน	บาท	วัน	บาท
รถเครน (เทลอนกรีต,ยกแผ่น, ประกอบ)	8	80,000	5	50,000	4	40,000
รถเทรนเลอร์ (ขนย้ายแผ่น)	6	51,000	4	34,000	-	
รวม		131,000		84,000		40,000

จากตารางที่ 3 พบว่า ต้นทุนค่าเช่าเครื่องจักรที่ใช้กับงานก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูปเท่ากับ 131,000 บาทต่อหลัง ระบบเสาคานสำเร็จรูปเท่ากับ 84,000 บาท และระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่เท่ากับ 40,000 บาท

3.4 วิเคราะห์ต้นทุน

ต้นทุนการก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูป ระบบเสาคานสำเร็จรูป และระบบหล่อในที่จะมีต้นทุนแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงต้นทุนการก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูป , การก่อสร้างด้วยระบบเสาคานสำเร็จรูป และการก่อสร้างด้วยระบบหล่อในที่

จำนวนยูนิต	การก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูป		การก่อสร้างด้วยระบบเสาคานสำเร็จรูป		การก่อสร้างด้วยระบบหล่อในที่	
	ต้นทุน	ต้นทุนรวม	ต้นทุน	ต้นทุนรวม	ต้นทุน	ต้นทุนรวม
1	6,115,780	6,115,780	2,727,044	2,727,044	1,515,913	1,515,913
2	1,136,208	7,251,988	1,111,058	3,838,102	1,118,716	2,634,629
3	1,136,208	8,388,196	1,111,058	4,949,160	1,118,716	3,753,345
160	1,136,208	186,772,852	1,111,058	179,385,266	1,118,716	179,391,757

จากตารางที่ 4 พบว่า ต้นทุนการก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูป จำนวน 160 ยูนิต เท่ากับ 186,772,852 บาท ระบบเสาคานสำเร็จรูปเท่ากับ 179,385,266 บาท และ ระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่เท่ากับ 179,391,757 บาท ต้นทุนค่าก่อสร้างด้วยระบบเสาคานสำเร็จรูปเท่ากับระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่ เมื่อมีการก่อสร้างจำนวน 160 ยูนิต ต้นทุนค่า

ก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูปมีค่าสูงกว่าระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่ เนื่องจากต้นทุนค่าก่อสร้างหลังแรกและต้นทุนค่าก่อสร้างในหลังถัดมีค่าสูงกว่าระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่ แต่ในการดำเนินงานจริงจะต้องนำค่าใช้จ่ายอื่นๆมาคิดรวมเข้าไปด้วย เช่น ดอกเบี้ย เงินกู้ วัสดุอุปกรณ์สิ้นเปลือง จำนวนบุคลากร และระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานก่อสร้าง ดังนั้นการเปรียบเทียบต้นทุนจึงบอกถึงต้นทุนที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงและระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารส่วนอัตราดอกเบี้ยเงินกู้จะขึ้นอยู่กับธนาคารและความสามารถในการชำระหนี้ของผู้กู้เป็นหลัก

3.5 ปัญหาในงานก่อสร้าง

งานก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูประบบเสาคานสำเร็จรูป ระบบแบบหล่อในที่พบปัญหาหลายรูปแบบที่เกิดขึ้นดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปัญหาและอุปสรรคในงานก่อสร้าง

ปัญหาของการก่อสร้าง	การก่อสร้างอาคารด้วย		
	ระบบเสาคานสำเร็จรูป	ระบบเสาคานสำเร็จรูป	ระบบหล่อในที่
ขั้นตอนการก่อสร้าง	มีขั้นตอนการดำเนินงานไม่ยุ่งยาก ใช้ทีมงานชุดเดียว	มีขั้นตอนการดำเนินงานไม่ยุ่งยากซับซ้อนเฉพาะบางเรื่อง ใช้ทีมงานหลายชุด	มีขั้นตอนการดำ เนินงานยุ่งยากซับซ้อน ใช้ทีมงานหลายชุด
ระยะเวลาการก่อสร้าง	ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างน้อยที่สุด	ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างน้อย	ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างมากที่สุด
ต้นทุนค่าก่อสร้าง	ต้นทุนค่าก่อสร้างช่วงเริ่มต้นสูงที่สุดหลังถัดไปลดต่ำลง	ต้นทุนค่าก่อสร้างช่วงเริ่มต้นสูงหลังถัดไปลดต่ำลง	ต้นทุนค่าก่อสร้างช่วงเริ่มต้นต่ำหลังถัดไปลดต่ำลง
คุณภาพในงานก่อสร้าง	การควบคุมคุณภาพสามารถดำเนินการจากโรงงานทั้งหมดงานมีคุณภาพเท่ากันทุกหลัง	การควบคุมคุณภาพสามารถดำเนินการได้จากโรงงานและหน่วยงานมีคุณภาพไม่เท่ากันทุกหลัง	การควบคุมคุณภาพดำเนินการที่หน่วยงานอย่างเดียว งานมีคุณภาพไม่เท่ากันทุกหลัง
บุคลากร	ใช้บุคลากรที่มีความชำนาญเฉพาะด้านจำนวนมาก	ใช้บุคลากรที่มีความชำนาญเฉพาะด้านและบุคลากรทั่วไป	ใช้บุคลากรที่มีความชำนาญเฉพาะด้านและบุคลากรทั่วไป
วัสดุสูญเสีย	มีวัสดุสูญเสียน้อย	มีวัสดุสูญเสียจำนวนมาก	มีวัสดุสูญเสียจำนวนมาก
การส่งมอบงานก่อสร้าง	ส่งมอบงานได้ตามกำหดเวลา	งานและส่งมอบงานได้ตามกำหนดเวลา	ส่งมอบงานได้ช้ากว่ากำหนดเวลา

จากตารางที่ 5 พบว่า การก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูปช่วยลดขั้นตอนการดำเนินงาน ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างน้อย ต้นทุนค่าก่อสร้างคงที่ งานก่อสร้างมีคุณภาพเท่ากันทุกหลัง ใช้บุคลากรจำนวนน้อย วัสดุสูญเสียต่ำ การส่งมอบงานได้ตรงเวลา ส่วนการก่อสร้างด้วยระบบเสาคานสำเร็จรูปและระบบหล่อในที่ พบปัญหาในขั้นตอนต่างๆ จึงส่งผลให้การดำเนินงานก่อสร้างหยุด ล่าช้า และมีปัญหาอื่นๆตามมาอีกมากมาย

4. สรุปผล

การศึกษาการก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูประบบเสาคานสำเร็จรูปและระบบหล่อในที่ โดยมาเปรียบเทียบเรื่องเทคนิค ระยะเวลา ต้นทุน และปัญหาที่เกิดขึ้นกับงานก่อสร้างดัง มีรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 เทคนิคการก่อสร้าง

การก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูป มีการแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็นหมวดหมู่ชัดเจน โดยมีการกำหนดขั้นตอนการเตรียมงาน การจัดเตรียมแบบหล่อ การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปอาทิ คานคอดิน พื้น ผนัง และบันได การขนส่งและติดตั้งระบบชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปที่ติดตั้งในลำดับสุดท้ายขึ้นรถก่อน ส่วนชิ้นส่วนที่ติดตั้งในลำดับต้นจะยกขึ้นรถภายหลัง ส่วนการก่อสร้างด้วยเสาคานสำเร็จรูปและกำหนด

ขั้นตอนชัดเจน แต่เนื่องจากการหล่อเสาคานสำเร็จรูปย่อมมีค่าความคลาดเคลื่อนได้บางส่วน วิธีการก่อสร้างจะมีการกำหนดวิธีการตั้งแต่เริ่มการผลิตแต่ละขั้นตอนไม่ยุ่งยาก มีขั้นตอนการก่อสร้างไม่ซับซ้อนและสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ง่ายกว่าก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูป การก่อสร้างด้วยระบบหล่อในที่ กำหนดขั้นตอนชัดเจน แต่ในเวลาปฏิบัติงานจริงจะเกิดความคลาดเคลื่อนตลอดเวลา สามารถปรับปรุงแก้ไขได้ง่ายกว่าการก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูปและระบบเสาคานสำเร็จรูป

4.2 ต้นทุนค่าก่อสร้าง

การก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูป จะมีต้นทุนสูงกว่าการก่อสร้างด้วยระบบหล่อในที่ เนื่องจากการก่อสร้างต้องใช้ต้นทุน ค่าแบบหล่อคอนกรีต เครื่องจักรกล และกรรมวิธีการผลิตมีมาตรฐาน ชิ้นงานต้องสะอาด และมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

4.3 ระยะเวลาการก่อสร้าง

การก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูปจะผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปในโรงงาน จึงทำให้ระยะเวลาในการก่อสร้างลดลง ระบบผนังสำเร็จรูปมีข้อดี คือ ลดขั้นตอนการทำงานสถาปัตยกรรมลง วัสดุสูญเสียน้อย การควบคุมคุณภาพงานก่อสร้างทำได้ง่ายขึ้นและต้นทุนค่าก่อสร้างคงที่ ส่งผลให้การดำเนินงานมีความสะดวกและรวดเร็ว

4.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุน

การก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูปมีต้นทุนสูงกว่าระบบหล่อในที่ เนื่องจากระบบผนังสำเร็จรูป มีต้นทุนการก่อสร้างเริ่มต้นและต้นทุนการก่อสร้างในหลังถัดไปสูง การก่อสร้างด้วยระบบเสาคานสำเร็จรูปมีต้นทุนเท่ากันกับการก่อสร้างด้วยระบบหล่อในที่ เมื่อก่อสร้างอาคาร จำนวน 160 ยูนิต การก่อสร้างด้วยระบบเสาคานสำเร็จรูปมีต้นทุนการก่อสร้างเริ่มต้นสูง และต้นทุนการก่อสร้างในหลังถัดไปต่ำ แสดงให้เห็นว่าต้นทุนการก่อสร้างจะผันแปรไปตามจำนวนอาคารที่เพิ่มขึ้น

4.5 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้าง

จากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นกับการก่อสร้างระบบต่างๆ สรุปได้ว่าการก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูปพบปัญหาการก่อสร้างที่เกี่ยวกับขั้นตอนระยะเวลา ต้นทุน คุณภาพ บุคลากร วัสดุสูญเสีย และการส่งมอบงานน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่าการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังสำเร็จรูปสามารถที่ช่วยแก้ปัญหาเรื่องคุณภาพงาน ระยะเวลา ต้นทุน บุคลากร และวัสดุสูญเสียได้อย่างลงตัวมากที่สุด

5. บรรณานุกรม

[1] พนม ภัยหน่าย, “การบริหารงานก่อสร้าง”. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2537.

[2] พนม ภัยหน่าย และ ศิริศักดิ์ ปโยธรศิริ, “เครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง”. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2542.

[3] วันชัย ริจวนิช และ ชอุ่ม พลอยมีค่า, “เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม”. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

[4] วิสูตร จิระดำเกิง, “การบริหารงานก่อสร้าง”, กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ที่วรรณกวี, 2548.

[5] Chris W., “Project Management”, 3rd ed. OxFord : Blackwell Publishing , 2002.

[6] Daniel W., “Construction Management”, 3rd ed. New York : John wiley &Sons,2006.

[7] James A., “Applied Cost and Schedule Control”, New York : Marcel Dekker, 1982.

[8] Ted K., “Project Management”, New York : John wiley &Sons, 2004.

[9] Oberlender, Garold. D., “Project Management for Engineering and Construction”, McGraw – Hill, Singapore, 1993.

[10] Pilcher,Ray, “Principle of Construction Management”, 2nd Edition, McGraw – Hil l, USA, 1976.

แรงแบกทานของฐานรากบนชั้นดินเหนียวปรับปรุงคุณภาพด้วยซีเมนต์
Bearing Capacity of Shallow Foundation on Soil-Cement Base.

สายใจ โกมลวาทิน [1] หนึ่งฤทัย สุขสภา[1] สุการโน เหลาะเหม [1] และ ทวีชัย กาฬสินธุ์[2]

นักศึกษาปริญญาตรี [1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์[2] ภาควิชาครุศาสตร์โยธา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Corresponding email: t_kalasin@yahoo.co.uk

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์และจำลองพฤติกรรมฐานรากตื้นบนชั้นดินเหนียวปรับปรุงคุณภาพด้วยซีเมนต์ โดยทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ 2 มิติ และทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ บนพื้นฐานของกฎการย่อสัดส่วน (1g) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของความหนาที่ถูกปรับปรุงคุณภาพด้วยซีเมนต์และการเคลื่อนตัวทางแนวดิ่งของฐานรากเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกภายนอก โดยการเตรียมตัวอย่างจำลองดินเหนียวอ่อนด้านล่าง เลือกใช้ส่วนผสมของ กลีเซอรีนร้อยละ 40 บดอัดโดยวิธีมาตรฐาน ส่วนเตรียมชั้นดินที่ถูกปรับปรุง จะนำดินเหนียวผสมกับปูนซีเมนต์ร้อยละ 10 กับปริมาณน้ำร้อยละ 20 บดอัดโดยวิธีมาตรฐาน จากผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการบนพื้นฐานกฎของการย่อส่วน (1g) พบว่าความหนาของชั้นดินเหนียวปรับปรุงมีผลต่อกำลังรับแรงอัดมากขึ้นร้อยละ 209.58 ต่อความหนา 1 เมตร และจากการวิเคราะห์โดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์พบว่าความหนาของชั้นดินที่ปรับปรุงควรน้อยกว่า เส้นผ่านศูนย์กลางของฐานราก และความยาวของชั้นดินเหนียวซีเมนต์ไม่ควรเกิน สองเท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของฐานราก

คำสำคัญ: การปรับปรุงคุณภาพดิน ดินซีเมนต์ วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ 2 มิติ

Abstract

This research was to analyze and model the behavior shallow foundation on clay layer improved by cement by using both the finite element method and the physical testing based on scaling law (1g). The object of this project was to investigate the relationship of the thickness of soil-cement layer and the vertical displacement of the foundation caused by the external loads. The preparation of soft clay bed was selected glycerline 40% compacting by standard proctor test. The soil cement layer was modeled by the clay mixed with cement powder 10% and water content 20% compacting the standard proctor criteria. In the part of physical modeling based on scaling law (1g), it was found that the thickness of soil-cement layer caused the increase of the compressive strength capacity about 209.58 % per meter of soil-cement thickness. As the finite analysis was performed and it was found that the suitable thickness of soil cement layer might less than a diameter of the foundation and the appropriate length of the soil cement layer would be less than twice of diameter of the foundation.

Keyword: Soil Improvement, Soil-Cement, Finite Element Method 2D

1. บทนำ

งานก่อสร้างโดยทั่วไปนั้นดินมักก่อให้เกิดปัญหาและอุปสรรคแก่วิศวกรมากกว่าสิ่งอื่น เพราะดินเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติเนื่องจากคุณสมบัติทางกายภาพมักเปลี่ยนไปตามสภาพพื้นที่และลักษณะการกำเนิด โดยเฉพาะพื้นที่ทางภาคกลางของประเทศไทยที่มีลักษณะเป็นดินเหนียวอ่อน การเจริญเติบโตของบ้านเมืองส่งผลให้โครงการบ้านจัดสรรเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และในการก่อสร้างบ้านจัดสรรแต่ละโครงการนั้นมีค่าใช้จ่ายสูงและจำเป็นต้องก่อสร้างบนชั้นดินที่มีความแข็งแรงเพียงพอ จึงเกิดการพัฒนาการนำเสาเข็มมาใช้เพื่อถ่ายน้ำหนักลงสู่ชั้นดิน แต่เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องขอบเขตและวิธีการก่อสร้าง การใช้เสาเข็มอาจไม่เหมาะสม ดังนั้น การปรับปรุงคุณภาพของดินจึงมีบทบาทที่สำคัญ การปรับปรุงคุณภาพของดินเหนียวด้านบนผสมกับซีเมนต์แล้วบดอัด ซึ่งวิธีดังกล่าวได้รับความนิยมในการก่อสร้างของถนนดินซีเมนต์ โดยหลักการปรับปรุงคุณภาพดินเหนียวโดยปฏิกิริยาหลักเกิดจากการผสมระหว่างปูนซีเมนต์และน้ำ โดยจะให้เกิดสาร Calcium Silicate Hydrate (CSH) Calcium Aluminates Hydrate (CAH) และ Calcium Hydroxide (Ca(OH)2) ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะเพิ่มคุณสมบัติการยึดเกาะของเม็ดดินเข้าด้วยกัน ทำให้เม็ดดินมีขนาดใหญ่และมีความแข็งแรงที่สูงขึ้น

2. ฐานรากตื้นบนชั้นดินเหนียวปรับปรุง

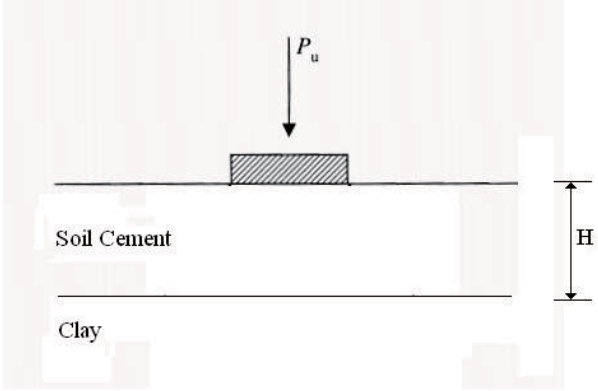
การปรับปรุงคุณภาพของชั้นดินเริ่มมีบทบาทที่สำคัญมากในปัจจุบัน การศึกษาพฤติกรรมของฐานรากตื้นบนชั้นดินเหนียวปรับปรุงด้วยซีเมนต์จะเป็นประโยชน์ในการออกแบบฐานรากดังกล่าวให้ปลอดภัยและอยู่บนพื้นฐานของหลักการทางเศรษฐศาสตร์ แรงแบกทานของฐานรากบนชั้นดินทรายหรือดินเหนียวได้มีผู้วิจัยหลายท่านได้เสนอสูตรในการคำนวณ.ค่าแรงแบกทานแนวดิ่งเสนอโดย Terzaghi [1] หลังจากนั้นได้มีการพัฒนาโดยพิจารณาแรงแบกทานของดินเนื่องจากแนวแรงแนวราบ แนวดิ่ง และโมเมนต์ ซึ่งเสนอโดย Meyerholf [2], Vesic [3] , Hasen และ Brinch [4], De Beer [5], Hanna [6] โดยสมมติฐานของสูตรที่ใช้การคำนวณหาแรงแบกทานดังกล่าวได้กำหนดว่า ดินมีเนื้อเดียวกัน การคำนวณหาแรงแบกทานของดินใต้ฐานรากแผ่แนวยาว กรณีที่ชั้นดินด้านล่างมีมากกว่าหนึ่งชั้นได้ถูกนำเสนอโดย Hanna [6] และ Meyerholf [7] บนพื้นฐานของการวิเคราะห์แบบ empirical analysis ซึ่งสูตรการคำนวณจะพิจารณาอัตราส่วนของความเหนียวของดินด้านล่างกับดินด้านบนเพื่อพิจารณาเลือกใช้สูตรคำนวณแรงแบกทานที่เหมาะสม ในส่วนของกรณีที่ฐานรากที่วางบนชั้นดินทรายและด้านล่างเป็นชั้นดินเหนียว การคำนวณแรงแบกฐานของฐานราก สามารถคำนวณได้จากสูตรของ Meryerholf [7] โดยสมมติว่าความหนาของชั้นดินทรายมีค่าน้อย ดังนั้นจึงทำให้แรงแบกทานของฐานรากต้องพิจารณาทั้งกำลังของชั้นดินทรายและดินเหนียว แต่ถ้าความหนาของชั้นดินทรายมีค่ามากสูตรการคำนวณแรงแบกทานจะขึ้นอยู่กับกำลังของดินทรายด้านบนเท่านั้น โดย Brockhurst [8] ได้เสนอสูตรการคำนวณแรงแบกทานของฐานรากดังกล่าวจากทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าสมมติฐานของทฤษฎีจะอยู่บนพื้นฐานการวิเคราะห์แบบ Plane strain และเหมาะสมสำหรับฐานรากแผ่แนวยาว ในโครงงานนี้จะศึกษาถึงพฤติกรรมของฐานรากตื้นวงกลมบนชั้นดินเหนียวอ่อน และชั้นดินเหนียวที่ปรับปรุงด้านบน โดยทำการทดสอบและจำลองในห้องปฏิบัติการบนพื้นฐานของกฎย่อส่วน 1 g และวิเคราะห์ย้อนกลับจากโดยวิธีไฟไนต์อิลิเมนต์ 2 มิติ เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำแนวดิ่ง และการเคลื่อนตัวของฐานรากทางแนวดิ่ง

3. การจำลองฐานรากตื้นในห้องปฏิบัติการ

ลักษณะของชั้นดินเหนียวต้นแบบที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีค่ากำลังรับแรงเฉือนปราศจากการระบายของน้ำ และความหนาแน่นของดินคือ 0.7 t/m^2 และ1.4 t/m^3 ตามลำดับ โดยค่าดังกล่าวถูกกำหนดให้มีค่าคงที่ตลอดความหนาของชั้นดินซึ่งลักษณะของชั้นดินดังกล่าวสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1.

การเตรียมตัวอย่างชั้นดินเหนียวจะใช้วิธีบดอัดแบบมาตรฐานซึ่งวิธีดังกล่าวเหมาะสมกรณีศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียดของดินเท่านั้น แต่ไม่เหมาะสมสำหรับการจำลองพฤติกรรมการอัดตัวคายน้ำของดิน

ส่วนการพิจารณาเลือกสัดส่วนของส่วนผสมระหว่าง เบนโทไนต์กับกลีเซอรีนจะพิจารณาจากผลการทดสอบ Unconfined Compressive Strength (UCS) โดยระยะเวลาที่ใช้ในการบ่มด้วยอากาศ ไม่น้อยกว่า 5 วันเพื่อหลีกเลี่ยงอิทธิพลการพัฒนากำลังเนื่องจากการบ่ม (Turan, A, Hinchberger, S.D. และคณะ [9]) โดยอัตราส่วนผสมสำหรับดินเหนียวจำลองที่ใช้ในการทดสอบจะต้องผสมปริมาณเบนโทไนต์ ร้อยละ 100 ของน้ำหนักทั้งหมดของดินตัวอย่าง ปริมาณกลีเซอรีน ร้อยละ 40 ของน้ำหนักทั้งหมดของกลีเบน ซึ่งน้ำหนักของกลีเบนคือผลรวมของน้ำหนักระหว่างเบนโทไนต์และกลีเซอรีน

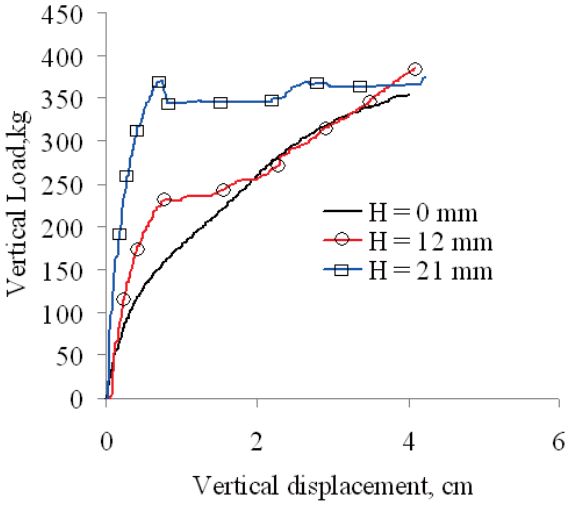


ภาพที่ 1 แสดงลักษณะของชั้นดินที่ใช้ทดสอบ



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะการทดสอบฐานรากตื้นบน

ในส่วนการเตรียมชั้นดินเหนียวปรับปรุงด้วยซีเมนต์สามารถเลือกอัตราส่วนผสมของปูนซีเมนต์ได้โดยพิจารณาจากค่า UCS ต้องเท่ากับ 17.5 ksc บ่มด้วยอากาศเป็นเวลา 5 วัน ในส่วนของการจำลองฐานรากจะทำด้วยอลูมิเนียมอัลลอยด์ หนาประมาณ 5 mm และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 mm ซึ่งย่อขยายจากฐานรากต้นแบบที่มีขนาดเท่ากับ 1.8 m โดยการจำลองดังกล่าวจะสมมติว่าฐานรากมีคุณสมบัติยืดหยุ่น และไม่เกิดการเสียรูปในช่วงที่ทดสอบ ดังนั้นพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของฐานรากจะเกิดเนื่องจากกำลังของดินเหนียว และดินเหนียวปรับปรุงด้วยซีเมนต์เป็นหลักสำคัญ ส่วนการทดสอบสามารถจะแปรผันความหนาของชั้นดินเหนียวปรับปรุงคือ 0 mm 12 mm และ 21 mm ซึ่งสอดคล้องกับความหนาของชั้นดินต้นแบบเท่ากับ 0 m 0.25 m และ 0.5 m ตามลำดับ โดยภาพที่ 2 แสดงการติดตั้งและการทดสอบในห้องปฏิบัติการ จากผลการทดสอบสามารถแสดงดังภาพที่ 3 และพบว่า ความหนาของชั้นดินที่ปรับปรุงด้วยซีเมนต์มีอิทธิพลต่อแรงกดแนวดิ่ง



ภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับการเคลื่อนที่

จากภาพที่ 3 ถ้าพิจารณาจากระยะการเคลื่อนตัวแนวดิ่งของฐานรากต้นแบบเท่ากับ 2.5 cm จะสามารถกำหนดแรงกดสูงสุดได้เท่ากับ 60 kg, 120 kg และ 210 kg ตามลำดับ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับทฤษฎีที่เสนอโดย Meyerholf และ Hanna [10] ซึ่งเป็นสามารถคำนวณได้จากสูตรที่ 1 คือ

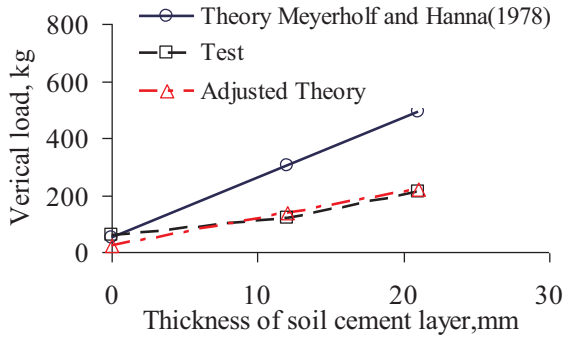
$$qu = \left(\left(1+0.2\frac{B}{L}\right)cu_1N_c + \left(1+\frac{B}{L}\right)\frac{2cu_1H}{B}\right)\xi$$

.....(1)

เมื่อ B คือความกว้างของฐานราก L คือความยาวของฐานราก H คือความหนาของชั้นดินเหนียวซีเมนต์ Cu_1 คือ ความเหนียวของดินเหนียวซีเมนต์ Cu_2 คือ ความเหนียวของดินเหนียวอ่อน N_c = 5.14 สำหรับดินเหนียว โดยสมการที่ (1) เหมาะสมสำหรับชั้นดินเหนียวปรับปรุงด้วยซีเมนต์ เนื่องจากความกำลังรับแรงเฉือนของชั้นดินดังกล่าวมีค่ามากกว่าของดินเหนียวอ่อน ส่วน ξ คือ ค่าปรับแก้ที่ได้จากการปรับเทียบผล

การทดสอบกับทฤษฎีที่เสนอโดย Meyerholf และ Hanna [10] ซึ่งค่า ξ ได้พิจารณารวมทั้งสัมประสิทธิ์เนื่องจากรูปร่างวงกลมของฐานรากด้วย ซึ่งξ ที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ 0.45 โดยผลการเปรียบเทียบโดยพิจารณาเพียงมิติของแบบจำลองสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบ ผลการวิเคราะห์ ได้ดังภาพที่ 4 โดยภาพดังกล่าวอาจแสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์โดยพิจารณาโดยทฤษฎี Meyerholf และ Hanna [10] ให้ค่าที่มากกว่าผลการทดสอบ ดังนั้นสมการที่เหมาะสมสำหรับฐานรากวงกลมโดยพิจารณาจากทฤษฎีที่เสนอโดย Meyerholf และ Hanna [10] สามารถแสดงได้ดังสมการที่ 2 (Adjusted Theory)โดยสมการดังกล่าวแสดงได้ดังความสัมพันธ์ดังภาพที่ 4

$$qu = \left(0.54cu_1N_c + 0.9\frac{cu_1H}{D}\right) \qquad \text{.....(2)}$$



ภาพที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับการเคลื่อนที่

4. การวิเคราะห์ย้อนกลับโดยวิธีไฟไนต์อิลิเมนต์ 2 มิติ

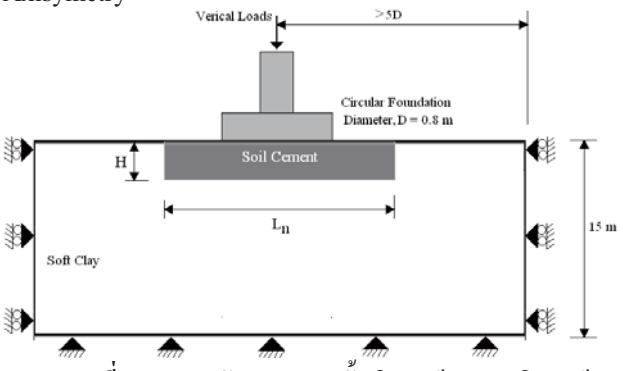
จากผลการทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบ Unconfined Compressive Strength อาจให้ผลที่ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงเนื่องด้วยข้อจำกัดของเงื่อนไขการทดสอบ และตัวแปรที่วัดไม่เพียงพอต่อการจำลองพฤติกรรมของดินที่ละเอียด ดังนั้นในส่วนนี้จะใช้วิธีการคำนวณย้อนกลับเพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ของดินที่เหมาะสม โดยกรณีชั้นดินเหนียวอ่อนจะถูกปรับเทียบกับกรณีที่ H = 0 และส่วนของฐานรากที่อยู่บนชั้นดินเหนียวปรับปรุงจะพิจารณาจากกรณีที่ H = 12 mm และ 21 mm โดยมิติที่ใช้ในการปรับเทียบจะเท่ากับขนาดที่ทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยพิจารณาความสัมพันธ์แรงกดในแนวดิ่งและระยะการเคลื่อนตัวทางแนวดิ่ง ดังนั้นพารามิเตอร์ที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ย้อนกลับ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1 ซึ่งใช้แบบจำลองวัสดุ Mohr' Coulomb ซึ่งพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์จะประกอบไปด้วย ความเหนียว (c) มุมเสียด ทาน (ϕ) มุมเกย (φ) และค่าโมดูลัสยืดหยุ่น(E) โดยตัวแปรที่มีผลต่อการเคลื่อนในช่วงพลาสติกคือ มุมเสียดทาน และมุมเกย

ตารางที่ 1 แสดงพารามิเตอร์ของดินจากการวิเคราะห์ย้อนกลับ

ชนิดดิน	ρ t/m^3	c t/m^2	E t/m^2	ϕ°	φ°
Soft Clay	1.4	0.7	203.9	10	5
Soil Cement	1.96	83.6	407.7	12	0

5. การวิเคราะห์พฤติกรรมของฐานรากตื้นปรับปรุงคุณภาพด้วยซีเมนต์โดยวิธีไฟไนต์อิลิเมนต์ 2 มิติ

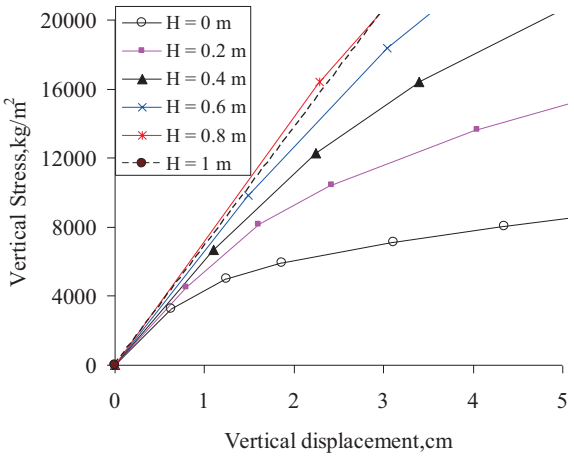
จากผลการทดสอบและการวิเคราะห์ย้อนกลับ สามารถนำพารามิเตอร์ของดินที่เหมาะสมมาใช้ในการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกแนวดิ่ง และระยะการเคลื่อนตัวของฐานรากที่ปรับปรุงด้วยซีเมนต์ได้โดยใช้การวิเคราะห์โดยวิธีไฟไนต์อิลิเมนต์ 2 มิติ กรณี Plane strain และ Axisymetry



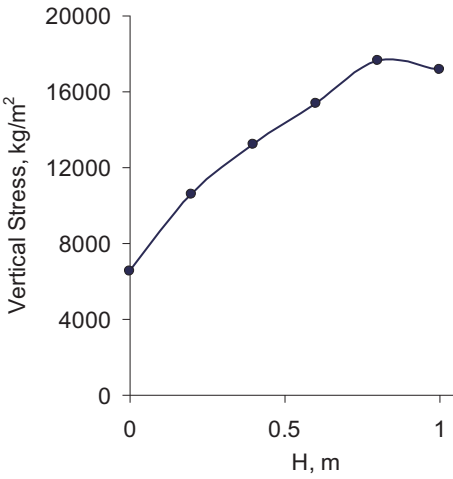
ภาพที่ 5 แสดงลักษณะของชั้นดินเหนียวและดินเหนียวปรับปรุงด้วยซีเมนต์ที่ใช้วิเคราะห์โดยวิธีไฟไนต์อิลิเมนต์ 2 มิติ

จากผลการวิเคราะห์พบว่าในกรณีที่เพิ่มความหนาของชั้นดินที่ปรับปรุงทำให้ความเค้นแนวดิ่งของดินใต้ฐานรากมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยตรง ดังแสดงในภาพที่ 6 แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์กับระยะการเคลื่อนตัวของฐานรากเท่ากับ 2.5 cm พบว่า เมื่อความหนาของชั้นดินปรับปรุง H = 0.2-0.8 m แต่

ความเค้นแนวดิ่งเริ่มคงที่เมื่อความหนาของชั้นดินปรับปรุงมีค่าคงที่เท่ากับ 1 m ดังแสดงในภาพที่ 7

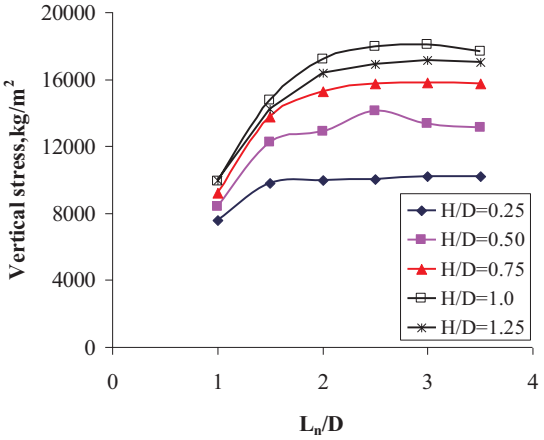


ภาพที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ของความเค้นแนวดิ่งกับการเคลื่อนที่ของฐานรากเมื่อความหนาของชั้นดินเหนียวปรับปรุงด้วยซีเมนต์ 0.2 – 1 m

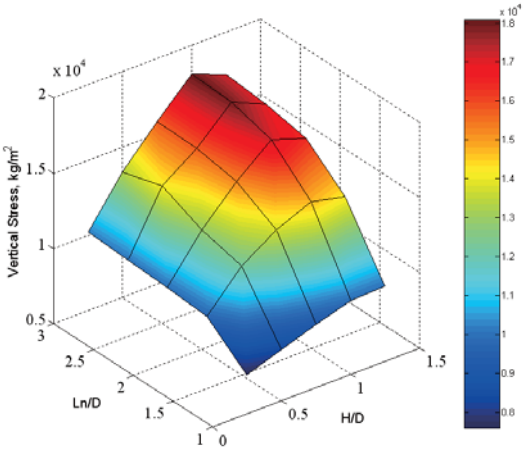


ภาพที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ของความเค้นแนวดิ่งกับความหนาของชั้นดินที่ปรับปรุงที่ระยะการเคลื่อนทางแนวดิ่งของฐานรากเท่ากับ 2.5 cm

ผลการวิเคราะห์ที่กล่าวมานั้น การปรับปรุงดินจะต้องปรับปรุงตลอดแนวยาวทั่วพื้นที่ก่อสร้าง ($L_n = \infty$) ซึ่งลักษณะการปรับปรุงดังกล่าวอาจไม่เหมาะสมถ้าพิจารณาในเชิงเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นในการวิเคราะห์อิทธิพลความยาว L_n ของชั้นดินที่ปรับปรุงสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 8 เมื่อ H = 0.2 -1 m โดย L_n /D ที่พิจารณาได้แก่ 0.25, 0.5, 0.75, 1 และ 1.25 ซึ่งแสดงแนวโน้มว่าความกว้างของชั้นดินปรับปรุงมีอิทธิพลต่อความเค้นแนวดิ่งใต้ฐานราก โดยพิจารณาระยะการเคลื่อนที่ของฐานรากเท่ากับ 2.5 cm ส่วนความหนาของชั้นดินเหนียวปรับปรุงจะแสดงในเทอม H/D จากภาพที่ 8 แสดงถึง L_n มีอิทธิพลต่อการพัฒนาความเค้นแนวดิ่งไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อ L_n > 2D ดังนั้น L_n ที่เหมาะสมในการปรับปรุงฐานรากตื้นควรน้อยกว่า 2D จากภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการพัฒนากำลังแรงแบกทานของฐานราก หรือความเค้นแนวดิ่งของดินปรับปรุงใต้ฐานรากมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาของชั้นดินเหนียวปรับปรุงเพิ่มมากขึ้นเมื่อ H/D< 1 จากความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถแสดงพื้นผิวดังภาพที่ 9 โดยแถบสีแสดงให้เห็นถึงขนาดของแรงแบกทานดินที่รับได้เมื่อ H/D และ L_n เปลี่ยนแปลง โดยขอบเขตของแรงมีขนาดเท่ากันเมื่อแถบสีมีสีเหมือนกัน



ภาพที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ของความเค้นแนวดิ่ง H/D และ Ln/D ที่ระยะการเคลื่อนทางแนวดิ่งเท่ากับ 2.5 cm



ภาพที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ของความเค้นแนวดิ่งแปรผันกับความกว้างและความหนาของชั้นดินเหนียวปรับปรุงที่ระยะการเคลื่อนทางแนวดิ่งเท่ากับ 2.5 cm

6. สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาพฤติกรรมฐานรากตื้นบนชั้นดินเหนียวปรับปรุงด้วยซีเมนต์ โดยการจำลองในห้องปฏิบัติบนพื้นฐานกฎย่อส่วน 1 g และการวิเคราะห์ย้อนกลับโดยวิธีไฟไนต์อิลิเมนต์ พบว่าความหนาของชั้นดินเหนียวปรับปรุงด้วยซีเมนต์ไม่ควรมากกว่าความกว้างของฐานราก และความยาวของชั้นดินเหนียว ปรับปรุงด้วยซีเมนต์ไม่ควรมากกว่าสองเท่าของความกว้างของฐานราก เนื่องจากการเพิ่มความหนา และความยาวของชั้นดินเหนียวปรับปรุงด้วยซีเมนต์จะส่งผลให้งบประมาณในการก่อสร้างมีค่าเพิ่มขึ้น

7. เอกสารอ้างอิง

[1] K. Terzaghi, “Theoretical Soil Mechanics”, Wiley, New York, 1943.
[2] G.G. Meyerholf, “Some Recent Research on the Bearing Capacity of Foundation,” Canadian Geotechnical Journal, vol. 1, no 1, pp 16-26, 1963.
[3] A.S. Vesic, “Analysis of Ultimate Loads of Shallow Foundations,” ASCE Journal Soil Mechanics and Foundation, vol. 99, No. SM 1, pp 45-73, 1973.
[4] B. Hansen, and J Brinch, “A Revised and Extended Formula for Bearing Capacity,” Dan Geotech Inst, Bull no 28, 1970
[5] E.E. De Beer, “Experimental Determination of the Shape Factor and the Bearing Capacity Factor of Sand,” Geotechnique, vol. 20, no 4, pp 387–411, 1970.
[6] A.M.Hanna, “Bearing Capacity of Foundation on a Weak Sand Layer Overlying a strong deposit,” Cannadian Geotechnical Journal, vol. 19, pp 392-396, 1982.
[7] G.G.Meyerholf, “Ultimate Bearing Capacity of Footings on Sand Layer overlying Clay,” Canadian Geotechnical Journal, vol. 11, pp 223-229, 1974.
[8] C.J. Brockhurst, “Finite Element Stuides of reinforced and Unreinforced Two-Layer Soil System, D.Phill Thesis, University of Oxford, Oxford, U.K. 1993.
[9] A. Turan,, S.D. Hinchberger, and M.H.EI Naggar, “Mechnical Characterization of an Artificial Clay”, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol. 135, No 2, pp 281-290, 2009.
[10] G.G. Meyerholf, and A.M. Hanna “Ultimate Bearing Capacity of Foundation on Layered Soil Under Inclined Load,” Canadian Geotechnical Journal, vol. 15, No. 4, pp 565-572, 1974.

กำลังอัดของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน

The Compressive Strength of Cement Mortar Cubes mixed with Palm Oil Fuel Ash

ศศิวงศ์ จันทร์มาศ[1] ภูมิพัฒน์ รอดรักษ์[2] นิพนธ์ เธียรศิริพิพัฒน์[3]

[1]นายช่างโยธา สำนักงานทางหลวงชนบท กระบี่ sasiwong_j@hotmail.com

[2]Thainisshin Plant Co., Ltd., Poomipat_K@hotmail.com

[3] ภาควิชาครุศาสตร์โยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ npt@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้รายงานผลการวิจัยซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อหากำลังอัดและความหนาแน่นของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันซึ่งผ่านตะแกรงเบอร์ 300 และแทนที่ปูนซีเมนต์ 0 ,10 ,20, 30, 40, 50, และ 60% โดยน้ำหนัก ก้อนมอร์ต้าร์มีขนาด 5x5x5 เซนติเมตร[3] ชุดละ 3 ก้อน ต่อการบ่มและทดสอบที่อายุ 7, 14, 28, และ 60 วัน มอร์ต้ามีส่วนผสม ปูนซีเมนต์ : ทราย เท่ากับ 1:3 และสัดส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์คือ 0.485 ผลการทดสอบปรากฏว่า ก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์เหล่านี้ ล้วนมีกำลังอัดสูงขึ้นตามอายุ อัตราการเพิ่มกำลังของก้อนที่ไม่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันมีค่าสูงสุด ก้อนที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันมาก ๆ เพิ่มกำลังได้ช้าลง กำลังอัดเฉลี่ยของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าธรรมดาที่ไม่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน มีค่า 276, 334, 345, และ 356 กก./ตร.ซม. ที่อายุ 7, 14, 28, และ 60 วัน ตามลำดับ การผสมเถ้าปาล์มน้ำมันทำให้ก้อนมอร์ต้าร์มีกำลังอัดเฉลี่ยลดลงตามอัตราส่วนผสม การผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน 10 % ทำให้กำลังอัดมีค่าลดลงเพียง 4.6 % ที่อายุ 28 วัน และการผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน 20% ทำให้กำลังอัดลดลง 17.7 % ความหนาแน่นของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ไม่ต่างกันมากนัก คือมีค่าระหว่าง 2058 ถึง 2116 กก./ลบ.ม.สำหรับก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ไม่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน และมีค่าระหว่าง 1885 ถึง 2186 กก./ลบ.ม. สำหรับก้อนที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน คือต่างกันสูงสุดอย่างมากเพียง 10.9 % การใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนปูนซีเมนต์มอร์ต้าร์ 10 % น่าจะเหมาะสมสำหรับการทำแท่งซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ใช้รับแรงอัดเช่นแผ่นปูทางเท้า ซึ่งจะช่วยประหยัดค่าปูนซีเมนต์และนำวัสดุเหลือทิ้งเช่นเถ้าปาล์มน้ำมันที่ต้องกำจัด มาใช้ประโยชน์ และช่วยลดภาระโลกร้อนโดยการลดการผลิตปูนซีเมนต์ลงได้บ้าง

คำสำคัญ: เถ้าปาล์มน้ำมัน ซีเมนต์ มอร์ต้าร์ กำลังอัด ความหนาแน่น

Abstract

This paper presents the findings of a research which aimed at the determination of compressive strength and densities of cement mortar cubes composed of palm oil fuel ash, passing a 300-mesh sieve, replacing Portland cement at 0, 10, 20, 30, 40, 50, and 60 % by weight. A set of three mortar cubes of 5x5x5 cubic centimeter was casted for each percent cement replacement. The cubes were cured and tested at the ages of 7, 14, 28, and 60 days. The mortars had the following mixture proportions: cement : sand = 1 : 3, and a water-cement ratio of 0.485. Test results showed that all mortar cubes developed greater strengths with ages. The greatest rate of strength increase belonged to the cubes without palm oil fuel ash. The rates of strength increase with age were reduced when more palm oil fuel ash replaced

cement. The average compressive strengths of normal cement mortar cubes were 276, 334, 345, and 356 kg./sq. cm. at the ages of 7, 14, 28, and 60 days, respectively. A ten percent replacement of cement by palm oil fuel ash reduced the strength by 4.6 % at a 28-day age. At this age, a replacement by palm oil fuel ash of 20 percent reduced the strength by 17.7 %. The densities of the cement mortar cubes did not differ much; those of normal cubes ranged from 2058 to 2116 kg./m.^{3}., while those with palm oil fuel ash ranged from 1885 to 2186 kg./m.^{3}; that is, a maximum of 10.9 % density difference. Palm oil fuel ash may be used to replace cement by 10 % for making cement mortar blocks for an application in which compressive strength is of a major concern, such as using as pavement blocks for a pedestrian side walk. Such an application may recover some of the cost of palm oil fuel ash elimination, make use of this waste product, and reduce the use of Portland cement and thereby the global warming to some extent.

Keyword: Palm Oil Fuel Ash, Cement, Mortar, Compressive Strength, Density.

1. บทนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย คาดว่าความต้องการบริโภคน้ำมันปาล์มมีประมาณ 920,000 ตัน เพื่อเป็นวัตถุดิบผลิตไบโอดีเซล 460,000 ตัน รวมทั้งสิ้น 1,380,000 ตัน ในปี 2553 เพิ่มขึ้นจาก 1,274,937 ตันในปี 2552 ซึ่ง คิดเป็นร้อยละ 2.82 ของผลผลิตน้ำมันปาล์มโลก [1]

ในปี พ.ศ. 2552 ประเทศไทยผลิตปาล์มน้ำมันได้ถึง 8.32 ล้านตัน (การค้าปาล์มน้ำมันของโลกอยู่ที่ 33.92 ล้านตัน) ใช้บริโภค 0.915 ล้านตัน และผลิตไบโอดีเซล 0.360 ล้านตัน ส่งออก 445,204 ตัน มูลค่า 218,5 ล้านบาท [2]

หลังการสกัดน้ำมันปาล์มจะมีเศษวัสดุเหลือทิ้งคือกากปาล์ม ซึ่งประกอบด้วยเปลือกและกะลาปาล์ม ในอนาคตจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมาก ดังนั้นจึงต้องหาวิธีจัดการกับวัสดุเหลือทิ้งนี้ ในปัจจุบันมีการเอาไปเผาเป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้า แต่หลังการเผายังคงเหลือเถ้าปาล์มน้ำมันที่มีปริมาณสูง แต่มีการนำไปใช้ประโยชน์น้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี บางส่วนนำไปใช้เป็นปุ๋ย แต่ส่วนใหญ่ต้องนำไปทิ้งทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัด เช่น การขนส่งรวมถึงการจัดหาสถานที่ในการทิ้งและเนื่องจากเถ้าปาล์มน้ำมันมีลักษณะเป็นผงฝุ่น (ภาพที่ 1) น้ำหนักเบา ฟุ้งกระจายได้ง่าย จึงทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

ดังนั้น หากสามารถนำเถ้าปาล์มน้ำมันมาใช้ประโยชน์ ก็สามารถลดปัญหาดังกล่าวได้ เช่นเดียวกับการใช้เถ้าถ่านหินจากแม่เมาะจังหวัดลำปาง ซึ่งเคยเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่สร้างปัญหาให้กับสภาพแวดล้อม แต่ต่อมาได้มีการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นวัสดุปอซโซลานในงานคอนกรีตได้ดี จึงมีแนวคิดที่จะนำเถ้าปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นวัสดุประสานแทนปูนซีเมนต์ในงานคอนกรีต ปัญหาที่สำคัญมากของเถ้าปาล์มน้ำมัน คือมีขนาดค่อนข้างใหญ่เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของปูนซีเมนต์ ดังนั้นก่อนนำเถ้าปาล์มน้ำมันมาใช้ในงานคอนกรีต ต้องบดให้เถ้ามีขนาดละเอียดเพื่อให้สามารถทำปฏิกิริยาร่วมกับปูนซีเมนต์ได้เร็วขึ้น

Hussin และ Abdullah [3] รายงานว่า Abu ได้ค้นพบในปี 1990ว่าเถ้าปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุปอซโซลาน (Pozzolanic) และ Abdul Awal และ Hussin ได้พิสูจน์ว่าสามารถใช้เถ้าปาล์มน้ำมันมาแทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วนและได้คอนกรีตที่แข็งแรงและทนทานกว่าคอนกรีตธรรมดา นอกจากนั้น [3] ยังรายงานต่ออีกว่า Sata et al. (2004) [4] และ Budiea et al. (2008) ได้ใช้เถ้าปาล์มน้ำมันบางส่วนมาผลิตคอนกรีตกำลังสูง และ [3] รายงานต่อว่า Mat Yahaya (2003) ได้ใช้เถ้าปาล์มบางส่วนในการผลิตคอนกรีตมวลเบา

การวิจัยเกี่ยวกับการใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วน [4] ส่วนใหญ่ใช้กับคอนกรีต ซึ่งประกอบด้วยหินรายปูนซีเมนต์ เถ้าปาล์มน้ำมันและน้ำ แต่ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับซีเมนต์มอร์ต้าร์ซึ่งคล้ายกับ



ภาพที่ 1 เถ้าปาล์มน้ำมันที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 300 (0.053 มม.)

คอนกรีตแต่ไม่มีหินเป็นส่วนประกอบ และสามารถนำไปหล่อเป็นแท่งซีเมนต์บล็อกปูพื้นทางเดินได้ เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อหาค่าและเปรียบเทียบกำลังอัดและความหนาแน่นของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน ในอัตราส่วนต่าง ๆ โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ ทั้งนี้ เพื่อประเมินศักยภาพในการนำซีเมนต์มอร์ต้าร์ไปใช้ประโยชน์

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ก้อนตัวอย่างทดสอบทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และใช้เถ้าปาล์มน้ำมันที่มีความละเอียดขนาดที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 300 แทนที่ปูนซีเมนต์ 0, 10, 20, 30, 40, 50 , และ 60 % โดยน้ำหนักปูนซีเมนต์

1.3.2 ใช้อัตราส่วนผสม ปูนซีเมนต์ต่อทราย เท่ากับ 1:3 และน้ำต่อปูนซีเมนต์ 0.485 โดยสมมุติว่าเถ้าปาล์มน้ำมันเป็นปูนซีเมนต์

1.3.3 ใช้ก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ขนาด 5x5x5 เซนติเมตร^3 จำนวนชุดละ 3 ก้อน ต่อการบ่ม 7 วัน 14 วัน 28 วันและ 60 วัน ต่อเปอร์เซ็นต์ต่าง ๆ ของการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าปาล์มน้ำมันในข้อ 1.3.1

1.3.4 หากำลังอัดและความหนาแน่นเฉลี่ยของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน เปรียบเทียบกับก้อนมอร์ต้าร์ปกติ

2. การทดสอบ

เมื่อได้เตรียมตัวอย่างก้อนมอร์ต้าร์ตามที่ได้กำหนดไว้เสร็จและบ่มเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ดำเนินการทดสอบกำลังอัดและหาค่าความหนาแน่นของตัวอย่าง

2.1 การทดสอบกำลังอัด

2.1.1 เครื่องมือและวัสดุที่ใช้ทดสอบ

1. เครื่องทดสอบแรงกดที่ใช้ สามารถกดได้ไม่น้อยกว่า 1, 000 กิโลนิวตัน และวัดละเอียดได้ไม่น้อยกว่า 10 กิโลนิวตัน และปรับความเร็วในการเพิ่มแรงกดได้

2. แผ่นกดแต่ละแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร ทำด้วยวัสดุที่มีความแข็งไม่น้อยกว่า 60 HRC แผ่นกดแผ่นบนสามารถปรับหมุนได้ทุกทิศทางและมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร

3. วัสดุรองกด ที่ใช้ต้องเป็น กระดาษแข็ง ไม้อัด ไม้เนื้ออ่อน แผ่นยาง แผ่นสักหลาด หรือแผ่นยิปซัม หนาไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร และต้องมีพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่ของก้อนตัวอย่าง

2.1.2 วิธีการทดสอบกำลังอัด

1. จัดแนวศูนย์กลางของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ หัวกด แผ่นกด และวัสดุช่วยกด(ถ้ามี) ให้อยู่ในแนวเดียวกัน

2. กดก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์โดยเพิ่มแรงกดในอัตราที่สม่ำเสมอจนได้แรงกดประมาณครึ่งหนึ่งของแรงกดสูงสุดที่คาดว่าก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์จะรับได้ และเพิ่มแรงกด ในอัตราที่สม่ำเสมอจนถึงแรงกดสูงสุดที่ก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์รับได้ภายใน 1 ถึง 2 นาที บันทึกค่าแรงกดสูงสุดที่ก้อนตัวอย่างรับได้

3. ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล

3.1 ลักษณะสีและการวิบัติของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มีสีเทา ส่วนเถ้าปาล์มน้ำมันมีสีดำ เมื่อนำปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มาผสมกับทรายและน้ำได้ก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่มีสีเทา และสีจะคล้ำขึ้นตามปริมาณเถ้าปาล์มน้ำมันที่ใช้ผสมแทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วน ดังในภาพที่ 2 ซึ่งแสดงลักษณะการวิบัติของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์หลังการกดในเครื่องทดสอบแรงอัดด้วย รอยแตกมักอยู่ในแนวดิ่งหรือเฉียงทแยงและอยู่ใกล้มุมของก้อนตัวอย่าง

ตารางที่ 1 กำลังอัดเฉลี่ยของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันที่อายุต่าง ๆ

ชื่อตัวอย่าง	ปูนซีเมนต์ : เถ้าปาล์ม	กำลังอัดเฉลี่ย (กก/.ตร.ซม.)			
		7 วัน	14 วัน	28 วัน	60 วัน
S – 0	100 : 00	276	334	345	356
S – 10	90 : 10	232	292	329	348
S – 20	80 : 20	163	246	284	313
S – 30	70 : 30	162	198	207	247
S – 40	60 : 40	158	165	167	171
S – 50	50 : 50	112	121	123	138
S – 60	40 : 60	103	109	115	126



ภาพที่ 2 ลักษณะสีและการวิบัติของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่อายุ 60 วัน

3.2 ผลการทดสอบกำลังอัดของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์

ผลการทดสอบกำลังอัดเฉลี่ยของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่มีเถ้าปาล์มน้ำมันแทนปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนต่างๆ แสดงไว้ในตาราง 1 และภาพที่ 3 ซึ่งแสดงว่า

ก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ธรรมดา ที่ไม่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน (ตัวอย่าง S-0) มีกำลังอัดเฉลี่ยมากขึ้นเมื่อมีอายุมากขึ้น คือมีค่าเท่ากับ 276, 334, 345, และ 356 กก./ตร.ซม. ที่อายุ 7, 14, 28, และ 60 วัน ตามลำดับ

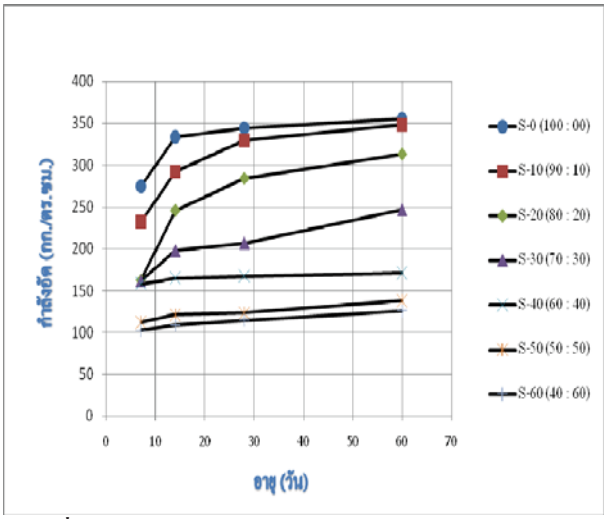
การผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน แทนที่ปูนซีเมนต์ในก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ทำให้กำลังอัดลดลง เป็นสัดส่วนกับปริมาณเถ้าปาล์มน้ำมันที่ผสม อัตราส่วนกำลังอัดของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันต่อกำลังอัดของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ไม่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันแสดงไว้ในภาพที่ 4 อัตราส่วนเปรียบเทียบสูงสุดสำหรับการทดสอบนี้เกิดขึ้นเมื่อผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน10 % และอัตราส่วนกำลังอัดคิดเป็น 95.4 –97.8 % ที่อายุ 28 และ 60 วันตามลำดับ อัตราส่วนกำลังอัดเปรียบเทียบที่ต่ำที่สุดสำหรับการทดสอบนี้ เกิดขึ้นเมื่อแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าปาล์มน้ำมัน 60% โดยมีอัตราส่วนกำลังอัดเปรียบเทียบอยู่ที่ 33.3 และ 35.4% ที่อายุ 28 และ 60 วันตามลำดับ

โดยทั่วไป ก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันมีกำลังอัดเฉลี่ยมากขึ้นเมื่อมีอายุมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงอายุจาก 0 ถึง 7 และ 14 วัน จากนั้นกำลังอัดมักเพิ่มขึ้นด้วยอัตราที่ลดลงในช่วง 14 ถึง 28 วัน และมักเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนถึงอายุ 60 วัน อย่างไรก็ตาม กำลังอัดของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน 30 % หรือมากกว่า มีกำลังอัดเพิ่มขึ้นน้อยมากหรือแทบไม่เพิ่มเลยหลังอายุครบ 14วัน (ภาพที่ 3) ในช่วงอายุ 7 ถึง 28 วัน ก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน 10 และ 20 % มีกำลังอัดเพิ่มขึ้นเข้าใกล้กำลังของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ไม่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันมากยิ่งขึ้นตามอายุด้วยอัตราที่เด่นชัด (ภาพที่ 4)

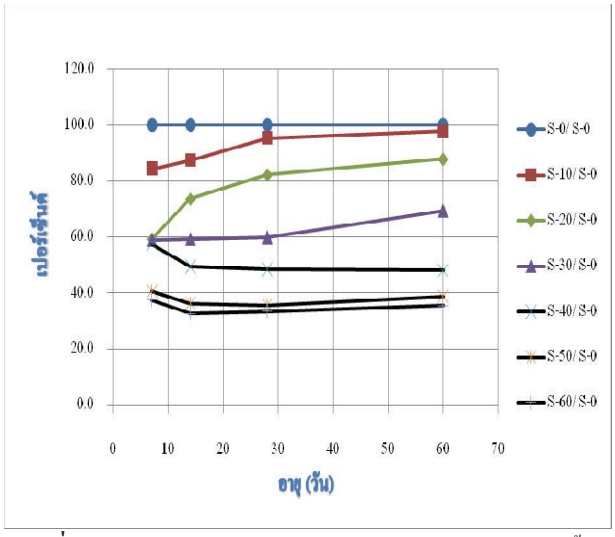
ผลการทดสอบความหนาแน่นเฉลี่ยของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์แสดงไว้ในตารางที่ 2 และภาพที่ 5 ปรากฏว่า น้ำหนักของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ไม่ต่างกันมากนัก มีค่าระหว่าง 0.265 – 0.295 กก. ก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ผสมซีเมนต์ล้วน มีความหนาแน่นระหว่าง 2058 ถึง 2116 กก./ม.^{3} ส่วนก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันมีความหนาแน่นระหว่าง 1885 ถึง 2186 กก./ม.^{3} โดยมีค่ามากสุดเกิดในก้อนที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน 20 % และค่าน้อยสุดเกิดขึ้นในก้อนที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน 60 %

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบความหนาแน่นเฉลี่ยของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่อายุต่างๆ

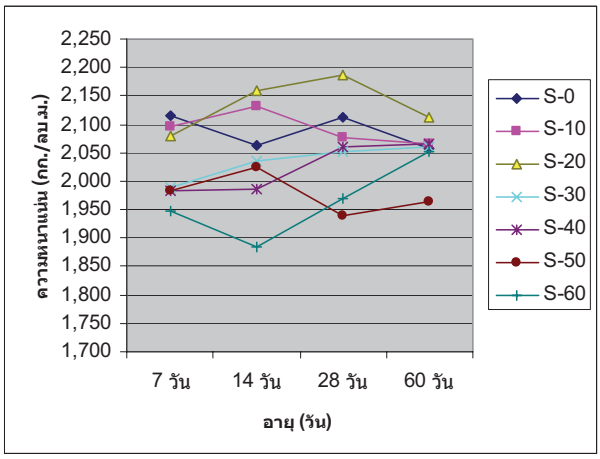
อายุ	S-0	S-10	S-20	S-30	S-40	S-50	S-60
7 วัน	2116	2095	2081	1989	1984	1983	1949
14 วัน	2062	2132	2159	2036	1985	2024	1885
28 วัน	2112	2077	2186	2051	2061	1939	1969
60 วัน	2058	2066	2112	2061	2065	1965	2051
เฉลี่ย	2087	2093	2134	2034	2024	1978	1963
S.D.	31.3	28.9	47.1	31.9	45.3	35.9	68.7



ภาพที่ 3 กำลังอัดเฉลี่ยของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันที่อายุต่าง ๆ



ภาพที่ 4 กำลังอัดเฉลี่ยของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันต่าง ๆ เทียบกับของ S-0 ที่อายุต่าง ๆ



ภาพที่ 5 ความหนาแน่นเฉลี่ยของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์

4. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการทดลอง

1. ก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ทดสอบ ล้วนมีกำลังอัดสูงขึ้นตามอายุ อัตราการเพิ่มกำลังของก้อนที่ไม่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันมีค่าสูงสุด แต่ก้อนที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันมาก ๆ กลับเพิ่มกำลังได้ช้าลง ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะปูนซีเมนต์ซึ่งมีขนาดเฉลี่ยเพียงประมาณ 15 μm [5] มีขนาดเล็กกว่าและมีพื้นผิวมากกว่าเถ้าปาล์มน้ำมัน จึงสามารถทำปฏิกิริยากับน้ำได้เร็วกว่า

2. กำลังอัดเฉลี่ยของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าธรรมดาที่ไม่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน มีค่า 276 , 334, 345, และ 356 กก./ตร.ซม. ที่อายุ 7 , 14, 28, และ 60 วัน ตามลำดับ

3. การผสมเถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ทำให้ก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์มีกำลังอัดเฉลี่ยลดลงตามอัตราส่วนผสม

4. การผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน 10 % แทนที่ปูนซีเมนต์ทำให้กำลังอัดเฉลี่ยของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ลดลงเพียง 4.6 % ที่อายุ 28วัน ในขณะที่ประหยัดปูนซีเมนต์ได้ 10 % (ที่อายุนี้ ก้อนตัวอย่างที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน 20 % มีกำลังอัดน้อยลง17.7 %)

5. น้ำหนักของก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ไม่ต่างกันมากนัก มีค่าระหว่าง 0.265 – 0.295 กก. ก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ผสมซีเมนต์ล้วนมีความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 2058 ถึง 2116 กก./ม.^{3}

ก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันมีความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 1885 ถึง 2186 กก./ม.^{3} คือต่างกันสูงสุดอย่างมากเพียง 10.9 % สำหรับการผสมและไม่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน ดังนั้นซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน แทนที่ปูนซีเมนต์ 60 % โดยน้ำหนัก อาจลดน้ำหนักก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ได้ถึงประมาณ 11 % แต่กำลังอัดก็ลดลงเหลือเพียง 1/3 ของกำลังซีเมนต์มอร์ต้าร์ธรรมดา

4.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการทำก้อนซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ต้านทานแรงอัดเป็นหลัก เช่นแท่งซีเมนต์มอร์ต้าร์ปูพื้นทางดิน สามารถใช้เถ้าปาล์มน้ำมันที่มีความละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ 300 แทนที่ปูนซีเมนต์ 10 % โดยน้ำหนัก ซึ่งจะทำให้กำลังอัดลดลงเพียง 4.6 % ในขณะที่ประหยัดปูนซีเมนต์ได้ 10 % ทั้งนี้ โดยใช้ส่วนผสม เช่น น้ำ : ปูนซีเมนต์ : ทราย ที่กำหนดในการทดลองนี้

2. การใช้อัตราส่วนผสมแตกต่างไปจากที่ใช้ในการทดลองนี้ อาจได้กำลังอัดและความหนาแน่นที่แตกต่างจากผลการทดสอบนี้ จึงควรทดลองสำหรับอัตราส่วนอื่น ๆ อีกถ้าต้องการนำไปประยุกต์ใช้จริงหรือเพื่อขยายความรู้

3. ควรศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุที่นำมาใช้ให้ละเอียดยิ่งขึ้นทั้งด้านกายภาพและเคมี เช่น ขนาด และส่วนประกอบของอนุภาค ตลอดจนmicrostructure เพื่อให้สามารถทดลองซ้ำและได้ผลเหมือนเดิม

4. ควรทดลองทำแท่งซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันในขนาดอื่น ๆ สำหรับใช้งานจริง

5. ควรศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน เช่น กำลังอัด กำลังดัด กำลังดึง การหดตัว และความทนทาน เป็นต้น [6]

5. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรสหกรณ์, "สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2553" (**www.oae.go.th**)

[2] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรสหกรณ์, "ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2552" เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่414 , www.oae.go.th

[3] Hussin, M.W. and Abdullah, K., "Properties of Palm Oil Fuel Ash Cement Based Aerated Concrete Panel Subjected to Different Curing Regimes," Malaysian Journal of Civil Engineering 21(1): 17-31 (2009).

[4] ปริญญา จินดาประเสริฐ และ ชัย จาตุรพิทักษ์กุล, "ปูนซีเมนต์ ปอซโซลาน และคอนกรีต" ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2549.

[5] Edward G. Nawy, "Fundamental of High Performance Concrete," John Wiley and Sons, Inc., 2nd Edition, 2001.

[6] R. Siddique, "Waste Materials and By-Products in Concrete," Springer, 2008.

การเพิ่มผลผลิตในงานก่อสร้างโดยการประยุกต์ใช้หลักเออร์กอนอมิคส์ : กรณีศึกษาการดัดเหล็กปลอกเสริมคอนกรีต

อรรถพล จันดาคูณ (Attapon Jandakoon)
นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี attjj@hotmail.com

บทคัดย่อ

ปัญหาสุขภาพของคนงานก่อสร้างในเรื่องการเจ็บป่วย ความเมื่อยล้าและความเครียดจากการทำงานเกิดขึ้นในทุกๆขั้นตอนของการทำงาน แต่ผู้ปฏิบัติงานมักไม่คำนึงถึงสภาวะที่อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยหรือบางครั้งต้องจำทนกับงานที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าและน่าเบื่อหน่ายโดยไม่พูดหรือบ่นให้นายจ้างหรือผู้บริหารได้รับรู้ ความเครียดที่ไม่เปิดเผยของผู้ปฏิบัติงานนี้จะแสดงออกมาในรูปของการเกิดปัญหาการเจ็บไข้ได้ป่วยหรืออุบัติเหตุจากการทำงาน ซึ่งปัญหาเหล่านี้จะส่งผลต่อผลิตภาพของงานก่อสร้างโดยตรง ในการวิจัยนี้จะพิจารณาในส่วนของการทำงานดัดเหล็กปลอกโดยจะจัดสร้างเครื่องมือสำหรับดัดเหล็กปลอกที่ถูกต้องตามหลักเออร์กอนอมิคส์ เพื่อลดการบาดเจ็บ เมื่อยล้าและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน โดยได้เก็บและบันทึกข้อมูลจากหน้างานจริงนำมาเปรียบเทียบระหว่างวิธีปฏิบัติอยู่ทั่วไปกับการใช้เครื่องมือที่พัฒนาขึ้น จากการศึกษาพบว่า การดัดเหล็กปลอกโดยใช้เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นสามารถลดความเสี่ยงที่ทำให้เกิดอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อจากการทำงาน อีกทั้งผลิตภาพที่เกิดขึ้นในลักษณะของเวลาเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจะให้ผลิตภาพดีกว่าวิธีปฏิบัติแบบเดิม 27 – 36 % และผลิตภาพที่เกิดขึ้นในลักษณะของค่าใช้จ่ายเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจะให้ผลิตภาพดีกว่าวิธีปฏิบัติแบบเดิม 23 – 38 % ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยในการทำงานเช่น ขนาดของเหล็กปลอก หน้าตัดของเหล็กปลอก และความชำนาญของผู้ปฏิบัติงาน

Abstract

The construction worker's healthy problem is sickness. It is tired and stress in every work procedure. However they do not consider about their healthy effect. Sometimes , they have to stand for these and can not complain to their employer . The stress will be exposed in from of sickness or accident . These problem will effect to work directly. The research consider in sheath steel bending, and it has the tool to bend the sheath steel in the right ergonomics ways to decrease the painful and get more efficiency by to keep record to compare between the operation and tool improvement. In theory ,you can use the tool improvement to bend the sheath steel it can decrease the risk that make and can save timing 27 -36 % and expenses 23- 38 % if we compare with the traditional way.

Keyword: Ergonomics , Productivity , Sheath Steel

1. บทนำ

ปัญหาสุขภาพของคนงานก่อสร้างในเรื่องการเจ็บป่วย ความเมื่อยล้าและความเครียดจากการทำงานเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของการทำงาน แต่ผู้ปฏิบัติงานมักไม่คำนึงถึงสภาวะที่อาจกระทบต่อสุขภาพอนามัย หรือบางครั้งต้องจำทนกับงานที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าและน่าเบื่อหน่าย โดยไม่พูดหรือบ่นให้นายจ้างได้รับรู้ ความเครียดที่ไม่เปิดเผยของผู้ปฏิบัติงานนี้ จะแสดงออกมาในรูปของการเกิดปัญหาการเจ็บไข้ได้ป่วย หรืออุบัติเหตุจากการทำงาน ซึ่งปัญหาเหล่านี้จะส่งผลต่อผลิตภาพของงานก่อสร้างโดยตรง

การวิจัยครั้งนี้ จะพิจารณาศึกษาในส่วนของการทำงานดัดเหล็กปลอก ซึ่งวิธีการดัดเหล็กปลอกที่ปฏิบัติทั่วไป คนงานจะดัดเหล็กปลอกโดยใช้ “ประแจดัดเหล็กร่วมกับฐานดัดเหล็กปลอก” ที่สร้างขึ้นชั่วคราวที่หน้างาน ซึ่งเป็นลักษณะการทำงานที่ขัดต่อหลักเออร์กอนอมิคส์ จนทำให้เกิดการบาดเจ็บเมื่อยล้าจากการทำงานด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นที่มาของแนวคิดในการพัฒนา“เครื่องดัดเหล็กปลอก”ที่ถูกต้องตามหลักเออร์กอนอมิคส์ เพื่อลดการบาดเจ็บเมื่อยล้าและเพิ่มประสิทธิภาพในงานก่อสร้าง

โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยดังนี้1.ศึกษาสาเหตุที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บเมื่อยล้าจากการดัดเหล็กปลอกด้วยวิธีเดิม 2. ศึกษาหลักการทำงานและท่าทางการทำงานที่เหมาะสม เพื่อลดการบาดเจ็บเมื่อยล้าจากการดัดเหล็กปลอก 3.ออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือดัดเหล็กปลอกต้นแบบ 4.ศึกษาคุณภาพของเหล็กปลอกที่ได้จากการดัด ตามวิธีเดิมเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องมือดัดเหล็กปลอกที่พัฒนาขึ้น 5.ศึกษาผลิตภาพในรูปของเวลาที่สามารถทำได้ที่หน้างานจริง ของการดัดเหล็กปลอกตามวิธีเดิมเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องมือดัดเหล็กปลอกที่พัฒนาขึ้น 6.ศึกษาผลิตภาพในรูปของค่าใช้จ่าย ที่เกิดขึ้นที่หน้างานจริงของการดัดเหล็กปลอกตามวิธีเดิม เปรียบเทียบกับการใช้เครื่องดัดเหล็กปลอกที่พัฒนาขึ้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความเมื่อยล้า เป็นสภาวะร่างกายที่มีความรู้สึกเหน็ดเหนื่อยและเพลีย ซึ่งเป็นกลไกที่ปกป้องร่างกายของมนุษย์ตามธรรมชาติที่ช่วยป้องกันไม่ให้ร่างกายใช้พลังงานมากเกินขีดจำกัดทำงาน ศาสตร์ตราจารย์อีไตน์ แกรนด์จีนได้กล่าวถึงลักษณะอาการของผู้ที่มีความเมื่อยล้า ได้แก่

1. มีความรู้สึกอ่อนเพลีย ง่วงนอน และมีโอกาสเป็นลมง่าย
2. ความคิดและการสั่งการของสมองช้าลง
3. ความตื่นตัวลดลง
4. ความสามารถในการรับรู้สิ่งต่างๆ ช้าลง
5. รู้สึกไม่อยากที่จะทำงาน

การบาดเจ็บจากการทำงาน สามารถแบ่งได้เป็น2 ประเภท(นฐารัต รอดมา) คือการบาดเจ็บแบบทันที และ การบาดเจ็บแบบสะสมการทำงานในแต่ละงานก่อให้เกิดการบาดเจ็บขึ้นแตกต่างกันไปแล้วแต่ท่าทางในการทำงานของงานนั้นๆ ซึ่งมีความเสี่ยงจะเกิดการบาดเจ็บของอวัยวะ 5 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ 1. คอ 2. หลัง 3. แขนและไหล่ 4. มือ ข้อมือและข้อศอก 5. ขา เข่า และเท้า

การดัดเหล็กปลอกด้วยวิธีปฏิบัติทั่วไปดังภาพที่ 1ก่อให้เกิดการบาดเจ็บ เนื่องจากมีท่าทางการเคลื่อนไหวอวัยวะส่วนต่างๆ ดังนี้

คอ จะมีการก้มและเอียงคอไปด้านข้างทำให้เกิดแรงกดบนส่วนรองรับของ Discs ซึ่งจะทำให้คอและไหล่เกิดการบาดเจ็บ

หลัง จะมีการโค้งตัวไปข้างหน้าและเอียงตัวไปด้านข้างทำให้เกิด Load ที่กระดูกสันหลังซึ่งจะส่งผ่านกล้ามเนื้อไปยังระบบเอ็นอันเป็นความเสียงต่อการบาดเจ็บที่หลัง

แขนและไหล่ มีลักษณะการงอแขนและไหล่เข้ากลางลำตัวทำให้เกิด load ต่อกล้ามเนื้อไหล่

มือ ข้อมือ และข้อศอก มีลักษณะการงอข้อมือไปทางนิ้วก้อยซึ่งเป็นท่าทางที่มีความเสี่ยงทำให้เกิดการบาดเจ็บ



ภาพที่ 1 การดัดเหล็กปลอกตามวิธีปฏิบัติทั่วไป

เออร์กอนอมิคส์(Ergonomics)คือศาสตร์ที่ประยุกต์หลักกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา เข้ากับหลักวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อออกแบบสถานที่ทำงาน อุปกรณ์ เครื่องจักรกล เครื่องมือ

สิ่งแวดล้อม และระบบ โดยการนำเอาความสามารถของมนุษย์ในแง่มุมของลักษณะทางกายภาพและสรีระวิทยา มาเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาออกแบบเครื่องมือและสภาพแวดล้อม ในการทำงาน

วิสูตร จิระดำเกิง[1] กล่าวว่าผลิตภาพในการทำงานมีได้หลายความหมายขึ้นอยู่กับมุมมองของแต่ละบุคคลว่ามองในฐานะใด หรือคำนึงถึงสิ่งใดเป็นหลัก ซึ่งอาจเขียนเพื่อให้เข้าใจได้ง่าย ดังสมการที่ 1

$$\text{Productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \quad (1)$$

โดยที่ Productivity = ผลิตภาพในการทำงาน

Output = ผลผลิตที่ได้รับ (เมตร, ตารางเมตร ฯลฯ)

Input = ทรัพยากรที่ใช้ไป (ชั่วโมง, คน, บาท ฯลฯ)

3. ระเบียบวิธีการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเรื่องการพัฒนาเครื่องมือดัดเหล็กปลอกเพื่อลดความเมื่อยล้าและเพิ่มผลิตภาพในงานก่อสร้าง มีแนวทางการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

3.1 วิธีการดำเนินงานวิจัย

ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและบทความที่เกี่ยวข้องกับเออร์กอนอมิคส์ ความเมื่อยล้า ความเครียด และการบาดเจ็บจากการทำงาน ท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม การใช้เครื่องจักรกลกับงานก่อสร้าง อัตราการเพิ่มผลิตภาพเพื่อจะนำมาใช้วิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือดัดเหล็กปลอก เพื่อลดความเมื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงานและเพิ่มผลิตภาพในงานก่อสร้าง

3.2 ศึกษากระบวนการทำงานการดัดเหล็กปลอก โดยมุ่งเน้นในเรื่องท่าทางการทำงานและอัตราผลผลิต พร้อมบันทึกข้อมูลโดยใช้วิธีถ่ายภาพวีดีทัศน์

3.3 รายละเอียดการแบบเครื่องมือดัดเหล็กปลอก

การออกแบบเครื่องจักรกลหรือเครื่องมือกล เป็นศิลปะของการพัฒนาด้านความคิดใหม่ๆทางด้านเทคโนโลยีเครื่องจักรกล แล้วนำความคิดนั้นแสดงบนกระดาษในรูปของแบบ แล้วคำนวณตรวจสอบการออกแบบนั้นๆ เครื่องจักรกลใหม่ๆหรือเครื่องมือกลเกิดขึ้นได้ก็เพราะความต้องการในการใช้งาน และเกิดจากมโนภาพที่ได้จากบุคคลหลายฝ่าย เช่น ผู้ใช้เครื่องจักรกลหรือผู้ผลิตเครื่องจักรกล ดังนั้น ด้วยผลจากความคิดเห็นต่างๆ ทำให้เกิดการดัดแปลงปรับปรุงเครื่องจักรกลอยู่ตลอดเวลา [2]

ระบบมนุษย์กับเครื่องจักรจะมีประสิทธิภาพสูงสุด ต้องทำการออกแบบทั้งระบบโดยจัดให้มนุษย์ได้ช่วยส่งเสริมเติมเต็มการทำงานของเครื่องจักร ในขณะเดียวกัน ก็ต้องสร้างเครื่องจักรต่างๆ ที่ใช้ในการทำงานให้เอื้ออำนวยประโยชน์สอดคล้องกับความสามารถของผู้ใช้เครื่องมือนั้นๆ[3]

การนำความรู้ เกี่ยวกับสัดส่วนกายมนุษย์มาใช้ในการออกแบบเพื่อป้องกันและหลีกเลี่ยงปัญหาในเรื่องของ ความไม่สอดคล้อง มิเหมาะสมพอดีกันระหว่างมิติขนาดของอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ (Objectware/Hardware) กับขนาดสัดส่วนของร่างกายมนุษย์ที่เป็นผู้ใช้งานอุปกรณ์เหล่านั้น (Liveware) โดยมีข้อควรคำนึงในการนำเอาข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายไปใช้งานดังนี้

1. การนำเอาข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายไปใช้นั้นไม่มีหลักเกณฑ์ตายตัวที่แน่นอน

2. สัดส่วนร่างกายแต่ละส่วนของมนุษย์นั้น ไม่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในทางสถิติ (Statistical Correlation) เช่น คนที่มีขาสั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแขนสั้นตามไปด้วย เป็นต้น

3. การออกแบบสิ่งของเพื่อใช้ในงานของมนุษย์นั้นเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์

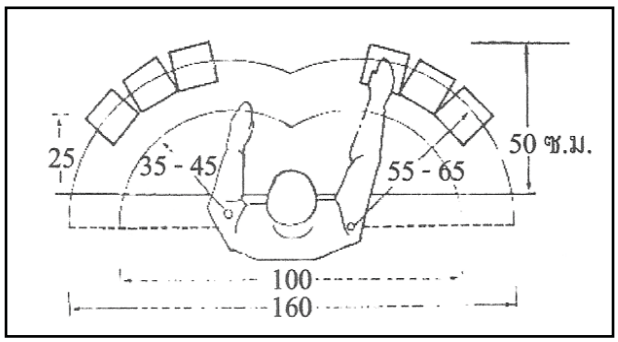
4. ถ้าในการออกแบบสิ่งใดที่ต้องใช้ข้อมูลของส่วนร่างกายมากกว่า 1 ส่วนมาประกอบกันจะต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ต่อกันระหว่างส่วนร่างกายแต่ละส่วนด้วย

5. แนวทางที่น่าจะดี และเหมาะสม คือ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD) หรือใช้หุ่นจำลอง (Model) ช่วยในงานออกแบบ ซึ่งหุ่นจำลองนี้จะทำให้เราสามารถที่จะยืดและหดความยาวของส่วนร่างกายส่วนที่ต้องการให้สอดคล้องกับขนาดสัดส่วนของกลุ่มประชากรที่เป็นกลุ่มเป้าหมายได้เป็นอย่างดี

6. การสำรวจ และเก็บข้อมูลประชากรโดยทั่วไปจะใช้ค่าใช้จ่ายสูง และเสียเวลามาก ข้อมูลขนาดร่างกายที่พบจึงมักเป็นกลุ่มตัวอย่างจำเพาะเจาะจง เช่น ทหาร เพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องแบบ เครื่องมือ หรืออาวุธ ดังนั้น การใช้ข้อมูลจึงต้องระวังการเลือกนำข้อมูลที่เก็บแบบเจาะจง มาใช้กับประชากรกลุ่มอื่น

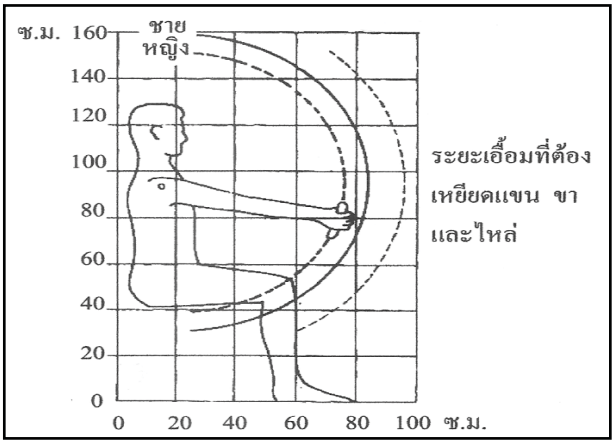
<u>ขอบเขต และพื้นที่ในการทำงาน</u>

พื้นที่การทำงานในแนวราบ แบ่งเป็นพื้นที่ที่หยิบจับวัสดุได้ตามปกติ และพื้นที่ที่ต้องอาศัยการเหยียดแขนหรือโน้มตัวช่วย ขอบเขตของพื้นที่เกิดจากการกวาดมือและแขนส่วนบนทั้งสองข้างเป็นครึ่งวงกลม 2 วง วางทับกันบนโต๊ะ มีข้อศอกและหัวไหล่เป็นจุดหมุน ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงพื้นที่ปกติ (เส้นรอบวงเล็ก) และพื้นที่มากที่สุด (เส้นรอบวงใหญ่)ในการนั่งทำงานบนโต๊ะ (หน่วยเซ็นติเมตร)
ที่มา : คนองยุทธ กาญจนกูล และคณะ, 2534

ขอบเขตระยะการหยิบจับแนวดิ่ง แสดงระยะรัศมีในการกระทำของแขนโดยที่มืออยู่ในท่ากำ ระยะจะมากหรือน้อยขึ้นกับตัวแปร ความสูงของหัวไหล่ในท่านั่งทำงาน และระยะจากหัวไหล่ถึงมือ เส้นโค้งของระยะการหยิบจับในแนวดิ่งในแกนข้างหน้า ดังแสดงในภาพที่ 3 ซึ่งได้จากขนาดร่างกายเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 โดยระยะเอื้อมที่ต้องเหยียดแขน ขา และไหล่จะมีระยะเพิ่มขึ้นจากระยะการหยิบจับของชาย 15 ซ.ม. ส่วนความสูงพื้นผิวทำงานของงานนั่งที่ถูกต้อง และเหมาะสมกับงานที่ทำแสดงไว้ดังตารางที่ 1[3]

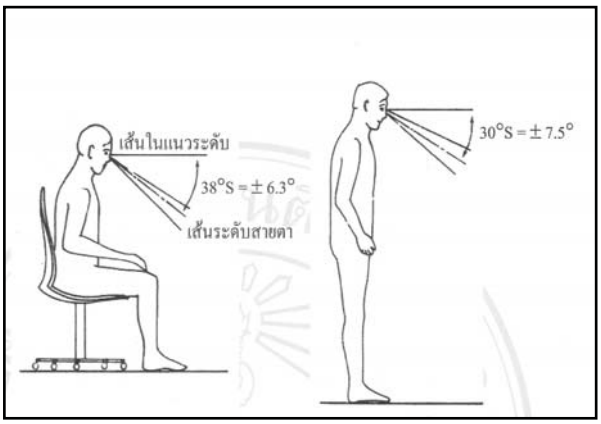


ภาพที่ 3 แสดงเส้นโค้งระยะการหยิบจับแนวดิ่งในท่านั่งทำงาน

ตารางที่ 1 แสดงความสูงพื้นผิวทำงานที่เหมาะสมสำหรับงานนั่งตามความหนักเบาของงาน

ลักษณะของงานนั่งทำ	ผู้ชาย	ผู้หญิง
	cm	cm
งานทั่วไป	99-105	89-95
งานที่ต้องการความแม่นยำ	89-94	82-87
งานประกอบชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักเบา	74-78	70-75
งานหยาบ ไม่ละเอียด	69-72	66-70
การอ่าน และเขียน	74-78	70-74
พิสัยความสูงสำหรับงานพิมพ์ดีด	60-70	60-70
ความสูงงานใช้แป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์	58-71	58-71

ตำแหน่งของศีรษะและมุมมอง ไม่ว่าจะเป็นงานยืนหรือนั่ง บริเวณการทำงานที่ผู้ปฏิบัติงานใช้สายตาเป็นมุมมอง จะต้องอยู่ในตำแหน่งที่ทำให้ศีรษะเคลื่อนไหวได้อย่างสบาย มุมมองระหว่างเส้นระดับสายตา (Line of Sight) และเส้นในแนวระดับ (Horizontal) ที่จะทำให้สามารถทำงานได้อย่างสะดวกสบายเป็น 32-44 องศา และ 23 - 37 องศา สำหรับงานนั่ง และยืนตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4 [3]



ภาพที่ 4 แสดงมุมมองระหว่างเส้นในแนวระดับ และเส้นระดับสายตาที่เหมาะสม สำหรับงานนั่งและงานยืน

ท่าทางการทำงาน คือ ลักษณะการเคลื่อนไหวอวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกายเพื่อการทำงาน โดยปกติในขณะทำงานร่างกายของคนทำงาน จำเป็นจะต้องอยู่ในลักษณะที่มั่นคงมีเสถียรภาพและมีท่าทางที่สบายตัวพอสมควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะออกแรงทางกายภาพ

จากการศึกษาหลักการของท่าทางการทำงานที่เหมาะสมทำให้เกิดแนวคิดเกี่ยวกับการจัดท่าทางการทำงานดัดเหล็กปลอกให้อยู่ในท่าทางที่เหมาะสมดังนี้

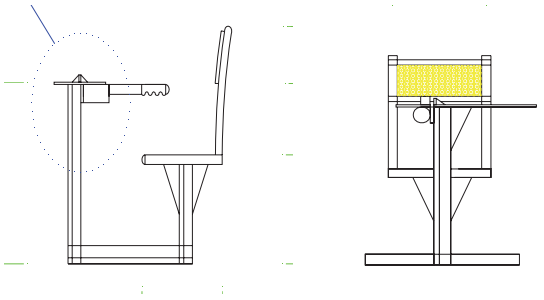
1. หลีกเลี่ยงท่าทางที่ต้องโน้มตัวไปข้างหน้าหรือบิดเอี้ยวลำตัวโดยจัดให้ผู้ทำงานอยู่ในท่านั่งบนเก้าอี้ที่มีพนักพิงหลัง

2. จัดให้ผู้ทำงานหันหน้าเข้าหาชิ้นงานที่กำลังทำ ระดับสายตาที่จับจ้องที่งานไม่ใกล้หรือไกลเกินไป

3.ในการทำงานควรมีพื้นที่สามารถเอื้อมมือหยิบหรือจับที่เหมาะสมทั้งในแนวตั้งและแนวนอน โดยให้วาดแขนอยู่ในรัศมีครึ่งวงกลม

4. ใช้การออกแรงทำงานที่แขนและไหล่แทนท่าทางการทำงานที่ต้องบิดข้อมือในการดัดเหล็ก หรือเพิ่มขนาดของด้ามจับปะแจดัดเหล็กให้สามารถควบคุมได้ถนัดขึ้น

จากการศึกษาข้างต้นนำมาทำการออกแบบ เขียนแบบและสร้างเครื่องดัดเหล็กต้นแบบดังภาพที่ 5 และ 6 ตามลำดับ



ภาพที่ 5 แบบเครื่องดัดเหล็กปลอกต้นแบบ



ภาพที่ 6 เครื่องดัดเหล็กปลอกต้นแบบ

3.3 การประเมินความเสี่ยงทางเออร์กอนอมิคส์ของร่างกายอย่างรวดเร็วด้วยวิธีการลูล่าร์ (RULA)

รูปแบบการประเมินท่าทางตามหลักเออร์กอนอมิคส์ที่นิยมใช้มีอยู่หลายวิธี แต่ในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้วิธีลูล่าร์ เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวกในการใช้งาน โดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดใดๆ ไม่รบกวนการทำงานของพนักงาน ใช้ง่ายและสามารถแบ่งให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการประเมิน อีกทั้งยังสามารถใช้แบบประเมินร่วมกับข้อมูลจากภาพถ่าย หรือ วีดีทัศน์ซึ่งทำให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำได้มากขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูลจะทำการวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้เก็บ

และบันทึกรวบรวมมาจากหน้างานจริง โดยนำมาเปรียบเทียบระหว่างวิธีที่ปฏิบัติอยู่ทั่วไป กับการใช้เครื่องมือดัดเหล็กปลอกที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้สามารถทราบถึงข้อมูลที่เกิดขึ้น จากการปฏิบัติแต่ละวิธีมาทำการเปรียบเทียบความเสี่ยงต่อความเมื่อยล้า การเพิ่มผลิตภาพ และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดัดเหล็กปลอกแต่ละวิธี

4. ผลการวิจัย

จากการเก็บบันทึกข้อมูลของการดัดเหล็กปลอกซึ่งดำเนินการตามวิธีปฏิบัติทั่วไปกับการใช้เครื่องมือดัดเหล็กปลอกที่พัฒนาขึ้น ทำให้ได้ข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบท่าทางการทำงานที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า ตลอดจนถึงการเปรียบเทียบอัตราผลผลิตที่เกิดขึ้น จากการทำงานในแต่ละวิธีปฏิบัติ ดังนี้

4.1 การสังเกตท่าทางการทำงานของคนงานดัดเหล็กปลอกโดยวิธีปฏิบัติทั่วไปที่หน้างานจริง ประกอบการการใช้แบบประเมินท่าทางการทำงาน พบว่า

ขณะทำงานลักษณะแขนส่วนบน มีการยกแขนสูงระหว่าง 20 – 45 องศารวมทั้งมีการยกของไหล่

ลักษณะของแขนส่วนล่าง มีการยกสูงอยู่ในระดับ มากกว่า 60 องศา หรือ 100 องศา ในแนวดิ่ง และมีการกางแขนออกไปด้านข้างลำตัว

ลักษณะของมือและข้อมือขณะทำงาน มีการยกข้อมือสูงระหว่าง 0 – 15 องศา มีการเบี่ยงข้อมือออก (deviation) และหมุนข้อมือมากเกือบสุด

ลักษณะการใช้แรงจากกล้ามเนื้อในการทำงาน มีการทำงานเป็นแบบซ้ำๆ โดยมีการเคลื่อนไหวกลับไปกลับมาเกินกว่า 4 ครั้งต่อนาทีหรือมากกว่า

ในส่วนภาระงานที่ทำ พบว่า ใช้แรงตลอดเวลาหรือทำซ้ำไปมาบ่อยๆขาและเท้าอยู่ในลักษณะสมดุลซ้ายขวา โดยเท้าสามารถวางบนพื้นที่มีการรองรับดี

ศีรษะและคอขณะทำงานพบว่า มีการก้มคอซึ่งมีมุมก้มมากกว่า 20 องศา ขึ้นไป

ลักษณะของลำตัวขณะทำงาน พบว่าลำตัวโน้มไปด้านหน้าระหว่าง 21 องศา

จากการประเมินท่าทางการทำงานของคนงาน ดัดเหล็กปลอก แล้วนำมาประเมินความเสี่ยงจากลักษณะท่าทางการทำงาน พบว่า คนงานมีลักษณะท่าทางในการทำงานที่มีความเสี่ยงในระดับ 4 คือ ท่าทางที่ควรตรวจสอบและแก้ไขในทันที

4.2 การสังเกตท่าทางการทำงานของคนงานดัดเหล็กปลอกโดยใช้เครื่องดัดเหล็กปลอกประกอบการการใช้แบบประเมินท่าทางการทำงาน พบว่า

ขณะทำงานลักษณะแขนส่วนบนมีการยกแขนสูงระหว่าง 45 – 90 องศารวมทั้งมีการยกของไหล่

ลักษณะของแขนส่วนล่าง มีการยกสูงอยู่ในระดับ มากกว่า 60 องศา หรือ 100 องศา ในแนวดิ่ง และมีการกางแขนออกไปด้านข้างลำตัว

ลักษณะของมือและข้อมือขณะทำงานอยู่ในลักษณะตรงไม่บิดงอ

ลักษณะการใช้แรงจากกล้ามเนื้อในการทำงาน มีการทำงานเป็นแบบซ้ำๆ โดยมีการเคลื่อนไหวกลับไปกลับมาเกินกว่า 4 ครั้งต่อนาทีหรือมากกว่า

ในส่วนภาระงานที่ทำ พบว่า ใช้แรงตลอดเวลาหรือทำซ้ำไปมาบ่อยๆ

ขาและเท้าอยู่ในลักษณะสมดุลซ้ายขวา โดยเท้าสามารถวางบนพื้นที่มีการรองรับดี

ศีรษะและคอขณะทำงานพบว่า มีการก้มคอซึ่งมีมุมก้มอยู่ระหว่าง 10 -20 องศา

ลักษณะของลำตัวขณะทำงานพบว่า ลำตัวนั่งมีพนักพิงรองรับที่มุมเอียงไม่เกิน 20 องศา

จากการประเมินท่าทางการทำงานของคนงานดัดเหล็กปลอก แล้วนำมาประเมินความเสี่ยงจากลักษณะท่าทางการทำงาน พบว่า คนงานมีลักษณะท่าทางในการทำงานที่มีความเสี่ยงในระดับที่ 2 คือ ท่าทางที่ควรตรวจสอบและอาจต้องมีการแก้ไข

4.3 ผลสรุปการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและผลิตภาพที่เกิดขึ้นในการดัดเหล็กปลอก โดยใช้วิธีเดิมที่ปฏิบัติอยู่กับการใช้เครื่องมือดัดเหล็กปลอกที่พัฒนาขึ้น แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลสรุปการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและผลิตภาพการตัดเหล็กปลอก

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ผลสรุปการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและผลิตภาพการตัดเหล็กปลอก			
			วิธีปฏิบัติเดิม		เครื่องมือตัดเหล็กปลอก	
			RB 6 mm 0.20x0.40	RB 6 mm 0.20 x0.20	RB 6 mm 0.20x0.40	RB 6 mm 0.20x0.20
1	ค่าเครื่องมือตัดเหล็กปลอก	บาท/ชั่วโมง	0.225	0.225	1.25	1.25
2	เวลาที่ใช้ทำงาน	ชั่วโมง / ครั้ง	0.083	0.083	0.83	0.83
3	ค่าบำรุงรักษา	บาท/ชั่วโมง	0.023	0.023	0.13	0.13
4	ค่าแรงงานที่ใช้ไป	บาท/ชั่วโมง	25.00	25.00	25.00	25.00
5	ปริมาณเหล็กปลอกที่ตัดได้	กก./ครั้ง	4.23	3.71	5.46	4.71
6	ผลิตภาพที่เกิดขึ้นในลักษณะของเวลา	กก./ชั่วโมง	50.96	44.70	65.78	56.75
7	ผลิตภาพที่เกิดขึ้นในลักษณะของค่าใช้จ่าย	กก./บาท	2.02	1.77	2.49	2.25

5. สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการประเมินท่าทางการทำงานตัดเหล็กปลอกโดยใช้วิธีของลูล่าร์

จากการประเมินท่าทางการทำงานของคนงาน โดยใช้วิธีการของลูล่าร์ แล้วนำมาประเมินความเสี่ยงจากการทำงาน พบว่า คนงานตัดเหล็กปลอกโดยวิธีปฏิบัติทั่วไป มีลักษณะการทำงานที่มีความเสี่ยงระดับ 4 คือ ท่าทางที่ควรตรวจสอบและแก้ไขในทันทีซึ่งประเมินได้ว่า มีลักษณะการทำงานที่มีความเสี่ยงที่ทำให้เกิดอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อได้ ส่วนในคนงานที่ตัดเหล็กปลอกโดยใช้เครื่องมือตัดเหล็กปลอกที่พัฒนาขึ้น มีลักษณะการทำงานที่มีความเสี่ยงระดับ 2 คือ ท่าทางที่ควรตรวจสอบและอาจต้องมีการแก้ไข ซึ่งประเมินได้ว่ามีลักษณะการทำงานที่มีความเสี่ยงทำให้เกิดอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อลดลงจากการปฏิบัติตามวิธีเดิม

5.1 สรุปผลเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและผลิตภาพที่เกิดขึ้น

ผลการวิจัยที่ได้วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและผลิตภาพที่เกิดขึ้นในการตัดเหล็กปลอกโดยใช้วิธีเดิมที่ปฏิบัติอยู่กับการใช้เครื่องมือตัดเหล็กปลอกที่พัฒนาขึ้นที่หน้างานจริง ทำให้สามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการสรุปผลเปรียบเทียบผลิตภาพที่เกิดขึ้นของการตัดเหล็กปลอกแต่ละวิธี ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบผลิตภาพที่เกิดขึ้น (Productivity) ในการตัดเหล็กปลอกแต่ละวิธี

ผลิตภาพในรูปเวลา

ลำดับ	รายละเอียดเหล็กปลอก		วิธีปฏิบัติแบบเดิม		เครื่องมือตัดเหล็กปลอกที่พัฒนาขึ้น	
	ขนาดเหล็ก	หน้าตัดเหล็กปลอก (เมตร Xเมตร)	ผลิตภาพ	คิดเป็น %	ผลิตภาพ	คิดเป็น%
1	RB 6 mm	0.20 x 0.40	50.96	100	65.78	129
2	RB 6 mm	0.20 x 0.40	44.70	100	56.75	127

ผลิตภาพในรูปค่าใช้จ่าย

ลำดับ	รายละเอียดเหล็กปลอก		วิธีปฏิบัติแบบเดิม		เครื่องมือตัดเหล็กปลอกที่พัฒนาขึ้น	
	ขนาดเหล็ก	หน้าตัดเหล็กปลอก (เมตร xเมตร)	ผลิตภาพ	คิดเป็น %	ผลิตภาพ	คิดเป็น%
1	RB 6 mm	0.20 x 0.40	2.02	100	2.49	123
2	RB 6 mm	0.20 x 0.40	1.77	100	2.25	127

ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าผลิตภาพที่เกิดขึ้นในลักษณะของเวลาเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจะให้ผลิตภาพดีกว่าวิธีปฏิบัติแบบเดิม 27 – 36 % และผลิตภาพที่เกิดขึ้นในลักษณะของค่าใช้จ่ายเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจะให้ผลิตภาพดีกว่าวิธีปฏิบัติแบบเดิม 23 – 38 % ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยในการทำงาน เช่น ขนาดของเหล็กเส้น หน้าตัดของเหล็กปลอก และความชำนาญของผู้ปฏิบัติงาน

6. บรรณานุกรม

[1] วิสูตร จิระดำเกิง,2546. การปรับปรุงผลผลิตงานก่อสร้าง. กรุงเทพฯ: วรรณกวี.

[2] อิศว ปัทมธรรมกุล, 2542 . การออกแบบเครื่องจักรกล 1 Machine Design 1.คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

[3] สุทธิ์ ศรีบูรพา,2540. เออร์กอนอมิคส์ : วิศวกรรมมนุษยปัจจัย. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

รหัสบทความ

NCTeched 03 TCT 01-NCTeched 03 TCT 16

การคัดกรองโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล
Sexually Transmitted Diseases Screening using Data Mining Technique

สุรเดช บุญลือ ณรงค์ศักดิ์ หนูขาว และกุลิสรา แก้วพุทธชาติ

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
tsuradej@gmail.com, af_clubz@hotmail.com, poompuicscjaa@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการคัดกรองโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้ทดสอบได้มาจากศูนย์ควบคุมโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ โรงพยาบาลบางรัก ซึ่งจะประกอบด้วยภาพถ่ายระดูขาวและข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ผู้ป่วยเบื้องต้น รวมทั้งสิ้น 120 ระเบียน 19 คุณลักษณะ โดยงานวิจัยนี้จะแบ่งออกเป็นสองส่วน ได้แก่ส่วนประมวลผลภาพ และส่วนตัดสินใจเพื่อคัดกรองโรคซึ่งสร้างขึ้นโดยใช้อัลกอริทึมทางเหมืองข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูงที่ได้จากการเปรียบเทียบตัวแบบตัดสินใจระหว่างโครงข่ายประสาทเทียบแพร่กลับ เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ และโครงข่ายเบย์เซียน ผลการทดสอบพบว่าตัวแบบตัดสินใจที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียบแพร่กลับมีความแม่นยำ 96.52% ขณะที่ตัวแบบเรียนรู้ที่มีใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ และโครงข่ายเบย์เซียนมีความแม่นยำ 88.70% และ 54.78% ตามลำดับ หลังจากนั้นนำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไปทดสอบแบบแบล็กบอกซ์กับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ พบว่าค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับ 4.16 จากเกณฑ์ระดับ 5 (SD = 0.17) ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมที่ได้พัฒนานี้มีคุณภาพในระดับดี สามารถนำไปใช้งานได้

คำสำคัญ: การคัดกรองโรค เทคนิคเหมืองข้อมูล

Abstract

The purpose of this paper is to design and develop the program of sexually transmitted infections disease screening using data mining technique. The cross sectional-studies characteristics of a diseases, was favorite from Centre of Sexual Communicable Disease Control, Bangrak Hospital which be composed of leukorrhea photograph and based on the initial interview results with a hundred and twenty records and nineteen features of total amount. The consideration to be put upon our development is divided into two main areas. Firstly, we examined how the process proper working. Secondly, to explore the sources of information used in making decisions about whether and what disease screening that provided by those algorithms in data mining at high performance. As a result of comparison, it is general speaking that decision making by Back-Propagation Neural Networks reaches 96.52% accuracy, while Decision Tree and Bayesian Network approaches 88.70% and 54.78% of measuring the accuracy of disease screening, respectively. Hence, the black box testing was investigated to derive test cases of the program assessment, concurrently a group of

sexually transmitted infections experts with the average of satisfaction at 4.16 of 5.0 (SD=0.17). By this, it means the program consequently achieves a good level of requirement of works.

Keyword: diseases screening, data mining technique

1. บทนำ

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่า อุบัติการณ์ของโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์นั้นเป็นปัญหาสาธารณสุขปัญหาหนึ่งของประเทศ และยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือลดพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศเท่าไรนัก อย่างไรก็ตามจากรายงานของหน่วยงานที่ให้บริการตรวจวินิจฉัยและรักษาโรคติดต่อและโรคติดเชื้อทางเพศสัมพันธ์ สังกัดกระทรวงสาธารณสุข พบว่า แนวโน้มของอุบัติการณ์นี้เริ่มลดลงช้าๆ อย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2550 สำนักระบาดวิทยา [1] ได้รายงานจำนวนผู้ป่วยที่เป็นโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์จำนวน 16,072 ราย ซึ่งกลุ่มผู้ที่พบมากที่สุดอยู่มีอายุระหว่าง 15-24 ปี และเป็นกลุ่มของนักศึกษา นอกจากนี้ยังมีรายงานเพิ่มเติมว่า อัตราส่วนเพศชายต่อเพศหญิงเป็น 1: 14

จากปัญหาดังกล่าวทำให้เป็นที่กังวลของหลายๆ ส่วนงานที่พยายามในการแก้ไขและบรรเทาภาวการณ์ติดเชื้อให้เบาบางลง ทั้งนี้ ผู้ป่วยเพศหญิงสามารถสังเกตอาการในเบื้องต้นได้ หากว่าตนเองมีอาการคัน ปัสสาวะขัด มีผื่นหรือตุ่มที่อวัยวะเพศ มีหนองหรือน้ำหลั่งจากช่องคลอด ปวดท้องหรือช่องเชิงกราน มีระดูขาวที่ผิดปกติ สีเปลี่ยนจากขาวเป็นเหลือง น้ำตาล หรือเขียว เนื่องจากสาเหตุการอักเสบติดเชื้อ [2]

การวินิจฉัยโรคในผู้ป่วยเพศหญิงจะกระทำโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะมีการคัดกรองผู้ป่วยติดเชื้อด้วยการซักถามประวัติ พฤติกรรมทางเพศ ร่วมกับการสังเกตอาการ หากผู้ป่วยรายใดที่ไม่มีอาการแสดงออกจำเป็นต้องอาศัยการตรวจภายในเพิ่มเติมด้วยการทำ Wet Smear, Pap Smear, KOH หรือ Gram Stain เป็นต้น หากแต่ผู้ป่วยบางรายที่อายไม่กล้าไปพบแพทย์อาจจะส่งผลให้การเยียวยาและการรักษาโรคสายเกินแก้

ด้วยเหตุดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและพบว่า ได้มีการประยุกต์ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลกับการคัดกรองและวินิจฉัยโรค อาทิ ระบบผู้เชี่ยวชาญโดยอาศัยกฎฟัซซี่ในการวินิจฉัยโรคทางคลินิก [3] หรือ ระบบวินิจฉัยโรคธาลัสซีเมียโดยอาศัยตารางการตัดสินใจ [4] ที่ใช้อัลกอริทึมทางเหมืองข้อมูลที่หลากหลาย เช่น โครงข่ายประสาทเทียม โครงข่ายเบย์เซียน หรือเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ เป็นต้น [5], [6]

ดังนั้น คณะผู้วิจัยนี้จึงพยายามที่จะเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวเบื้องต้นสำหรับสตรีทั่วไปที่จะสามารถทำการตรวจสอบตนเองได้ ด้วยการพัฒนาออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการคัดกรองโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล โดยจะทำการเปรียบเทียบอัลกอริทึมทางเหมืองข้อมูลที่สามารถเป็นตัวแบบการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน อันจะทำให้สตรีที่มีความกังวลต่อการติดเชื้อสามารถวินิจฉัยโรคได้ด้วยตนเองก่อนที่จะไปพบแพทย์ เพื่อรับทราบแนวทางปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมต่อไป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

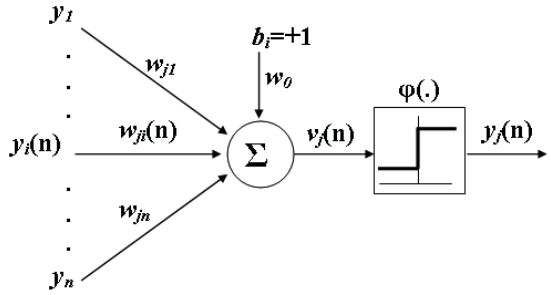
การนำภาพมาประมวลผลหรือคิดคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เราต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ที่สำคัญ คือ การทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ การแบ่งส่วนของวัตถุที่สนใจออกมาจากภาพเพื่อนำภาพวัตถุที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อมูลเชิงปริมาณ เช่นขนาด รูปร่าง และทิศทางการเคลื่อนของวัตถุในภาพ จากนั้นสามารถนำข้อมูลเชิงปริมาณเหล่านี้ไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบต่อไป [7]

2.2 โครงข่ายประสาทเทียบแบบแพร่กลับ

การเรียนรู้ของโครงข่ายแบบ Perceptron [8] จะมีลักษณะของโครงสร้างเป็นชั้น ซึ่งข้อมูลที่จะนำเข้ามาเรียนรู้นั้นจะถูกใส่เข้าไปในชั้นแรกสุดซึ่งเป็นชั้นรับข้อมูล (Input Layer) และเมื่อผ่านการคำนวณจากชั้นแรกนี้แล้วผลลัพธ์ ก็จะถูกส่งต่อไปยังชั้นกลางของโครงข่าย (Hidden Layer) ซึ่งในแต่ละหน่วยของชั้นนี้ ก็จะรับข้อมูลจากทุกหน่วยในชั้นก่อนหน้ามาคำนวณ

แล้วส่งต่อไปยังชั้นถัดไปและเมื่อข้อมูลถูกส่งต่อกันมาจนถึงชั้นสุดท้าย (Output Layer) ก็จะได้ผลลัพธ์ออกมาจากระบบ ซึ่งการส่งผ่านข้อมูลต่อๆ กันไปแบบนี้จะเรียกว่าเป็นการส่งต่อข้อมูลแบบการป้อนไปข้างหน้า (Feed Forward) หลังจากนั้นจะต้องมีการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากระบบว่ามีความคลาดเคลื่อนจากเป้าหมายมากน้อยเพียงไร

หากความคลาดเคลื่อนจากเป้าหมายมากเกินไปก็จะต้องมีการนำค่าความคลาดเคลื่อนนี้ ไปปรับน้ำหนักการเรียนรู้ใหม่ (Weight) แบบแพร่ย้อนกลับ (Back-propagation) ซึ่งจะเป็นการปรับน้ำหนักความคลาดเคลื่อนจากชั้นผลลัพธ์ ไปยังชั้นก่อนหน้า และทำการปรับน้ำหนักไปเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงชั้นรับข้อมูล ซึ่งกระบวนการเรียนรู้แบบนี้ต้องอาศัยการทำซ้ำหลาย รอบจนกว่าจะได้ผลลัพธ์ตามที่กำหนดหรือได้ค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยจนพอยอมรับได้ ซึ่งจำนวนรอบนี้ก็จะขึ้นอยู่กับ ความยากง่ายของปัญหา ขนาดของข้อมูลรวมไปถึงจำนวนชั้นของโครงสร้างของโครงข่ายที่เราสร้างไว้ด้วย ซึ่งโครงข่าย Perceptron แบบชั้นเดียวได้แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงโครงข่าย Perceptron แบบชั้นเดียว [8]

พิจารณาภาพที่ 1 จะเป็นกระบวนการคำนวณการส่งข้อมูลเข้าและกระบวนการแพร่ย้อนกลับของโครงข่าย Perceptron แบบชั้นเดียว โดยจะเป็นการนำข้อมูลเข้ามาคำนวณจนกระทั่งได้ผลลัพธ์ จะเห็นว่าในรูปประกอบด้วยส่วนของ v_j ซึ่งเป็นผลรวมของข้อมูลที่เข้ามาทำการปรับค่าน้ำหนักดังสมการที่ (1)

$$v_j = \sum_{j-1}^{n} w_{ij} y_i + w_0 \qquad (1)$$

โดยที่ค่า w_{ij} เป็นค่าน้ำหนักที่ใช้สำหรับปรับค่าข้อมูลและค่า $y_j(n)$ ก็จะเป็นการนำค่าที่ได้มาผ่านฟังก์ชั่นกระตุ้น (Activation Function) ดังสมการที่ (2)

$$y_j = \varphi(v_j) \qquad (2)$$

โดยที่ $\varphi(v_j)$ คือฟังก์ชั่นกระตุ้นสำหรับการปรับค่า Output ของระบบและจะทำการปรับค่าน้ำหนักค่าใหม่ที่ได้จากค่าอัตราการเรียนรู้ของค่าอัตราความเปลี่ยนแปลงของค่าความคลาดเคลื่อนเทียบกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าน้ำหนัก ตามสมการที่ (3)

$$\Delta w_{ji}(n) = -\eta \frac{\partial E(n)}{\partial w_{ji}(n)} \qquad (3)$$

โดยที่ $\Delta w_{ji}(n)$ คือ ค่าน้ำหนักที่จะนำไปปรับใหม่ให้กับระบบ ส่วน E คือค่าความผิดพลาดรวมของระบบและ η คือค่าอัตราการเรียนรู้

2.3 โครงข่ายเบย์เซียน (Bayesian Network)

เป็นเทคนิคที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้เทคนิคนี้เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ลดข้อจำกัดของการเรียนรู้เบย์อย่างง่ายในสมมติฐานของความไม่ขึ้นต่อกันระหว่างคุณสมบัติ แต่ในความเป็นจริงพบว่าคุณสมบัติบางตัวจะขึ้นต่อกันบ้างและควรที่จะนำความขึ้นต่อกันนี้เข้ามาใส่ไว้ในโมเดลด้วย จึงใช้โครงข่ายเบย์เซียนในการอธิบายความไม่ขึ้นต่อกันอย่างมีเงื่อนไข (Condition Independent) ระหว่างตัวแปร บริบทของโครงข่ายเบย์เซียนนิยมใช้คำว่า“ตัวแปร” (Variable) แทนคำว่า “คุณสมบัติ” เพื่อทำให้กระบวนการเรียนรู้มีประสิทธิภาพโดยสามารถใส่ความรู้ก่อนในโครงข่ายเบย์เซียนให้อยู่ในรูปของโครงสร้างข่ายงานและตารางความน่าจะเป็นมีเงื่อนไข [4]

โครงข่ายเบย์เซียนมีลักษณะที่สำคัญ คือสามารถที่จะอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยแสดงออกมาในรูปแบบแผนภาพ (Graphical Model) โดยอาศัยฐานความรู้ก่อนหน้า (Prior Knowledge) ในการที่จะอธิบายและสร้างโครงข่ายเบย์เซียน [8]

2.4 เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree Technique)

การสร้างต้นไม้ตัดสินใจจะเป็นแบบการค้นหาจากบนลงล่างแบบตะกรม (Top-down Greedy Search) โดยเริ่มจากการเลือกคุณสมบัติที่ดีที่สุดมาสร้างเป็นโนดราก เมื่อข้อมูลผ่านการแบ่งแยกที่โนดรากตามค่าคุณสมบัติของโนดรากแล้ว ก็จะหาคุณสมบัติที่ดีที่สุดของข้อมูลที่ผ่านการแบ่งแยกนั้นมาสร้างเป็นโนดลูกของโนดรากนั้นต่อไป และจะวนสร้างโนดลูกและต้นไม้ย่อยของแต่ละกิ่งไปเรื่อยๆจนกว่าข้อมูลที่ผ่านการ

แบ่งแยกนั้นจะจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน หรือจำนวนข้อมูลที่ผ่านการแบ่งแยกในกิ่งหนึ่งๆ มีค่าน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ [10]

แต่ละอัลกอริทึมก็ได้นิยามค่าความดีของคุณสมบัติแตกต่างกันไปอัลกอริทึม CART นิยามความดีของคุณสมบัติโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์จีนี (Gini) แต่ที่แพร่หลายที่สุดคือการใช้ค่ามาตรฐานเกน (Gain criterion) ของอัลกอริทึม ID3 [11] และ C4.5 [12] ซึ่งได้จากการคำนวณโดยอาศัยทฤษฎีสารสนเทศ (Information Theory) และค่าเอนโทรปี (Entropy)

โดยที่ ID3 จะใช้ค่ามาตรฐานเกนเป็นหลักในการเลือกคุณสมบัติที่จะใช้เป็นรากหรือโนด แต่ใน C4.5 ได้เพิ่มการใช้ค่ามาตรฐานอัตราส่วนเกน (Gain Ratio Criterion) ในการตัดสินใจเลือกคุณสมบัติที่จะใช้เป็นรากหรือโนดอีกอย่างหนึ่ง เนื่องจากค่ามาตรฐานเกนจะมีอคติ (Bias) อย่างมากกับข้อมูลที่ประกอบด้วยคุณสมบัติที่มีค่าที่เป็นไปได้จำนวนมาก ๆ การแก้ไขความอคติของค่ามาตรฐานเกนสามารถทำได้โดยการปรับค่ามาตรฐานเกนให้ถูกต้อง โดยใช้ค่าสารสนเทศของการแบ่งแยก (Split information) ของคุณสมบัติแต่ละตัว ถ้าให้ T คือชุดของตัวอย่าง เมื่อแบ่งตัวอย่างนี้ตามคุณสมบัติ X จะได้ชุดของตัวอย่างย่อยในแต่ละกิ่ง คือ $\{t_1, t_2, ..., t_n\}$ จำนวน n ชุด ตามค่าที่เป็นไปได้ในคุณสมบัติ X เมื่อคำนวณค่าสารสนเทศของการแบ่งแยกได้ดังสมการที่ (4) นี้

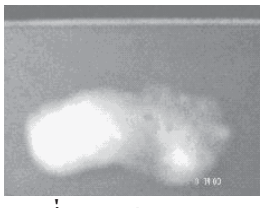
$$\text{ค่าสารสนเทศของการแบ่งแยก} = \sum_{i=1}^{n} \frac{|t_i|}{|T|} \log_2 I_x \frac{|t_i|}{T} \quad (4)$$

สารสนเทศของการแบ่งแยกนี้จะแสดงถึงระดับการกระจายของข้อมูล เมื่อแบ่งข้อมูลตัวอย่าง T เป็น n ชุดย่อยตามคุณสมบัติ X โดยค่านี้จะสูงสุดเมื่อ $|t_i|$ เป็น 1 เท่ากันในทุกกิ่ง และลดลงเมื่อค่า $|t_i|$ เพิ่มขึ้น เมื่อนำค่านี้ไปหารค่ามาตรฐานเกนจะได้ค่ามาตรฐานอัตราส่วนเกน ซึ่งช่วยแก้ไขความอคติของค่ามาตรฐานเกนได้ โดยทำให้ค่ามาตรฐานอัตราส่วนเกนในการแบ่งด้วยคุณสมบัติที่มีการกระจายสูงถูกปรับลดลง ดังนั้นค่ามาตรฐานอัตราส่วนเกนในคุณสมบัติของตัวอย่างที่มีการกระจายตัวของข้อมูลสูงดังที่กล่าวมาแล้วจึงไม่มีค่าสูงที่สุดเสมอ จากแนวคิดข้างต้น ตัวแบบการเรียนรู้ที่ใช้สำหรับตัดสินใจคัดกรองโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์จะใช้อัลกอริทึม C4.5 ด้วยว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่า ID3

3. วิธีการดำเนินการ

3.1 การเก็บตัวอย่าง

ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้ทดสอบจะเป็นข้อมูลของเพศหญิง ที่เข้าตรวจรักษาโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์จากศูนย์ควบคุมโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ โรงพยาบาลบางรัก ซึ่งจะมีทั้งผู้ป่วยที่ไม่เป็นโรคกับผู้ป่วยที่เป็นโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ที่เป็นโรคหนองใน โรคเริม โรคเชื้อรา โรคพยาธิ โรคหูด ซึ่งข้อมูลแต่ละรายจะประกอบด้วยภาพถ่ายระดูขาว (เป็นภาพสีพื้นหลังของภาพถ่ายระดูขาวต้องเป็นสีดำ) และข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ผู้ป่วยเบื้องต้น รวมทั้งสิ้น 120 ระเบียน 19 คุณลักษณะ



ภาพที่ 2 ตัวอย่างภาพระดูขาว

3.2 ส่วนประมวลผลภาพถ่ายระดูขาว

แฟ้มข้อมูลภาพที่ได้มาจะต้องผ่านการกรองภาพเพื่อตัดสัญญาณรบกวนที่มาจากสิ่งแวดล้อมในขณะถ่ายภาพ โดยใช้วิธี Convolution ซึ่งเป็นคือการกระทำกันระหว่าง Template ที่เป็น เมทริกซ์ขนาด n x m กับ ภาพ (image) [7] ดังแสดงในสมการที่ (5) ซึ่งจะสามารถลดทอนคุณสมบัติที่ไม่ต้องการลงและเน้นคุณสมบัติที่ต้องการให้เด่นชัดขึ้น เมื่อเสร็จสิ้นการกรองข้อมูลภาพค่าสีของภาพจะถูกนำไปสร้าง Histogram ในระบบสีแบบ RGB เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสู่กระบวนการคัดกรองโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ต่อไป

$$I'(x,y) = T * I = \sum_{i=0}^{n-1}\sum_{j=0}^{m-1} T(i,j)\ I(x-i, y-j) \quad (5)$$

เมื่อ $I'(x,y)$ คือ ภาพผลลัพธ์ที่ผ่านการกรองภาพ

3.3 ส่วนตัวแบบตัดสินใจคัดกรองโรค

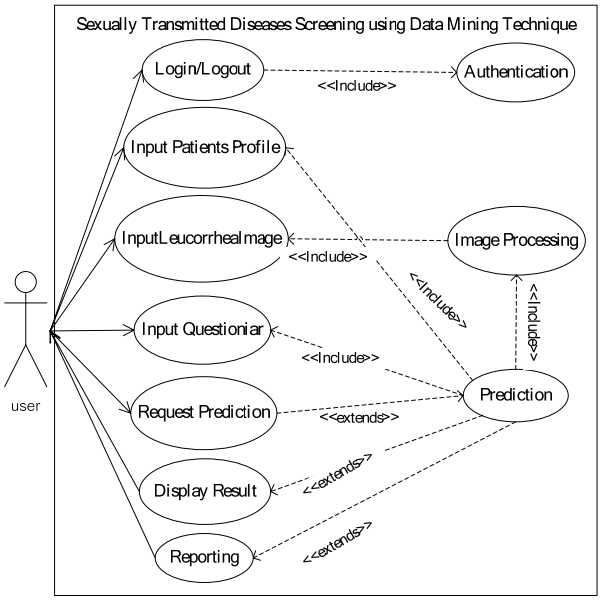
ออกแบบและสร้างตัวแบบตัดสินใจคัดกรองโรคโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูงสุดที่ได้จากการเปรียบเทียบตัวแบบตัดสินใจระหว่างโครงข่ายประสาทเทียบแพร่กลับ โครงข่ายเบย์เซียน และเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งข้อมูลที่นำเพื่อฝึกสอนและทดสอบจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ค่าข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลภาพระดูขาว ซึ่งประกอบไปด้วย สีแดง สีเขียว สีน้ำเงินกับค่าที่ได้จากการประเมินจากแบบสอบถามอาการเบื้องต้นของแพทย์ผู้รักษา จำนวน 16 ข้อ ส่วนข้อมูลนำออกจะเป็นกลุ่มคนปกติ และกลุ่มผู้ป่วยที่เป็นโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ จำนวน 5 โรคที่กำหนดไว้ รวมทั้งหมด 6 คลาส

3.4 ขั้นตอนการพัฒนาแอพพลิเคชั่น

3.4.1 การออกแบบโปรแกรม

ใช้การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ และใช้โปรแกรม Microsoft Visio 2003 เป็นเครื่องมือช่วยพัฒนา ซึ่งภาพรวมของโปรแกรมสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3 ต่อไปนี้



ภาพที่ 3 ภาพรวมของโปรแกรม

3.4.2 การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบงาน

โปรแกรมถูกพัฒนาขึ้นด้วย Microsoft Visual Studio .NET 2005 ในลักษณะ Windows Base Application เพื่อที่ผู้ใช้สามารถนำไปติดตั้งและตรวจคัดกรองโรคด้วยตนเอง โดยจะมีส่วนคอมโพเน็นต์ของโครงข่ายประสาทเทียมแพร่กลับที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Peltarion ไว้สำหรับคัดกรองโรค

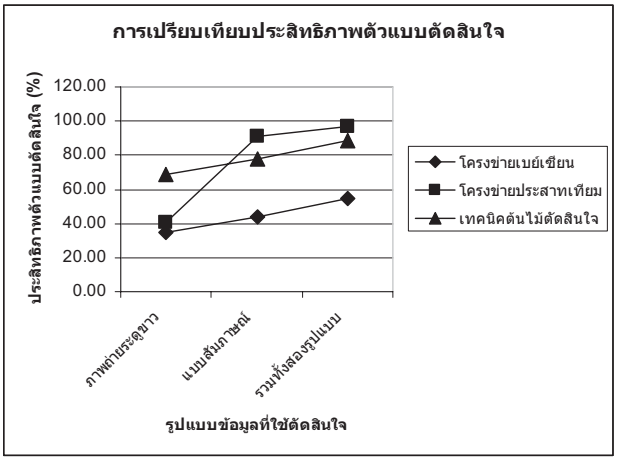
3.4.3 การทดสอบระบบงาน

ใช้เทคนิค Black Box Testing โดยผู้ประเมินเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ที่เป็นแพทย์และพยาบาล จำนวน 5 คน แล้วทำแบบทดสอบประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้โดยแบ่งเกณฑ์ระดับ ออกเป็น 5 ระดับ ซึ่งต้องมีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 4 ขึ้นไปจึงจะยอมรับว่าระบบมีประสิทธิภาพในการใช้งานได้ในสภาพการทำงานจริง โดยผู้เชี่ยวชาญจากโรงพยาบาลบางรัก

4. ผลของการดำเนินงาน

4.1 ส่วนตัวแบบการตัดสินใจเพื่อคัดกรองโรค

ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 120 ระเบียนไปทดสอบกับตัวแบบตัดสินใจด้วยวิธีทดสอบ 3 Fold Cross-Validation พบว่าการสร้างตัวแบบโดยใช้ข้อมูลทดสอบเป็นทั้งภาพถ่ายระดูขาวกับแบบสัมภาษณ์จะมีค่าประสิทธิภาพสูงสุดมากกว่าการใช้ภาพถ่ายหรือแบบสัมภาษณ์เพียงอย่างเดียว เนื่องจากมีจำนวนแอททริบิวต์มากพอที่จะใช้จำแนกข้อมูลได้อย่างถูกต้อง [5] รวมทั้งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวแบบตัดสินใจที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแพร่กลับมีความแม่นยำ 96.52% ขณะที่ตัวแบบเรียนรู้ที่มีใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ และโครงข่ายเบย์เซียนมีความแม่นยำ 88.70% และ 54.78% ตามลำดับ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบตัดสินใจ

ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมมีความเหมาะสมกับการจำแนกข้อมูลที่มีจำนวนคลาสที่มากกว่าสองคลาส ส่วนต้นไม้ตัดสินใจจะเหมาะสมกับข้อมูลที่เป็นข้อความหรือสัญลักษณ์ และถ้ามีจำนวนแอททริบิวต์มากจะให้ประสิทธิภาพความแม่นยำค่อนข้างต่ำ [5], [6], [10]

ดังนั้นตัวแบบตัดสินใจที่นำมาประยุกต์ใช้กับโปรแกรมนี้จะเป็นโครงข่ายประสาทเทียมแพร่กลับ และข้อมูลที่นำมาใช้

คัดกรองจะใช้ทั้งภาพถ่ายระดูขาวกับข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามเบื้องต้น

4.2 การประเมินหาประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

เมื่อได้นำระบบไปประเมินกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางด้านโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ โรงพยาบาลบางรัก ซึ่งสามารถสรุปผลการประเมินแต่ละด้าน ได้ดังตารางที่ 1 ข้างล่างต่อไปนี้

ตารางที่ 1 การประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\overline{X}$	*SD*	ระดับ
1. ผลการประเมินด้านความสามารถในการทำงาน	4.05	0.17	ดี
2. ผลการประเมินด้านความต้องการของผู้ใช้	4.08	0.25	ดี
3. ผลการประเมินด้านการใช้งานของโปรแกรม	4.23	0.18	ดี
4. ผลการประเมินด้านผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม	4.00	0.15	ดี
5. ผลการประเมินด้านความปลอดภัย	4.42	0.11	ดี
สรุปประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ	4.16	0.17	ดี

5. บทสรุป

งานวิจัยนี้มีการนำเทคนิคเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับการคัดกรองโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ ซึ่งมีข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลภาพถ่ายระดูขาวรวมกับข้อมูลที่ได้จากการประเมินแบบสอบถามอาการเบื้องต้นของแพทย์ นำมาผ่านตัวแบบตัดสินใจ พบว่าการใช้ข้อมูลภาพถ่ายระดูขาวรวมกับข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์จะมีค่าประสิทธิภาพสูงสุดมากกว่าการใช้ภาพถ่ายหรือแบบสัมภาษณ์เพียงอย่างเดียว รวมทั้งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวแบบตัดสินใจที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแพร่กลับมีความแม่นยำ 96.52% ขณะที่ตัวแบบเรียนรู้ที่ใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ และโครงข่ายเบย์เซียนมีความแม่นยำ 88.70% และ 54.78% ตามลำดับ นอกจากนั้นการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชียวชาญด้วยแบบสอบถาม ได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.16 (SD = 0.17) ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้ต่อไป

6. กิติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้ รวมทั้งนายแพทย์นิสิต คงเกริกเกียรติ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลบางรัก และคณะที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้คำปรึกษา, การเก็บข้อมูล รวมทั้งประเมินผลการทดสอบระบบงาน

7. บรรณานุกรม

[1] ธีรยุทธ ลีลา และนิรมล ปัญสุวรรณ, *" สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค ปี พ.ศ.2550"*. กรุงเทพ : สำนักระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข, 2550.

[2] นิวัติ พลนิกร, *"ตำราวิทยาการก้าวหน้าโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์"*. กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2539.

[3] วัชรชัย วิริยะสุทธิวงศ์, *"การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญโดยใช้กฎฟัซซี่เพื่อวินิจฉัยโรคทางคลีนิค"*. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2547.

[4] สุวัฒน์ คาธาวุธ, *"ระบบวินิจฉัยโรคธาลัสซีเมียโดยใช้โดยใช้ตารางการตัดสินใจ"*. บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

[5] นิตยา เกิดประสพ, *"อัลกอริทึมและเทคนิคที่เหมาะสมกับการสังเคราะห์โมเดลที่ช่วยวินิจฉัยโรคได้อัตโนมัติ"*. รายงานการวิจัย. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสุรนารี, 2547.

[6] Hayashi Y, Setiono R, "*Combining neural network predictions for medical diagnosis"*. Computers in Biology and Medicine 32: 237-246, 2002.

[7] มนตรี กาญจนะเดชะ, *"การประมวลผลภาพ"*. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2544.

[8] Haykin S, "*Neural Network a comprehensive foundation"*. 2nd edition, USA: Prentice hall, 1999.

[9] จันทิมา พลพินิจ, *"ตัวแบบของความน่าจะเป็นกับการวิเคราะห์ตัวแปรที่มีผลต่อความเสี่ยงภัยของการประกันภัยรถยนต์"*. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545.

[10] บุญเสริม กิจศิริกุล, *"อัลกอริทึมการทำเหมืองข้อมูล"*. รายงานการวิจัย. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2545.

[11] Quinlan, J. R. "Induction of decision tree", Machine Learning, Vol. 1, pp.81-106, 1986.

[12] Quinlan, J. R, "*C4.5: Programs for Machine Learning"*. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann. 1993

การรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะเชิงภูมิศาสตร์ของใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม

Human-Face Recognition Using Geometrical Features Face Analysis and Artificial Neural Network

สิทธิชัย บุษหมั่น[1] อรนันท์ เชาว์พานิช[2] และภานุวัฒน์ เกตุวงศ์[3]

[1,3]ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 80 ถ.นครสวรรค์ ต. ตลาด อ. เมือง จ. มหาสารคาม 44000
[2]โรงเรียนอนุกูลนารี อ. เมือง จ. กาฬสินธุ์ 46000
โทรศัพท์: +66(4)-372-2118-9 โทรสาร: +66(4)-372-2117 E-mail: sittichai_bus@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เสนอระบบการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์ โดยใช้องค์ประกอบของใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้พื้นที่ที่สนใจบนใบหน้ามนุษย์เท่านั้นในการรู้จำ โดยกำหนดให้เป็นบริเวณที่ครอบคลุม คิ้ว ตา จมูก และปาก ซึ่งเป็นพื้นที่ที่คลอบคลุมคุณลักษณะสำคัญของใบหน้าทั้งหมด และเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ไม่กว้างจึงช่วยทำให้ลดเวลาในการประมวลผลภาพและลดเนื้อที่สำหรับการจัดเก็บข้อมูล วิธีการที่นำเสนอเริ่มต้นด้วยการนำภาพใบหน้ามนุษย์มาคำนวณเพื่อพิจารณาหาคุณลักษณะที่สำคัญของใบหน้า ซึ่งในที่นี้จะคำนวณจากภาพใบหน้าในส่วนต่างๆแบ่งออกเป็น 7 ส่วนองค์ประกอบคือ องค์ประกอบตา องค์ประกอบจมูก องค์ประกอบปาก องค์ประกอบคิ้วกับตา องค์ประกอบตากับจมูก องค์ประกอบตากับปาก และองค์ประกอบจมูกกับปาก จากนั้นกำหนดจุดอ้างอิงในแต่ละองค์ประกอบ ได้จุดอ้างอิงรวม 21 จุด เมื่อได้จุดอ้างอิงแล้วจึงนำจุดอ้างอิงเหล่านั้นคำนวณหาค่าข้อมูลอินพุตเวกเตอร์ ซึ่งได้ค่าข้อมูลอินพุตเวกเตอร์จำนวน 27 ค่า จากนั้นจึงนำข้อมูลอินพุตเวกเตอร์นั้นไปทำการเรียนรู้และรู้จำโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม แบบแพร่กระจายย้อนกลับ การทดสอบได้ทดลองใช้ข้อมูลทั้งหมด 500 ภาพ โดยเป็นภาพบุคคล 100 คนๆ ละ 5 ภาพ จากภาพทั้งหมดแบ่งเป็นกลุ่มเรียนรู้ 200 ภาพ และกลุ่มทดสอบ 300 ภาพ จากผลการทดลองปรากฏว่า การประมวลผลการรู้จำใบหน้ามนุษย์ตามวิธีที่นำเสนอ สามารถให้ผลการรู้จำถูกต้องถึง 413 ภาพ หรือวิธีการดังกล่าวมีประสิทธิภาพการรู้จำโดยเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 82.60

คำสำคัญ การรู้จำใบหน้า โครงข่ายประสาทเทียม การวิเคราะห์คุณลักษณะเชิงภูมิศาสตร์

Abstract

This paper proposed a human-face recognition system using Geometrical Face Feature Analysis and Artificial Neural Network (GFFA/ANN). In this study, only the interesting place on human's face was used for the recognition. Area of eyebrow, nose, and mouth were specified as an important area that covered significant characteristics on the

face. Since it was not wide area, it helped to reduce time for picture processing and the space for storing data. The proposed method started with bringing the human face calculated to examine significant features of the face. In this case, the 7 various part of face were brought to calculate which were eye, nose, mouth and eye brow-eye, eye - nose, eye-mouth and nose-mouth. Then, specify the reference spot in each components, finally there were 21 reference spots. After the reference spots were specified, all of them were calculated in order to find the input vector data which was 27. Then these input vector data were brought for learning and recognition by using back propagation neural network. The experiment had been performed 500 images which was 100 individual images from 5 images per person. From all images, it was divided as 200 training face and 300 testing face. The results of the study found that face recognition by using the proposed method (Geometrical Face Feature Analysis and Artificial Neural Network (GFFA/ANN)) could provide the recognition accuracy of 413 images, on the other hand; the effective recognition average of this method was 82.60 percent.

Keyword: Face Recognition System, Artificial Neural Network, Geometrical Feature Analysis

1. บทนำ

ในบรรดาการรู้จำลักษณะทางชีววิทยาของมนุษย์ (Biometric) ระบบการรู้จำใบหน้ามนุษย์ (Human Face Recognition) เป็นงานวิจัยส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญในระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence System) โดยการรู้จำลักษณะทางชีววิทยาของมนุษย์ สามารถแบ่งออกเป็นหลากหลายแขนง เช่น การรู้จำลายนิ้วมือ (Fingerprint Recognition) การรู้จำเสียงพูด (Speech Recognition) การรู้จำลายม่านตา (Iris Recognition) และการรู้จำภาพใบหน้า (Face Recognition) เป็นต้น สำหรับการรู้จำใบหน้ามนุษย์ ดูเหมือนจะเป็นระบบที่นิยมมากที่สุด เนื่องจากใบหน้ามีลักษณะที่เด่นชัดในแต่ละบุคคลและเป็นลักษณะที่เปลี่ยนแปลงและปลอมแปลงได้ยาก ประโยชน์ของการรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายอาทิเช่น สร้างเป็นระบบการเข้าใช้งานคอมพิวเตอร์โดยใช้ภาพใบหน้า, การใช้ภาพใบหน้าเพื่อการผ่านเข้าออกตามช่องทางต่างๆกับสถานที่ต้องการความปลอดภัยทางด้านอาคาร, การค้นหาภาพใบหน้าคนร้าย, การพิสูจน์บัตรเครดิต เป็นต้น

จากประโยชน์ดังกล่าว จึงมีงานวิจัยจำนวนมากที่ได้ถูกศึกษาและพัฒนาขึ้น การวิจัยในด้านการรู้จำใบหน้ามนุษย์นั้นจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ การหาคุณลักษณะที่สำคัญของใบหน้า (Facial Feature Extraction) และการรู้จำใบหน้า (Face Recognition) ในการหาคุณลักษณะที่สำคัญของใบหน้านั้น โดยทั่วไปจะเป็นการระบุตำแหน่งของอวัยวะบนใบหน้า เช่น ตำแหน่งของตา ตำแหน่งของจมูก และตำแหน่งของปาก เป็นต้น จากนั้นจึงนำองค์ประกอบเหล่านี้ไปใช้ในการรู้จำใบหน้าเพื่อทำการตัดสินใจระบุชี้ตัวบุคคลนั้นๆ เนื่องจากหากนำลักษณะสำคัญเหล่านี้ไปทำการรู้จำจะช่วยลดปริมาณข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบใบหน้าเพื่อใช้ระบุตัวบุคคลได้เป็นอย่างดี ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Hsu และคณะ[8] ได้ใช้วิธีการเปรียบเทียบระยะทางระหว่างจุดต่างๆบริเวณตาและปาก และทำการรู้จำพบว่า สามารถให้ผลการรู้จำถูกต้อง 81.5% ส่วน Wang [10] ได้ทำการทดลองโดยเปรียบเทียบตำแหน่งจุดสำคัญบนใบหน้า จำนวน 10 จุด ผลลัพธ์ในการรู้จำถูกต้อง 92%และ Ansari [3,4,5] ได้ทำการรู้จำใบหน้าโดยอาศัยคุณลักษณะของใบหน้า จำนวน 15 จุด ผลของการรู้จำถูกต้องถึง 96.5% เป็นต้น ส่วนในขั้นตอนของการรู้จำนั้นได้มีนักวิจัยหลายกลุ่มได้พัฒนาและคิดค้นเพื่อหาวิธีการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพมาใช้ในการรู้จำใบหน้าหลากหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการคิดค้นขั้นตอนวิธี (Algorithm) หรือการสร้างแบบจำลองขึ้นมาใหม่ และวิธีการหนึ่งที่เป็นที่นิยมในการนำมาประยุกต์ใช้ในการรู้จำวิธีหนึ่งก็คือ โครงข่ายประสาทเทียมชนิด Multi-Layer Perceptron (MLP) ซึ่งพบว่าวิธีการ

ดังกล่าว มีความสามารถในการรู้จำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่ดีจึงได้นำวิธีการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยพบว่า หากมีการวิเคราะห์เพื่อหาจุดหรือตำแหน่งต่างๆ บนใบหน้าที่เหมาะสมใน ขั้นตอนของการหาคุณลักษณะสำคัญของใบหน้าแล้ว จากนั้นจึงนำข้อมูลตำแหน่งเหล่านั้นไปทำการเรียนรู้และรู้จำโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม จะให้ผลการรู้จำเป็นที่น่าพอใจและมีประสิทธิภาพสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอกระบวนการหาตำแหน่งต่างๆบนใบหน้า จากนั้นจึงนำข้อมูลเหล่านั้นไปทำการรู้จำโดยโครงข่ายประสาทเทียม

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาขั้นตอนวิธีสำหรับการรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ของใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม

2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้น

3. วัสดุและอุปกรณ์การวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้อุปกรณ์ต่างๆดังนี้

3.1 ภาพตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ภาพถ่ายใบหน้าของมนุษย์ จำนวน 100 คนๆละ 5 ภาพ คือ ภาพหน้าตรง ภาพหลับตา ภาพหน้ายิ้ม ภาพหน้ายิ้มแบบเห็นฟัน ภาพอ้าปาก ซึ่งเป็นภาพระดับเทา (Gray Scale Image) 256 ระดับ รวม 500 ภาพ โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดคือ

3.1.2 ชุดสำหรับฝึกเรียนรู้ (Training Set) จำนวน 100 คนๆละ 2 ภาพ รวม 200 ภาพ

3.1.2 ชุดสำหรับทดสอบ (Test Set) จำนวน 100 คนๆ ละ 3 ภาพ โดยเป็นภาพหลับตา ภาพหน้ายิ้ม และภาพหน้ายิ้มแบบเห็นฟัน รวม 300 ภาพ

3.2 ฮาร์ดแวร์ เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ กล้องถ่ายภาพดิจิตอล

3.3 ซอฟท์แวร์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์



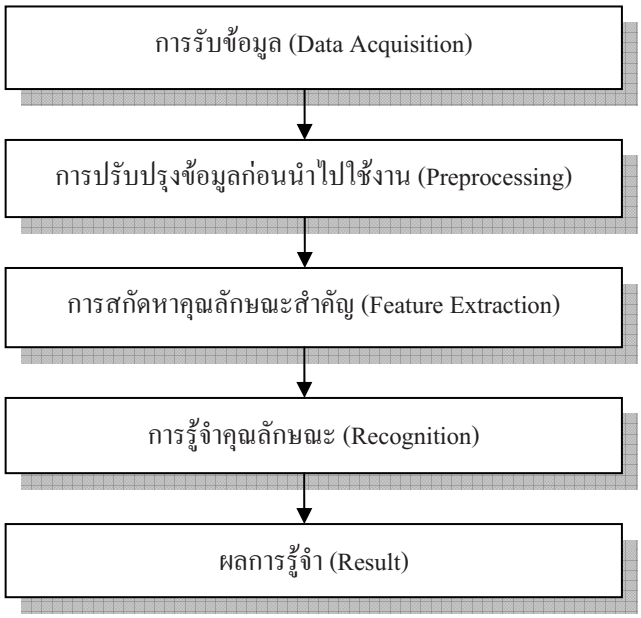
ภาพที่ 1 ภาพตัวอย่างที่นำมาใช้ในการทดลอง

4. หลักการทำงานของระบบจดจำใบหน้ามนุษย์

การทำงานของระบบรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ของใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม ได้แสดงได้ดังภาพที่ 1 โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนที่สำคัญ

4.1 รับข้อมูลภาพ (Data Acquisition) ในการทดลองจะทำการรับข้อมูลภาพจากกล้องดิจิตอล ซึ่งเป็นภาพนิ่ง

4.2 การปรับปรุงข้อมูลก่อนนำไปใช้งาน (Preprocessing) เนื่องจากภาพที่ได้จากกลองดิจิตอลยังไม่สามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสม จำเป็นจะต้องทำการปรับปรุงภาพก่อน โดยทำการแปลงข้อมูลภาพให้เป็นภาพภาพระดับเทา (Gray scale) และทำการลดขนาดให้เป็น 80 x 80 จุดภาพ และทำการปรับปรุงภาพโดยวิธีโปรเจคชั่น (Projection) ทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง



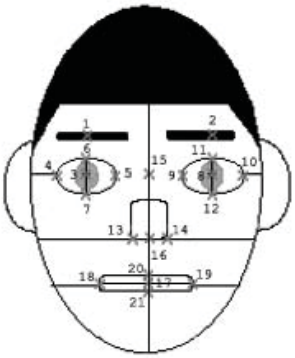
ภาพที่ 2 ขั้นตอนการทำงานของระบบรู้จำใบหน้ามนุษย์ โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม



(ก) (ข) (ค) (ง) (จ)

ภาพที่ 3 ตัวอย่างภาพในแต่ละท่าทาง โดยภาพ (ก) ภาพหน้าปกติ (ข) ภาพหลับตา (ค) ภาพหน้ายิ้ม (ง) ภาพหน้ายิ้มแบบเห็นฟัน (จ) ภาพอ้าปาก

4.3 การสกัดคุณลักษณะที่สำคัญ (Feature Extraction) ในการสกัดหาคุณลักษณะที่สำคัญของใบหน้า ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ของใบหน้า [5,6] ซึ่งเป็นวิธีการที่นำมาใช้แยกแยะองค์ประกอบของใบหน้า ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำมาใช้โดยใช้หลักการที่ว่า ใบหน้าของมนุษย์มีความแตกต่างกันโดยธรรมชาติ ในการที่จะให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จำหรือแยกแยะแตกต่างของบุคคลด้วยใบหน้าได้ จำเป็นจะต้องอาศัยลักษณะเฉพาะตัวขององค์ประกอบต่างๆ ในใบหน้า เช่น ตำแหน่งของคิ้ว ตำแหน่งของตา ตำแหน่งของจมูก ตำแหน่งของปาก เป็นต้น มาใช้ในการเรียนรู้เพื่อให้สามารถแยกแยะตัวบุคคลได้ ในการทดลองผู้วิจัยได้ทำการเลือกองค์ประกอบของใบหน้าสำหรับการรู้จำใบหน้ามนุษย์ออกเป็น 7 กลุ่มและในแต่และกลุ่มทำการกำหนดตำแหน่งที่สำคัญบนใบหน้า 21 ตำแหน่ง จากนั้นคำนวณหาค่าที่สำคัญจากตำแหน่งเหล่านั้นทั้งหมด 27 ค่า ดังนี้



ภาพที่ 4 ตำแหน่งอ้างอิงบนใบหน้า 21 ตำแหน่ง

4.3.1 องค์ประกอบตา

- ค่าเฉลี่ยความกว้างตา = 0.5 x [distance(4, 5) + distance(9, 10)])

- ค่าเฉลี่ยความสูงตา = 0.5 x [distance(6, 7) + distance(11, 12)]

- ค่าระยะระหว่างจุดกึ่งกลางตา = distance(3, 8)

- ค่าเฉลี่ยพื้นที่ตา = 0.5 x [area(4, 6, 5, 7) + area(9, 11, 10, 12)]

4.3.2 องค์ประกอบจมูก

- ค่าความกว้างจมูก = distance(13, 14)

- ค่าความสูงจมูก = distance(15, 16)

- ค่าพื้นที่จมูก = area(13, 15, 14)

- ค่าเฉลี่ยมุมของฐานจมูก = 0.5 x [angle(vector(13, 15), vector(13, 16)) + angle(vector(14, 13), vector(14, 16))]

4.3.3 องค์ประกอบปาก

- ค่าความกว้างปาก = distance(18, 19)

- ค่าความสูงปาก = distance(20, 21)

- ค่าพื้นที่ปาก = area(18, 20, 19, 21)

- ค่าเฉลี่ยริมฝีปาก = 0.5 x [distance(17, 20) + distance(17, 21)]

4.3.4 องค์ประกอบคิ้วกับตา

- ค่าเฉลี่ยระยะระหว่างคิ้วกับตา = 0.5 x [distance(1, 3) + distance(2, 8)]

- ค่าระยะระหว่างคิ้ว = distance(1, 2)

- ค่าเฉลี่ยพื้นที่ระหว่างคิ้วกับตา = 0.5 x [area(4, 1, 5) + area(9, 2, 10)]

4.3.5 องค์ประกอบตากับจมูก

- ค่าเฉลี่ยหัวตากับกลางจมูก = 0.5 x [distance(5, 16) + distance(9, 16)]

- ค่าเฉลี่ยหัวตากับริมจมูก = 0.5 x [distance(5, 13) + distance(9, 14)]

- ค่าเฉลี่ยหางตากับริมจมูก = 0.5 x [distance(4, 13) + distance(10, 14)]

- ค่าพื้นที่ระหว่างตากับจมูก = area(4, 10, 14, 13)

4.3.6 องค์ประกอบตากับปาก

- ค่าเฉลี่ยหัวตากับมุมปาก = 0.5 x [distance(5, 18) + distance(9, 19)]

- ค่าเฉลี่ยหางตากับมุมปาก = 0.5 x [distance(4, 18) + distance(10, 19)]

- ค่าเฉลี่ยหัวตากับกลางปาก = 0.5 x [distance(4, 17) + distance(10, 17)]

- ค่าพื้นที่ระหว่างตากับปาก = area(4, 10, 19, 18)

4.3.7 องค์ประกอบจมูกกับปาก

- ค่าระยะระหว่างจมูกกับปาก = distance(16, 20)
- ค่าเฉลี่ยมุมจมูกกับมุมปาก = 0.5 x [distance(13, 18) + distance(14, 19)]
- ค่ากลางจมูกกับกลางปาก = distance(16, 17)
- ค่าพื้นระหว่างตากับปาก = area(13, 16, 14, 19, 20, 18)

4.4 การรู้จำใบหน้า (Face Recognition)

ในขั้นตอนการรู้จำ ผู้วิจัยได้เลือกใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อทำการรู้จำ โดยโครงข่ายประสาทเทียมเป็นแบบโครงข่ายประสาทเทียมหลายชั้นแบบป้อนไปข้างหน้า (Multilayer Feedforward Neural Network) เนื่องจากสามารถปรับเปลี่ยนค่าน้ำหนักได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการลดค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าเอาต์พุตกับค่าเป้าหมาย โดยโครงข่ายประสาทเทียมมีจำนวน 3 ชั้น คือ ชั้นอินพุต (Input Layer) เป็นชั้นที่นำข้อมูลของรูปภาพที่ได้ทำการแยกคุณลักษณะของรูปภาพ มีจำนวนนิวรอนโหนดทั้งหมด 27 โหนด ชั้นซ่อน (Hidden Layer) กำหนดให้มีชั้นซ่อน จำนวน 1 ชั้น เนื่องจากข้อมูลไม่มีความซับซ้อนมากนัก รวมถึงถ้ามีการออกแบบให้มีจำนวนชั้นยิ่งมากยิ่งทำให้การประมวลผลช้าลง ผู้วิจัยได้ทำการทดลอง 5 แบบ คือ จำนวนชั้นซ่อน 5 10 15 20 และ 25 โหนด และชั้นเอาต์พุต (Output Layer) กำหนดนิวรอลโหนดไว้จำนวน 100 โหนด เพราะระบบโครงข่ายนี้จะกำหนดให้รู้จำบุคคล 100 คน ซึ่งรูปแบบโครงข่ายประสาทเทียมเป็นดังนี้ Input Node – Hidden Node –Output Node ส่วนอัลกอริทึมที่ใช้ในการเรียนรู้คือ ใช้อัลกอริทึมแบบแพร่กระจายย้อนกลับ (Back-propagation Algorithm) ในการทดลองได้ทำการโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการเรียนรู้ การรู้จำและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.5 ประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบรู้จำภาพใบหน้ามนุษย์

นำผลลัพธ์ที่ได้จากชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกฝน และข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ มาทำการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ ในการประเมินหาประสิทธิภาพจะใช้การคำนวณค่าร้อยละความถูกต้องในการรู้จำใบหน้ามนุษย์คือ

$$\text{ร้อยละความถูกต้อง} = \frac{\text{จำนวนภาพใบหน้าที่รู้จำถูกต้อง}}{\text{จำนวนภาพใบหน้าทั้งหมด}} \times 100$$

5. ผลการทดลอง

ในการทดลองได้ทำการโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยทดลองกับข้อมูลภาพตัวอย่างคือภาพถ่ายใบหน้าของมนุษย์ จำนวน 500 คนๆละ 5 ภาพ คือ ภาพหน้าตรง ภาพหลับตา ภาพหน้ายิ้ม ภาพหน้ายิ้มแบบเห็นฟัน ภาพอ้าปาก ซึ่งเป็นภาพระดับเทา (Gray Scale Image) 256 ระดับ รวม 500 ภาพ โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดคือ 1) ชุดสำหรับฝึกเรียนรู้ (Training Set) จำนวน 100 คนๆละ 2 ภาพ รวม 200 ภาพ และ 2) ชุดสำหรับทดสอบ (Test Set) จำนวน 100 คนๆละ 3 ภาพ โดยเป็นภาพหลับตา ภาพหน้ายิ้ม และภาพหน้ายิ้มแบบเห็นฟัน รวม 300 ภาพ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : ผลการทดลองการเรียนรู้และทดสอบผลการเรียนรู้ โดยโครงข่ายประสาทเทียมที่ออกแบบ

รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม	ค่าความผิดพลาดของโครงข่าย	ร้อยละความถูกต้องการรู้จำของชุดฝึกเรียนรู้	ร้อยละความถูกต้องการรู้จำของชุดทดสอบ	ร้อยละความถูกต้องการรู้จำทั้งหมด
27-5-100	0.000641	86.50	75.33	79.80
27-10-100	0.000542	87.00	77.00	81.00
27-15-100	0.000711	85.50	77.00	80.40
27-20-100	0.000436	88.50	78.67	82.60
27-25-100	0.000635	86.00	75.67	79.80

จากตารางพบว่า จากการที่นำข้อมูลเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อเรียนรู้ ตามรูปแบบโครงข่ายที่ออกแบบไว้ 5 แบบ พบว่า รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม 27-20-100 สามารถให้ผลร้อยละความถูกต้องในการรู้จำสูงที่สุด คือ ร้อยละ 82.60 รองลงมาคือ รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม 27-10-100 ส่วนรูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม 27-5-100 และ 27-25-100 ที่ให้ร้อยละของอัตราการรู้จำต่ำที่สุด คือ ร้อยละ 79.80

6. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การรู้จำใบหน้ามนุษย์ เป็นงานวิจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในระบบปัญญาประดิษฐ์ การวิจัยในด้านการรู้จำใบหน้ามนุษย์นั้นจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ การหาคุณลักษณะที่สำคัญของ

ใบหน้าและการรู้จำใบหน้า ในงานวิจัยนี้ได้ทำการการหาคุณลักษณะที่สำคัญของใบหน้า โดยกำหนดจุดอ้างอิง 21 จุด จากนั้นคำนวนค่าที่เหมาะสมจากจุดอ้างอิงเหล่านั้นได้จำนวน 27 ค่าซึ่งนำไปใช้เป็นข้อมูลอินพุตให้กับโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อการรู้จำในขั้นตอนของการรู้จำ ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียม ได้ใช้โครงข่ายแบบหลายชั้น และกระบวนการฝึกฝนใช้แบบแพร่กระจายย้อนกลับ ผลการทดสอบการรู้จำพบว่าให้ผลการรู้จำสูงถึงร้อยละ 82.60 จากผลการทดลองหากมีการปรับปรุงโดยเพิ่มชุดกลุ่มเรียนรู้ให้หลากหลายท่าทางคาดว่าน่าจะให้ผลการรู้จำสูงขึ้น และด้วยวิธีที่เสนอดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในระบบอื่นๆได้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ธราพงษ์ เพียซ้าย. “ระบบรู้จำภาพหน้าคนด้วยการวิเคราะห์โดยรวมและการวิเคราะห์เฉพาะที่” ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2543.

[2] พรรณฤมล เต็มดี. ”การรู้จำหน้าคนโดยใช้เรขาคณิตแบบเศษส่วนและโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ” ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2541.

[3] A. Jain, and others. An Introduction to Biometric Recognition. Circuits and Systems for Video Technology, 14, 4-19, 2004.

[4] C.G. Looney, Pattern Recognition using Neural Networks: Theory and Algorithmsfor Engineers and Scientists. New York : Oxford University Press, 1997.

[5] R. Brunelli, and T. Poggio. “Face recognition : Feature verus template,” IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence., vol. 15 : 1042-1052, 1993.

[6] R. Brunelli and T. Tomaso. “Face Recognition through Geometrical Features,” Proceedings ECCV92, Santa Margherita Ligure, 792-800, 1992.

[7] R.C. Gonzalez, and R.E. Woods. Digital Image Processing. 2nd ed. New Jersey : Prentice-Hall, 2002.

[8] R. Hsu and A. Jain. “Face modeling for recognition”. Image Processing, 2, 693-696, 2001.

[9] R.O. Duda, P.E. Hart, and D.G. Stork. Pattern Classification. 2nd ed, Canada : A Wiley-Interscience Publication, 2001.

[10] Y. Wang, C Chua and Y. Ho. “Facial feature detection and face recognition from 2D and 3D images. Pattern Recognition, 23, 1191-1202, 2002.

การใช้งาน TLS แทน SSL สำหรับโพรโตคอล https ที่มีการประยุกต์ทำงานแบบ Multi Name-Based Virtual Hosts

Using TLS instead SSL in https for multi name-based virtual hosts

ดุษฎี เทิดบารมี ศิวพงษ์ นิยมพานิช และสิทธิชัย บุษหมั่น

โปรแกรมคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
dusadee@cs.rmu.ac.th, pong.asa@gmail.com and sitichai@cs.rmu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอการประยุกต์ใช้ TLS แทน SSL สำหรับโพรโตคอล HTTPS ที่เป็นการประยุกต์ใช้งานแบบ Multi Name-based Virtual Hosts โพรโตคอล HTTPS ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลสำคัญ เช่น รหัสบัตรเครดิต หรือ รหัสผ่าน ในเว็บไซต์ E-commerce นั้น ซึ่งถือได้ว่าเป็นที่ยอมรับว่ามีความปลอดภัยและนิยมใช้กันมากที่สุด ซึ่งการประยุกต์ใช้งาน HTTPS กับการประยุกต์การใช้งานร่วมกับเว็บไซต์ที่ใช้งานระบบ Multi Name-based Virtual Hosts ซึ่งวิธีนี้มีข้อดีคือ สามารถประหยัดหมายเลขไอพีที่ใช้งาน ซึ่งวิธีนี้ต้องอาศัยการใช้ชื่อ URL เป็นตัวจำแนกเว็บไซต์แต่ละเว็บไซต์ แต่ปัญหาที่ตามมานั่นคือ หากมีการใช้งาน Name-based Virtual Hosts หลายๆ ชื่อจากหมายเลขไอพีเดียวกันร่วมกับการประยุกต์ใช้งาน HTTPS ที่ใช้งาน SSL ด้วยแล้วนั้น จะส่งปัญหาที่ระบบจะไม่สามารถจำแนก Certificate ที่ทำการเข้ารหัสข้อมูลได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาวิธีการที่จะป้องกันปัญหาดังกล่าวด้วยการประยุกต์ใช้ TLS แทน SSL สำหรับโพรโตคอล HTTPS ที่เป็นการประยุกต์ใช้งานแบบ Multi Name-based Virtual Hosts เพื่อช่วยลดปัญหาการเรียกใช้งาน Certificate ที่ผิดพลาด ในเรียกใช้งาน URL ของแต่ละเว็บไซต์

คำสำคัญ: โพรโตคอล HTTPS ความปลอดภัยบนเว็บ การเข้ารหัส

Abstract

This article proposed to using TLS instead SSL in HTTPS for the web sites are working with Multi Name-based Virtual Hosts. HTTPS protocol is using for secure communication in web system. For example, e-commerce web site it's contain credit card id or password require. This technique is admittedly in security and more popular in web system at present. To using HTTPS for apply with multi name-based virtual hosts technique in web system have many advantage. The most important advantage of this technique is help to save to using IP address when they want to use many web sites. It classifies the web sites by using URL. However, if using this technique with HTTPS applies by SSL may cause of problem. The major problem is web sites cannot classify the true certificate for each virtual website for encryption (each web site have own certificate). For this reason, this article proposes the solution of this problem by using TLS instead SSL in HTTPS for multi name-based virtual hosts. This way helps to classify the true certificate for each virtual website and increase security in web system as well.

Keyword: Protocol HTTPS Web Security Encrypt

1. บทนำ

ในปัจจุบันโลกของการสื่อสารได้ก้าวหน้าไปอย่างมาก โดยได้มีการติดต่อสื่อสารกับผู้คนทั่วมุมโลกผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของระบบคอมพิวเตอร์ โดยที่การส่งข้อมูลนั้นจะมีการส่งข้อมูลความลับที่ไม่สามารถจะเปิดเผยได้ หมายถึงข้อมูลที่สำคัญซึ่งไม่สามารถจะให้ผู้ที่ไม่มีสิทธิรับทราบ หรือนำไปใช้งานได้ อาทิเช่น รหัสบัตรเครดิต เนื้อหาในจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

และในปัจจุบันนี้มีการทำธุรกรรมผ่านอินเทอร์เน็ตกันมาก ซึ่งเรียกกันว่า พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะมีทั้งการค้นหาข้อมูล รายละเอียดของสินค้า การโฆษณาสินค้า การสั่งซื้อสินค้า การชำระเงิน และการจัดส่งสินค้า จึงทำให้เกิดมีการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลขึ้น เพื่อป้องกันการถูกคุกคามจากผู้บุกรุก (Hacker) ตัวอย่างเช่น การเข้าถึงระบบเครือข่ายของผู้ที่ไม่มีสิทธิใช้เครือข่ายนั้น การเข้าทำลาย เปลี่ยนแปลงและขโมยข้อมูลไปเปิดเผยยังผู้ที่ไม่มีสิทธิ และนำข้อมูลไปใช้โดยที่เจ้าของไม่ยินยอม ดังนั้น จึงทำให้เกิดระบบการเข้ารหัสข้อมูล (Cryptography) ขึ้น

การรักษาความลับของข้อมูล หมายถึง การอนุญาตให้เฉพาะผู้ที่ได้รับอนุญาตเข้าถึงข้อมูลได้หรือถ้ามองอีกมุมหนึ่งก็จะหมายถึง การปกป้องข้อมูล ไม่ให้ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาต สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ ข้อมูลบางอย่างมีความสำคัญและจำเป็นต้องเก็บไว้เป็นความลับ เพราะถ้าถูกเปิดเผยอาจมีผลเสียหรือเป็นอันตรายต่อเจ้าของได้ [1]

ความต้องการในการรักษาความลับของข้อมูลนั้นเริ่มจากด้านการทหารที่ต้องการปกปิดข้อมูลเกี่ยวกับกองทัพไม่ให้ฝ่ายตรงกันข้ามทราบ เช่น ที่ตั้งหน่วยทหาร แผนการโจมตี จำนวนกำลังพล และอาวุธที่ใช้ เป็นต้น ต่อมาหลักการนี้ได้มีการประยุกต์ใช้กับทางด้านธุรกิจเช่นกัน เช่น บริษัทผู้ผลิตสินค้าอาจต้องการที่จะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตัวเองให้เป็นความลับ เพราะถ้าถูกขโมยไปหรือถูกเปิดเผยบริษัทคู่แข่งอาจนำไปเลียนแบบได้ง่าย อีกตัวอย่างหนึ่งคือองค์กรจำเป็นที่จะต้องเก็บข้อมูลส่วนตัวของพนักงานหรือข้อมูลลูกค้าของตัวเองเป็นความลับ เพราะถ้าเปิดเผยอาจเป็นการละเมิดสิทธิส่วนบุคคลได้ [2]

ในการข้อมูลทางระบบคอมพิวเตอร์ ถึงแม้ว่า HTTP จะเป็นโปรโตคอลหลักที่ใช้สื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างบราวเซอร์กับเว็บเซิร์ฟเวอร์ แต่ก็มีข้อเสียของ HTTP คือ ไม่มีการเข้ารหัส หากใช้ HTTP เพื่อส่งข้อมูลที่สำคัญ เช่น รหัสผ่านหรือรหัสบัตรเครดิต ข้อมูลสำคัญเหล่านี้ก็อาจจะถูกดักจับและอ่านข้อมูลได้โดยง่าย ดังนั้นจึงได้มีการนำเทคโนโลยี SSL ซึ่งเป็นการเข้ารหัสที่ถือว่าปลอดภัยมาก มาผสมผสานกับโปรโตคอล HTTP กลายเป็นโปรโตคอล HTTPS ซึ่งถือได้ว่าปลอดภัยขั้นที่มีการยอมรับว่าสามารถนำไปใช้กับ E-commerce ได้ทั่วโลก

แต่ในกรณี SSL ที่ใช้แบบ Multi Name-Based Virtual Hosts นั้นก็ยังมีจุดด้อย ดังนั้น บทความนี้จึงศึกษาการใช้งาน TLS แทน SSL สำหรับโพรโตคอล HTTPS ที่มีการประยุกต์การทำงานแบบ Multi Name-Based Virtual Hosts เพื่อช่วยให้ระบบอินเทอร์เน็ต สามารถจำแนก Certificate ที่ทำการเข้ารหัสข้อมูลได้ ซึ่งจะมีส่วนช่วยให้เพิ่มความปลอดภัยในการสื่อสารข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตได้มากขึ้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อช่วยให้ระบบอินเทอร์เน็ต สามารถจำแนก Certificate ที่ทำการเข้ารหัสข้อมูลได้ ซึ่งจะมีส่วนช่วยให้เพิ่มความปลอดภัยในการสื่อสารข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตได้มากขึ้น

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1. การสื่อสารข้อมูลสำหรับการใช้งานเว็บไซต์แบบที่มีการเข้ารหัสในการรับส่งข้อมูล HTTPS

3.2. การทำงานแบบ Multi Name-Based Virtual Hosts สำหรับการใช้งานเว็บไซต์โดยอาศัยความแตกต่างของชื่อ URL

3.3. ทดสอบการวิจัยของระบบโดยเว็บเซิร์ฟเวอร์ Apache และเว็บบราวเซอร์ Microsoft Internet Explorer และ Mozilla Firefox

3.4. การใช้งานการเข้ารหัสโดยใช้ Certificate ที่ถูกต้องสำหรับการสื่อสารข้อมูลเว็บไซต์

4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

4.1. Virtual Host[3]

การใช้งานหลายๆ เว็บไซต์ หรือตั้งเว็บไซต์หลายๆ เว็บไซต์โดยใช้เครื่องเซิร์ฟเวอร์เพียงเครื่องเดียวนั้น สามารถทำได้โดยอาศัยวิธีการที่เรียกว่า “virtual host” ซึ่งวิธีการดังกล่าวมี 2 รูปแบบคือ

1. IP-based virtual host คือรูปแบบที่มีเครื่องเซิร์ฟเวอร์หนึ่งเครื่องมีหลายไอพี โดยที่แต่ละเว็บไซต์นั้นจะใช้งานไอพีคนละเบอร์ ยกตัวอย่างเช่น www.aaa.com ใช้ไอพี 192.168.1.9 และ www.bbb.com ใช้ไอพี 192.168.1.10

2. Name-based virtual host คือรูปแบบการใช้งานหลายเว็บไซต์โดยที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์มีไอพีเพียงเบอร์เดียว แต่สามารถใช้งานแต่ละเว็บไซต์แต่ละเว็บไซต์ได้ โดยอาศัยการกำหนดชื่อเว็บไซต์ที่แตกต่างกัน

4.2. SSL

SSL นั้นย่อมาจาก Secure Socket Layer ซึ่งถูกพัฒนาโดย Netscape[4] เพื่อใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลที่สื่อสารบนโพรโตคอลโดยใช้ public/private key[5]

4.3. TLS

TLS ย่อมาจาก Transport Layer Security ถูกสร้างขึ้นโดย Internet Engineering Task Force (IETF)[6] โดย TLS นั้นมีลักษณะการทำงานใกล้เคียงกับ SSL ซึ่ง TLS นั้นถูกพัฒนาบนหลักการพื้นฐานของ SSL 3.0[7] แต่สามารถใช้งานร่วมกับการทำงานแบบเซิร์ฟเวอร์และไคลเอ็นต์ได้หลากหลายกว่า[5]

4.4. SNI

SNI ย่อมาจาก Server Name Indication เป็นการทำงานสื่อสารเพิ่มเติมบนโพรโตคอลที่มีการเข้ารหัสโดยใช้ TLS เพื่อใช้ในการระบุชื่อ URL ในการเรียกใช้งานเว็บไซต์[8] ซึ่งมีการส่งชื่อเพื่อรับ Certificate ที่ถูกต้องสำหรับเว็บไซต์ที่มีการทำงานแบบ Name-Based Virtual Hosts

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1. ศึกษาความรู้ด้านความปลอดภัยของเว็บไซต์, ระบบการทำงานของการเข้ารหัสแบบ SSL และ TLS

5.2. ทดลองสำหรับปัญหาการทำงานในการเข้ารหัสแบบ SSL สำหรับ HTTPS และวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

5.3. ออกแบบวิธีการปรับแต่งไฟล์ (Configuration) เพื่อใช้งาน และทำการทดลองการทำงานในการเข้ารหัสแบบ TLS สำหรับ HTTPS

5.4. ทดสอบการใช้งานโดยใช้เว็บบราวเซอร์ Microsoft Internet Explorer และ Mozilla Firefox

5.5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6. เครื่องมือการวิจัย

6.1. Opera 8.0 ขึ้นไป (ต้องเปิดการใช้งาน TLS)[16]

6.2. Internet Explorer 7 (ที่ใช้งานบน Microsoft Windows Vista)[17]

6.3. Mozilla Firefox 2.0 ขึ้นไป[18]

6.4. Curl 7.18.1 ขึ้นไป (ต้องติดตั้งการทำงาน SSL/TLS ที่สามารถทำงานร่วมกับ SNI)[19]

6.5. Libgcrypt 1.2.4 ขึ้นไป[14]

6.6. Libgnutls 2.2.1 ขึ้นไป

6.7. Mod_gnutls 0.4.3

6.8. Apache

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

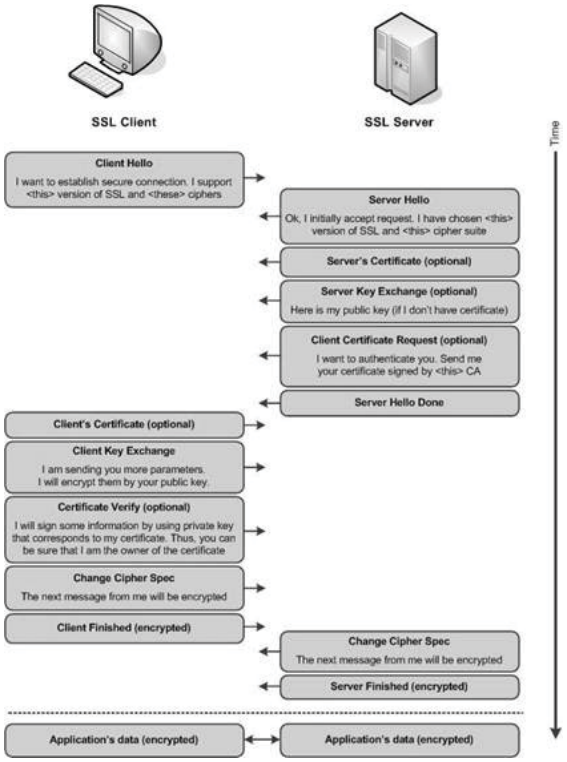
7.1. วิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อหาความถูกต้องของการเข้ารหัสข้อมูลผ่านเว็บไซต์

7.2. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการประยุกต์ใช้งาน TLS

7.3. เปรียบเทียบการใช้งานของเว็บบราวเซอร์คือ Microsoft Internet Explorer และ Mozilla Firefox

8. ผลการวิจัย

จากการทำงานของ SSL และ TLS ที่คล้ายคลึงกันนั้น จึงจะยกตัวอย่างการทำงานของ SSL ซึ่งจากภาพที่ 1 เป็นการติดต่อสื่อสารการทำงานและข้อมูลที่ส่งระหว่างเครื่องเซิร์ฟเวอร์และไคลเอ็นต์



ภาพที่ 1 การติดต่อสื่อสารการทำงานและข้อมูลที่ส่งระหว่างเครื่องเซิร์ฟเวอร์และไคลเอ็นต์ [9]

จากปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน HTTPS เมื่อมีการใช้งานแบบ Multi Name-Based Virtual Hosts ตามที่กล่าวมาข้างต้นนั้น เกิดจาก SSL ไม่ได้ส่งข้อมูล URL ของเว็บไซต์ที่จะทำการติดต่อเข้าไป ทำให้เครื่องเซิร์ฟเวอร์ส่ง Certificate ที่ระบบถูกกำหนดไว้บนสุด (Top Certificate) ซึ่งพบจากการทำงานในการติดต่อ (Handshake) ของ SSL ดังนี้

1. C: (SSL Handshake) Hello, I support XYZ Encryption.
2. S: (SSL Handshake) Hi There, Here is my Public Certificate, and lets use this encryption algorithm.
3. C: (SSL Handshake) Sounds good to me.
4. C: (Encrypted) HTTP Request
5. S: (Encrypted) HTTP Reply

ในบรรทัดที่ 1 พบว่าในการติดต่อสื่อสารจะมีแค่การทำการตกลงในเรื่องรูปแบบในการเข้ารหัส (Encryption Algorithm) เท่านั้น แต่เมื่อมีการใช้งาน TLS แทน SSL นั้น TLS จะมีการทำงานที่เรียกว่า SNI ซึ่งจะมีการส่งข้อมูลที่บ่งบอกถึงชื่อ URL ที่จะใช้งาน ทำให้เครื่องเซิร์ฟเวอร์สามารถส่ง Certificate ที่ถูกต้อง สำหรับการเข้ารหัสใช้งานได้ ซึ่งพบจากการทำงานในการติดต่อ (Handshake) ของ TLS ดังนี้

1. C: (TLS Handshake) Hello, I support XYZ Encryption, and I am trying to connect to '**www2.pongier.net**'.
2. S: (TLS Handshake) Hi There, Here is my Public Certificate, and lets use this encryption algorithm.
3. C: (TLS Handshake) Sounds good to me.
4. C: (Encrypted) HTTP Request
5. S: (Encrypted) HTTP Reply

จากบรรทัดที่ 1 พบว่าจะมีการทำความตกลงในการติดต่อสื่อสารเพิ่มเติมคือ “I am trying to connect to '**www2.pongier.net**'” เพื่อบ่งบอกว่าจะใช้งานเว็บไซต์ www2.pongier.net ดังนั้นเครื่องเซิร์ฟเวอร์จึงสามารถส่ง certificate ได้อย่างถูกต้อง [12] คือ certificate ของเว็บไซต์ www2.pongier.net ตามภาพที่ 2 และ ภาพที่ 3



ภาพที่ 2 การส่ง certificate จากเครื่องเซิร์ฟเวอร์เว็บไซต์ www1.pongier.net



ภาพที่ 3 การส่ง certificate จากเครื่องเซิร์ฟเวอร์เว็บไซต์ www2.pongier.net

ข้อมูลเพิ่มเติมพบว่าเว็บบราวเซอร์ต่างๆ ที่รองรับการใช้งาน TLS ที่มีการทำงานของ SNI มีดังนี้[13]

1. Opera 8.0 ขึ้นไป (ต้องเปิดการใชงาน TLS)[16]

2. Internet Explorer 7 (ที่ใช้งานบน Microsoft Windows Vista)[17]

3. Mozilla Firefox 2.0 ขึ้นไป[18]

4. Curl 7.18.1 ขึ้นไป (ต้องติดตั้งการทำงาน SSL/TLS ที่สามารถทำงานร่วมกับ SNI)[19]

ในการใช้งาน TLS ในเว็บเซิร์ฟเวอร์ Apache [22] นั้น จะใช้โมดูลที่มีชื่อว่า mod_gnutls [14] ซึ่งมีขั้นตอนการติดตั้งดังนี้

1. ติดตั้ง libgcrypt 1.2.4 ขึ้นไป
2. ติดตั้ง libgnutls 2.2.1 ขึ้นไป
3. ติดตั้ง mod_gnutls 0.4.3

เมื่อทำการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำการปรับแต่งที่ไฟล์ของ apache ซึ่งเป็นตัวอย่างการใช้งาน URL ชื่อ www1.pongier.net และ www2.pongier.net และสิ่งที่ได้จากการปรับแต่งไฟล์ของ apache มีดังนี้

```
## Load the module into Apache.
LoadModule gnutls_module modules/mod_gnutls.so

## Set Certificate MIME-types, may instead be in ssl.conf
AddType application/x-x509-ca-cert .crt

## Set TLS Cache info
GnuTLSCache dbm "/var/cache/mod_gnutls_cache"
GnuTLSCacheTimeout 300

# HTTPS port to use
Listen 443

NameVirtualHost *:443
<VirtualHost *:443>
GnuTLSEnable on
GnuTLSPriorities NORMAL
DocumentRoot /var/www/html1
ServerName www1.pongier.net
GnuTLSCertificateFile /etc/certs/public/www1.crt
GnuTLSKeyFile /etc/cer/private/www1.key
</VirtualHost>

<VirtualHost *:443>
GnuTLSEnable on
GnuTLSPriorities NORMAL
DocumentRoot /var/www/html2
ServerName www2.pongier.net
GnuTLSCertificateFile /etc/certs/public/www2.crt
GnuTLSKeyFile /etc/cer/private/www2.key
</VirtualHost>
```

9. อภิปรายผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาการใช้งาน TLS แทน SSL สำหรับโพรโตคอล HTTPS ที่มีการประยุกต์การทำงานแบบ Multi Name-Based Virtual Hosts

ผลการวิจัยพบว่า การทำงานของ HTTPS เมื่อมีการใช้งานแบบ Multi Name-Based Virtual Hosts แล้ว ด้วยการใช้ TLS จะทำให้การส่งข้อมูล สามารถส่งข้อมูลได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากการเข้ารหัสข้อมูลของ SSL โดยทั่วไปจะเกิดปัญหาคือ จะไม่ส่งข้อมูล URL ของเว็บไซต์ที่ต้องการ กลับไปให้เว็บบราวเซอร์ แต่เครื่องเซิร์ฟเวอร์จะทำการส่ง Certificate ที่ระบบกำหนดไว้ตัวบนสุดกลับไปให้แทน ซึ่งเป็นการส่งเว็บไซต์ที่ผิดกับความต้องการที่แท้จริง

ดังนั้น เพื่อให้การทำงานของ HTTPS สามารถส่ง URL เว็บไซต์กลับไปได้อย่างถูกต้องในกรณีที่ทำงานแบบ Multi Name-Based Virtual Hosts นั้น จึงทำการวิจัยโดยประยุกต์ใช้ TSL แทน SSL เพราะ TLS จะมีการทำงานที่เรียกว่า SNI ซึ่งจะมีการส่งข้อมูลที่บ่งบอกถึงชื่อ URL ที่จะใช้งาน ทำให้เครื่องเซิร์ฟเวอร์ สามารถส่ง Certificate ที่ถูกต้องสำหรับการเข้ารหัสใช้งานได้

10. สรุปผลการวิจัย

ในบทความนี้ได้เสนอแนวคิดในการประยุกต์ใช้งาน TLS แทน SSL สำหรับโพรโตคอล HTTPS ในกรณีการทำงานแบบ Multi Name-Based Virtual Host ซึ่งในการทดสอบใช้งาน TLS จะเป็นการทดสอบในเว็บเซิร์ฟเวอร์ Apache ที่มีการปรับแต่งไฟล์ ในการใช้งาน และ TLS จะมีการทำงานแบบ SNI ซึ่งจะมีการส่งข้อมูลที่บ่งบอกถึงชื่อ URL ที่จะใช้งาน ทำให้เครื่อง

เซิร์ฟเวอร์สามารถส่ง Certificate ที่ถูกต้องสำหรับการเข้ารหัสใช้งานได้

11. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

การประยุกต์ใช้งาน TLS สำหรับโพรโตคอล HTTPS ในกรณีการทำงานแบบ Multi Name-Based Virtual Hosts ซึ่งทำการทดสอบและใช้งานในเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่เป็น Microsoft IIS หรือโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ตัวอื่นๆ ในการจำแนก Certificate ที่ถูกต้องสำหรับการเข้ารหัสใช้งานได้

12. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบิดามารดา ที่ช่วยเป็นกำลังใจในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณ ผศ.สิทธิชัย บุษหมั่น ที่ช่วยให้คำแนะนำ รวมถึงคณาจารย์และเจ้าหน้าที่กลุ่มโปรแกรมคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามทุกท่าน

13. เอกสารอ้างอิง

[1] นพพล วังฉะยูนุช. 2551.การประยุกต์ใช้ FPGA ในวงจรเข้ารหัสข้อมูลด้วยวิธี Triple-DES. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2] จตุชัย แพงจันทร์. Master in Security. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ: อินโฟเพรส, 2550

[3] การทำ Virtual Host บน Apache Web Server, http://www.itwizard.info/technology/linux/apache_vhost.html

[4] http://netscape.aol.com/

[5] What is the difference between SSL and TLS? - Knowledge Base, Indiana University, http://kb.iu.edu/data/anjv.html

[6] Internet Engineering Task Force (IETF), http://www.ietf.org/

[7] SSL vs. TLS, Computing.Net, http://www.computing.net/answers/webdevel/ssl-vstls/439.html

[8] Server Name Indication, http://en.wikipedia.org/wiki/Server_Name_Indication

[9] SSL/TLS Time-Diagrams, http://www.tech-invite.com/Ti-SSL.html

[10] Transport Layer Security, http://en.wikipedia.org/wiki/Secure_Sockets_Layer#Handshake_protocol

[11] http://www.securityfocus.com/unix/images/ssl_02.jpg

[12] TLS Server Name Indication, http://journal.paul.querna.org/articles/2005/04/24/tls-server-name-indic...

[13] TLS SNI Test Site, https://sni.velox.ch

[14] mod_gnutls, http://www.outoforder.cc/projects/apache/mod_gnutls/

[15] Using mod_gnutls on CentOS-5,http://www.hughesjr.com/content/view/20/29/

[16] http://www.opera.com/products/desktop/

[17] http://www.microsoft.com/windows/ie/ default.mspx

[18] http://www.mozilla.com/firefox/

[19] http://curl.haxx.se/

[20] Multiple Apache VHosts on the same IP and port, Daniel Lange's blog, http://daniel-lange.com/archives/2-Multiple-Apache-VHosts-on-the-same-IP-and-port.html

[21] SSL-enabled Name-based Apache Virtual Hosts with mod_gnutls, http://www.g-loaded.eu/2007/08/10/ssl-enabled-name-based-apache-virtual-...

[22] Apache Web Server, www.apache.org

การประยุกต์ใช้อัลกอริทึม Breadth First Search ในการบริหารจัดการสถานที่จอดรถยนต์แบบอัตโนมัติ

Using Breadth First Search Algorithm for Automatic Car park Management

ภัทรเดช เกษมสมพร[1] สุวรรณี อัศวกุลชัย[1] ศุภเชษฐ์ อินทร์เนตร[1]*

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
[1] e-mail: suwannee_ads@utcc.ac.th*

บทคัดย่อ

ในการศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ในการประยุกต์ใช้อัลกอริทึม Breadth First Search เพื่อเป็นต้นแบบในการบริหารจัดการกับสถานที่จอดรถยนต์แบบอัตโนมัติ ขนาด 3 x 3 คัน ซึ่งทำให้สามารถรองรับจำนวนรถยนต์ได้เพิ่มขึ้นเป็น 2-3 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับสถานที่จอดรถยนต์ทั่วๆ ไปที่มีพื้นที่เท่ากัน ในการศึกษาครั้งนี้ใช้โปรแกรม Netbeans เป็นเครื่องมือในการพัฒนา จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การประยุกต์ใช้อัลกอริทึม Breadth First Search สามารถสืบค้นตำแหน่งของรถยนต์ เพื่อนำออกจากสถานที่จอดรถยนต์แบบอัตโนมัติได้อย่างถูกต้องและแม่นยำร้อยละ 100 รวมทั้งมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานที่จอดรถยนต์ ขนาด n x n คัน ได้

คำสำคัญ - อัลกอริทึม Breadth First Search สถานที่จอดรถยนต์แบบอัตโนมัติ Netbeans

ABSTRACT

The main of objective of this project is to apply breadth first search algorithm for developing the prototype of a 3x3 automatic car park management. This system requires less space than 2-3 times comparing with the traditional ones. To implements this algorithm using Netbeans IDE as a tool. The results from this study are to demonstrate that the breadth first search algorithm is to search the location of car to exit from the car park efficiency with 100% accurate and precision. On-going research, this algorithm applies for n x n automatic car park management.

Keywords - Algorithm, Breadth First Search, Automatic Parking, Netbeans

1. บทนำ

ปัจจุบันมีการพัฒนาระบบการจัดการสถานที่จอดรถยนต์หลากหลายรูปแบบ และที่กำลังเป็นที่นิยม ได้แก่ การพัฒนาระบบสถานที่จอดรถยนต์อัตโนมัติ เพื่อใช้แก้ปัญหาสถานที่จอดรถยนต์ในเมืองใหญ่ๆ ซึ่งราคาที่ดินสูง เช่น นิวยอร์ก กรุงเทพมหานคร เป็นต้น เนื่องจากระบบนี้ได้ผสมผสานเทคโนโลยีต่างๆ อาทิ RFID เลเซอร์ คอมพิวเตอร์ และลิฟต์สำหรับบรรทุกรถยนต์ ซึ่งระบบนี้สามารถรองรับแก่รถยนต์ได้มากขึ้น 2-3 เท่า เมื่อเทียบกับสถานที่จอดรถยนต์ทั่วๆไปที่มีขนาดเท่ากัน นอกจากนั้นระบบสถานที่จอดรถยนต์อัตโนมัติ สามารถนำรถยนต์ส่งคืนเจ้าของภายในเวลาที่กำหนด โดยที่ไม่มีการแตะต้องรถยนต์ที่จะทำให้เกิดรอยขีดข่วน หรือ แม้กระทั่งข้อกล่าวหาของการขโมยสิ่งของส่วนตัว ระบบดังกล่าวนี้จึงนับว่ามีประโยชน์ และเหมาะสมกับคอนโดมีเนียมที่หรูหรา มีพื้นที่จำกัด และสะดวกสบายผู้พักอาศัย เพราะระบบมีความสามารถใช้พื้นที่ได้สูงสุด อย่างไรก็ตาม ระบบก็ยังคงต้องใช้พื้นที่ในการจัดวางอุปกรณ์สำหรับเลื่อนรถยนต์ไปยังตำแหน่งที่จอดรถยนต์ หรือเลื่อนออก ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาอัลกอริทึม เพื่อจัดการกับสถานที่จอดรถยนต์รูปแบบใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่อย่างคุ้มค่า

2. วิธีการดำเนินงานและการออกแบบ

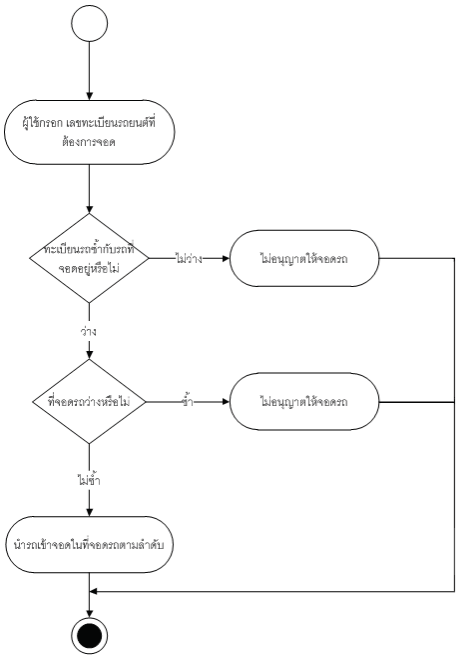
ขั้นตอนในการออกแบบแบบจำลองของสถานที่จอดรถยนต์แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

2.1 การออกแบบการนำรถยนต์เข้าจอด

สถานที่จอดรถยนต์ต่างๆ ต้องมีการนำรถยนต์เข้าจอด ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ออกแบบ 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการออกแบบหน้าจอของสถานที่จอดรถยนต์ขนาด 3 x 3 โดยกำหนดตำแหน่งของรถยนต์ และทางออก ดังแสดงในภาพที่ 1 ส่วนที่ 2 เป็นการออกแบบ flowchart แสดงการทำงานของการนำรถยนต์เข้าจอด ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 1 การกำหนดตำแหน่งต่างๆ ภายในแบบจำลองของสถานที่จอดรถยนต์



ภาพที่ 2 Flowchart แสดงการทำงานของการนำรถยนต์เข้าจอด

จากภาพที่ 1 กำหนดตำแหน่งของสถานที่จอดรถยนต์ 8 คัน โดยเมื่อนำรถยนต์เข้าจอด เริ่มจากช่องบนซ้ายสุด (คันที่ 1) และเรียงจากซ้ายไปขวา เมื่อแถวบนเต็ม (ครบ 3 คัน) การนำรถยนต์เข้าจอดถัดไปก็จะลงมาทางช่องด้านล่าง เรียงจากซ้ายไปขวา จนกระทั่งครบ 8 คัน และช่องล่างขวาสุด เป็นทางเข้า – ออก ซึ่งกำหนดให้เป็นทางเดียวกัน

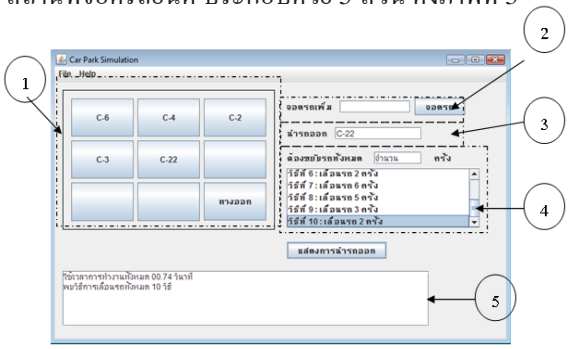
จากภาพที่ 2 การทำงานของการนำรถยนต์เข้าจอด ผู้ดูแลระบบต้องบันทึกเลขทะเบียนรถยนต์ เพื่อตรวจสอบเลขทะเบียนรถยนต์ โดยเลขทะเบียนรถยนต์ต้องไม่ซ้ำกัน นับเป็นขั้นตอนที่สามารถตรวจสอบความผิดปกติของรถยนต์ที่จะทำการเข้ามาจอดโดยอัตโนมัติ กล่าวคือ โปรแกรมจะไม่อนุญาตให้รถยนต์ที่มีทะเบียนซ้ำกันเข้าจอดได้ หลังจากนั้นเมื่อผลตรวจสอบเลขทะเบียนรถยนต์ไม่ซ้ำแล้ว จึงดำเนินการตรวจสอบที่ว่างในสถานที่จอดรถยนต์ ถ้าว่างก็จะนำรถยนต์เข้าไปจอดแบบอัตโนมัติ โดยเจ้าของรถยนต์ไม่ต้องขับรถเข้าไปจอดเอง

2.2 การออกแบบอัลกอริทึม

เพื่อแสดงการนำรถยนต์ออก ขั้นตอนในการออกแบบอัลกอริทึมเพื่อแสดงการนำรถยนต์ออก แบ่งเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ การออกแบบหน้าหลักของแบบจำลองของสถานที่จอดรถยนต์ การออกแบบ flowchart แสดงการทำงานของการนำรถยนต์ออกจากสถานที่จอดรถยนต์ และ

Diagram การนำรถออกจากที่จอดรถ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.2 การออกแบบหน้าหลักของแบบจำลองของสถานที่จอดรถยนต์ ประกอบด้วย 5 ส่วน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 หน้าจอหลักของแบบจำลองของสถานที่จอดรถยนต์

จากภาพที่ 3 ส่วนที่ 1 แสดงการกำหนดตำแหน่งต่างๆ ภายในแบบจำลองของสถานที่จอดรถยนต์ ดังแสดงในภาพที่ 1 การกำหนดตำแหน่งต่างๆ ภายในแบบจำลองของสถานที่จอดรถยนต์ ส่วนที่ 2 แสดงช่องสำหรับข้อมูลเลขทะเบียนรถยนต์ที่จะทำการเข้าจอด ส่วนที่ 3 แสดงช่องสำหรับเลขทะเบียนรถยนต์ที่จะนำออกจากสถานที่จอดรถยนต์ ส่วนที่ 4 แสดงการทำงานของโปรแกรม โดยแสดงจำนวนครั้งในการเลื่อนที่ว่างเพื่อให้เลขทะเบียนรถยนต์ที่จะออก ซึ่งผู้ใช้เลือกจำนวนครั้งที่น้อยที่สุด ซึ่งโปรแกรมจะทำงานเมื่อกดปุ่มแสดงการนำรถออก ส่วนสุดท้ายแสดงเวลาที่ใช้ในการนำรถยนต์ออกจากสถานที่จอดรถยนต์ รวมทั้งจำนวนวิธีในการเลื่อนด้วย

2.2.3 การออกแบบ flowchart แสดงการทำงานของการนำรถยนต์ออกจากสถานที่จอดรถยนต์

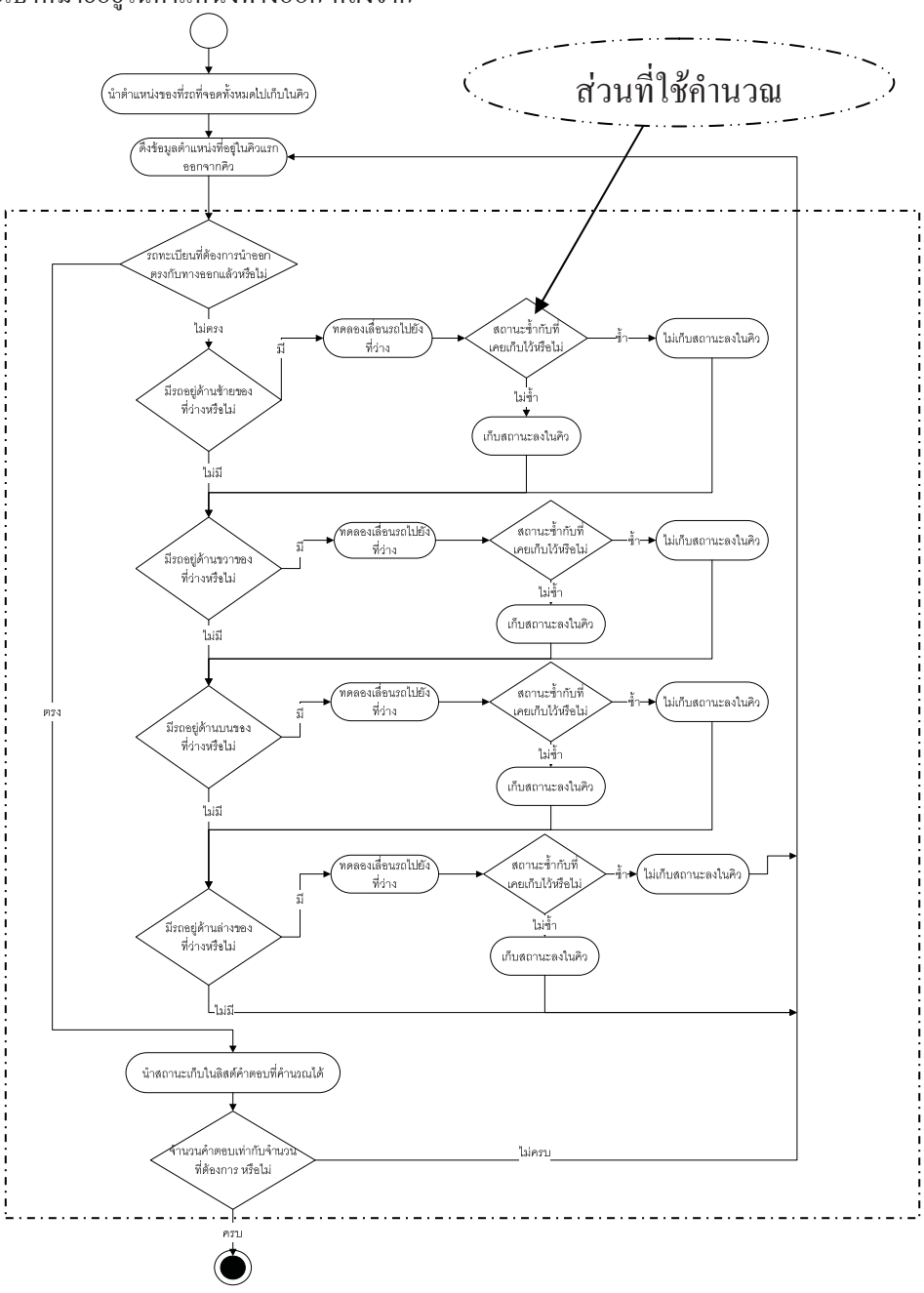
หลักการในการเคลื่อนย้ายวัตถุ 2 ชิ้น คือ การนำวัตถุ 2 ชิ้น มาสลับตำแหน่งกัน แต่สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ไม่สามารถที่จะเคลื่อนย้ายรถยนต์ให้สลับกันในสภาวะที่ปกติได้ กล่าวคือการนำรถยนต์ออกจากสถานที่จอดรถยนต์ ได้ถูกออกแบบให้การเคลื่อนย้ายรถยนต์สู่พื้นที่ว่าง โดยการคำนวณหาวิธีที่ใช้การเคลื่อนย้ายรถยนต์สู่พื้นที่ว่างน้อยที่สุดในการคำนวณรถยนต์ออกจากสถานที่จอดรถยนต์ ได้ออกแบบ flowchart แสดงการทำงานของการนำรถยนต์ออกจากสถานที่จอดรถยนต์ โดยกำหนดจำนวนการแสดงผลมีค่าเท่ากับ 10 วิธี เพื่อเปรียบเทียบวิธีการเลื่อนวัตถุเป็นค่าที่น้อยที่สุด ในส่วนการคำนวณโปรแกรมจะนำอัลกอริทึมการค้นหาแนวกว้างก่อน (Breadth First Search) เพื่อหาขั้นตอนการเลื่อนที่สามารถนำไปสู่สถานะที่เป็นคำตอบ คือการนำรถยนต์ออกจากสถานที่จอดรถยนต์ในช่องทางออก ในการศึกษาครั้งนี้ใช้หลักการในการคำนวณการเลื่อนรถยนต์ กำหนดพื้นที่ 1 ช่อง สำหรับเป็นทางออก โดยใช้เป็นพื้นที่ทางออกนำมาคำนวณ และแสดงแทนส่วนพื้นที่ว่างที่นำใช้คำนวณด้วย SpaceCal. ซึ่งส่วนพื้นที่ทั้งหมดนอกเหนือจาก พื้นที่ว่างแล้วนั้น ประกอบด้วย Object ในตำแหน่งที่ 1 ถึง 8 มีสถานะ 2 แบบ คือ Object เปล่าที่มองเห็นเป็นช่องว่างไม่มีการแสดงการเข้าจอดรถยนต์ และ Object ที่มีทะเบียนรถยนต์เสมือนการแสดงพื้นที่นั้นๆ มีรถยนต์จอดอยู่แล้ว ในการนับจำนวนการเลื่อนจะเกิดขึ้นกรณีที่ Object ที่มีทะเบียนรถยนต์ทำการสลับกับพื้นที่ว่าง (SpaceCal.) เท่านั้น สำหรับการออกแบบFlowchartแสดงการทำงานของการนำรถยนต์ออกสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4

จากภาพที่ 4 แสดง flowchart ขั้นตอนการทำงานของการนำรถยนต์ออก โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 แสดงการบันทึกตำแหน่งรถยนต์ที่จอดทั้งหมดลงในคิว และส่วนที่ 2 แสดงการคำนวณที่สามารถนำไปสู่สถานะที่เป็นคำตอบ โดยนำการค้นหาแนวกว้างก่อน (Breadth First Search) มาเป็นแนวคิดในการคำนวณเพื่อหาขั้นตอนการเลื่อน คือ การนำรถยนต์ออกจากสถานที่จอดรถยนต์ในช่องทางออก ดังมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 เริ่มจากบันทึกตำแหน่งรถยนต์ที่จอดทั้งหมดลงในคิว หรือ Root Node ที่ประกอบด้วยสถานะหรือตำแหน่งรถยนต์ ซึ่งเป็นข้อมูลชุดแรก เมื่อต้องการนำรถยนต์ออกจากสถานที่จอดรถยนต์ ก็จะมีการนำชุดข้อมูลแรกนี้ออกจากคิวในรูปแบบ First In First Out (FIFO) จากนั้นตรวจสอบทะเบียนรถยนต์ที่ต้องการนำออกจากสถานที่จอดรถยนต์ให้ตรงกับตำแหน่งทาง ออกหรือไม่ ถ้าตรงก็บันทึกตำแหน่งรถยนต์ที่จอดอยู่แล้วลงในลิสต์คำตอบที่คำนวณได้ และเมื่อผู้ใช้เลือกจำนวนครั้งที่น้อยที่สุดโปรแกรมจะทำการคำนวณจำนวนคำตอบให้เท่ากับจำนวนที่เลือกจนครบ จากนั้นก็จะแสดงเวลาทั้งหมดในการนำรถยนต์ออกจากสถานที่จอด รวมทั้งแสดงจำนวนครั้งที่ตรงกับที่ผู้ใช้เลือกไว้ แต่ถ้าไม่ตรงกับตำแหน่งทางออกให้ดำเนินการต่อในส่วนที่2

ส่วนที่ 2 เมื่อรถยนต์ทะเบียนที่ต้องการนำออกไม่ตรงกับตำแหน่งทางออก จะเข้าสู่ส่วนของการคำนวณ โดยเริ่มคำนวณจาก Object พื้นที่ว่างจุดแรกที่เป็นทางออก โดยเริ่มตรวจสอบตำแหน่งทางซ้ายของพื้นที่ว่าง (ทางออก) ถ้าว่างก็สามารถสลับกันได้ เมื่อสลับในทิศที่ตรวจสอบได้ ก็จะสลับ

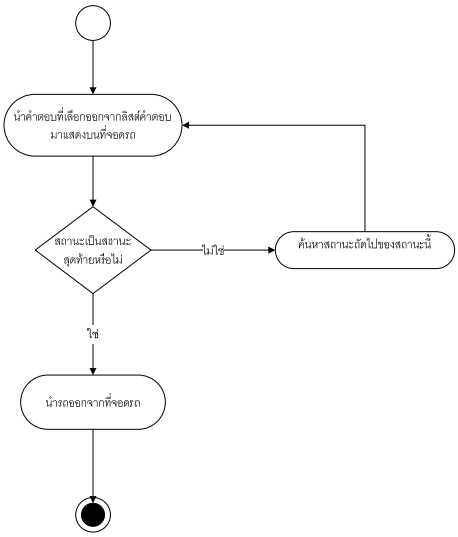
ค่ากับ Object เป้าหมาย กับ Object พื้นที่ว่าง แล้วทำการตรวจสอบสถานะของ Object หากเป็น Object ที่เป็นรถที่เป็นเลขทะเบียนที่ต้องการนำออก ก็จะตรวจสอบว่าเคยจัดเก็บสถานะไว้แล้วหรือไม่ หากเป็นสถานะที่ไม่ซ้ำจะทำการเก็บลงในคิว นอกจากนี้สถานะซ้ำที่เคยจัดเก็บไว้ จะไม่ถูกจัดเก็บ และทำการตรวจสอบตำแหน่งจากข้อมูลชุดเดิมในลักษณะเดียวกันในทิศทางซ้าย ขวา บน ล่าง ตามลำดับ จนกระทั่งสถานะเป้าหมายอยู่ในตำแหน่งทางออก หลังจากสถานะเป้าหมายถูกต้องแล้ว คือ รถยนต์ต้องการนำออกอยู่ในสถานะทางออก ก็จะนำสถานะที่เกิดขึ้นหลังการคำนวณจากขั้นแรกจนถึงขั้นสุดท้ายเก็บลงในลิสต์คำตอบ และตรวจสอบจำนวนลิสต์คำตอบเท่ากับที่ต้องการหรือไม่ เมื่อคำตอบยังไม่ครบตามที่ต้องการ ก็จะกลับไปคำนวณต่อในส่วนของข้อมูลที่สถานะของเป้าหมายยังไม่ได้คำตอบ จนได้คำตอบครบตามที่ต้องการ



ภาพที่ 4 Flowchart แสดงการทำงานของการนำรถยนต์ออกจากสถานที่จอดรถยนต์

2.2 Diagram การนำรถออกจากที่จอดรถ

เป็นขั้นตอนการแสดงคำตอบเมื่อได้คำตอบครบตามที่กำหนดไว้แล้ว ซึ่งประกอบด้วยชุดคำตอบที่เกิดจากการคำนวณตามหลักการค้นหาแนวกว้างก่อน (Breadth First Search) ที่เป็นขั้นตอนจากโหนดแรกจนถึงโหนดที่เป็นคำตอบ แบบจำลองจะนำไปแสดงในลักษณะลิสต์วิธีลงบนพื้นที่ Textfield ให้ผู้ใช้เลือกคำตอบ และเปรียบเทียบวิธีการเลื่อน Object การเลื่อนรถยนต์



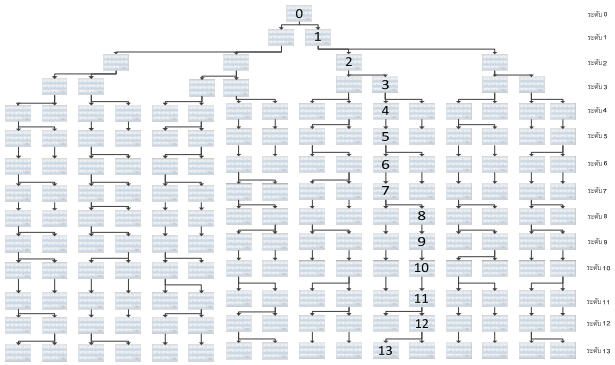
ภาพที่ 5 Diagram Output Part

จากภาพที่ 5 เมื่อทำการเลือกวิธี แล้วจะเริ่มนำคำตอบที่เลือกออกจากลิสต์คำตอบมาแสดงในตำแหน่งแสดงการผล เมื่อเริ่มแสดงผลแบบจำลองจะแสดงผลจาก Root Node หรือโหนดแรกและแสดงผลตามลิสต์คำตอบ โดยจะตรวจสอบโหนดถัดๆ ไป จนเป้าหมายมีสถานะเป็นสถานะสุดท้าย คือ เป้าหมายอยู่ที่ทางออก และนำรถยนต์ออกไป และ Reset การแสดงผล

3. ผลการศึกษา

3.1 การทดสอบการนำรถยนต์ออกกรณีที่มีรถยนต์จอดเต็มในสถานที่จอดรถยนต์

เนื่องจากแบบจำลองได้กำหนดขนาดของสถานที่จอดรถยนต์เป็น 3 x 3 ดังนั้นจะมีรถยนต์ 8 คันที่สามารถเข้าจอด ผู้ศึกษาได้บันทึกการเข้าจอด โดยกำหนดเป็น No. 1 ถึง No. 8 เพื่อทดสอบการทำงานของอัลกอริทึมที่ได้ออกแบบไว้ และเลือกวิธีที่ 1 ซึ่งเป็นการเลื่อนน้อยที่สุดจำนวน 13 ครั้ง ซึ่งทดสอบการทำงานโดยใช้โปรแกรมที่พัฒนาด้วยอัลกอริทึมแบบ breadth first search ผลการทดสอบไม่แตกต่างกัน โปรแกรมเริ่มทำงานต้องเลือกวิธีเลื่อนเพียง 1 วิธี มีผลลัพธ์ถูกต้องตามการคำนวณโดยอัตโนมัติ และสามารถแสดงการทำงานของอัลกอริทึมได้เป็นขั้นเป็นตอน โดยการใช้พื้นที่ว่างคำนวณการเลื่อน โดยสังเกตจากพื้นที่ว่างที่นำมาใช้คำนวณ ใช้ชื่อแทนว่า SpaceCal. และได้ผลแสดงบน Textfield ส่วนล่างเป็นการนำรถยนต์เลื่อนไปยังตำแหน่งของช่องว่าง หรือการนำตำแหน่งพื้นที่ว่าง (SpaceCal.) นำมาสลับกับ Object ตามอัลกอริทึมดังกล่าว ซึ่งมีรูปแบบการกระจายโหนดดังตัวอย่างที่มีลักษณะโครงสร้างแบบต้นไม้ ประกอบด้วยโหนดซ้ำที่ไม่จำเป็น ต้องค้นหาโหนดถัดไป และโหนดที่สามารถค้นหาโหนดขั้นตอนถัดไป จนถึงระดับที่เกิดโหนดคำตอบ เมื่อเริ่มทดลองแสดงผลการนำรถยนต์ออก สามารถนำวิธีการกระจายโหนดตัวอย่างแสดงผลคำตอบ จากการคำนวณการเลื่อนที่มีการแสดง ผลจากโหนดหนึ่งไปยังอีกโหนด จากระดับ 0 ถึงระดับ 13 (ระดับที่พบคำตอบ) สำหรับรายละเอียดแสดงได้ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ลำดับการแสดงคำตอบของโครงสร้างต้นไม้ กรณีมีรถยนต์จอดเต็ม

จากภาพที่ 6 แสดงลำดับการแสดงคำตอบในรูปแบบของโครงสร้างต้นไม้ กรณีมีรถยนต์ จอดเต็มทั้งหมด 8 คัน จากภาพอธิบายได้ในระดับ 0 สามารถกระจายโหนดได้ในเส้นทางเป็นระดับที่ 1 ได้ 2 เส้นทาง ทั้งนี้จากระดับที่ 1 เป็นต้นไปสามารถกระจายเป็นระดับ ที่ 2 ในแต่ละโหนดที่มากกว่าหรือน้อยกว่า 2 เนื่องจากอาจเกิดโหนดที่เส้นทางซ้ำ แล้วไม่นำไปคำนวณต่อในระดับถัดไป จนกระทั่งเกิดโหนดที่เป็นเส้นทางซ้ำครบทุกโหนดที่ไม่สามารถนำไปคำนวณต่อไปได้ ทั้งนี้โปรแกรม ที่ถูกพัฒนาได้คำนวณวิธีการนำรถยนต์ออกจากสถานที่จอดทั้งหมด

เพื่อผู้ใช้สามารถเลือกวิธีการได้ ทั้งนี้สามารถอธิบายขั้นตอนการนำรถยนต์ออกจากสถานที่จอด ตามเลข 0 ถึง 13 และรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

4. สรุปผลการศึกษา

การประยุกต์ใช้อัลกอริทึมการค้นหาแนวกว้างก่อน (Breadth First Search) มาใช้ในการบริหารจัดการกับสถานที่จอดรถยนต์แบบอัตโนมัติ ขนาด 3x3 คัน ซึ่งทำให้สามารถรองรับจำนวนรถยนต์ได้เพิ่มขึ้นเป็น 2-3 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับสถานที่จอดรถยนต์ทั่วๆไปที่มีพื้นที่เท่ากัน รวมทั้งการทำงานของโปรแกรม Netbeans ที่เป็นเครื่องมือในการพัฒนาสามารถแสดงผลการทำงานของอัลกอริทึมการค้นหาแนวกว้างก่อน (Breadth First Search) ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า การประยุกต์ใช้อัลกอริทึม Breadth First Search สามารถสืบค้นตำแหน่งของรถยนต์ เพื่อนำออกจากสถานที่จอดรถยนต์แบบอัตโนมัติได้อย่างถูกต้องและแม่นยำร้อยละ 100 รวมทั้งมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานที่จอดรถยนต์ ขนาด n x n คัน ได้ ถ้าต้องการนำแบบจำลองนี้ไปใช้งานจริง อาจจะทำให้การนำรถยนต์ออกจากสถานที่จอดพร้อมๆ กัน เช่น อย่างน้อย 3 คัน ในช่วงเวลาเร่งด่วน อาจต้องใช้เวลานาน ถึงแม้ว่าจะเป็นวิธีที่ใช้การเลื่อนน้อยครั้งที่สุด ดังนั้นสถานที่จอดรถยนต์แบบอัตโนมัติ จึงความเหมาะสมกับพื้นที่ที่สามารถจอดรถยนต์ไว้เป็นเวลานานข้ามคืน ไม่ค่อยมีการใช้งานบ่อยครั้งมาก เช่น สนามบิน คอนโดที่หรูหรา เป็นต้น เนื่องจากการนำรถยนต์ไปจอดแต่ละตำแหน่ง จำเป็นต้องมีฐานรองรับ ทำให้ต้องเสียเวลาในการเลื่อนฐานเปล่า ดังนั้น ควรกำหนดตำแหน่งทางออกไว้ที่มุมใดมุมหนึ่ง เพื่อเป็นส่วนของตัวจ่ายฐานรองรถยนต์และจัดเก็บ เมื่อมีรถยนต์ เข้าและออก ซึ่งจะทำให้การเลื่อนตำแหน่งต่างๆ รวดเร็วขึ้น

5. บรรณานุกรม

[1] ธีรวัฒน์ ประกอบผล “คู่มือการเขียนโปรแกรม ภาษา Java เบื้องต้น”, กรุงเทพฯ : ซิมพลิฟาย , 2553
[2] สมชาย ประสิทธิ์จุตระกูล, CD เริ่มเรียนเขียนโปรแกรม : ฉบับวาจา จาวา
[3] Ford, William; Topp, William, “Data structures with C++”, using STL by; Prentice Hall.
[4] Cormen, Thomas et. al., “Introduction to Algorithms” by The MIT press.
[5] http://en.wikipedia.org/wiki/Graph_theory
[6] http://en.wikipedia.org/wiki/Depth_first_search

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กรณีศึกษา โรงพยาบาลพนมไพร อ.พนมไพร จ.ร้อยเอ็ด

The Development of Web Base Information Systems for Risk Management in Hospital Case study : Phanomphrai Hospital, Phanomphrai, Roi-et

วิชาญ เอี่ยมรัศมีกุล[1] และสิทธิชัย บุษหมั่น[2]

[1] โรงพยาบาลพนมไพร อ.พนมไพร จ.ร้อยเอ็ด 45140

[2]ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 80 ถ.นครสวรรค์ ต. ตลาด อ. เมือง จ. มหาสารคาม 44000

โทรศัพท์: +66(8)-764-16040 โทรสาร: +66(4)-359-1094 E-mail: cs_service@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนำเสนอนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบโดยใช้วิธีแบบแบล็กบอกซ์ (Black Box Testing) และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ โดยดำเนินการตามวงจรพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle) พัฒนาระบบด้วยภาษา PHP บนระบบฐานข้อมูล MySQL กลุ่มตัวอย่าง แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เจ้าหน้าที่ หัวหน้าหน่วยงาน และผู้บริหาร รวมทั้งหมด 56 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล แบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพของระบบ และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ได้แก่ 1) ลงข้อมูลผ่านระบบการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยผู้ใช้งาน 2) เก็บข้อมูลผู้เชี่ยวชาญโดยใช้แบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพของระบบ 3) เก็บข้อมูลผู้ใช้โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ กลุ่มผู้บริหาร หัวหน้าหน่วยงาน และเจ้าหน้าที่ 4) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาประสิทธิภาพของ ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ สถิติที่ใช้ใน การวิเคราะห์ คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผลการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X}$ = 4.18, S.D. = 0.66) 2) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ ทั้งผู้บริหาร หัวหน้าหน่วยงาน และเจ้าหน้าที่ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.36, S.D .= 0.64)จากสภาพปัญหาของระบบงานเดิม เป็นรูปแบบเอกสารซึ่งยากต่อการค้นหาข้อมูลมาใช้งานจึงได้ศึกษาและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ถูกต้อง และสามารถนำไปใช้งานได้จริง

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยง การบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล

Abstract

The purposes of this research were 1) to develop the Web Base Information Systems for Risk Management in Hospital 2) to study the system efficiency by Black Box Testing and 3) to study the users' satisfaction toward the system based on the System Development Life Cycle. The system was developed the by PHP and MySQL. The samples were divided into 3 groups; officer, section chief and executive, total of 56 persons. The instruments used in the research were the web base information systems for risk management in hospital, the system efficiency assessment questionnaire and the users' satisfaction assessment questionnaire. The research procedures were 1) the users fill data in the Development of Web Base Information Systems for Risk Management in Hospital 2) collecting data of the expert by using the system efficiency assessment 3) collecting data by using the users' satisfaction assessment questionnaire from the officer, section chief and executive 4) analyze the data in order to find the system efficiency of the risk management system in hospital and analyze the users' satisfaction. The statistic used in for data analysis was percentage, mean and standard deviation. The research results revealed that 1) the risk management system in hospital by internet network; the efficiency assessment result by the expert was in good level ($\bar{X}$ = 4.18, S.D. = 0.66) 2) the users' satisfaction assessment results from the executive, section chief and officer were in very good level ($\bar{X}$ =4.36, S.D. = 0.64). From the problem of the old system; the document which was difficult to find for using, therefore, the study and development of the risk management system in hospital by internet network, could response to the requirement of the user correctly and could implement in the real situation setting.

Keyword: Web Base Information Systems for Risk Management in Hospital, Risk Management

1. บทนำ

จากการสื่อสารที่ไร้พรมแดนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต [1] ได้ก่อให้เกิดวิวัฒนาการในการบริหารและการทำงานรูปแบบใหม่ ทำให้การบริหารงานและการทำงานสามารถทำได้ถูกต้อง รวดเร็ว หน่วยงานต่างๆ จึงมีความพยายามที่จะพัฒนาระบบบริหารงานด้านต่างๆ ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

โดยทั่วไปแล้วโรงพยาบาลเป็นสถานที่ต้องให้ความระมัดระวังเกี่ยวกับการให้บริการกับประชาชน [2] ได้กล่าวว่า โรงพยาบาลถูกจัดเป็นสถานบันที่มีความเสี่ยงสูง (High-haggard Modesty) เนื่องจากการบริการของโรงพยาบาลประจำวัน (Daily Management) จะต้องเผชิญกับความเสี่ยงตลอดเวลา โดยเฉพาะการให้บริการที่เกี่ยวกับชีวิตมนุษย์ ซึ่งเกิดความสูญเสียได้ง่าย ซึ่งนั่นหมายถึง การเพิ่มความปลอดภัยของผู้ป่วย ญาติผู้ป่วย และบุคลากรทุกฝ่ายภายในโรงพยาบาลให้สูงสุด

การประเมินมาตรฐานการปฏิบัติงานของโรงพยาบาล โดยปกตินั้นจะประเมินตามแนวทางพัฒนาและรับรองคุณภาพ (Hospital Accreditation Process) ซึ่งมีขั้นตอน 3 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 จัดให้มีการบริหารความเสี่ยง (Risk Management) ขั้นที่ 2 จัดให้มีการประกันคุณภาพ (Quality Assurance) และขั้นที่ 3 จัดการพัฒนาคุณภาพอย่างต่อเนื่อง (Continuous Quality Improvement) และหลังจากประเมินโรงพยาบาล จะได้ใบรับรอง เพื่อแสดงว่า ได้ปฏิบัติงานตามมาตรฐาน แต่ในความเป็นจริงแล้วผู้ปฏิบัติงานมักไม่เข้าใจถึงความรับผิดชอบและขั้นตอนการปฏิบัติงานตามมาตรฐานที่ถูกกำหนดไว้ จึงทำให้การบริการของโรงพยาบาลมีความเสี่ยงสูง ดังนั้น ได้กำหนดระบบบริหารความเสี่ยงและความปลอดภัยไว้ ดังนี้[3]

1.1 มีการประสานงานและประสานความร่วมมือที่ดีระหว่างระบบที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานความเสี่ยงต่างๆ รวมทั้งการบูรณาการระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร ความเสี่ยง

1.2 มีการค้นหาความเสี่ยงทางด้านคลินิกและความเสี่ยงทั่วไป เพื่อกำหนดเป้าหมายความปลอดภัยและมาตรการป้องกัน

1.3 มีระบบรายงานอุบัติการณ์และเหตุการณ์เกือบพลาดที่เหมาะสม มีการวิเคราะห์ข้อมูลและนำข้อมูลไปใช้

1.4 มีการประเมินประสิทธิภาพของระบบบริหารความเสี่ยงและความปลอดภัยอย่างสม่ำเสมอ และนำไปสู่การปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

จากปัญหาต่าง ๆ ในระบบงานเดิม เพื่อให้ระบบการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาลมีประสิทธิภาพ ช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งาน ลดความซ้ำซ้อนของระบบงาน สามารถทบทวนความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในโรงพยาบาลได้ สามารถนำเทคโนโลยี ที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และเป็นประโยชน์สำหรับผู้บริหารในการประเมินความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในโรงพยาบาล เพื่อช่วยให้การบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาลเกิดประสิทธิภาพมากขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้วิธีแบล็กบอกซ์ (Black Box Testing)

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ ที่มีต่อระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3. ระเบียบวิธีการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษาครั้งนี้ คือ ประชากรในโรงพยาบาลพนมไพร อ.พนมไพร จ.ร้อยเอ็ด โดยมีบุคลากรทั้งหมด จำนวน 150 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม โดยคัดเลือกโดยวิธีเจาะจง ได้แก่ เจ้าหน้าที่ จำนวน 45 คน หัวหน้าหน่วยงาน จำนวน 10 คน และผู้บริหาร จำนวน 1 คน

3.2 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย โดยสามารถเขียนแผนภาพของการพัฒนาระบบได้ ดังนี้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล

3.3 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีเครื่องมือและการดำเนินงาน ที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบ ดังนี้

3.3.1 ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การพัฒนาระบบได้พัฒนาตามวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) [4] ซึ่งมี 7 ขั้นตอน ดังนี้

1) กำหนดปัญหา (Problem Definition) ขั้นตอนนี้ได้ทำการศึกษาปัญหา และข้อมูลต่างๆ ของระบบงานเดิม โดยการสอบถาม สังเกต และสัมภาษณ์ พบว่า กระบวนกาทำงานเดิมยังดำเนินการได้ไม่ดีพอ ข้อมูลกระจัดกระจายและไม่เป็นระบบ

2) วิเคราะห์ระบบ (Analysis) ได้ทำการวิเคราะห์ระบบงานจากแผนภาพกระแสข้อมูล (Context Diagram) แผนภาพการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการทำงานเดิม เพื่อหาจุดที่ต้องปรับปรุงและแก้ไข



ภาพที่ 2 แผนภาพกระแสข้อมูล (Context Diagram) ของระบบ

3) ออกแบบ (Design) หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ระบบแล้ว ในขั้นตอนนี้ได้ทำการออกแบบระบบในส่วนต่างๆอาทิ เช่น ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ ออกแบบส่วนนำเข้า ออกแบบรายงานและส่วนแสดงผล ออกแบบฐานข้อมูล ออกแบบฮาร์ดแวร์ เป็นต้น

4) พัฒนาระบบ (Development) ได้พัฒนาระบบตามที่ออกแบบไว้ โดยทำการติดตั้งโปรแกรมในการพัฒนา ระบบซึ่งประกอบไปด้วยโปรแกรม Apache, ภาษา PHP และฐานข้อมูล MySQL และทำการพัฒนาระบบพร้อมทดสอบความถูกต้อง (Debug) ของระบบ

5) ทดสอบ (Testing) นำระบบที่พัฒนาเสร็จแล้วมาทดสอบระบบเพื่อค้นหาจุดบกพร่อง ดังนี้ ทดสอบการทำงานของระบบโดยรวม จากนั้นนำระบบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว มาดำเนินการทดลองใช้ระบบรายบุคคล โดยผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ ทดลองใช้ระบบ จากนั้นนำระบบที่พัฒนาขึ้นมาทดลองใช้กับหน่วยงาน ได้แก่ หน่วยงานผู้ป่วยใน หน่วยงานห้องคลอด หน่วยงานอุบัติเหตุฉุกเฉิน เป็นหน่วยงานที่พบความเสี่ยงมากที่สุด ให้ทดลองใช้ระบบและเสนอแนะข้อมูลเพื่อใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบ เมื่อปรับปรุงแก้ไขและได้ข้อสรุปแล้วนำระบบที่พัฒนาขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิควิธีการ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบด้วยวิธีการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์ เป็นกระบวนการทดสอบการทำงานของระบบโดยรวมทั้งหมดว่ามีกระบวนการทำงานถูกต้องตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการหรือไม่

6) ติดตั้ง (Implementation) ติดตั้งระบบ เพื่อใช้ในการปฏิบัติงานจริง ภายหลังจากการทดสอบจนมั่นใจได้ว่าระบบสามารถทำงานได้จริง

7) บำรุงรักษา (Maintenance) เป็นขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขระบบภายหลังจากมีการใช้งานจริง ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากปัญหาของโปรแกรม (Bug) ทำให้ต้องมีการปรับปรุงแก้ไข

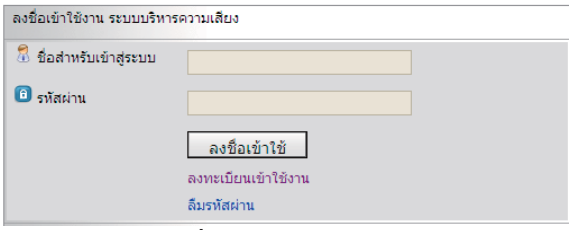
3.3.2 แบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล ดังนี้ ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องวิธีการสร้างแบบสอบถามเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพ แล้วดำเนินการสร้างแบบสอบถามประเมิน กำหนดกรอบที่จะประเมินโดยแบ่งประเด็นที่จะประเมินเป็น 4 ด้าน [5] คือ Function Requirement test, Function test, Usability test และ Security test

3.3.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ สำหรับแบบสอบถามที่ใช้ทดสอบความพึงพอใจของผู้ใช้ แบ่งออกเป็น 3 ชุดได้แก่ แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริหาร, หัวหน้าหน่วยงาน และเจ้าหน้าที่ โดยมีขั้นตอนการจัดทำแบบสอบถาม ดังนี้ ศึกษาข้อมูลจาก หนังสือ เอกสาร บทความ ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ กำหนดกรอบที่จะประเมินโดยแบ่งประเด็นที่จะประเมิน กำหนดระดับความพึงพอใจและเกณฑ์การประเมิน แล้วนำแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบรายละเอียด ความถูกต้องสมบูรณ์ จากนั้นจัดทำเป็นแบบประเมินความพึงพอใจฉบับสมบูรณ์

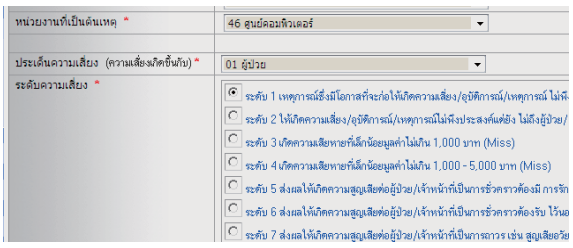
4. ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อศึกษาประเมินประสิทธิของระบบและเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ ผลการวิจัยมีดังนี้

4.1 ระบบการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผลของการพัฒนาระบบสามารถแสดงตัวอย่างระบบได้ดังภาพที่ 3–6



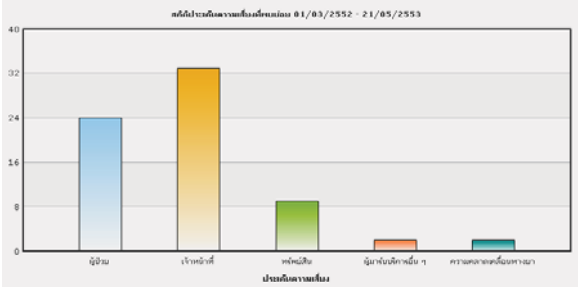
ภาพที่ 3 ภาพหน้าจอเข้าสู่ระบบ



ภาพที่ 4 แบบฟอร์มบันทึกข้อมูล เหตุการณ์/ความเสี่ยง

หน่วยงานต้นเหตุ	ระดับความเสี่ยง	โปรแกรมความเสี่ยง
ห้องบัตร	2	ด้านทรัพยากรบุคคล
ศูนย์คอมพิวเตอร์	1	ด้านเวชระเบียน และสารสนเทศและเทคโนโลยี
ศูนย์ประกันสุขภาพ	2	ด้านสิ่งแวดล้อมและปลอดภัย
ศูนย์เปล	3	ด้านสิ่งแวดล้อมและปลอดภัย
ศูนย์คอมพิวเตอร์	3	ด้านสิ่งแวดล้อมและปลอดภัย
ศูนย์คอมพิวเตอร์	1	ด้านสิ่งแวดล้อมและปลอดภัย

ภาพที่ 5 รายงานความเสี่ยงที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 6 รายงานและกราฟ แสดงผลเหตุการณ์/ความเสี่ยง

4.2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค จำนวน 3 คน ผลการประเมินความคิดเห็น แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบด้านเทคนิค

รายการประเมินแต่ละด้าน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับคุณภาพ
Function Requirement Test	4.33	0. 62	ดี
Function Test	4.00	0. 59	ดี
Usability Test	4.23	0.7 3	ดี
Security Test	4. 4 6	0. 71	ดี
ค่าเฉลี่ยในภาพรวม	4.1 8	0. 66	ดี

จากตารางที่ 1 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อระบบอยู่ในระดับดี ($\bar{X}$ = 4.18, S.D. = 0.66) แยกเป็น รายด้านพบว่า ความคิดเห็นใน Function Requirement Test อยู่ในระดับดี ($\bar{X}$ =4.33, S.D.=0.62) Function Test อยู่ในระดับดี ($\bar{X}$ = 4.00, S.D.= 0.59) Usability Test อยู่ในระดับดี ($\bar{X}$ =4.23, S.D.=0.73) และ Security Test อยู่ในระดับดีเช่นกัน ($\bar{X}$ =4.46, S.D =0.71)

4.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ

เมื่อนำระบบดังกล่าวให้ผู้ใช้ได้ทดลองใช้ระบบ แล้วให้ผู้ใช้ตอบแบบสอบถามเพื่อวัดความพึงพอใจต่อการใช้ระบบ ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ จำนวน 3 กลุ่ม แสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้

ผู้ใช้กลุ่มตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับคุณภาพ
ความพึงพอใจของผู้บริหาร	4.58	0.51	มากที่สุด
ความพึงพอใจของหัวหน้าหน่วยงาน	4.34	0.72	มาก
ความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่	4.15	0.68	มาก
ค่าเฉลี่ยในภาพรวม	4.36	0.64	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่า ผู้ใช้กลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มมีความพึงพอใจต่อระบบอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.36, S.D. = 0.64) แยกเป็นรายด้านพบว่า กลุ่มผู้ใช้ที่เป็นเจ้าหน้าที่มีความพึงพอใจต่อระบบอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.15, S.D. =0.68) กลุ่มผู้ใช้ที่เป็นหัวหน้าหน่วยงาน มีความพึงพอใจต่อระบบอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.34, S.D. = 0.72) และกลุ่มผู้ใช้ที่เป็นผู้บริหารมีความพึงพอใจต่อระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.58, S.D. = 0.51)

5. สรุปและอภิปรายผล

ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่พัฒนาขึ้นจะอยู่ในรูปแบบ Web Based Application เพื่อทำงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้ผู้ใช้งานระดับต่างๆ สามารถเข้าใช้งานที่เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ได้ ช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งาน ช่วยให้การบันทึกข้อมูลความเสี่ยงได้รวดเร็วขึ้น และช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้บริหาร ดูรายงานความเสี่ยง ค้นหาข้อมูลเหตุการณ์/ความเสี่ยง สรุปข้อมูลความเสี่ยง บันทึกเหตุการณ์/ความเสี่ยง ช่วยในการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาลได้อย่างรวดเร็ว จากผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล สามารถอภิปรายผล ได้ดังนี้

5.1 การพัฒนาระบบ

ได้พัฒนาระบบให้มีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน โดยได้ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล ที่มีประสิทธิภาพตามวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle) โดยพัฒนาด้วยภาษา PHP และฐานข้อมูลคือ MySQL ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล สามารถทำงานได้ครอบคลุมขั้นตอนการทำงานทั้งหมด รวมทั้งมีการทำงานในลักษณะต่อเนื่องตามขั้นตอนการทำงานตั้งแต่เริ่ม บันทึกเหตุการณ์/ความเสี่ยง จนถึงสรุปเหตุการณ์/ความเสี่ยง รายงานผู้บริหาร และสามารถเข้าใช้งานที่เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ได้ที่อยู่ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

5.2 การประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล

ระบบมีประสิทธิภาพในภาพรวมอยู่ในระดับดี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{X}$ = 4.18, S.D. = 0.66) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ว่า ประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารความเสี่ยงในโรงพยาบาล ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในเกณฑ์ดี (มีค่าเฉลี่ยเกิน 3.50) ซึ่งก็แสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมในการใช้งาน สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ถูกต้องและสามารถนำไปใช้งานได้จริง

5.3 ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

ในการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ทั้ง 3 กลุ่มที่มีต่อระบบพบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.36, S.D. = 0.64) เมื่อพิจารณาแต่ละกลุ่มผู้ใช้ พบว่า

5.3.1 ความพึงพอใจของผู้บริหารที่ตอบแบบสอบถามพบว่า มีความพึงพอใจต่อระบบที่พัฒนาขึ้นในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.58, S.D. = 0.51) เนื่องจากระบบที่พัฒนาขึ้นช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้บริหาร เช่น การค้นหาข้อมูล ช่วยประหยัดงบประมาณ เช่น กระดาษ และช่วยให้ผู้บริหาร สามารถดูรายงานความเสี่ยงในแต่ละจุด เพื่อนำข้อมูลการรายงานความเสี่ยงไปช่วยในการตัดสินใจ ในการป้องกัน และลดความเสี่ยงในโรงพยาบาล

5.3.2 ความพึงพอใจของหัวหน้าหน่วยงานที่ตอบแบบสอบถามพบว่า มีความพึงพอใจต่อระบบที่พัฒนาขึ้นในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.34, S.D. = 0.72) เพราะระบบที่พัฒนาขึ้นช่วยให้การบันทึกความเสี่ยงที่รวดเร็วขึ้น อำนวยความสะดวกและประหยัดเวลาในการบันทึกข้อมูล สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข สรุปความเสี่ยงในหน่วยงาน ค้นหาข้อมูลได้ ลดความซ้ำซ้อน เป็นต้น

5.3.3 ความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้ที่เป็นเจ้าหน้าที่ที่ตอบแบบสอบถามพบว่า มีความพึงพอใจต่อระบบที่พัฒนาขึ้นในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.15, S.D. =0.68) เพราะระบบที่พัฒนาขึ้นช่วยให้เจ้าหน้าที่ได้รับความสะดวกในการบันทึกเหตุการณ์/ความเสี่ยง เช่น บันทึกเหตุการณ์/ความเสี่ยง การค้นหาความเสี่ยงที่เกิดขึ้น แนวทางแก้ไขความเสี่ยง และสามารถดาวน์โหลดเอกสารที่หัวหน้าหน่วยงานและคณะกรรมการความเสี่ยงสรุปไว้ให้ เป็นต้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงพยาบาลพนมไพร ที่ให้ความ อนุเคราะห์สถานที่ในการทดลองและเก็บข้อมูลการวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ทรงศักดิ์ สองสนิท. การสร้างและหาประสิทธิภาพโปรแกรมระบบบริหารจัดการเงินกองทุนกู้ยืมเพื่อการศึกษาผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตระบบปริญญาตรี สถาบันราชภัฏมหาสารคาม. ทุนอุนหนุนการวิจัยสถาบันราชภัฏมหาสารคาม, 2545.

[2] เยาวนิตย์ สุวินย์ชัย. การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการบริหารความเสี่ยงของโรงพยาบาล. วิทยานิพน์ ค.ม. กรุงเทพ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 2548.

[3] สถาบันพัฒนาและรับรองคุณภาพโรงพยาบาล. มาตรฐานโรงพยาบาลและบริการสุขภาพ ฉบับเฉลิมพระเกียรติฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี : สถาบัน, 2551.

[4] โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and Design). กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2545

[5] พิรุฬห์ เดชะเทศ.ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการงานสารบรรณ. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

โปรแกรมจัดตารางสอนโดยใช้อัลกอริทึมทางพันธุกรรม
Timetable using Genetic Algorithm

ไพฑูรย์ ยศกาศ[1] วีรพันธุ์ ศิริฤทธิ์[2] นพนันท์ มาเยอะ[3] กิ่งสุวรรณ ใหม่แก้ว[4]

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
วิทยาลัยเชียงราย
yodkhad@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมการจัดตารางสอนเพื่อแก้ไขปัญหาการซ้อนทับกันของอาจารย์ผู้สอน ห้องเรียน และวิชาที่ทำการเปิดสอน โดยใช้หลักการของอัลกอริทึมทางพันธุกรรมเข้ามาเป็นตัวช่วยวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาเพื่อให้การจัดตารางสอนนั้นไม่เกิดการทับซ้อนกัน ซึ่งจะทำการแบ่งคาบเรียนออกเป็นสองคาบเรียนคือคาบเช้าและคาบบ่าย แล้วนำมาจัดการจัดตารางสอนผ่านทางการโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจากภาษา Java และใช้ Oracle เป็นฐานข้อมูลในการเก็บข้อมูลการจัดตารางสอน

คำสำคัญ: อัลกอริทึมทางพันธุกรรม โปรแกรมการจัดตารางสอน

Abstract

This paper present the development program schedule organized to resolve the problem of overlapping of teacher, classroom and courses offered. This program is using the principle of Genetic algorithms to analyze and solve problems and organized the schedule did not overlap. The study divided into two period morning and afternoon session. And preparation of schedule through a program developed by JAVA and the ORACLE data base to organized schedule.

Keywords: Genetic algorithms, schedule organized

1. บทนำ

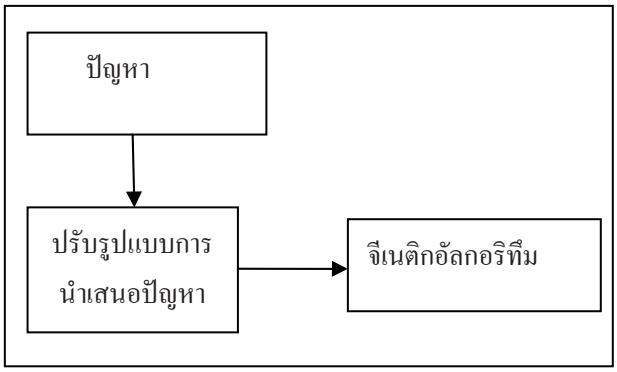
การวางแผนการจัดการการทำงานขององค์กรต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพและไม่เกิดการทับซ้อนของการทำงาน ถือเป็นโจทย์หนึ่งที่ต้องใช้เวลาในการวางแผนค่อนข้างมาก โดยเฉพาะการวางแผนการจัดตารางสอนของสถานศึกษาต่างๆ ที่จำต้องทำการจัดทำไม่ให้เกิดการซ้ำซ้อนกันของอาจารย์ผู้สอนในแต่ละวัน ห้องเรียนที่ใช้ทำการเรียนการสอน รวมถึงวิชาเรียนที่ต้องสอดคล้องลงตัวกันทั้งสามส่วน ซึ่งการจัดการให้วันและเวลาในการเรียนการสอนลงตัวนั้นเป็นปัญหาใหญ่สำหรับผู้ที่มีหน้าที่ในการจัดการโดยเฉพาะในสถาบันที่เปิดการเรียนการสอนหลายวิชาในหนึ่งภาคการศึกษา

ด้วยเหตุผลข้างต้นผู้จัดทำจึงได้มีแนวความคิดในการนำหลักการของอัลกอริทึมทางพันธุกรรม (Genetic Algorithm) มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการจัดตารางสอนโดยให้มีความสอดคล้องลงตัวกันของอาจารย์ผู้สอน ห้องเรียน และวิชาที่เปิดสอน อีกทั้งยังเป็นการช่วยลดระยะเวลาการจัดตารางสอนของผู้รับผิดชอบในการจัดตารางสอนลงอีกด้วย

2.หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 อัลกอริทึมทางพันธุกรรม (GA)

อัลกอริทึมทางพันธุกรรมเป็นการเรียนรู้ที่จำลองมาจากการวิวัฒนาการแนวคิดของจีเนติก (Genetic) มาจากทฤษฎีวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต หรือทฤษฎีการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต คือการไขว้ข้ามเปลี่ยนของโครโมโซม (Chromosome Crossover) การกลายพันธุ์ของยีน (Genetic mutation) และการรวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต จีเนติกสามารถจัดการกับปัญหาค่าที่ดีที่สุดเฉพาะที่ (Local optimum) ในการค้นหาวิธีที่ดีที่สุดได้ [1, 2, 5] วิธีการค้นหาคำตอบเป็นการค้นหาโดยเลียนแบบการคัดเลือกทางธรรมชาติและธรรมชาติทางพันธุกรรม โดยอาศัยหลักการสุ่มเพื่อปรับปรุงความสามารถในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด หลักการเบื้องต้นดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 หลักการเบื้องต้นของอัลกอริทึมทางพันธุกรรม

จะเห็นได้ว่าหลักการเบื้องต้นของการใช้อัลกอริทึมทางพันธุกรรมในการแก้ปัญหาจะต้องปรับปรุงรูปแบบการของแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับการนำเสนอของอัลกอริทึมทางพันธุกรรม

2.2 องค์ประกอบที่สำคัญของอัลกอริทึมทางพันธุกรรม

1. รูปแบบโครโมโซม (Chromosome Encoding) คือ รูปแบบโครโมโซมที่ใช้ในการนำเสนอทางเลือกที่สามารถจะเป็นได้ของแต่ละปัญหา

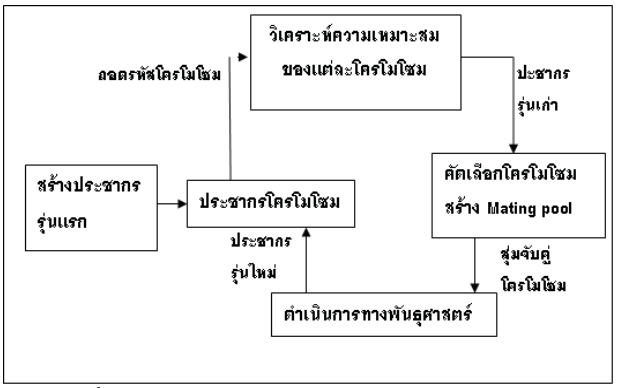
2. ประชากรต้นกำเนิด (Initial population) คือประชากรต้นกำเนิดที่จะนำเข้าไปในกระบวนการถ่ายทอดคุณลักษณะทางพันธุกรรม

3. ค่าความเหมาะสม (Fitness Function) คือ ฟังก์ชันที่ใช้สำหรับประเมินค่าความเหมาะสมเพื่อให้คะแนนแต่ละทางเลือกของคำตอบ

4. การดำเนินการทางพันธุกรรม (Genetic Operator) เป็นส่วนที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบของข้อมูลตลอดกระบวนการ ได้แก่ การคัดเลือก (Selection) การข้ามสายพันธุ์ (Crossover) และการกลายพันธุ์ (Mutation)

5. ตัวแปร (Parameter) หมายถึงตัวแปรที่สำคัญสำหรับอัลกอริทึมทางพันธุกรรม เช่น ขนาดของประชากร (Population size) ความน่าจะเป็นของการข้ามสายพันธุ์ (Probability crossover) ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ (Probability mutation) และจำนวนโครโมโซมในแต่ละรุ่น (Population size) เป็นต้น [2, 3, 4]

2.3 กระบวนการดำเนินการของ อัลกอริทึมทางพันธุกรรม



ภาพที่ 2 การทำงานของอัลกอริทึมทางพันธุกรรม

2.3.1 การกำหนดฟังก์ชันเป้าหมายกับฟังก์ชันความเหมาะสม

อัลกอริทึมทางพันธุกรรมจะพิจารณาคำตอบที่ผ่านมาว่าใกล้เคียงกับคำตอบที่ต้องการหรือไม่[1] จากฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective Function) เนื่องจากปัญหาสามารถกำหนดฟังก์ชันเป้าหมาย ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปร พารามิเตอร์ เงื่อนไข หรือ ข้อกำหนดต่างๆ สำหรับฟังก์ชันความเหมาะสม (Fitness Function) เป็นฟังก์ชันที่ใช้เป็นตัวกำหนดค่าความเหมาะ ของแต่ละโครโมโซมว่ามีโอกาสถูกคัดเลือกมากน้อยเพียงใด โดยทั่วไปมักใช้ฟังก์ชันเป้าหมายเป็นฟังก์ชันความเหมาะสม

2.3.2 รูปแบบการแทนโครโมโซม

สำหรับอัลกอริทึมทางพันธุกรรม ยีนส์จะเป็นตัวแสดงคำตอบของปัญหาที่เปลี่ยนไปตามการประยุกต์ใช้งาน ซึ่งโดยทั่วไปยีนส์จะหมายถึงตัวแปร พารามิเตอร์ เงื่อนไขหรือข้อกำหนดต่างๆ ลำดับของยีนส์บนโครโมโซมจะอยู่ในรูปแบบสตริง (String) ประกอบด้วยบิต (bit) ซึ่งลักษณะที่เป็นไปได้เรียกว่า ค่าของบิต (bit value) รูปแบบค่าบิตที่จัดเรียงบนโครโมโซมคือ ยีโนไทป์ ที่แสดงถึงค่าตัวแปรพารามิเตอร์ต่างๆที่เป็นไปได้ชุดหนึ่งที่เรียกว่า ฟีโนไทป์

2.3.3 การทำงานของอัลกอริทึมทางพันธุกรรม

เมื่อกำหนดรูปแบบโครโมโซมและฟังก์ชันความเหมาะสมได้แล้วขั้นตอนต่อไปจะเป็นการทำงานของอัลกอริทึมทางพันธุกรรมซึ่งจะสร้าง วิวัฒนาการของกลุ่มคำตอบในรุ่นต่อๆไป โดยจะมีตัวแปรต่างๆเป็นตัวกำหนดการทำงานของอัลกอริทึมทางพันธุกรรม ในส่วนการทำงานของ อัลกอริทึมทางพันธุกรรมมี 4 ขั้นตอน คือ

1. ทำการสร้างประชากรเริ่มต้น (Initialize Population) การสร้างประชากรเริ่มต้นต้องสร้างตามรูปแบบที่กำหนดไว้ตามข้อ 2 โดยประชากรเริ่มต้นเกิดจากการสร้างชุดโครโมโซมโดย การสุ่มค่าแต่ละบิตให้ครบตามจำนวนบิตที่กำหนดไว้ และจำนวนโครโมโซมทั้งหมดที่จะสุ่มมาก็ขึ้นอยู่กับการกำหนดจำนวนของ ประชากรในแต่ละรุ่น

2. วิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม (Evaluate population of chromosome) ก่อนที่จะทำการสร้างแมปปิ้ง พูล (mapping pool) ต้องทำการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซมก่อน โดยถอดรหัสค่าตัวแปรพารามิเตอร์ต่างๆของแต่ละบิต และ คำนวณค่าความเหมาะสมตามฟังก์ชันความเหมาะสม ตามข้อ 1 หลังจากนั้นก็ไปกำหนด ค่าความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือก (Probability of selected value) โดยคิดจากน้ำหนักค่าความเหมาะสมของ แต่ละโครโมโซม

3. คัดเลือกโครโมโซมต้นแบบเพื่อสร้างแมปปิ้งพูลทำการสร้างแมปปิ้ง พูล คือชุดโครโมโซมต้นแบบหรือโครโมโซมพ่อแม่- ที่สามารถอยู่รอดเป็นต้นแบบ โดยพิจารณา ถ่วงน้ำหนักจากค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม ด้วยวิธีการสุ่มเลือกโครโมโซมไปไว้ใน แมปปิ้ง พูล และจำนวนโครโมโซมสูงสุดใน แมปปิ้ง พูล จะเท่ากับจำนวนของประชากรในแต่ละรุ่นที่ได้กำหนดไว้

4. ทำการดำเนินการทางพันธุศาสตร์ ตัวดำเนินการทางพันธุศาสตร์หลัก ประกอบด้วยการข้ามสายพันธุ์ การกลายพันธุ์ และ การรีโพรดักชั่น (Reproduction) โดยที่ ขั้นตอนแรกต้องทำการสุ่มจับคู่โครโมโซมต้นแบบในแมปปิ้ง พูล เพื่อใช้เป็นโครโมโซม พ่อ แม่ ในการสร้างประชากรรุ่นใหม่โดยจำนวนคู่ที่สุ่มจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของจำนวนประชากรทั้งหมดที่กำหนดในแต่ละรุ่น จากนั้นก็เป็นการดำเนินการข้ามสายพันธุ์ การกลายพันธุ์ และรีโพรดักชั่น เป็นลำดับถัดไป

การทำงานของอัลกอริทึมทางพันธุกรรม จะทำการประมวลผลซ้ำๆไปเรื่อยๆจนกว่าจะครบตามจำนวนรอบที่กำหนดหรือได้โครโมโซม ที่มีค่าความเหมาะสมดีที่สุด หรือได้คำตอบของปัญหาที่ดีที่สุดตามเงื่อนไขที่ได้วางไว้

3. วิธีการและการออกแบบ

กำหนดให้ $S = \{s_1, s_2, ..., s_n\}$ คือวิชาเรียนในแต่ละภาคการศึกษา กำหนดให้เวลาเรียนใน 1 วันแบ่งออกเป็น 2 คาบเรียนคือ เช้า 1 บ่าย 1 ดังนั้นคาบเรียนที่เป็นไปได้ในแต่ละภาคการศึกษาคือ 2d เมื่อ d คือจำนวนวันที่เปิดทำการเรียนการสอนในสัปดาห์ เช่น เปิดทำการเรียนการสอนวันจันทร์ถึงวัน ศุกร์ ดังนั้นคาบเรียนที่มีได้คือ 2 x 5= 10 คาบเรียน

3.1 ข้อบังคับจำเป็น

ข้อบังคับที่ต้องเข้มงวดให้ถูกต้องเสมอ กำหนดให้ $G_l, ..., G_r, G_{r+1}, ..., G_{r+p} \subseteq S$ คือกลุ่มของวิชาเรียนที่ไม่สามารถทำการเรียนการสอนพร้อมกันได้ แบ่งออกเป็นกรณีต่างๆ ดังนี้

กรณีที่ 1) G_l ถึง G_r คือกลุ่มของวิชาเรียนที่ส่วนเรียนนั้นๆ ไม่สามารถเรียนพร้อมกันเนื่องจากส่วนเรียนนั้นมีเวลาเรียนตรงกัน กรณีที่ 2) G_{r+1} ถึง G_{r+p} คือกลุ่มของวิชาที่ไม่สามารถสอนพร้อมกัน เนื่องจากอาจารย์คนหนึ่งไม่สามารถสอนสองส่วนเรียนพร้อมกันได้ ในเวลาเดียวกัน

3.2 การจำลองปัญหาด้วย GA

การจำลองปัญหาการจัดตารางสอนเพื่อแก้ปัญหาด้วยอัลกอริทึมทางพันธุกรรม เป็นกระบวนการที่แก้ปัญหาด้วยอัลกอริทึมทางพันธุกรรม นั้น ขั้นแรกต้องจำลองปัญหาให้อยู่ในรูปโครโมโซม จากนั้นจึงทำการนิยามฟังก์ชั่นความเหมาะสม (Fitness function)

ประชากรเริ่มต้น การสร้างประชากรเริ่มต้นจะสร้างโดยการสุ่มตามเงื่อนไขข้อกำหนดพื้นฐานที่ระบุตามสมการ (1) และ (2) กำหนดให้เมตริกซ์ $E_{|s|\times 2d}$ เป็นต้นแบบของโครโมโซมสำหรับสร้างประชากรเริ่มต้นดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เมตริกซ์ต้นแบบโครโมโซม

วิชาเรียน i \ คาบเรียน j	1	2d
1	$E_{1,1}$	$E_{1,2d}$
2	$E_{2,1}$	$E_{2,2d}$
3	$E_{3,1}$	$E_{3,2d}$
$\|S\|$	$E_{\|s\|,1}$	$E_{\|s\|,2d}$

จากตารางที่ 1 สามารถสร้างโครโมโซมขนาด $2d \times |S|$ ได้ดังตารางที่ 2 โดยที่ $E_{ij} \in \{0,1\}$ เมื่อ $i = 1,2,..., |S|$ $j = 1,2,..., 2d$ กำหนดให้ $E_{ij} = 1$ หมายความว่าลงวิชาเรียน i ในคาบเรียน j ถ้าหาก $E_{i,j} = 0$ หมายความว่าไม่มีวิชาเรียน i ทำการเรียนการสอนในคาบเรียน j

ตารางที่ 2 โครโมโซมที่สร้างจากเมตริกซ์ต้นแบบ

$E_{1,1}$	...	$E_{1,d}$	$E_{1,1}$	...	$E_{1,d}$	$E_{\|S\|,1}$	...	$E_{\|S\|,2d}$

การสุ่มค่า b_{ij} ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุตามสมการ (1)

$$\sum_{k=1}^{2d} E_{i,k} = 1, i = 1,2,..., |S| \quad (1)$$

กฎข้อบังคับ ของสมการที่ (1) บังคับให้ 1 วิชาเรียนสามารถเรียนได้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์

ฟังก์ชั่นความเหมาะสม (Fitness function) ฟังก์ชั่นความเหมาะสมจะวัดค่าความเหมาะสมของตารางสอนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ได้ตารางสอนที่ไม่ขัดแย้งกับข้อบังคับจำเป็นดังแสดงต่อไปนี้

รากกำหนดฟังก์ชัน H สำหรับวัดค่าความถูกต้องของเงื่อนไขทั้งหมด

$$H = \alpha_1 h_1 + \alpha_2 h_2 \quad (2)$$

เมื่อ $\alpha_1 \alpha_2 \in [0,1]$ คือค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเงื่อนไข

$$h_1 = \sum_{i \in G_l} E_{i,k} \le 1, l = 1,2...,r, \; k = 1,2,..., 2d \quad (3)$$

สมการ (3) บังคับไม่ให้ส่วนเรียนเรียนมากกว่า 1 วิชา ในเวลาเดียวกัน

$$h_2 = \sum_{i \in G_l} E_{i,k} \le 1, l = r+1,...,r+p, k = 1,2...,2d \quad (4)$$

สมการ (4) บังคับไม่ให้อาจารย์สอนมากกว่า 1 วิชาในเวลาเดียว

จากสมการที่ (2) สามารถนิยามฟังก์ชั่นความเหมาะสมดังแสดงตามสมการ (5)

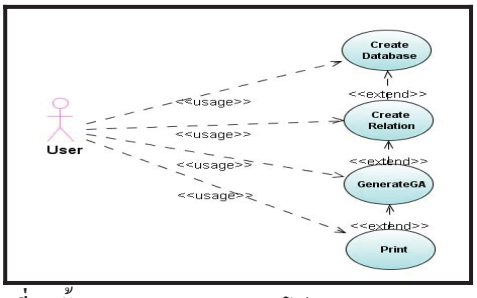
$$fitness = \frac{1}{1-H} \quad (5)$$

3.3 การออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในการทำงาน

หลังจากที่ได้มีการกำหนดข้อบังคับ ประชากรเริ่มต้น และสมการที่ใช้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการออกแบบโปรแกรมและสร้างฐานข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้โปรแกรมจัดตารางสอนนี้ได้

3.3.1 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

การทำงานของโปรแกรมการจัดตารางสอนสามารถแสดงออกมาในรูปของ User case diagrams ดังภาพที่ 3

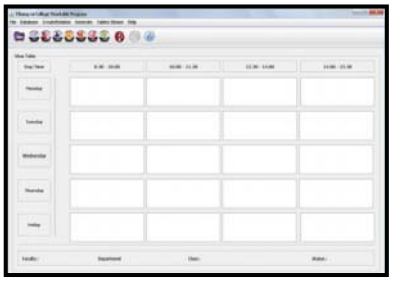


ภาพที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

ในการทำงานของโปรแกรมนั้น ผู้ใช้ต้องทำการสร้างฐานข้อมูลก่อน ซึ่งฐานข้อมูลจะประกอบไปด้วยตารางต่างๆ ได้แก่ ตารางชั้นเรียน ตารางอาจารย์ ตารางห้องเรียน และตารางวิชาเรียน เมื่อสร้างฐานข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วจากนั้นต้องสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ คือ ความสัมพันธ์ระหว่าง ชั้นเรียน อาจารย์ ห้องเรียน และวิชาเรียน หลังเสร็จกระบวนการดังกล่าวแล้วก็เป็นการสร้างตารางโดยผู้ใช้กดปุ่ม Generate เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ทำการพิมพ์งาน

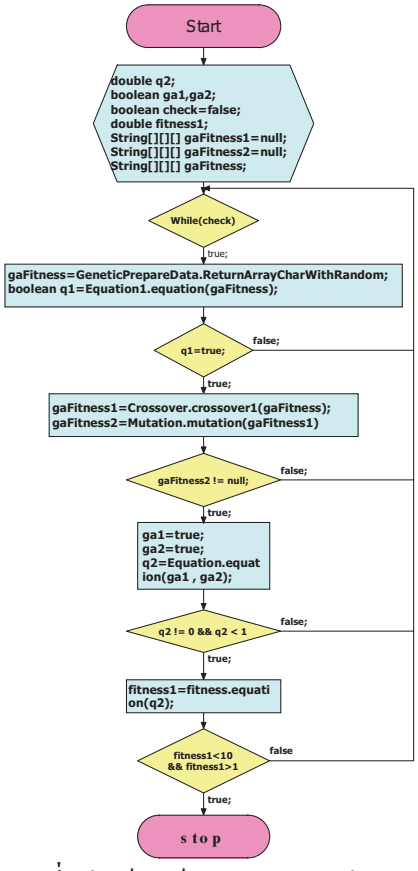
3.3.2 GUI การแสดงผลตารางสอน

โปรแกรมที่ได้จากการออกแบบจะมีหน้าตาการทำงานดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 หน้าจอแสดงผลตารางสอน

3.3.3 โฟล์วชาร์ทการทำงานของโปรแกรม

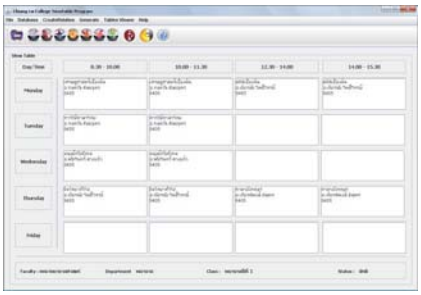


ภาพที่ 5 โฟล์วชาร์ทการทำงานของโปรแกรม

4. การทดลองและผลการทดลอง

จากการพัฒนาโปรแกรมการจัดการตารางสอนทำให้ได้โปรแกรมต้นแบบซึ่งมีลักษณะการทำงานดังนี้

ในการใช้งานโปรแกรมการจัดตารางสอนผู้ใช้จะทำการใส่ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องลงไปในโปรแกรมจะดำเนินการคำนวณโดยใช้อัลกอริทึมทางพันธุกรรมที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ตารางสอนที่ได้จากการจัดโดยโปรแกรม

เมื่อโปรแกรมทำการสร้างตารางสอนที่ได้จากการป้อนค่าของผู้ใช้งานแล้ว ผู้ใช้สามารถพิมพ์รายงานออกมาได้ ซึ่งหน้าตาของรายงานแสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7:ผลที่ได้จากการพิมพ์รายงาน

5. สรุปผล

จากผลการทดลองใช้โปรแกรมจัดตารางสอนโดยใช้อัลกอริทึมทางพันธุกรรมมาใช้จัดตารางเรียน โปรแกรมสามารถทำการจัดตารางสอนได้เป็นอย่างดี ทำให้สามารถลดปัญหาในการจัดตารางสอนเกี่ยวกับ วันเวลาสอน ห้องเรียน และอาจารย์ผู้สอนที่เกิดการทับซ้อนกันได้เป็นอย่างดี ที่สำคัญสามารถลดเวลาการดำเนินงานได้เป็นอย่างมาก

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สิริลักษณ์ จุณณทัศน์ พยุง มีสัจ, “การจัดตารางสอนโรงเรียนด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบหลายจุดประสงค์” คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[2] พุทธินันท์ หอสูติสิมา “การจัดตารางสอนด้วยอัลกอริทึมทางพันธุศาสตร์” ภาควิชาวิทยาการ คอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

[3] ปริศนา แช่มสุขขี ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาลัยบูรพา

[4] Algorithms from P to NP Volume I Design & Efficiency B.M.E. Moret H.D. ShapiroThe Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. 360 Bridge Parkway Redwood city, CA 94065

[5] Data structures and algorithm analysis in C++, Mark Allen Weiss Florida International University Addison, Wesley Longman, Reprinted with corrections, February 1999

การเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณ PM_{10} ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

A Comparison of PM_{10} Models in Bangkok Using Box-Jenkins Method And Neural Networks

เสาวลักษณ์ อร่ามพงศานุวัต

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
in_saowalak@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการศึกษารูปแบบของการพยากรณ์ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) โดยใช้วิธีบ็อกและเจนกินส์ (Box-Jenkins) และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks) โดยอาศัยข้อมูลคุณภาพอากาศ ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) โอโซน (O_3) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) และข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (globe radiation) ปริมาณรังสีสุทธิ (net radiation) ความกดอากาศ (atmospheric pressure) ปริมาณน้ำฝน (rain)ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) อุณหภูมิ (temperature) ทิศทางลม (wind direction) และความเร็วลม (wind speed) ในช่วงระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2543 ถึง 31 ธันวาคม 2552 ซึ่งผลการดำเนินงานวิจัยพบว่าวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์มีค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) เท่ากับ 0.032 และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) เท่ากับ 0.0085 ซึ่งสรุปได้ว่าจากข้อมูลที่นำมาวิจัยนี้ วิธีโครงข่ายประสาทเทียมสามารถใช้ในการพยากรณ์ปริมาณ PM_{10} ได้ดี และให้ความถูกต้องในการพยากรณ์สูงกว่าวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์

คำสำคัญ: การพยากรณ์ ฝุ่นขนาดเล็ก

Abstract

This paper attempted to identify prediction model for detecting particulate matter is very importance. This research focus on using Box-Jenkins method and Artificial Neural Networks for predicting PM_{10}, using air quality data Carbon monoxide (CO), Ozone(O_3), Nitrogen dioxide (NO_2), Sulfur dioxide (SO_2), PM_{10}, globe radiation, net radiation, atmospheric pressure, rain, relative humidity, temperature, wind direction, and wind speed relating to PM_{10} during 2000-2009. The predicted values of PM_{10} from Neural Networks Model got the MSE (Mean Square Error) values of 0.0085, the case of ARIMA Model got the MSE values of 0.032.

Keyword: Prediction, PM10.

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากรายงานสถานการณ์คุณภาพอากาศของประเทศไทย โดยกรมควบคุมมลพิษ [1] ชี้ว่าสารมลพิษอากาศที่เป็นปัญหามากที่สุดโดยเฉพาะในเขตเมืองใหญ่ คือฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) เนื่องจากพบว่ามีระดับความเข้มข้นของฝุ่นสูงในระดับที่อาจเกิดปัญหาสุขภาพกับประชาชนในเมืองใหญ่ โดยผลการตรวจวัดพบจำนวนครั้งที่เกินค่ามาตรฐาน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (มคก./ลบ.ม.) มากเกินกว่าสารมลพิษอากาศชนิดอื่น ๆ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพแก่ประชากรทั้งผลระยะสั้น และเรื้อรัง เนื่องจากสามารถหายใจเข้าไปได้ ดังนั้นการติดตามตรวจสอบข้อมูลฝุ่นที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพเช่นนี้ นับว่ามีความสำคัญมากในการวางแผน ป้องกัน แก้ไข และควบคุมมลภาวะทางอากาศให้ประสบผลสำเร็จในอนาคต [2] ซึ่งหน่วยงานภาครัฐ โดยกรมควบคุมมลพิษ ก็ได้ดำเนินการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศของประเทศไทย โดยทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยใช้สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ แต่เนื่องจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบถาวรมีข้อจำกัดในด้านการลงทุนและดำเนินการสูง จากปัญหาและข้อจำกัดดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงจะทำการพยากรณ์สารมลพิษทางอากาศที่เป็นปัญหาหลัก คือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) โดยพยากรณ์ปริมาณของ PM_{10} ในกรุงเทพมหานคร โดยใช้เทคนิควิธีบ็อกและเจนกินส์ (Box-Jenkins) และโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks)

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาและสร้างแบบจำลองที่เหมาะสมเพื่อพยากรณ์ปริมาณของ PM_{10} ในกรุงเทพมหานคร โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ปริมาณของ PM_{10} ในกรุงเทพมหานคร โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิธีบ็อกและเจนกินส์ (Box-Jenkins)

เป็นวิธีการพยากรณ์ที่รวมเอาตัวแบบการถดถอยในตนเองซึ่งเป็นค่าสังเกตในอดีต (Autoregressive หรือ AR) และตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนสุ่มในอดีต (Moving average หรือ MA) เข้าด้วยกัน โดยเป็นการหาสมการเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างชุดข้อมูลกับเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป โดยตัวแบบ ARMA เมื่อรวมกับกระบวนการ Integrated รวมกันแล้วได้ตัวแบบดังสมการต่อไปนี้

$$\Delta_d y_t = \delta + \phi_1 \Delta_d y_{t-1} + ... + \phi_p \Delta_d y_{p-1} + \varepsilon_t - \theta_t \varepsilon_t - 1 - ... - \theta_q \varepsilon_q - 1 \quad (1)$$

เมื่อ y_t คือ ค่าสังเกตของอนุกรมเวลาที่เวลา t

d คือ จำนวนครั้งการหาผลต่างที่ทำให้อนุกรมเวลาคงที่

p คือ อันดับของ autoregressive

q คือ อันดับของ moving average

δ คือ ค่าคงที่

t คือ เวลา

Δ_d คือ ผลต่างอันดับที่ d

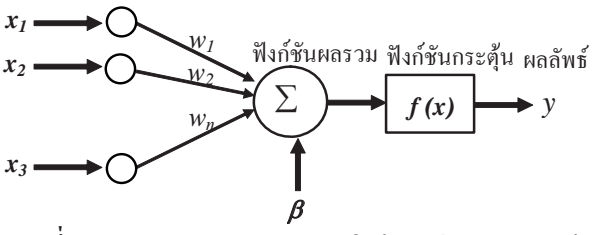
$\phi_1, \ldots, \phi_p$ คือ พารามิเตอร์ของ autoregressive

$\theta_t, \ldots, \theta_q$ คือ พารามิเตอร์ของ moving average

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t ภายใต้ข้อสมมติที่ว่าความคลาดเคลื่อนที่คนละเวลาเป็นตัวแปรสุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน โดยมีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ [3]

2.2 โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks)

โครงข่ายประสาทเทียมมีการทำงานแบบขนานเลียนแบบการประมวลผลของสมองมนุษย์ สามารถทำการเรียนรู้ชุดข้อมูลได้ทั้งแบบมีผู้สอน (Supervised Learning) และแบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) [4] [5] โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วยนิวรอนหลายนิวรอนเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย การทำงานของแต่ละนิวรอนภายในโครงข่ายประสาทเทียมแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การทำงานของนิวรอนภายในโครงข่ายประสาทเทียม

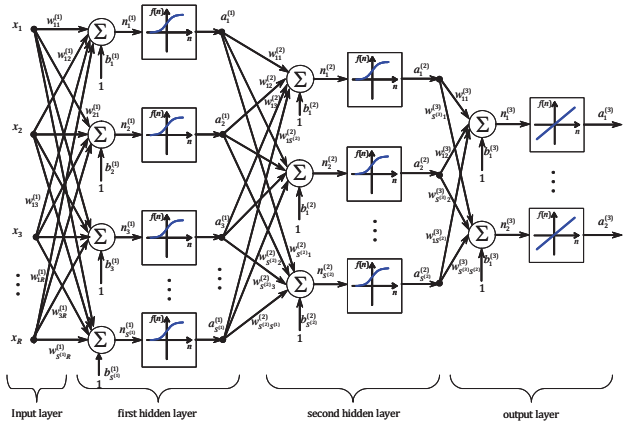
กำหนดให้ตัวแปร $x_1, x_2, ..., x_n$ เป็นค่าข้อมูลเข้า ตัวแปร $w_1, w_2, ..., w_n$ เป็นค่าน้ำหนัก ตัวแปร β เป็นค่าความโน้มเอียง ตัวแปร f เป็นฟังก์ชันกระตุ้น และตัวแปร y เป็นค่าผลลัพธ์จากนิวรอลดังสมการที่ (2)

$$y = f\left[\sum\left(x_1w_1 + x_2w_2 + x_3w_3 + ... + x_nw_n\right) + \beta\right] \quad (2)$$

โครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้การเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับ (Back-propagation Learning) จะมีการเริ่มต้นการทำงานโดยการสุ่มค่าน้ำหนักในแต่ละนิวรอน [6] กำหนดให้ตัวแปร y เป็นค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลจากโครงข่ายประสาทเทียม และ t เป็นค่าผลลัพธ์เป้าหมาย การเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับจะทำการเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้ y กับค่าเป้าหมาย t มาปรับค่าน้ำหนักเพื่อให้ได้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด ดังสมการที่ (3)

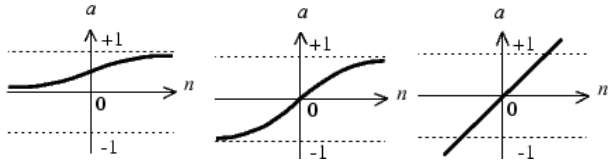
$$E = \frac{1}{2}\sum(y-t)^2 \quad (3)$$

สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซฟตรอน หลายชั้น (Multi-layer Perceptron: MLP) ประกอบด้วยโครงข่าย 3 ชั้น [7] [8] คือ ชั้นข้อมูลเข้า (Input Layer) ชั้นซ่อน (Hidden Layer) และชั้นผลลัพธ์ (Output Layer) ดังภาพที่ 2 โดยชั้นซ่อนอาจมีได้มากกว่าหนึ่งชั้น



ภาพที่ 2 โครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซฟตรอนหลายชั้น

ในการสอนโครงข่ายประสาทเทียม เราสามารถเลือกฟังก์ชันกระตุ้นในการทำงานได้หลายแบบ แสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ 3 โดยภาพ 3(a) แสดงฟังก์ชันกระตุ้นแบบซิกมอยด์ และภาพ 3(b) แสดงฟังก์ชันกระตุ้นแบบแทนซิก และภาพ 3(c) แสดงฟังก์ชันกระตุ้นแบบเพียวลิน



$a = \frac{1}{1+e^{-n}}$ $a = \frac{2}{\left(1+e^{-2n}\right)} - 1$ $a = n$

(a) ฟังก์ชันซิกมอยด์ (b) ฟังก์ชันแทนซิก (c) ฟังก์ชันเพียวลิน

ภาพที่ 3 ตัวอย่างฟังก์ชันกระตุ้นในโครงข่ายประสาทเทียม

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีงานวิจัยที่ได้พัฒนาแบบจำลองเพื่อทำการพยากรณ์งานทางด้านคุณภาพอากาศ (Air Quality) เช่น งานวิจัยของ Chaloulakou และคณะ [9] ได้พัฒนาแบบจำลองสำหรับการทำนายปริมาณของค่าโอโซน (Ozone) ในเมือง Athens ประเทศกรีซ โดยใช้ความเร็วลม ทิศทางลม และความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวแปรอิสระในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างด้วยเทคนิควิธี Neural Network และวิธี Multiple Regression ซึ่งผลที่ได้จากแบบจำลองด้วยวิธี Neural Network มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี Multiple Regression และงานวิจัย Prybutok และคณะ [10] ได้ทำนายค่าระดับความเข้มข้นสูงสุดของโอโซนของแต่ละวัน บริเวณเขตอุตสาหกรรมทางตอนเหนือของสหรัฐอเมริกา (Houston site) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสร้างแบบจำลอง Neural Network เพื่อใช้ในการทำนายค่าระดับความเข้มข้นสูงสุดของโอโซนแต่ละวัน โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบกับแบบจำลองทางสถิติทั่วไป คือ regression และ Box – Jenkins ARIMA โดยพื้นฐานแล้วแบบจำลอง ARIMA เป็นวิธีที่ให้ค่าพยากรณ์ในระยะสั้นที่ดี หรือเหมาะกับการพยากรณ์ไปข้างหน้าในช่วงเวลาสั้นๆ และต้องมีช่วงของข้อมูลที่ยาวพอสมควร นอกจากนี้งานวิจัยของ Kukkonen และคณะ [11] ยังได้ใช้ Neural Network เพื่อทำนายการเกิด NO_2 และ PM_{10} ที่เมืองเฮลซิงกิ ประเทศฟินแลนด์ โดยนำข้อมูลปริมาณการจราจรในพื้นที่และข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยา ในช่วงปี 1996 ถึง 1999 พบว่าการใช้ Neural Network สามารถให้ค่าอยู่ในช่วงที่ดี Neural Network จึงเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาแบบจำลองในการทำนายค่าระดับมลพิษอากาศในเขตเมือง

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) โอโซน (O_3) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ ปริมาณรังสีสุทธิ ความกดอากาศ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ทิศทางลม และความเร็วลม

โดยข้อมูลที่นำมาใช้เป็นข้อมูลที่ได้จากสถานีดินแดง ซึ่งเป็นสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ ในช่วงระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่วันที่ 1มกราคม2543ถึง31ธันวาคม 2552

3.2 การสร้างแบบจำลองโดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์

ขั้นตอนการสร้างตัวแบบมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 กำหนดตัวแบบ อนุกรมเวลาที่นำมาสร้างตัวแบบต้องสเตชันนารี (stationary) คือความแปรปรวนและค่าเฉลี่ยคงที่ ถ้าอนุกรมเวลาไม่สเตชันนารี ต้องทำการแปลงอนุกรมเวลานั้น เช่น ค่าเฉลี่ยไม่คงที่ แปลงด้วยการหาผลต่าง ความแปรปรวนไม่คงที่ แปลงอนุกรมเวลาด้วยฟังก์ชันลอกาลิทึม เป็นต้น แล้วนำอนุกรมเวลาไปพล็อตกราฟคอเรลโรแกรม (correlogram) เพื่อพิจารณาดูเปรียบเทียบแผนภาพคอเรลโรแกรมตัวแบบ จะได้รูปแบบ ARMA(p,q)

3.2.2 การประมาณค่าของตัวแบบ โดยให้ค่าประมาณที่ได้นั้นมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

3.2.3 การตรวจสอบตัวแบบพิจารณาค่าที่เหลือ (residual) ที่ได้จากตัวแบบสอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่ ถ้าไม่สอดคล้องต้องกลับไปเริ่มหาตัวแบบใหม่

3.2.4 นำตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปใช้พยากรณ์

3.3 การสร้างแบบจำลองโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

3.3.1 กำหนดให้ $X(t) = \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$ คือ เซตของตัวแปรข้อมูลเข้าที่เวลา t เมื่อ n คือจำนวนตัวแปรเข้า $Y(t+1) = \{y_1\}$ คือเซตของข้อมูลตัวแปรผลลัพธ์ที่เวลา $t+1$ ทำการแบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด คือ ชุดสอน (Train set) และชุดทดสอบ (Test set)

3.3.2 ทำการเตรียมข้อมูล (preprocessing) โดยทำการแปลงข้อมูล (normalization) ให้อยู่ในช่วง [-1, 1]

3.3.3 ทำการสอนโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้ข้อมูล

ชุดสอนด้วยโปรแกรม MATLAB โดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบป้อนไปข้างหน้าหลายชั้น (Multi-layer feed forward neural network) โดยนำระบบการเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับ (Back-propagation learning) มาใช้เนื่องจากเป็นโครงข่ายที่สามารถเรียนรู้ได้โดยการปรับค่าน้ำหนัก เพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าข้อมูลส่งออก (Output) และค่าเป้าหมาย (Target) ซึ่งเป็นประโยชน์ในกรณีที่ค่าความคลาดเคลื่อนที่ออกมานั้น มีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ และต้องมีการปรับสอนโครงข่ายอีกครั้ง และเลือกใช้ฟังก์ชันการฝึก (Training function) แบบ TrainLM (Levenberg Marquardt Algorithm) เนื่องจากมีความเร็วสูงในการประมวลผล โดยใช้ฟังก์ชันการเรียนรู้ (Learning function) แบบ LearnGDM (Gradient descent with momentum weight/bias learning function.) โดยใช้จำนวนชั้น (Layer) 2 หรือ 3 ชั้น ในการหาผลลัพธ์ (Output) และใช้ฟังก์ชันกระตุ้น (Activation function) แบบ binary sigmoid (logsig) และ/หรือ tansig ในชั้นซ่อน (Hidden Layer) และ linear (purelin) ในชั้นผลลัพธ์ (Output Layer)

3.3.4 ทำการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลชุดทดสอบ และวัดค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Mean square error: MSE) เพื่อวัดความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในการพยากรณ์

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการทดลองของวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ARIMA Model หรือ ARIMA(1,0,1)

การทดสอบใช้ระดับนัยสำคัญ .05 โดยทำการหาค่า SSE ที่ต่ำที่สุด

```
Estimates at each iteration
Iteration      SSE        Parameters
        0  3900321  0.100   0.100  60.446
        1  2316863  0.250  -0.050  50.371
        2  1893114  0.400   0.009  40.296
        3  1496582  0.550   0.050  30.221
        4  1206109  0.700   0.076  20.146
        5  1077270  0.850   0.096  10.072
        6  1073953  0.876   0.100   8.294
        7  1073944  0.878   0.101   8.194
        8  1073944  0.878   0.101   8.183
        9  1073944  0.878   0.102   8.181
       10  1073944  0.878   0.102   8.180
```

การประมาณค่าพารามิเตอร์

```
Final Estimates of Parameters

Type         Coef  SE Coef      T      P
AR   1     0.8782   0.0093  94.55  0.000
MA   1     0.1016   0.0193   5.26  0.000
Constant  8.1799   0.2549  32.09  0.000
Mean      67.139    2.092


Number of observations:  3653
Residuals:    SS =  1073719
(backforecasts excluded)
              MS =  294  DF = 3650
```

AR1 $= \phi_1 = 0.8782$

MA1 $= \theta_1 = 0.1016$

Constant (ค่าคงที่) =8.1799

สรุปตัวแบบ ARMA (1,1)

หาจากสมการ $Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$

ค่าเฉลี่ย $= \frac{\delta}{(1-\phi_1)}$

ค่าความแปรปรวน $= \frac{(1+\theta_1^2 - 2\phi_1\theta_1)\sigma^2}{(1-\phi_1^2)}$

พารามิเตอร์ที่ต้องทำการประมาณ ϕ_1, θ_1

ซึ่งขอบเขตของพารามิเตอร์ จะต้อง $|\phi_1| < 1, |\theta_1| < 1$

ดังนั้น $\hat{Y}_t = 8.1799 + 0.8782 Y_{t-1} + \varepsilon_t - 0.1016\varepsilon_{t-1}$

ค่าเฉลี่ย $= \frac{8.1799}{(1-0.8782)} = 67.139$

ค่าความแปรปรวน

$= \frac{(1+0.1016^2 - 2(0.8782)(0.1016)1176565}{(1-0.1016^2)} = 0.000714$

และเมื่อทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยการพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ สรุปได้ว่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน และค่าคงเหลือมีการแจกแจงปกติ ดังนั้นตัวแบบมีความเหมาะสม โดยมีค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) เท่ากับ 0.032

4.2 ผลการทดลองของวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

การสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ได้ทำการทดลองโดยกำหนดให้ชั้นข้อมูลเข้า (Input Layer) มีจำนวน 12โหนด และชั้นซ่อน (Hidden Layer) จะกำหนดการทดลองโดยใช้ฟังก์ชันกระตุ้นแบบ logsig (ลอกซิก) และ tansig (แทนซิก) โดยกำหนดให้มีโหนดในโครงข่ายในจำนวนที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งจะต้องมีการปรับเปลี่ยนการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสมต่อไป ส่วนชั้นสุดท้ายจะเป็นชั้นเอาต์พุต (Output Layer) ซึ่งใช้ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบ purelin (เพียวลิน) จำนวนเอาต์พุต 1 เอาต์พุตโหนด โดยกำหนดการตั้งค่าอัลกอริทึมในการเรียนรู้แบบ trainlm (Levenberg-Marquardt training function) กำหนดจำนวนรอบในการฝึกสอน (Epochs) ไว้เท่ากับ 5,000 รอบ และกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนเป้าหมาย (Goals) ไว้เท่ากับ 0.001

จากการทดลอง สามารถแสดงผลการสร้างโมเดลพยากรณ์ได้ดังตารางที่ 1 โดยพบว่าแบบจำลอง 12-15-12-1 ซึ่งกำหนดให้มีชั้นข้อมูลเข้า 12 โหนด ในชั้นซ่อนที่ 1 ใช้ฟังก์ชันกระตุ้นแบบ tansig จำนวน 15 โหนด ในชั้นซ่อนที่ 2 ใช้ฟังก์ชันกระตุ้นแบบ tansig จำนวน 12 โหนด และจำนวนชั้นแสดงผล 1 โหนด ใช้ฟังก์ชันกระตุ้นแบบ purelin ให้ค่า MSE (Mean Square Error) เท่ากับ 0.0085 ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ให้ค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุดเมื่อเทียบแบบจำลอง อื่น ๆ ที่ได้ทำการทดลอง

ตารางที่ 1 ผลการสร้างโมเดลพยากรณ์ PM_{10} ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

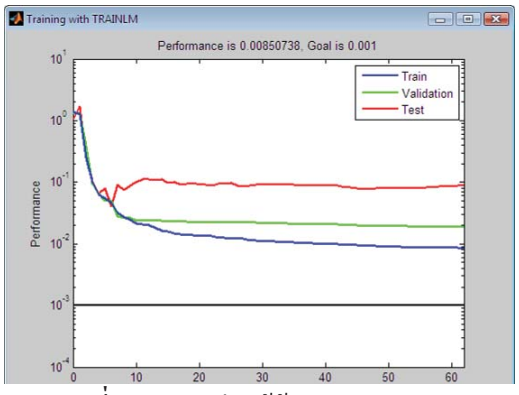
Learning Algorithm = trainlm, Epoch = 5000, Goals = 0.001		
Network Model	**Transfer Function**	**Performance (MSE)**
12-6-1	Tansig-Purelin	0.0273
12-12-1	Tansig-Purelin	0.0247
12-15-1	Tansig-Purelin	0.0185
12-24-1	Tansig-Purelin	0.0196
12-6-1	Tansig-Logsig	0.2746
12-12-1	Tansig-Logsig	0.2630
12-15-1	Tansig-Logsig	0.2755
12-24-1	Tansig-Logsig	0.2627
12-6-1	Tansig- Tansig	0.0266
12-12-1	Tansig- Tansig	0.0186
12-15-1	Tansig-Tansig	0.0180
12-24-1	Tansig- Tansig	0.0135
12-12-6-1	Tansig-Tansig-Purelin	0.0126

ตารางที่ 1 (ต่อ): ผลการสร้างโมเดลพยากรณ์ PM_{10}

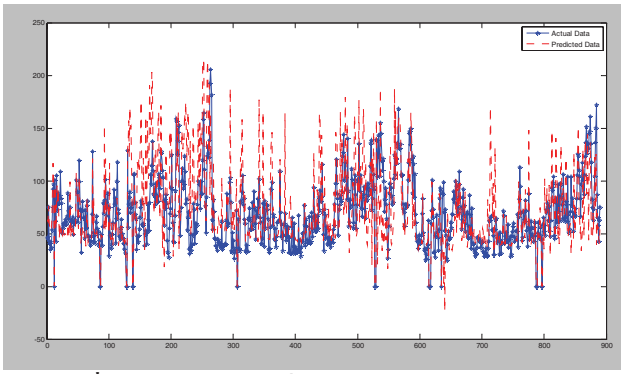
Learning Algorithm = trainlm, Epoch = 5000, Goals = 0.001		
Network Model	**Transfer Function**	**Performance (MSE)**
12-15-12-1	Tansig-Tansig-Purelin	0.0085*
12-24-12-1	Tansig-Tansig-Purelin	0.0118
12-15-10-1	Tansig-Tansig-Tansig	0.0121
12-15-10-1	Tansig-Tansig-Logsig	0.2658

หมายเหตุ: * คือ Network Model ที่ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด

ผลการเรียนรู้ข้อมูล และผลการเปรียบเทียบค่าของ PM_{10} ที่ได้จากการพยากรณ์โดยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Predicted Data) กับค่าจริง (Actual Data) แสดงได้ดังภาพที่ 4 และ 5 ตามลำดับ



ภาพที่ 4 ผลการเรียนรู้ข้อมูล (Training data)



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการพยากรณ์กับค่าจริง

5. บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองเพื่อพยากรณ์ปริมาณ PM_{10} โดยใช้วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ และเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมหลายชั้นแบบ Back-propagation ซึ่งผลการดำเนินงานวิจัยพบว่า วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์มีตัวแบบที่เหมาะสมคือ $\hat{Y}_t = 8.1799 + 0.8782Y_{t-1} + \varepsilon_t - 0.1016\varepsilon_{t-1}$ โดยมีค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) เท่ากับ 0.032 และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับรูปแบบข้อมูล 12-15-12-1 ให้ผลการพยากรณ์คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยมีค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) เท่ากับ 0.0085 ซึ่งสรุปได้ว่าจากข้อมูลที่นำมาวิจัยนี้ วิธีโครงข่ายประสาทเทียมสามารถใช้ในการพยากรณ์ปริมาณ PM_{10} ได้ดี และให้ความถูกต้องในการพยากรณ์สูงกว่าวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมควบคุมมลพิษ. สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง.สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง ปี 2550. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ, 2551.

[2] กรมควบคุมมลพิษ. สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. คู่มือการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ, 2551.

[3] ทรงศิริ แต้สมบัติ. 2549. เทคนิคการการพยากรณ์เชิงปริมาณ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถิติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[4] Richard J. Roiger, and Michael W. Geatz, “Data mining a tutorial based primer,” Pearson Education, Inc., 2003.

[5] Lippmann, R.P., “An introduction to computing with neural nets,” IEEE ASSP Magazine, pp. 4–22, 1987.

[6] Bhokha, S., “Application of artificial neural networks to cost and duration forecasting for buildings,” Ph.D Thesis. Asian Institute of Technology, 1998.

[7] Sheta, A.F. and El-Sherif, M.S., “Optimal prediction of the Nile River flow using neural networks,” International Joint Conference on Neural Networks, vol. 5, pp. 3438-3441, 1999.

[8] Maier, H.R. and Dandy, G.C., “Understanding the behavior and optimizing the performance of back-propagation neural network: an empirical study, Environmental Modeling & Software,” Vol.13, pp. 179-191, 1998.

[9] Chaloulakou A, Saisana M, Spyrellis N., “Comparative assessment of neural networks and regression models for forecasting summertime ozone in Athens,” The Science of the Total Environment, 313: pp. 1-13, 2003.

[10] Prybutok, V. R., Yi, J., and Mitchell, D., “Comparison of neural network models with ARIMA and regression models for prediction of Houston's daily maximum ozone concentrations,” European Journal of Operational Research 122: pp. 31-40, 2000.

[11] Kukkonen, J., et al., “Extensive evaluation of neural network models for the prediction of NO_2 and PM_{10} concentrations, compared with a deterministic modeling system and measurements in central Helsinki,” 2003.

การรู้จำภาพใบหน้าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับสีด้วยการแยกคุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าและเฉพาะส่วนโดยใช้แบบจำลองเชิงเรขาคณิต

Global and Local Face Feature Extraction for Histogram Processed Face Recognition based on Geometrical Model

สมปอง เวฬุวนาธร[1] และ สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์[2]

[1]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[2]ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
scsompva@hotmail.com, sns@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การพิสูจน์ทราบและระบุยืนยันตัวตนด้วยการรู้จำภาพใบหน้าส่วนใหญ่จะใช้ภาพใบหน้าทั้งใบหน้าในการรู้จำ แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพในการรู้จำยังไม่ดีเท่าที่ควร งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการพิสูจน์ทราบตัวตนโดยการรู้จำภาพใบหน้า โดยการใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน คือ ตาซ้าย ตาขวา จมูก และปาก โดยวิธีการเชิงเรขาคณิตในการหาตำแหน่งต่างๆ บนภาพใบหน้า เริ่มจากการหาตำแหน่งของตาทั้งสองข้าง จมูก และปาก งานวิจัยนี้ใช้ภาพใบหน้า 110 ภาพ เพื่อการเรียนรู้และทดสอบ การรู้จำภาพใบหน้าใช้วิธีการประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับสี พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการรู้จำมากขึ้นเป็น 89.09%

คำสำคัญ: การพิสูจน์ทราบและระบุยืนยันตัวตน รู้จำภาพใบหน้า การแยกคุณลักษณะของใบหน้า จีโอเมทรีเคิล ประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับสี

Abstract

Identification and authentication by face recognition mainly use global face features. However, the recognition performance is not good. This research aims to develop a method to increase the efficiency of recognition using global-face feature and local-face feature with 4 parts: the left-eye, right-eye, nose and mouth. This method is based on geometrical techniques used to find location of eyes, nose and mouth from the frontal face image. We used 110 face images for learning and testing. The histogram processed face recognition technique is used. The results show that the recognition percentage is 89.09%.

Keyword: Identification and Authentication, Face Recognition, Facial Feature Extraction, Geometrical-base face model, Histogram processed.

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีระบบรักษาความปลอดภัยสำหรับสถานที่ต่างๆ ซึ่งต้องใช้ระบบที่สามารถพิสูจน์ทราบและระบุยืนยันตัวตนได้ ระบบรู้จำภาพใบหน้า (Face Recognition) เป็นอีกระบบหนึ่งที่สามารถพิสูจน์ทราบและระบุยืนยันตัวตนได้ และได้รับความนิยมในการนำมาประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยตามสถานที่ต่างๆ เช่น ด่านตรวจคนเข้าเมือง สนามบิน ธนาคาร เป็นต้น ซึ่งเมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ไม่ปกติ ก็จะนำภาพหลักฐานที่ได้จากการบันทึกเหตุการณ์ เช่น กล้องวิดีโอวงจรปิด (CCTV) หรือภาพนิ่ง (Still Image) มาประมวลผลในระบบรู้จำภาพใบหน้าเพื่อให้ได้ภาพที่จะใช้เป็นหลักฐานใกล้เคียงมากที่สุด งานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและพัฒนาการแยกคุณลักษณะของภาพใบหน้า (Face Feature Extraction) ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของระบบรู้จำภาพใบหน้า ซึ่งงานวิจัยทั่วไปที่ผ่านมาส่วนใหญ่ใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าอย่างเดียว (Global Face Feature) แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพในการรู้จำยังไม่ดีเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการรู้จำโดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้า (Local Face Feature) เพิ่มอีก 4 ส่วน คือ ตาซ้าย ตาขวา จมูก และปาก เป็นทั้งหมด 5 ส่วน เพื่อใช้ในการรู้จำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบรู้จำภาพใบหน้าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับสีโดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าและเปรียบเทียบกับแบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าเพียงอย่างเดียว

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบรู้จำภาพใบหน้าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับสีโดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้า มีขอบเขตดังนี้

1.3.1 ภาพที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพนิ่ง โทนสีเทา (Gray level)

1.3.2 ภาพที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพที่ได้มีการกำหนดตำแหน่ง (Coordinate) ของตาทั้งสองข้างไว้ก่อนแล้ว (Manual)

1.3.3 ภาพที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพหน้าตรง มีหนวด/ไม่มีหนวด สวมแว่นตา/ไม่สวมแว่นตา และมีการแสดงออกทางอารมณ์ (Expression) บนใบหน้า เช่น ยิ้ม หัวเราะ พูด เป็นต้น

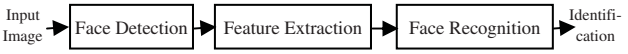
1.3.4 ภาพที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพที่มีสภาพแวดล้อมของแสงสว่างไม่เท่ากัน

1.3.5 ภาพที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพเดี่ยวของชายหรือหญิง

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบรู้จำภาพใบหน้า

ระบบรู้จำภาพใบหน้า มีองค์ประกอบหลักของการทำงานอยู่ 3 ส่วน [1], [2] คือ ส่วนแรกการค้นหาตำแหน่งของภาพใบหน้า (Face Detection) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการค้นหาตำแหน่งของใบหน้าทั้งหมดในภาพ ส่วนที่สอง การแยกคุณลักษณะส่วนต่างๆ ของภาพใบหน้า (Feature Extraction) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการแยกคุณลักษณะต่างๆ บนภาพใบหน้าแล้วเก็บไว้ในฐานข้อมูลหรือเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณลักษณะส่วนต่างๆ ของภาพใบหน้าในกรณีที่เป็นขั้นตอนของการค้นคืน และส่วนที่สาม คือการรู้จำภาพใบหน้า (Face Recognition) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่นำข้อมูลคุณลักษณะส่วนต่างๆ ของภาพใบหน้าที่ได้จากส่วนที่สอง มาทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณลักษณะส่วนต่างๆ ของภาพใบหน้าในฐานข้อมูล แล้วแสดงผลภาพใบหน้าที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงองค์ประกอบหลักของการทำงานระบบรู้จำภาพใบหน้า

2.2 การแยกคุณลักษณะส่วนต่างๆ ของภาพใบหน้า

การแยกคุณลักษณะส่วนต่างๆ ของภาพใบหน้าเป็นส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งที่จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการรู้จำให้มากขึ้นได้ ยิ่งถ้ามีการจำแนกความแตกต่างของคุณลักษณะต่างๆ ของภาพใบหน้าได้มากเท่าไหร่ ก็ยิ่งมีโอกาสที่จะทำให้การรู้จำมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การแยกคุณลักษณะต่างๆ ของภาพใบหน้ามี 4 วิธี [3] ดังต่อไปนี้

2.2.1 วิธีการเชิงเรขาคณิต (Geometry-based methods) การแยกคุณลักษณะต่างๆ ของภาพใบหน้าวิธีนี้ใช้หลักการของเรขาคณิต เช่น ความสัมพันธ์ของตำแหน่งและขนาดขององค์ประกอบบนใบหน้า เป็นต้น วิธีนี้ได้นำเสนอโดย [4] ข้อดีคือ ขนาดฐานข้อมูลน้อย และสามารถใช้กับภาพที่มีคุณภาพต่ำได้ ส่วนข้อเสียคือต้องใช้คุณลักษณะต่างๆ หลายอย่างเพื่อใช้ในการประมวลผล ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้วิธีนี้เนื่องจากภาพที่นำมาใช้ในการทดลองมีคุณภาพต่ำและวิธีนี้ยังเหมาะกับภาพที่ได้จากกล้องวีดิโอต่างๆ มาประมวลผลด้วย เช่น กล้องวีดิโอวงจรปิด ซึ่งเมื่อจับภาพ (Capture) เป็นภาพนิ่งแล้วจะมีคุณภาพต่ำกว่าภาพนิ่งทั่วไป

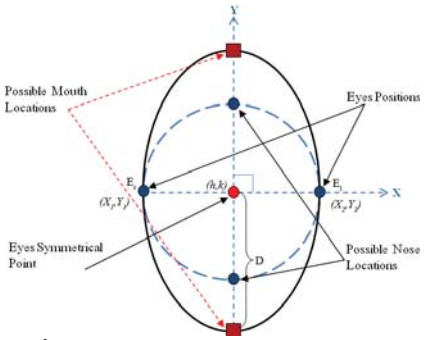
2.2.2 วิธีการเปรียบเทียบภาพต้นแบบ (Template-based methods) เป็นวิธีที่ใช้หลักการเปรียบเทียบกับภาพต้นแบบ เช่น ภาพตา ปาก จมูกเป็นต้น เพื่อเลือกภาพที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับภาพต้นแบบมากที่สุด วิธีนี้ได้นำเสนอโดย [5] ข้อดีคือเป็นวิธีที่ง่ายและประสิทธิภาพของการรู้จำสูง ส่วนข้อเสียคือ มีการประมวลที่ซับซ้อน ใช้เวลาในการประมวลผลนานและที่สำคัญภาพที่นำมารู้จำต้องมีขนาดเดียวกัน

2.2.3 วิธีการแบ่งตัดภาพสี (Color Segmentation Techniques) ใช้หลักการของการแยกสีผิวออกจากภาพพื้นหลังหรือส่วนที่เป็นเสื้อผ้า วิธีนี้ได้นำเสนอโดย [6] ข้อดีคือเป็นวิธีการที่ง่ายและใช้ฐานข้อมูลน้อย ข้อเสียคือถ้ามีหลายโทนสีในภาพเดียวกันและไม่ต่อเนื่องกันจะไม่สามารถแยกสีผิวได้

2.2.4 วิธีการลักษณะที่ปรากฏ (Appearance-based approaches) ใช้หลักการของลักษณะความแตกต่างขององค์ประกอบบนใบหน้า เช่น ตา ปาก จมูก เป็นต้น วิธีนี้ได้นำเสนอโดย [7] ข้อดีคือใช้คุณลักษณะต่างๆ ของใบหน้าน้อย แต่ประสิทธิภาพการรู้จำใกล้เคียงกับวิธีการเปรียบเทียบภาพต้นแบบ ข้อเสียคือต้องการภาพที่มีคุณภาพสูงจึงทำให้ฐานข้อมูลใหญ่ตามไปด้วย

2.3 แบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต (Geometric Face Model)

แบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต [8] เป็นอีกวิธีหนึ่งที่นักวิจัยหลายคนนำมาประยุกต์ใช้ในการช่วยหาตำแหน่งต่างๆ บนภาพใบหน้าซึ่งประกอบด้วยวงกลมและวงรี ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต

จุดตัดของวงกลมและวงรีจะเป็นสัดส่วนในการหาตำแหน่งของตา จมูก และปาก ดังนี้

- ระยะห่างระหว่างจุดตัดบนแกน X ของวงกลมและวงรีทั้งสองจุด (E_r และ E_l) หาได้จากสมการ

$$\overline{E_rE_l} = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} \quad (1)$$

- จุดกึ่งกลางระห่างจุดตัดบนแกน X ของวงกลมและวงรี (h,k) หาได้จากสมการ

$$(h,k) = \left(\frac{(X_2 - X_1)}{2}\right), \left(\frac{(Y_2 - Y_1)}{2}\right) \quad (2)$$

- จุดตัดบนแกน X ของกลมและวงรี คือ ตำแหน่งของตาซ้ายและตาขวา

- จุดตัดบนแกน Y ของวงรีที่ตั้งฉากกับแกน X ด้วยระยะห่างเท่ากับ D คือ ตำแหน่งของปาก ซึ่งมีโอกาสเป็นได้ทั้งจุดบนและจุดล่าง

- จุดตัดบนแกน Y ของวงกลม ด้วยระยะห่าง 0.6D คือ ตำแหน่งของจมูก ซึ่งมีโอกาสเป็นได้ทั้งจุดบนและจุดล่าง

งานวิจัยนี้ได้นำแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต มาประยุกต์ใช้หาตำแหน่งของจมูก และปากบนภาพใบหน้า ส่วนตำแหน่งของตาทั้งสองข้างได้ทำการกำหนดมาก่อนแล้ว

2.4 ประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับสี (Histogram processed)

การประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับสี [9], [10] เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในระบบรู้จำภาพใบหน้า เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายไม่ซับซ้อนแต่ให้ผลการรู้จำได้ดี อาศัยหลักการทำงานของการหาค่าความถี่ของแต่ละระดับสีของแต่ละภาพ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ภาพที่เป็นโทนสีเทา จึงมีระดับสีเทาเป็น 256 ระดับ จากนั้นคำนวณหาค่าเฉลี่ยของความถี่ 9 ความถี่ที่ต่อเนื่องกัน ทั้งหมด 29 ช่วง คือ 1-9, 10-18, …, 248-256 แล้วหาค่าเฉลี่ยของแต่ละช่วง เก็บลงในฐานข้อมูลไว้สำหรับเรียนรู้

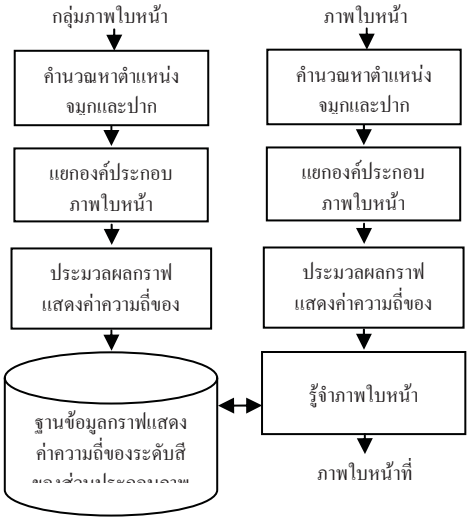
ส่วนขั้นตอนของการทดสอบก็จะทำการหาค่าความถี่ของแต่ละระดับสีของภาพใบหน้าทดสอบ จากนั้นคำนวณหาค่าเฉลี่ยของความถี่ 9 ความถี่ที่ต่อเนื่องกัน ทั้งหมด 29 ช่วง แล้วหาค่าเฉลี่ยของแต่ละช่วง เก็บเป็นข้อมูลภาพใบหน้าทดสอบเพื่อ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลภาพใบหน้ากลุ่มเรียนรู้

ในการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างข้อมูลภาพใบหน้าทดสอบกับข้อมูลภาพใบหน้ากลุ่มเรียนรู้นั้น จะหาข้อมูลภาพใบหน้าจากกลุ่มเรียนรู้ที่มีค่าความต่างน้อยที่สุดมาแสดงผลการรู้จำ

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 เตรียมข้อมูลภาพใบหน้า

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลภาพใบหน้าจากฐานข้อมูลใบหน้า BioID (BioID Face Database) จำนวน 110 ภาพ ของคน 22 คน คนละ 5 ภาพ มีทั้งชายและหญิง บางภาพมีหนวด บางภาพมีการแสดงอารมณ์ทางใบหน้า เช่น ยิ้ม หัวเราะ และพูด เป็นต้น เป็นภาพโทนสีเทาขนาด 384 x 286 พิกเซล และเป็นภาพที่มีการกำหนดพิกัดตำแหน่งของตาทั้งสองข้างมาให้แล้ว ซึ่งภาพทั้งหมดจะแบ่งเป็นภาพใบหน้าทดสอบ 1 ภาพและที่เหลือ 109 ภาพใช้สำหรับการเรียนรู้ มีขั้นตอนการวิจัย ดังภาพที่ 3

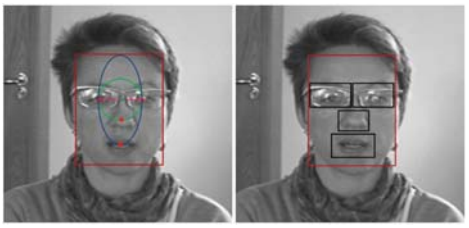


ภาพที่ 3 ขั้นตอนการทำงานระบบรู้จำภาพใบหน้าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับสี

3.2 คำนวณหาตำแหน่งพิกัดต่างๆ บนภาพใบหน้า

นำแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิตมาประยุกต์ใช้เพื่อคำนวณหาตำแหน่งของจมูกและปาก โดยสร้างความสัมพันธ์กับค่าที่ได้จากตำแหน่งพิกัดของตาทั้งสองข้างตามขั้นตอน ดังนี้

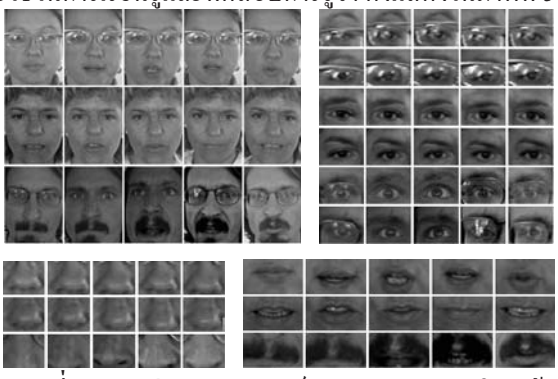
- หาจุดกึ่งกลางระหว่างตำแหน่งตาทั้งสองข้าง
- สร้างวงกลมโดยมีรัศมีเป็นครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างตาทั้งสองข้าง จะได้จุดตัดบนแกน Y ของวงกลม กำหนดให้เป็นตำแหน่งของจมูกซึ่งมีโอกาสเป็นได้ทั้งจุดบนและจุดล่าง แต่ในการทดลองนี้ใช้เป็นภาพแบบหน้าตรงจึงใช้จุดด้านล่างเพียงจุดเดียวมาพิจารณา
- สร้างวงรีโดยให้แกนเอกมีความยาวเท่ากับระยะห่างระหว่างตาทั้งสองข้างและแกนโทมีความยาวเป็นครึ่งหนึ่งของระยะห่างของตาทั้งสองข้างหารด้วย 0.6 จะได้จุดตัดบนแกน Y ของวงรี กำหนดให้เป็นตำแหน่งของปาก ซึ่งมีโอกาสเป็นได้ทั้งจุดบนและจุดล่างเช่นเดียวกับจมูก
- ใช้ตำแหน่งพิกัดต่างๆ ที่คำนวณได้เป็นจุดศูนย์กลางในการแยกส่วนประกอบของภาพใบหน้า ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ตำแหน่งพิกัดต่างๆ ที่ได้จากการคำนวณ

3.3 แยกองค์ประกอบภาพใบหน้า (Feature Extraction)

งานวิจัยนี้ได้ทำการแยกคุณลักษณะองค์ประกอบของภาพใบหน้าออกเป็น 5 ส่วน คือ ใบหน้า ตาซ้าย ตาขวา จมูก และปาก เก็บเป็นกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับสีลงในฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการเรียนรู้และทดสอบการรู้จำ ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ตัวอย่างการแยกองค์ประกอบของภาพใบหน้า

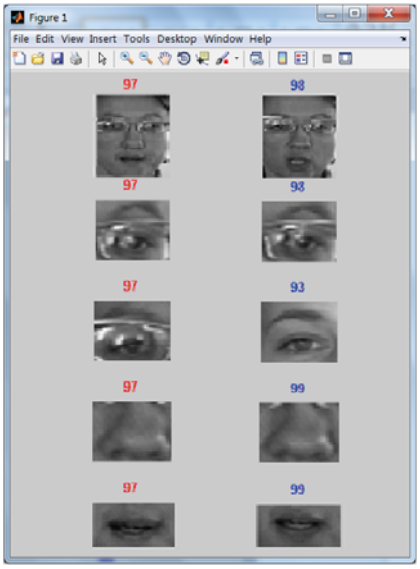
3.4 การทดสอบการรู้จำภาพใบหน้า

ทดสอบการรู้จำภาพใบหน้าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับสี โดยการเลือกภาพที่ต้องการทดสอบทีละ 1 ภาพ ส่วนภาพใบหน้าที่เหลือเป็นภาพใบหน้าสำหรับกลุ่มเรียนรู้ ในงานวิจัยนี้แยกการทดสอบออกเป็น 2 แบบ คือ ทดสอบแบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าเพียงอย่าง

เดียวและทดสอบแบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน ทั้งสองแบบทำการประมวลผลเปรียบเทียบใบหน้าทดสอบกับกลุ่มภาพใบหน้าเรียนรู้ในฐานข้อมูล จะได้ผลลัพธ์ภาพใบหน้าที่มีความใกล้เคียงกันมากที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 6 และภาพที่ 7 ตามลำดับ



ภาพที่ 6 ผลการทดสอบการรู้จำภาพใบหน้าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับสี โดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าเพียงอย่างเดียว



ภาพที่ 7 ผลการทดสอบการรู้จำภาพใบหน้าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับสี โดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน

4. ผลการดำเนินงาน

จากการทดลองเมื่อนำภาพใบหน้ามาทดสอบทีละภาพ จากจำนวนทั้งหมด 110 ภาพ ผลการทดลองการรู้จำภาพใบหน้าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับสี โดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าเพียงอย่างเดียว มีความถูกต้อง 84.55 % ส่วนผลการทดลองการรู้จำภาพใบหน้าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับสี โดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน มีความถูกต้อง 89.09 %

5. บทสรุป

จากการทดลองการรู้จำภาพใบหน้าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับสีโดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าเพียงอย่างเดียว (Global Face Feature) เปรียบเทียบกับการรู้จำภาพใบหน้าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับสีโดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน (Local Face Feature) พบว่าการรู้จำภาพใบหน้าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับสีโดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการรู้จำมากขึ้น 4.54%

6. เอกสารอ้างอิง

[1] S.-S. Liu, *et al.*, "New research advances of facial expression recognition " *Machine Learning and Cybernetics, 2009 International Conference on,* vol. 2, pp. 1150 - 1155.

[2] W. Zhao, et al., "Face recognition: A literature survey," *ACM Comput. Surv.*, vol. 35, pp. 399-458, 2003.

[3] E. Bagherian and R. W. O. K. Rahmat, "Facial feature extraction for face recognition: a review," in *Information Technology, 2008. ITSim 2008. International Symposium on* vol. 2, ed, 2008, pp. 1-9.

[4] T. Kanade, "Computer Recognition of Human faces," *Basel and Stuttgart: Birkhauser*, 1997.

[5] A. Yuille, D. Cohen, and P. Hallinan, "Facial feature extraction from faces using deformable templates," *Proc. IEEE Computer Soc. Conf. On Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 104-109, 1989.

[6] T.C. Chang, T.S. Huang, and C. Novak, "Facial feature extraction from colour images", *Proceedings of the 12th IAPR International Conference on Pattern Recognition*, vol. 2, pp. 39-43, Oct 1994.

[7] Y. Tian, T. Kanade, and J.F. Cohn, "Evaluation of Gabor-wavelet-based facial action unit recognition in image sequences of increasing complexity", Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 218 –223, May 2002.

[8] A. Cheddad, et al., "Exploiting Voronoi diagram properties in face segmentation and feature extraction," Pattern Recognition, vol. 41, pp. 3842-3859, 2008.

[9] Swain, M.J., Ballard and D.H., "Indexing Via Color Histograms",Proceedings, Third International Conference on Computer Vision (ICCV), Dec 4-7, 1990. pp. 390 – 393

[10] Fazl-e-Basit, Javed M.Y. and Qayyum U., "Face Recognition using Processed Histogram and Phase-Only Correlation (POC)", Emerging Technologies, 2007. International Conference on ICET 2007. , Nov. 12-13, 2007. pp. 238-242

การศึกษาวิธีการสืบค้นข้อมูลของเด็ก
A Study of Children's Searching Behavior

สุภาวดี กระแสร์สินธุ์[1], ณัฐธนนท์ หงส์วริทธิ์ธร[2]

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
99 ถนนพหลโยธิน อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12121
Supawadee.Krasaesin@gmail.com[1], nth@cs.tu.ac.th[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการสืบค้นข้อมูล ปริมาณความถูกต้องและเวลาที่ใช้ของวิธีการสืบค้นข้อมูลของเด็กนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 20 คน ของโรงเรียนวัดหนองพันเทา ผลการศึกษาพบว่าปริมาณวิธีการสืบค้นข้อมูลของเด็กนักเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 วิธีที่เด็กใช้ส่วนใหญ่คือ คำค้นอัตโนมัติ (Auto complete) คิดเป็น 65.60% วิธีการที่เด็กนักเรียนใช้ไม่มีผลต่อความถูกต้อง แต่วิธีการสืบค้นข้อมูลมีผลต่อเวลาที่ใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: เด็ก โปรแกรมค้นหา วิธีการสืบค้นข้อมูลเชิงตรรกะ

Abstract

The aims of this research was to investigate how the primary school students searched information on the Internet, including time used for searching and the number of correct answers. The research was studied with 20 students at Watnongphuntown School. The results showed that the students had employed methods for searching information significantly differently at 0.05. The methods used most was the auto completion, accounted for 65.60%. The methods which the students used did not affect the number of correct answers; however, those did affect time used for searching significantly.

Keyword: Children; Search Engine; Boolean Search

1. บทนำ

การสืบค้นข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตที่มีอยู่ในปัจจุบันมีจำนวนผู้ใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โปรแกรมค้นหาข้อมูล (Search Engine) ในปัจจุบันใช้การสืบค้นข้อมูลแบบตรรกะ (Boolean Logic) จึงเป็นเรื่องยากและซับซ้อนสำหรับเด็กที่จะสร้างข้อคำถาม (Query) ในการสืบค้นข้อมูล[1] เนื่องจากการสร้างข้อคำถามในการสืบค้นข้อมูลเชิงตรรกะจะมีการใช้ตัวตรรกะ AND, OR และ NOT ในการเชื่อมระหว่างคำค้น และในบางโปรแกรมค้นหาข้อมูลมีการนำเครื่องหมายสัญลักษณ์อื่นมาใช้ร่วมด้วยเช่น +, - , "-", !, N/A ผู้ใช้จึงจำเป็นต้องเข้าใจวิธีการ

สร้างข้อคำถามในการสืบค้นข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ในปัจจุบันเด็กมีการใช้อินเทอร์เน็ตเพิ่มขึ้น การเรียนรู้และการใช้ข้อมูลข่าวสารมากมายบนอินเทอร์เน็ตเป็นสิ่งที่มีประโยชน์ต่อเด็กนักเรียนอย่างมาก การค้นหาข้อมูลข่าวสารบนอินเทอร์เน็ตเป็นเรื่องจำเป็นและหลีกเลี่ยงได้ยากอีกต่อไป ดังนั้น การเรียนรู้เพื่อค้นหาข้อมูลที่ตรงกับความต้องการได้มากยิ่งขึ้นย่อมเป็นเรื่องจำเป็นเช่นเดียวกัน จะเห็นได้ว่าสถาบันการศึกษามากมายได้มีการบรรจุวิชาหรือชั่วโมงที่จะสอนให้นักเรียนเรียนรู้การใช้และค้นหาข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต แต่ข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตนั้นมีมากมายมหาศาล ข้อคำถามที่จะต้องใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการนั้นอาจต้องอยู่ในรูปแบบที่ต้องมีความซับซ้อน ดังจะเห็นได้จากโปรแกรมค้นหาจะระบุไว้ในการค้นหาแบบซับซ้อน (Advance Search) ซึ่งเป็นการสร้างข้อคำถามในเชิงตรรกะ ดังนั้นการสร้างความเข้าใจในการสืบค้นข้อมูลเชิงตรรกะให้กับเด็กนักเรียนจึงเป็นเรื่องที่ควรได้รับการศึกษาและสนับสนุน เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้เทคโนโลยีของเด็กนักเรียนได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลที่ต้องการส่งเสริมเรื่องนี้อย่างเป็นรูปธรรม

การออกแบบอินเตอร์เฟสเพื่อให้สืบค้นและสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายขึ้นสำหรับเด็ก ได้รับการวิจัยและพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง[2, 3, 4, 5, 6, 7] งานวิจัยที่ศึกษาวิธีการสืบค้นและออกแบบเครื่องมือช่วยการเรียนรู้การสืบค้นข้อมูลเชิงตรรกะ ยังไม่ได้รับการศึกษามากนักโดยเฉพาะสำหรับเด็ก ผลของงานวิจัยทางด้านนี้สามารถนำไปใช้ช่วยในการออกแบบอินเตอร์เฟสสำหรับการสืบค้นข้อมูลให้กับเด็ก ใช้ค้นหาข้อมูลได้ง่ายและถูกต้องมากขึ้น

จากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีข่าวสารที่เผยแพร่บนอินเทอร์เน็ต การพัฒนาความรู้ความสามารถของเด็กนักเรียนตามนโยบายของรัฐบาลและเพื่อให้ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสสำหรับการค้นหาข้อมูลสำหรับเด็กนักเรียน ใช้งานได้ง่ายเหมาะกับกลุ่มเป้าหมายที่เป็นเด็กแล้ว งานวิจัยเพื่อศึกษาพฤติกรรมหรือวิธีการสืบค้นข้อมูลของเด็กประกอบกับการสร้างโปรแกรมเพื่อให้เด็กเรียนรู้การตั้งข้อคำถามแบบตรรกะเพื่อสืบค้นข้อมูลได้ชำนาญมากขึ้น จึงเป็นเรื่องน่าสนใจและเป็นวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยจะดำเนินการศึกษาวิจัยต่อไป

รายละเอียดของงานวิจัยในส่วนถัดไป จะกล่าวถึงวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสืบค้นข้อมูล ส่วนที่ 3 ระบุระเบียบวิธีวิจัย ส่วนที่ 4 เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง ส่วนที่ 5 จะกล่าวถึง สรุป และส่วนสุดท้ายเป็นอภิปรายและงานวิจัยในอนาคต

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่ทำการออกแบบหน้าจออินเตอร์เฟสที่ใช้ในการค้นหาและเข้าถึงข้อมูล สำหรับเด็กอายุระหว่าง 6-11 ปี ซึ่งใช้วิธีการสืบค้นข้อมูลเชิงตรรกะ (Boolean Search) โดยทำการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ ความยากและความพึงพอใจในอินเตอร์เฟส ผลการทดลองพบว่าอายุของเด็กมีผลต่อเวลาที่ใช้ เด็กมีความพึงพอใจในหน้าจออินเตอร์เฟสที่ใช้งานง่าย [5, 6] สำหรับงานวิจัยที่ทำการออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการค้นหาและเข้าถึงข้อมูลสำหรับเด็กอายุ 3-13 ปี ซึ่งออกแบบส่วนในของการให้คำแนะนำ ผลพบว่าอายุมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการให้คำแนะนำ โดยเด็กเล็กใช้เวลาในการแนะนำมากกว่าเด็กโต [1] ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้พัฒนาขึ้นจากการที่เด็กใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตเพิ่มขึ้น เบราเซอร์ในปัจจุบันออกแบบเพื่อสนับสนุนการสืบค้นสำหรับผู้ใช้โดยทั่วไป มิได้ออกแบบมาเฉพาะเพื่อเด็ก

งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาพฤติกรรมการพิมพ์คำค้นของเด็กอายุ 7 ปี 9 ปีและ 11ปี กรณีเมื่ออยู่ที่บ้าน ชี้ให้เห็นว่าเด็กมีลักษณะในการพิมพ์คำค้นที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์และบุคคลรอบข้าง โดยเด็กใช้เวลาในการมองแป้นพิมพ์และสะกดคำค้นนาน จากผลดังกล่าวทำให้เว็บไซต์กูเกิล (Google) พัฒนาประสิทธิภาพหน้าจอในการพิมพ์คำค้นโดยเพิ่มเทคนิคคำค้นอัตโนมัติ (Auto complete) เพื่อแก้ปัญหาการสะกดคำและลดพฤติกรรมการมองหน้าจอของเด็ก [2, 4]

งานวิจัยทางด้านการศึกษาวิธีการค้นหาและประเมินข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ของเด็ก ชั้นมัธยมศึกษาอายุระหว่าง 15-17 ปี สำหรับใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของเด็ก ทำการทดลองโดยให้เด็กสืบค้นหนังสือ (Textbook) และหาคำตอบที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ผ่านทางเว็บไซต์กูเกิล ผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับวิธีการสืบค้นหนังสือ ชี้ให้เห็นว่าการสอนให้เด็กทำการสืบค้นข้อมูลหนังสือผ่านเว็บไซต์ ทำให้เด็กมีทักษะการสืบค้นและมีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น [8]

จะเห็นได้ว่างานวิจัยที่ผ่านมาทำการศึกษาวิธีการสืบค้นข้อมูลของเด็กนักเรียนในต่างประเทศซึ่งผลอาจมีความแตกต่างกับผลการสืบค้นข้อมูลของเด็กนักเรียนไทย จึงจำเป็นต้องศึกษาพฤติกรรมการสืบค้นข้อมูลของเด็กนักเรียนไทยเพื่อช่วยในเรื่องการส่งเสริมการเรียนรู้ การใช้โปรแกรมค้นหาข้อมูลและออกแบบพัฒนาโปรแกรมค้นหาข้อมูลสำหรับเด็ก ดังนั้นงานวิจัยนี้สนใจที่จะศึกษาพฤติกรรมหรือวิธีการสืบค้นข้อมูลของเด็ก สำหรับนำมาประกอบกับการสร้างโปรแกรมเพื่อให้เด็กเรียนรู้การตั้งข้อคำถามแบบตรรกะเพื่อสืบค้นข้อมูลได้ชำนาญมากขึ้น มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาวิธีการสืบค้นข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตของเด็กระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อศึกษาความถูกต้องและเวลาที่ใช้ในวิธีการสืบค้นข้อมูลของเด็ก

3. ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยที่จะศึกษาวิธีการสืบค้นข้อมูลของเด็ก ในการสืบค้นข้อมูลโดยทั่วไปเป็นทักษะที่เด็กและผู้ใหญ่ควรจะเรียนรู้ เพื่อที่จะสามารถใช้วิธีการสืบค้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ สืบค้นข้อมูลได้ตรงกับความต้องการ การสืบค้นมีลำดับขั้นตอนหลายขั้น เริ่มต้นผู้ใช้สามารถตอบได้ว่าต้องการค้นหาอะไร เอกสารอะไร จากนั้นค้นหาคำหลักที่จะใช้ในการค้นและสามารถนำคำหลักมาประกอบเป็นข้อคำถาม จากนั้นนำข้อคำถามที่ได้ไปใช้ค้นหาโปรแกรมค้นหาข้อมูล เมื่อโปรแกรมค้นหาให้ผลลัพธ์แล้วผู้ใช้จำเป็นต้องตัดเลือกเอกสารที่ต้องการ เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้มีปริมาณเอกสารมาก จากขั้นตอนการสืบค้นทักษะที่จำเป็นจะทำให้ได้ข้อมูลเอกสารตรงตามต้องการนั้นคือ ทักษะการค้นหา ทักษะการใช้คำค้น ทักษะการตั้งข้อคำถามและทักษะการเลือกหรือคัดกรองผลลัพธ์

ดังนั้น เพื่อที่จะช่วยทักษะของเด็กให้สามารถพัฒนาให้เด็กใช้คำค้นได้ถูกต้องมากขึ้น เราจึงควรที่จะสอนทักษะการตั้งข้อคำถาม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงจำเป็นต้องสอนทักษะการตั้งข้อคำถามของเด็กในการสืบค้นข้อมูล

3.1 สมมติฐาน

งานวิจัยนี้มุ่งเสริมสร้างทักษะในการตั้งข้อคำถาม ในการสืบค้นข้อมูลของเด็ก ซึ่งการจะสร้างทักษะให้เด็กนั้น ผู้วิจัยต้องทราบว่าวิธีการสืบค้นข้อมูลที่เด็กใช้มีอะไรบ้าง งานวิจัยนี้จึงเริ่มต้นศึกษาวิธีการสืบค้นข้อมูลของเด็กโดยมีสมมติฐานดังนี้

สมมติฐานที่ 1 (H1): ปริมาณการใช้วิธีการสืบค้นข้อมูลของเด็กนักเรียนมีความแตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 2 (H2): วิธีการสืบค้นข้อมูลต่างกันมีผลต่อความถูกต้องและเวลาที่ใช้ของวิธีการสืบค้นข้อมูล

3.2 ขั้นตอนการทดลอง

รูปแบบที่ใช้ในการทดลองจัดทำขึ้นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการทดลอง โดยทำการศึกษาปริมาณการใช้วิธีการสืบค้นข้อมูลของเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยวัดปริมาณความถูกต้องและเวลาที่ใช้ของวิธีการสืบค้นข้อมูล ซึ่งทำการทดลองจำนวน 2 ครั้ง โดยใช้เด็กนักเรียนครั้งละ 10 คน เด็กนักเรียนได้รับคำถามสำหรับในการทดลองคนละ 1 ชุด คำถามมีจำนวน 10 ข้อแต่ละข้อตอบ 2 คำตอบ ก่อนเริ่มต้นการทดลอง 3 นาที ให้เด็กนักเรียนอ่านทำความเข้าใจคำถาม หลังจากนั้นเริ่มทำการทดลองโดยการกดปุ่ม Start เพื่อบันทึกการสืบค้นข้อมูลเป็นไฟล์วีดีโอด้วยโปรแกรม Snaglt ใช้ Internet Explorer ในการสืบค้นข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์กูเกิล (Google) เด็กนักเรียนทำการค้นหาข้อมูลเพื่อตอบคำถามลงใบงานที่ได้ โดยไม่ได้จำกัดเวลาในการทดลอง ส่วนของการวิเคราะห์ผลการทดลองทำโดยการจดบันทึกความถี่ของปริมาณการใช้วิธีการสืบค้นข้อมูล ปริมาณความถูกต้องของการตอบคำถาม และจดบันทึกเวลาที่ใช้ของวิธีการสืบค้นข้อมูล จากไฟล์วีดีโอที่ทำการบันทึกระหว่างการทดลอง จากนั้นนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) โดยทำการเปรียบเทียบปริมาณวิธีการสืบค้นที่เด็กนักเรียนใช้ เปรียบเทียบความถูกต้องในแต่ละวิธีการสืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในแต่ละวิธีการสืบค้นข้อมูล

4. ผลการทดลอง

4.1 ผู้เข้าร่วมการทดลอง

งานวิจัยนี้มีผู้เข้าร่วมการทดลองที่เป็นเด็กนักเรียนจำนวน 20 คน เป็นชาย 10 คนและหญิง 10 คน อายุระหว่าง 9-12 ปี ศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 กรณีศึกษาโรงเรียนวัดหนองพันเทา ผู้เข้าร่วมการทดลองมีประสบการณ์ในการใช้คอมพิวเตอร์อย่างน้อย 1 ปี เคยใช้คอมพิวเตอร์และค้นหาข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์กูเกิล (Google)

4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณการใช้ความถูกต้องและเวลาที่ใช้ที่ผู้เข้าร่วมทดลองมีการกระทำต่อ

วิธีการสืบค้นข้อมูล โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) โดยแบ่งการวิเคราะห์ผลออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

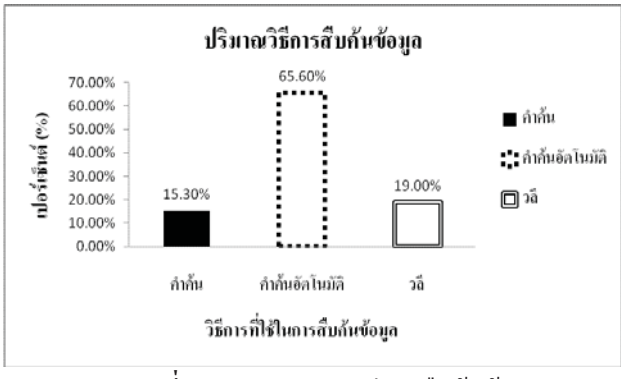
4.2.1 ปริมาณวิธีการสืบค้นข้อมูล

จากการวัดปริมาณการใช้วิธีการสืบค้นข้อมูล งานวิจัยนี้พบว่าเด็กนักเรียนแต่ละคนใช้วิธีการสืบค้นข้อมูลที่หลากหลาย โดยวิธีการสืบค้นข้อมูลที่เด็กนักเรียนใช้ในการตั้งข้อคำถามเป็นส่วนใหญ่คือ ใช้คำค้นอัตโนมัติ (Auto complete) มากเป็นอันดับหนึ่ง จากวิธีการที่เด็กใช้ในการสืบค้นข้อมูล แสดงในภาพที่ 1 และจากข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าปริมาณการเลือกใช้วิธีการสืบค้นข้อมูลของเด็กนักเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.001;<0.05)

ตารางที่ 1 ค่าสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณวิธีการสืบค้นข้อมูลของเด็กนักเรียน

ความแปรปรวน	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม (Between Groups)	610.028	3	203.343	5.351	.001
ภายในกลุ่ม (Within Groups)	7447.972	196	38.000		
รวม	8058.000	199			

* ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพที่ 1 แสดงปริมาณวิธีการสืบค้นข้อมูล

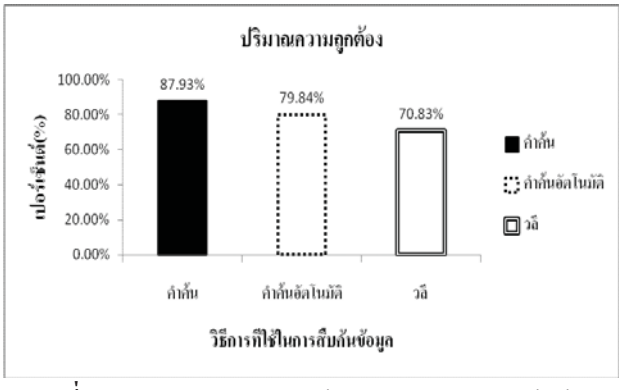
4.2.2 ปริมาณความถูกต้องของคำตอบ

จากการวัดปริมาณความถูกต้องของคำตอบ งานวิจัยนี้พบว่าวิธีการสืบค้นข้อมูลส่งผลให้ความถูกต้องมากที่สุดคือ การใช้คำค้น (Keyword) คิดเป็น 87.93% ดังแสดงในภาพที่ 2 และจากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าวิธีการสืบค้นข้อมูลที่เด็กนักเรียนใช้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.059 ;> 0.05)

ตารางที่ 2 ค่าสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความถูกต้องในการตอบคำถามของแต่ละวิธีการสืบค้นข้อมูล

ความแปรปรวน	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม (Between Groups)	1.910	2	.955	2.870	.059
ภายในกลุ่ม (Within Groups)	61.899	186	.333		
รวม	63.810	188			

* ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณความถูกต้องในแต่ละวิธีการสืบค้นข้อมูล

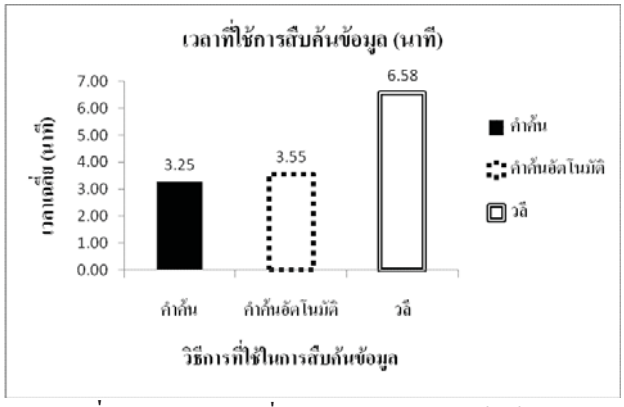
4.2.3 วัดเวลาที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูล

จากการวัดเวลาเฉลี่ยที่ใช้ งานวิจัยนี้พบว่าวิธีการสืบค้นข้อมูลแบบวลี (Phrase) ใช้เวลาเฉลี่ยสูงสุดเมื่อเทียบในแต่ละวิธีสืบค้นข้อมูล ใช้เวลาเฉลี่ย 6.58 นาทีในการการตั้งข้อคำถามและค้นหาคำตอบ แสดงในภาพที่ 3 และจากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าเวลาที่ใช้ในวิธีการสืบค้นข้อมูลที่เด็กนักเรียนใช้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.000;< 0.05)

ตารางที่ 3 ค่าสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนเวลาที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูลของวิธีการสืบค้นข้อมูล

ความแปรปรวน	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม (Between Groups)	1005874.328	2	502937.164	16.741	.000
ภายในกลุ่ม (Within Groups)	5587887.111	186	30042.404		
รวม	6593761.439	188			

* ที่ระดับนัยสำคัญ .05



ภาพที่ 3 แสดงเวลาเฉลี่ยในแต่ละวิธีการสืบค้นข้อมูล

5. บทสรุปและงานในอนาคต

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาวิธีการสืบค้นข้อมูล ความถูกต้องและเวลาที่ใช้ของวิธีการสืบค้นข้อมูลของเด็กนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย งานวิจัยนี้พบว่าปริมาณการใช้วิธีการสืบค้นข้อมูลของเด็กนักเรียนมีความแตกต่างกัน (P=0.001; >0.05) โดยวิธีการสืบค้นข้อมูลที่เด็กใช้ส่วนใหญ่คือ คำค้นอัตโนมัติ และวิธีการสืบค้นที่แตกต่างกันมีผลต่อเวลาที่ใช้ของวิธีการสืบค้นข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่วิธีการสืบค้นข้อมูลไม่มีผลต่อความถูกต้องของคำตอบ จากการสัมภาษณ์เด็กนักเรียนผู้วิจัยพบว่าเด็กไม่รู้จักการสืบค้นแบบตรรกะและยังไม่มีความรู้ว่าตรรกะคืออะไร และเมื่อสอบถามเกี่ยวกับความสนใจในการสืบค้นเชิงตรรกะพบว่าเด็กอยากรู้ว่าอะไรคือตรรกะและมีวิธีการใช้อย่างไร

จากการทดลองผู้วิจัยพบว่าเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนวัดหนองพันเทามีปัญหาในการตั้งข้อคำถามและคัดกรองคำตอบในการสืบค้นข้อมูล นั่นคือเมื่อเด็กนักเรียนได้รับคำถามสำหรับการสืบค้นข้อมูล เด็กส่วนมากไม่รู้ว่าจะต้องเริ่มต้นอย่างไร ผู้วิจัยจำเป็นต้องอธิบายเบื้องต้นถึงวิธีการสืบค้นข้อมูลพร้อมกับตีความคำถามเพื่อให้เด็กรู้ว่าคำถามต้องการอะไรและควรใช้คำค้นอะไรที่ควรนำมาใช้ตั้งเป็นข้อคำถาม นอกจากนั้นเมื่อเด็กได้รับผลลัพธ์จากการสืบค้นแล้ว เด็กยังไม่ทราบว่าควรจะเลือกเว็บใดมาใช้ในการตอบคำถาม เพราะผลลัพธ์มีปริมาณมาก เว็บไซต์ส่วนใหญ่มีเนื้อหาเป็นข้อความที่มีตัวอักษรขนาดเล็กทำให้การหาข้อมูลเพื่อตอบคำถามเป็นไปได้ยากและใช้เวลามาก บางเว็บไซต์มีภาพมากจนทำให้เด็กเกิดความรู้สึกเบี่ยงเบนความสนใจไปจากการหาคำตอบ

จากปัญหาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเด็กขาดทักษะในการตั้งข้อคำถามจากการค้นหาข้อมูลที่ต้องการ จึงควรมีการพัฒนาเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ช่วยเพิ่มทักษะในการตั้งข้อคำถามในการสืบค้นข้อมูลโดยเฉพาะการสืบค้นข้อมูลแบบตรรกะที่มีความซับซ้อนและเข้าใจยากเพื่อให้เด็กตั้งข้อคำถามที่นำใช้ค้นข้อมูลเอกสารได้ตรงตามความต้องการได้มากยิ่งขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Borgman, C., Hirsh, S., Walter, A., & Gallagher, A. “Children's searching behavior on browsing and keyword online catalogs: The Science Library Catalog Project”. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. Vol.46, No.9, pp.663-684, 1995.

[2] Druin,A., Foss,L., Hatley., L., Golub,. E., Guha, M. & Fails,J. “How Children Search the Internet with Keyword Interfaces”. *IDC 2009*, June 3–5, 2009, Como, Italy, p.89-96.

[3] Bilal, D. “Children's use of the Yahooligans! web search engine. III. Cognitive and physical behaviors on fully self-generated search tasks”. *Journal of the American Society for Information Science and Technology.* Vol.53, No.13, pp.1170-1183,2002.

[4] Druin, A., Foss, E., Hutchinson, H., Golub, E. & Hatley , L. “Children's Roles using Keyword Search Interfaces at Home”. *http://hcil.cs.umd.edu/trs/2009-33/2009-33.pdf,* p.1-10, 2009.

[5] Druin, A., Weeks, A., Massey, S., Bederson, B. Hutchinson, H., Bederson, B. & Druin, A. “Children's Interface Design for Searching and Browsing”. *Ph.D .Dissertation from the Department of Computer Science*. http://hcil.cs.umd.edu/trs/2005-32/2005-32 .pdf , p.1-223, 2005.

[6]Hutchinson, H., Druin, A., & Bederson, B. “Supporting elementary-age children's searching and browsing : Design and evaluation using the International Children's Digital Library”. *Journal of the American Society for Information Science and Technology.* Vol.58, No.11, pp.1618-1630, 2007.

[7] Taslim, J, Ailah, W., Adnan, W., & Bakar, N. “Investigating Children Preferences of a User Interface Design”. *J.A. Jacko (Ed.): Human-Computer Interaction, Part I, HCII 2009, LNCS 5610*, pp.510–513, 2009.

[8] Julien, H. & Barker, S. “How high-school students find and evaluate scientific information: A basis for information literacy skills development”. *Library & Information Science Research 31*, p.12–17, 2000.

ระบบตรวจสอบเว็บที่ไม่พึงประสงค์
Enforcing Involuntary Web Censorship

ธวัชชัย เอี่ยมไพโรจน์[1] ศรายุทธ ฉายสุริยะ[1] เสรี ชิโนดม[1] สุรวุฒิ ปัดไธสง[2]

คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา[1]
พัฒนศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ[2]
Emails: iempairote@buu.ac.th, yutbuu@gmail.com, seree@buu.ac.th, surawut@swu.ac.th

บทคัดย่อ

เว็บที่ไม่เป็นที่พึงประสงค์ในปัจจุบันมีการเผยแพร่แบบพลวัตยากต่อการบริหารจัดการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการแยกแยะเนื้อหาเว็บภาษาไทย และความจำเป็นในการใช้อินเทอร์เน็ตฟิลเตอร์เกตเวย์ราคาแพงเพื่อปิดกั้นรายการเว็บที่ไม่พึงประสงค์ การที่ไม่สามารถควบคุมเว็บเหล่านี้ก่อให้เกิดผลร้ายทางสังคม งานวิจัยที่นำเสนอนี้จะสร้างระบบเพื่อค้นหาเว็บที่ไม่พึงประสงค์ด้วยหลักวิเคราะห์ข้อความภาษาไทย-อังกฤษ โดยใช้พยางค์ การเทียบเสียง การใช้คำเหมือนและการจดจำ ผ่านทางเสริชเอ็นจินไทยเอ็นจิน สร้างระบบในการค้นหาเว็บไม่พึงประสงค์จากเนื้อหาในเว็บเป้าหมายแล้วสร้างรายการปิดกั้นเว็บที่ไม่พึงประสงค์ที่สามารถใช้งานได้กับอินเทอร์เน็ตฟิลเตอร์เกตเวย์ธรรมดาที่มีใช้งานกันอยู่ทั่วไป กระบวนการทำงานของระบบมีการเลือกหน้าเว็บที่มีเนื้อหาตามกำหนด ทำการค้นหาหน้าเว็บแบบอัตโนมัติ นำมาสร้างเอกลักษณ์เชิงเนื้อหาและเอกลักษณ์ของของเว็บไซต์ ใช้ไทยเอ็นจินสร้างรายการเว็บที่ไม่พึงประสงค์ในระดับเว็บเพจที่นำไปใช้ปิดกั้นได้ทันที

คำสำคัญ: เว็บที่ไม่พึงประสงค์ รายการปิดกั้น การวิเคราะห์ข้อความ เสริชเอ็นจิน ไทยเอ็นจิน

Abstract

The Internet has a lot of controversial content today. Many government and/or ISP policies dictate that people should not have unrestricted access to everything on the Internet. Because of the dynamic distribution of unwanted web pages, finding an efficient, accurate way to block them is difficult. Failure to block some pages may make many social problems worse. This paper describes research that implements such a content filtering system using syllable Thai-Latin text analysis, voice synonyms, synonyms and recognition via ThaiEngine. The system processes include selecting web pages with a web crawler, discovering the identity and locations of page content. The system can provide a blacklist of URLs according to an assigned policy and is easily used to implement simple Internet filter gateways.

Keyword: unwanted web pages, blacklist of URLs, Blocked list, Search Engine, ThaiEngine

1. บทนำ

การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของจำนวนเว็บเพจที่ไม่พึงประสงค์ได้ก่อให้เกิดปัญหาต่อสังคมไทยทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคมการเมืองและความมั่นคงอย่างรอบด้าน โดยมีวิวัฒนาการของการเผยแพร่เนื้อหาที่ไม่พึงประสงค์ในลักษณะแบบพลวัตมีการเปลี่ยนแปลงแหล่งเผยแพร่อยู่เสมอ ไม่สามารถใช้นโยบายห้ามคนในองค์กร/สถาบันเข้าถึงหรือปิดกั้นไม่ให้เข้าถึงแหล่งเผยแพร่เว็บเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้กระทั่งในบางองค์กรจะใช้ไฟร์วอล (Firewall) หรืออินเทอร์เน็ตฟิลเตอร์เกตเวย์ (Internet filter gateway) ที่มีราคาแพงและคุณภาพสูงใช้รายการปิดกั้น (Blocked list) ที่มีมาจากผู้ให้บริการต่างประเทศก็ยังไม่สามารถใช้แยกแยะเว็บที่มีเนื้อหาภาษาไทยได้ ยิ่งไปกว่านั้นบ่อยครั้งพบว่าลักษณะการใช้ภาษาของผู้ผลิตเนื้อหาที่ไม่พึงประสงค์จะมีพฤติกรรมเพื่อหลีกเลี่ยงการตรวจจับด้วยการใช้ภาษาที่ผิดไปจากไวยากรณ์ปกติ ทำให้ยากต่อการตรวจจับด้วยระบบอัตโนมัติด้วยปริมาณเว็บไซต์เหล่านี้มีมากเกินไป การใช้วิธีตั้งศูนย์บริการรับแจ้งแหล่งเผยแพร่เว็บไม่พึงประสงค์ไม่ประสบความสำเร็จในภาคปฏิบัติโดยข้อมูลที่ได้รับแจ้งมักเป็นเพียงเว็บที่ไม่พึงประสงค์ของผู้แจ้งที่แจ้งมาเพื่อแก้ปัญหาของผู้แจ้งมากกว่าเพื่อประโยชน์ในการแก้ปัญหาของสังคม กล่าวคือการกำหนดสาระที่ไม่พึงประสงค์จำเป็นที่จะต้องได้รับการจัดการอย่างเหมาะสมและเป็นกิจกรรมในระดับนโยบาย อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ “เว็บไม่พึงประสงค์” หมายถึงเว็บที่มีเนื้อหาที่น่าจะเป็นภัยสังคม เช่นเนื้อหาเรื่องเพศลามกอนาจาร สนับสนุนการฆ่าตัวตาย หรือเว็บที่มีลักษณะเป็นแหล่งชุมชนเสมือนจริงของบุคคลที่น่าจะเป็นภัยต่อสังคม มีลักษณะที่ผิดศีลธรรม หรือเว็บที่มีเนื้อหาผิดกฎหมาย เช่น มีเนื้อหาหมิ่นพระบรมเดชานุภาพ เป็นต้น การแยกแยะเว็บเพจที่ไม่พึงประสงค์เหล่านี้ออกมาและสร้างเป็นรายการปิดกั้น ในลักษณะที่สามารถใช้ได้กับอินเทอร์เน็ตฟิลเตอร์ธรรมดาขององค์กรขนาดเล็ก โดยมีการปรับปรุงรายการปิดกั้นให้ทันสมัยอยู่เสมอ จะช่วยแก้ปัญหาเว็บเพจที่ไม่พึงประสงค์เหล่านี้ได้

รายงานการวิจัยฉบับนี้นำเสนอระบบค้นหาเว็บที่ไม่พึงประสงค์ด้วยหลักวิเคราะห์ข้อความภาษาไทย-อังกฤษโดยใช้พยางค์ การเทียบเสียง การใช้คำเหมือนและการจดจำ โดยใช้ไทยเอ็นจิน (ThaiEngine) ซึ่งเป็นระบบเสริชเอ็นจิน (Search Engine) ที่สามารถทำดัชนีได้ทั้งแบบพยางค์ แบบใช้คำเหมือนและแบบใช้เสียง [1] เพื่อทำการแยกกลุ่มข้อมูลที่มีความเหมือนกัน (Clustering) ออกมาจากแหล่งข้อมูลจำนวนมาก ตัวอย่างเช่นทำการแยกเว็บเพจที่มีเนื้อหาเกี่ยวพันกับเรื่องลามกอนาจารออกมาจากหน้าเว็บทั้งหมด การจัดเรียงเนื้อหาในบทความนี้ถัดจากบทนำตรงส่วนนี้ ในส่วนถัดไปจะกล่าวถึงหลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อความที่มีทั้งอักขระไทยและอักขระละติน ในส่วนที่สามจะกล่าวถึงวิธีการในการแยกแยะเว็บที่ไม่พึงประสงค์

2. หลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อความ

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงหลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อความภาษาไทยที่ใช้บนเว็บเพจ ซึ่งมีคุณลักษณะเฉพาะที่ใช้อักขระไทยเป็นหลักในขณะที่มีอักขระละตินปนอยู่จำนวนมากบ้างน้อยบ้าง ทั้งนี้เนื่องจากอักขระที่ใช้กันทั่วไปในระบบคอมพิวเตอร์มีพื้นฐานมาจากรหัส สมอ. [2] ที่เอื้ออำนวยต่อการเขียนข้อความภาษาไทยปนภาษาอังกฤษควบคู่กัน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีระบบที่สามารถจัดเก็บข้อความที่สามารถรองรับได้ทั้งอักขระไทยและอักขระละติน โดยจะเริ่มจากวิธีการแบ่งข้อความ (Segmentation) ตามด้วยวิธีการที่ทำให้ได้มาซึ่งคำเหมือน (Synonym) วิธีการเทียบเสียงหรือพ้องเสียง (Homonym) และวิธีการสร้างการรู้จัก (Recognition) ให้ระบบสามารถมีสัมผัส (Sense) ได้บ้าง

2.1 การแบ่งข้อความ (Segmentation)

ในการวิเคราะห์ข้อความภาษาไทย-อังกฤษจะต้องทำการแบ่งข้อความให้เป็นหน่วยย่อยที่สุดก่อน ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้ “พยางค์” เป็นหน่วยย่อยที่สุด ใช้หลักการการตัดพยางค์ที่เคยนำเสนอในบทพิสูจน์โอเพนซอร์สเพื่อการตัดพยางค์ภาษาไทย [3] กล่าวคือใช้ “รูป” ในการแบ่งข้อความโดยผลลัพธ์ต้องไม่ทำให้รูปและเสียงเปลี่ยน ในกรณีของรูปแบบกำกวมก็สามารถใช้ความจำช่วยให้คอมพิวเตอร์สามารถตัดสินใจได้ดีขึ้น ผู้วิจัยพบว่าเมื่อเพิ่มรายการคำกำกวมในภาษาไทยเหล่านี้เข้าไปเพียงสองสามหมื่นคำก็จะทำให้ระดับของความถูกต้องเพิ่มขึ้นจนสามารถนำไปใช้ในงานประยุกต์ได้โดยไม่มีความจำเป็นใน

การเพิ่มกลไกเพิ่มความฉลาดอื่นใดอีก สำหรับข้อมูลภาษาอังกฤษสามารถนำข้อมูลจากพจนานุกรมภาษาอังกฤษและพจนานุกรมภาษาอังกฤษอิเล็กทรอนิกส์มาสร้างฐานข้อมูลการตัดพยางค์ภาษาอังกฤษได้ ผลที่ได้จะตัดปัญหาเรื่องการใช้เครื่องหมายวรรคตอนออกไป ขั้นต่อจากนี้สามารถให้ความสำคัญเฉพาะเนื้อหาได้มากยิ่งขึ้น

2.2 คำเหมือน (Synonym)

หลังจากที่ทำการแบ่งข้อความแล้ว จะทำให้ระบบได้รู้จักกับ “คำเหมือน” ได้โดยใช้ข้อมูลคำเหมือนจากพจนานุกรมทั่วไปเก็บไว้ในหน่วยความจำเป็นคู่ๆ เช่น “บ้าน” = “house” หรือ “พจ-นา-นุ-กรม” = “dic-tiona-ry” และทำการเพิ่มคำเหมือนเฉพาะเข้าไปด้วย เช่น “สน.” = “ส-ถา-นี-ตำ-รวจ” หรือ “รร” = “โรง-แรม” เป็นต้น นอกจากนั้นยังมีการจัดการกับศัพท์วัยรุ่นด้วยระบบคำเหมือน เช่น “หย่อย” = “อร่อย” หรือ “อยู่” = “อยู่” เป็นต้น ปริมาณหน่วยความจำในการใช้ระบบคำเหมือนอยู่ในระดับที่ยอมรับได้โดยข้อมูลประมาณสองสามแสนคำจากพจนานุกรมทั้งไทยอังกฤษ จะใช้หน่วยความจำในระดับสิบถึงยี่สิบเมกกะไบต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเทคนิคการออกแบบโครงสร้างข้อมูล

2.3 คำพ้องเสียง (Homonym)

ผลจากการที่แบ่งคำถึงระดับพยางค์ ทำให้ความยาวของหน่วยผลลัพธ์สั้นมาก ทำให้สามารถสร้างระบบวิเคราะห์เสียงอ่านได้ง่าย โดยมีหลักการของการวิเคราะห์เสียงอ่านโดยใช้การออกเสียงหนึ่งพยางค์ไทยเป็นผลลัพธ์จากการวิเคราะห์เสียง เสียงพยางค์ไทยประกอบด้วยเสียงพยัญชนะต้น+สระ+วรรณยุกต์+ตัวสะกดในแม่ ก กา และใช้ความรู้สึกของคนไทยโดยทั่วไปในการแยกแยะเสียงใกล้เคียง โดยใช้หลักการของการ “สัมผัส” ในฉันทลักษณ์กล่าวคือตัดเสียงวรรณยุกต์และควบกล้ำออกก่อนแล้วค่อยเทียบเสียง ในกรณีรูปแบบที่ออกเสียงได้มากกว่าหนึ่งแบบ จะใช้ทุกรูปแบบที่สามารถออกเสียงได้ ในกรณีรูปแบบที่อาจทำให้คนทั่วไปสับสนในเรื่องเสียง ก็จะใช้ทุกรูปแบบที่คนทั่วไปรู้สึก เช่น “น้ำ” = “น้าม” หรือในบางกรณีผู้ใช้อาจต้องการปรับแต่งระบบการเทียบเสียงด้วยเหตุผลพิเศษก็ได้ เช่นต้องการปรับให้เสียง “อิ” = “อี” เนื่องจากเวลาฟังจากโทรศัพท์แล้วใกล้เคียงกันมาก ทั้งนี้หลักการที่กล่าวมาแล้วข้างต้นถูกใช้กับอักขระละตินด้วย

2.4 การรู้จัก (Recognition)

ในส่วนนี้เป็นการกระทำให้คอมพิวเตอร์สามารถมีระบบสัมผัสได้บ้าง ด้วยการใช้เทคนิคเรื่องความจำ ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จักคำบางประเภท ตัวอย่างเช่นการสร้างฐานข้อมูลคำหยาบคายเข้าไปในระบบการจำของคอมพิวเตอร์ก็จะทำให้ระบบสามารถตรวจสอบความไม่สมเหตุสมผลของข้อมูลบางอย่างได้ เช่นในชื่อ-นามสกุลของคนไทยไม่ควรจะมีคำหยาบหรือคำความหมายไม่ดีปะปนอยู่ เป็นต้น หรือการใส่ตัวอย่างชื่อของคนไทยไว้ไม่เกินสามหมื่นชื่อ ก็จะสามารถทำให้คอมพิวเตอร์เตือนเมื่อพบว่าข้อมูลชื่อที่ไม่ปรากฏอยู่ในหมู่ชื่อ-นามสกุลที่เคยรู้จักนั้น “น่าจะ” ผิด และเตือนให้มีการตรวจสอบซ้ำได้ จะเห็นได้ว่าสามารถใช้ระบบการจำสร้าง “สัมผัส” เสมือนการรู้จักของมนุษย์ได้

หลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อความที่กล่าวถึงในที่นี้ทั้งหมดถูกติดตั้งอยู่ในไทยเอ็นจินแล้ว ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์ใช้งานจากเสริชเอ็นจินนี้เป็นหลัก ในขณะที่ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นจากการประยุกต์ใช้งานจริง ตัวอย่างเช่นกฎของการตัดพยางค์ที่ถูกค้นพบใหม่ จะส่งผลสะท้อนกลับเพื่อพัฒนาไทยเอ็นจินให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

3. วิธีการประยุกต์ใช้

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการประยุกต์ใช้หลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อความมาประยุกต์ใช้ในการเลือกเว็บเพจที่มีเนื้อหาตามข้อกำหนด ตามด้วยวิธีการที่ใช้ในการค้นหาเว็บเพจแบบอัตโนมัติ และกระบวนการในการสร้างเอกลักษณ์ (Identity) ต่างๆ ตามลำดับได้แก่ เอกลักษณ์เชิงเนื้อหา และการสร้างเอกลักษณ์ของเว็บไซต์

3.1 การเลือกหน้าเว็บเพจที่มีเนื้อหาตามข้อกำหนด

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากเว็บเพจใดๆ ว่ามีความสัมพันธ์กับเรื่องที่กำหนดหรือไม่ จะต้องบูรณาการองค์ความรู้เกี่ยวกับหลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อความ เพื่อใช้สร้างชุดคำหลัก (Keywords) จากตัวอย่างเว็บเพจ ตามหัวเรื่องที่กำหนด ทำการกำหนดค่าน้ำหนักแล้วสร้างระบบการให้คะแนนเกี่ยวพัน

(Relevance ranking) ตัวอย่างเช่นนับจำนวนพยางค์ที่เหมือนพยางค์ในชุดคำหลักแล้วนำไปบวกในคะแนนความเกี่ยวพัน นับจำนวนคู่ของพยางค์ในชุดของคำหลัก แล้วคูณด้วยค่าแฟกเตอร์ระดับความเกี่ยวพัน เอ นับจำนวนรูปที่มีลักษณะ “ความหมายเหมือน” กับชุดของคำหลักแล้วคูณด้วยค่าแฟกเตอร์ระดับความเกี่ยวพัน บี นับจำนวนรูปที่มีลักษณะ “เสียงพ้อง” กับชุดของคำหลักแล้วคูณด้วยค่าแฟกเตอร์ระดับความเกี่ยวพัน ซี กรณีพบรูปแบบหมายเลขโทรศัพท์หรืออีเมลให้เพิ่มคะแนนขึ้นอีก ดี คะแนน หรือกรณีอื่นๆ ที่เห็นว่าสามารถใช้กำหนดคุณลักษณะเฉพาะได้ รวมคะแนนทั้งหมดตั้งเกณฑ์การตัดสินใจตามระดับความเกี่ยวพัน

3.2 การค้นหาเว็บเพจแบบอัตโนมัติ

ในการค้นหาหน้าเว็บสามารถใช้โปรแกรมค้นหาเว็บแบบอัตโนมัติ (Web crawler) ทำงานร่วมกับความสามารถในการเลือกหน้าเว็บเพจตามข้อกำหนด ท่องเข้าสู่อินเทอร์เน็ตเพื่อตรวจสอบเว็บที่มีเนื้อหาจำเพาะตามข้อกำหนด เช่นเว็บที่มีเนื้อหาเกี่ยวพันกับการค้าบริการทางเพศ เว็บที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการส่งเสริมการฆ่าตัวตาย หรือแม้กระทั่งเว็บที่ผิดกฎหมายอย่างเช่นมีเนื้อหาที่เกี่ยวกับการหมิ่นพระบรมเดชานุภาพ เป็นต้น

3.3 การสร้างเอกลักษณ์เชิงเนื้อหา

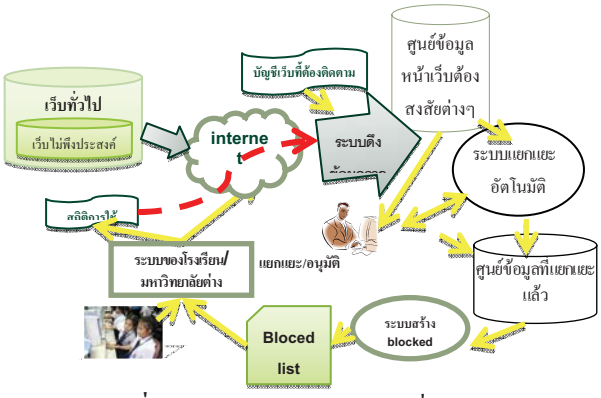
ในกรณีที่ค้นหาได้เว็บเพจมาเป็นจำนวนมาก และมีความต้องการที่จะทราบว่ามีเพจใดบ้างที่มีเนื้อหาซ้ำซ้อนกัน สามารถสร้างเอกลักษณ์เชิงเนื้อหา ด้วยการประยุกต์ใช้การแบ่งข้อความและตัดพยางค์ที่ไม่ทำให้เนื้อหาสาระเปลี่ยนแปลงไปออก เช่น เครื่องหมายวรรคตอนหรือคำที่ทำให้ดูสละสลวยหรือสุภาพขึ้น แล้วนำผลพยางค์ที่เหลือเปลี่ยนเป็นตัวเลขจำนวนหนึ่งที่ใช้แทนเอกลักษณ์เชิงเนื้อหานั้น ซึ่งสามารถใช้ตัวเลขนี้เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบความซ้ำซ้อนของเนื้อหาได้

3.4 การสร้างเอกลักษณ์ของเว็บไซต์

เว็บที่ไม่พึงประสงค์มักจะเคลื่อนย้ายเปลี่ยนแปลงที่อยู่ไอพี (IP address) บ่อยครั้ง การใช้เอกลักษณ์เชิงเนื้อหาเพื่อตรวจสอบเว็บไม่พึงประสงค์ที่แยกแยะไว้แล้ว โดยหากสามารถพบได้ว่าจำนวนของเพจที่มีเอกลักษณ์เชิงเนื้อหาในเว็บไซต์ใหม่จำนวนมาก มีความซ้ำซ้อนกับเว็บไซต์ที่เคยถูกตรวจพบแล้ว ก็จะสามารถตัดสินใจได้ว่าเป็นกรณีการย้ายเว็บไซต์ หรือเป็นเว็บไซต์ในเครือข่ายเดียวกัน

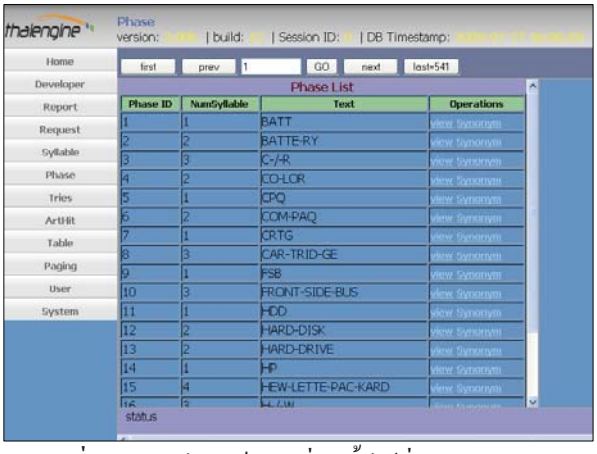
4. การติดตั้งใช้งาน

การทำงานของระบบที่เสนอสามารถแสดงได้ ดัง ภาพที่ 1 ด้วยการแยกเว็บไม่พึงประสงค์ออกจากเว็บทั่วไปเข้าสู่ศูนย์ข้อมูลหน้าเว็บต้องสงสัย ผ่านการเริ่มต้นแยกแยะโดยมนุษย์เพื่อสร้างระบบแยกแยะอัตโนมัติ เก็บข้อมูลที่แยกแยะแล้วไว้ในศูนย์ข้อมูล เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป



ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างระบบที่เสนอ

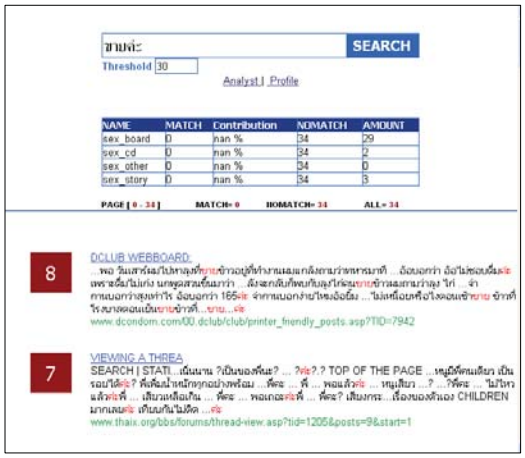
ทฤษฎีหลักการและการประยุกต์ใช้งานที่กล่าวถึงในที่นี้ได้ถูกติดตั้งระบบใช้งานจริงไว้ที่ http://ubuntu.buu.ac.th:5556/ ดูภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ระบบไทยเอ็นจินที่ติดตั้งไว้ที่มหาวิทยาลัยบูรพา

มีการใช้ระบบที่นี่ในการสร้างรายการสำหรับปิดกั้นแหล่งซื้อขายบริการทางเพศ [4] ซึ่งพบว่าสามารถสร้างรายการเว็บเพจแหล่งซื้อขายบริการทางเพศได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ใช้ระบบสามารถเลือกคำหลักใดๆ เพื่อใช้เป็นคำค้น ในการ

หาเว็บเพจ โดยสามารถกำหนดค่าน้ำหนักเริ่มต้น (Threshold) ในการค้นหาได้ ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างผลลัพท์จากการค้นหา อย่างไรก็ตามทีมงานวิจัยจำเป็นต้องมีการป้องกันการเข้าถึงระบบดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อป้องกันการสร้างรายการเว็บเพจและถูกนำไปใช้ในทางที่ผิด



ภาพที่ 3 ผลลัพธ์จากการค้นหาด้วยคำค้น “ขายค่ะ”

5. สรุปผลและงานในอนาคต

งานวิจัยนี้สามารถสร้างระบบอัตโนมัติในการตรวจสอบเว็บที่ไม่พึงประสงค์ โดยใช้หลักการวิเคราะห์ข้อความภาษาไทย-อังกฤษโดยใช้พยางค์ การเทียบเสียง การใช้คำเหมือนและการจดจำ หลักการและทฤษฎีที่ได้นำเสนอในการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเว็บเพจไม่พึงประสงค์หรือเว็บที่มีเนื้อหาที่เป็นภัยกับสังคมได้ทุกประเภท ด้วยการประยุกต์ใช้หลักการที่นำเสนอกับเสริช เอ็นจินไทยเอ็นจิน อย่างไรก็ตามในเบื้องต้นนี้ได้มีการประยุกต์ใช้งานในการสร้างรายการปิดกั้นแหล่งซื้อขายบริการทางเพศที่องค์กรหรือหน่วยงานสามารถนำไปใช้งานกับอินเทอร์เน็ตฟิลเตอร์ต่อไป ซึ่งในโอกาสต่อไปจะมีการพัฒนาระบบนี้ให้ตอบสนองต่อการจัดการเว็บไม่พึงประสงค์ประเภทอื่น ซึ่งผลลัพธ์ของบางระบบอาจไม่ต้องการรายการปิดกั้น แต่ต้องการกระบวนการในการเฝ้าตรวจสอบ นอกจากนั้นยังมีความจำเป็นในการพัฒนาระบบการปิดกั้นหรือระบบในการตรวจจับให้สามารถใช้ผลลัพธ์จากระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทีมงานวิจัยตระหนักอยู่เสมอว่าการสร้างระบบตรวจสอบเว็บที่ไม่พึงประสงค์เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาระบบปิดกั้นนั้นเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาในเชิงคุณธรรมและจริยธรรม ด้วยเหตุนี้คณะวิจัยจึงได้ขยายขอบเขตของกิจกรรมวิจัยในอนาคตเข้าสู่กรอบของการศึกษา โดยใช้โมเดลการเรียนรู้คุณธรรมและจริยธรรมด้วยวิถีแบบโอเพนซอร์ส (The Open Source Way) [5] ผนวกเข้ากับความสามารถของระบบตรวจสอบในลักษณะของการตีแผ่ความจริงที่เป็นผลจากงานวิจัยชิ้นนี้ อย่างไรก็ตามดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าอาจมีการนำผลของงานวิจัยนี้ไปใช้ในทางที่ไม่เหมาะสมได้ ทำให้คณะวิจัยต้องศึกษารูปแบบของโมเดลการสอนที่จะนำเสนอใหม่อย่างระมัดระวัง โดยจะต้องตระหนักถึงการนำทฤษฎีทางจิตวิทยาการศึกษา และทฤษฎีทางสังคมวิทยาตลอดจนข้อจำกัดทางกฎหมายที่เกี่ยวข้อง มาเป็นองค์ประกอบสำคัญในการวิจัยในอนาคตด้วย

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ศรายุทธ ฉายสุริยะ, “Technical White paper Thai Engine” , http://www.nysiissolutions.com/

[2] สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, “มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรหัสสำหรับอักขระไทยที่ใช้กับคอมพิวเตอร์”, http://www.nectec.or.th/it-standards/std620/std620.htm

[3] ศรายุทธ ฉายสุริยะ, ธวัชชัย เอี่ยมไพโรจน์, สิริเพ็ญ จึงเจริญรัตน์, “บทพิสูจน์โอเพนซอร์สซอฟต์แวร์เพื่อการตัดพยางค์ในภาษาไทย”, http://thaiit.buu.ac.th/

[4] ศรายุทธ ฉายสุริยะ. เสรี ชิโนดม, ธวัชชัย เอี่ยมไพโรจน์ ,”Generating Prostitutional URL Block Lists”, The 35th Congress on Science and Technology of Thailand (STT 35), October 16 -17, 2009, Chonburi, Thailand.

[5] Tawatchai Iempairote, Surawut Padthaisong. “Using the Open Source Way to Reconcile Morality and Ethics”. In the Proceedings of the National Conference on Waving Morality and Ethics into Higher Education Teaching. Pathumtani, Thailand, April 2010.

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการความรู้ด้วยเว็บบล็อกแบบขุมความรู้ โดยเทคนิคเมทาเดตา สำหรับครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

Development of Information System for Knowledge Management Using Knowledge-Asset Weblog with Metadata Technique for Teachers under Office of the Basic Education Commission.

มณีรัตน์ พงษ์สุวรรณ ปรัชญนันท์ นิลสุข และ ปณิตา วรรณพิรุณ

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการความรู้ด้วยเว็บบล็อกแบบขุมความรู้ โดยใช้เทคนิคเมทาเดตา ช่วยในการจัดหมวดหมู่เอกสาร พรรณนาเอกสารความรู้โดยการนำความรู้จากเว็บบล็อกมาจัดรูปแบบเอกสารใหม่ จัดทำภาพลายน้ำลงในเอกสารใหม่ และแปลงโครงสร้างเอกสารเป็นรูปแบบไฟล์ PDF โดยระบบแบ่งหมวดหมู่ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้งหมด 8 กลุ่มสาระฯ 67 มาตรฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านประสิทธิภาพและเทคนิคเมทาเดตาที่ช่วยในการจัดหมวดหมู่เอกสารของระบบโดยรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก และความคิดเห็นมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและเหมาะสมที่จะนำไปใช้สำหรับครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำสำคัญ: การจัดการความรู้ เว็บบล็อก ขุมความรู้ เมทาเดตา

Abstract

Develop an information system for knowledge management using knowledge-asset weblog with metadata technique was helpful in categorizing documents, describing documents of knowledge by adopting knowledge from weblog for reformatting documents, creating watermarks in new documents, and converting documents into PDF file format. The system categorized documents according to learning contents into 8 groups of learning contents and 67 standards, according to the Core Curriculum of Basic Education of B.E. 2551 (2008). The overall result of assessment by professionals with expertise in adopting metadata technique for document categorization was at a high level Overall satisfaction of the samples toward the information system was at a high level and their opinions leaned toward the same direction These results imply that the developed information system is efficient and suitable for being used with teachers under the Office of the Basic Education Commission.

Keyword: Knowledge Management, Weblog, Knowledge-Asset, Metadata

1. บทนำ

เนื่องจากทุกปีจะมีครูเกษียณอายุราชการ ลาออก หรือย้าย สับเปลี่ยนแน่นอน ส่งผลให้ความรู้ที่อยู่ในตัวครู ได้แก่ ประสบการณ์การทำงาน ไม่ว่าจะเป็นความรู้ในสาขาวิชาที่ถนัดแล้ว เทคนิคการสอนหรือการถ่ายทอดวิชาความรู้ของครูแต่ละท่าน จะหายไปด้วย ถึงแม้ว่าจะมีครูใหม่มาทดแทนแต่ปริมาณความรู้ในลักษณะประสบการณ์จะได้ไม่เท่ากับที่เสียไป และความรู้ที่อยู่ในตัวคนนับว่าเป็นทรัพย์สินที่ไม่มีตัวตน ไม่สามารถจับต้องได้ และความรู้ที่อยู่ในตัวบุคลากรถือเป็นความรู้ขององค์กร ซึ่งจะเกิดประโยชน์ก็ต่อเมื่อองค์กรสามารถเข้าถึงความรู้ตัวบุคคล และสามารถนำไปใช้ได้อย่างสะดวก

ดังนั้นการจัดการความรู้ถือวิธีการหนึ่งที่สามารถรักษาความรู้ดังกล่าวให้อยู่กับองค์กรได้ ในการจัดการความรู้ต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนด้วยกัน คือ คน เทคโนโลยี และกระบวนการ ในงานวิจัยได้พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการความรู้ ในรูปแบบเว็บบล็อกแบบขุมความรู้ และได้นำเทคนิคเมทาเดตามาช่วยในการจัดหมวดหมู่เอกสารความรู้ในระบบเพื่อให้สามารถจัดเก็บ เข้าถึง ค้นหา และแลกเปลี่ยนความรู้ของครูได้ง่าย

เว็บบล็อกถือเป็นเครื่องมือที่สนองความต้องการของการจัดการความรู้ได้อย่างง่าย ครอบคลุมตามกระบวนการจัดการความรู้ และเมื่อครูแต่ละท่านนำความรู้เข้าสู่ระบบอย่างสม่ำเสมอแล้ว ก็จะเกิดเป็นขุมความรู้ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งขุมความรู้ ในที่นี้คือมาตรฐานในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระ โดยระบบได้นำเมทาเดตาช่วยในการจัดกลุ่มและค้นหาข้อมูลทั้งสิ้น 5 ตัว คือ ชื่อเรื่อง ชื่อผู้แต่ง วันเดือนปี คำสำคัญ และเนื้อเรื่อง จากทั้งหมด 15 ตัวตามมาตรฐานดับลินคอร์ เลือกใช้เมทาเดตาเพราะว่าสามารถจัดกลุ่มเอกสารได้ง่ายและใช้เพื่อเป็นการอธิบายให้ทราบรายละเอียดของข้อมูลในบล็อก ว่าใครเป็นเจ้าของงานนั้นซึ่งส่วนนี้ระบบได้ทำการแทรกลายน้ำลงในเอกสารความรู้ของแต่ละคน งานนั้นชื่ออะไร มีหัวเรื่อง คำสำคัญอย่างไร เพื่อให้สามารถสืบค้นข้อมูลสาระที่ต้องการได้ง่าย นอกจากนี้ระบบยังได้เปลี่ยนโครงสร้างเอกสารความรู้ที่อยู่ในบล็อกให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ PDF อำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้สามารถนำความรู้จากบล็อกไปใช้ได้สะดวก

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการความรู้ด้วยเว็บบล็อกแบบขุมความรู้ โดยเทคนิคเมทาเดตาสำหรับครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการความรู้ด้วยเว็บบล็อกแบบขุมความรู้โดยเทคนิคเมทาเดตาสำหรับครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2.3 เพื่อศึกษาผลการจัดการความรู้ด้วยเว็บบล็อกแบบขุมความรู้โดยเทคนิคเมทาเดตาสำหรับครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของครูในการใช้ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการความรู้ด้วยเว็บบล็อกแบบขุมความรู้โดยเทคนิคเมทาเดตาสำหรับครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูล (Data)หมายถึง ข้อเท็จจริง สารสนเทศ (Information) หมายถึง ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำมาประมวลผลวิเคราะห์ได้ และความรู้ (Knowledge) ซึ่งมีนิยามที่แตกต่างกันไปดังที่ Von Kroch, Ichiro และ Nonaka [1] อธิบายไว้ว่า ความรู้ของแต่ละคน แต่ละองค์กรนั้นมีความหมายที่แตกต่างกัน Lueg [2] กล่าวว่า ความรู้ไม่ใช่สารสนเทศแต่ความรู้มาจากสารสนเทศ ความรู้เป็นสิ่งสำคัญที่ใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินการและสร้างจุดแข็งให้แก่องค์กร ทั้งที่เกี่ยวและไม่เกี่ยวกับธุรกิจ ดังนั้นการจัดการองค์ความรู้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือความรู้ส่วนบุคคล (Individual knowledge) ความรู้องค์กร (Organizational knowledge) หากพิจารณาจากแหล่งความรู้ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ความรู้ภายในองค์กร (Internal knowledge) ความรู้ภายนอกองค์กร (External knowledge) นอกจากนั้นยังสามารถแบ่งได้เป็น ความรู้ที่สามารถเขียนหรืออธิบายได้ (Explicit knowledge) เช่น

สามารถเขียนหรืออธิบายออกมาเป็นตัวอักษรฟังก์ชัน หรือสมการได้ และความรู้ที่ไม่สามารถเขียนหรืออธิบายได้ (Tacit knowledge) เป็นความรู้ที่ไม่สามารถถ่ายโอนได้ จำเป็นต้องอาศัยการเรียนรู้จากการกระทำฝึกฝน เช่น การสร้างความรู้ที่เป็นทักษะหรือความสามารถส่วนบุคคล [3] การจัดการความรู้ คือ การรวบรวมความรู้ การวิเคราะห์ และสังเคราะห์ความรู้ รวมถึงการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ การจัดการความรู้จึงมีความสัมพันธ์กับข้อมูลดิบ (Data) สารสนเทศ (Information) และปัญญา (Wisdom) ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญ 3 องค์ประกอบ [4] ได้แก่ ด้านคน ถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดเพราะเป็นแหล่งความรู้ และเป็นผู้นำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ด้านเทคโนโลยี เป็นเครื่องมือเพื่อให้คนสามารถค้นหา จัดเก็บแลกเปลี่ยน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้อย่างง่าย รวดเร็วขึ้นและด้านกระบวนการ เป็นการบริหารจัดการเพื่อนำความรู้จากแหล่งความรู้ไปให้ผู้ใช้ เพื่อทำให้เกิดการปรับปรุง และนวัตกรรม ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนนี้ จะต้องเชื่อมโยงและบูรณาการอย่างสมดุล จึงจะทำให้การจัดการความรู้ดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการจัดการความรู้ขององค์กรนั้นประกอบด้วยเทคโนโลยีที่สามารถครอบคลุมกระบวนการต่างๆในการจัดการความรู้ให้ได้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ เช่น มีระบบฐานข้อมูลและระบบการสื่อสารที่ช่วยในการสร้าง ค้นหา แลกเปลี่ยน จัดเก็บความรู้ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการความรู้โดยเฉพาะที่เรียกว่า Know-ware เช่น ระบบ Electronic document management หรือ Enterprise knowledge portal บล็อก (Blog หรือ Weblog) เป็นเครื่องมือในการแลกเปลี่ยนความรู้หรือประสบการณ์ [5] Blog มาจากศัพท์ คำว่า weblog ซึ่งมีสองคำเชื่อมกันคือ web หมายถึง ข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต หรือ เวิลด์ไวด์ เว็บ (WWW) ส่วน log หมายถึง ปูม บันทึก ดังนั้น weblog เป็นการบันทึกบนเวิลด์ไวด์เว็บ แต่ทั้งสองคำบ่งบอกถึงความหมายเดียวกันคือ บล็อก (Blog) ถือเป็นเครื่องมือสำหรับจัดการความรู้ [6] กล่าวคือ เป็นเครื่องมือสร้างความรู้ การเขียน blog สำหรับบันทึกเล่าเรื่องราว ข่าวสาร ความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ ในสิ่งที่ผู้เล่าสนใจ เป็นการถ่ายทอดสิ่งที่ถูกบันทึกไว้ในสมองลงสู่ตัวหนังสือ การเขียนต้อง มีอิสระทางความคิดในรูปแบบที่ เป็นตัวของตัวเอง จะช่วยอำนวยให้การดึงเอาความรู้ฝังลึกถูกแสดงออกมาได้ เป็นเครื่องมือในการเผยแพร่ความรู้ โดยหลักการของ blog คือการเผยแพร่เรื่องราวที่ผู้เขียนเขียนไว้บน blog เพื่อแสดงตัวตนของผู้เขียนออกสู่สาธารณชน ซึ่งนั่นหมายถึง blog ย่อมมีความสามารถในการสนับสนุนการเข้าถึงความรู้ได้ และใช้เป็นเครื่องมือแลกเปลี่ยนความรู้ โดยการเขียน blog จะอนุญาตให้ผู้อ่านสามารถแสดงความคิดเห็นต่อความรู้ที่ผู้เขียนถ่ายทอดลงไปใน blog และผู้เขียนได้เขียนโต้ตอบต่อความคิดเห็นนั้นๆ ในลักษณะของการสนทนาเพื่อหาความแตกฉานในตัวความรู้ ถือได้ว่าเป็นการร่วมกันสกัดความรู้ฝังลึกได้ เป็นเครื่องมือในการค้นหาความรู้ผู้ชำนาญการ และชุมชนปฏิบัติ การเขียนและอ่าน blog เป็นวิธีการค้นหาความรู้ และช่วยให้ค้นพบผู้มีความรู้ความชำนาญในด้านต่างๆ ได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น ไม่ว่าจะโดยการเขียน blog ที่มักอ้างถึง blog อื่นๆ โดยโยงลิงค์ไปหา การอ่านบทความที่มีการแสดงความคิดเห็นโต้ตอบกัน ก็ล้วนเป็นการช่วยให้ค้นพบแหล่งค้นคว้าหาแหล่งความรู้ใหม่ๆ ได้โดยง่าย เป็นเครื่องมือในการรวบรวมและแยกแยะประเภทของความรู้ สกัดแก่นความรู้ และสร้าง ความสัมพันธ์ของความรู้ และวิธีการหนึ่งที่ระบบ blog โดยทั่วไปนำมาใช้ในการรวบรวมและแยกแยะประเภทของบันทึก คือ การให้ผู้เขียนระบุหมวดหมู่หรือคีย์เวิร์ดของบันทึกนั้นๆ ไว้ ซึ่งบันทึกหนึ่งๆ อาจมีความเหมาะสมในการแยกแยะสู่หลายหมวดหมู่ ถือเป็นการสกัดแก่นความรู้จากขุมความรู้โดยตัวผู้เขียนเอง หรืออาจจะดึงเอาคีย์เวิร์ดของชุมชนที่ถูกรวบรวมโดยชุมชนนั้นๆ เป็นเครื่องมือในการสร้างลำดับความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของความรู้โดยผู้นำเอาความรู้นั้นไปใช้ สิ่งที่นักปฏิบัติด้านการจัดการความรู้อยากให้เกิดขึ้นภายหลังจากการที่ได้มีการจัดการความรู้ ก็คือ การที่มีผู้อื่นนำเอาความรู้นั้นๆไปใช้ให้เกิดผล และนำผลมาปรับปรุงความรู้เดิมให้เกิดความรู้ตัวใหม่ หรือ ทำให้ความรู้นั้นๆ มีความถูกต้องมีหลักฐานที่วัดได้ทางวิทยาศาสตร์ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ระบบ blog ประกอบกับเทคโนโลยีในการ พัฒนาเว็บในปัจจุบัน สามารถสร้างระบบ Rating หรือระบบการจัดลำดับความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของความรู้หนึ่งๆ ได้โดยตรงจากผู้อ่าน blog ซึ่งอาจจะเป็นผู้ที่ได้นำเอาความรู้นั้นๆ ไปใช้

เองอีกด้วย หรือการแสดงสถิติต่างๆ ของ blog เช่น บันทึกที่ได้รับการแสดงข้อคิดเห็นมากที่สุดหรือบันทึกที่มีผู้อ่านมากที่สุดก็สามารถเป็นเครื่องมือพิสูจน์ความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของความรู้ได้ในระดับหนึ่งด้วยเช่นกัน ดังนั้นการพัฒนาบล็อกเพื่อการจัดการความรู้จำเป็นต้องอาศัยเทคนิควิธีที่ช่วยในการจัดการข้อมูล บทความ ได้แก่ การจัดหมวดหมู่ การสืบค้นข้อมูล การอำนวยความสะดวกในการนำข้อมูลไปใช้ต่อไป ซึ่งเมทาเดตา (Metadata) เป็นเทคนิควิธีหนึ่งที่สามารถตอบสนองความสามารถดังกล่าวได้ คำว่า “เมทา” (Meta) นั้นเป็นคำศัพท์ทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งหมายความถึง ข้อมูลของข้อมูล มีการใช้ความหมายนี้เป็นครั้งแรกในหนังสือชื่อ NASA’s Directory Interchange Format Manual ซึ่งตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 1988 และมีการใช้กันอย่างหลากหลายตามความแตกต่างของสถานที่นำไปใช้ บางแห่งใช้เมทาเดตาเพื่อหมายถึงสารสนเทศที่เครื่องสามารถเข้าใจได้ ขณะที่บางแห่งใช้ในการอธิบายทรัพยากรสารสนเทศอิเล็กทรอนิกส์ หรือใช้เมทาเดตาในการอธิบายให้ทราบรายละเอียดของข้อมูลในเว็บ เช่นเดียวกับการทำรายการ (Catalog) ของหนังสือ การอธิบายเว็บเพจว่าใครเป็นเจ้าของงานนั้น งานนั้นชื่ออะไร มีหัวเรื่อง คำสำคัญอย่างไร เพื่อให้สามารถสืบค้นข้อมูลสาระที่ต้องการได้โดยสะดวก และมีลักษณะเป็นอะไร ส่วนใหญ่เป็นไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) ที่จะคลิกเข้าสู่เนื้อหาของข้อมูล โดยที่เนื้อหาต่างๆ เหล่านั้นอยู่ในเว็บนั่นเอง เมทาเดตาจึงไม่จำกัดเฉพาะอยู่แต่กับสารสนเทศที่เป็นดิจิทัลเท่านั้น ไม่ว่าจะอยู่ในสื่อรูปแบบใด เมทาเดตาจะต้องมีคุณสมบัติ 2 ประการ คือ ประการที่หนึ่ง เป็นข้อมูลที่มีโครงสร้าง และประการที่สอง เมทาเดตาต้องอธิบายทรัพยากรสารสนเทศนั้นๆ ความจำเป็นที่ต้องมีเมทาเดตา เกิดขึ้นเนื่องจากสารสนเทศที่สร้างขึ้นมีส่วนประกอบ 3 ลักษณะ คือ เนื้อหา (Content) ของงานเกี่ยวกับ ชื่อเรื่อง หัวเรื่อง ต้นฉบับ (แหล่งที่มา) ภาษา เรื่องที่เกี่ยวข้อง และขอบเขต ส่วนที่ 2 คือบริบท (Context) ของสารสนเทศ เกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญาของงาน เช่น ผู้เขียน ผู้สร้างสรรค์ผลงาน สำนักพิมพ์ ผู้มีส่วนร่วมในผลงาน และสิทธิในงานนั้นๆ และสุดท้ายคือโครงสร้าง (Structure) ของข้อมูลเกี่ยวกับ วัน เดือน ปี ที่สร้างผลงาน ประเภทของเนื้อหา รูปแบบของการนำเสนอผลงาน และตัวบ่งชี้หรือตัวระบุถึงทรัพยากร การใช้เมทาเดตา นอกจากเป็นแหล่งเก็บ คำว่า เมทาเดตา ยังเป็นคำที่มีความหมายกว้าง ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ กล่าวคือผู้ที่สร้างสารสนเทศทางอินเทอร์เน็ตอาจใช้เมทาเดตาเพื่อหมายถึงข้อมูลที่ถูกฝังในเอชทีเอ็มแอล โดยมีวัตถุประสงค์ในการสร้างเว็บให้หาง่ายขึ้น การทำภาพดิจิทัล อาจใช้เมทาเดตาใส่ในเขตข้อมูลส่วนบนของแฟ้มข้อมูลดิจิทัล เพื่อบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับภาพ การประมวลผลภาพ และสิทธิในภาพนั้นๆ นักจดหมายเหตุทางสังคมศาสตร์อาจใช้เมทาเดตาอ้างถึงระบบและข้อมูลเอกสารการวิจัยที่จำเป็นในการดำเนินการ การแปลความและการตีความ เทปแม่เหล็กที่ประกอบในข้อมูลดิบของการวิจัย ใช้เพื่ออ้างถึงบริบททั้งหมด กระบวนการ และการใช้สารสนเทศ เพื่ออธิบายขอบเขตของเนื้อหา ความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของระเบียนทางจดหมายเหตุในระบบ Electronic recordkeeping ดังนั้นเมทา เดตาจึงไม่ใช่เพียงการบ่งบอกลักษณะหรืออธิบายลักษณะสารสนเทศ แต่ยังทำหน้าที่เป็นตัวสร้างความสัมพันธ์กับสารสนเทศอื่นๆ อีกด้วย

การทำภาพลายน้ำดิจิตอลเป็นวิธีเสมือนกับวิธีการที่จิตรกรที่มีฝีมือในยุคสมัยก่อนใช้ในการแสดงความเป็นเจ้าของต่อรูปภาพโดยพวกเขาใส่สัญลักษณ์ของตนเองไว้ในตัวรูปภาพ โดยสัญลักษณ์ที่ใส่เข้าไปนั้นอาจจะมีลักษณะที่มองเห็นได้หรือไม่ได้ก็ได้ ดังนั้นแนวคิดของการใส่ทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิตอลจึงเป็นการใส่สัญญาณที่มีลักษณะเฉพาะเข้าไปในตัวข้อมูล ซึ่งสัญญาณดังกล่าวแสดงความเป็นเจ้าของข้อมูลนั้นๆ จากหลักการดังกล่าว อาจแบ่งประเภทของภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิตอลออกเป็น 2 ชนิด คือ ภาพลายน้ำดิจิตอลชนิดที่มองเห็นได้ (Visible Watermark) และภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิตอลที่ไม่สามารถมองเห็นได้ (Invisible Watermark)

PDF เป็นคำย่อมาจาก Portable Document Format ซึ่งรูปแบบของไฟล์เอกสารที่พัฒนาขึ้นโดย Adobe Systems Incorporated เพื่อเป็นเทคโนโลยีสำหรับการผลิตและเผยแพร่เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถเปิดอ่านบนจอภาพและสั่งพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้ [7] เราสามารถใช้ประโยชน์จากไฟล์ PDF จะกลายเป็นรูปแบบเอกสารที่มีบทบาทสำคัญที่จะทำให้ก้าวสู่แนวคิดใน

เรื่องสำนักงานไร้กระดาษ (paperless office) คือ แลกเปลี่ยนข้อมูลกับผู้อื่น โปรแกรมประยุกต์ที่นิยมใช้กันในปัจจุบันส่วนใหญ่จะสามารถอ่านไฟล์ PDF ได้ การค้นหาและได้ข้อมูล การจัดทำดัชนีเพื่อใช้ในการค้นหาจากแหล่งสารสนเทศที่รวบรวมสื่อเล็กทรอนิกส์ที่เป็นไฟล์ PDF สามารถทำได้ง่ายและสะดวก การใช้งานเอกสารแบบที่โต้ตอบได้ PDF รองรับการจัดทำเอกสารในรูปแบบฟอร์มอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสนับสนุนการกรอกข้อมูล และนำข้อมูลไปเก็บลงฐานข้อมูลได้ ด้วยคุณสมบัติเฉพาะของ PDF ได้แก่เป็นรูปแบบไฟล์เอกสารที่สามารถใช้งานได้ในระบบคอมพิวเตอร์มาตรฐานทุก platform ผู้ใช้จะสามารถเปิด PDF ได้ ไม่ว่าจะใช้งานบนระบบ Unix workstation หรือ Mac หรือ PC โดยใช้โปรแกรมที่มีชื่อว่า Adobe Reader เป็นรูปแบบไฟล์เอกสารที่ขนาดเล็ก รองรับเทคโนโลยีบีบอัดไฟล์แบบต่างๆ รวมทั้งมีหลักวิธีในการจัดโครงสร้างของไฟล์ที่ชาญฉลาด เป็นรูปแบบไฟล์ที่สามารถสั่งพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์แบบใดก็ได้ เป็นรูปแบบไฟล์ที่ปลอดภัยจากไวรัสคอมพิวเตอร์ เป็นรูปแบบไฟล์ที่รองรับการกำหนดการป้องกันและคุ้มครองในเรื่องลิขสิทธิ์ของผลงานโดยการสั่งป้องกันการสั่งพิมพ์ หรือบันทึกไฟล์นั้นได้ รองรับการกำหนดความปลอดภัยของเอกสารในโปรแกรมที่ใช้สร้าง PDF จะมีตัวเลือกที่เกี่ยวกับ Security ไว้ให้หลายแบบ เช่น การสั่งล็อคการเปิดดูเอกสาร PDF ไว้ ผู้ที่สามารถเปิดดูได้ต้องระบบรหัสผ่านอย่างถูกต้องเท่านั้น นอกจากนั้นยังสามารถกำหนดการป้องกันการปรับหรือแก้ไขเอกสาร รวมทั้งการป้องกันการสั่งพิมพ์ได้

4. วิธีการดำเนินงาน

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.1.1 ประชากรคือครูสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เขต 1

4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูโรงเรียนศีลาจารพิพัฒน์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ กรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 30 คน ได้จากการสุ่มอย่างง่าย

4.2 แบบแผนการวิจัย ใช้แบบแผนการทดลอง One-Short Case Study

E	-	X	O

เมื่อ E คือ กลุ่มทดลองซึ่งเป็นกลุ่มผู้ใช้ระบบที่พัฒนาขึ้น

X คือ การทดลองระบบ

O คือ การวัดประสิทธิภาพและความพึงพอใจหลังการทดลองระบบ

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ระบบคอมพิวเตอร์ (Hardware) โปรแกรมและภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ เว็บบล็อกแบบขุมความรู้ด้วยเทคนิคเมทาเดตาที่พัฒนาขึ้น และแบบประเมินการวิจัย

4.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการพัฒนาระบบ ได้ดำเนินการสร้างโดยมีขั้นตอนและวิธีการดำเนินการจำแนกออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ การศึกษาและวิเคราะห์ระบบ การออกแบบระบบ การพัฒนาระบบ การทดสอบระบบ ประเมินผลระบบ

4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล จัดเตรียมเอกสารตัวอย่างข้อมูลที่จำเป็นในการนำเข้าสู่ระบบ ติดตั้งระบบที่พัฒนาขึ้นที่เครื่องแม่ข่ายพร้อมทั้งทดสอบกระบวนการทำงานและความถูกต้องของระบบในการประมวลผล และแนะนำขั้นตอนการใช้งานและวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทราบ แล้วกำหนดระยะเวลาในการทดสอบระบบ สุดท้ายนำแบบประเมินที่ได้สร้างไว้ ไปสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการใช้งาน และนำผลจากแบบสอบถามที่ได้ไปคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

5. ผลการดำเนินงาน

5.1 ผลการพัฒนาระบบ ได้แบ่งการทำงานของระบบออกเป็น 3 ระดับตามระดับการเข้าถึงข้อมูลที่แตกต่างกัน ได้แก่ ผู้ใช้ทั่วไป ผู้ใช้ที่เป็นสมาชิก และผู้ดูแลระบบ โดยเว็บบล็อกมีส่วนประกอบสำหรับจัดการความรู้

5.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบ สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพระบบของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคในด้านต่างๆ ได้ค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.12 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.67 แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบในด้านความสามารถในการทำงานของระบบ 5 ด้านอยู่ในระดับมาก

5.3 ผลการประเมินการใช้เทคนิคเมทาเดตาในการจัดหมวดหมู่เอกสาร ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อระบบเกี่ยวกับการใช้เมทาเดตาในการจัดหมวดหมู่เอกสารของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการความรู้ด้วยเว็บบล็อกแบบขุมความรู้ โดยมีผลประเมินอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.02 และ S.D.= 0.60)

5.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของครู สรุปผลความพึงพอใจโดยรวมต่อการใช้เว็บบล็อกแบบขุมความรู้ เพื่อการจัดการความรู้ ด้วยเทคนิคเมทาเดตาช่วยในการจัดหมวดหมู่เอกสารของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งด้านเจตคติและความ พึงพอใจต่อการใช้เว็บบล็อก มีผลประเมินอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.33 และ S.D. = 0.59)

6.1 สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยได้ใช้เทคนิคเมทาเดตาช่วยในการจัดหมวดหมู่เอกสารอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ ซึ่งแบ่งตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระฯ 67 มาตรฐาน อ้างอิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 จำนวนเมทาเดตาที่ใช้ในระบบประกอบด้วย ชื่อเรื่อง ชื่อผู้แต่ง คำสำคัญ วัน/เดือน/ปี ที่เขียน และเนื้อหา แล้วนำความรู้จากเว็บบล็อกไปจัดรูปแบบและเปลี่ยนโครงสร้างเอกสารให้เป็นไฟล์ PDF พร้อมทั้งแทรกภาพหรือข้อความลายน้ำให้กับเอกสารของผู้เขียนเพื่อแสดงความเป็นเจ้าของผลงานนั้นๆ และเป็นการสร้างลิขสิทธิ์อย่างง่ายให้กับผลงานของแต่ละบุคคลที่เขียนในเว็บบล็อก ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดหมวดหมู่เอกสารด้วยเทคนิคเมทาเดตา การจัดรูปแบบเอกสารไฟล์ PDF มีความถูกต้องและเหมาะสมมาก สรุปว่าระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการความด้วยเว็บบล็อกแบบขุมความรู้ด้วยเทคนิคเมทาเดตา สำหรับครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและความพึงพอใจสอดคล้องตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คืออยู่ในระดับมาก และมีความเหมาะสมที่จะนำมาเป็นเครื่องมือในการจัดการความรู้ของครูได้เป็นอย่างดี

7.3 ข้อเสนอแนะ

7.3.1 เว็บบล็อกที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อสนับสนุนการจัดการความรู้ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ส่วนของการจัดการความรู้ในองค์กร ถึงแม้ว่าจะพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพมากเพียงใดก็ตาม ถ้าหากบุคลากรในองค์กรไม่เห็นความสำคัญของการจัดการความรู้ ก็คงจะดำเนินต่อไปไม่ได้ ดังนั้นผู้บริหารควรให้ความสำคัญ สนับสนุนให้บุคลากรในองค์กรมีความกระตือรือร้นที่จะแลกเปลี่ยนความรู้ อาจสร้างแรงจูงใจด้วยการให้รางวัลสำหรับคนที่เอาใจใส่ในเรื่องนี้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้องค์เกิดเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้

7.3.2 เนื่องจากผู้ใช้มีความหลากหลายมากโดยเฉพาะวัย ดังนั้นเพื่อให้ง่ายในการเข้าถึงข้อมูลควรสร้าง user interface ให้ผู้ใช้สามารถบันทึกเสียงเข้าสู่ระบบได้ เป็นการอำนวยความสะดวกให้กับบุคคลซึ่งมีอายุมากไม่สามารถพิมพ์ข้อความได้ หรือนำเทคนิคอื่นๆ มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ เช่น Multimedia Weblog

[1] Nonaka, I. and H. Takeuchi, (1995), The Knowledge Creating Company, Oxford University Press, New York, NY.

[2] Lueg, C. (2001), Information, knowledge, and networked minds, Journal of Knowledge Management, Vol. 5, No. 2, pp.151-160

[3] สมชาย นำประเสริฐชัย. **เทคโนโลยีกับการจัดการความรู้**. [ออนไลน์] ปี 2549. [สืบค้นวันที่ 20 กรกฎาคม 2552]. http://202.28.69.49/Wu/JNID/CardDisplay.aspx?JMarcID=j00054952

[4] จารุวรรณ พลอยดวงรัตน์. **การจัดการความรู้.** กรุงเทพฯ : เอกสารประกอบการอบรมเรื่องการจัดการความรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2552. (อัดสำเนา)

[5] กิตติภัทร์ โฉมฉาย และ กนกวรรณ เขียววัน. **เทคโนโลยีเพื่อการจัดการความรู้.** วารสารบริหารธุรกิจมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร. 46(2548).

[6] วิชิต ชาวะหา. Blog กับการจัดการความรู้. เอกสารการอบรม ศูนย์พัฒนาทรัพยากรการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. [ออนไลน์] ปี มีนาคม 2550 [สืบค้นวันที่ 15 พฤศจิกายน 2551]

[7] ขนิษฐา รุจิโรจน์. **การสร้างเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบ PDF**. [ออนไลน์] ปี 19 กรกฎาคม 2549 [สืบค้นวันที่ 15 พฤศจิกายน 2551] http://kids-d.swu.ac.th/dspace/handle/123456789/1061

P2P-DFS: ระบบแฟ้มข้อมูลแบบกระจายบนเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์
P2P-DFS: Distributed File System on Peer-to-Peer Network

ชูพันธุ์ รัตนโภคา[1] อธิวัตน์ หงษ์ทอง[2] รุ่งโรจน์ เบญจานุกร[3] และ ภูวรุฬห์ พันธ์เครือบุตร[4]

ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
choopanr@kmutnb.ac.th[1], theking_k59[2], tictace[3], puwarun[4] @hotmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีการใช้งานคอมพิวเตอร์กันอย่างแพร่หลายทั้งในองค์กรและสถานศึกษาแต่อย่างไรก็ตามเครื่องคอมพิวเตอร์เหล่านี้ไม่ได้ถูกใช้งานกันอย่างเต็มที่โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อที่ในการเก็บข้อมูล ในทางกลับกันเนื้อที่สำหรับเก็บข้อมูลในเครื่องแม่ข่ายเพื่อทำการสำรองข้อมูลหรือให้บริการเกี่ยวกับแฟ้มข้อมูลนั้นกลับไม่เป็นที่เพียงพอ บทความนี้ต้องการนำเสนอระบบแฟ้มข้อมูลแบบกระจายที่พัฒนาขึ้นโดยภาษาจาวา โดยผู้ใช้สามารถส่งแฟ้มข้อมูลเข้าไปในระบบเพื่อสำรองข้อมูลและดึงแฟ้มข้อมูลออกจากระบบจากที่ใดก็ได้ โดยแฟ้มข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บในระบบจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนเล็กๆและกระจายไปเก็บตามเครื่องต่างๆในระบบพร้อมทั้งมีการทำสำเนาข้อมูลตามความต้องการของผู้ใช้ ระบบแฟ้มข้อมูลแบบกระจายนี้ทำงานบนเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาคอขวดที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องในการรับส่งข้อมูล จากการทดลองระบบแฟ้มข้อมูลแบบกระจายบนเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์พบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถทนทานต่อปัญหาการล้มเหลวของระบบได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: ระบบแฟ้มข้อมูลแบบกระจาย เครือข่ายเพียร์ทูเพียร์ การสำรองข้อมูล

Abstract

Recently, Computers are widely used in organizations and campus. However, computer usage is under-utilized, especially on storage. In the opposite way, the storage in computer server for backing up data or serving files is not enough. This paper presents a simple distributed file system implemented by using Java language. Users can upload or download files anywhere. Uploaded files are divided into small pieces and distributed among machines in network. In addition, the system provides file replication by user demand. The infrastructure of this system uses peer-to-peer network for avoiding the network congestion that can occur on server. From the experiment, we found that our peer-to-peer distributed file system is quite efficient and well tolerate on node failure.

Keyword: Distributed file system, Peer-to-peer network, Data backup

1. บทนำ

การเก็บข้อมูลในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะเป็นการเก็บข้อมูลลงในฮาร์ดดิส ซึ่งเมื่อฮาร์ดดิสมีปัญหาข้อมูลสำคัญที่ถูกเก็บเอาไว้อาจจะสูญหาย ซีดีหรือดีวีดีก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการสำรองข้อมูล แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ต้องการสำรองนั้นบางครั้งมีขนาดใหญ่ทำให้พื้นที่ในการจัดเก็บนั้นไม่เพียงพอต่อความต้องการ ปัจจุบันระบบเครือข่ายมีความเร็วเพิ่มขึ้นทำให้สามารถนำมาใช้สำหรับการสำรองแฟ้มข้อมูลได้ วิธีที่มีใช้กันอย่างแพร่หลายคือการนำแฟ้มข้อมูลไปจัดเก็บในเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเช่น เครื่องแม่ข่าย FTP จากนั้นเมื่อผู้ใช้ต้องการแฟ้มข้อมูลดังกล่าวจะทำการดึงแฟ้มข้อมูลจากเครื่องแม่ข่ายออกมาใช้งาน แต่อย่างไรก็ตามการทำงานในลักษณะนี้จะสร้างภาระให้แก่เครื่องแม่ข่ายเป็นอย่างมาก ถ้ามีผู้ใช้บริการเป็นจำนวนมากหรือแฟ้มข้อมูลมีขนาดใหญ่ อีกทั้งเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลยังอาจไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ในทางกลับกันพื้นที่ในการเก็บข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลส่วนใหญ่ไม่ได้ถูกใช้งานอย่างเต็มที่ ซึ่งน่าจะนำมาใช้ประโยชน์ในการสำรองข้อมูล

ปัจจุบันเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์เข้ามามีบทบาทสำคัญมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านแบ่งปันแฟ้มข้อมูลระหว่างผู้ใช้ ตั้งแต่โปรแกรม Napster[1] จนกระทั่งโปรแกรม Bittorrent[2] เนื่องจากระบบเพียร์ทูเพียร์มีความทนทานต่อการล้มเหลวของระบบสูง เครือข่ายเพียร์ทูเพียร์ส่วนใหญ่จะถูกใช้งานในลักษณะการแบ่งปันทรัพยากรกันระหว่างผู้ใช้ ซึ่งทรัพยากรดังกล่าวอาจหมายถึงแฟ้มข้อมูล ช่องสัญญาณระบบเครือข่าย การทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง หรือแม้กระทั่งเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูล

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงประยุกต์นำระบบเพียร์ทูเพียร์เข้ามาใช้ในการแบ่งปันพื้นที่ในการเก็บข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่ไม่ได้ถูกใช้งานอย่างเต็มที่ในการสำรองข้อมูล โดยตัวระบบจะเน้นไปที่การเพิ่มประสิทธิภาพในรับและส่งแฟ้มข้อมูลในการสำรองข้อมูลของผู้ใช้ โดยข้อมูลจะถูกแบ่งเป็นส่วนย่อยๆและถูกจัดเก็บกระจายไปยังเครื่องต่างๆที่เข้าร่วมในเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์ ซึ่งจะสามารถขจัดปัญหาคอขวดที่เกิดกับเครื่องแม่ข่ายที่ใช้ในการสำรองข้อมูล

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การใช้งานระบบแฟ้มข้อมูลแบบกระจายในปัจจุบันเริ่มได้รับการนิยมอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่ง Hadoop[3] ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์เปิด (open source) และไม่เสียค่าใช้จ่าย ที่ได้แนวคิดมาจาก Google File System[4] โดย Hadoop จะเหมาะสำหรับใช้ในการเก็บข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ในหน่วยของกิกะไบต์ หรือเทราไบต์ ซึ่ง Hadoop จะแบ่งแฟ้มข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บออกเป็นส่วนย่อยๆ แล้วกระจายไปเก็บตามเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างๆที่อยู่ในระบบ อีกทั้ง Hadoop ยังรองรับการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในการจัดการกับข้อมูลขนาดใหญ่ที่เรียกว่า Map/Reduce[5] ทำให้ในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็น facebook[6], twitter[7] หรือ yahoo[8] ได้นำ Hadoop มาใช้งานเพื่อเก็บข้อมูล แต่อย่างไรก็ตาม Hadoop มีลักษณะการทำงานแบบไคลเอ็นต์-มาสเตอร์ ทำให้ระบบไม่สามารถให้บริการได้ ถ้ามีความล้มเหลวเกิดขึ้นกับเครื่องที่ทำหน้าที่เป็นมาสเตอร์ อีกทั้ง Hadoop เหมาะสำหรับแฟ้มข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ ถ้าใช้ Hadoop เพื่อเก็บแฟ้มข้อมูลที่มีขนาดเล็กประสิทธิภาพโดยรวมของระบบจะลดลง

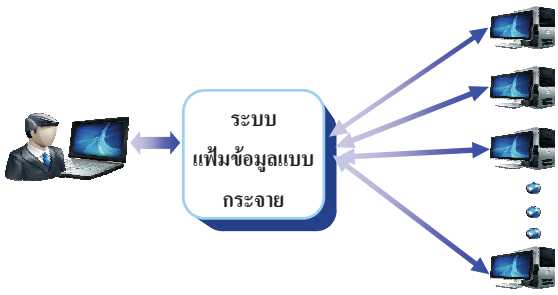
อีกทางด้านหนึ่งในปัจจุบันได้มีโปรแกรมประเภทแบ่งปันแฟ้มข้อมูลบนระบบเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์ที่ได้รับความนิยมมากคือ Bittorrent โดยการใช้งานหลักๆ นั้นผู้ใช้จำเป็นต้องมีแฟ้มข้อมูลพิเศษนามสกุล torrent ซึ่งในแฟ้มข้อมูลพิเศษนี้จะเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับแฟ้มข้อมูลที่ต้องการรับส่ง และช่องทางการเชื่อมต่อไปยัง tracker ที่ทำหน้าที่เก็บหมายเลขไอพีและพอร์ทของเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆที่กำลังรับส่งแฟ้มข้อมูลนั้นๆ อยู่ เมื่อผู้ใช้ต้องการรับส่งแฟ้มข้อมูลนั้น โปรแกรมไคลเอ็นต์ bittorrent จะเชื่อมต่อไปยัง tracker เพื่อขอหมายเลขไอพีและพอร์ทของเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆที่กำลังรับส่งแฟ้มข้อมูลนั้น จากนั้นเครื่องของผู้ใช้จะติดต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆตามหมายเลขไอพีและพอร์ทที่ได้รับมาจาก tracker เพื่อทำการดึงข้อมูล จะเห็นได้ว่า bittorrent มีการกระจายภาระของเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบได้เป็นอย่างดี และตัวระบบสามารถทนทานต่อความล้มเหลวได้

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าถ้าสามารถนำข้อดีของ Bittorrent มาประยุกต์กับการทำงานของระบบแฟ้มข้อมูลแบบกระจาย

จะทำให้ได้ระบบแฟ้มข้อมูลแบบกระจายที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น บทความวิจัยนี้จึงต้องการนำเสนอการพัฒนาระบบแฟ้มข้อมูลแบบกระจายบนเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์ ซึ่งพัฒนาขึ้นด้วยภาษาจาวา และได้ใช้ ULAP[9] เป็นโครงสร้างของเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์พื้นฐาน ซึ่ง ULAP จะมีลักษณะเป็นระบบเพียร์ทูเพียร์แบบไร้โครงสร้างที่มีความสามารถในการเรียนรู้ตำแหน่งของเพียร์จากความเร็วในการเชื่อมต่อระหว่างเพียร์ การค้นหาเพียร์ใน ULAP จะใช้การฟลัดเหมือนที่ใช้ใน Gnutella[10]

3. การทำงานของ P2P-DFS

ระบบแฟ้มข้อมูลแบบกระจายที่พัฒนาขึ้นมานั้นมีชื่อว่า P2P-DFS ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งและเรียกใช้งานโปรแกรม P2P-DFS จะทำการเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์ โดย P2P-DFS ได้ใช้ ULAP มาทำงานในส่วนของโครงสร้างระบบเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์พื้นฐาน และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกันภายในระบบจะมีความสามารถในการแบ่งปันเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลภายในเครื่องให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆที่อยู่ในระบบ ซึ่งผู้ใช้สามารถสั่งงาน P2P-DFS ผ่านอินเทอร์เฟสที่โปรแกรมให้บริการไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบของคอนโซลหรือกราฟิก ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนผังการทำงานของระบบแฟ้มข้อมูลแบบกระจาย

การทำงานที่ P2P-DFS รองรับในปัจจุบันสามารถแบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่ๆ คือ การส่งแฟ้มข้อมูลเข้าระบบ และการดึงแฟ้มข้อมูลออกจากระบบ โดยแฟ้มข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บใน P2P-DFS จะถูกแบ่งออกเป็นชิ้นส่วนเล็กๆ ตามจำนวนที่ผู้ใช้กำหนดผ่านทางอินเทอร์เฟสของโปรแกรม จากนั้นโปรแกรมจะกระจายชิ้นส่วนของแฟ้มข้อมูลไปตามเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆที่อยู่ในระบบเพื่อจัดเก็บ รวมทั้งผู้ใช้สามารถกำหนดจำนวนสำเนาของแฟ้มข้อมูลที่จะจัดเก็บได้ เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นให้กับผู้ใช้ว่าถึงแม้จะมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จัดเก็บชิ้นส่วนของแฟ้มข้อมูลบางเครื่องไม่สามารถให้บริการได้ แต่ก็ยังมีเครื่องอื่นที่เก็บสำเนาของชิ้นส่วนนั้นสามารถให้บริการได้

P2P-DFS มีการเพิ่มความสามารถในการทนทานต่อความผิดพลาดของระบบได้ กล่าวคือถ้าในขณะที่กำลังส่งข้อมูลเข้าไปในระบบนั้นเครื่องที่ถูกใช้ให้เก็บชิ้นส่วนของข้อมูลล้มเหลว P2P-DFS จะทำการหาเครื่องใหม่แทนทันทีเพื่อส่งชิ้นส่วนนั้นไปเก็บ หรือแม้กระทั่งในขณะที่กำลังดึงแฟ้มข้อมูลออกจากระบบ ถ้าเครื่องที่ใช้เก็บข้อมูลมีปัญหา P2P-DFS ก็จะติดต่อไปยังเครื่องอื่นที่เก็บสำเนาชิ้นนี้เองโดยอัตโนมัติ

3.1 แฟ้มข้อมูลพิเศษ arp

ในการทำงานของ P2P-DFS ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของการดึงข้อมูลออกจากระบบหรือนำข้อมูลเข้าไปในระบบจะมีการใช้แฟ้มข้อมูลพิเศษร่วมกันโดยกำหนดให้มีนามสกุล arp (Atiwat Rungroj Puwarun) ตามชื่อผู้พัฒนาโปรแกรม โครงสร้างของแฟ้มข้อมูลนี้แสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างแฟ้มข้อมูลพิเศษ arp

แฟ้มข้อมูลนี้จะเก็บข้อมูลออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกจะเก็บข้อมูลของแฟ้มข้อมูลซึ่งประกอบไปด้วย ชื่อแฟ้มข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ในระบบ ค่า MD5 รวมของแฟ้มข้อมูล และจำนวนสำเนาของแฟ้มข้อมูล ในส่วนที่สองจะจัดเก็บข้อมูลของแต่ละชิ้นส่วนย่อยของแฟ้มข้อมูลซึ่งจะประกอบไปด้วยหมายเลขไอพีและพอร์ทของเครื่องที่จัดเก็บชิ้นส่วนข้อมูลนั้นไว้ ค่า MD5 ของชิ้นส่วนข้อมูลนั้น และ ตำแหน่งเริ่มต้นของชิ้นส่วนข้อมูลในแฟ้มข้อมูล (Offset)

ซึ่งลักษณะการทำงานของแฟ้มข้อมูลพิเศษ arp นี้จะมีลักษณะเหมือนกับแฟ้มข้อมูล torrent คือผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้แฟ้มข้อมูลนี้ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ได้ที่มีการเรียกใช้งานโปรแกรม P2P-DFS

3.2 การส่งแฟ้มข้อมูลเข้าไปจัดเก็บใน P2P-DFS

เมื่อผู้ใช้ต้องการส่งแฟ้มข้อมูลเข้าไปจัดเก็บใน P2P-DFS โปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่าขนาดชิ้นส่วนย่อยของแฟ้มข้อมูลเพื่อกระจายส่งไปยังเครื่องอื่นๆ ซึ่งจะคำนวณจากการนำขนาดของแฟ้มข้อมูลมาหารด้วยจำนวนของชิ้นส่วนที่ต้องการแบ่ง โดยผู้ใช้เป็นคนกำหนดเอง ในการแบ่งแฟ้มข้อมูลนั้นปกติทุกชิ้นส่วนย่อยจะมีขนาดเท่ากัน ยกเว้นชิ้นส่วนแรกจะมีขนาดใหญ่กว่าชิ้นส่วนอื่น เนื่องจากหากเมื่อมีการคำนวณแล้วผลที่ได้ไม่ลงตัว โปรแกรมจะนำค่านั้นไปเพิ่มให้กับชิ้นส่วนย่อยชิ้นแรก

จากนั้น P2P-DFS จะติดต่อกับ ULAP เพื่อขอหมายเลขไอพีและพอร์ทของเครื่องที่อยู่ในระบบเพื่อใช้สำหรับเก็บชิ้นส่วนของแฟ้มข้อมูล ซึ่งการส่งชิ้นส่วนแฟ้มข้อมูลเข้าไปจัดเก็บในระบบนั้น ชิ้นส่วนข้อมูลจะถูกส่งไปพร้อมกันกับค่า MD5 ของชิ้นส่วนนั้น โดยเครื่องที่รับข้อมูลจะบันทึกข้อมูลลงในแฟ้มข้อมูลที่มีชื่อตามค่าของ MD5 ที่ส่งมาด้วย จากนั้นจะทำการตรวจสอบข้อมูลที่รับมาโดยเปรียบเทียบค่า MD5 ของข้อมูลที่ได้จากการคำนวณกับค่า MD5 ที่รับมาว่าข้อมูลที่รับเข้ามามีความถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่มีปัญหาใดๆเกิดขึ้นเครื่องที่รับชิ้นส่วนของข้อมูลนั้นจะแจ้งให้เครื่องผู้ส่งรับทราบว่าการส่งข้อมูลเรียบร้อย ซึ่งระหว่างการส่งข้อมูลนี้เองโปรแกรมจะสร้างแฟ้มข้อมูลพิเศษ arp ขึ้นมาเพื่อเก็บรายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับแฟ้มข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในระบบขึ้นที่ฝั่งผู้ส่งข้อมูล

3.3 การดึงแฟ้มข้อมูลออกจาก P2P-DFS

ในการดึงแฟ้มข้อมูลออกจาก P2P-DFS ผู้ใช้จำเป็นต้องมีแฟ้มข้อมูลพิเศษ arp ที่ใช้เก็บข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับแฟ้มข้อมูลนั้น ซึ่งเมื่อผู้ใช้ป้อนแฟ้มข้อมูล arp ให้กับโปรแกรม โปรแกรมจะทำการอ่านข้อมูลหมายเลขไอพีและพอร์ทของเครื่องที่เก็บชิ้นส่วนแฟ้มข้อมูลนั้นไว้ และจะติดต่อไปยังเครื่องเหล่านั้นเพื่อทำการขอข้อมูลกลับมา การทำงานในส่วนของการดึงข้อมูลนี้จะทำการดึงข้อมูลจากเครื่องที่เก็บชิ้นส่วนย่อยทุกเครื่องพร้อมๆกัน ดังนั้นการรวมแฟ้มข้อมูลจะต้องคำนึงถึงตำแหน่งของชิ้นส่วนย่อยซึ่งจะต้องมีการเรียงลำดับก่อนหลังของข้อมูลอย่างถูกต้อง ปัญหาในส่วนนี้สามารถขจัดได้ด้วยการอาศัยข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ในแฟ้มข้อมูลพิเศษ arp ขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของแฟ้มข้อมูลที่ดึงออกจาก P2P-DFS จะแบ่งออกเป็นสองขั้นตอน ขั้นตอนแรกเมื่อดึงข้อมูล แต่ละชิ้นส่วนย่อยเสร็จสิ้น โปรแกรมจะนำค่า MD5 ที่บันทึกไว้ในแฟ้มข้อมูล arp ของชิ้นส่วนนั้นมาเปรียบเทียบกับค่า MD5 ที่คำนวณได้ของชิ้นส่วนที่รับเข้ามา ถ้าค่าที่ได้ไม่เท่ากันโปรแกรมจะทำการร้องขอไปยังเครื่องอื่นที่เก็บสำเนาของชิ้นส่วนนี้ เนื่องจากอาจเป็นไปได้ว่าข้อมูลชิ้นส่วนนั้นถูกผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องนั้นเปลี่ยนแปลงข้อมูล หรืออุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นมีปัญหา ถ้าการตรวจสอบชิ้นส่วนของแฟ้มข้อมูลทุกชิ้นส่วนถูกต้องขั้นตอนที่สองโปรแกรมจะทำการตรวจสอบค่าความถูกต้องของทั้งแฟ้มข้อมูลอีกครั้ง โดยการคำนวณค่า MD5 ของทั้งแฟ้มข้อมูลและเปรียบเทียบกับค่า MD5 รวมของแฟ้มข้อมูลที่ถูกเก็บในแฟ้มข้อมูลพิเศษ arp ถ้าการตรวจสอบถูกต้องเรียบร้อยทุกอย่าง โปรแกรมจะแจ้งกับผู้ใช้ให้ทราบถึงการเสร็จสิ้นการทำงาน

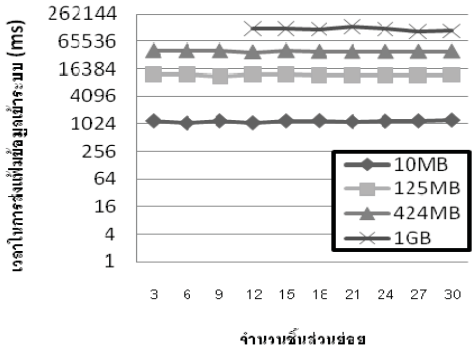
3.4 การค้นหาทรัพยากรใหม่เมื่อมีการล้มเหลวในระบบ

เมื่อมีการติดต่อกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่ายสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ในการพัฒนาโปรแกรมคือต้องมีการจัดการกับเหตุขัดข้องที่อาจเกิดขึ้นมาจากปัจจัยต่างๆได้ เช่น ระบบเครือข่ายล้มเหลว เครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางล้มเหลว ใน P2P-DFS การล้มเหลวสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งขณะที่ส่งข้อมูลไปเก็บยังเครื่องปลายทาง และการดึงข้อมูลจากเครื่องปลายทาง แต่อย่างไรก็ตาม P2P-DFS สามารถแก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้ ถ้าปัญหาเกิดขึ้นระหว่างการส่งข้อมูลโปรแกรม P2P-DFS จะติดต่อกับ ULAP เพื่อขอหมายเลขไอพีและพอร์ทของเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นในระบบมาแทนเครื่องที่มีปัญหา ส่วนปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการดึงข้อมูล P2P-DFS ได้นำเสนอการทำสำเนาของแฟ้มข้อมูลและบันทึกไว้ในแฟ้มข้อมูล arp ดังนั้นโปรแกรมจะไปติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นที่เก็บสำเนาเดียวกันกับเครื่องที่มีปัญหา

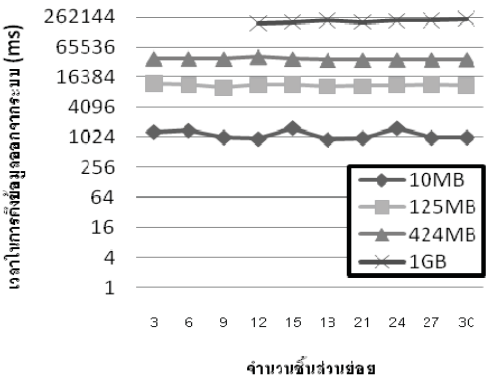
แทน ทุกขั้นตอนในการแก้ปัญหานี้จะทำโดยอัตโนมัติ ซึ่งผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องเข้ามาจัดการใดๆทั้งสิ้น

4. ผลการทดลอง

การทดลองได้จัดทำภายในห้องประลองคอมพิวเตอร์หนึ่งห้อง ที่วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำการทดลองทั้งหมดจำนวน 30 เครื่อง (Core 2 duo E7500 2.9 Ghz, Ram 2 GB, HDD 250 GB) เชื่อมต่อกันภายในระบบเครือข่ายท้องถิ่นความเร็ว 100 Mbps การทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ วัดความเร็วในการส่งแฟ้มข้อมูลเข้าไปจัดเก็บในระบบ และวัดความเร็วในการดึงแฟ้มข้อมูลออกจากระบบ ในการทดลองจะใช้แฟ้มข้อมูลทั้งหมด 4 ขนาดคือ 10MB, 125MB, 424MB และ 1 GB และมีการปรับเปลี่ยนจำนวนชิ้นส่วนย่อยที่ต้องการแบ่งให้กับแฟ้มข้อมูลออกเป็น 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, และ 30 ชิ้น



ภาพที่ 3 ความเร็วในการส่งแฟ้มข้อมูลเข้าระบบตามจำนวนชิ้นส่วนย่อยต่างๆ



ภาพที่ 4 ความเร็วในการดึงข้อมูลออกจากระบบตามจำนวนชิ้นส่วนย่อยต่างๆ

ภาพที่ 3 แสดงเวลาที่ใช้ในการส่งแฟ้มข้อมูลเข้าระบบ จากการทดลองพบว่าเวลาที่ใช้นั้นค่อนข้างคงที่ไม่ว่าจะแบ่งแฟ้มข้อมูลออกเป็น 3 ส่วนย่อย หรือ 30 ส่วนย่อย ซึ่งค่าที่แตกต่างกันนั้นอยู่ในหน่วยวินาทีที่สามารถละเลยได้ ความเร็วในการส่งข้อมูลของทุกขนาดแฟ้มข้อมูลที่ทดลองอยู่ที่ 8 – 10 MB/s ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพในส่งข้อมูลดี เนื่องจากปกติโปรแกรมจะมีการคำนวณหาค่า MD5 ไปด้วยขณะที่ทำการส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ

ภาพที่ 4 แสดงเวลาที่ใช้ในการดึงแฟ้มข้อมูลออกจากระบบ ซึ่งเวลาที่ใช้ในการดึงข้อมูลสำหรับแฟ้มข้อมูลขนาด 10MB, 125 MB และ 424 MB ค่อนข้างจะคงที่ไม่ว่าจะแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่กี่ส่วนก็ตาม และมีประสิทธิภาพในการทำงานใกล้เคียงกับประสิทธิภาพของการส่งแฟ้มข้อมูลเข้าสู่ระบบซึ่งจะมีความเร็วอยู่ที่ 8 – 10 MB/s แต่จะสังเกตเห็นว่าเมื่อแฟ้มข้อมูลมีขนาด 1 GB ประสิทธิภาพของระบบจะต่ำลง เนื่องจากการดึงแฟ้มข้อมูลนั้นปัญหาคอขวดจะอยู่ที่การเขียนข้อมูลลงในเครื่องของผู้ใช้ที่ต้องการแฟ้มข้อมูล เนื่องจากด้วยข้อมูลที่รับมาพร้อมกันหลายทางทำให้ตัวเขียนข้อมูลจะต้องเปลี่ยนตำแหน่งในการเขียนข้อมูลบ่อยครั้งโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับแฟ้มข้อมูลที่มีขนาดใหญ่

5. บทสรุป

บทความวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบแฟ้มข้อมูลแบบกระจายบนเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษา จาวา ซึ่งผู้ใช้สามารถทำการส่งแฟ้มข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บเข้าไปยังระบบ โดยแฟ้มข้อมูลนั้นจะถูกแบ่งออกเป็นชิ้นส่วนย่อยๆ ตามที่ผู้ใช้กำหนดและจะถูกส่งไปเก็บยังเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆที่เข้าร่วมอยู่ในระบบ อีกทั้งผู้ใช้สามารถเลือกจำนวนสำเนาของแฟ้มข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บได้ เมื่อการส่งแฟ้มข้อมูลเข้าไปในระบบเสร็จสิ้น โปรแกรมจะสร้างแฟ้มข้อมูลพิเศษนามสกุล arp ขึ้นมาโดยผู้ใช้สามารถจะนำแฟ้มข้อมูลนี้ไปใช้ในการดึงแฟ้มข้อมูลจากระบบกลับมาโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ได้ที่ลงโปรแกรม P2P-DFS เอาไว้ โปรแกรมมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่รับส่งโดยใช้ค่า MD5 ประโยชน์ของระบบแฟ้มข้อมูลแบบกระจายที่ได้นี้ ทำให้มีการ

ใช้เนื้อที่ในการเก็บข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีการทำสำเนาเพื่อป้องกันข้อมูลสำคัญสูญหายเมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์มีปัญหา มีการกระจายภาระของเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่ายให้เท่าๆกันเพื่อป้องกันปัญหาคอขวดของเครื่องแม่ข่าย ผลจากการทดลองชี้ให้เห็นว่า P2P-DFS มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดี แต่อย่างไรก็ตาม P2P-DFS ยังขาดคุณสมบัติหลายอย่างซึ่งจะมีการพัฒนาในอนาคต เช่น การอ่านและเขียนข้อมูลแบบสตรีมลงในระบบโดยตรง และ การทำให้รองรับการเขียนโปรแกรมแบบ Map/Reduce

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ให้ทุนในการวิจัยและพื้นที่ในการทดลอง

7. เอกสารอ้างอิง

[1] C. Shirky, “Peer-to-Peer: Harnessing the Power of Disruptive Technologies”, chapter 2, page 19-28, O’Reilly, 2001.
[2] B. Cohen, “Incentives build robustness in bittorrent” . [Online]. Available : http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.14.1911
[3] D. Borthakur, “The Hadoop Distributed File System: Architecture and Design”, The Apache Software Foundation, 2007.
[4] S. Ghemawat, H. Gobioff, and S. T. Leung, "The google file system," *SIGOPS Oper. Syst. Rev.*, vol. 37, no. 5, pp. 29-43, 2003. [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.1145/945445.945450
[5] J. Dean and S. Ghemawat, "Mapreduce: Simplified data processing on large clusters," pp. 137-150. [Online]. Available: http://www.usenix.org/events/osdi04/tech/dean.html
[6] Facebook. http://www.facebook.com/.
[7] Twitter. http://www.twitter.com/.
[8] Yahoo!. http://www.yahoo.com/.
[9] C. Rattanapoka, “ULAP: An Unstructured Locality-Awareness Peer-toPeer Network”. EENET 2010, Chiang-mai
[10] A. Oram, “Peer-to-Peer: Harnessing the Power of Ditruptive Technologies, chapter Gnutella, page 94-122. O’Reilly, May 2001.

การพัฒนาโปรแกรมภาษามือ 3 มิติ

A Development of 3D Sign Language Program

มีชัย โลหะการ[1] ภมรศักดิ์ สกุลรัตน์[1] คมคิด สันสนะเกียรติ[2] ชูชาติ สีเทา[1]

[1]BEE LAB (Biomedical Engineering and Education LAB)
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[2]ภาควิชาฝ่ายล่ามภาษามือโปรแกรมวิชาการพิเศษ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

บทคัดย่อ

โปรแกรมภาษามือ 3 มิติ เป็นการประยุกต์ใช้โปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ มาใช้ในการสร้างท่าทางภาษามือสำหรับการสื่อสารกับผู้บกพร่องทางการได้ยิน เพื่อเป็นสื่อให้ผู้สนใจทั่วไปที่ต้องการศึกษาภาษามือได้เรียนรู้ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยโปรแกรมถูกออกแบบให้งานต่อการใช้งาน มีการแบ่งท่าทางภาษามือออกเป็น 7 หมวดรวม 120 คำ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้อย่างอิสระ รวมถึงสามารถให้แสดงท่าทางซ้ำ ๆ หรือเปลี่ยนแปลงมุมมองการแสดงท่าทางทั้งจากด้านหน้า ด้านซ้าย และด้านขวาเพื่อให้เห็นขั้นตอนการแสดงอย่างชัดเจน โดยความถูกต้องของท่าทางได้รับการตรวจสอบและแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญด้านภาษามือจากภาควิชาฝ่ายล่ามภาษามือ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

คำสำคัญ: ภาษามือ การสร้างภาพ 3 มิติ

Abstract

To clarify of sign language, 3D sign language program is presented. The program is an application in 3D image processing with sign language. The designed program focuses on user friendly interfacing and easy to use through the internet. In this program, user can change camera view for vivid illustration for example on the left side, right side or opposite direction. The program is evaluated by expert who teaches in the field of sign language at Rajabhat University Suan Dusit.

Keyword: Sign Language, 3D Graphics

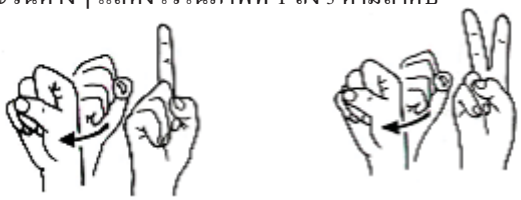
1. บทนำ

มนุษย์จำเป็นที่จะต้องมีการติดต่อสื่อสารซึ่งกันและกันโดยใช้ปากเป็นอวัยวะในการพูดส่งเสียง และให้หูในการรับฟัง แต่ในสภาพความเป็นจริงพบว่ายังมีบุคคลอีกกลุ่มหนึ่งที่บกพร่องทางการได้ยิน ไม่สามารถที่จะสื่อสารด้วยการพูดเหมือนคนที่ปกติได้ โดยต้องอาศัยภาษามือในการติดต่อสื่อสารทดแทน ทั้งการติดต่อสื่อสารกับคนปกติและผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินด้วยกัน ดังนั้นบุคคลทั่วไปที่มีความต้องการที่จะติดต่อสื่อสารกับผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินกลุ่มดังกล่าวจำเป็นจะต้องมีความรู้และทักษะในการใช้ภาษามือนี้ด้วย ในปัจจุบันบุคคลใดที่ต้องการเรียนรู้ภาษามือสามารถไปศึกษาตามสถาบันหรือสมาคมคนพิการทางหูได้โดยจะต้องมีค่าใช้จ่ายในการศึกษาและเดินทาง หรือสามารถศึกษาด้วยตนเองจากสื่อประเภทอื่นเช่นหนังสือภาษามือแต่ยังมีข้อจำกัดในบางท่าทางที่มีความซับซ้อนอาจจะทำให้เข้าใจท่าทางที่ไม่ถูกต้องหรือผิดเพี้ยนไปได้เพราะในหนังสือเป็นเพียงภาพนิ่งสองมิติไม่ได้แสดงท่าทางการเคลื่อนไหวแบบต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังสามารถศึกษาด้วยตนเองจากสื่อประเภทวิดีโอภาพเคลื่อนไหวแต่ยังมีข้อจำกัดในด้านการใช้งานที่ไม่สะดวกในการเข้าถึงหมวดหมู่หรือการให้แสดงท่าทางซ้ำ ๆ และมุมมองที่มีแต่เพียงด้านหน้าเท่านั้นซึ่งทำความเข้าใจได้ยากในบางท่าทาง อีกทั้งยังมีข้อจำกัดในการประชาสัมพันธ์ในเนื้อหาที่มีการพัฒนาแก้ไขหรือเพิ่มเติมรายละเอียดในสื่อดังกล่าวต่อผู้นำไปใช้งานได้รับทราบ

ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงได้มีแนวคิดที่จะพัฒนาโปรแกรมภาษามือ 3 มิติบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อเป็นสื่อที่ตอบสนองต่อการเรียนรู้รายบุคคล ใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ทำให้ไม่มีข้อจำกัดในการจัดกิจกรรมโต้ตอบกับผู้เรียน อีกทั้งง่ายในการเข้าถึงแต่ละหมวดหมู่และการเรียนในท่าทางเดิมซ้ำ ๆ ส่งผลให้เกิดความน่าสนใจ และง่ายในการเข้าถึงในแต่ละหมวดหมู่ อีกทั้งการแสดงท่าทางในแบบ 3 มิติหลายมุมมองยังช่วยกระตุ้นความสนใจและทำให้แยกแยะทำความเข้าใจในท่าทางได้ง่ายขึ้นอีกด้วย และสามารถเข้าถึงได้ในทุกเวลาและทุกสถานที่ที่มีเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และยังได้ข้อมูลใหม่ในทันทีที่มีการปรับเปลี่ยนแก้ไข จากการเปิดกว้างดังกล่าวสถาบันสอนภาษามือต่าง ๆ ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นสื่อเสริมในการจัดการเรียนการสอน อันจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ต้องการเรียนรู้ภาษามืออย่างกว้างขวางต่อไป

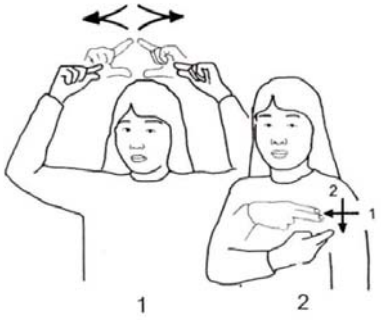
2. ภาษามือขั้นพื้นฐาน

ภาษามือคือ การทำท่ามือที่เปลี่ยนไปตามภาษาพูด หรือภาษาเขียนโดยทั่วไปภาษามือจะเป็นภาษาแรกของคนหูหนวกหรือผู้พิการทางหูที่ต้องเรียนรู้เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสาร ซึ่งสำหรับบุคคลทั่วไปที่ต้องการศึกษาภาษามือจำเป็นเป็นต้องศึกษาจากหนังสือสมาคมคนหูหนวกแห่งประเทศไทย[1] โดยรายละเอียดของท่าทางภาษามือบางส่วนสำหรับ ตัวเลข อาชีพ และวันต่างๆ แสดงไว้ในภาพที่ 1 ถึง 3 ตามลำดับ

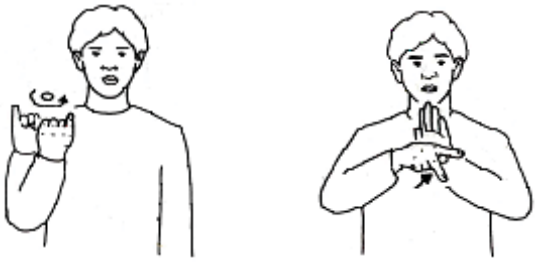


(ก) สิบเอ็ด (ข) สิบสอง

ภาพที่ 1 ตัวเลข



ภาพที่ 2 อาชีพ “พยาบาล”



(ก) วันจันทร์ (ข) วันพฤหัสบดี

ภาพที่ 3 วันต่างๆในหนึ่งสัปดาห์

จากที่ทราบแล้วว่าภาษามือเป็นการแสดงท่าทางที่ต่อเนื่องกัน แต่จากภาพที่นำมาแสดงจะพบว่าเกิดข้อจำกัดในการนำเสนอ และบางภาพยังยากต่อการทำความเข้าใจเช่นภาพที่ 2 ต้องใช้ทั้งมือซ้ายและมือขวา ยิ่งกว่านั้นภาพที่ 3 ยังแสดงให้

เห็นถึงความซับซ้อนในการแสดงท่าทาง ทำให้ผู้เรียนเกิดความลังเลในการฝึกเรียนรู้ด้วยตนเองได้

3. การสร้างโปรแกรม

3.1 ศึกษาโปรแกรมและภาษามือ

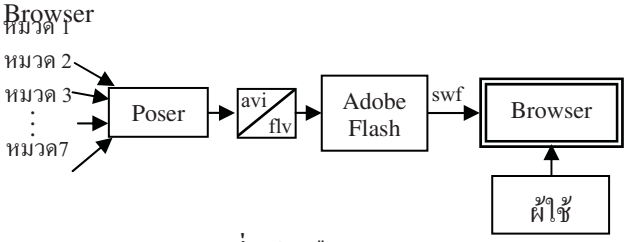
ในการสอนภาษามือสำหรับคนปกติเพื่อติดต่อสื่อสารกับผู้มีความบกพร่องทางการได้ยินนั้น ได้มีความพยายามในการพัฒนากันมาอย่างต่อเนื่องทั้งสื่อที่เป็นหนังสือแสดงภาพนิ่ง [1-2] ที่เป็นภาพท่าทางต่อเนื่องกันพร้อมอธิบายประกอบดังหนังสือภาษามือของสมาคมคนหูหนวกแห่งประเทศไทยเป็นต้น เมื่อเทคโนโลยีด้านมัลติมีเดียได้พัฒนามากยิ่งขึ้นเริ่มมีสื่อประเภทภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบวิดีโอเกิดขึ้น ประกอบกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเครื่อข่ายอินเทอร์เน็ตมีความเจริญและแพร่หลายไปมีส่วนในการใช้ชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น มีการนำไปประยุกต์ใช้กับการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนจึงมีการพัฒนาบทเรียนภาษามือไปสู่อินเทอร์เน็ตในรูปแบบของภาพนิ่งภาพวาด [3] ตลอดจนวิดีโอภาพเคลื่อนไหวที่ถ่ายจากมนุษย์จริง ๆ ในมุมมองเดียวซึ่งยังคงมีข้อจำกัดในมุมมองของการแสดงบางท่าทางที่ดูได้ยากยังไม่เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น [4] นอกจากนี้มีการสร้างเป็นวิดีโอแสดงตัวอย่างการสื่อสารด้วยภาษามือเป็นประโยคหรือเหตุการณ์ที่ต่อเนื่องกัน [5] ถึงแม้ว่าจะเป็นประโยคพื้นฐานแต่ก็ยังยุ่งยากในการสังเกตท่าทางเพื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เริ่มต้น

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า โปรแกรมหลักควรใช้โปรแกรม Adobe Flash เนื่องจากโครงสร้างของโปรแกรมไม่ซับซ้อน มีฟังก์ชันให้เลือกใช้มากมาย สามารถนำเข้าภาพเคลื่อนไหวตระกูล FLV ได้ และตัวโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นยังส่งออกไปเป็นไฟล์รูปแบบ SWF ที่สามารถแทรกเข้าไปในไฟล์ HTML ที่ใช้แสดงเว็บเพจได้ทันที โดยสามารถเรียกใช้งานผ่านเว็บบราวเซอร์ทั่วไปได้เลย และควรใช้โปรแกรม Poser ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวเนื่องจากมีหุ่นมนุษย์ให้เลือกใช้โดยสามารถลำดับการแสดงท่าทางได้ทันทีและง่ายในการส่งออกมาเป็นภาพเคลื่อนไหว และในส่วนของเนื้อหาสำหรับบุคคลที่ต้องการเริ่มศึกษาภาษามือ ควรเริ่มศึกษาในขั้นพื้นฐานที่ประกอบไปด้วย 7 หมวดพื้นฐานโดยมีรายละเอียดดังนี้

- สีมี 15 สี
- การบอกเวลา 9 ช่วงเวลา
- อาชีพ 10 อาชีพ
- ตัวเลขมี 16 จำนวน
- ครอบครัว 26 ความหมาย
- การทักทาย 15 ความหมาย
- วัน เดือน ปี มี 29 ความหมาย

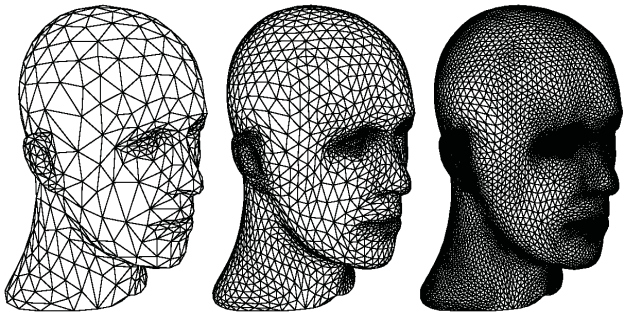
3.2 ออกแบบโปรแกรมและตัวหุ่น

ขั้นการออกแบบโปรแกรมสามารถทำได้ดังภาพที่ 4 โดยหมวดคำทั้ง 7 หมวด รวม 120 ท่าทางถูกสร้างขึ้นจากโปรแกรม Poser โดยได้เป็นภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบ 3 มิติที่อยู่ในตระกูลไฟล์ avi ในแต่ละท่าทางมีขนาดประมาณ 100 MB เพื่อลดขนาดไฟล์ให้เหมาะสมที่จะใช้งานบนอินเทอร์เน็ตได้ทำการเปลี่ยนไปเป็นไฟล์ flv ที่มีขนาดเล็กลงและจากนั้นใช้ Adobe Flash ในการควบคุมการนำเสนอตามความต้องการของผู้ใช้ และนำไปฝังตัวในไฟล์ html เพื่อแสดงผลบน Browser

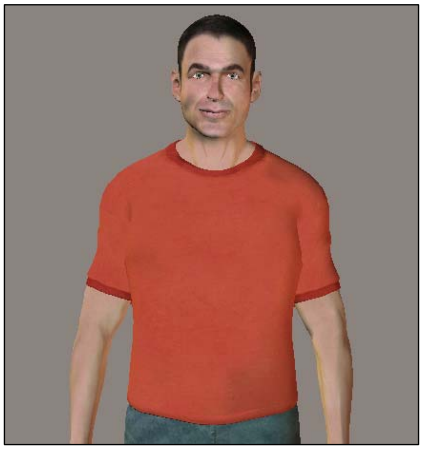


ภาพที่ 4 ปุ่มเลือกหมวดคำ

ในการสร้างหุ่นนั้นได้ใช้โมเดลมาตรฐานที่มีมาให้ โดยมีรายละเอียดของพื้นผิวดังภาพที่ 5 ซึ่งในการออกแบบตัวหุ่นได้เลือกใช้หุ่นผู้ชายเพราะดูกระฉับกระเฉงในการแสดงท่าทางและเลือกใช้เสื้อสีส้มให้ตัวหุ่นเด่นขึ้นดังภาพที่ 6



ภาพที่ 5 รายละเอียดของพื้นผิวของหุ่น



ภาพที่ 6 หุ่นที่ได้ออกแบบไว้

3.3 เขียนโปรแกรมและการสร้างภาพท่าทางภาษามือ

ในการเขียนโปรแกรมใช้โปรแกรม Adobe Flash เนื่องจากโครงสร้างของคำสั่งง่ายไม่ซับซ้อน โดยจะใช้ภาษา Action Script ในการควบคุมคำสั่งต่างๆ ในการออกแบบหน้าต่างโปรแกรมหลัก เป็นหน้าต่างที่มีไว้เพื่อเลือกเข้าสู่หน้าต่างอื่น ๆ ของโปรแกรม ดังนั้นหน้าต่างนี้จึงประกอบไปด้วยเมนูใช้งานอยู่ 5 เมนูคือ เข้าสู่โปรแกรม ผู้จัดทำ รวมภาพภาษามือ วิธีการใช้โปรแกรม ออกจากโปรแกรม และได้ทำการทักทายผู้เรียนจากท่าทางภาษามือภาพ 3 มิติ ด้วยคำว่า “ยินดีต้อนรับเข้าสู่โปรแกรมภาษามือ 3 มิติขั้นพื้นฐาน”

หน้าต่างโปรแกรมการแสดงภาษามือแบบ 3 มิติที่มีการเคลื่อนไหวได้ โดยผู้ใช้สามารถเลือกหมวดที่ต้องการซึ่งมีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 7 หมวด นอกจากนี้ ยังมีส่วนควบคุมให้เลือกการแสดงท่าทางของภาษามือในมุมมองต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถมองได้ 3 มุมมอง ดังภาพที่ 7 ที่ต้องออกแบบลักษณะนี้ เพราะในกรณีที่บางท่าทางมองมุมเดียวอาจเห็นท่าทางไม่ชัดเจน ซึ่งมีมุมมอง ด้านตรง ด้านซ้าย และด้านขวา



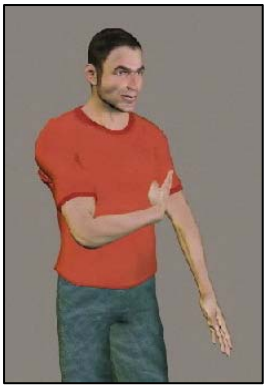
ภาพที่ 7 ปุ่มเลือกหมวดคำ



ภาพที่ 8 ปุ่มเลือกหมวดคำ



(ก) ด้านตรง





ภาพที่ 9 มุมมองด้านตรง ด้านซ้าย ด้านขวา

3.4 การตรวจสอบความถูกต้องของท่าทางภาษามือ

การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมสามารถทำได้โดยการตรวจสอบปุ่มต่างๆ ในโปรแกรมต้องใช้งานได้ดีตามที่โปรแกรมเขียนไว้หากไม่สามารถใช้งานได้ตามปกติก็ทำการแก้ไขโปรแกรมที่ผิดพลาดในจุดนั้นๆ จากนั้นทำการตรวจสอบในเชิงรายละเอียดโดยดูว่าภาษามือ 3 มิติ ที่แสดงตรงกับคำที่

เลือกหรือไม่ ซึ่งถ้าไม่ตรงแสดงว่าการอ้างตำแหน่งในฐานข้อมูลมีตำแหน่งผิดพลาดทำการแก้ไขให้ถูกต้อง

การตรวจสอบความถูกต้องของท่าทางภาษามืออีกทางหนึ่งคือการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านภาษามือจาก ภาควิชาฝ่ายล่ามภาษามือ โปรแกรมวิชาการพิเศษ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต และผู้บกพร่องทางการได้ยินที่มีความรู้เกี่ยวกับภาษามือ

4. ผลการดำเนินงาน

หน้าต่างโปรแกรมในส่วนของเมนูหลัก เมื่อทำการเปิดโปรแกรมภาษามือขั้นพื้นฐาน 3 มิติขึ้นมาก็จะมีหน้าต่างเมนูหลัก พร้อมทั้งหุ่นแสดงท่าทางต้อนรับ ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 หน้าต่างโปรแกรมในส่วนเมนูหลัก

เมื่อเข้าสู่หน้าต่างการแสดงท่าภาษามือแบบ 3 มิติ โปรแกรมจะแสดงภาพหุ่นอยู่ในท่ายืนตรง เพื่อรอให้ผู้ใช้คลิกเลือกคำต่าง ๆ ตามที่ต้องการดังภาพที่ 11 และยังสามารถเปลี่ยนมุมมองจากด้านตรง ไปมองจากด้านซ้ายหรือด้านขวาได้



ภาพที่ 11 หน้าต่างโปรแกรมการแสดงภาษามือแบบ 3 มิติ

4.1 ระบบคอมพิวเตอร์ที่แนะนำ

- ซีพียูที่มีความถี่มากกว่า 2.0 GHz
- หน่วยความจำมากกว่า 1 GB
- ความละเอียดการแสดงผลรองรับ 1280×800
- ติดตั้ง IE 7 ที่มีการติดตั้ง Adobe Flash Player

4.2 ทดสอบโปรแกรมกับผู้ใช้งาน

การทดสอบขั้นแรก ให้ผู้ใช้งานศึกษาท่าทางภาษามือจากหนังสือ ซึ่งผู้ใช้งานต้องใช้เวลาค่อนข้างนานในการทำความเข้าใจในแต่ละท่าของภาษามือ และในการทำท่าทางเลียนแบบในหนังสือก็ทำได้ไม่ถูกต้อง ซึ่งเกิดจากการตีความท่าทางในหนังสือไม่ถูกต้อง จากนั้นการทดสอบขั้นที่สอง ให้ผู้ใช้งานคนเดิมศึกษาท่าทางภาษามือจากโปรแกรม 3 มิติ ที่สร้างขึ้นปรากฏว่าผู้ใช้งานสามารถทำท่าทางเลียนแบบหุ่นได้ถูกต้อง และใช้เวลาในการศึกษาน้อยกว่าเพราะผู้ใช้งานเพียงแค่ทำท่าทางตามโปรแกรมเท่านั้น

4.3 ระยะเวลาในการศึกษาท่าภาษามือจากโปรแกรม

จากการที่ได้ให้ผู้ใช้งานศึกษาท่าภาษามือจากโปรแกรม ซึ่งได้ให้ผู้ใช้งานโปรแกรมศึกษาท่าภาษามือที่มีทั้งหมด 7 หมวด โดยผู้ใช้งานใช้เวลาในการศึกษาท่าภาษามือในแต่ละหมวดดังนี้

1. หมวดจำนวน ใช้เวลาในการศึกษาประมาณ 50 นาที
2. หมวดสี ใช้เวลาในการศึกษาประมาณ 20 นาที
3. หมวดครอบครัว ใช้เวลาในการศึกษาประมาณ 50 นาที
4. หมวดทักทาย ใช้เวลาในการศึกษาประมาณ 20 นาที
5. หมวดวัน เดือน ปี ใช้เวลาในการศึกษาประมาณ 60 นาที
6. หมวดเวลา ใช้เวลาในการศึกษาประมาณ 20 นาที
7. หมวดอาชีพ ใช้เวลาในการศึกษาประมาณ 20 นาที

รวมทั้งหมดใช้การศึกษาท่าภาษามือจากโปรแกรมต้องใช้เวลาประมาณ 240 นาที

5. สรุป

ในการศึกษาภาษามือเพื่อใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารกับผู้พิการทางหูด้วยตนเองหากใช้การเรียนผ่านทางหนังสือต้องใช้เวลาในการศึกษามากและอาจเรียนรู้ผิดพลาดในบางคำที่มีความซับซ้อน โปรแกรมภาษามือ 3 มิติถูกสร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการแสดงท่าทางภาษามือแบบ 3 มิติ เพื่อเป็นสื่อที่ส่งเสริมให้เกิดการ

เรียนรู้ที่รวดเร็วกว่าและมีความถูกต้องในการแสดงท่าทาง ซึ่งได้รับการตรวจสอบความถูกต้องของท่าทางจากอาจารย์ภาควิชาฝ่ายล่ามภาษามือโปรแกรมวิชาการพิเศษ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต โดยโปรแกรมถูกออกแบบมาให้ใช้งานง่าย มีการแยกแยะหมวดหมู่ของท่าทางและสามารถเข้าใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ตด้วยโปรแกรมเว็บบราวเซอร์ได้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สมาคมคนหูหนวกแห่งประเทศไทย, “หนังสือภาษามือ เล่ม 1”, บริษัท บพิธการพิมพ์ จำกัด, 2542

[2] สมาคมคนหูหนวกแห่งประเทศไทย, “หนังสือภาษามือ เล่ม 2”, บริษัท บพิธการพิมพ์ จำกัด, 2542

[3] http://www.tddf.or.th/tddf/signlang/

[4] http://signlang.psru.ac.th/

[5] http://pirun.ku.ac.th/~fhumalt/THSL/THSL/html/nav_th/THSL_less_th.htm

การพัฒนาระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ตามรูปแบบการเรียนการสอน TCT-IDM

A Development of Learning Object Management system for TCT-Instruction Design Model

ทัศนีย์ ตีระกิจวัฒนา จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์ และ กันต์พงษ์ วรรัตน์ปัญญา

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ

airia2@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ตามรูปแบบการเรียนการสอน TCT-IDM และทดสอบประสิทธิภาพกับผู้ใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น (LOMS-TCT-IDM) ซึ่งมีกระบวนการวิจัยและพัฒนาตามลำดับขั้นตอนดังนี้ ศึกษาปัญหา ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับต้นแบบ วิเคราะห์ความต้องการของระบบใหม่ และมีการทดสอบระบบด้วยวิธีแบบไวท์บ๊อกเทสติ้ง (Whitebox Testing) ซึ่งการทดสอบโดยผู้วิจัยเอง และการทดสอบระบบแบบแบล็กบ๊อกเทสติ้ง (Blackbox Testing) เป็นการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ และทดลองระบบโดยผู้ใช้งาน

ผลการวิจัยได้ ระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ตามรูปแบบการเรียนการสอน TCT-IDM ที่พัฒนาขึ้น สามารถบรรจุเนื้อหา และแบบทดสอบ ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ซึ่งเป็นสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยในระดับมากทุกด้าน ($\overline{X}$ = 4.37, S.D. = 0.52) และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบ พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.52, S.D. = 0.55)

คำสำคัญ: สื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ มาตรฐาน SCORM รูปแบบการเรียนการสอน TCT-IDM

Abstract

The objectives of this research were to find the effectiveness of LOMS-TCT-IDM, and to evaluate the satisfaction of users toward the LOMS-TCT-IDM. A process of research and development stages began with the problems of a detailed model and analyzed the needs of developing a new system. The developed system was tested by white box testing. Then black box testing is applied to the developed system to evaluate the system performance.

The results of this research showed that the learning object management system for TCT-IDM was able to package contents and tests corresponding to learning objectives into a learning object. Furthermore, the experts highly agreed with the capability of the developed system ($\overline{X}$ = 4.37, SD = 0.52), while the user satisfaction toward the LOMS-TCT-IDM was very high ($\overline{X}$ = 4.52, SD = 0.55).

Keyword: Learning Object, LOMS, SCORM, TCT-Instruction Design Model

1. บทนำ

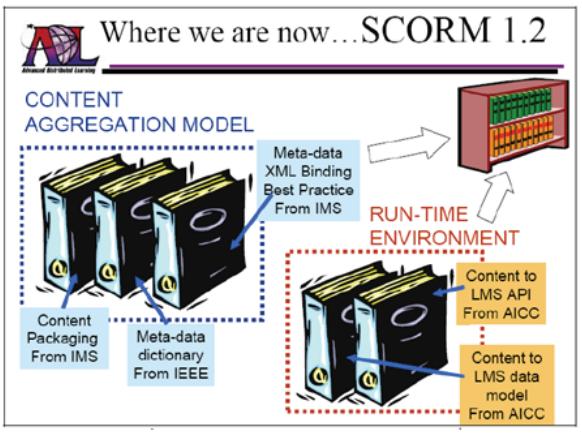
การจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์หรือที่เรียกว่า E-Learning มีบทบาทสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษาเพิ่มมากขึ้น แต่การใช้งานระบบ E-learning ในปัจจุบันมีความหลากหลาย ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ในการจัดการเรียนการสอนในระบบอีเลิร์นนิ่งร่วมกันหลายประการ เช่น การสร้างเนื้อหาในวิชาใดวิชาหนึ่ง จะเอาส่วนหนึ่งไปใช้ร่วมกับบทเรียนอื่นได้ยาก เนื่องจากเนื้อหาผูกติดกับระบบจัดการเรียนการสอน ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องพัฒนาสื่อให้เป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งมาตรฐานที่เป็นที่รู้จักกันแพร่หลายคือมาตรฐาน SCORM สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้มาตรฐาน SCORM V1.2 แต่สื่อที่ผลิตตามมาตรฐาน SCORM นั้น ก็ยังมีจุดที่ต้องส่งเสริม ได้มีผู้ทำวิจัยเกี่ยวกับ สื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุไว้จำนวนมาก แต่ส่วนใหญ่มักจะมุ่งเน้นไปในการสร้างสื่อการสอน ระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ และการทำ Content Packaging โดยไม่มีการนำกระบวนการ การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มาใช้อย่างสมบูรณ์

การนำทฤษฎีการออกแบบการสอนมาใช้ในการสร้าง learning object จะทำให้ สื่อมีประสิทธิภาพมากขึ้น และผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี [1] ดังนั้น นักออกแบบการสอน (Instructional Designer) จำเป็นต้องปรับตัวให้ทันกับเทคโนโลยี โดยต้องมีความเข้าใจเรื่องของมาตรฐาน E-learning และ learning object การเลือกใช้ Instructional Design Model ที่เหมาะสม [2] สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ ซึ่งมีอยู่หลายหลายรูปแบบ จึงมีความหลากหลายในองค์ประกอบในรูปแบบนั้น ๆ อย่างไรก็ตาม รูปแบบการเรียนการสอนใด ๆ ก็จะมีหลักการและแนวคิดไม่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบการเรียนการสอน TCT-IDM มาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ซึ่งจะเน้นในส่วนของการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ เพื่อให้ได้เนื้อหา และแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องกัน ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญและสนใจที่จะพัฒนาระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ตามรูปแบบการเรียนการสอน TCT-IDM การวิจัยครั้งนี้มีสมมุติฐานการวิจัย ดังนี้ 1. ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อประสิทธิภาพของการใช้งานระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุตามรูปแบบการเรียนการสอน TCT-IDM ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยในระดับมาก 2. ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ตามรูปแบบ การเรียนการสอน TCT-IDM ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมาก

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

“สื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ” เป็นสื่อการเรียนการสอนที่แบ่งออกเป็นหน่วยย่อย ไม่สามารถแบ่งแยกให้เล็กลงไปได้อีก เนื้อหาเป็นอิสระต่อกัน โดยสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุที่สร้างขึ้นจะมี วัตถุประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และแบบทดสอบที่สอดคล้องกัน สามารถนำไปใช้งานร่วมกับบทเรียน หรือรายวิชาอื่นๆ ได้ และใช้งานร่วมกันระหว่างระบบบริหารจัดการเนื้อหา/ สารสนเทศ (Learning Management System : LMS หรือ Learning Content Management System : LCMS) ที่มีความแตกต่างกัน หรือในทางตรงกันข้าม คือ การใช้ LMS หรือ LCMS ที่เป็นระบบเดียวกันสามารถ จะเรียกใช้ทรัพยากรการเรียนรู้จากที่ตั้งที่แตกต่างกัน รวมทั้งมาตรฐานยังสามารถทำให้เกิดการ ใช้งานร่วมกันระหว่างเครื่องมือการเข้าถึงสารสนเทศ (devices) ที่แตกต่างกันได้ [3]

SCORM V1.2 เป็นมาตรฐานความสามารถในการ package วัสดุการเรียนการสอน (Instruction Materials) และ Meta-data เข้าด้วยกัน เพื่อทำการ import and export ร่วมกันได้ เพื่อให้รวมทุกชิ้นส่วนของบทเรียนเข้าด้วยกันได้ (Integral piece) ทำให้รองรับความสามารถในด้าน Interoperability ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 องค์ประกอบในส่วนต่าง ๆ ใน SCORM 1.2 [4]

Metadata จะช่วยให้สามารถหาชิ้นส่วน Learning Objects ในระบบจัดเก็บ Learning Objects ได้ ผู้ใช้ภายใน ได้แก่ อาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักโปรแกรม ฯลฯ และผู้ใช้ภายนอกที่ต้องการ Sharable Content Object หรือสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ Metadata จะต้องอยู่ในรูปแบบของภาษา Extensible Markup Language : XML โดยจะสร้าง File XML ภายใต้ชื่อ imsmanifest.xml [5]

imsmanifest.xml จะทำหน้าที่เก็บคำอธิบาย ไตเติล และคำสำคัญของข้อมูล โครงสร้างของทรัพยากรการเรียนให้อยู่ในรูปแบบของภาษา xml เรียกว่า manifest xml จะความยืดหยุ่นสูงสามารถเพิ่ม sub-manifest เพื่อบรรจุเนื้อหาข้อมูลได้ตามต้องการ ปัจจุบันมีเครื่องมือที่ช่วยในการสร้าง manifest โดยผู้ใช้เพียงแต่กรอกข้อมูลที่ต้องใช้เท่านั้น Authoring Tool บางชุดก็สร้าง SCORM Package ให้อย่างอัตโนมัติ เอกสาร Manifest เป็นเอกสาร XML ภายใต้ Tag <manifest> … </manifest>

ระบบการจัดการเรียนการสอน (LMS) เป็นระบบการจัดการเกี่ยวกับการบริหารการเรียนการสอน ในรูปแบบ E-Learning เพื่อจัดการกับการใช้คอร์สแวร์(Courseware) ผู้ดูแลระบบ โดยออกแบบระบบเพื่อเป็นซอฟต์แวร์ ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ จะประกอบด้วยเครื่องมืออำนวยความสะดวก เช่น โปรแกรมจะทำหน้าที่ตรวจสอบการเข้ามาใช้บทเรียน เนื้อหา กิจกรรมต่าง ๆ การทำแบบทดสอบ เป็นต้น และองค์ประกอบที่สำคัญ คือ การเก็บบันทึกข้อมูลกิจกรรมการเรียนของผู้เรียนไว้บนระบบเพื่อผู้สอนสามารถนำไปวิเคราะห์ติดตามและประเมินผลการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ [6]

รูปแบบการเรียนการสอน TCT-IDM (TCT-Instructional Design Model) เป็นกระบวนการ และกลยุทธ์ในการจัดการและนำเสนอองค์ความรู้ให้กับผู้เรียนในสาขาวิชาต่างๆ โดยใช้วิธีการระบบ เพื่อนำพาผู้เรียนเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นของภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ จำนวน 9 ขั้นตอนดังนี้ [7] 1. กำหนดเป้าหมายการเรียนการสอน 2. วิเคราะห์การเรียนการสอน 3. กำหนดกลุ่มเป้าหมาย 4. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 5. ออกแบบข้อสอบ 6. พัฒนากลยุทธ์ด้านการเรียนการสอน 7. การประเมินผลระหว่างดำเนินการ 8. การทดลองใช้ 9. การประเมินผลและการปรับปรุงแก้ไข

การหาประสิทธิภาพ สำหรับการวิจัยเชิงทดลองตามแนวทางการวิจัยด้านระบบสารสนเทศโดยวิธี Blackbox และ Whitebox

2.1 Blackbox Testing หมายถึง การประเมินที่ไม่พิจารณาภายในระบบ แต่จะพิจารณาเฉพาะส่วนนำเข้าและส่วนแสดงผล การหาประสิทธิภาพด้วยวิธี Blackbox ประเมินได้จากผู้ใช้หรือผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับระบบที่พัฒนาขึ้น ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีความรู้หรือทักษะและประสบการณ์ด้านโปรแกรมแต่อย่างใด แบบประเมินที่นิยมใช้ได้แก่แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า เพื่อประเมินระดับความคิดเห็นของผู้ใช้แต่ละส่วน ผลการประเมินจะถูกวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.2 Whitebox Testing เป็นการประเมินโดยพิจารณาภายในตัวโปรแกรมเพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรม เพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรมว่ามีขั้นตอนอย่างไร ได้แก่โครงสร้าง ข้อมูลอัลกอริทึม การจัดการตัวแปร เป็นต้น

ผู้วิจัยได้ทดสอบด้วยวิธี Whitebox ด้วยผู้วิจัยเอง ส่วนวิธีการของ Blackbox ใช้ผู้เชี่ยวชาญในการทดสอบระบบ

การออกแบบระบบการเรียนการสอน เป็นกระบวนการและกลยุทธ์ในการจัดการและนำเสนอองค์ความรู้ให้กับผู้เรียนในสาขาวิชาต่างๆ โดยใช้วิธีการระบบ เพื่อนำพาผู้เรียนเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยยึดรูปแบบการเรียนการสอนเป็นแนวทางในการออกแบบ ซึ่งมีหลายรูปแบบ ผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบการเรียนการสอน TCT–IDM ซึ่งเป็นของภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุได้ โดยการนำขั้นตอนที่ 1-5 เพื่อนำมาวิเคราะห์วัตถุประสงค์ เนื้อหา และแบบทดสอบ ให้มีความสอดคล้องกัน และนำไปจัดลำดับของการเรียนต่อไปจากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ได้มีผู้ทำวิจัยเกี่ยวกับการสร้างสื่อการเรียนรู้

เชิงวัตถุ ตามมาตรฐาน SCORM ไว้จำนวนมาก แต่ส่วนใหญ่มักจะมุ่งเน้นไปในการสร้างสื่อการสอน และระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ โดยไม่ได้ให้ความสำคัญกับความสัมพันธ์ของสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุที่ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ เนื้อหา และแบบทดสอบของสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุนั้นๆ จึงทำให้ไม่เกิดความสอดคล้องกัน ซึ่งจะเห็นผลได้ชัดเมื่อนำสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุมาทำการบรรจุ (Packaging) ไปใช้ในรายวิชาอื่นต่อไป ด้วยความสำคัญและปัญหาดังที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าการนำกระบวนการการออกแบบระบบการเรียนการสอน โดยยึดรูปแบบการเรียนการสอนเป็นแนวทางในการออกแบบ

จากทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยเลือกที่จะพัฒนาระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ โดยสร้างตามรูปแบบมาตรฐาน SCORM V1.2 ทั้งนี้ผู้วิจัยพัฒนา SCORM Content Package ให้มีความสัมพันธ์ของวัตถุประสงค์ เนื้อหา และแบบทดสอบ ในส่วนของวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และแบบทดสอบ ได้นำรูปแบบการเรียนการสอน TCT-IDM มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ เพื่อให้ได้เนื้อหา และแบบทดสอบที่มีคุณภาพ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงาน ออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 การศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการของระบบ

ศึกษาระบบจัดการเนื้อหาที่มีอย่างแพร่หลาย ได้แก่ Moodle, Atutor, Learnsqure และสรุปความต้องการระบบ จากข้อมูลต่าง ๆ ทั้งเอกสาร บทความ หนังสือ งานวิจัย รวมทั้งการศึกษาจากระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาไว้ดังนี้

3.1.1 ระบบการจัดการเนื้อหาแบบเดิม ไม่ได้กำหนดความสอดคล้องของ วัตถุประสงค์ เนื้อหา และแบบทดสอบ

3.1.2 ไม่มีเครื่องมือในการจัดการเนื้อหา ผู้ใช้งานจะต้องมีพื้นฐานในด้านการสร้างสื่อการสอน เนื่องจากสื่อที่ใส่เข้าไปในระบบ ก่อนทำการ Packing นั้น ผู้ใช้งานจะต้องสร้างไฟล์เนื้อหาจากโปรแกรม Flash มาก่อน

3.1.3 สื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้งานในระบบ Moodle, Learnsqure ได้จริง แต่ในส่วนของแบบทดสอบไม่สามารถเก็บคะแนน และดูความก้าวหน้าของผู้เรียนได้

การศึกษาระบบงานใหม่ ผู้วิจัยได้ศึกษางานทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการและการออกแบบการเรียนการสอน ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอน TCT-IDM มาใช้ในการวิเคราะห์เนื้อหา การกำหนดวัตถุประสงค์ การออกแบบเนื้อหา การสร้างแบบทดสอบ เพื่อให้วัตถุประสงค์ เนื้อหา และแบบทดสอบมีความสอดคล้องกัน และได้สื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุที่มีคุณภาพ ระบบสามารถสร้าง SCORM Content Package ได้โดยอัตโนมัติ เมื่อมีการสร้างหน่วยการเรียน หรือสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ

3.2 การออกแบบระบบ

การออกแบบแผนภาพกระแสข้อมูล(Data Flow Diagram) E-R Diagram และการออกแบบฐานข้อมูล หลังจากได้ความต้องการของระบบจากการวิเคราะห์ รวมทั้งได้ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ประเมินระบบโดยใช้วิธี Blackbox Technique

3.3 การพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบจากขั้นตอนของการออกแบบ ได้ใช้ภาษา ASP พัฒนาเป็นโปรแกรมประยุกต์เพื่อสร้าง Web Dynamic โดยเชื่อมโยงกับระบบฐาน Microsoft Access หลังจากนั้นได้ทำการทดสอบการทำงานของระบบในขั้นต้น โดยทดสอบระบบกับผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 5 คน โดยใช้แบบประเมินเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อประสิทธิภาพของการใช้งานระบบ LOMS-TCT-IDM

3.4 การทดลองใช้ระบบ

หลังจากปรับปรุงระบบจนเกิดความสมบูรณ์แล้ว ผู้วิจัยได้ตรวจสอบระบบด้วยวิธี Whitebox Testing ด้วยผู้วิจัยเอง และได้ทดสอบระบบกับผู้ใช้งาน โดยใช้แบบประเมินที่ใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อประเมินหาความพึงพอใจผู้ใช้งานที่มีต่อระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุตามรูปแบบการเรียนการสอน TCT-IDM โดยกลุ่ม ครู อาจารย์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 30 คน ที่มีความสนใจในการ

พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่าย และจะต้องมีความรู้เรื่องรูปแบบการเรียนการสอน TCT-IDM

3.5 การประเมินผล ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลการทดลองใช้ระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุตามรูปแบบการเรียนการสอน TCT-IDM ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ ข้อมูลประสิทธิภาพในการใช้งานระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ตามรูปแบบการเรียนการสอน TCT-IDM นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณา

3.6 การบำรุงรักษา เป็นการดูแลการทำงานของระบบให้อยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงระบบหลังจากได้เก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ได้ระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ตามรูปแบบการเรียนการสอน TCT-IDM ระบบสามารถสร้างสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ได้ตามมาตรฐาน SCORM 1.2 โดยปรับโครงสร้าง SCORM Content Package ให้เป็นไปตามแนวคิดผู้วิจัย โดยมีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ เนื้อหา และแบบทดสอบ สามารถสร้าง imsmanifest.xml ที่เป็นหัวใจของการแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ตามข้อกำหนดของมาตรฐาน SCORM รวมถึงการสร้างเป็น SCORM Content Package หรือ Zip file มีส่วนที่สนับสนุนการใช้งานให้แก่ผู้ ผู้สอน สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน มีระบบในส่วนของการจัดการด้านเนื้อหา สามารถปรับปรุงแก้ไข และนำส่งเนื้อหาไปยังผู้เรียนได้ศึกษาตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด มีการรายงานผลการเรียนให้แก่ผู้เรียน นอกจากนี้เนื้อหาที่สร้างยังสามารถนำไปใช้กับระบบที่รองรับมาตรฐาน SCORM 1.2 ยกตัวอย่างเช่น Moodle และ LearnSquare เป็นต้น



ภาพที่ 2 หน้าจอระบบ LOMS-TCT-IDM

4.2 การประเมินประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้ระบบ และตอบแบบประเมิน ซึ่งมี 5 ด้าน ดังนี้ 1. การทดสอบโปรแกรมที่เขียนไว้โดยการทดสอบเป็นงาน ๆ ทีละหน้าจอ 2. การทดสอบโปรแกรมโดยการรวมแต่ละองค์ประกอบเข้าด้วยกัน 3. การทดสอบการทำงานได้ง่ายและสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้ 4. การทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบ และ 5. การทดสอบการทำงานแต่ละส่วนของระบบ ซึ่งสรุปเป็นค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.37 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.52 แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบอยู่ในระดับมาก และมีแนวโน้มของความคิดเห็นไปในทางเดียวกัน

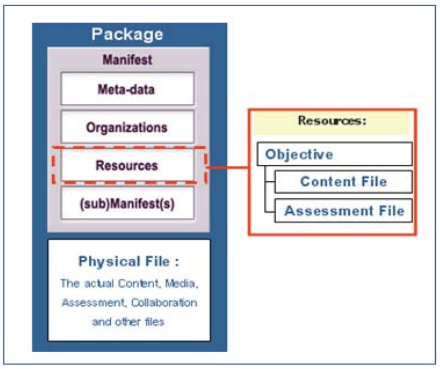
4.3 การหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อการใช้งานระบบ LOMS-TCT-IDM มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 4.52 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมาก และผู้ประเมินมีความคิดเห็นที่มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน

5. บทสรุป

การสร้างสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ตามมาตรฐาน SCORM ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่มักจะมุ่งเน้นไปในการสร้างสื่อการสอนและระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ โดยไม่ได้ให้ความสำคัญกับความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ เนื้อหา และแบบทดสอบ ที่เป็นสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ จะเห็นผลได้ชัดเมื่อนำสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุมาทำการบรรจุ (Packaging) ไปใช้ในรายวิชาอื่นๆ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพัฒนาระบบ LOMS-TCT-IDM ให้เป็นไปตามมาตรฐาน SCORM ผู้สอนสามารถนำสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ซึ่งประกอบด้วย วัตถุประสงค์ เนื้อหา และแบบทดสอบ จากระบบนี้ไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในระบบบริหารจัดการการเรียนรู้ (LMS) หรือ ระบบบริหารจัดการเนื้อหา (LCMS) ที่แตกต่างกันได้ ทำให้เกิดกระบวนการจัดการเรียนรู้ขึ้น และสามารถนำสื่อที่สร้างขึ้นกลับมาใช้ในการเรียนการสอนที่มีเนื้อหาเดียวกันในครั้งต่อไป เป็นผลให้ระบบการเรียนแบบ E-Learning เกิดขึ้นได้อย่าง

มีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีวิธีการผลิตสื่อภายใต้มาตรฐานเดียวกัน

โครงสร้าง SCORM Content Package ที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เนื้อหา และแบบทดสอบ ภายใต้มาตรฐาน SCORM 1.2 ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 โครงสร้างของ SCORM Content Package รูปแบบใหม่

การวิจัยครั้งต่อไป ควรปรับปรุงโครงสร้างของ SCORM Package ให้มีความสอดคล้องอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น บทนำ กิจกรรม และแบบฝึกหัด เป็นต้น การพัฒนาแบบทดสอบที่หลากหลาย เนื่องจากระบบ LOMS-TCT-IDM ที่พัฒนาขึ้นเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือกเพียงอย่างเดียว และการนำประวัติการเรียนไปใช้ในการตัดสินใจ ในส่วนของระบบจัดส่งเนื้อหา ที่เหมาะสมให้แก่ผู้เรียน โดยอาศัยข้อกำหนด SCORM 2004 Sequencing and Navigation

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Wiley, David A. 2000. Learning object design and sequencing theory. Doctor of Philosophy, Department of Instructional Psychology and Technology, Brigham Young University.

[2] ทวีศักดิ์ กาญจนสุวรรณ. การพัฒนารูปแบบการวางแผนจัดสรรทรัพยากรการเรียนการสอนโดยใช้มัลติเอเจนท์. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

[3] ญาณิน ทองเพิ่ม. การสร้างเอิร์นนิง อ็อบเจกต์ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. การค้นคว้าแบบอิสระ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่2551

[4] Jesukiewicz, Paul. “Sharable Content Object Reference Model (SCORM): An Overview and Update for HPT Professionals”. [Online]. [cited 2008 November 17] Available from: http://www.adlnet.gov/downloads/267.cfm

[5] ณัฏฐ์นรี สุขจิต. สื่อการสอนวิชาการเรียนการสอนแบบอิเล็คทรอนิกส์ (E-Learning). ศูนย์การเรียนรู้เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดมุกดาหาร. [ออนไลน์] 2551. [สืบค้นวันที่ 27 ธันวาคม 2551]. จาก www.intercollege.ubu.ac.th/pdf/elearning/chapter4.ppt.

[6] รักศักดิ์ เลิศคงคาทิพย์. Learning Object สื่อดิจิตอลสำหรับการเรียนการสอน e-Learning. บรรณสาร มศก.ท. 23, 1 (เมษายน – กันยายน 2551) : 22-32

[7] มนต์ชัย เทียนทอง. การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระนครเหนือ, 2545.

กระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์
Electronic Answer Sheet

วิรัติ อัศวานุวัตร

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
E-mail: suttipong.fu@rmuti.ac.th, ssa@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างกระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้ทดแทน การใช้กระดาษคำตอบจริง เป็นการลดปัญหาโลกร้อนทางอ้อม กระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์ ถูกออกแบบสำหรับการทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก สามารถใช้ได้กับแบบทดสอบสูงสุด 100 ข้อ ผู้สอนสามารถ ป้อนเฉลยคำตอบไว้ล่วงหน้า เพื่อรอคอยเปรียบเทียบคำตอบที่ผู้เรียนทำ และผู้สอนสามารถใส่รหัสผ่าน เพื่อป้องกันข้อมูลสูญหาย สำหรับผู้เรียนสามารถ ป้อนรหัสผ่านและป้อนคำตอบในแต่ละข้อ โดย กดเลือกที่ปุ่มกดบนตัวเครื่อง และ เครื่องจะแสดงผลที่จอ แอล ซี ดี เมื่อสร้างและพัฒนาแล้ว ได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านทำการประเมินเครื่องกระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมี ผลการประเมิน ด้านการออกแบบ และด้านการใช้งาน อยู่ในระดับ ดี ด้านคุณภาพ อยู่ในระดับ ดีมาก ต่อจากนั้นได้นำไปให้ผู้เรียนจำนวน 12 คนทำการประเมิน ปรากฏว่า ด้านการออกแบบ ด้านคุณภาพ และด้านการใช้งาน อยู่ในระดับ ดีมาก ทั้ง 3 ด้าน และผลการทดสอบทางด้านเทคนิคปรากฏว่ามีความถูกต้องในการตรวจคำตอบ ร้อยละ 100 หมายความว่าไม่มีความผิดพลาดในการตรวจให้คะแนน

คำสำคัญ: กระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์

Abstract

The aim of this research was to construct electronic answer sheet as an alternative for answer sheet paper which can reduce the problem of global warning. The electronic answer sheet has been designed for 5 multiple choice test with the maximum of 100 items. The machine operates by inputting the correct answers for checking the students' work sheet. The teacher has to input the password for the security of the data. The students can input the answer and change the user names and password by operating on the keyboard and the results are displayed on LCD. The results of the study showed that 5 specialists rated the design and the operation or the machine at good level and the quality of the overall machine was very good The 12 students reported the quality of the machine at very good level on the design, quality and operation. The accuracy of the checking the answer was 100%.

Keyword: Electronic Answer Sheet

1. บทนำ

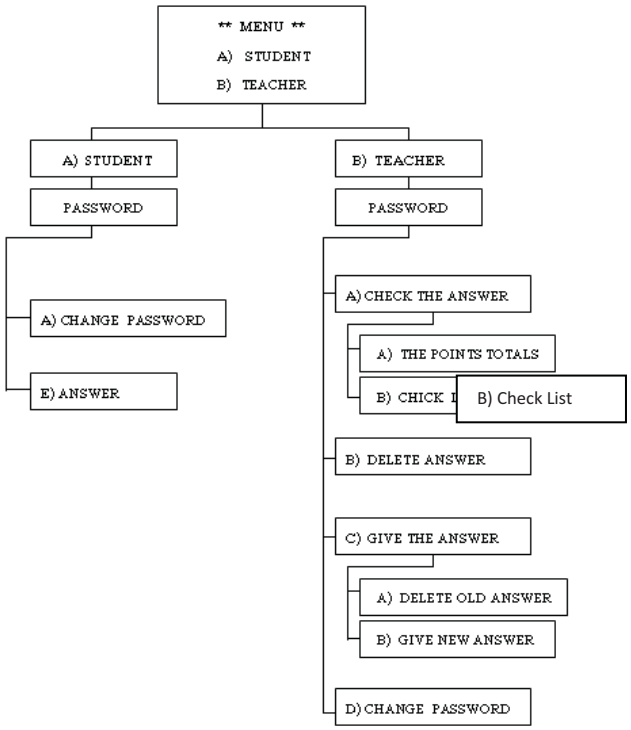
ภาวะโลกร้อน (Global Warming) หรือ ภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง เป็นปัญหาใหญ่ของโลกในปัจจุบันสังเกตได้จาก อุณหภูมิ ของโลกที่สูงขึ้นเรื่อยๆ สาเหตุหลักของปัญหานี้ มาจาก ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gases) ปรากฏการณ์เรือนกระจก มีความสำคัญกับโลก เพราะก๊าซจำพวก คาร์บอนไดออกไซด์ หรือ มีเทน จะกักเก็บความร้อนบางส่วนไว้ในในโลก ไม่ให้สะท้อนกลับสู่บรรยากาศทั้งหมด ส่งผลให้โลกมีลักษณะเหมือนกับดวงจันทร์ กล่าวคือ ตอนกลางคืนของดวงจันทร์จะมีอุณหภูมิหนาวจัด และ ตอนกลางวันของดวงจันทร์ จะมีอุณหภูมิร้อนจัด เพราะไม่มีบรรยากาศ กรองพลังงาน จาก ดวงอาทิตย์ จากการที่โลกร้อนขึ้นจะส่งผลร้ายแรงต่อสิ่งที่มีชีวิตในโลก โดยเฉพาะมนุษย์ การลดการใช้กระดาษจึงเป็นทางหนึ่ง ที่จะช่วยลดภาวะโลกร้อน เนื่องจากกระดาษทำมาจากต้นไม้ นอกจากนี้ยังมีโครงการอื่น ๆ ที่ช่วยให้โลกลดความร้อนลง เช่น โครงการปลูกต้นไม้ โครงการปลูกป่า นับได้ว่าต้นไม้เป็นสิ่งที่ช่วยแก้ปัญหาสภาวะโลกร้อนทางหนึ่ง ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ การตัดต้นไม้เพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษ จึงเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ดังนั้นการลดการตัดต้นไม้ หรือโครงการใช้กระดาษที่ใช้แล้วกลับมาใช้อีก ก็เป็นสิ่งหนึ่งที่ช่วยลดสภาวะโลกร้อนได้ นั่นคือการลดการใช้กระดาษจะช่วยแก้ปัญหาที่กล่าวมาได้ทางอ้อม

จากการสำรวจการจัดการศึกษาของวิทยาลัยเทคนิคและวิทยาลัยการอาชีพในเขตภาคเหนือตอนบน ผลปรากฏว่า ในแต่ละปีการศึกษา มีการใช้กระดาษคำตอบแบบปรนัยหลายตัวเลือก เฉลี่ย ประมาณ 32,000 แผ่น ต่อสถานศึกษา นับได้ว่าเป็นจำนวนที่มาก กับการใช้กระดาษคำตอบแบบปรนัยหลายตัวเลือก ในการทดสอบนักเรียน ซึ่งยังไม่นับรวมถึงกระดาษคำถาม หรือแบบทดสอบ และถ้าพิจารณาถึงผลการใช้กระดาษคำตอบแบบปรนัยหลายตัวเลือก ทุกสถานศึกษานับว่ามีจำนวนมหาศาล ผู้วิจัยจึงคิดสร้าง กระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์ ใช้แทนกระดาษคำตอบแบบปรนัยหลายตัวเลือก ในการทดสอบนักเรียน นอกจากนี้ กระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์ ยังช่วยให้ผู้สอนสามารถตรวจให้คะแนนได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว

2. หลักการออกแบบ

2.1 การออกแบบเงื่อนไขของโปรแกรม

ตัวเลือกตอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก รองรับคำตอบได้สูงสุด 100 ข้อ ประมวลผลการตอบคำถามออกมาแสดงเป็นตัวเลข มีการใส่รหัสเพื่อป้องกันการเข้าไปแก้คำตอบ และเฉลย ผู้สอนสามารถตรวจดูคำตอบข้อที่ผู้เรียนทำถูกหรือผิดได้ จะแก้ไขคำตอบของนักเรียนไม่ได้ ดังภาพที่ 1

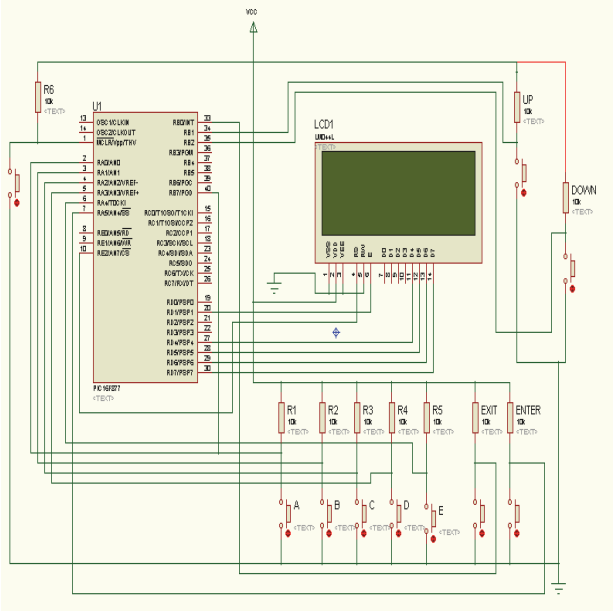


ภาพที่ 1 เงื่อนไขโปรแกรม

2.2 ออกแบบวงจรควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

นำเมนูในภาพที่ 1 มาใช้ในการออกแบบวงจร โดยการออกแบบวงจรได้ใช้โปรแกรม Proteus ในการจำลองการทำงานก่อนการต่อวงจรจริง ซึ่งวงจรประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ทำหน้าที่ประมวลผล [1] [2] และการแสดงผลใช้จอ แอล ซี ดี ขนาด 4 บรรทัด และรับคำสั่งจากสวิตช์ปุ่มกดจากผู้ใช้บนตัวเครื่อง ดังภาพที่ 2 มีแบตเตอรี่แบบกระดุมสำรองไฟ เพื่อไม่ให้ข้อมูลสูญหาย เมื่อไม่มีแหล่งจ่ายไฟจากไฟบ้าน นอกจากนี้ การตรวจคำตอบ

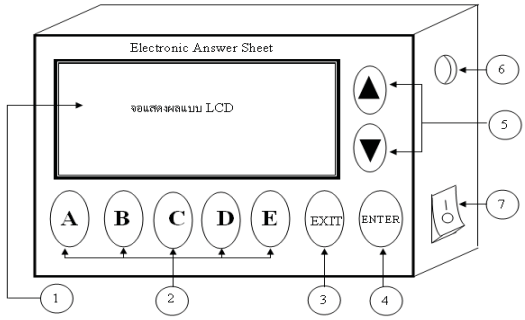
ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะทำการตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่ผู้เรียนตอบแล้ว คิดมาเป็นคะแนนอย่างรวดเร็ว



ภาพที่ 2 วงจรควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์

2.3 ออกแบบโครงสร้าง และแผงหน้าปัดเครื่อง

เป็นการแสดงถึงอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุม และการจัดวางอุปกรณ์ปุ่มกดเลือกคำตอบ และจอแสดงผล ดังภาพที่ 3



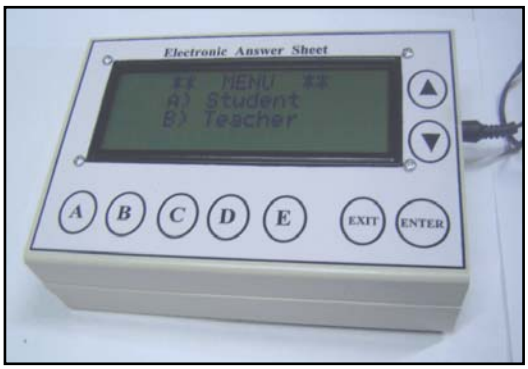
ภาพที่ 3 โครงสร้าง และแผงหน้าปัดเครื่อง

หมายเลข 1 หน้าจอแสดงผล (LCD)
หมายเลข 2 ปุ่มเลือกตอบหรือเลือกดำเนินการ
หมายเลข 3 ปุ่มกลับไปยังเมนูก่อนหน้า
หมายเลข 4 ปุ่มตกลงหรือยืนยัน
หมายเลข 5 ปุ่มเลื่อนบรรทัดขึ้นหรือลง
หมายเลข 6 ช่องไฟเลี้ยง 7- 12 VDC
หมายเลข 7 สวิตช์ปิด เปิด

3. ผลของการวิจัย

3.1 กระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์

ผลการดำเนินงานการออกแบบ ตรวจสอบวงจร และแก้ไขปัญหาอุปสรรคในการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และการเขียนโปรแกรมชุดควบคุม ทำให้ได้เครื่องกระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์

3.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ การตรวจคำตอบ

การทดสอบหาประสิทธิภาพโดยใช้ข้อสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ให้นักศึกษาแผนกวิชาช่างไฟฟ้า ปวช. 3 ทำการสอบ โดยการป้อนคำตอบ และผู้สอนทำการป้อนเฉลย ซึ่งได้ทำการทดลองซ้ำ ๆ จำนวน 10 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีจำนวนข้อสอบแตกต่างกัน (ทำทีละชุด) แล้วให้เครื่องประมวลผลคำตอบของนักเรียน เปรียบเทียบกับคำตอบที่ถูกต้อง ผลการวิเคราะห์ ปรากฏว่า การประมวลคะแนนของเครื่องมีความถูกต้อง ร้อยละ 100 ดังตาราง ที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการตรวจคำตอบ

ครั้งที่	ผลคะแนนที่ถูกต้อง	ตรวจโดยกระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์	ความ ถูกต้อง (ร้อยละ)
1	5	5	100
2	17	17	100
3	24	24	100
5	36	36	100
6	44	44	100
7	58	58	100
8	67	67	100
		ความถูกต้อง เฉลี่ย	100

3.3 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ และของผู้เรียน

ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ปรากฏว่า ด้านการออกแบบ และด้านการใช้งาน อยู่ในระดับ ดี ด้านคุณภาพ อยู่ในระดับ ดีมาก ดังตารางที่ 2 ผลของการประเมินของผู้เรียน จำนวน 12 คน ปรากฏว่า ด้านการออกแบบ ด้านคุณภาพ และด้านการใช้งาน อยู่ในระดับ ดีมาก ทั้ง 3 ด้าน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการตรวจคำตอบ

ข้อที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น					N= 5		แปลความ
		5	4	3	2	1	$\bar{x}$	S.D.	
1	ด้านการออกแบบ								
1.1	ประณีต สวยงาม	0	5	0	0	0	4.00	0.00	ดี
1.2	ขนาดของเครื่องเหมาะสม	3	2	0	0	0	4.60	0.49	ดีมาก
1.3	จัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม	2	3	0	0	0	4.40	0.49	ดี
1.4	เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ ได้เหมาะสม	0	5	0	0	0	4.00	0.00	ดี
		เฉลี่ย					4.25	-	ดี
2	ด้านคุณภาพ	5	4	3	2	1			
2.1	มีความแข็งแรงทนทาน	2	3	0	0	0	4.40	0.49	ดี
2.2	ข้อความสื่อความหมายได้ถูกต้อง	3	2	0	0	0	4.60	0.49	ดีมาก
2.3	ขั้นตอนการใช้งานง่าย	3	2	0	0	0	4.60	0.49	ดีมาก
2.4	ตัวหนังสือชัดเจน	3	2	0	0	0	4.60	0.49	ดีมาก
2.5	มีความถูกต้องในการประมวลผล	4	1	0	0	0	4.80	0.40	ดีมาก
2.6	มีความรวดเร็วในการประมวลผล	3	2	0	0	0	4.60	0.49	ดีมาก
2.7	มีความปลอดภัยของข้อมูล(คำตอบ)	3	2	0	0	0	4.60	0.49	ดีมาก
		เฉลี่ย					4.60	-	ดีมาก
3	ด้านการใช้งาน	5	4	3	2	1			
3.1	มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4	1	0	0	0	4.80	0.40	ดีมาก
3.2	ใช้งานได้สะดวก	2	3	0	0	0	4.40	0.49	ดี
3.3	ง่ายต่อการใช้งาน	2	3	0	0	0	4.40	0.49	ดี
3.4	ท่านมีความพึงพอใจในการใช้งาน	2	3	0	0	0	4.40	0.49	ดี
		เฉลี่ย					4.25	-	ดี

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการตรวจคำตอบ

ข้อที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น					N = 12		แปลความ
		5	4	3	2	1	$\bar{x}$	S.D.	
1	ด้านการออกแบบ								
1.1	ประณีต สวยงาม	10	2	0	0	0	4.83	0.37	ดีมาก
1.2	ขนาดของเครื่องเหมาะสม	12	0	0	0	0	5.00	0.00	ดีมาก
1.3	จัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม	10	2	0	0	0	4.83	0.37	ดีมาก
1.4	เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ ได้เหมาะสม	9	3	0	0	0	4.75	0.43	ดีมาก
		เฉลี่ย					4.85	-	ดีมาก
2	ด้านคุณภาพ	5	4	3	2	1			
2.1	มีความแข็งแรงทนทาน	9	3	0	0	0	4.75	0.43	ดีมาก
2.2	ข้อความสื่อความหมายได้ถูกต้อง	9	3	0	0	0	4.75	0.43	ดีมาก
2.3	ขั้นตอนการใช้งานง่าย	10	2	0	0	0	4.83	0.37	ดีมาก
2.4	ตัวหนังสือชัดเจน	12	0	0	0	0	5.00	0.00	ดีมาก
2.5	มีความถูกต้องในการประมวลผล	12	0	0	0	0	5.00	0.00	ดีมาก
2.6	มีความรวดเร็วในการประมวลผล	12	0	0	0	0	5.00	0.00	ดีมาก
2.7	มีความปลอดภัยของข้อมูล(คำตอบ)	12	0	0	0	0	5.00	0.00	ดีมาก
		เฉลี่ย					4.90	-	ดีมาก

ตารางที่ 3-3 (ต่อ) ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการตรวจคำตอบ

ข้อที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น					N = 12		แปลความ
		5	4	3	2	1	$\bar{x}$	S.D.	
3	ด้านการใช้งาน	5	4	3	2	1			
3.1	มีความปลอดภัยในการใช้งาน	12	0	0	0	0	5.00	0.00	ดีมาก
3.2	ใช้งานได้สะดวก	10	2	0	0	0	4.83	0.37	ดีมาก
3.3	ง่ายต่อการใช้งาน	9	3	0	0	0	4.75	0.43	ดีมาก
3.4	ท่านมีความพึงพอใจในการใช้งาน	10	2	0	0	0	4.83	0.37	ดีมาก
		เฉลี่ย					4.85	-	ดีมาก

3.4 การวิเคราะห์ผลการประเมิน

ตารางที่ 2 สรุปได้ว่าการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ด้านการออกแบบ อยู่ในระดับดี เฉลี่ยเท่ากับ 4.25 ด้านคุณภาพ อยู่ในระดับดีมาก เฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และ ด้านการใช้งาน อยู่ในระดับดี เฉลี่ยเท่ากับ 4.25 ตารางที่ 3-3 สรุปได้ว่าการประเมินของผู้เรียน ด้านการออกแบบ อยู่ในระดับดีมาก เฉลี่ยเท่ากับ 4.85 ด้านคุณภาพ อยู่ในระดับดีมาก เฉลี่ยเท่ากับ 4.90 และ ด้านการใช้งาน อยู่ในระดับดีมาก เฉลี่ยเท่ากับ 4.85 จากสรุปผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และ ผู้เรียน จำนวน 12 คน ที่ใช้งานของเครื่องกระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์ พบว่า ในภาพรวมทุกหัวข้ออยู่ในระดับ ดี และ ดีมาก ไม่มีหัวข้อใด ที่ได้คะแนนอยู่ในระดับต่ำกว่าดี แสดงว่า เครื่องกระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์ที่ประดิษฐ์ขึ้นมานั้น ผู้เชี่ยวชาญ และผู้เรียน มีความพึงพอใจทั้งด้านการออกแบบ ด้านคุณภาพ และ ด้านการใช้งาน

4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและสร้างกระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อลดการใช้กระดาษจริง ในการสอบที่เป็นแบบทดสอบปรนัยหลายตัวเลือก ซึ่งส่งผลในการช่วยลดปัญหาโลกร้อน โดยการลดใช้กระดาษจริง มาใช้เครื่องกระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์แทน กระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์สามารถ ใช้ได้กับแบบทดสอบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก ได้สูงสุด 100 ข้อ ผู้สอนสามารถป้อนเฉลยไว้ล่วงหน้า เพื่อรอคอยเปรียบเทียบคำตอบที่ผู้เรียนทำ และเครื่องกระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์ สามารถประมวลผลคำตอบออกมาเป็นคะแนน ได้อย่างรวดเร็ว และ สามารถตรวจสอบตำตอบของผู้เรียนที่ทำ ว่าข้อใด ถูก หรือผิด

ผลการประเมินกระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์ ของผู้เชี่ยวชาญ และผู้เรียนที่ใช้งาน พบว่า มีความพึงพอใจโดยรวม ทั้งด้านการออกแบบ ด้านคุณภาพ และ ด้านการใช้งาน ด้านการออกแบบ อยู่ในระดับดีมาก ด้านคุณภาพ อยู่ในระดับดีมาก และด้านการใช้งานอยู่ในระดับดีมาก และผลการทดสอบทางด้านเทคนิค ปรากฏว่า เครื่องกระดาษคำตอบอิเล็กทรอนิกส์ มีความถูกต้องในการตรวจคำตอบ ร้อยละ 100 หมายความว่า ไม่มีความผิดพลาดในการตรวจให้คะแนน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ชิโนรส สุทธิตานนท์ แผนกวิชาช่างไฟฟ้า คณะวิชาไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพดอกคำใต้ ที่ให้ช่วยเหลือในด้านต่างๆ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] วัชรินทร์ เคารพ และคณะ . คู่มือการทดลอง PIC 16F877 และ PIC 18F458 . กรุงเทพมหานคร : บริษัท อีทีที จำกัด , 2546

[2] วัชรินทร์ เคารพ. เรียนรู้และเข้าใจสถาปัตยกรรมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อีทีที จำกัด , 2546

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการบริการแก้ปัญหาสำหรับเจ้าหน้าที่
The Development of Help Desk Services System

ธิติ จันตะคุณ[1] ธาดา จันตะคุณ[2] และเกษรินทร์ รุ่งเรือง[3]

[1]สาขาระบบสารสนเทศคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
[2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
[3]ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Emails: thithi100@hotmail.com, thada@cs.rmu.ac.th, ann_annnn@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการบริการแก้ปัญหาสำหรับเจ้าหน้าที่เพื่อสนับสนุนผู้ใช้ที่เกี่ยวข้องกับระบบให้สามารถทำงานได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว อีกทั้งยังช่วยลดระยะเวลาในการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับขั้นตอนในการสนับสนุนการบริการได้ โดยระบบแบ่งผู้ใช้ออกเป็น 2 ส่วนดังนี้ ส่วนของสมาชิก และส่วนของผู้ดูแลระบบ ซึ่งผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน และผู้ใช้งานจำนวน 10 คน โดยใช้แบบประเมินค่าชนิด 5 ระดับ ผลปรากฏว่าระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการบริการแก้ปัญหาสำหรับเจ้าหน้าที่มีประสิทธิภาพการใช้งานอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.25, S.D. = 0.35 และ $\overline{X}$ = 4.38, S.D. = 0.47)

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศ ระบบสนับสนุนการบริการ ระบบศูนย์กลางการให้คำแนะนำ

Abstract

This research proposes the Help Desk Services System via the Intranet. This system has been developed to support related users. Therefore, the users can work quickly and comfortably. Moreover, the users spend less time to follow the steps of the solving problems. The proposed system has 2 groups of users: member and administrator. The system was evaluated by 5 experts and 10 users. The Help Desk Services System was evaluated by Likert Scale. The evaluation result was implied that the quality of the system was good ($\overline{X}$ = 4.25, S.D. = 0.35 and $\overline{X}$ = 4.38, S.D. = 0.47).

Keyword: Information System, Helpdesk System, Help Desk Services System

1. บทนำ

ปัจจุบันระบบสารสนเทศเข้ามามีบทบาท และสร้างโอกาสการดำเนินงานสำหรับองค์กรทุกระดับ ช่วยให้องค์กรรับ และกระจายข่าวสาร ช่วยนำเสนอผลิตภัณฑ์และบริการ ช่วยปรับโครงสร้างและขั้นตอนการทำงานให้สะดวกรวดเร็ว ถูกต้อง และอาจช่วยเปลี่ยนแปลงรูปแบบการดำเนินงานขององค์กรได้

การบริการแก้ปัญหาสำหรับเจ้าหน้าที่เป็นการช่วยเหลือการแก้ปัญหาทางคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งต้องการความถูกต้อง และรวดเร็ว ปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนเกื้อหนุนก็ คือเทคโนโลยีด้านสารสนเทศคอมพิวเตอร์ และการสื่อสารในทางกลับกัน ผู้ร้องขอบริการซึ่งเป็นบุคลากรนี้ได้ย้อนกลับมามีบทบาทต่อการพัฒนาในด้านการบริการแก้ปัญหาสำหรับเจ้าหน้าที่ ดังนั้น การแลกเปลี่ยนข่าวสาร วิทยาการความรู้ ทักษะ และประสบการณ์จากการประสบปัญหาต่างๆ จึงเป็นกลไกที่สำคัญประการหนึ่งของการเพิ่มขีดความสามารถของการแก้ปัญหาสำหรับเจ้าหน้าที่ เนื่องด้วยปัจจุบันการดำเนินการแก้ปัญหาของเจ้าหน้าที่ยังทำงานด้วยระบบมือ ตั้งแต่ขั้นตอนการลงบันทึกความเสียหาย พิจารณาความเสียหาย ตลอดจนการแจ้งผลการซ่อมบำรุง ผู้ร้องขอบริการไม่สามารถทราบลำดับการรอซ่อมบำรุงของตนเอง ซึ่งช่างเทคนิคจะดำเนินการและให้คำปรึกษาการแก้ปัญหาต่างๆ ทำให้เสียเวลาและโอกาสในการปฏิบัติการซ่อมบำรุงอย่างมากทำให้เกิดความล่าช้า ขาดความสะดวก และทันท่วงที

จากปัญหาข้างต้นดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการบริการแก้ปัญหาสำหรับเจ้าหน้าที่เพื่อสนับสนุนผู้ใช้ที่เกี่ยวข้องกับระบบให้สามารถทำงานได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว อีกทั้งยังลดระยะเวลาในการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับขั้นตอนการบริการแก้ปัญหาสำหรับเจ้าหน้าที่ได้โดยทำงานในรูปแบบเว็บแอพพลิเคชัน

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการบริการแก้ปัญหาสำหรับเจ้าหน้าที่ มีดังต่อไปนี้

2.1 การบริหารและการจัดการ Helpdesk

การบริหารและการจัดการ Helpdesk [1] เป็นระบบการทำงานที่ใช้เป็นศูนย์กลางในการรวบรวมและจัดการกับงานบริการที่ถูกขอเข้ามา รวมถึงปัญหาและคำถามทางด้าน IT ขององค์กร ผู้ใช้จะได้รับบริการหรือความช่วยเหลือเพื่อจัดการกับงาน ปัญหา และคำถามทางด้าน IT ที่เกิดขึ้น ข้อมูลที่ถูกสร้างและเก็บในระบบ Helpdesk จะถูกนำมาประมวลผลหาข้อสรุปเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป หน่วยงานที่ดูแลระบบนี้ในบางที่อาจจะเรียกรวมเป็นฝ่าย IT หรือฝ่าย Helpdesk หรือบางที่อาจจะแบ่งเป็นหน่วยงานย่อยภายใต้ฝ่าย IT แล้วเรียกว่าฝ่าย Computer Support Center ฝ่าย IT Solutions Center หรือฝ่าย Technical Support Center ก็ได้

2.2 การจัดการความรู้ (Knowledge Management-KM)

เป็นการรวบรวมองค์ความรู้ที่มีอยู่อย่างกระจายมาพัฒนาให้เป็นระบบ เพื่อให้บุคลากรในองค์กรสามารถเข้าถึงองค์ความรู้และสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งความรู้จำแนกออกเป็น 2 ประเภท [2] ได้แก่

2.2.1 ความรู้ที่ฝังในคน (Tacit Knowledge) เป็นความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ ซึ่งเรียกว่าเป็นความรู้แบบนามธรรม

2.2.2 ความรู้ชัดแจ้ง (Explicit Knowledge) เป็นความรู้ที่ได้จากการบันทึก เป็นลายลักษณ์อักษร ทฤษฎี คู่มือ ซึ่งเรียกว่าความรู้แบบรูปธรรม

การจัดการความรู้จะเน้นไปที่การเข้าถึงแหล่งความรู้ สามารถตรวจสอบ และตีความได้ เมื่อนำไปใช้แล้ว เกิดความรู้ใหม่ ก็นำมาสรุป เพื่อนำไปอ้างอิง และให้ผู้อื่นเข้าถึงได้ต่อไป

2.3 เว็บแอพพลิเคชัน

เป็นโปรแกรมที่อยู่ในเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) ที่ทำหน้าที่ให้บริการเมื่อมีการร้องขอการใช้บริการจากทางไคลเอนต์ (Client) ผ่านทางโปรโตคอลสำหรับสื่อสารผ่านเว็บ เช่น HTTP ซึ่งการแสดงผลนั้น จะแสดงผลของผลลัพธ์ที่ได้จากการร้องขอในรูปแบบของเอกสาร HTML ผ่านทางเว็บบราวเซอร์ (Web Browser) [3] ซึ่งปัจจุบันภาษาหรือScript Language ที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นได้แก่ ASP,PHP,ASP.NET,C# เป็นต้น

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลเพื่อช่วยสนับสนุนการแก้ไขปัญหาระบบงานคอมพิวเตอร์ สำหรับกรมที่ดิน [4] ซึ่งรวบรวมปัญหาและวิธีแก้ไขที่เกิดจากการใช้งานด้านระบบงานคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ไว้เป็นฐานข้อมูลเพื่ออำนวยความสะดวกและเป็นแนวทางในการนำไปแก้ไขปัญหา โดยใช้ภาษา PHP และ MySQL เป็นฐานข้อมูล มีข้อด้อยในส่วนของการบริหารจัดการฐานข้อมูลที่ใช้ MySQL ซึ่งไม่รองรับการทำ Database Cluster ในกรณี Server Down

งานวิจัยเรื่องระบบรับแจ้งและติดตามปัญหาของเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต [5] โดยเสนอในรูปแบบของเว็บ โดยผู้ใช้งานสามารถที่จะแจ้งปัญหาแก่เจ้าหน้าที่ได้ทันที โดยเจ้าหน้าที่ไม่ต้องเสียเวลาตรวจสอบตำแหน่งของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีปัญหา โดยใช้ภาษา ASP.NET และใช้โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล MS SQL SERVER 2005 ระบบสามารถรับแจ้งและติดตามปัญหาของเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินทราเน็ตได้ในระดับดี มีข้อด้อยในส่วนของการเพิ่มสิทธิ์ผู้ใช้ ต้องผ่านผู้ดูแลระบบเพียงคนเดียว ซึ่งถือเป็นภาระหนักสำหรับเจ้าหน้าที่ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ดูแลระบบ

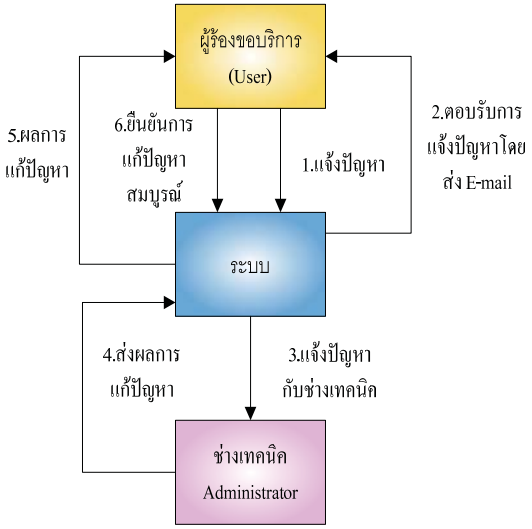
งานวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบสนับสนุนการแก้ปัญหาสำหรับเจ้าหน้าที่ Helpdesk บนอินเตอร์เน็ต กรณีศึกษา บริษัท โกซอฟต์ ประเทศไทย จำกัด [6] โดยระบบสามารถทำการตรวจสอบ และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยเทคนิค Knowledge Management ประโยชน์ที่ได้รับจากการพัฒนาระบบนี้คือ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของผู้ใช้ให้สามารถแก้ไขปัญหาได้สะดวกมากขึ้น แก้ไขปัญหาด้วยตนเองได้ โดยมีข้อด้อยคือการรายงานเป็นแบบเฉพาะรายเดือน ผู้ดูแลระบบไม่สามารถกำหนดช่วงเวลาของข้อมูลที่จะนำมาออกรายงานได้

จากงานวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ในการพัฒนาระบบใหม่ ดังนี้ จากงานวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลเพื่อช่วยสนับสนุนการแก้ไขปัญหาระบบงานคอมพิวเตอร์[4] ผู้วิจัยปรับปรุงให้ทำการจัดการฐานข้อมูลแบบ Data Bases Cluster โดยใช้ Microsoft SQL Server 2005 ทำการติดตั้งแบบ Cluster บนระบบปฏิบัติการ Windows 2003 R2 และจากงานวิจัยเรื่องระบบรับแจ้งและติดตามปัญหาของเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต[5] ผู้วิจัยปรับปรุงโดยให้ระบบสามารถเพิ่มผู้ดูแลระบบ และการเพิ่มสิทธิ์ผู้ใช้สามารถสมัครสมาชิกก่อน ผู้ดูแลระบบจึงอนุมัติการเป็นสมาชิกได้ซึ่งระบบใหม่นี้ได้แก้ปัญหาโดยพัฒนาระบบให้มีความยืดหยุ่น ซึ่งลดการทำงานในการกรอกข้อมูลสมาชิกของผู้ดูแลระบบด้วย และจากงานวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบสนับสนุนการแก้ปัญหาสำหรับเจ้าหน้าที่ Helpdesk บนอินเตอร์เน็ต กรณีศึกษา บริษัท โกซอฟต์ ประเทศไทย จำกัด[6] ผู้วิจัยปรับปรุงระบบให้สามารถกำหนดการออกรายงานแบบช่วงเวลา แบบช่วงวันที่เดือน และปี ได้เพื่อให้กระบวนการแก้ปัญหาของเจ้าหน้าที่มีความถูกต้องและเหมาะสม และง่ายต่อการตรวจสอบ

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วิเคราะห์ระบบ

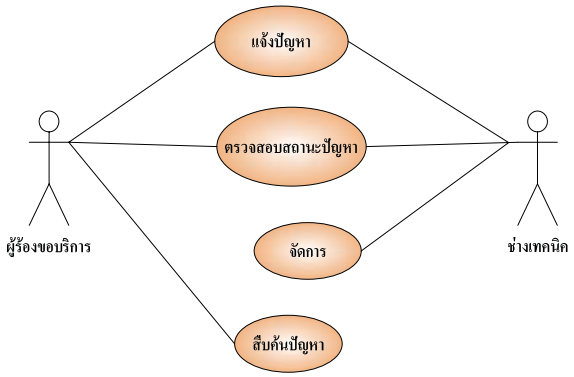
ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ และวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ด้วยวิธีการสัมภาษณ์ สอบถาม และการค้นคว้างานวิจัยจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการบริการแก้ปัญหาสำหรับเจ้าหน้าที่เพื่อเป็นสื่อกลางให้ผู้ร้องขอบริการ และช่างเทคนิค สามารถติดต่อสื่อสารได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

3.2 การออกแบบระบบ

การออกแบบโครงสร้างของระบบออกแบบโดยใช้ภาษา UML (unified Modeling Language) ซึ่งสามารถเขียนแผนภาพยูสเคส ได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 Use-Case Diagram ของระบบ

3.3 การพัฒนาระบบ

ในขั้นตอนการสร้างและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการบริการแก้ปัญหาสำหรับเจ้าหน้าที่ ได้พัฒนาบนระบบปฏิบัติการ Windows 2003 Server ในส่วนของเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) ใช้ Internet Information Server 5.0 (IIS) ที่ติดตั้งมาพร้อมกับโปรแกรม Windows 2003 Server และใช้ภาษา ASP และ HTML ในการสร้างหน้าเว็บเพจ ส่วนโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลใช้ Microsoft SQL Server 2005 และในส่วนการออกแบบหน้าจอการติดต่อกับผู้ใช้งาน(Graphic User Interface) ใช้โปรแกรม Adobe Photoshop CS และ Macromedia Flash

3.4 การทดสอระบบ

1. การทดสอบโดยผู้พัฒนาระบบ ใช้วิธีการทดสอบประสิทธิภาพแบบแบล็กบอกซ์ (Black Box Testing) เป็นกระบวนการทดสอบการทำงานของระบบโดยรวมทั้งหมดว่ากระบวนการทำงานถูกต้องตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการหรือไม่ โดยทำการทดสอบการทำงานแต่ละฟังก์ชันการทำงานทั้งหมดเพื่อหาข้อบกพร่องของโปรแกรม หลังจากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้ดีขึ้น

2. การทดสอบระบบในขั้นเบต้า (Beta Stage) นำระบบไปทำการทดสอบประสิทธิภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการพัฒนาระบบจำนวน 5 คน และผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 10 คน โดยผู้วิจัยกำหนดหัวข้อของการทดสอบคือ การประเมินหน้าที่โปรแกรม การประเมินด้านการใช้โปรแกรม และความปลอดภัย จากนั้นทำการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

หน้าจอการสืบค้นปัญหา ผู้ใช้งานสามารถสืบค้นปัญหาที่มีคำตอบอยู่ภายในระบบได้ โดยจะแสดงรายละเอียดของเลขที่ปัญหา ประเภท วิธีแก้ปัญหาที่มี ดังภาพที่ 3



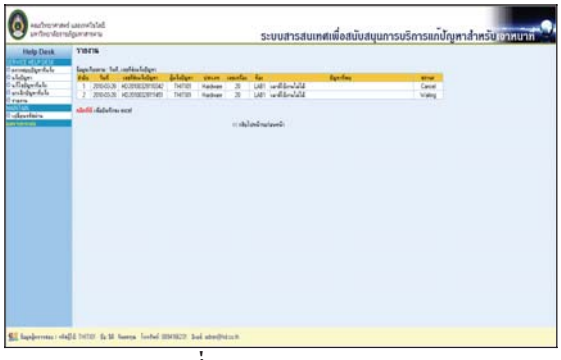
ภาพที่ 3 หน้าจอสืบค้นปัญหา

หน้าจอการแจ้งปัญหาคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้งานสามารถแจ้งปัญหาด้านคอมพิวเตอร์ โดยระบุประเภท หมายเลขเครื่อง ห้อง และปัญหาที่พบ ดังภาพที่ 4



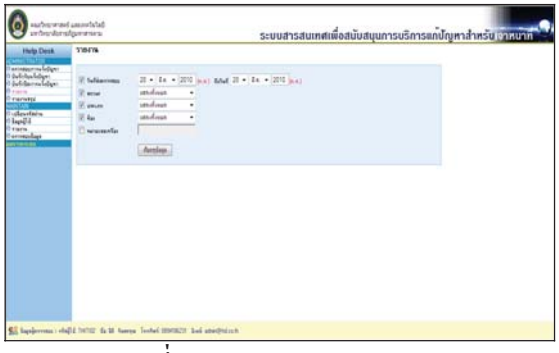
ภาพที่ 4 หน้าจอแจ้งปัญหาคอมพิวเตอร์

หน้าจอรายงาน ผู้ใช้งานตรวจสอบรายงาน โดยสามารถตรวจสอบได้จากวันที่ส่งตรวจสอบ หรือตรวจสอบตามสถานะ Waiting, In process, Complete, Cancel โดยสามารถบันทึกรายงานผ่านทาง Microsoft Excel ดังภาพที่ 5



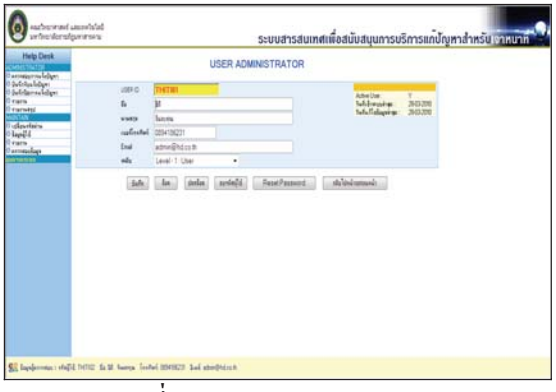
ภาพที่ 5 หน้าจอรายงานของผู้ใช้

หน้ารายงาน ผู้ดูและระบบสามารถเรียกดูข้อมูลรายงานได้จาก วันที่ส่งตรวจสอบ สถานะ ประเภท ห้อง และหมายเลขเครื่อง และสามารถบันทึกลง Microsoft Excel ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 หน้าจอรายงานของผู้ดูแลระบบ

หน้าจอการเปลี่ยนข้อมูลผู้ใช้ ผู้ดูและระบบสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข ล็อค ปลดล็อค เปลี่ยนรหัสผ่าน ของผู้ใช้งานดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 หน้าจอรายงานของผู้ดูแลระบบ

4.2 ผลการทดสอบระบบ

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ค่าเฉลี่ยของระดับประสิทธิภาพของระบบ เท่ากับ 4.25 ซึ่งสามารถแปลความได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับประสิทธิภาพ
1.การประเมินด้านหน้าที่ของโปรแกรม	4.24	0.30	ดี
2.การประเมินด้านความสามารถทำงานตามความต้องการผู้ใช้	4.20	0.32	ดี
3.การประเมินด้านการใช้งานโปรแกรม	4.26	0.38	ดี
4.การประเมินด้านความปลอดภัย	4.60	0.48	ดี
ผลสรุปการประเมินประสิทธิภาพระบบ	4.25	0.35	ดี

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้งานทั่วไปเกี่ยวกับระบบ โดยผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 10 คน ค่าเฉลี่ยของระดับประสิทธิภาพของระบบ เท่ากับ 4.38 ซึ่งสามารถแปลความได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้ใช้ทั่วไป

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับประสิทธิภาพ
1.การประเมินด้านหน้าที่ของโปรแกรม	4.40	0.48	ดี
2.การประเมินด้านความสามารถทำงานตามความต้องการผู้ใช้	4.50	0.48	ดี
3.การประเมินด้านการใช้งานโปรแกรม	4.44	0.48	ดี
4.การประเมินด้านความปลอดภัย	4.30	0.44	ดี
ผลสรุปการประเมินประสิทธิภาพระบบ	4.38	0.47	ดี

5. สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากผลการประเมินระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการบริการแก้ปัญหาสำหรับเจ้าหน้าที่โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งาน สามารถสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพการใช้งานอยู่ในระดับดี สามารถช่วยลดขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินงาน อีกทั้งยังช่วยสนับสนุนช่างเทคนิคให้สามารถประเมินผลได้สะดวกและรวดเร็ว ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ระบบควรแจ้งผลการแก้ปัญหาให้ผู้ร้องขอบริการได้ทราบผ่าน SMS

5.2.2 ระบบควรสนับสนุนช่างเทคนิคให้สามารถตรวจสอบปัญหาโดยผ่านคอมพิวเตอร์มือถือหรือพีดีเอได้

5.2.3 ระบบควรมีการสรุปเป็นกราฟภาพรวมของการแก้ปัญหารายสัปดาห์ หรือรายเดือน

6. เอกสารอ้างอิง

[1] บรรจง หะรังษี และพิเชษฐ์ สารภาค. “การบริหารและการจัดการ Helpdesk.” วารสาร NECTEC ปีที่ 7 (พ.ค.-มิ.ย. 2543) : 18-23.

[2] รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. “การจัดการองค์ความรู้ (Knowledge Management).”กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

[3] M.Bellinaso. “ASP.NET 2.0 Website Programming Problem-Design-Solution,” USA: Wiley Publishing, 2006.

[4] วลัยพร พุทธิปรางค์. “การพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลเพื่อช่วยสนับสนุนการแก้ไขปัญหาระบบงานคอมพิวเตอร์ สำหรับกรมที่ดิน ,” ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

[5] นฤพจน์ พลนิเทศ. “การพัฒนาระบบรับแจ้งและติดตามปัญหาของเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต,” ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

[6] พัชนี จันทร์เพชร. “ระบบสนับสนุนการแก้ปัญหาสำหรับเจ้าหน้าที่ Helpdesk บนอินเทอร์เน็ต กรณีศึกษา บริษัท โกซอฟท์ ประเทศไทย จำกัด,” ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

เทคโนโลยีทางการศึกษา

รหัสบทความ

NCTeched 03 MET 01-NCTeched 03 MET 16

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก

Development of Web-based Instruction for Web Design and Construction Course with Collaborative Learning Using Blogs

สายพิน งามสง่า และ จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
saipin_pk@hotmail.com, jpp@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้าง เว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ เว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยการใช้เว็บบล็อก ที่ประกอบด้วย บทเรียน แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียน แบบทดสอบหลังเรียน กิจกรรม เว็บบล็อก และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของผู้เรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปากเกร็ด จำนวน 50 คน เลือกมาด้วยวิธีการโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) วิธีดำเนินการวิจัย เริ่มจากศึกษาข้อมูลและหลักสูตรรายวิชา กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง กำหนดแบบแผนการทดลอง สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยให้ผู้เรียนเรียนผ่านเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลตามหลักสถิติ ผลการวิจัยพบว่าเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.96/80.92 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนพบว่า คะแนน การทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่นัยสำคัญทางสถิติ .05 และผลการประเมินหาความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.94) แสดงให้เห็นว่า เว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับ การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

คำสำคัญ : เว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยการใช้เว็บบล็อก

Abstract

The purpose of this research was to develop improve the efficiency in teaching web design and construction with collaborative learning using blogs. The instrument used in the study included web-based instruction, pretest, quizzes, posttest, blog activates, and a questionnaire asking about the students' satisfaction. The sample group was 50 students in Matayom 3 at Pakkred Secondary School. These students were randomly selected using the simple random sampling technique. The research methods started from studying the curriculum and course information, determining population

and sample, designing the study plan, as well as preparing the research instruments. In this research, student learned about web design and construction through the web-based instruction with collaborative learning using blogs. The student'scores in the course were statistically analyzed to find the efficiency of the web-based instruction program. The finding show a quite high efficiency value of 84.96/80.92 obtained from the web-based instruction and this value is definitely higher than the standard value of 80/80. The research also found that the posttest score of the students are significantly higher than their pretest scores. Considering the students' satisfaction, the mean level of the satisfaction is 3.34 reflecting the high satisfaction level of the students in the study group. According to these findings, the web-based instruction developed in this research was found to be highly efficient and capable to be applied in the course of web design and construction with collaborative learning using blogs.

Keywords : Web-Based Instruction, Web Design and Construction Course, Collaborative Learning Using Blogs.

1. บทนำ

การให้การศึกษาที่เป็นพื้นฐานเบื้องต้นที่ดีแก่ผู้เรียนให้มีความเข้าใจในเนื้อหาทั้งทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติเป็นรากฐานที่นำไปสู่การมีศักยภาพในการพัฒนาเทคโนโลยีชั้นสูง เพื่อการพัฒนาประเทศต่อไป ปัจจุบันปัญหาการเพิ่มจำนวนประชากรนับเป็นอุปสรรค์สำคัญในด้านการเรียนการสอน ผู้สอนต้องรับผิดชอบผู้เรียนในแต่ละห้องมีจำนวนมากและรับผิดชอบคาบสอนในแต่ละสัปดาห์มากเกินไป นอกจากนี้ยังต้องสอนเนื้อหาซ้ำกันในแต่ละสัปดาห์ การที่ผู้สอนต้องรับผิดชอบผู้เรียนที่มีจำนวนมากในแต่ละห้อง เกิดผลกระทบทำให้ผู้เรียนละเลยที่จะทำกิจกรรม ในชั้นเรียน ไม่กล้าแสดงออก ผู้เรียนไม่สามารถจดจำคำสั่งภาคทฤษฎี และนำไปปฏิบัติได้

การนำนวัตกรรม และเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ Web Blog เข้ามาใช้ในระบบการศึกษา จะทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านการเรียน เป็นวิธีการหนึ่งในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการนำ เทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ให้เหมาะสม โดยเฉพาะในวิชาคอมพิวเตอร์ 3 (การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ) ซึ่งมีรายละเอียดของเนื้อหารายวิชาเกี่ยวกับการสร้างเว็บเพจ การตกแต่งเว็บเพจให้สวยงาม และการศึกษาเกี่ยวกับขั้นการทำงานคำสั่งต่าง ๆ นอกจากนี้การนำ Web Blog มาใช้กับการเรียนการสอนในห้องเรียนที่มีผู้เรียนจำนวนมากทำให้ช่วยดึงดูดความสนใจให้ทำกิจกรรมในชั้นเรียนกล้าแสดงออก เพิ่มการจดจำคำสั่ง และสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง การประยุกต์ใช้ Blog เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนได้โดยผู้สอนควรปรับแต่ง Blog ให้น่าสนใจ ดึงดูดผู้เรียนให้อยากเข้ามาอ่านและร่วมแสดงความคิดเห็น และเนื้อหาที่นำเสนอก็ไม่น่าเบื่อ Blog ยังให้โอกาสผู้เรียนในการเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา เพียงแค่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้เท่านั้น ผู้เรียนก็จะสามารถเข้าถึงบทเรียนได้ตลอด อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มทักษะด้านคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน หรือ ระหว่างผู้สอน และทำกิจกรรมที่หลากหลายได้มากกว่าการเรียนในห้องเรียนปกติ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเรียนการสอนด้วยเว็บช่วยสอน

แนวโน้มของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในอนาคตอันใกล้นี้คาดการณ์กันไว้ว่าจะเปลี่ยนแปลงจากระบบที่ใช้งานโดยลำพัง(Standalone Based System)ไปเป็นระบบที่ใช้งานผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Net-Based System) เนื่องจากอัตราการขยายตัวการใช้งานทางด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีจำนวนมากขึ้นทุกนาที โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีการประมาณการไว้ว่าจำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตปัจจุบันทั่วโลกมีเกินกว่า 15,000 ล้านคน โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้น 1 คน ทุกๆ 2 วินาที พัฒนาการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงปรับเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอใหม่ไปเป็นบทเรียนที่นำเสนอบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานซึ่ง

ได้แก่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำเสนอผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (WBI/WBT) เป็นต้น นอกจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์(Web Based Instruction:WBI) แล้วยังมีบทเรียนอื่นๆที่นำเสนอผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ตัวอย่าง เช่น IBT (Internet-Based Training) NBI (Net-Based Instruction) NBL (Net-Based Learning) และ OT (Online Training) เป็นต้น บทเรียนสมัยใหม่ดังกล่าวนี้พัฒนาขึ้นมาเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายที่นับวันจะยิ่งมีบทบาทมากขึ้น เช่น การเรียนทางไกล (Distance Learning) และมหาวิทยาลัยเสมือน (Virtual University) [1]

2.2 การเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative and Collaborative Learning) เป็นวิธีการ จัดการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่ง ที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติงานเป็นกลุ่มย่อย โดยมีสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถที่แตกต่างกัน เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพการเรียนรู้ของแต่ละคน สนับสนุนให้มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันจนบรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้ นอกจากนี้ การเรียนรู้แบบร่วมมือ ยังเป็นการส่งเสริม การทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะหรือทีม ตามระบอบประชาธิปไตย เป็นการพัฒนาความฉลาดทางอารมณ์ สามารถปรับตัวให้อยู่กับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข [2]

2.3 เว็บบล็อก

ความหมายของบล็อก เป็นคำรวมมาจากคำว่า เว็บล็อก (weblog) เป็นรูปแบบเว็บไซต์ประเภทหนึ่ง ซึ่งถูกเขียนขึ้นในลำดับที่เรียงตามเวลาในการเขียน ซึ่งจะแสดงข้อมูลที่เขียนล่าสุดไว้แรกสุด บล็อกโดยปกติจะประกอบด้วย ข้อความ ภาพ ลิงก์ ซึ่งบางครั้งจะรวมสื่อต่างๆ ไม่ว่า เพลง หรือ วิดีโอในหลายรูปแบบได้ จุดที่แตกต่างของบล็อกกับเว็บไซต์โดยปกติคือ บล็อกจะเปิดให้ผู้เข้ามาอ่านข้อมูล สามารถแสดงความคิดเห็นต่อท้ายข้อความที่เจ้าของบล็อกเป็นคนเขียน ซึ่งทำให้ผู้เขียนสามารถได้ผลตอบกลับโดยทันที คำว่า "บล็อก" ยังใช้เป็นคำกริยาได้ซึ่งหมายถึง การเขียนบล็อก และนอกจากนี้ผู้ที่เขียนบล็อกเป็นอาชีพก็จะถูกเรียกว่า "บล็อกเกอร์" บล็อกเป็นเว็บไซต์ที่มีเนื้อหาหลากหลายขึ้นอยู่กับเจ้าของบล็อก โดยสามารถใช้เป็นเครื่องมือสื่อสาร การประกาศข่าวสาร การแสดงความคิดเห็น การเผยแพร่ผลงาน ในหลายด้าน ไม่ว่า อาหาร การเมือง เทคโนโลยี หรือข่าวปัจจุบัน นอกจากนี้บล็อกที่ถูกเขียนเฉพาะเรื่องส่วนตัวหรือจะเรียกว่าไดอารีออนไลน์ ซึ่งไดอารีออนไลน์นี่เองเป็นจุดเริ่มต้นของการใช้บล็อกในปัจจุบัน [3]

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กำหนดประชากร และคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปากเกร็ด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 580 คน จำนวน 12 ห้องเรียน ซึ่งจัดห้องเรียนแบบคละนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนปากเกร็ด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี จำนวน 50 คน ซึ่งเลือกมาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

3.2 กำหนดแบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design คือ รูปแบบที่มีกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว มีการทำการทดสอบก่อนที่จะทำการทดลอง ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วทดสอบหลังการทดลองทันที

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อนเรียน	การทดลอง	การทดสอบหลังเรียน
E	T_1	X	T_2

ภาพที่ 1 แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียว (One-Group Pretest-Posttest Design)

3.3 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1.1 แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน จากการเรียนด้วยเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก

3.3.1.2 แบบทดสอบระหว่างเรียนจากการเรียนด้วยเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก

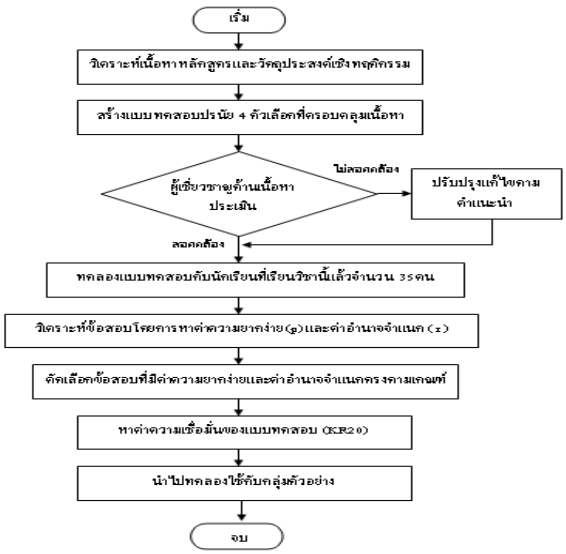
3.3.1.3 แบบประเมินด้านคุณภาพเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 2 ฉบับ คือ แบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และแบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค

3.3.1.4 แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของผู้เรียน จากการเรียนด้วยเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก

3.3.1.5 เว็บช่วยสอนวิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้ แบบร่วมมือด้วยการใช้ เว็บบล็อก

3.3.2 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

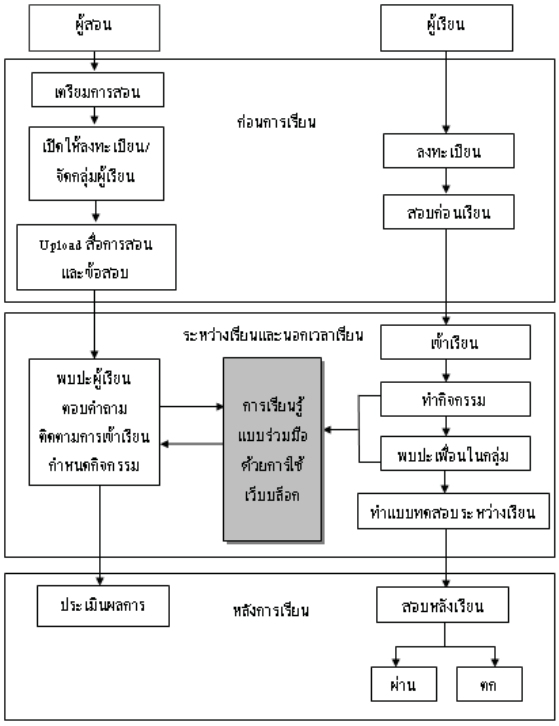
3.3.2.1 ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา เพื่อให้ได้หน่วยเรียนรู้ หัวเรื่อง และวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร และนำมาสร้างเป็น แบบทดสอบก่อน-หลังเรียนและแบบทดสอบระหว่างเรียน ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2 การสร้างและหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ

3.3.2.2 แบบประเมินด้านคุณภาพเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อกและแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของผู้เรียน สร้างโดยการศึกษาจากตำรางานวิจัยและตัวอย่างแบบสอบถามต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.3.2.3 การสร้างเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก มัธยมศึกษาปีที่ 3

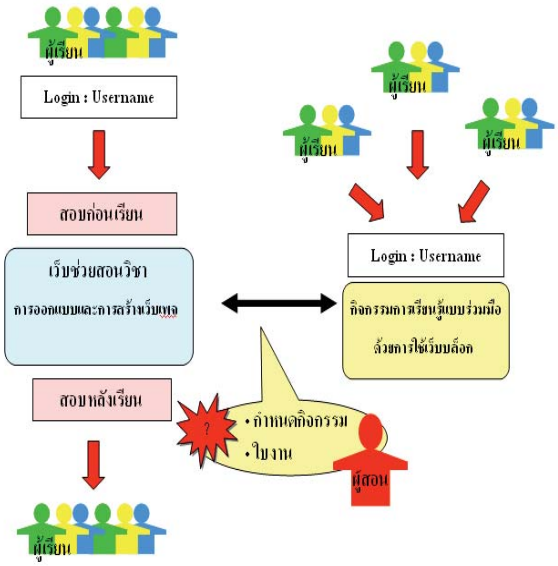


ภาพที่ 3 รูปแบบการพัฒนาเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก

3.4 ดำเนินการการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองครั้งนี้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 50 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของ เว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก และดำเนินการทดลองด้วย เว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ด้วยการใช้เว็บบล็อก ประกอบด้วยเนื้อหารวมทั้งสิ้น 2 เรื่อง โดยได้มาจากวิชาเพิ่มเติม หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ใช้เวลา ใช้เวลา 16 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 คาบ คาบละ 60 นาที รวมทั้งสิ้น 16 คาบแล้วเก็บคะแนนเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยเก็บคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน นำไปวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการเรียนด้วยเว็บช่วยสอนเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับ การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)
- วิเคราะห์หาค่าเบี่ยงเบนมามาตรฐาน (S.D.)
- วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
- ค่าความยากง่าย (p)
- ค่าอำนาจจำแนก (r)
- ค่าความเชื่อมั่น KR-20 (ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน)
- คำนวณหาประสิทธิภาพ E1/E2
- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยสถิติค่าที (t-test)

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอนวิชาการออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน โดยทำการวัดการเรียนรู้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนในแต่ละหน่วย และวัดความรู้จากการทำแบบทดสอบ หลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก ตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด ซึ่งผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบระหว่างเรียนคะแนนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 84.96 ส่วนคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 80.92 แสดงว่าการเรียนด้วยเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.96 / 80.92

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก

จากการเปรียบเทียบระหว่างคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียน โดยการทดสอบด้วยค่า t-test แบบ Dependent Sample Group ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3 ผลการประเมินหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่ได้จากแบบสอบถาม วัดความพึงพอใจของผู้เรียนโดยให้ผู้เรียนทำแบบสอบถามจำนวน 50 คน ซึ่งแบบสอบถามเน้น คุณลักษณะเฉพาะของบทเรียน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านคำแนะนำในการใช้บทเรียน ด้านเนื้อหาบทเรียน ด้านการออกแบบการสอน และ

ด้านการเก็บบันทึกข้อมูลและการจัดการ ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมาก($\bar{x} = 3.94$)

5. สรุปผล

หลังจากได้ดำเนินการวิจัยเพื่อการสร้างและหาประสิทธิภาพของการเรียนด้วยเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วย การใช้เว็บบล็อก ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จนเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1 ประสิทธิภาพของ การเรียนด้วยเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้ แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก โดยคิดจากคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้บทเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน 84.96/80.92 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

5.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 ผลการประเมินหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก อยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 3.94 แสดงว่าผลการประเมินหาความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมาก จากผลการวิจัย สามารถสรุปได้ว่าการเรียนด้วยเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อกที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์และมีความเหมาะสมของบทเรียน อยู่ในระดับดี ดังนั้นจึงสามารถนำ การเรียนด้วยเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อกไปใช้ในการเรียนการสอนได้

6. อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการทำวิจัย เรื่อง การเรียนด้วยเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปากเกร็ด สามารถนำมาอภิปรายผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

6.1 ด้านประสิทธิภาพของการเรียนด้วยเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อกที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เมื่อคิดคะแนนเฉลี่ยร้อยละของการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนแต่ละบท กับแบบทดสอบหลังเรียนที่ผู้เรียนทำได้ มีค่า 84.96 / 80.92 สูงกว่าเกณฑ์ 80 / 80 ที่ตั้งไว้ ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ งานวิจัยของ มนต์ชัย (2539) เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย สำหรับฝึกอบรมครูอาจารย์และนักฝึกอบรม เรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น จำนวน 2 ส่วน มีประสิทธิภาพ 88.23/85.64 ซึ่งค่าสูงกว่าเกณฑ์ 85/85 ที่กำหนดไว้ [1]

6.2 ด้านการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของผู้เรียน ที่เรียนด้วยเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก สูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยวรรณ (2550) ว่าผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาการจัดการฐานข้อมูลสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ช่วงชั้นที่ 4 เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับข้อมูลและฐานข้อมูล สูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 [4]

6.3 ด้านการนำเทคโนโลยีเว็บบล็อกมาใช้กับการเรียนการสอนด้วยเว็บช่วยสอน วิชา การออกแบบและการสร้างเว็บเพจ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เว็บบล็อก ที่พัฒนาขึ้น ผลการประเมินหาความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 3.94 แสดงว่าผลการประเมินหาความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมาก และความเห็นมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน สามารถนำเว็บบล็อกมาใช้ร่วมกับเว็บช่วยสอน ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการเรียนการสอน ข้อแตกต่างของเว็บช่วยสอนแบบเดิมกับการนำเว็บบล็อกมาใช้ร่วมกับเว็บช่วยสอน คือ เปิดโอกาสให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนมีสิทธิ์ที่จะเผยแพร่ข้อมูลและความรู้ต่าง ๆ รวมทั้งข้อคำถามที่ต้องการ ทำให้เกิดความน่าสนใจสามารถดึงดูดผู้เรียนการทำกิจกรรมการเรียน

การสอนร่วมกันทั้งภายในและนอกชั้นเรียน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนสนใจที่จะเข้ามาใช้งานระบบมากขึ้นกล้าแสดงออกและแสดงความคิดเห็นของตนเอง เนื่องจากผู้เรียนก็มีส่วนร่วมในการนำเสนอเนื้อหาเช่นเดียวกับผู้สอน ทำให้เกิดการเรียนแบบแบ่งปันความรู้ให้แก่กันและกัน ก่อให้เกิดสังคมออนไลน์ทางด้านการศึกษา [5] ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปรัชญนันท์ (2550) ว่า เจตคติและความพึงพอใจในการจัดการความรู้ด้วยมัลติเว็บบล็อกของอาจารย์และเจ้าหน้าที่ พบว่าอยู่ในระดับมาก [6]

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

7.1.1 การออกแบบกิจกรรม การวัด และประเมินผลให้มีรูปแบบที่หลากหลายทั้งแบบปรนัย และอัตนัย เพื่อให้ผู้เรียนไม่รู้สึกเหมือนการถูกบังคับให้ทำแบบทดสอบ

7.1.2 ลำดับการเข้าเรียนและร่วมกิจกรรมให้ง่ายขึ้นโดยเข้าสู่ระบบครั้งเดียวให้ครบตามลำดับขั้นตอนการเรียนการสอน

7.1.3 การออกแบบหน้าเนื้อหาบทเรียน ให้มีภาพเป็นภาพเคลื่อนไหว เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจมากขึ้น

7.1.4 ควรเพิ่มวิดีโอบรรยายในเนื้อหาแต่ละบทควบคู่กับข้อความให้มากขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกในการศึกษาและบททวนบทเรียน

7.2 ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรหากิจกรรมที่เป็นที่สนใจในระดับช่วงวัยและทันตามยุคสมัยปรับใช้กับการเรียนการสอนมากขึ้น ดังตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้นำกิจกรรมเว็บบล็อกมาใช้ในการทดลอง แต่ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมเว็บบล็อกจะทำกิจกรรมนอกเหนือจากที่ผู้สอนกำหนด จึงควรหาวิธีที่จะดึงผู้เรียนกลับเข้าสู่การร่วมกิจกรรมให้ตรงกับเนื้อหาของกิจกรรมมากที่สุด โดยใช้วิธีการดังนี้

7.2.1 ผู้สอนเข้าไปร่วมกิจกรรมในแต่ละกลุ่มมากขึ้น

7.2.2 แสดงคะแนนให้ผู้เรียนทราบเป็นระยะๆ ในทุกกิจกรรม

7.2.3 จัดหารางวัลในแต่ละกิจกรรมย่อยเพื่อกระตุ้นความสนใจในการทำกิจกรรมกลุ่มเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการเรียนการสอน

8. เอกสารอ้างอิง

[1] มนต์ชัย เทียนทอง. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับฝึกอบรม ครู-อาจารย์และนักฝึกอบรม เรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์สอน.วิทยานิพนธ์.ครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาหลักสูตรภาควิชาบริหารเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2539.

[2] สุภณิดา ปุสุรินทร์คำ.การพัฒนารูปแบบการแบ่งปันความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเพื่อพัฒนาความเป็นชุมชนนักปฏิบัติของครู ในโรงเรียนที่เข้าร่วมในโครงการหนึ่งอำเภอหนึ่งโรงเรียนในฝันของกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

[3] วิกิพีเดีย.บล็อก.[ออนไลน์].ได้จาก :http://th.wikipedia.org

[4] ปิยวรรณ อินทานนท์.การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาการจัดการฐานข้อมูล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายช่วงชั้นที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[5] ธนาธร ทะนานทอง.การพัฒนาระบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีเว็บบล็อก. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2551.

[6] ปรัชญนันท์ นิลสุข และ ตวงรัตน์ ศรีวงษ์คล.การพัฒนามัลติเว็บบล็อกเพื่อการจัดการความรู้สำหรับสถาบันอุดมศึกษาไทย. งานวิจัยทุนสนับสนุนการวิจัยประเภทนักวิจัยทั่วไป มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

การสร้างบทเรียนมัลติมีเดียเน้นปฏิสัมพันธ์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการถ่ายภาพ โดยใช้เทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ

นายณัฐพล สว่างจิตต์ และ ผศ.ดร.มานิตย์ สิทธิชัย

สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
nattapon.saw@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนมัลติมีเดียเน้นปฏิสัมพันธ์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการถ่ายภาพ โดยใช้เทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และเพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนที่สร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนรัตนาธิเบศร์ ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลากจำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยบทเรียนมัลติมีเดีย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดีย ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนมัลติมีเดีย ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.96/80.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวิธีสอนโดยใช้บทเรียนมัลติมีเดีย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มทดลอง มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ : บทเรียนมัลติมีเดีย การถ่ายภาพ เทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ

Abstract

The purposes of this research were to construct and validate the efficiency of an Interactive Multimedia-Computer Assisted Instruction (I-MMCAI) via Internet on Photography Using Web3D Technology and to compare learning outcome between the students in the experimental group and the controlled group. Also, aimed to evaluate the satisfaction of the students who learned through I-MMCAI. The samples used in this research were 40 students studied in the Mathayom Level 6, Ratthanathibeth School, semester 2, academic year 2008 from the simple random sampling. The tools used in this research consisted of an I-MMCAI via Internet on Photography Using Web3D Technology, the achievement test and the questionnaire for evaluation of the students' satisfaction who learn through I-MMCAI. The results of this research illustrated that firstly, the efficiency of an I-MMCAI via Internet on Photography Using Web3D Technology was 82.96/80.63 which was higher than 80/80 as set criterion. Secondly, the learning outcome of the

students in the experimental group was higher than the learning outcome of the students in controlled group significantly(∝ =.01). Finally, the students' satisfaction after learned through I-MMCAI found that it was in a good level.

Keyword: Multimedia-Computer Assisted Instruction, Photography, Web3D Technology

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้มีการประยุกต์ใช้งานได้อย่างกว้างขวาง คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์อย่างหนึ่งที่มีความสามารถเข้ามาช่วยในการเรียนการสอนได้ ด้วยความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีประกอบกับศักยภาพของระบบข้อมูลซึ่งพัฒนาโลกสู่ยุคข้อมูลข่าวสาร ทำให้แนวทางการพัฒนาด้านการศึกษาก้าวหน้าขึ้นตามลำดับและเกิดการเรียนรู้ที่ไม่จำกัดเฉพาะแต่ในห้องเรียนหรือเฉพาะแต่ที่มีในตำราเรียนเท่านั้น แต่เป็นการเรียนเพื่อเสริมสร้างภูมิปัญญามากขึ้น รวมไปถึงกระบวนการเรียนรู้ในลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง

วิชาการถ่ายภาพ ถือว่าเป็นวิชาพื้นฐานของการศึกษาการถ่ายภาพ ซึ่งมีผู้ทำการศึกษาวิจัยและพัฒนาเครื่องมือต่างๆ พอสมควร ส่วนใหญ่จะเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชุดฝึกอบรมและสื่อวีดิทัศน์ ส่วนสื่อมัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์ที่ใช้ในการเรียนการสอนวิชาถ่ายภาพนั้น จัดว่าขาดแคลน [2] นอกจากนี้ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เทคนิคการถ่ายภาพในหัวข้อต่างๆ เนื่องจากบทเรียนด้านการถ่ายภาพที่มีอยู่ส่วนใหญ่จะเป็นเพียงหนังสือเท่านั้น [3]

วิชาการถ่ายภาพ ง 43218 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี มีสัดส่วนในการเรียนการสอน คือ ทฤษฎี 20/ ปฏิบัติ 80 นักเรียนในรายวิชานี้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำความเข้าใจ และสามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง แต่เนื่องจากปัญหาและอุปสรรคบางประการทำให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนต่ำ ซึ่งปัญหาดังกล่าวคืออุปกรณ์การเรียนการสอนที่มีไม่เพียงพอต่อความต้องการของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียน เรียนรู้ได้ไม่เต็มที่ นอกจากนี้ครูผู้สอนในรายวิชานี้มีเพียงคนเดียว เทียบกับสัดส่วนของนักเรียนซึ่งมีจำนวนมาก ทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนเป็นไปอย่างไม่ทั่วถึง

ปัจจุบันมีการสร้างสื่อการเรียนการสอนต่างๆ มากมายผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอาทิเช่น สื่อในรูปแบบสื่อมัลติมีเดีย บทเรียนมัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์เป็นสื่อที่ควรให้ความสำคัญ เนื่องจากนักเรียนสามารถตอบสนองกับบทเรียนได้และทราบผลของการตอบสนองนั้นทันที ส่วนปฏิสัมพันธ์นั้น หมายถึงกิจกรรมทางการเรียนรู้ที่หลากหลาย ซึ่งหมายรวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนต่อนักเรียน, ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนต่อนักเรียน, และปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนต่อสื่อการเรียนการสอน สิ่งเหล่านี้ต่างเป็นตัวกระตุ้นที่สำคัญ ที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเกิดความสนใจ รวมทั้งสามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนได้ด้วย [7]

เทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ (Web3D Technologies) มีพื้นฐานอยู่บนเว็บเทคโนโลยีซึ่งข้อมูลจะถูกเก็บอยู่บนเซิฟเวอร์และมีการเรียกใช้โดยกลุ่มผู้ใช้งาน โดยแสดงผลบนเว็บเบราเซอร์ การขยายความเร็วของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในปัจจุบันก็มีผลให้การพัฒนาเทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ เป็นไปอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกัน เนื่องจากส่งผลให้การแสดงผลทางด้านกราฟิกดีขึ้น มีกลุ่มผู้ใช้งานมากขึ้น สามารถสร้างสภาพแวดล้อม 3 มิติแบบมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานได้ อีกทั้งยังสามารถนำเสนอเนื้อหาร่วมกับสื่ออื่นๆได้ [6]

จากปัญหาของวิชาการถ่ายภาพ ง 43218 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี ดังกล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยจึงได้ตระหนัก และมีความต้องการแก้ปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการนำแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียนมัลติมีเดีย และเทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ มาใช้สำหรับการเรียนการสอนวิชาการถ่ายภาพ เพื่อเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างรวดเร็วและ สามารถนำความรู้ไปใช้ในภาคปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย

1.1.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนมัลติมีเดีย

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1.1.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนที่สร้างขึ้น

1.2 สมมติฐานของการวิจัย

1.2.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนมัลติมีเดีย ที่พัฒนาขึ้น สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดระดับ 80/80

1.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนมัลติมีเดียสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตของเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือรายวิชาการถ่ายภาพ ง 43218 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี จัดอยู่ในหมวดวิชาเลือกเสรี มีจำนวนหน่วยกิต 1 หน่วยกิต ประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมด 3 บทเรียน ได้แก่

บทที่1 แสงกับการถ่ายภาพบุคคล

บทที่2 วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ

บทที่3 การจัดไฟถ่ายภาพบุคคลในห้องสตูดิโอ

1.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.3.2.1 ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนรัตนาธิเบศร์ ต.สวนใหญ่ อ.เมือง จ.นนทบุรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 3 ห้อง 90 คน

1.3.2.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 40 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ทั้งนี้กลุ่มแรกกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มที่สอง กำหนดให้เป็นกลุ่มควบคุม

1.3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ศึกษาประกอบด้วย ดังนี้

1.3.3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีสอนด้วยบทเรียนมัลติมีเดีย และวิธีการเรียนการสอนแบบปกติ

1.3.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

ก) ประสิทธิภาพของบทเรียนมัลติมีเดีย

ข) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดีย และการเรียนการสอนแบบปกติ

ค) ความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดีย

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทเรียนมัลติมีเดีย

ในปัจจุบันมัลติมีเดียเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในทุกวงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวงการศึกษาได้นำมาใช้เพื่อการเรียนการสอน ความแตกต่างที่ปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจนคือการเข้าสู่โลกสามมิติของมัลติมีเดียที่เรียกว่า ความจริงเสมือน ซึ่งทำให้เสมือนหนึ่งผู้ใช้โปรแกรมได้เข้าไปเดินอยู่ในโปรแกรมนั้นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้งานทางด้านการศึกษาในปัจจุบันและอนาคต คอมพิวเตอร์ในยุคใหม่จึงเปลี่ยนแปลงจากยุคเดิมที่แสดงผลอยู่กับที่ (Static) มาแสดงผลในสภาพเคลื่อนไหว (Dynamic) และอยู่ในรูปที่ผู้ใช้งานติดต่อกับโปรแกรมด้วยภาพกราฟิก (GUI : Graphic user interface) ทำให้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่น่าสนใจสำหรับนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆทางด้านการเรียนการสอน [1]

2.2 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์

ในการเรียนการสอนปัจจุบัน คอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญมากโดยเฉพาะกระแสของการเรียนการสอนแบบ e-learning ที่ได้ก้าวข้าม CAI มา แต่ไม่ว่าจะเป็นการเรียนในรูปแบบใดก็ตามเราจะนึกถึง การออกแบบวิธีการเรียนการสอน การวัดผล การตรวจปรับ การติดต่อสื่อสาร หรือแม้แต่การออกแบบหน้าจอ และ Interface design เช่นการใช้สี การใช้ตัวอักษร ภาพ เสียง สัญลักษณ์ ตลอดจนจิตวิทยาที่มุ่งให้ผู้เรียนหรือผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่ายเสมือนว่ากำลังเรียนจากผู้สอน สิ่งเหล่านี้ถือว่าผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์นั่นเอง [5]

2.3 การจัดแสงไฟในห้องถ่ายภาพ

เป้าหมายหลักของนักถ่ายภาพ คือ ความสามารถในการที่จะถ่ายทอดมโนทัศน์ ความรู้สึกนึกคิดผ่านสื่อที่เป็นภาพถ่ายสู่ผู้บริโภค ซึ่งสิ่งที่จะเป็นเครื่องมือที่ทำให้เกิดผลนี้ได้ จะต้องอาศัยเทคนิควิธีการในการถ่ายภาพบุคคล เช่นการเลือกมุม

กล้อง การจัดแสงไฟ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือหลักในการจัดแสง เพราะการจัดแสงที่เหมาะสมจะช่วยในการสื่อความหมายได้อย่างตรงเป้าหมาย [4]

2.4 เทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ (VRML)

ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีเว็บ 3 มิติที่เป็นที่รู้จักกันดีก็คือ VRML (VRML : Virtual Reality Modeling Language) การทำงานของ VRML นั้นสามารถทำงานร่วมกับเว็บเบราเซอร์ได้ โดยโปรแกรมจะจัดกลุ่มคำสั่งภายในไฟล์ VRML ออกเป็น Node โดยในแต่ละ Node จะมีตัวแปลคำสั่ง (Interpreter) เพื่อแสดงผลลัพธ์ให้แก่ผู้ใช้บนจอภาพ การแสดงผลบนจอภาพนั้น จะขึ้นอยู่กับการ์ดแสดงผลที่สนับสนุนการทำงานของ API (Application Programming Interface) อันได้แก่ OpenGL (Open Graphics Library) หรือ Direct3D ทั้งนี้ในการดูเว็บเพจ VRML ต้องมีโปรแกรมเสริมช่วยการแสดงผล ตัวอย่างเช่น Cosmo player, Flux player เป็นต้น ไม่เช่นนั้นจะไม่สามารถแสดงผลได้ [8]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบสองกลุ่มวัดผลก่อนและหลังการทดลอง (Pretest-Posttest Control Group Design)

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ที่กำหนดสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เลือกลงทะเบียนเรียนวิชาการถ่ายภาพ ง 43218 กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ ได้จากการสุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลากจากนักเรียน 3 ห้องเรียนจำนวน 90 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ทั้งนี้กลุ่มแรกกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มที่สอง กำหนดให้เป็นกลุ่มควบคุม

3.3 การพัฒนาเครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ บทเรียนมัลติมีเดีย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบท้ายบทเรียน แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของผู้เรียน ซึ่งมีรายละเอียดในการพัฒนาดังนี้

3.3.1 ศึกษาหลักการ และวิธีการพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดีย เช่น วิธีการนำเสนอ ประเภทรูปแบบ และส่วนอื่น ๆ จาก เอกสาร คู่มือ หนังสือ ตำราต่างๆ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากการสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านกลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี รายวิชาการถ่ายภาพ เพื่อขอคำแนะนำในการสร้างเครื่องมือ

3.3.2 ศึกษาหลักสูตร วิชาการถ่ายภาพ ง 43218 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี

3.3.3 ศึกษาเครื่องมือสำหรับพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดีย ซึ่งเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับการสร้างบทเรียน เนื้อหาบทเรียน ปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน

3.3.4 ศึกษาหลักการวิเคราะห์เนื้อหา การวัดผล การแสดงผล การวิเคราะห์เนื้อหา เลือกเนื้อหาที่สำคัญ และสามารถนำมาถ่ายทอดในบทเรียนมัลติมีเดีย ให้สามารถเข้าใจได้ง่าย และนำมาเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรรม พร้อมทั้งออกแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

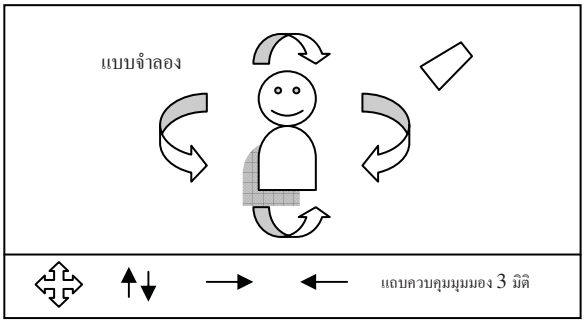
3.3.5 ออกแบบบทเรียนมัลติมีเดีย ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยคัดเลือกหัวข้อที่มีความสำคัญและจำเป็นในการเรียนวิชาการถ่ายภาพ ง 43218 ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหาจำนวน 3 บท ดังนี้

ก) บทที่ 1 เรื่องแสงกับการถ่ายภาพบุคคล

ข) บทที่ 2 เรื่องวัสดุ, อุปกรณ์และเครื่องมือในการถ่ายภาพบุคคล

ค) บทที่ 3 เรื่องการจัดไฟถ่ายภาพบุคลลในห้องสตูดิโอ

ส่วนการออกแบบปฏิสัมพันธ์ของบทเรียน ในรูปแบบที่โต้ตอบกับสื่อ 3 มิติ นั้น แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การออกแบบปฏิสัมพันธ์ในการโต้ตอบกับสื่อ 3 มิติ

จากการออกแบบปฏิสัมพันธ์ ดังภาพที่ 1 นั้น นักเรียนจะสามารถโต้ตอบกับบทเรียนได้โดยการคลิกเมาส์เลือกไปยังแถบควบคุมมุมมอง 3 มิติ ซึ่งนักเรียนสามารถที่จะเลือกการ

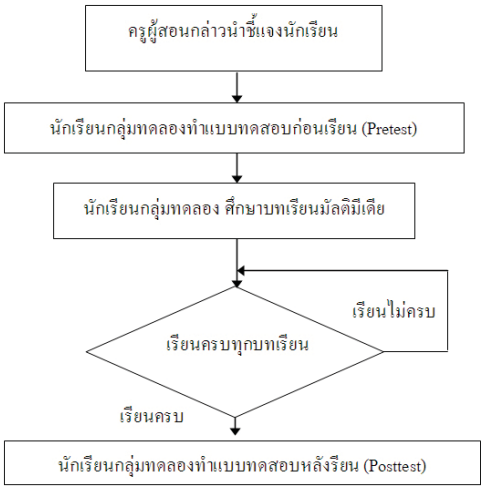
ควบคุมมุมมองได้หลากหลายรูปแบบ เช่น หมุน ขยายเข้า ขยายออก สำรวจเฉพาะตำแหน่ง เป็นต้น เมื่อนักเรียนเลือกรูปแบบปฏิสัมพันธ์แบบใด บทเรียนก็จะโต้ตอบกับนักเรียน โดยแสดงผลให้เห็นในพื้นที่บริเวณด้านบนของหน้าจอ ซึ่งมีแบบจำลอง 3 มิติ นั้นๆปรากฏอยู่

3.4 วิธีดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามแบบของการวิจัยแบบสองกลุ่มวัดผลก่อนและหลังการทดลอง (Pretest-Posttest Control Group Design) โดยดำเนินการทดลอง แบ่งออกเป็น 3 ครั้ง ใช้ระยะเวลารวม 3 สัปดาห์ โดยมีวิธีการทดลอง ดังนี้

3.4.1 กำหนดให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเรียนตามวันและเวลาที่กำหนด

3.4.2 ดำเนินการสอน โดยกลุ่มทดลองเรียนจากบทเรียนมัลติมีเดียโดยมีกระบวนการดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 วิธีดำเนินการทดลอง

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.5.1 การวิเคราะห์ดัชนีความยากของข้อสอบ

3.5.2 การวิเคราะห์อำนาจจำแนกของข้อสอบ

3.5.3 การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (K.-R.#20)

3.5.4 การวิเคราะห์ความความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (Validity) ใช้สูตรของลอว์ชี

3.5.5 การวิเคราะห์ผลประเมินความคิดเห็นของนักเรียนและผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็น

3.5.5.1 การคำนวณคะแนนเฉลี่ย

3.5.5.2 การคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.5.6 การคำนวณดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.5.7 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนมัลติมีเดีย

3.5.8 การวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มเดียวกันโดยทดสอบสถิติค่าที (t-test)

4. ผลของการวิจัย

4.1 ผลการสร้างบทเรียนมัลติมีเดียวิชาการถ่ายภาพ ได้บทเรียนทั้งหมด 3 บทเรียน ซึ่งในแต่ละบทประกอบไปด้วยชื่อบทเรียน วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม รวมทั้งหมด 11 ข้อ มีเนื้อหาทั้งหมด 41 เฟรม เสียงประกอบ จำนวน 40 ไฟล์ และแบบทดสอบ จำนวน 60 ข้อ การนำเสนอเนื้อหาเป็นลักษณะการใช้ตัวการ์ตูน 3 มิติ ดำเนินเรื่องตลอดทุกบทประกอบกับสื่อมัลติมีเดีย ซึ่งลักษณะของบทเรียนในแต่ละส่วน มีดังนี้



ภาพที่ 3 หน้าจอหลักของบทเรียน



ภาพที่ 4 หน้าจอบทเรียนต่างๆ

4.2 ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนมัลติมีเดียวิชาการถ่ายภาพ ประสิทธิภาพของบทเรียนมัลติมีเดีย มีค่าเท่ากับ 82.96/80.63 ซึ่งพบว่า ร้อยละของค่าเฉลี่ย ของคะแนนจากแบบทดสอบท้ายบทเรียน (E_1) เท่ากับ 82.96 และร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (E_2) เท่ากับ 80.63 แสดงว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ (E_1/E_2) อยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80

4.3 ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 24.30 และค่าเฉลี่ยคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 20.00 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน นอกจากนี้ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)ยังพบว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองที่เรียนจากวิธีการสอนโดยใช้บทเรียนมัลติมีเดียวิชาการถ่ายภาพแตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่เรียนจากวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่เรียนโดยวิธีใช้บทเรียนมัลติมีเดียวิชาการถ่ายภาพมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบปกติดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	N	$\overline{X}$	S.D.	F
กลุ่มทดลอง	20	24.30	1.92	89.61**
กลุ่มควบคุม	20	20.00	2.17	

4.4 ผลประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนมัลติมีเดียวิชาการถ่ายภาพ ปรากฏว่า ความคิดเห็นส่วนใหญ่อยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.60 ทั้งนี้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อตัวอักษรและสีมากที่สุด รองลงมาในระดับมากคือ ภาพ ภาษา และเสียง, การจัดการบทเรียน, เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลประเมินความพึงพอใจจากแบบสอบถามของนักเรียนที่ใช้งานบทเรียนมัลติมีเดียวิชาการถ่ายภาพ

รายการ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	4.41	0.57	มาก
2. ภาพ ภาษา และเสียง	4.38	0.60	มาก
3. ตัวอักษรและสี	4.52	0.64	มากที่สุด
4. การจัดการบทเรียน	4.45	0.59	มาก
รวม	4.44	0.60	มาก

5. บทสรุป

การนำเทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ มาใช้ในการสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย วิชาการถ่ายภาพนั้น มีข้อดี คือช่วยให้นักเรียนได้ฝึกซ้อมและทำความเข้าใจไปในแนวทางเดียวกัน กล่าวคือ นักเรียนสามารถที่จะเรียนรู้จากแบบจำลองได้ตามความต้องการ ซึ่งการเรียนรู้จากสื่อ 3 มิติ ทำให้ลดความขัดแย้งและความเข้าใจที่ไม่ตรงกันของนักเรียนได้ นอกจากนี้นักเรียนยังได้เรียนรู้ถึงปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตอีกด้วย ทั้งนี้ในการนำบทเรียนมัลติมีเดียไปใช้ควรมีการเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยประมวลผลเป็น Pentium4 ขึ้นไป มีความเร็วไม่ต่ำกว่า 1.3GHz และควรติดตั้งการ์ดแสดงผลที่มีหน่วยความจำในตัวตั้งแต่ 256 Mb ขึ้นไป สำหรับใช้ในการทำวิจัย เนื่องจากเทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ นั้น ต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการประมวลผลและแสดงผล ทั้งนี้ในการนำสื่อไปทดสอบประสิทธิภาพแต่ละขั้นตอนนั้น ควรมีการปฏิบัติกับกลุ่มตัวแทน ในลักษณะเดียวกันทุกกลุ่มเพื่อควบคุมความเหลื่อมล้ำของผลในการทดสอบประสิทธิภาพกับกลุ่มอื่นๆต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ชเนนทร์ สุขวารี และธนะพัฒน์ ถึงสุข. เปิดโลกมัลติมีเดีย. กรุงเทพมหานคร : นำอักษรการพิมพ์, 2538.

[2] ณัฐพล จีนุพงศ์. การพัฒนาบทเรียนวิชาการถ่ายภาพเบื้องต้นโดยใช้รูปแบบของไฮเปอร์เท็กซ์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2540.

[3] ดวงใจ แก้วมานะประเสริฐ. ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเทคนิคการถ่ายภาพ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.

[4] สมาน เฉตระการ. การถ่ายภาพเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : แผนกการพิมพ์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา, 2529.

[5] สันทัด ทองริน. “ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์”. วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช. ปีที่1 ฉบับที่1 (พฤษภาคม-สิงหาคม 2547) : 51-57.

[6] อุรฉัตร โคแก้ว. “VRML :ภาษาสำหรับจำลองสิ่งเสมือนจริงบนอินเทอร์เน็ต” วารสารศูนย์บริการวิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 (เมษายน-มิถุนายน 2546) : 4-10.

[7] Chris Evans and Nicola J. Gibbons. “The interactivity effect in multimedia learning.” ScienceDirect. Volume 49 (December 2007) : 1147-1160.

[8] Luca Chittaro and Roberto Ranon. “Web3D technologies in learning, education and training : Motivations, issues, opportunities.” ScienceDirect. Volume 49 (August 2007) : 3-18.

การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures

The Construction and Validation of A Interactive 3D Multimedia Web-Based Instruction in "Basal Ganglia and Related Structures"

สมเกียรติ ฟักมี[1], สมคิด แซ่หลี[2], เกรียงไกร อุรุโสภณ[3],

[1,2]ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
fakmee@hotmail.com, ajarnlee@hotmail.com, sikar@mahidol.ac.th
[3]ภาควิชากายวิภาคศาสตร์
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 2 คณะแพทยศาสตร์ศิริราช มหาวิทยาลัยมหิดล ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2552 จำนวน 30 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย ซึ่งกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ระหว่างเรียนได้ทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน และทำแบบทดสอบหลังเรียนเมื่อเรียนจบบทเรียนทั้งหมด นำผลที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยค่าที (ใช้ t-test) ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่ 82.25/81.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ปฏิสัมพันธ์แบบ 3 มิติ เทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ*

Abstract

The purposes of this experimental research were to construct and find out the efficiency of a Interactive 3D Multimedia Web-Based Instruction (i3D-WBI) in "Basic Ganglia and Related Structure" and to compare the students' achievement. The sample group was 30 students in the second year of Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University in the second semester of 2009 academic year, selected by simple random samplings. The sample group was given a pretest, the exercises of each lesson and did the posttest after finishing the whole lessons. The results were

shown as follows : the efficiency of the developed i3D - WBI was 82.25/81.11 which was higher than the criteria 80/80. The average scores of the posttest were significantly higher than average scores of the pretest at the level of .05.

Keyword: Interactive 3D Multimedia Web-Based Instruction, Interactive 3D, Web3D Technology.

1. บทนำ

ในวงการการศึกษา สถาบันการศึกษาทุกระดับตั้งแต่ระดับก่อนประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา ต่างใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน และนับตั้งแต่ปี พ.ศ.2528 เป็นต้นมา กระทรวงศึกษาธิการซึ่งได้เห็นถึงความสำคัญของการใช้คอมพิวเตอร์จึงได้บรรจุวิชาคอมพิวเตอร์ไว้ในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษา ด้วยเห็นว่าผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ เพื่อจะได้ใช้ประโยชน์จากคอมพิวเตอร์ช่วยให้สามารถก้าวทันเทคโนโลยีและอยู่ในสังคมสารสนเทศต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ [1] ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ หมวด 9 มาตรา 65 ที่กล่าวถึงเทคโนโลยีการศึกษาว่า “ให้มีการพัฒนาบุคลากรทั้งด้านผู้ผลิตและผู้ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา เพื่อให้มีความรู้ ความสามารถ และทักษะในการผลิตรวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม มีคุณภาพและประสิทธิภาพ” [2]

ในการเรียนการสอนรายวิชา ศรกว 301 ประสาทกายวิภาคศาสตร์ จำนวน 2 หน่วยกิต หลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล สำหรับนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 2 เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures ซึ่งกล่าวถึงโครงสร้างภายในสมองของมนุษย์มีความซับซ้อนของรูปร่างโครงสร้าง 3 มิติและมีความสัมพันธ์สอดคล้องซึ่งกันและกัน ยากต่อการทำความเข้าใจในระยะเวลาอันสั้น ในการเรียนต้องอาศัยไดอะแกรมจากหนังสือตำราหรือสมองของจริงที่ผ่านการชำแหละจากอาจารย์ใหญ่เป็นลักษณะ 2 มิติ Brain Block (Coronal Section and Horizontal Section) ซึ่งเป็นโครงสร้างแยกส่วน ต้องนำมาประกอบกันเป็นโครงสร้าง 3 มิติ นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการมีจำนวนห้องเรียนมากไปทำให้เกิดปัญหา Specimen หุ่นจำลองทางการแพทย์และอุปกรณ์การเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการจะจัดให้ห้องละ 1-2 ชุด ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้เรียนทุกคน หุ่นจำลองทางการแพทย์ เป็นสื่ออุปกรณ์การเรียนการสอนที่สำคัญ ถึงแม้จำนวน Specimen หุ่นจำลองทางการแพทย์และอุปกรณ์มีเพียงพอก็ตาม แต่ถ้าหากนักศึกษาไม่มีความเข้าใจในการใช้งานก็อาจทำให้ Specimen หรือหุ่นจำลองทางการแพทย์และอุปกรณ์เกิดการชำรุดเสียหายได้ ต้องใช้ระยะเวลาในการผลิต หรือซ่อมแซมให้กลับสู่สภาพเดิม อีกทั้งอาจารย์ประจำวิชาไม่สามารถดูแลได้ทั่วถึง อวัยวะที่ใช้ในการเรียนการสอนนั้นต้องได้รับการรับบริจาคหรือการอุทิศร่างต้องใช้ระยะเวลาในการดองไม่ต่ำกว่า 1 ปี ทำให้ในแต่ละปีการศึกษาสามารถเก็บสมองจากอาจารย์ใหญ่ได้อย่างจำกัด ไม่เกิน 30-40 สมองต่อปี และมีสมองบางส่วนที่ไม่สมบูรณ์จึงไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด นักศึกษาแพทย์มักจะเรียนรู้โดยอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้สาธิตการชำแหละ เนื่องจากสมองมนุษย์นั้น แม้เมื่อผ่านการเก็บรักษาในน้ำยามาแล้ว ก็ยังคงมีความนิ่ม สมองจึงมีโอกาสเสียหายจนไม่อาจใช้ประโยชน์ได้หากปล่อยให้นักศึกษาแพทย์เป็นผู้ชำแหละเอง [3] รวมถึงความเสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคจากชิ้นเนื้อที่เป็นโรค ซึ่งต้องอาศัยความระมัดระวังในการศึกษา หากมีสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับการเรียนรู้ สามารถส่งผลให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพดีขึ้นโดยเฉพาะวิชาชีพทางด้านการแพทย์เป็นวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของคนจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างท่องแท้

ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ จึงเป็นวิธีทางหนึ่งที่ผู้วิจัยสนใจนำมาเป็นสื่อการเรียนการสอน โดยนำเสนอข้อมูลนำเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหวลักษณะ 2 มิติ และ 3 มิติ ที่ปฏิสัมพันธ์ได้ มีระบบเสียงในบทเรียนและตัวอักษร ประกอบคำอธิบายเนื้อหาบทเรียนทำให้ผู้เรียนเข้าใจโครงสร้างของโพรงสมองได้มากขึ้น อีกทั้งการเก็บรักษาได้นานไม่เสียหายชำรุดง่ายสามารถฝึกทบทวนได้ด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น เป็นการแบ่งเบาภาระของอาจารย์ผู้สอนและนำไปใช้

ในการเรียนการศึกษาระดับที่สูงขึ้นไป ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาต่างๆ อีกด้วย

1.1 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1.1.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80

1.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 2 หลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2552 จำนวนทั้งหมด 250 คน

1.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ขณะกำลังศึกษาในภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ในภาคเรียนที่ 2 จำนวน 30 คน จากจำนวนนักศึกษาทั้งหมด 250 คน โดยผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ด้วยการจับสลากชื่อนักศึกษา

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีเนื้อหารายวิชา ศรกว 301 ประสาทกายวิภาคศาสตร์ จำนวน 2 หน่วยกิต หลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล สำหรับนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 2 เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures กล่าวถึงโครงสร้างภายในสมองของมนุษย์ได้แก่ โพรงสมองกลุ่ม Basal Ganglia (Caudate Nucleus, Lentiform Nucleus, Amygdala, Claustrum), Fornix, Hippocampus, Choroid Plexus และ Diencephalon แบ่งเนื้อหาออกเป็น ก) ความหมายและองค์ประกอบของ Basal Ganglia ข) ลักษณะทางกายวิภาคของ Basal Ganglia ค) วงจรการติดต่อของ Basal Ganglia ง) การเคลื่อนไหวผิดปกติที่เกิดจากความบกพร่องหน้าที่ของ Basal Ganglia จ) องค์ประกอบอื่นๆ ที่สัมพันธ์กับ Basal Ganglia (Related Structures) ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาเป็นเนื้อหาของบทเรียน

2.1 เทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ

เทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ (Web3D Technologies) มีพื้นฐานอยู่บนเว็บเทคโนโลยี (Web Technology) ซึ่งข้อมูลถูกเก็บอยู่บนเซิฟเวอร์และมีการเรียกใช้โดยกลุ่มผู้ใช้งานผ่านการแสดงผลบนเว็บเบราเซอร์ การขยายความเร็วของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในปัจจุบันมีผลให้การพัฒนาเทคโนโลยีเว็บ 3 มิติเป็นไปอย่างรวดเร็วและส่งผลให้การแสดงผลทางด้านกราฟฟิกดีขึ้น นอกจากนี้สามารถสร้างสภาพแวดล้อม 3 มิติ ที่สามารถมีปฏิสัมพันธ์แบบ 3 มิติ และยังออนไลน์กับผู้ใช้งานพร้อมนำเสนอเนื้อหาร่วมกับสื่อมัลติมีเดียอื่นๆได้ เช่น รูปภาพและวีดีโอ [4]

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 2 คณะแพทยศาสตร์ ศิริราช มหาวิทยาลัยมหิดล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 30 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย โดยการนำตัวบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม 3 มิติ ซึ่งสามารถมีปฏิสัมพันธ์แบบ 3 มิติ กับผู้ใช้งาน จากนั้นนำไปออนไลน์บนเว็บเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษา ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่ 82.25/81.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เห็นได้ว่าการนำเทคโนโลยี 3 มิติ การสร้างปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ และนำไปใช้งานบนเว็บได้ผลดี [5] [6] และ [7]

3. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยได้ดำเนินการตามแผนการวิจัยแบบ หนึ่งกลุ่มสอบก่อน- สอบหลัง (One Group Pretest Posttest Design)

3.1 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ

3.1.1 ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาวิชาประสาทกายวิภาคศาสตร์ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures จากเอกสารประกอบการสอนหลักสูตรการเรียนการสอนรายวิชา ศรกว 301 ประสาทกายวิภาคศาสตร์ เพื่อแบ่งขอบเขตเนื้อหาออกเป็นข้อๆ

3.1.2 ศึกษาเครื่องมือสำหรับพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียซึ่งเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับการสร้างบทเรียน เนื้อหาบทเรียน ปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน ภาพประกอบในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ

3.1.3 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ได้มีการวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมที่จะเลือกมาสร้างในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ

3.1.4 กำหนดลำดับเนื้อหาออกเป็นตอนๆ ให้มีความชัดเจน และเป็นระเบียบ เพื่อความสะดวกในการเข้าถึงเนื้อหา ซึ่งลำดับเนื้อหาแบ่งเป็นหัวข้อ

ก) ความหมายและองค์ประกอบของ Basal Ganglia

ข) ลักษณะทางกายวิภาคของ Basal Ganglia

ค) วงจรการติดต่อของ Basal Ganglia

ง) การเคลื่อนไหวผิดปกติที่เกิดจากความบกพร่องหน้าที่ของ Basal Ganglia

จ) องค์ประกอบอื่นๆ ที่สัมพันธ์กับ Basal Ganglia (Related Structures)

3.1.5 นำเนื้อหาที่ได้มาเขียนบทสคริปต์ ออกแบบหน้าจอบทเรียน เพื่อความสะดวกในการสร้างโดยกำหนดรายละเอียดของภาพที่ปรากฏ รูปแบบตัวอักษร สีที่ใช้ภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว ตลอดจนเพลงบรรเลง เพื่อให้เกิดความเหมาะสมในแต่ละหน้าจอ

3.1.6 นำบทสคริปต์ที่แก้ไขแล้ว มาออกแบบหน้าจอเมนู หน้าจอการปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ จากนั้นใช้โปรแกรม 3 มิติสร้างสมอง 3 มิติ และสร้างปฏิสัมพันธ์แบบ 3 มิติเพื่อสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ

3.1.7 ประเมินผลและแก้ไขบทเรียน เป็นการประเมินผลบทเรียน และนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขส่วนต่างๆ ที่พบข้อบกพร่อง เพื่อให้ได้บทเรียนที่มีคุณภาพ

3.1.8 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ไปใช้ทำการทดลองรายบุคคล (One-to-One Evaluation) โดยทดลองใช้กับผู้เรียน 1 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่อง Basal Ganglia and Related Structures มาแล้ว เพื่อทำการตรวจสอบปัญหาในด้าน การใช้งาน การใช้ภาษา เสียง และภาพประกอบ แล้วนำมาแก้ไขข้อบกพร่อง

3.1.9 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ไปทดลองแบบกลุ่มย่อย (Small Group Evaluation) โดยทดลองใช้กับผู้เรียนจำนวน 5 คน เพื่อศึกษาปัญหาเพิ่มเติมในการหาข้อบกพร่องด้านการใช้งาน

3.1.10 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองภาคสนาม (Field Trial Evaluation) ซึ่งเป็นการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริง ดังนี้

- เตรียมผู้เรียน โดยแจ้งกำหนดวัน เวลา และสถานที่ให้กลุ่มตัวอย่างทราบล่วงหน้า 1 สัปดาห์
- เตรียมคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์จำนวน 30 ชุด หูฟัง 30 ชุด พร้อมลงโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์ออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ติดตั้ง Anark Player เพื่อการแสดงผล 3 มิติ ณ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ประดิษฐ์ เจริญไทยทวี คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ในคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องและตรวจสอบคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องสามารถเรียกใช้งานได้

- จัดผู้เรียนจำนวน 30 คน เข้าห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ นั่งประจำเครื่องละ 1 คน จากนั้นผู้วิจัยได้แนะนำถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยเรียกผ่าน URL คือ http://10.7.2.201/sec/ ให้ผู้เรียนทำการใส่ Username และ Password เพื่อ Login เข้าสู่บทเรียน จากนั้นเริ่มเข้าสู่บทเรียน

- ดำเนินกิจกรรมการเรียน ทุกคนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ที่อยู่ในระบบคลังข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ที่ได้คัดเลือกข้อสอบไว้แล้ว ซึ่งจะมีการเก็บคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียน ใช้เวลาทำแบบทดสอบก่อนเรียน 40 นาที แล้วจึงทำการเก็บคะแนน จากนั้นจึงเริ่มเข้าสู่เนื้อหาบทเรียนแต่ละบท และเมื่อเรียนรู้เนื้อหาในบทนั้นจบให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบระหว่างบทเรียนให้เสร็จก่อนจะข้ามไปเรียนยังเนื้อหาในบทต่อไป แล้วจึงทำการเก็บคะแนนแต่ละบทเรียน โดยใช้เวลาเรียน 60 นาที และให้พัก 10 นาที ก่อนทำแบบทดสอบหลังเรียน

- วัดผลสัมฤทธิ์หลังจบกิจกรรมทันที เมื่อผู้เรียนผ่านการเรียนรู้เนื้อหา และทำแบบทดสอบจนครบทุกบทเรียนแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่อยู่ในระบบคลังข้อสอบ จำนวน 30 ข้อ ที่ได้คัดเลือกข้อสอบไว้แล้ว โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบ 40 นาที จึงเป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการ

- นำผลคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ โดยหาค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบตามสูตร E1/E2 จากนั้นทดสอบค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน ของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียน เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการทดสอบค่าที (t-test Dependent) ในอันดับต่อไป

3.2 การสร้างแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.1 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures

3.2.2 สร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 85 ข้อ

3.2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

3.2.4 นำแบบทดสอบ 85 ข้อ ไปทดลองกับนักศึกษาแพทย์ ชั้นปีที่ 3 จำนวน 30 คน ที่เคยผ่านการเรียนเรื่อง Basal Ganglia and Related Structures มาแล้ว

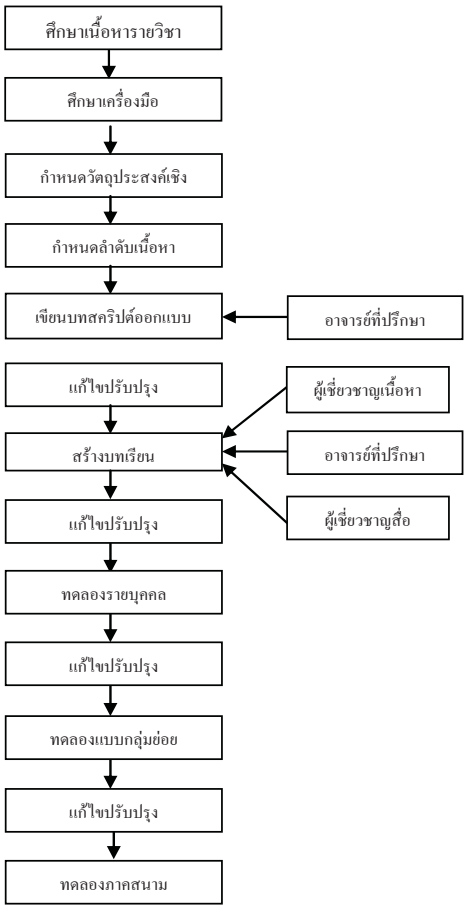
3.2.5 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน KR-20 ผลค่าความยากง่าย 80 ข้อ ค่าอำนาจจำแนก 60 ข้อ ได้แบบทดสอบจำนวน 61 ข้อ

3.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค

3.3.1 แต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญสำหรับประเมินสื่อด้านเนื้อหา จากนั้นจึงนำบทเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน พร้อมแบบประเมินสื่อทางด้านเนื้อหาเพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา

3.3.2 ด้านเทคนิคผลิตสื่อ จะพิจารณาด้านต่างๆ เช่น การดำเนินเรื่อง การใช้ภาษา แบบทดสอบ ประเมินด้านส่วนนำบทเรียน เนื้อหาของบทเรียน แต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญสำหรับประเมินสื่อด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน พร้อมแบบประเมินคุณภาพสื่อด้านเทคนิคผลิตสื่อ เพื่อทำการประเมินสื่อ

3.3.3 ผู้วิจัยออกแบบแบบประเมินโดยพิจารณาจากหัวข้อหลักๆ เพื่อนำไปวิเคราะห์เป็นข้อย่อยให้ได้รายละเอียดครอบคลุมในแต่ละด้านให้ครอบคลุมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออน์ไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ และนำแบบประเมินดังกล่าวให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่าน ประเมินคุณภาพของสื่อด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ สรุปขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

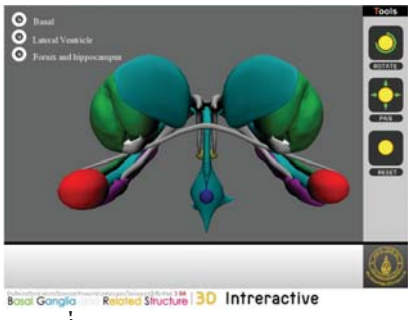
4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ

บทเรียนที่สร้างขึ้น เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ มีลักษณะการนำเสนอเป็นแบบศึกษาเนื้อหา (Tutorial) มีจำนวนบทเรียนทั้งหมด 5 บทเรียน ประกอบไปด้วย ชื่อบทเรียน วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม รวมทั้งหมด 19 ข้อ มีเนื้อหาทั้งหมด 48 เฟรม และข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ จำนวน 61 ข้อ โดยได้นำข้อสอบไปใช้ประกอบกับสื่อมัลติมีเดีย



ภาพที่ 2 : หน้าจอหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ 3 หน้าจอสำหรับดูแบบจำลอง 3 มิติ

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures

ตารางที่ 1 ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ (n=30)

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ
ระหว่างเรียน (E1)	31	25.50	0.86	82.25
หลังเรียน (E2)	30	24.33	1.92	81.11

จากตารางที่ 1 แสดงว่า ผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E1) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 82.25 และผลคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบหลังเรียน (E2) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 81.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures ที่ผู้วิจัยสร้างนั้นมีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ตามวัตถุประสงค์

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มทดลองโดยการทดสอบหาค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ด้วยการทดสอบค่าแจกแจงแบบที (t-Test) ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ (n=30)

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	t คำนวณ	t ตาราง
ก่อนเรียน	30	15.67	22.91	1.68
หลังเรียน	30	24.33		

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่า df = 29

จากตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures t ที่คำนวณมีค่าเท่ากับ 22.91 มากกว่าค่า t ที่เปิดจากตารางที่ระดับความเชื่อมั่น .05 (df = 29) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.68 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. สรุป

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures ที่สร้างขึ้น โดยคิดจากคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้บทเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 82.25 / 81.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures ที่สร้างขึ้น สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาจากค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังเรียนพบว่า มีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียน เนื่องมาจากผู้ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ได้ทำแบบทดสอบหลังเรียนหลังจากที่เรียนเนื้อหาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยจัดทำเนื้อหาแต่ละบทได้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด พร้อมทั้งมีแบบฝึกหัดระหว่างเรียนให้ผู้เรียนได้ประเมินความรู้ที่ได้เรียนมาในแต่ละบทเพื่อเสริมความเข้าใจให้มากขึ้น นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถศึกษาหรือทบทวนบทเรียนที่ไม่เข้าใจในแต่ละบทได้อีก ภายในบทเรียนมีภาพเคลื่อนไหวแสดงเนื้อหาประกอบเพื่อเสริมความเข้าใจ และกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในบทเรียนมากขึ้น จึงทำให้ผลการเปรียบเทียบผลคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] อรจรีย์ ณ ตะกั่วทุ่ง. องค์การเอื้อการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2543. 270-289.

[2] _____. ประมวลการสอนหลักสูตรแพทยศาสตร์บัณฑิต, 2548 :1

[3] นิสากร ปานประสงค์. อาจารย์ใหญ่. ที่มา นิตยสาร UPDATE ปีที่ 12 ฉบับที่ 137 มกราคม - กุมภาพันธ์ 2541 สืบค้นจาก http://www.elibonline.com/doctors/gen_anatomy01.html (22 มีนาคม 2552)

[4] Luca Chittaro and Roberto Ranon. “Web3D technologies in learning, education and training :Motivations, issues, opportunities.” ScienceDirect. Volume 49 (August 2007): 3-18.

[5] นายณัฐพล สว่างจิตต์. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเน้นปฏิสัมพันธ์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการถ่ายภาพโดยใช้เทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

[6] Mathew, Norman Fraser. “The Development and Implementation of Web-Based Instruction toCreate Self-Paced Learning Environment in Career and Technology Studies.”Dissertation Abstracts International. (2000) : 28-79.

[7] สรชัย ชวรางกูร. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจ ของนักเรียน ช่วงชั้นที่ 2 ที่มีต่อการ์ตูนแอนิเมชั่นรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

กรอบแนวคิดรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบปัญหาเป็นฐานผ่านบทเรียนแสวงรู้บนเว็บ แบบบทบาทสมมติและ FishBowl

A framework of Problem Based Learning with WebQuest Using Role play and FishBowl Technique

ธัญญรัตน์ น้อมพลกรัง[1] และ มนต์ชัย เทียนทอง[2]

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ

E-mail: [1]thanyaratn@kmutnb.ac.th, [2]monchai@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

ในการวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกเป็นการศึกษากรอบแนวคิดสำหรับรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบปัญหาเป็นฐานผ่านบทเรียนแสวงรู้บนเว็บ แบบบทบาทสมมติและ FishBowl และขั้นตอนที่สองเป็นการนำกรอบแนวคิดในขั้นตอนแรกไปใช้การวิจัยเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในลำดับถัดไป บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอกรอบแนวคิดรูปแบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมความสามารถในการวางแผน วิเคราะห์ และสังเคราะห์ ซึ่งเกิดจากค้นคว้าหาวิธีการแก้ปัญหาของผู้เรียน ส่วนสำคัญของกิจกรรมแบบปัญหาเป็นฐานคือแหล่งข้อมูลสำหรับค้นคว้า ซึ่งได้ออกแบบให้ค้นคว้าผ่านบทเรียนแสวงรู้บนเว็บที่ได้รวบรวมแหล่งข้อมูลที่มีอยู่ในอินเทอร์เน็ต นอกจากนี้เพื่อเสริมให้เกิดเกิดสังคมการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำเสนอการใช้เทคนิคบทบาทสมมติและเทคนิค FishBowl ของการเรียนรู้แบบช่วยเหลือกัน

คำสำคัญ: การเรียนแบบปัญหาเป็นฐาน การเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคบทบาทสมมติ เทคนิค FishBowl บทเรียนแสวงรู้บนเว็บ

Abstract

In this research was divided into 2 steps. The first step, we was studied a framework of Problem based Learning with WebQuest using Role play and Fishbowl technique. And the next step, we will apply the framework to support learning activities subsequently. The purpose of this paper, we present the framework that emphasized active learning. The learner was constructed cognitive skills from various learning activities, through researching information to solve a problem on WebQuest according their role-play. In conclusion process, FishBowl technique is used for expression the group idea to the others.

Keyword: Problem Based Learning, Collaborative Learning, Role Play Technique, FishBowl Technique, WebQuest

1. บทนำ

การเรียนรู้ในสังคมแห่งการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนไปจากเดิมที่เน้นผู้สอนและวิธีการสอนก่อให้เกิดรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแห่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ เพื่อเร้าความสนใจในการเรียนรู้ แหล่งข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายพร้อมทั้งสภาพแวดล้อมทางการเรียนที่สนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูล ความรู้หรือประสบการณ์ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง [7] โดยการพัฒนาดังกล่าวเป็นไปอย่างสอดคล้องตาม พ.ร.บ. การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 [1] ที่มีความมุ่งหมายที่จัดแนวทางการเรียนรู้ที่ จะช่วยครูในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แต่ไม่ใช่ให้ผู้เรียนเรียนเองตามลำพัง ครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรือผู้ให้คำแนะนำให้ผู้เรียนทราบเป้าหมาย ทราบวิธีการในการเรียนรู้ ซึ่งการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองนั้นผู้เรียนต้องมีบทบาทหน้าที่เป็นฝ่ายรุก (Active Learning) สนใจ ใฝ่รู้ รู้จักตั้งคำถาม พิจารณาแยกแยะ ค้นหาคำตอบ วิเคราะห์ จำแนก จัดหมวดหมู่ สรุป ประยุกต์และคาดการณ์ แต่ทักษะนี้จะเกิดขึ้นได้ต้องการส่งเสริมทั้งกระบวนการคิดและกระบวนการกลุ่ม การจัดการเรียนการสอนในระดับมหาวิทยาลัย ได้เปลี่ยนวิธีการสอนแบบบรรยายมาเป็นการสอนแบบเน้นการเรียนจากปัญหา โดยเฉพาะในสาขาแพทยศาสตร์ ธุรกิจ และ การผลิตครู โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ให้ความสำคัญกับผู้เรียนตลอดจนรูปแบบการเรียนของผู้เรียนโดยเน้นประสบการณ์ [2] แต่เนื่องด้วยเวลาและปริมาณเนื้อหาที่ผู้เรียนจะต้องศึกษาในแต่ละรายวิชา มักจะไม่เอื้ออำนวยให้การเรียนการสอนในรูปแบบดังกล่าวได้ในทุกรายวิชา เป็นผลให้เทคโนโลยีสารสนเทศกลายเป็นสื่อที่เข้ามามีบทบาทสำคัญที่มาช่วยให้ผู้สอนสามารถออกแบบบทเรียนที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติได้ด้วยตนเอง โดยอาศัยแหล่งค้นคว้าที่มีอยู่อย่างหลากหลาย ช่วยให้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว เครื่องมือหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อมุ่งเน้นการเรียนที่เสริมสร้างการเรียนรู้ด้วยตนเองนั่นคือ บทเรียนการแสวงรู้บนเว็บ (WebQuest) เป็นการใช้แหล่งความรู้ที่มีอยู่มากมายบนระบบอินเทอร์เน็ต สามารถใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้สอน ในรูปแบบของกิจกรรมและสมมติฐาน โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาบูรณาการ ฝึกนิสัยและทักษะในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า กระบวนการทำงานกลุ่มและการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ บนระบบอินเทอร์เน็ต [3]

นอกจากความสามารถในการแก้ไขปัญหาแล้ว กิจกรรมที่ควรส่งเสริมในการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือ การสร้างสัมพันธภาพระหว่างบุคคล เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลช่วยเหลือกันให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ร่วมกันภายในกลุ่มผู้เรียน รูปแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือ (Collaborative Learning) ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มีคุณลักษณะของการแบ่งปัน เข้าใจเป้าหมาย มีการยอมรับซึ่งกันและกัน เชื่อมั่นและมีขอบเขตความรับผิดชอบที่ชัดเจน มีการติดต่อสื่อสารในสิ่งแวดล้อมที่เป็นทั้งแบบเป็นทางการและไม่เป็นทางการ มีการตัดสินใจจากการลงความเห็นร่วมกัน ซึ่งผู้สอนจะเป็นผู้เอื้ออำนวยและชี้แนะให้ นักเรียนได้มองเห็นทางออกของปัญหานั้นๆ [3] จึงได้ถูกนำมาใช้เพื่อจัดกิจกรรมกลุ่มของผู้เรียน

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงศึกษา รูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานด้วย WebQuest โดยจัดรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือ ผู้เรียนแต่ละคนศึกษา ค้นคว้า ตามบทบาทสมมติพร้อมทั้งได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับกลุ่มอื่นๆ เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

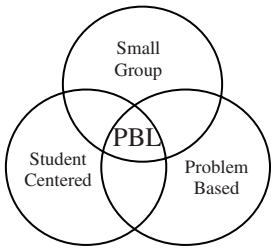
2.1 การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning : PBL)

PBL เป็นได้ทั้งหลักสูตรและกระบวนการ โดยหลักสูตรเกิดมาจากการเลือกและการออกแบบปัญหา ที่ทำให้เกิดการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหา การวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเองและการทำงานเป็นทีม สำหรับกระบวนการนั้นกล่าวถึงวิธีการดำเนินงานอย่างเป็นระบบเพื่อทำการแก้ไขปัญหา [8] โดยกระบวนการการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้สัมผัสและมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาและส่งเสริมทักษะการคิดระดับสูง การบูรณาการการเรียนรู้

การเรียนรู้อย่างอิสระ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการจัดการข้อมูล การเรียนรู้ด้วยตนเอง การทำงานเป็นทีม และทักษะการสื่อสาร โดยใช้ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไป การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาบนพื้นฐานของเหตุและผล และการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ผู้เรียนจะได้รับมอบหมายเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มให้ดำเนินการสืบค้น [4] ดังนั้นผู้สอนจำเป็นต้องออกแบบทั้ง 2 ส่วน โดยเริ่มต้นจากการกำหนดปัญหาที่สอดคล้องกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนเพื่อให้การเรียนรูปแบบดังกล่าว จากงานวิจัยของสรพงษ์ [5] พบว่าพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกมา ไม่ว่าจะเป็นการนำเสนอผลงานผู้เรียนนำเสนอผลงานตามเวลาที่กำหนด สามารถตอบคำถามได้อย่างครบถ้วน พร้อมทั้งสามารถประเมินผลงานตนเองได้ แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนสามารถเรียนการแก้ปัญหา พร้อมทั้งวางแผนการเรียนและทำงานเป็นทีมอย่างเป็นระบบ ควบคุมทิศทางการเรียนของกลุ่มได้ ซึ่งนอกจากการกำหนดประเด็นปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนแก้ไขแล้ว เพื่อความสมจริงของการแก้ไขปัญหา ได้เพิ่มเทคนิคการกำหนดบทบาทสมมติ (Role-play) ในกระบวนการแก้ปัญหา ดังใน David Eaton และ Andrew [9] ที่ได้จัดกลุ่มผู้เรียนและกำหนดบทบาทสมมติให้ผู้เรียนในการเรียนรู้ พบว่าผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนในรูปแบบที่แตกต่างจากเดิม มีความสามารถประเมินประสิทธิภาพและผลกระทบจากการทำงานมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งตระหนักถึงผลของการตัดสินใจที่ผิดพลาด แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนพัฒนาความสามารถในกระบวนการคิด จากผลการศึกษาข้างต้นจะเห็นว่าการแก้ปัญหาจะสำเร็จผลได้ต้องอาศัยความร่วมมือกันของสมาชิกภายในกลุ่ม

2.2 การเรียนแบบร่วมมือในการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Collaborative Learning in PBL)

กลุ่มการเรียนแบบร่วมมือเพื่อแก้ปัญหา (Collaborative problem-solving groups) เป็นคุณลักษณะสำคัญของ PBL เพื่อให้ผู้เรียนสามารถกระจายภาระหน้าที่ความรับผิดชอบของสมาชิกภายในกลุ่ม [10] เพื่อให้เกิดความช่วยเหลือกันเรียนรู้ภายในกลุ่มตามหลักการเรียนแบบร่วมมือ ดังภาพที่ 1 [11] แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนแบบแก้ปัญหา ที่ต้องอาศัยกระบวนการกลุ่มที่ต้องร่วมมือกัน โดยที่สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มแสวงหาข้อมูล เพื่อช่วยสมาชิกในกลุ่มเพื่อแก้ไขปัญหาเป็นผลให้เกิดการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นดำเนินกิจกรรมร่วมกัน



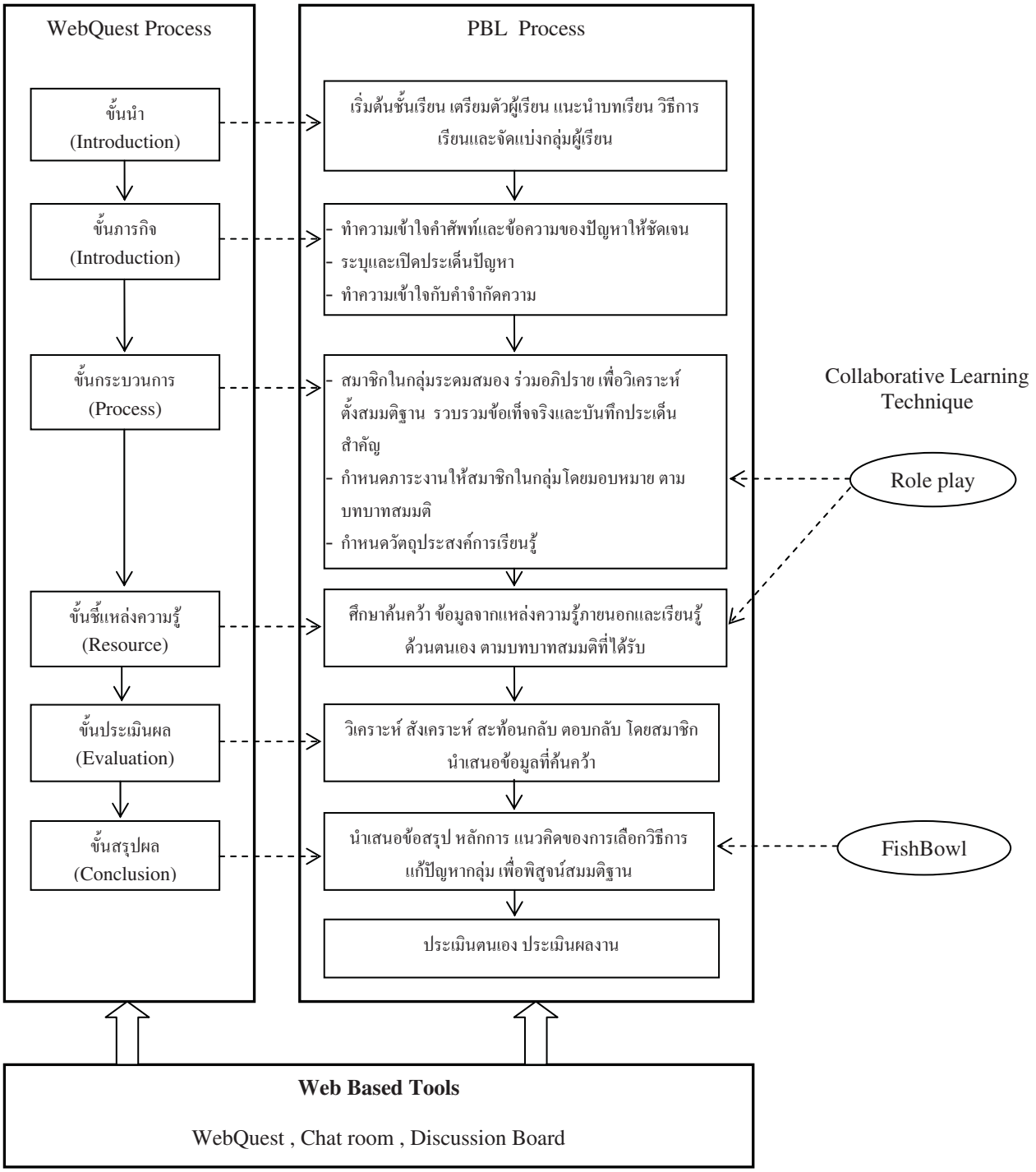
ภาพที่ 1 PBL in Dental Education

แต่การทำงานร่วมกันในบางครั้งย่อมเกิดปัญหาในการทำงานกลุ่ม [12] ซึ่งสามารถสรุปได้คือ (1) ผู้เรียนแต่ละคนใช้ระยะเวลาในการศึกษาไม่เท่ากัน (2) ผู้เรียนบางคนอาจจะพยายามที่จะควบคุมกลุ่ม (3) ผู้เรียนบางคนที่เป็นคนขี้อายอาจจะไม่ชอบการทำงานเป็นทีม (4) อาจเกิดการโต้แย้งกันภายในกลุ่ม (5) สมาชิกบางคนไม่ให้ความร่วมมือในการทำงาน (6) ความยากของงานอาจเป็นให้ผู้เรียนไม่สามารถทำความเข้าใจกับเรื่องนั้นๆ ได้ดีพอ เพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าว เทคนิคบทบาทสมมติสามารถนำมาช่วยในการกำหนดขอบเขตภาระหน้าที่ของสมาชิกแต่ละคนอย่างชัดเจน พร้อมทั้งส่งเสริมให้แสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นด้วย FishBowl ซึ่งเป็นเทคนิคที่ช่วยให้เกิดการอภิปราย แสดงความคิดเห็นร่วมกันพิสูจน์ข้อเท็จจริง ผ่านการสนทนากับผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เรียนคนอื่นๆ โดยจัดแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มวงในและกลุ่มวงนอก โดยกลุ่มวงในเป็นกลุ่มที่สิทธิในการแสดงความคิดเห็น กลุ่มวงนอกเป็นผู้สังเกตการณ์ [13]

นอกจากการจัดรูปแบบการเรียนการสอนแล้ว การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการจัดการเรียนการสอน ทั้งแหล่งสารสนเทศ การติดต่อสื่อสารระหว่างกลุ่ม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ภายในสังคม

2.3 บทเรียนแสวงรู้บนเว็บ (WebQuest)

WebQuest คือกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการแสวงรู้โดยมีฐานสารสนเทศที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์บนแหล่งสารสนเทศต่างๆ บนอินเทอร์เน็ตและอาจเสริมด้วยระบบการประชุมทางไกล



ภาพที่ 2 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบปัญหาเป็นฐาน ด้วย WebQuest ในรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือแบบบทบาทสมมติ (Role play) และ FishBowl

โดยออกแบบให้ผู้เรียนใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพ เน้นการใช้สารสนเทศมากกว่าการแสวงหาสารสนเทศ สนับสนุนผู้เรียนในเรียนรู้ขั้นการคิดอย่างวิเคราะห์ สังเคราะห์และการประเมินค่า ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้จินตนาการและทักษะการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้เรียนจึงต้องค้นพบและสร้างสรรค์ด้วยตนเองหรือในกลุ่มของผู้เรียน ผู้เรียนจะท่องไปใน World Wide Web ที่เสนอแนะไว้อย่างมีความหมาย ผู้เรียนทำหน้าที่กลั่นกรองสารสนเทศที่ได้รับนั้น [6] สอดคล้องกับลักษณะของการเรียนแบบปัญหาเป็นฐานที่ต้องการเสริมสร้างความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning : SDL) จากแหล่งสารสนเทศ ดังในงานวิจัยของ Ahmed Hassanien [14] ที่ได้ศึกษาการใช้งาน WebQuest เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอน พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในหลักการของการเรียนรู้ของ WebQuest และผู้เรียนส่วนใหญ่มีความต้องการที่จะขยายการเรียนรู้ของตนเองนอกเหนือจากที่กิจกรรมและสิ่งสนับสนุนที่ไว้ในหลักสูตร ผู้เรียนพบคุณค่าใหม่ๆ สำหรับแหล่งความรู้ที่สามารถหาได้บนอินเทอร์เน็ต

3. ผลการดำเนินงาน

จากการสังเคราะห์ทฤษฎีการเรียนการสอนและงานวิจัยในข้างต้น ผู้วิจัยขอเสนอรูปแบบการเรียนการสอนแบบปัญหาเป็นฐาน ในการเรียนแบบร่วมมือแบบเทคนิคบทบาทสมมุติและ Fishbowl ด้วย WebQuest ดังแสดงในแผนภาพที่ 2 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการของ WebQuest และ กระบวนการของ PBL สามารถอธิบายได้ตามขั้นตอนได้ดังนี้

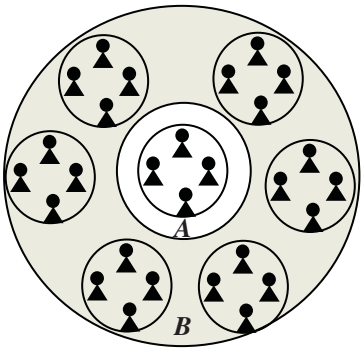
(1) ขั้นเตรียมพร้อม เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนทำความเข้าใจในการขั้นตอนการเรียน จัดแบ่งกลุ่มผู้เรียน

(2) ขั้นภารกิจ (Task) ผู้เรียนได้รับหัวข้อปัญหา ผ่านทาง WebQuest ผ่านทางเว็บไซต์ นอกจากหัวข้อปัญหาแล้ว ต้องกำหนดและชี้แจงบทบาทของสำหรับการร่วมมือกันศึกษาหาหนทางหรือข้อมูลของสมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่ม

(3) ขั้นปฏิบัติการ (Process) ผู้เรียนทำการระดมสมองวิเคราะห์และตั้งสมมติฐาน กำหนดวัตถุประสงค์ รวบรวมข้อเท็จจริงจากภารกิจที่ได้รับ แล้วบันทึกประเด็นสำคัญหลังจากนั้นจัดแบ่งผู้เรียนตามบทบาทที่กำหนดในขั้นที่ 2

(4) ขั้นชี้แหล่งข้อมูล (Resource) เป็นการชี้แหล่งข้อมูลสำหรับผู้เรียนแต่ละคนนั้น ชี้แนะแหล่งข้อมูลแตกต่างกันไปตามบทบาทของผู้เรียนตามบทบาทที่ได้รับมอบหมายมา เพื่อทำการศึกษาหาคำตอบ ผู้เรียนทำการศึกษาค้นคว้าเรียนรู้ด้วยตนเองจากแหล่งข้อมูล เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลสำหรับกลุ่มในการแก้ไขปัญหาร่วมกัน

(5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) หลังจากที่ผู้เรียนแต่ละคนภายในกลุ่ม ศึกษาค้นคว้าตามบทบาทจากแหล่งข้อมูลที่กำหนดไว้แล้ว ทุกคนภายในกลุ่มร่วมกันสรุปผลการศึกษาอภิปรายข้อสรุปในแต่ละบทบาท เพื่อนำข้อสรุปของแต่ละคนมาสรุปเป็นวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่ม โดยการวิเคราะห์สังเคราะห์ร่วมกัน เพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา เทคนิค FishBowl จะถูกนำใช้ ในระหว่างการอภิปรายของแต่ละกลุ่ม โดยกำหนดให้แต่ละกลุ่มออกมาอภิปรายนำเสนอผลสรุปของตนเองทีละกลุ่ม กลุ่มที่อภิปรายจัดว่าเป็นวงใน ดังภาพที่ 3 กลุ่ม A คือกลุ่มที่กำลังอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป กลุ่มอื่นๆ เป็นวงนอกที่จะคอยสังเกตการณ์ ดังภาพที่ 3 คือกลุ่ม B ร่วมทั้งผู้สอนสามารถร่วมเป็นผู้สังเกตการณ์ ที่จะคอยสรุปผลหรือเสนอแนะในภายหลัง การอภิปรายในรูปแบบนี้ แต่ละกลุ่มอาจจะได้รับปัญหาเดียวกันหรือต่างกันก็ได้ หรืออาจจะเป็นกลุ่มของงานที่มีความเกี่ยวเนื่องกันเพื่อใช้ในการติดตามงานที่ได้ส่งต่อหรือที่จะได้รับมอบหมายต่อไป



ภาพที่ 3 การใช้เทคนิค FishBowl ในการประเมินผล

สำหรับรูปแบบการจัดอภิปรายสามารถใช้ได้ทั้งอภิปรายในชั้นเรียน การสื่อสารในรูปแบบ Asynchronous Learning หรือ Synchronous Learning มาช่วยในการติดต่อสื่อสารภายในกลุ่ม ผ่านทางห้องสนทนา (Chat room) หรือ กระดานสนทนา (Discussion board) พร้อมทั้งแสดงการอภิปรายให้สมาชิกกลุ่มอื่นๆ

(6) ขั้นสรุปผล (Conclusion) คือการนำเสนอบทสรุปของการแก้ปัญหาที่ได้รับมอบหมาย สมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันประเมินผลงาน และประเมินตนเอง

ทั้งนี้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวสามารถใช้ได้ทั้งในห้องเรียนหรือแบบการเรียนแบบทางไกล โดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารมาสนับสนุน โดยอาศัย WebQuest เป็นแหล่งข้อมูลในการเรียนรู้ เพื่อสนับสนุนให้เกิดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

4. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากกรอบแนวความคิดที่นำเสนอในข้างต้น ผู้วิจัยเห็นว่ากรอบแนวคิดดังกล่าวสามารถทำให้การจัดการเรียนการสอนทั้งในชั้นเรียนและการเรียนทางไกลได้ เนื่องจากแหล่งข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าได้จัดเตรียมไว้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ทั้งยังสามารถในการควบคุมระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมและการดำเนินกิจกรรมของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม เทคนิคบทบาทสมมติช่วยให้ผู้เรียนมีความสำคัญภายในกลุ่มมากขึ้น เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจและใส่ใจในภาระหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย พร้อมทั้งส่งเสริมให้เกิดกิจกรรมการแลกเปลี่ยนข้อมูลและนำเสนอข้อมูล โดยที่มีผู้สังเกตการณ์ร่วมรับฟังข้อมูลที่ได้ค้นคว้ามาอีกด้วย

5. เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ, “พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2545 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2)”, กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2545

[2] เอียน สมิธ และ อนงค์ วิเศษสุวรรณ์. “การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ”, วารสารศึกษาศาสตร์, ปีที่ 18, ฉบับที่ 2, หน้า 1-10, 2549-2550.

[3] ธีระยุทธ กลิ่นสุคนธ์, “ก้าวใหม่ ก้าวไกล PBL”, จุลสาร PBL วลัยลักษณ์, ปีที่ 3, ฉบับที่ 1, หน้า 1-2, 2553.

[4] ดร. ชานนท์ จันทรา, “การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน: กระบวนการสร้างนักแก้ปัญหา” , [ออนไลน์] จาก http://pirun.ku.ac.th/~feducnc/mathPBL.pdf [5 มิถุนายน 2553].

[5] สรพงษ์ สมสอน, “ผลการเรียนแบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้คอมพิวเตอร์ที่มีผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2546.

[6] วสันต์ อติศัพท์, “WebQuest : การเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางบน World Wide Web”, โสตฯ – เทคโนฯ สัมพันธ์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 18.

[7] P. P. Lin, and K. Jules, “An intelligent system for monitoring the microgravity environment quality on-board the International Space Station,” *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, vol. 51, no. 5, pp. 1002-1009, 2002.

[8] Kilroy, D.A., Problem based learning. Emergency Medical Journal 21, pp 411–413, 2004.

[9] David Eaton and Andrew Turner, “Holistic Thinking and Decision-Making in a Changing Environment by Incorporating and Role Play and Role Evaluation”, Education in a Changing Environment 17th-18th , 2003.

[10] Cindy E. Hmelo-Silver, “Problem-Based Learning: What and How Do Student Learn?”, Education Psychology Review, Vol. 16, 2004.

[11] Alan G. Fincham, “Education - Problem-Based Learning in Dental Education”, [ออนไลน์] จาก http://www.fincham.co.uk [5 มิถุนายน 2553].

[12] ____, “Collaborative Learning”, [ออนไลน์] http://peoplelearn.homestead.com/Module_3. Collaborative.pdf [5 มิถุนายน 2553].

[13] ____,“Collaborative Learning Strategies” , [ออนไลน์] จาก http://vels.vcaa.vic.edu.au/support/tla/collab_strategies. html [5 มิถุนายน 2553].

[14] Ahmed Hassamien, “Using WebQuest to Support Learning with Technology in Higher Education”, Journal of Hospital Leisure Sport and Tourism Education, Vol.5, No.1.

บทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักบริหารงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน

Competency Based Skills Training On Nonlinear Video Editing for Diploma Degree Office of the Private Education Commission

ชณัฐพงษ์ อารีรมย์

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Chanatpong-a@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ โรงเรียนโปลีเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ บทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ โดยใช้หลักทฤษฎี Competency Based Skills Training (CBST) ให้ผู้เรียนได้ศึกษาและฝึกปฏิบัติตามขั้นตอนการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ จำนวน 8 บทเรียน แต่ละบทเรียนประกอบด้วย ใบงานและภาพเคลื่อนไหวประกอบเสียงบรรยายสาธิตการใช้โปรแกรม แบบประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และเก็บข้อมูลโดยใช้ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบบันทึกรายการความสามารถ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ ใช้เวลาในการทดลอง 12 สัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เข้ารับการฝึก

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ มีระดับคุณภาพทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 6 ท่าน อยู่ในระดับดีมาก และร้อยละ 100 ของกลุ่มตัวอย่างสามารถผ่านเกณฑ์การประเมินผลโดยเฉลี่ยได้คะแนนร้อยละ 89.95 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่กำหนดไว้

คำสำคัญ: การฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ การตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์

Abstract

The objectives of this research were to develop and determine the efficiency of the competency based skills training on nonlinear video editing. Samples were 30 first-year Diploma students enrolling in the Computer Technology major at Northeastern Polytechnic School in Ubon Ratchathani province. Research instruments included 1) the developed

CBST with eight training units composed of job sheets and demonstrating animation, 2) the quality evaluation forms for both the content and media construction aspects, 3) the learning achievement test, and 4) the practical rating scales. Data were collected for 12 weeks and analyzed using computer program to determine its efficiency.

Research results showed that 1) the qualities for both the content and the media construction aspects evaluated by six experts, of the developed CBST on nonlinear video editing were in the very good level, and 2) all students (100 percent) passed the tests after finishing all training units in the developed CBST with the average of 89.95 percent scores, which was higher than a criteria set of 80/80.

Keywords: CBST, On Nonlinear Video editing.

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในยุคปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีต่าง ๆ เป็นไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเทคโนโลยีทางด้านการผลิตสื่อมัลติมีเดีย สื่อภาพเคลื่อนไหว หรือการตัดต่อวีดีโอ ซึ่งในปัจจุบันมีโปรแกรมสำเร็จรูปที่สามารถสร้างสรรค์ผลงานทางด้านมัลติมีเดียได้อย่างกว้างขวาง เพื่อเป็นการตอบสนองต่อความต้องการของตลาดแรงงานในปัจจุบัน โรงเรียนโปลีเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้เล็งเห็นความสำคัญในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่งจึงได้จัดให้มีการจัดการเรียนการสอนในสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์โดยมีการบรรจุรายวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียเบื้องต้น ไว้ในหลักสูตร ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับการตัดต่อวีดีโอ เพื่อเป็นการผลิตบุคลากรที่มีความรู้และทักษะในการตัดต่อวีดีโอเข้าสู่ภาคตลาดแรงงานและสามารถประกอบอาชีพอิสระได้อีกทางหนึ่ง

การจัดการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียเบื้องต้น โรงเรียนโปลีเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้มีการกำหนดให้ผู้เรียน จำเป็นต้องมีการศึกษาทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ในการปฏิบัติเพื่อให้เกิดผลเป็นรูปธรรมมีความจำเป็นที่จะต้องให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างถ่องแท้ และสามารถทบทวนบทเรียนได้ตามความต้องการ วิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียเบื้องต้น จึงจำเป็นที่จะต้องมีสื่อประกอบในการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการฝึกทักษะการปฏิบัติในการตัดต่อภาพวีดีโอประกอบคำบรรยาย ผู้เรียนสามารถผลิตสารคดีสั้นๆได้ เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ จึงจำเป็นที่จะต้องใช้ความพยายามเป็นอย่างยิ่งในการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมามักจะเกิดปัญหากับผู้เรียนเกี่ยวกับความเข้าใจในการตัดต่อวีดีโอแบบนอนลิเนียร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งผู้เรียนจะต้องมีการฝึกซ้ำ ๆ และฝึกทำหลาย ๆ รอบ จึงจะทำให้เกิดความชำนาญในการปฏิบัติ

สื่อการเรียนรู้ในระบบ **CBST (Competency Based Skill Training)** เป็นสื่อชนิดหนึ่งที่เข้ามามีบทบาทในการฝึกปฏิบัติตามทักษะความสามารถของแต่ละบุคคล การเรียนรู้ในระบบ **CBST** จะมี สื่อในการเรียนหลายลักษณะ เช่น ชุดการฝึกที่เป็นเอกสาร (**Paper Based Training**) หรือชุดการฝึกที่เป็นคอมพิวเตอร์ (**Computer Based Training**) การเรียนรู้ในระบบ **CBST** นั้น ผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบการฝึกของตัวเอง ทักษะการฝึกจะถูกแบ่งออกเป็นทักษะความสามารถย่อย (**Competency**) ผู้เรียนจะฝึกตามวัตถุประสงค์หรือทักษะความสามารถย่อยที่กำหนด เน้นทักษะการปฏิบัติงานเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถฝึกปฏิบัติในเนื้อหาจนเกิดความเชี่ยวชาญ และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ (สุกัญญา รัศมีธรรมโชติ **2549** หน้า **29**)[1]

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้ (วรวัฒน์ ชั้นประเสริฐ **2545** หน้า **41**)[2] บทเรียนวีดีทัศน์ เรื่องการตัดต่อรายการโทรทัศน์ด้วยเครื่องแบบดิจิตอลนอนลิเนียร์ พบว่าบทเรียนวีดีทัศน์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ **84.66/81.50** ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ **80/80** และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนวีดีทัศน์สูงกว่านักศึกษาที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ **0.5** (เดวิทย์ ศิริพจน์ **2550** หน้า **53**)[3] บทเรียนวีดีทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติ

เครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนวีดีทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพ โดยผู้ที่เข้ารับการฝึกผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคิดเป็นร้อยละ **100** ของผู้เข้ารับการฝึก และ (สิงห์ชัย อ่อนพิทักษ์ **2550** หน้า **67**)[4] บทเรียนช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ การซ่อมโทรศัพท์เคลื่อนที่เบื้องต้น หลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ การซ่อมโทรศัพท์เคลื่อนที่เบื้องต้น หลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร ผู้เข้ารับการฝึก ร้อยละ **100** ของผู้เข้ารับการฝึก สามารถผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ **84.20** ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ **80** ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน (อรไทย ก้อนมณี **2548** บทคัดย่อ)[5] การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา เรื่องการถอด-ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ในการซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเบื้องต้น ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนสามารถผ่านเกณฑ์มีคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนคิดเป็นร้อยละ **94.89**

ผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญในการนำบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะมาใช้ประกอบเป็นสื่อในการเรียนการสอนในรายวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียเบื้องต้น เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ โรงเรียนโปลีเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งจะเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในการเรียนการสอนในด้านปฏิบัติได้โดยมีการนำเอาเนื้อหาเกี่ยวกับการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ โดยใช้โปรแกรม **Adobe premiere 6.5** มาวิเคราะห์หน่วยเรียนการเรียน รวมถึงหัวข้อ มาสร้างเป็นบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะเน้นการนำเสนอในรูปแบบของวีดีทัศน์ช่วยสอนเชิงปฏิบัติซึ่งประกอบด้วยภาพเคลื่อนไหว และมีเสียงบรรยายประกอบโดยผู้เรียนสามารถนำมาศึกษาทบทวนได้ตามต้องการเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้อย่างแท้จริง

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อสร้างบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักบริหารงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักบริหารงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน

3. สมมุติฐานของการวิจัย

บทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ที่สร้างขึ้นสามารถนำมาใช้เป็นบทเรียนช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ โดยร้อยละ **80** ของผู้เข้ารับการฝึกทักษะผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ **80** ขึ้นไป

4. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยอาศัยกรอบแนวความในการออกแบบบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะจาก (กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม **2543** หน้า **22**)[6] โดยมีขั้นตอนการออกแบบดังนี้

4.1 เรียนรู้ (Know)

ขั้นตอนแรกผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนจะต้องทำการเรียนรู้วิชาภาคบังคับที่สำคัญเช่น ทักษะการใช้ภาษาและความคิดพื้นฐานซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานก่อนที่จะก้าวไปเรียนรู้ทักษะชั้นสูงขึ้นไป

4.2 แสดง (Show)

โปรแกรมฝึก **CBST** สามารถทำให้ผู้เข้ารับการฝึกมีความเข้าใจข้อมูลที่ทำการเรียนรู้มากยิ่งขึ้นโดยการยกตัวอย่างที่มีความหมายและเหมาะสม หรือแสดงให้ดูเป็นตัวอย่าง การแสดง ตัวอย่างที่มีการวางแผนอย่างดีจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกจดจำความหมายได้ ในระยะยาว

4.3 ปฏิบัติ (Do)

ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งครูฝึกหรือสื่อการสอนระบบ **CBST** หยุดทำการสอนหากแต่ให้ผู้เข้ารับการฝึกควบคุมตัวเอง

ภาคปฏิบัติ เป็นส่วนของการฝึกหัดทำซึ่งจะให้ผู้รับการฝึกนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาใช้ ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผลเกิดขึ้นการแก้ปัญหาอาจเป็นกระบวนการสุดท้ายในภาคปฏิบัตินี้ วัตถุประสงค์การปฏิบัติที่ได้ตั้งไว้ จะต้องถูกนำมาปฏิบัติ

4.4 ทบทวน (Review)

การทบทวนจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกได้รับรู้ถึงผลตอบสนองของการปฏิบัติ ระหว่างการฝึกและควรให้ผู้เข้ารับการฝึกได้มีการปฏิบัติทักษะนั้นๆซ้ำจนกว่าจะทำได้ถูกต้องทั้งหมด และมีความมั่นใจในตัวเอง

4.5 ผ่าน หรือ ทดสอบ (Pass Through)

โปรแกรมการฝึกจำเป็นต้องมีการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึก หากผู้เข้ารับการฝึกไม่สามารถปฏิบัติผ่านมาตรฐานที่ตั้งไว้ผู้เข้ารับการฝึกจะต้องกลับไปสู่วงจรการฝึกนั้นๆอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้สามารถปฏิบัติให้ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด

5. ขอบเขตของงานวิจัย

5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ โรงเรียนโปลีเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือสังกัดสำนักบริหารงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน จำนวน 53 คน และทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ได้ จำนวน 30 คน

5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะเรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์

5.3 ข้อตกลงเบื้องต้น

งานวิจัยนี้ได้กำหนดข้อตกลงเบื้องต้นว่า ผู้เรียนที่ใช้บทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะเรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ เป็นผู้ที่มีความสามารถใช้งานคอมพิวเตอร์ เช่น สามารถทำการแบ่งพาติชั่นของฮาร์ดดิสได้ และสามารถลงโปรแกรมได้ และถือผู้เรียนที่มีความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อการเรียนรู้

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

6.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

6.1.1 บทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ ซึ่งมีลำดับเนื้อหาและข้อกำหนดคำสั่งการปฏิบัติ รวมทั้งภาพเคลื่อนไหวประกอบคำบรรยายสาธิตวิธีการปฏิบัติอย่างละเอียด เพื่อแสดงลักษณะของทักษะความสามารถย่อย ซึ่งสอดคล้องตามหลักทฤษฎีของระบบ CBST ตามกรอบแนวคิด เนื้อหาที่นำมาสร้าง มี 8 หน่วยการฝึก ดังนี้

หน่วยการสอนที่ 1 สิ่งที่ควรรู้ก่อนตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์

หน่วยการสอนที่ 2 การตั้งค่าพื้นฐานโปรแกรม Adobe Premiere 6.5

หน่วยการสอนที่ 3 เริ่มการตัดต่อวิดีโอ

หน่วยการสอนที่ 4 เทคนิคการซ้อนภาพ

หน่วยการสอนที่ 5 เทคนิคการซ้อนตัวอักษร

หน่วยการสอนที่ 6 การใส่ Transition

หน่วยการสอนที่ 7 การปรับแต่งเสียง

หน่วยการสอนที่ 8 การ Export ไฟล์วิดีโอ

6.1.2 แบบประเมินคุณภาพของ บทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

6.1.2.1 แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นทางด้านการผลิตสื่อโดยผู้ ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ได้ผลการประเมินในระดับดีมาก

6.1.2.2 แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นทางด้านเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ได้ผลการประเมินในระดับดีมาก

6.1.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียน เรื่องการตัดต่อวีดีโอแบบนอนลิเนียร์

6.1.3.1 แบบทดสอบภาคทฤษฎีเป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 40 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.25 - 0.75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 0.80

และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.85 โดยวิเคราะห์จากนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน

6.1.3.2 แบบบันทึกรายการความสามารถ สำหรับตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติทั้งในด้านวิธีการปฏิบัติ และผลปฏิบัติ โดยการวิเคราะห์รายการทักษะความสามารถย่อย ของวิธีทำหรือผลปฏิบัติ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการให้คะแนนโดยพยายามกำหนดสิ่งที่สำคัญ ๆ ของการปฏิบัติในครั้งนั้น ๆ ออกมาเป็นรายการ (List) แล้วพิจารณาการปฏิบัติ หรือผลงานของผู้เรียนแต่ละคนตามรายการที่กำหนดไว้นั้น แล้วบันทึกผลการปฏิบัติของผู้เรียนเป็นคะแนน โดยให้ค่าน้ำหนักคะแนนดังนี้

คะแนน 3 หมายถึง สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องโดยไม่ขอคำแนะนำจากครู

คะแนน 2 หมายถึง สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง แต่ขอคำแนะนำจากครูบ้าง

คะแนน 1 หมายถึง ต้องการคำแนะนำจากครูอย่างใกล้ชิด หรือ อาจปฏิบัติงานได้ไม่ถูกต้อง ต้องฝึกปฏิบัติเพิ่มเติมใหม่จึง สามารถทำได้สำเร็จ

คะแนน 0 หมายถึง ไม่สามารถปฏิบัติงานในหัวข้อทักษะนั้น ๆ ได้

7. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาหลักสูตรนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ โรงเรียนโปลีเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 30 คน ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 รายละเอียดดังนี้

7.1 กำหนดวัน เวลา และห้องที่ทำการฝึกทักษะ นัดหมายกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน แจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบล่วงหน้าก่อนถึงกิจกรรมที่จะทำ โดยชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ของการใช้บทเรียนฝึกทักษะ และวิธีการประเมินผล หลังจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ ตามลำพัง และให้มีการฝึกปฏิบัติงานตามหน่วยหัวข้อการเรียน ตามที่ได้กำหนดไว้ในบทเรียน

7.2 จัดให้มีการทดสอบวัดความรู้ความสามารถของผู้เรียนหลังจากเรียนจบโดยได้จัดทำแบบทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี บันทึกผลคะแนนโดยครูผู้ควบคุม ผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบนำมาคิดเป็นร้อยละ

ตอนที่ 2 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบบันทึกรายการความสามารถในการตัดต่อวิดีโอ โดยมีครูผู้ควบคุมสังเกตการปฏิบัติงานของผู้เรียนประเมินผลการปฏิบัติงานตามเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา โดยใช้แบบประเมินจากแบบบันทึกรายการวัดทักษะความสามารถการฝึกปฏิบัติ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) หลังจากจบการทดสอบแล้วนำผลคะแนนทั้ง 2 ตอน มาทำการเปรียบเทียบกับสัดส่วนคะแนนในการวัดผลคิดเป็นร้อยละ โดยให้คะแนนภาคทฤษฎีเต็ม 20 คะแนน และคะแนนจากแบบวัดทักษะความสามารถการฝึกปฏิบัติเต็ม 80 คะแนน เมื่อรวมคะแนนทั้ง 2 ตอน ผู้ที่ได้คะแนนรวมร้อยละ 80 นับเป็นจำนวนผู้ที่สอบผ่านเกณฑ์ นำคะแนนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนฝึกทักษะต่อไป ดังผลการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามตารางที่ 1

8. การวิเคราะห์ข้อมูล

จากตารางที่ 1 ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะความรู้ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 30 คน โดยแบบทดสอบภาคทฤษฎี มีผู้ที่คะแนนได้สูงกว่าร้อยละ 80 (ได้ 16 คะแนนขึ้นไป) จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 ของผู้เรียนทั้งหมด โดยคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ร้อยละ 82.00 และคะแนนจากการวัดทักษะความสามารถการฝึกปฏิบัติของผู้เรียน มีผู้ที่คะแนนได้สูงกว่าร้อยละ 80 ทั้ง 30 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้เรียนทั้งหมด โดยได้คะแนนเฉลี่ยภาคปฏิบัติคิดเป็นค่าร้อยละ 91.93 และเมื่อวิเคราะห์คะแนนรวมทั้งสองตอนคือคะแนนทฤษฎีและ

คะแนนทักษะความสามารถ รวมกัน กลุ่มตัวอย่างทุกคนมีคะแนนรวมมากกว่าร้อยละ 80 หรือมีค่าเฉลี่ยผลรวมคะแนนทดสอบวัดทักษะความรู้คิดเป็นร้อยละ 89.95 ดังนั้นบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ที่พัฒนาขึ้นจึงมีประสิทธิภาพสอดคล้องตามสมมติฐานที่คาดว่าร้อยละ 80 ของผู้เรียนสามารถฝึกทักษะการปฏิบัติผ่านเกณฑ์ผลรวมคะแนนทดสอบวัดทักษะความรู้ร้อยละ 80 ขึ้นไปได้

9. สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพของบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีเนื้อหาเป็นองค์ความรู้ใหม่สำหรับผู้เรียน จำเป็นต้องอาศัยกรอบแนวคิดที่เหมาะสมกับแนวทางการปฏิบัติ ในการวิจัยนี้ได้ใช้กรอบแนวคิดตามหลักการของระบบ CBST โดยเน้นการวิเคราะห์ทักษะความสามารถย่อย ให้ละเอียดและเหมาะสมกับผู้เรียน อีกทั้งเน้นลำดับความถูกต้องที่ละเอียดชัดเจนของภาพเคลื่อนไหวประกอบคำบรรยายการสาธิตเป็นหลัก เพื่อทำให้บทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์สามารถนำไปสู่กระบวนการปฏิบัติได้

โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่าบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ที่พัฒนาขึ้นเป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพโดยที่ร้อยละ 80 ของผู้เรียนสามารถฝึกทักษะการปฏิบัติผ่านเกณฑ์ผลรวมคะแนนทดสอบวัดทักษะความรู้ร้อยละ 80 ขึ้นไปได้ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษานักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์โรงเรียนโปลีเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 30 คน พบว่า จากการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี มีผู้ทดสอบได้คะแนนมากกว่า ร้อยละ 80 ขึ้นไป จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 ของผู้เรียนทั้งหมดและต่ำกว่าร้อยละ 80 จำนวน 5 คน

สาเหตุที่มีผู้ได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 80 ในภาคทฤษฎีนั้น มีข้อสังเกตได้ว่า เนื้อหาเชิงทฤษฎีซึ่งเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวข้องกับหลายศาสตร์ เช่นความรู้ด้านคอมพิวเตอร์ ความรู้ด้านระบบมัลติมีเดียเป็นต้น ซึ่งอาจทำความเข้าใจยาก แต่ส่วนแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ มีผู้ทำแบบทดสอบได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 80 ขึ้นไปทั้ง 30 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้เรียนทั้งหมด

ตารางที่ 1: ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลการทำแบบทดสอบวัดทักษะความรู้ทางการเรียน

คน/ลำดับที่	ภาคทฤษฎี 20%	ภาคปฏิบัติ 80%	รวม 100%	เกณฑ์ 80
1	17	75.55	92.55	ผ่าน
2	17	75.55	92.55	ผ่าน
3	16.5	75.55	92.05	ผ่าน
4	16	75.55	91.55	ผ่าน
5	16.5	74.81	91.31	ผ่าน
6	16	73.33	89.33	ผ่าน
7	18	73.33	91.33	ผ่าน
8	16.5	72.59	89.09	ผ่าน
9	16.5	75.55	92.05	ผ่าน
10	16	74.81	90.81	ผ่าน
11	17	76.29	93.29	ผ่าน
12	17	77.77	94.77	ผ่าน
13	17	74.81	91.81	ผ่าน
14	17	76.29	93.29	ผ่าน
15	17.5	74.81	92.31	ผ่าน
16	17.5	74.81	92.31	ผ่าน
17	16.5	76.29	92.79	ผ่าน
18	16.5	74.81	91.31	ผ่าน
19	18	74.81	92.81	ผ่าน
20	16	74.81	90.81	ผ่าน
21	16	71.11	87.11	ผ่าน
22	16	73.33	89.33	ผ่าน
23	16.5	69.62	86.12	ผ่าน
24	16	73.33	89.33	ผ่าน
25	16.5	70.37	86.87	ผ่าน
26	15.5	69.62	85.12	ผ่าน
27	15	71.11	86.11	ผ่าน
28	15.5	68.88	84.38	ผ่าน
29	14.5	68.88	83.38	ผ่าน
30	14.5	68.14	82.64	ผ่าน
เฉลี่ย	16.4	73.55	89.95	ผ่าน
ผ่าน 30 คน เท่ากับ 100%				

ผลที่เป็นเช่นนี้อันอาจเนื่องมาจากการที่ผู้รับการฝึกได้ศึกษาจากบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นรูปแบบบทเรียนที่ใช้รูปแบบการสาธิตซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เหมาะกับผู้เรียน มีการวิเคราะห์ทักษะความสามารถย่อย ที่เป็นลำดับขั้นตอนอย่างละเอียด ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับหลักทฤษฎีของระบบ CBST จึงทำให้ผู้เรียนสามารถผ่านเกณฑ์ที่กำหนดได้ทั้งหมด ดังนั้นการพัฒนาบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์นี้จึงมีประสิทธิภาพดี เหมาะที่จะนำเผยแพร่และใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียเบื้องต้น สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ต่อไป

10. ข้อเสนอแนะ

10.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

10.1.1 บทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ สามารถใช้เป็นสื่อช่วยฝึกอบรมให้กับนักเรียน นักศึกษาสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ที่เรียนวิชาระบบภาพ และเทคโนโลยีมัลติมีเดียเบื้องต้นได้

10.1.2 สามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนเกี่ยวกับรายวิชาที่มีเนื้อหาด้านการปฏิบัติวิชาอื่นๆได้

10.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

10.2.1 ควรมีการศึกษาและวิจัยบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ในรูปแบบของสื่ออื่นๆ เช่นสื่อวิดีโอ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาบทเรียนได้จากแหล่งแสดงผลข้อมูลได้หลากหลาย

10.2.2 ควรมีการนำเอาบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์ไปเปรียบเทียบ กับการสอนโดยวิธีสอนปกติ

11. เอกสารอ้างอิง

[1] สุกัญญา รัศมีธรรมโชติ.(2549). แนวทางการพัฒนาศักยภาพมนุษย์ด้วย Competency Based Learning. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น

[2] วรวัฒน์ ชั้นประเสริฐ.(2545). บทเรียนวีดีทัศน์ เรื่องการตัดต่อรายการโทรทัศน์ด้วยเครื่องแบบดิจิตอลนอนลิเนียร์วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[3] เดวิทย์ ศิริพจน์.(2550). บทเรียนวิดีทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบละทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[4] สิงห์ชัย อ่อนพิทักษ์.(2550). บทเรียนช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ การซ่อมโทรศัพท์เคลื่อนที่เบื้องต้นหลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[5] อรไทย ก้อนมณี.(2548). บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการถอดประกอบคอมพิวเตอร์วิชาการซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเบื้องต้นหลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น พุทธศักราช 2540. กรุงเทพมหานคร: วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[6] กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน.(2543). คู่มือการพัฒนาชุดการสอน CBST. กรุงเทพมหานครกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม

กระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ

Rebounding Board to Enhance the "Takor" playing

มงคล ชุมภูรัตน์และหริพล ธรรมนารักษ์

โรงเรียนเวียงเชียงรุ้งวิทยา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย

E-mail mmoonn024@hotmail.com, haripon_t@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) สร้างและพัฒนากระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ 2) ศึกษาประสิทธิภาพของกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ 3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้กระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ และ 4) เพื่อศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการใช้กระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาโรงเรียนเวียงเชียงรุ้งวิทยา อำเภอเวียงเชียงรุ้ง จังหวัดเชียงราย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงราย เขต 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โรงเรียนเวียงเชียงรุ้งวิทยา อำเภอเวียงเชียงรุ้ง จังหวัดเชียงราย จำนวน 28 คน เครื่องมือในการศึกษา ได้แก่ กระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความคิดเห็น สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบค่าที (t-test)

ผลการทดลองใช้กระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ พบว่า ประสิทธิภาพของกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ เรื่องการเล่นลูกด้วยเท้าด้านใน การเล่นลูกด้วยหลังเท้า การเล่นลูกด้วยหน้าขาหรือเข่า การเล่นลูกด้วยศีรษะ มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 91.50/90.00 92.25/90.00 90.50/90.00 และ 90.50/90.00 ตามลำดับ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 90/90 นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความคิดเห็นต่อกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ ส่วนใหญ่เฉลี่ยในระดับเหมาะสมมาก

คำสำคัญ: กระดานสะท้อนกลับ ตะกร้อ

Abstract

The purposes of this research were to 1) Construct and developed the Rebounding Board to Enhance the "Takor" playing 2) the efficiency learning of the Rebounding Board to Enhance the "Takor" playing. 3) study learning achievement progress to used the Rebounding Board to Enhance the "Takor" playing. 4) the learning opinion to using the Rebounding Board to Enhance the "Takor" playing for high school education students in Wiang Chiang Rung Wittaya school, Wiang Chiang Rung, Chiangrai province, Chiangrai education service area office1. The example were 4 secondary school level students and the sample used to the learning experienced were 28 students secondary school level in Wiang Chiang Rung Wittaya school, Wiang Chiang Rung, Chiangrai province. The learning instruments were the Rebounding Board to Enhance the "Takor" playing, the post-test and questionnaires to investigate student's satisfaction. A statistic technique used to analyses were frequency, percentage, arithmetic means, standard deviation and t-test.

The results of the Rebounding Board to Enhance the "Takor" playing were the efficiency of the Rebounding Board to Enhance the "Takor" playing about Takror playing by inside of foot, back of foot playing, front of leg or knees playing and head playing has efficiency respectively E1/E2 equal to 91.50/90.00, 92.25/90.00, 90.50/90.00 and 90.50/90.00 which meet the set of 90/90 efficiency criterion. The student had the in creases learning progress significantly at the .05 level and the opinion of students to the Rebounding Board to Enhance the "Takor" playing were appropriated well for the majority.

Keywords: *Rebounding Board, Takror*

ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

พลศึกษาคือกระบวนการศึกษาแขนงหนึ่ง ที่ใช้กิจกรรมพลศึกษาหรือกีฬาเป็นสื่อของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทั้งในด้านสมรรถภาพทางกาย ด้านทักษะการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกายและพัฒนาการเล่นกีฬา ด้านความรู้ความเข้าใจในวิธีการเล่นกีฬาและการออกกำลังกาย ด้านคุณธรรมประจำตัว เช่น การมีน้ำใจนักกีฬา และด้านเจตคติที่ดีต่อการเล่นกีฬา และการออกกำลังกายด้วยการได้ลงเล่นหรือมีส่วนร่วมจริงในกิจกรรมพลศึกษาหรือกีฬาต่างๆ ด้วยตนเอง [1] การเรียนการสอนจะประสบความสำเร็จตามที่กำหนดไว้ได้มากน้อยเพียงใดนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับครูพลศึกษาเป็นสำคัญ เพราะครูพลศึกษาเป็นผู้หนึ่งที่มีหน้าที่ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางพลศึกษา ในโรงเรียนหรือสถานศึกษา พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช ทรงมีพระบรมราโชวาทเกี่ยวกับการกีฬาว่า การกีฬาเป็นสิ่งที่มีจุดประสงค์พื้นฐาน ที่จะส่งเสริมให้ร่างกายแข็งแรงและสามารถที่จะแสดงถึงฝีมือในเชิงกีฬา เพื่อความสามัคคีและเพื่อให้คุณภาพของมนุษย์ดีขึ้นมา การกีฬาก็นับว่ามีความสำคัญในทางอื่น คือ ในทางสังคมทำให้คนในประเทศชาติ ได้หันมาปฏิบัติสิ่งที่เป็นประโยชน์ในทางสุขภาพของร่างกายและของจิตใจทำให้สามารถอยู่ในสังคมอย่างเป็นสุข ทั้งเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดความเจริญของบ้านเมือง และโดยเฉพาะในการกีฬาระหว่างประเทศก็ได้เพิ่มความสำคัญกับมนุษย์อื่นซึ่งอยู่ในประเทศอื่น ฉะนั้น กีฬามีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับชีวิตของแต่ละคน และชีวิตของบ้านเมืองถ้าปฏิบัติกีฬาด้วยความเรียบร้อย ด้วยความสุภาพก็ทำให้มีชื่อเสียงเหมือนกันและส่งเสริมความสามัคคีในประเทศ [2]

เซปักตะกร้อเป็นวิชาหนึ่งในสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา ช่วงชั้นที่ 3-4 ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยนักเรียนต้องศึกษาเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นของการบริหารร่างกายเพื่อเตรียมความพร้อมในการเล่นกีฬาเซปักตะกร้อ การฝึกใช้ส่วนต่างๆ ของร่างกายในการเล่นกีฬาเซปักตะกร้อ ความรู้เบื้องและทักษะการเล่นพื้นฐาน กติกาที่สำคัญและการจัดการแข่งขันกีฬาเซปักตะกร้อ และประวัติความเป็นมาของกีฬาตะกร้อในประเทศไทย

ซึ่งจากประสบการณ์ในการสอนนักเรียนพบว่า นักเรียนขาดแรงจูงใจและอุปกรณ์การฝึกซ้อม อีกทั้งการฝึกซ้อมต้องอาศัยผู้เล่นอย่างน้อยสองคนขึ้นไป ทำให้นักเรียนมีทักษะในด้านต่าง ๆ น้อย เช่น การเล่นลูกตะกร้อด้วยข้างเท้าด้านในหรือลูกแปที่เป็นท่าพื้นฐานสำคัญมากท่าหนึ่งในการเล่นตะกร้อ ผู้เล่นมักจะใช้ท่าข้างเท้าด้านในในการเสิร์ฟลูก การเปิดลูก การตั้งลูก ตลอดจนใช้ในการโต้ตอบเพื่อแก้ไข ดังนั้นผู้เล่นจึงต้องฝึกท่าดังกล่าวให้ชำนาญ ทั้งการเดาะ การเตะโต้ การพักหรือการตั้งลูก เพราะเป็นท่าที่ ผู้เล่นต้องใช้ตลอดเวลาของการเล่นหรือการแข่งขัน

การเล่นลูกตะกร้อด้วยหลังเท้าเป็นท่าพื้นฐานที่สำคัญอีกท่าหนึ่งของการเล่นกีฬาเซปักตะกร้อ ผู้เล่นมักจะใช้เล่นกับลูกที่อยู่ในระยะห่างตัว ซึ่งไม่สามารถที่จะเล่นด้วยท่าอื่น และการเล่นลูกด้วยหลังเท้านี้ ถือเป็นการเล่นที่บังคับทิศทางให้แน่นอนได้ยาก แต่ถ้าฝึกซ้อมจนชำนาญก็จะสามารถเล่นได้ดี

การเล่นลูกตะกร้อด้วยหน้าขาหรือเข่าเป็นการสร้างความคุ้นเคยและทักษะในการเล่นตะกร้อ ผู้เล่นมักจะใช้เล่นกับลูกที่อยู่ในระยะใกล้ตัวต้องอาศัยการฝึกซ้อมจนชำนาญจึงจะสามารถเล่นได้ดี

การเล่นลูกตะกร้อด้วยศีรษะมักจะใช้เล่นลูกที่มาในระดับสูง โดยถ้าย่อเข่าให้ต่ำๆ เป็นท่าที่ผู้เล่นเกือบทุกคนใช้เล่นตลอดเวลา ดังนั้นจึงจำเป็นมากที่ผู้เล่นจะต้องฝึกให้ชำนาญทั้งการโต้และการตั้งเช่นกัน

จากเหตุผลดังกล่าวนักเรียนต้องใช้เวลาฝึกทักษะการเล่นท่าต่างๆ นอกเวลาเรียนเพิ่มเติม ผู้วิจัยจึงสนใจสร้างและพัฒนากระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ โดยให้นักเรียนสามารถฝึกทักษะได้คนเดียวหรือหลายคนได้ และสามารถปรับระดับความสูงในการเล่นให้เหมาะกับผู้เล่นแต่ละคน เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาทักษะการเล่นตะกร้อให้ดียิ่งขึ้น และยังช่วยพัฒนาวิธีการจัดการเรียนการสอนเซปักตะกร้อให้น่าสนใจไม่เบื่อหน่ายและสนุกสนานยิ่งขึ้น และยังช่วยพัฒนาทักษะการเล่นตะกร้อให้ดีขึ้นตามศักยภาพของแต่ละบุคคล

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและพัฒนากระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ

3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้กระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ

4. เพื่อศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการใช้กระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีทักษะการเคลื่อนไหวของร่างกาย

ความรู้เกี่ยวกับร่างกายและการเคลื่อนไหว

ร่างกายประกอบด้วยอวัยวะต่างๆ ทำหน้าที่ต่างกัน แต่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันทำให้ร่างกายสามารถเคลื่อนไหวทำกิจกรรมต่างๆ และทำงานได้ อวัยวะของร่างกายคนเรามีความซับซ้อนที่ธรรมชาติสร้างให้กับมนุษย์เป็นพิเศษในการใช้ร่างกายเพื่อการดำรงชีพ ถึงแม้ในปัจจุบันมนุษย์จะพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้งานแทนร่างกายมนุษย์ คือทำงานแทนคนก็ยังไม่สามารถจะประดิษฐ์ให้มีความสามารถในการเคลื่อนไหวหรือทำงานได้ดีกว่าเท่ามนุษย์ เช่น การประดิษฐ์หุ่นยนต์ในการทำงานต่างๆ ปัจจุบันก็ยังไม่สามารถทำให้เคลื่อนไหวได้แคล่วคล่องหรือทำงานได้ดีเหมือนกับการเคลื่อนไหวของร่างกายมนุษย์ได้การเรียนรู้เรื่องการเคลื่อนไหวของร่างกายจึงจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับส่วนต่างๆ ของร่างกาย เพื่อให้เข้าใจลักษณะและการใช้งานที่ถูกต้อง อีกทั้งต้องมีการบำรุงรักษาให้ร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ต่อไป [3]

ลักษณะของร่างกาย

ลักษณะร่างกายของคนเราแบ่งเป็นรูปลักษณะใหญ่ได้ 3 รูปแบบได้แก่

1. เอ็นโดมอร์ฟ (Endomorph) มีรูปร่างใหญ่กระดูกเล็ก ลักษณะตัวป้อมกลม หรือเป็นรูปสี่เหลี่ยม บางคนมีอกเล็กเป็นรูปทรงผลชมพู่ จะมีลักษณะพิเศษคือ อ้วนง่ายลักษณะลำตัวรูปตัวยู (U) หรือตัวโอ (O)

2. มีโซมอร์ฟ (Mesomorph) รูปร่างสมส่วน มีกล้ามเนื้อแข็งแรงกระดูกใหญ่ มีรูปร่างดี คืออกใหญ่ เอวเล็ก ลักษณะลำตัวรูปตัววี (V)

3. เอ็นโตมอร์ฟ (Entomorph) รูปร่างผอมสูง กระดูกเล็ก แขนขายาว เอวเล็ก ก้นปอด ลักษณะลำตัวรูปตัวไอ (I)

การเคลื่อนไหวของร่างกาย

การเคลื่อนไหวของร่างกาย ซึ่งเกิดจากการยืดและหดกล้ามเนื้อแล้วยังมีส่วนที่บังคับให้การเคลื่อนไหวของร่างกายเราดำเนินไปหรือมีข้อจำกัดนั้น คือ ข้อต่อ (Joints) ต่าง ๆ ของกระดูกโดยมี 1 อัน และพังผืดยึดไว้

นอกจากนี้ร่างกายยังประกอบด้วยส่วนของอวัยวะต่าง ๆ อีกมากมาย ได้แก่ ศรีษะ คอ ลำตัว แขน ขา ซึ่งแบ่งเป็นระบบการทำงานต่าง ๆ ได้แก่ ระบบไหลเวียนโลหิต ระบบทางเดินอาหาร ระบบประสาท ระบบหายใจ ฯลฯ ทำให้ร่างกายดำรงชีวิตอยู่ได้ และสามารถเคลื่อนไหวได้โดยการทำงานที่มีความสลับซับซ้อนในแต่ระบบของร่างกาย โดยมีระบบต่าง ๆ ของร่างกายอีกจำนวนมาก

การเคลื่อนไหวของร่างกายเป็นธรรมชาติของมนุษย์ทุกคนที่เคลื่อนไหวได้เพื่อประโยชน์ในการใช้ชีวิต พอจะจำแนกรูปแบบการเคลื่อนไหวได้ 2 ลักษณะ คือ

1. การเคลื่อนไหวในการใช้ชีวิตประจำวันเป็นการเคลื่อนไหวที่ใช้อยู่ประจำวัน ได้แก่ การยืน การเดิน การวิ่ง การกระโดด การเขย่ง การจับ การดึง การยก ซึ่งการเคลื่อนไหวเหล่านี้จะใช้เป็นประจำ การปฏิบัติที่ถูกวิธีก็จะช่วยให้ความสามารถและประสิทธิภาพการใช้งานดีขึ้นและใช้งานได้ยาวนาน ตรงกันข้ามถ้าใช้งานไม่ถูกวิธีก็จะส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานลดลงด้วย ในวัยเด็กและวัยหนุ่มสาวมักไม่พบปัญหาจากการใช้การเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันไม่ถูกต้องไม่มากนัก แต่จะส่งผลในช่วงที่มีอายุมากขึ้นเมื่อสภาพของร่างกายและอวัยวะต่างๆเริ่มเสื่อมลง

2. การเคลื่อนไหวในการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะ เช่น การเคลื่อนไหวอยู่กับที่ การเคลื่อนไหวแบบเคลื่อนที่ การเคลื่อนไหวที่ใช้อุปกรณ์

กีฬาเซปักตะกร้อ

คำว่า “ตะกร้อ” ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 ให้คำนิยาม “ตะกร้อ” ไว้ว่า “ของเล่นชนิดหนึ่ง

ลูกกลม สานด้วยหวายเป็นตาๆ สำหรับเตะ" ปัจจุบันตะกร้อใช้วัสดุประเภทใยสังเคราะห์ หรือพลาสติกและไม่ได้สานด้วยมือ แต่ใช้เครื่องจักรและกรรมวิธีอื่นๆ เพราะหวายนั้นค่อนข้างหายากและขาดแรงงานฝีมือ "ตะกร้อ" ตะกร้อยังมีความหมายมากกว่าของเตะเล่น โดยปรากฏในพจนานุกรมอีกว่า เป็น "เครื่องมือสอยผลไม้ มีด้ามยาว รูปรี ทำด้วยไม้เป็นซี่ เครื่องสานรูปทรงกระบอก สำหรับใส่ไว้ในประถางยาดองและกะปิเพื่อกันเอาแต่น้ำ

ตะกร้อเป็นกีฬาไทยที่เล่นกันแพร่หลายมานานนับศตวรรษ ไม่ว่าจะเป็นตามชนบท ในวัด ในวัง ในเมือง จะพบเห็นการเล่นตะกร้อเสมอ เพราะตะกร้อไม่ต้องใช้บริเวณพื้นที่กว้างขวางเหมือนกีฬาประเภทอื่น ๆ อุปกรณ์ก็หาได้ง่าย ทั้งผู้เล่นก็ไม่จำกัดรูปร่าง เพศหรือวัย ตลอดจนไม่จะกัดผู้เล่นตายตัว อาจยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสมการเล่นตะกร้อจึงได้รับความนิยมตลอดมาซึ่งผู้เล่นจะได้รับประโยชน์จากการเล่นทั้งทางตรงและทางอ้อม ปัจจุบันกีฬาตะกร้อได้รับการส่งเสริมให้มีการเล่นกันอย่างแพร่หลายมากขึ้นเพราะนอกจากหน่วยงานต่างๆ และสมาคมกีฬาไทยจะจัดให้มีการแข่งขันกีฬาตะกร้อเป็นประจำแล้วนอกจากนี้กระทรวงศึกษาธิการ ยังกำหนดเนื้อหาวิชาตะกร้อไว้ในหลักสูตร ให้นักเรียนได้เรียนเป็นวิชาพลศึกษาในโรงเรียนอีกด้วย มีนักการศึกษาได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนการสอนตะกร้อ เช่น นิพนธ์ [4] ได้ทำการพัฒนาแบบฝึกทักษะพื้นฐานการเล่นกีฬาตะกร้อสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนพ่อขุนผาเมืองรำลึก สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์เขต 2 โดยมีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะพื้นฐานการเล่นกีฬาตะกร้อตามเกณฑ์ 80/80 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังการใช้แบบฝึก พบว่า แบบฝึกทักษะพื้นฐานการเล่นกีฬาตะกร้อ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.55/83.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และมีผลสัมฤทธิ์การเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการใช้แบบฝึกสูงกว่าก่อนใช้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนโรงเรียนเวียงเชียงรุ้งวิทยา อำเภอเวียงเชียงรุ้ง จังหวัดเชียงราย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงราย เขต 1 จำนวน 28 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของการสร้างกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 8 คน และกลุ่มทดลองเป็นเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ (1) กระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ (2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามความคิดเห็น (3) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ คือ E_1/E_2 [5]

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} \times 100$$

E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ = คะแนนรวมของแบบฝึกหัดหรืองาน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดรวมกัน

N = จำนวนนักเรียน

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{A} \times 100$$

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ = คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N = จำนวนนักเรียน

สถิติที่ใช้ในในการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางเรียน คือ ความถี่ร้อยละ และทดสอบค่าที (t-test) สถิติที่ใช้ในการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการใช้กระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ คือค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และบรรยายสรุปผลการวิจัย

ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทดสอบก่อนเรียน
2. แนะนำชี้แจงชี้วิธีการเรียนโดยใช้กระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อในแต่ละกิจกรรมการเรียน
3. ให้นักเรียนได้เรียนรู้และฝึกทักษะการเล่นตะกร้อโดยใช้กระดานสะท้อนกลับในแต่ละกิจกรรมการเรียน

4. ทดสอบระหว่างเรียน หลังจากนักเรียนได้เรียนได้ฝึกทักษะการเล่นลูกตะกร้อในแต่ละกิจกรรมท้ายชั่วโมง โดยผู้ศึกษาเก็บคะแนนจากการฝึกหัดเล่นตะกร้อโดยใช้กระดานสะท้อนกลับหลังกิจกรรมการเรียนในแต่ละกิจกรรม

5. ทดสอบหลังเรียน หลักจากนักเรียนได้ฝึกทักษะการเล่นตะกร้อโดยใช้กระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อครบทุกกิจกรรมโดยใช้แบบทดสอบหลังเรียน

6. สอบถามความคิดเห็นนักเรียนที่ใช้กระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อด้วยแบบสอบถามที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้น

7. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปรายงานผลการศึกษา

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. การสร้างและพัฒนากระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ อาศัยแนวคิดการฝึกนักเรียนให้เกิดทักษะได้โดยที่ไม่เบื่อหน่ายและสนุกสนาน ใช้อุปกรณ์การฝึกเสริมทักษะที่แปลกใหม่มาช่วยกระตุ้นเร้าความสนใจ เพื่อช่วยพัฒนาทักษะการเล่นตะกร้อให้ดีขึ้นตามศักยภาพของแต่ละบุคคล ผู้เล่นรู้จังหวะการเข้า - ออก จังหวะการเล่นลูก โดยให้มีความสัมพันธ์ระหว่างมือ-เท้า และอวัยวะอื่นๆ ได้เคลื่อนไหวสอดคล้องกันเป็นระบบ เน้นความคล่องแคล่วว่องไว รวดเร็ว เนื่องจากลูกตะกร้อจะกลิ้งลงจากอุปกรณ์ฝึกตลอดเวลาที่มีการโต้ลูกกลับ โดยสร้างและพัฒนากระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อให้มีลักษณะเด่นคือ

1. สามารถเล่นคนเดียวได้

2. สามารถเล่นได้หลายคนโดยการสลับโต้ลูกเข้าออกที่ละคน

3. อุปกรณ์ปรับระดับความสูงให้เหมาะกับผู้เล่นแต่ละคนได้

4. อุปกรณ์ปรับระดับความสูงให้เหมาะกับการเล่นลูกตะกร้อในท่าต่างของลูกตะกร้อได้

5. สามารถปรับองศาความลาดเอียงเพื่อเพิ่มความเร็วหรือช้า

6. เคลื่อนย้ายได้ น้ำหนักเบา

7. แยกส่วนประกอบได้

8. ใช้ฝึกซ้อมได้ทุกสถานที่

9. ใช้วัสดุอุปกรณ์เหลือใช้ภายในชุมชุนมาสร้างและพัฒนาสื่อการเรียนการสอน



ภาพกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ

2. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ เรื่องการเล่นลูกด้วยเท้าด้านในการเล่นลูกด้วยหลังเท้า การเล่นลูกด้วยหน้าขาหรือเข่า การเล่นลูกด้วยศีรษะ จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2/2551 โรงเรียนเวียงเชียงรุ้งวิทยา อำเภอเวียงเชียงรุ้ง จังหวัดเชียงราย พบว่า ประสิทธิภาพของกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ เรื่องการเล่นลูกด้วยเท้าด้านในการเล่นลูกด้วยหลังเท้า การเล่นลูกด้วยหน้าขาหรือเข่า การเล่นลูกด้วยศีรษะ มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 91.50/90.00 92.25/90.00 90.50/90.00 และ 90.50/90.00 ตามลำดับ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 90/90

3. ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ เรื่อง การเล่นลูกด้วยเท้าด้านใน การเล่นลูกด้วยหลังเท้า การเล่นลูกด้วยหน้าขาหรือเข่า การเล่นลูกด้วยศีรษะ พบว่าความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ ระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากการเปิดตารางการแจกแจงแบบ t ที่ระดับนัยสำคัญ .05 เท่ากับ 1.729 พบว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกเรื่องและเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ ที่เรียนด้วยกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ เรื่องการเล่นลูกด้วยเท้าด้านใน การเล่นลูกด้วยหลังเท้า การเล่นลูกด้วยหน้าขาหรือเข่า การเล่นลูกด้วยศีรษะ พบว่านักเรียนมีความคิดเห็นต่อกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ ส่วนใหญ่เฉลี่ยในระดับเหมาะสมมาก ($\overline{X}$ = 4.00) เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีความคิดเห็นเฉลี่ยสูงสุดด้านความรู้สึกที่มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนจากกระดานสะท้อนกลับในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.50)

อภิปรายผลการวิจัย

1. การสร้างและพัฒนากระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ ผู้วิจัยได้อาศัยแนวคิดการฝึกนักเรียนเพื่อให้เกิดทักษะที่ไม่เบื่อหน่ายและสนุก มาช่วยกระตุ้นเร้าความสนใจและช่วยพัฒนาทักษะการเล่นตะกร้อให้ดีขึ้นตามศักยภาพของแต่ละบุคคล โดยเน้นให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างมือ-เท้า และอวัยวะอื่นๆได้เคลื่อนไหวสอดคล้องกัน เกิดความคล่องแคล่วว่องไว รวดเร็ว ผู้เรียนสามารถฝึกเล่นคนเดียวหรือหลายคนได้ โดยการสลับโต้ลูกเข้าออกทีละคน อุปกรณ์ที่สร้างและพัฒนาขึ้นสามารถปรับระดับความสูงให้เหมาะกับผู้เรียนแต่ละคนได้ เหมาะกับการเล่นลูกตะกร้อในท่าต่าง ๆ ปรับองศาความลาดเอียงเพื่อเพิ่มความเร็วหรือช้าของลูกได้ เคลื่อนที่ได้ น้ำหนักเบา ใช้วัสดุอุปกรณ์เหลือใช้ภายในชุมชนมาสร้างและพัฒนาสื่อการเรียนการสอน สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนการสอนตามพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542

2. ประสิทธิภาพของกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ ทุกเรื่องมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 90/90 เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจาก การสร้างและการพัฒนากระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาโดยคำนึงถึงกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาเย่ (Robert Gangné) [6] คือ (1) สร้างแรงจูงใจ สร้างความสนใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้กระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อเพื่อดึงดูดความสนใจผู้เรียนเข้าสู่กิจกรรมการเรียน (2) มีการแจ้งจุดประสงค์การเรียนและวิธีเรียนในแต่ละกิจกรรมของการฝึกทักษะและประเมินผลการเรียนได้ทันทีด้วยตนเองจาก กระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ ของแต่ละบุคคล (3) กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถทบทวนการเรียนหรือฝึกทักษะได้ด้วยตนเองจากคู่มือการใช้สื่อนวัตกรรม (4) นำเสนอเนื้อหาบทเรียนด้วยสื่อต่าง ๆ เช่น รูปภาพประกอบท่าฝึกทักษะในคู่มือการใช้งาน (5) แนะนำวิธีการทำกิจกรรมการเรียนหรือฝึกทักษะด้วยตนเอง (6) กระตุ้นให้ผู้เรียนฝึกหัดทักษะระหว่างเรียน โดยเมื่อเรียนจบบทเรียนในชั่วโมงปกติแล้วผู้เรียนยังสามารถกลับมาฝึกทักษะได้อีกภายหลัง (7) ให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแก่ผู้เรียนในขณะทำการฝึกหัดจากกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ (8) การประเมินผลการเรียนโดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (9) ส่งเสริมการเรียนรู้เพิ่มเติมโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถกลับมาฝึกทักษะได้ตลอดเวลา

นอกจากนี้ผู้วิจัยคาดว่าลักษณะเด่นที่ส่งผลให้กระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อมีประสิทธิภาพคือ ลักษณะของเด่นกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ สามารถเล่นคนเดียวหรือหลายคนได้ ปรับระดับความสูง องศาความลาดเอียงเพื่อเพิ่มความเร็วหรือช้าให้เหมาะกับผู้เล่นแต่ละคนได้ น้ำหนักเบาเคลื่อนย้ายได้ และต้นทุนในการสร้างและพัฒนาต่ำเนื่องจากใช้วัสดุอุปกรณ์เหลือใช้ภายในชุมชนมาสร้างและพัฒนาสื่อการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ เสน่ห์ [7] เรื่องการพัฒนาแบบฝึกทักษะกีฬาตะกร้อ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแบบฝึกทักษะกีฬาตะกร้อ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สร้างและพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.28/85.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80

3. ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ ทุกเรื่องพบว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกเรื่องและเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ มีการออกแบบและพัฒนาให้เหมาะสมกับนักเรียน ทำให้กิจกรรมการเรียนเร้าความสนใจของผู้เรียนและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และมี

ระเบียบวินัยในตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของเสน่ห์ [7] เรื่องการพัฒนาแบบฝึกทักษะกีฬาตะกร้อ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 และทักษะการปฏิบัติของนักเรียนหลังการเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะกีฬาตะกร้อ ชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 2 มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี คือ 3.97

4. ความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อ มีความคิดเห็นต่อกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อส่วนใหญ่เฉลี่ยในระดับเหมาะสมมาก ($\overline{X}$ = 4.00) ซึ่งผู้วิจัยคาดว่ามาจากกระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อทำให้ผู้เรียนสามารถฝึกทักษะได้เพิ่มเติมได้โดยลำพัง มีอิสระในการเรียนรู้โดยไม่จำกัดอยู่ในชั่วโมงเรียนเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับของ เสน่ห์ [7] เรื่องการพัฒนาแบบฝึกทักษะกีฬาตะกร้อ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะกีฬาตะกร้อ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 มีผลการประเมินอยู่ในระดับมาก คือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.01 และสอดคล้องกับปรีชา [8] ในการพัฒนาเอกสารประกอบการสอนวิชา พ 32101 พลศึกษา (ตะกร้อ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนสุไหงโก-ลก จังหวัดนราธิวาส ซึ่งผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชา พ 32101 พลศึกษา (ตะกร้อ) โดยใช้เอกสารประกอบการสอนมีค่าเฉลี่ยรวมเล่มที่ 1-4 ระดับเกณฑ์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานมาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรตรวจความเรียบร้อยของอุปกรณ์ทุกครั้งที่นำไปใช้เพื่อป้องกันอุบัติเหตุ

2. ระวังอย่าให้นักเรียนขึ้นเหยียบขาตั้งอุปกรณ์เพราะอาจทำให้ล้อเลื่อนอุปกรณ์ชำรุดได้

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1. ด้านข้างของแผงอุปกรณ์ที่กั้นขณะผู้เล่นเตะลูกตะกร้อที่มีน้ำหนักแรง ลูกจะกลิ้งออกด้านข้างของอุปกรณ์ฝึกทักษะควรมีการศึกษาวิธีการป้องกันทิศทางของลูก

2. การปรับระดับความสูงต่ำของอุปกรณ์ควรใช้ระบบเลื่อนขึ้นลงให้รวดเร็วโดยอาจจะประยุกต์โปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมการทำงาน

3. อุปกรณ์ฝึกทักษะมีขนาดความกว้างจำกัดอาจไม่เหมาะกับการฝึกทักษะเรียงกันเกิน 2 คน ทำให้ต้องสลับเวลากันเข้าฝึกทักษะ

4. พัฒนากระดานสะท้อนกลับเพื่อเสริมทักษะการเล่นตะกร้อให้มีขนาดที่ยืดหยุ่นได้เหมาะสำหรับการเล่นหลาย ๆ คนได้ โดยการพัฒนาให้สามารถเก็บพับขยายได้

5. ควรจัดให้มีการเผยแพร่เอกสารประกอบการสอนและสื่อการเรียนการสอนที่ผลิตขึ้นให้แก่โรงเรียนอื่นๆ ด้วย เพื่อเป็นการขยายแนวความคิดและเพิ่มประสิทธิภาพทางการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

[1] วรศักดิ์ เพียรชอบ. หลักและวิธีสอนพลศึกษา. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช, 2548.

[2] สถาบันการพลศึกษา. พระราชบัญญัติ สถาบันการพลศึกษา พ.ศ. 2548. (ออนไลน์) 2548. (สืบค้นวันที่ 4 กรกฎาคม 2552), จาก www.ams.cmu.ac.th/pub/law/eduact/PDF/Act/StabunPala2548.pdf

[3] เทพประสิทธิ์ กุลธวัชวิชัย. เทคนิคและทักษะกีฬาเทเบิลเทนนิสขั้นสูง. (ออนไลน์) 2544. (สืบค้นวันที่ 24 สิงหาคม 2552), จาก http://www.212cafe.com/freewebboard/view.php?user=phetbun2&id=146 , 2544.

[4] นิพนธ์ วานิชสัมบัติ. การพัฒนาแบบฝึกทักษะพื้นฐานการเล่นกีฬาตะกร้อ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. รายงานวิจัย โรงเรียนพ่อขุนผาเมืองรำลึก สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์เขต 2, 2550.

[5] ชัยยงค์ พรหมวงค์. เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเอง. นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2540.

[6] Robert Gagne's. Instructional Development Timeline. [Online] Available from: http://my-

ecoach.com/project.php?id=12152&project_step=28465 [2009 March 9].

[7] เสน่ห์ อัมพรวรรณ. การพัฒนาแบบฝึกทักษะกีฬาตะกร้อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. รายงานวิจัยโรงเรียนบ้านหินช้าง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาระนอง, (ออนไลน์) 2551. (สืบค้นวันที่ 2 มิถุนายน 2552), จาก http://sutida.im.kroobannok.com/board_view.php?b_id=6370&bcat_id=16

[8] ปรีชา มุขแจ้ง. การศึกษาพฤติกรรมการออกกำลังกายและการเล่นกีฬาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. โรงเรียนสุไหโกลก จังหวัดนราธิวาส, (ออนไลน์) 2550. (สืบค้นวันที่ 2 ตุลาคม 2552), จาก http://www.naraed2.org/board/index.php?topic=113.0

การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนโดยใช้สื่อประสมเรื่องเครื่องส่งวิทยุ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

A Construction and Efficiency Validation of an Instructional Package using Multimedia on Radio Transmitter and Antenna for Curriculum of Vocational Certificate

คฑาวุธ ชุมขวัญ[1], มานิตย์ สิทธิชัย[2] และสมศักดิ์ อรรคทิมากูล[2]

1สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเซนต์จอห์นโปลีเทคนิค เขตจตุจักร กรุงเทพฯ
2ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800, e-mail: katawoot_ch405@hotmail.com, ssa@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนก่อนและหลังเรียน วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอน แบบทดสอบท้ายหน่วยเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเลือกแบบเจาะจง เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเซนต์จอห์นโปลีเทคนิค ที่ได้ลงทะเบียนเรียนวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 20 คน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนในแต่ละครั้งให้นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียน และให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจบทุกบทเรียน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพชุดการสอนและวิเคราะห์หาความก้าวหน้าทางการเรียนโดยใช้สถิติค่าที (t-test) ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพร้อยละ 76.80/72.30 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80/80 และจากการทดสอบด้วยสถิติค่าทีโดยเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นหลังจากเรียนด้วยชุดการสอนที่สร้างขึ้น

คำสำคัญ : ชุดการสอน สื่อประสม ประสิทธิภาพของชุดการสอน เครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ

Abstract

This research aimed to construct and validate the efficiency of an instructional package using Multimedia on Radio Transmitter and Antenna for curriculum vocational certificate and compare learning achievement of the students between before and after using this instructional package. The constructed instructional package consisted of teachers' handbook, teaching aids, exercises and tests. Samples were 20 students registered in the academic year 2009, second semester at Saint John's Polytechnic School. They did the pretest before taking the course and worked on the test after each unit, and then they did the posttest. The scores were computed for the efficiency with the formula E_1/E_2. The progress in learning was analyzed by comparing between pretest and posttest and t-test was used for testing statistically hypothesis. The results revealed that this instructional package had the efficiency of 76.80/72.30 which lower than the set criterion 80/80. The results from the comparison between pretest and posttest scores reported the statistic

significant difference at .01. Learning achievement after using the developed instructional package was higher than before using it, so it revealed that the students had more knowledge after using this instructional package.

Keywords: Instructional Package, Multimedia, Efficiency of an Instructional Package, Radio Transmitter and Antenna

1. บทนำ

การศึกษาเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้าทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกยุคปัจจุบัน ประเทศไทยถือว่าเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ของโลกที่นำเทคโนโลยีที่มีความทันสมัยเข้ามาใช้ในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีเกี่ยวกับการสื่อสารโทรคมนาคมได้มีการเจริญเติบโตและพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการจัดการศึกษาจึงต้องสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานและการพัฒนาประเทศ

การจัดการอาชีวศึกษา [1] เป็นการจัดการศึกษาทางด้านวิชาชีพ ที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และแผนการศึกษาแห่งชาติ มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนในด้านวิชาชีพระดับฝีมือ ระดับเทคนิคและระดับเทคโนโลยีรวมทั้งเป็นการยกระดับการศึกษาวิชาชีพให้สูงขึ้น และมีสมรรถนะจนสามารถนำไปประกอบอาชีพในลักษณะผู้ปฏิบัติหรือประกอบอาชีพโดยอิสระได้ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ จึงมีส่วนสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการของหลักสูตร ซึ่งปัจจุบันนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา [2] มีส่วนช่วยให้การสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะชุดการสอนซึ่งถือว่าเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่กำลังได้รับความสนใจ และจากผลการวิจัย [3-4] พบว่าชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพจะเป็นส่วนสำคัญในการทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามและสัมภาษณ์ครูผู้สอนจำนวน 5 ท่าน เกี่ยวกับปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ จากโรงเรียนเซนต์จอห์นโปลีเทคนิค โรงเรียนเทคโนโลยีดุสิต โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง และวิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ พบว่าการจัดการเรียนการสอนวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ ยังขาดความพร้อมในหลายๆ ด้าน เช่น ขาดคู่มือครูสำหรับเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แผนการสอนไม่สอดคล้องกับรูปแบบและกิจกรรมการสอนและวัตถุประสงค์ เนื้อหาบทเรียนไม่ครอบคลุมกับคำอธิบายรายวิชา บางส่วนเนื้อหายากไม่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน ขาดแบบทดสอบที่มีคุณภาพที่ใช้ในการวัดและประเมินผล ขาดสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และขาดแหล่งเรียนรู้หรือแหล่งศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมนอกห้องเรียน เป็นต้น

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ตระหนักถึงความสำคัญในการหาแนวทางและวิธีการแก้ไขปัญหาโดยการสร้างชุดการสอนโดยใช้สื่อประสมเรื่องเครื่องส่งวิทยุ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 เพื่อช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อสร้างชุดการสอนโดยใช้สื่อประสม เรื่องเครื่องส่งวิทยุ ในรายวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545

1.1.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้าง

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนก่อนและหลังเรียนจากชุดการสอนที่สร้างขึ้น

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 ชุดการสอนโดยใช้สื่อประสม เรื่องเครื่องส่งวิทยุ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546) ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.2.2 คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. การดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยเริ่มต้นศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 เพื่อกำหนดหัวข้อเรื่องและรายละเอียดของเนื้อหาให้ครอบคลุมกับคำอธิบายรายวิชาในรูปแบบของแผนภูมิความคิด ซึ่งสำหรับในงานวิจัยจะเลือกหัวข้อเรื่องเครื่องส่งวิทยุระบบเอเอ็มและเอฟเอ็ม [5] จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหา จากนั้นนำมาสร้างเป็นตารางวิเคราะห์หลักสูตร เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างใบเนื้อหาและออกข้อสอบ กำหนดกิจกรรมการสอน และสื่อการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา โดยเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 คู่มือครู

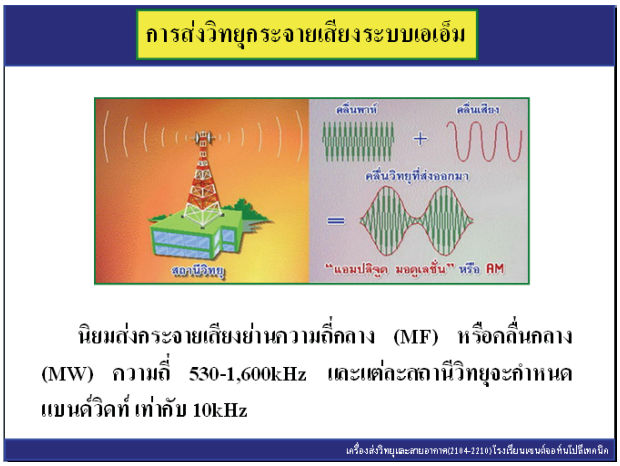
คู่มือครูเป็นชุดเอกสารที่จัดเตรียมไว้สำหรับครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนมีทั้งหมด 4 หน่วยเรียนประกอบด้วย หน่วยที่ 1 หลักการของเครื่องส่งวิทยุระบบเอเอ็ม หน่วยที่ 2 ระบบของเครื่องส่งวิทยุเอเอ็ม หน่วยที่ 3 หลักการของเครื่องส่งวิทยุระบบเอฟเอ็ม และหน่วยที่ 4 ระบบของเครื่องส่งวิทยุเอฟเอ็ม รายละเอียดของคู่มือครูประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจำนวน 25 ข้อ ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นของบทเรียน การนำเข้าสู่บทเรียน ตารางปฏิบัติการ แบบร่างกระดาน ใบเนื้อหา จำนวน 72 หน้า ใบรายการถามตอบ แบบทดสอบท้ายหน่วยเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ทำการออกข้อสอบตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ได้จากการให้น้ำหนักคะแนนความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จำนวน 70 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เมื่อออกข้อสอบเสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความตรงเชิงเนื้อหาเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) พบว่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าระหว่าง 0.60-1.00 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.837 แสดงว่าข้อสอบแต่ละข้อเป็นตัวแทนของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นนำข้อสอบที่ผ่านการประเมินไปหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เคยผ่านการเรียนในรายวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเซนต์จอห์นโปลีเทคนิคจำนวน 24 คน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Simple Items Analysis (SIA) พบว่าค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.29-0.79 มีค่าเฉลี่ย 0.54 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33-1.00 มีค่าเฉลี่ย 0.67 และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 มีค่าเท่ากับ 0.943 และข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์วิเคราะห์มาสร้างเป็นแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียนจำนวน 50 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวนทั้งหมด 50 ข้อ

2.2 สื่อการสอน

การสร้างสื่อการสอนจะพิจารณาให้เหมาะสมกับเนื้อหาและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เลือกสื่อที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียนและกิจกรรมการเรียนการสอน ใช้งานได้สะดวก เก็บรักษาง่ายและมีความเหมาะสมกับสภาพการจัดการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยได้สร้างสื่อการสอนทั้งหมด 3 ประเภท คือ

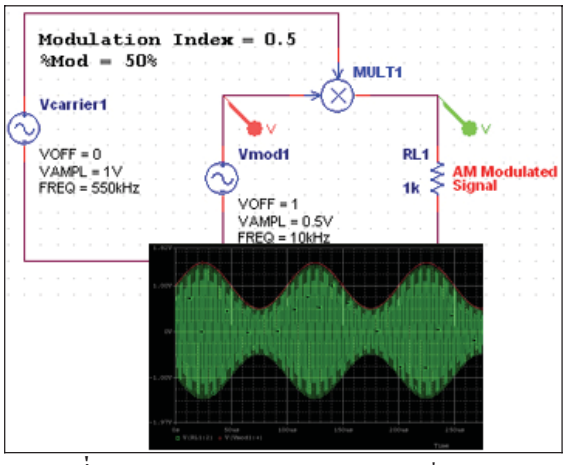
2.2.1 โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ สำหรับใช้ประกอบการสอนบรรยายเนื้อหาภาคทฤษฎีทั้งหมด 4 หน่วยเรียน มีจำนวนทั้งหมด 153 เฟรม ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตัวอย่างการนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์ เนื้อหาเรื่องการส่งวิทยุกระจายเสียงระบบเอเอ็ม

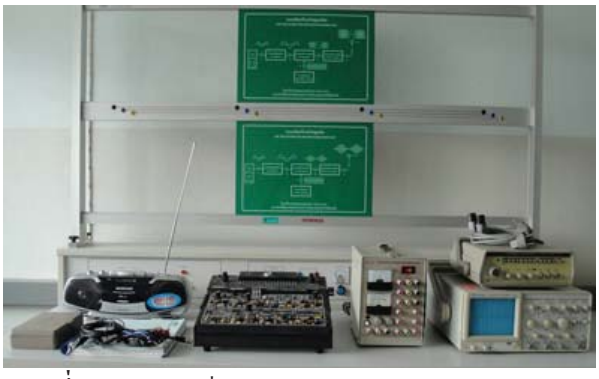
2.2.2 โปรแกรมจำลอง โดยสร้างจากโปรแกรม OrCAD เวอร์ชั่น 9.2 เพื่อใช้ประกอบการสอนบรรยายในเนื้อหาที่มีความซับซ้อนให้ง่ายขึ้นและช่วยเพิ่มจินตนาการของผู้เรียน ประกอบด้วย วงจรการผสมคลื่นวิทยุเอเอ็มและวงจรการผสมคลื่นวิทยุเอฟเอ็ม ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 2

2.2.3 ชุดสาธิตเครื่องส่งวิทยุ เป็นสื่อที่ช่วยอธิบายหลักการทำงานของเครื่องรับ-ส่งวิทยุ ในงานวิจัยนี้ได้จัดสร้าง



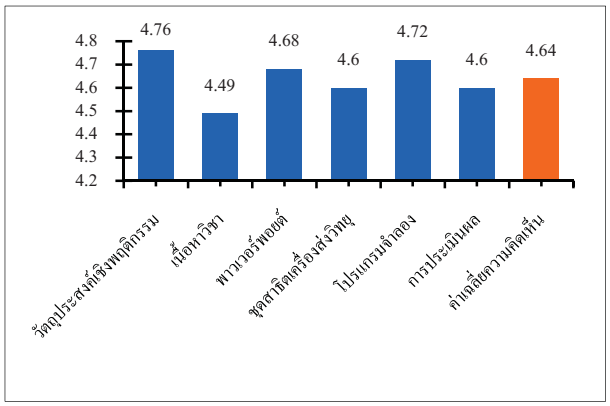
ภาพที่ 2 ตัวอย่างโปรแกรมจำลองการผสมคลื่นวิทยุเอเอ็ม

จำนวนทั้งหมด 2 ชุด ซึ่งประกอบด้วย ชุดระบบเครื่องส่งวิทยุกระจายเสียงเอเอ็ม และระบบเครื่องส่งวิทยุกระจายเสียงเอฟเอ็ม โดยผู้สอนสามารถวัดรูปคลื่นสัญญาณต่างๆ ที่กำหนดไว้ในคู่มือการใช้ชุดสาธิต รายละเอียดดังแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ชุดสาธิตเครื่องรับ-ส่งวิทยุกระจายเสียงเอเอ็มและเอฟเอ็ม

การประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่สร้างขึ้นโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านประเมินความคิดเห็นที่มีต่อชุดการสอนทั้งหมด 6 ด้าน แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นแต่ละด้านจากการประเมินชุดการสอนของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

ภาพที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้านเท่ากับ 4.64 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่เห็นด้วยมากที่สุดกับชุดการสอน ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพเหมาะสมมากที่สุดในการนำไปใช้ในการสอนได้

3. การทดลองและรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับงานวิจัย โดยการนำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเซนต์จอห์นโปลีเทคนิค จำนวน 20 คน ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1 แนะนำการใช้ชุดการสอนให้กับอาจารย์ผู้สอนทราบและปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียน เพื่อชี้แจงถึงวัตถุประสงค์และวิธีการที่จะเรียนด้วยชุดการสอนวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ

3.2 ทำการทดสอบผู้เรียนก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 50 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบหลังเรียน

3.3 ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้น ทำการสอนทั้งหมด 4 ครั้งๆ ละ 4 คาบ และหลังจากเรียนจบในแต่ละหน่วยการเรียน ทำการทดสอบผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบท้ายหน่วยเรียน รวมทั้งหมด 50 ข้อ

3.4 หลังจากเรียนครบทั้ง 4 หน่วยการเรียนแล้ว เว้นระยะการทดสอบไปอีก 1 สัปดาห์ จึงทำการทดสอบผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนำผลคะแนนที่ได้ไปหาประสิทธิภาพของชุดการสอน และเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน

4. ผลของการวิจัย

4.1 ผลการสร้างชุดการสอน

ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีเนื้อหาทั้งหมด 4 หน่วยเรียน ประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 25 ข้อ ใบเนื้อหา จำนวน 72 หน้า เพาเวอร์พอยต์ จำนวน 153 เฟรม โปรแกรมจำลอง จำนวน 2 วงจร ชุดสาธิตเครื่องส่งวิทยุ

จำนวน 2 ชุด แบบทดสอบท้ายหน่วยเรียน จำนวน 50 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 50 ข้อ รายละเอียดของชุดการสอน แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ชุดการสอนแบบสื่อประสม เรื่องเครื่องส่งวิทยุ

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน

ผู้วิจัยได้นำชุดการสอนวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน ซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเซนต์จอห์นโปลีเทคนิค มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ผลวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียน เพื่อศึกษาผลทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนจบในหน่วยเรียนนั้นๆ โดยการนำคะแนนแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียนมาหาค่าเฉลี่ยแล้วคิดออกมาเป็นค่าร้อยละ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียน

หน่วยที่	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
1	20	13	211	10.55	81.15
2	20	12	182	9.10	75.83
3	20	13	194	9.70	74.62
4	20	12	181	9.05	75.42
รวม	20	50	768	38.40	76.80

จากตารางที่ 1 คะแนนแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียนทั้ง 4 หน่วยเรียน มีคะแนนเฉลี่ยทุกหน่วยเรียนรวมกันคิดเป็นร้อยละ 76.80 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดร้อยละ 80 โดยหน่วยเรียนที่ 1 มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดร้อยละ 81.15

4.2.2 ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการสอน การหาประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้นโดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียนทุกหน่วยรวมกันและคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการสอน

รายการ	N	$\overline{X}$	$S.D.$	ร้อยละ
แบบทดสอบท้ายหน่วยเรียน	20	38.40	3.54	76.80
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	20	36.15	2.94	72.30

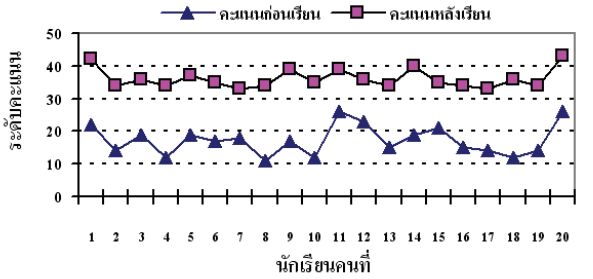
จากตารางที่ 2 ปรากฏว่าชุดการสอนวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 76.80/72.30 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80

4.3 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน

4.3.1 ผลวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน แสดงผลของข้อมูลในตารางที่ 3 และภาพที่ 6

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

แบบทดสอบ	N	$\overline{X}$	ร้อยละ	$S.D.$	t_c
ก่อนเรียน(เต็ม 50)	20	17.30	34.60	4.56	-25.67
หลังเรียน(เต็ม 50)	20	36.15	72.30	2.94	



ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

จากตารางที่ 3 พบว่ากลุ่มตัวอย่างสามารถทำแบบทดสอบก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 34.60 และทำแบบทดสอบหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 72.30 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นหลังจากได้เรียนกับชุดการสอนที่สร้างขึ้น

4.3.2 ผลวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนจากชุดการสอนที่สร้างขึ้น เมื่อวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test ที่แสดงในตารางที่ 3 พบว่า ค่าทีที่เปิดในตารางมีค่าเท่ากับ

$\pm$ 2.093 จึงยอมรับ H_1 ปฏิเสธ H_0 กล่าวคือคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นหลังจากได้เรียนกับชุดการสอนวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศที่สร้างขึ้น

5. สรุปผล และอภิปรายผลการวิจัย

5.1 สรุปผล

ชุดการสอนโดยใช้สื่อประสม เรื่องเครื่องส่งวิทยุ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 มีค่าประสิทธิภาพ 76.80/72.30 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 แต่อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้นทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถสูงขึ้น

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้นต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 สาเหตุสำคัญที่ทำให้ประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยพอสรุปได้ดังนี้

5.2.1 จากการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียน พบว่าเนื้อหาของระบบเครื่องส่งมีความยุ่งยากและซับซ้อนทำให้นักเรียนต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจมากขึ้น และมีข้อจำกัดในด้านเวลาจึงทำให้ครูผู้สอนไม่สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ ทำให้นักเรียนทำคะแนนสอบได้น้อย

5.2.2 จากการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 72.30 เนื่องจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะกระทำหลังจากเรียนจบทุกบทเรียน จึงทำให้เนื้อหามีความหลากหลายและรายละเอียดของเนื้อหามาก ประกอบกับผู้เรียนจดจำเนื้อหาได้น้อยลงเมื่อเวลาผ่านไปนานๆ

5.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งนี้และในการพัฒนางานวิจัยในโอกาสต่อไป มีดังต่อไปนี้

5.3.1 ผู้สอนควรจัดเตรียมห้องเรียนและอุปกรณ์การสอนให้พร้อม และสร้างข้อตกลงกับนักเรียนเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน การเข้าเรียน การเตรียมอุปกรณ์การเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมและมีความตั้งใจในการเรียน ซึ่งจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

5.3.2 สำหรับเนื้อหาที่ค่อนข้างยากและซับซ้อน ควรมีการตรวจปรับความเข้าใจของผู้เรียนให้เพิ่มมากขึ้นและเพิ่มโจทย์ตัวอย่างให้มากขึ้นเพื่อให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น

5.3.3 ควรนำชุดการสอนไปทดลองใช้กับโรงเรียนหรือสถานศึกษาอื่นๆ ที่ใช้หลักสูตรเดียวกันเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนในภาพรวมให้ชัดเจนมากขึ้น

5.3.4 ควรมีการสร้างสื่อการสอนหรือกิจกรรมเสริมนอกห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมนอกเวลาเรียนได้ เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI), การเรียนการสอนบนเว็บ (Web-Based Learning), การเรียนออนไลน์ (On-line Learning) เป็นต้น

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, “พระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา”, กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แม็ค, 2551.

[2] กิตินันท์ มลิทอง, “เทคโนโลยีทางการศึกษาและนวัตกรรม”, กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

[3] ศรัณย์ ชูคดี, “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาระบบโทรศัพท์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล”, วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิตสาขาวิชาไฟฟ้า, ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ. 2548.

[4] สุชาติ ยอดเกลี้ยง, “การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบบูรณาการเรื่องการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังเบื้องต้น วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจร หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ”,วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า, ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.. 2552.

[5] สายัณต์ ชื่นอารมณ์ และอนงลักษณ์ อาจมังกร, “เครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ”,กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพวังอักษร, 2550.

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต

Development of Computer Assisted Instruction in Information Technology for Life

ธาดา จันตะคุณ[1] จาริมา คงปัญญา[2] และ ธิติ จันตะคุณ[3]

[1,2]โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
[3]สาขาระบบสารสนเทศคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
Emails: thada@cs.rmu.ac.th, thaisoft.net@hotmail.com, thiti100@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งหวังที่เสนอการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต โดยใช้ระบบนิพนธ์บทเรียนคือ Adobe Captivate 4.0 ในการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะของสื่อผสม อาศัยทฤษฎีทางด้านมัลติมีเดีย และการออกแบบบทเรียน โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการประเมินประสิทธิภาพบทเรียน จากผลการทดสอบพบว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 89/88 ซึ่งสรุปได้ว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพในระดับดี สามารถนำบทเรียนที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต

Abstract

This research aims to present a development of Computer Assisted Instruction in Information Technology for Life. This CAI was developed using Adobe Captivate 4.0 development tools and based on theories such as multimedia and design of computer instruction. Evaluation of satisfaction was undertaken using arithmetic mean and standard deviation. The result found that the efficiency was 89/88. It was revealed that fairly good and the developed computer assisted instruction can be used properly.

Keyword: Computer Assisted Instruction, Information Technology for Life

1. บทนำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามเป็นสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น โดยได้จัดหลักสูตรในหมวดวิชาการศึกษาทั่วไป (General Education: GE) ที่กำหนดให้นักศึกษาทุกคนต้องเรียน เพื่อมุ่งพัฒนาคุณภาพชีวิตให้มีความเจริญงอกงาม ตลอดจนมีความรู้เพื่อนำไปพัฒนาบุคลิกลักษณะของผู้มีการศึกษา และดำรงชีวิตในสังคมยุคเทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความเจริญก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบันได้มีการพัฒนาอย่างไม่หยุดยั้ง โดยมีเทคโนโลยีหลากหลายประเภทที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาได้อย่างเหมาะสม

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต รหัสวิชา 1400004 เพื่อจัดการกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยใช้นวัตกรรมการสร้างสื่อบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์มาช่วยให้เกิดผลสัมฤทธิ์ด้านการศึกษา และบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนในรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังต่อไปนี้

2.1 รูปแบบการสอน ADDIE (ADDIE Model)

รูปแบบการสอนที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน โดยอาศัยหลักของวิธีการระบบ (System Approach) เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปในการนำ ไปใช้ออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

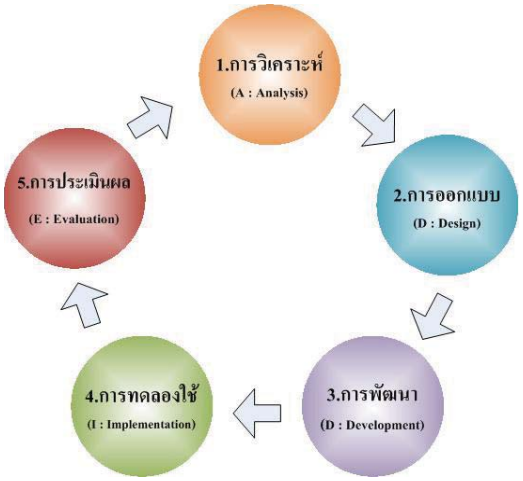
1) การวิเคราะห์ (Analysis) ทำการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียนกำหนดหลักสูตรวิชา กำหนดกลุ่มผู้เรียน

2) การออกแบบ (Design) ทำการออกแบบโครงสร้างบทเรียน ออกแบบบทเรียน กำหนดกิจกรรม และวิธีประเมินผล

3) การพัฒนา (Development) ทำการพัฒนาบทเรียนด้วย Adobe Captivate ผนวกกิจกรรม แบบทดสอบ การติดตามและประเมินผลการเรียน

4) การทดลองใช้ (Implementation) ทำการแบ่งกลุ่มผู้เรียน จัดเตรียมสถานที่และฝึกอบรมผู้เรียนสำหรับทดลองใช้งานบทเรียนโดยกลุ่มตัวอย่าง

5) การประเมินผล (Evaluation) ทำการประเมินผลเครื่องมือวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่าง [1] ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบการสอน ADDIE

2.2 ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ประยุกต์มาจากหลักการของบทเรียนสำเร็จรูป โดยมีการเพิ่มเทคนิคการนำเสนอ และส่วนประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญ ประกอบไปด้วย บทนำเรื่อง, คำชี้แจงบทเรียน, วัตถุประสงค์, รายการให้เลือก, แบบทดสอบก่อนเรียน, เนื้อหาบทเรียน, แบบทดสอบหลังบทเรียน และบทสรุปและการนำไปใช้งาน [1]

2.3 หลักการสอน 9 ประการของ Robert Gagne

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้นำหลักการของ Robert Gagne มาใช้ประกอบการออกแบบบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาบทเรียนเสมือนการเรียนการสอนจริง ได้แก่ การเร่งเร้าความสนใจ, ชี้แจงวัตถุประสงค์, ทบทวนความรู้, นำเสนอเนื้อหาใหม่, แนะแนวทางการเรียนรู้, กระตุ้นการตอบสนอง, ให้ผลป้อนกลับ, ทดสอบความรู้ใหม่และสรุปผลการนำไปใช้ [1]

2.4 การวิเคราะห์ความยากง่ายและหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความยากง่าย จากการหาสัดส่วนระหว่างนักเรียนที่ทำ ข้อสอบในแต่ละข้อถูกในกลุ่มสูงเปรียบเทียบกับกลุ่มต่ำโดยใช้เทคนิค 50% และวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก เป็นการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของคำถามในการจำแนกกลุ่มเด็กเก่งจากเด็กอ่อน [2]

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบ [3] บทเรียนมีประสิทธิภาพ 80.5/80.4 ได้รับความสนใจจากผู้เรียนเป็นอย่างดีทำให้ผู้เรียนศึกษาได้ตามความสามารถของผู้เรียนเอง ด้านข้อเสนอแนะ มีการแนะนำให้พัฒนาส่วนของการแสดงผลกราฟิก และเสียงให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเขียนโปรแกรม Visual Basic2005 [4] โดยการใช้ระบบนิพนธ์บทเรียน คือ Macromedia Authorware 7.0 ในการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะของสื่อผสมโดยได้อาศัยทฤษฎีทางด้านมัลติมีเดีย และการออกแบบบทเรียน โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ ใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการประเมินประสิทธิภาพบทเรียน จากผลการทดสอบพบว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 89.45/82.25 สรุปได้ว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพระดับดีพอใช้ สามารถนำบทเรียนที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ได้อย่างเหมาะสม

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ [5] เมื่อนำคะแนนการทดสอบมาวิเคราะห์โดยการทดสอบค่าที (t–test) ทางการเรียนของผู้เรียนก่อน และหลังเรียน พบว่าผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน เพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาผลคะแนนสอบหลังเรียนปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยรวมจากการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 48.14 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนซึ่งมีค่าเท่ากับ 20.71 ผู้ใช้บทเรียนและผู้เชี่ยวชาญมีการประเมินผลบทเรียนในระดับดี

งานวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต [6] ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 90.94/86.28 เหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน ปัญหาที่พบคือส่วนของการจัดการฐานข้อมูล ที่จัดเก็บข้อมูลเป็นจำนวนมาก ส่งผลต่อความเร็วในการทำงานของผู้ใช้มีการแนะนำให้ควรแบ่งไฟล์ต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยต้องคำนึงถึงคุณภาพของบทเรียนให้มีรูปแบบที่น่าสนใจ

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วิเคราะห์เนื้อหาบทเรียน

ผู้วิจัยทำการศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียน โดยมีเนื้อหาที่กำหนดไว้ได้แก่

1. IT Support of Organizational Performance
2. Information Technologies: Concepts and Management
3. Managing Data: Databases and Warehousing
4. Network Computing for Collaboration
5. E-Commerce and E-Business
6. Wireless Devices and their Applications
7. IT Compliance Functional Applications and Transaction processing

3.2 การออกแบบบทเรียน

การออกแบบแผนผัง (Flow Chart) เพื่อกำหนดแนวทางดำเนินการพัฒนาบทเรียน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.3 การพัฒนาบทเรียน

ขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาและรวบรวมข้อมูล โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. คัดเลือกเนื้อหาจากตำราและเอกสารต่าง ๆ โดยคัดเลือกเนื้อหาที่มีความสำคัญ

2. พัฒนาบทเรียนโดยซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องได้แก่ Adbobe Captivate 4.0, Camtasia Studio 5, Adobe Photosop CS

3.4 การทดสอบบทเรียน

1. ทดสอบโดยผู้วิจัยเอง ระหว่างการพัฒนาบทเรียน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของบทเรียนตามแผนผังกระบวนการขั้นตอนการทำงาน

2. ทดสอบบทเรียนทั้งหมดโดยผู้วิจัยเอง เมื่อพัฒนาบทเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว

3. ทดสอบบทเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยกลุ่มผู้เรียนตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 20 คน

3.5 การประเมินผลการเรียน

ประเมินผลด้านความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน และกลุ่มตัวอย่าง 20 คน จากด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง
2. ด้านรูปแบบวีดีทัศน์ และเสียง
3. ด้านตัวอักษรและสี
4. ด้านการออกแบบบทเรียน

ประเมินผลบทเรียนทางด้านประสิทธิภาพของบทเรียนโดยวิธีการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์มาตรฐาน Event1/Event2

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หน้าจอแรกเมื่อเริ่มต้นใช้โปรแกรมบทเรียน ดังภาพที่ 3



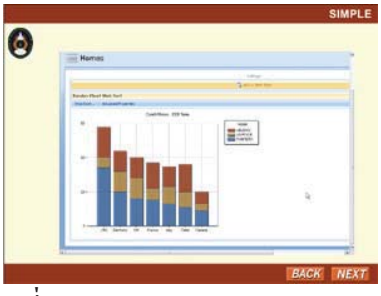
ภาพที่ 3 แสดงหน้าจอแรกของบทเรียน

หน่วยการเรียน มีลักษณะแบบรายการให้เลือก ตามลำดับเนื้อหาบทเรียนแต่ละบทแสดงชื่อหน่วยการเรียน ดังภาพที่4



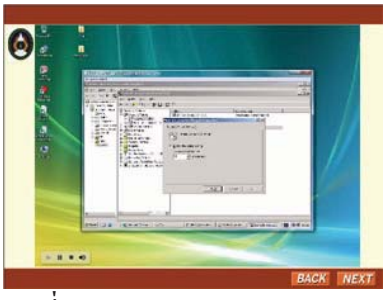
ภาพที่ 4 แสดงหน้าจอรายการเนื้อหาบทเรียน

หน้าจอของบทเรียน จะมีลักษณะเป็นทั้งข้อความและรูปภาพ เสียงบรรยาย และการสาธิต ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงหน้าจอบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์

รูปแบบของหน้าจอบทเรียนแบบวีดีทัศน์ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงหน้าจอบทเรียนแบบวีดิทัศน์

4.2 ผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่าง

ผลจากการประเมินความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญ ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน เท่ากับ 4.37 อยู่ในระดับมาก และผลจากการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 4.46 อยู่ในระดับมาก สรุปได้ว่าบทเรียนที่ได้พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีได้สรุปผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่าง

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ (ค่าเฉลี่ย)	กลุ่มตัวอย่าง (ค่าเฉลี่ย)
1.ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	4.35	4.52
2.ด้านรูปแบบภาพ วีดีทัศน์ และเสียง	4.27	4.53
3.ด้านตัวอักษร และสี	4.40	4.47
4.ด้านการออกแบบบทเรียน	4.50	4.34
ค่าเฉลี่ย	4.37	4.46

4.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน

ผลการทดสอบพบว่าผู้ใช้สามารถทำแบบทดสอบระหว่างเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 89 และทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 88 ซึ่งแสดงว่าเป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพดีพอใช้

5. บทสรุป

บทเรียนที่ได้พัฒนาขึ้นจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้านอยู่ที่ 4.37 และ 4.46 สรุปได้ว่าบทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพในระดับดี และการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียน พบว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 89/88 อภิปรายได้ว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพระดับดีพอใช้ ปัญหาและอุปสรรคที่พบ คือ คุณภาพของไฟล์วีดิทัศน์ที่มีความละเอียดของภาพและเสียงสูง ส่งผลต่อการรับชมของผู้เรียน ภาพและเสียงประกอบในบทเรียน อาจมีการเคลื่อนไหว หรือดึงดูดความสนใจน้อยเกินไป ข้อแนะนำ ควรปรับปรุงการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ยิ่งขึ้น ควรปรับขนาดของภาพ และเสียงให้มีความละเอียดลง เพื่อให้การรับชมรวดเร็วยิ่งขึ้น และเพิ่มการเคลื่อนไหว รูปแบบสี และเสียงดนตรีประกอบเพื่อให้ดึงดูดความสนใจมากยิ่งขึ้น ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้เพิ่มแบบฝึกปฏิบัติให้ผู้เรียนได้ทดสอบหลังจากศึกษาบทเรียน

6. เอกสารอ้างอิง

[1] มนต์ชัย เทียนทอง. “การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์.” ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.

[2] สุมาลี จันทร์ชลอ, “การวัดและประเมินผล (Measurement and Evaluation),” กรุงเทพมหานคร, ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ, 2542.

[3] แก้วใจ อาภรณ์พิศาล, “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบ สถาบันราชภัฏนครปฐม,”สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.

[4] ธนพงศ์ นวลปลอด, “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง Visual Basic 2005,” ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,2551.

[5] พจนีย์ สุขชาวนา. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้.” สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.

[6] สรรเพชญ ทุนมาก, “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศพื้นฐาน,” สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ,2546.

การพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐาน วิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

A Development of the Web-Based Instruction with the Problem-Based Learning in the C Programming Language for the Diploma Level

วัชราภรณ์ วังมนตรี และ จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
Amy1635@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning : PBL) วิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์กับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ และ 3) เพื่อหาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Static Group Comparison โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ โรงเรียนพณิชยการสุโขทัย

ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้บทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐานในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี ประกอบด้วยหน่วยการเรียนทั้งหมด 6 หน่วย 2) ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐานในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี ผลปรากฏว่าบทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.36/82.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐานกับการเรียนแบบปกติ มีคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 4) ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐานอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: บทเรียนออนไลน์ เทคนิคปัญหาเป็นฐาน โปรแกรมภาษาซี

Abstract

The purposes of this research were 1) to develop and test the effectiveness of online lessons using the Problem Based Learning technique in the C Programming Language Course , 2) to compare the achievements of students between learning online lessons using the Problem-Based Learning, and 3) to find satisfaction of the users of online lessons specially designed for this study. This study is an experimental research using the Static Group Comparison. The samples here are diploma level students of Sukhothai Business School, majoring in Business Computer.

Results from the research can be itemized as follows: 1) Development of online course using Problem Based Learning (PBL) technique for learning C- Programming Language yielded a course of 6 learning units. 2) Results of analysis for efficiency in learning of the developed online course using PBL technique for learning C-Programming Language found that the online course had an efficiency score of 84.36/82.65, which was higher than 80/80 of the determined criteria. 3) Students learning the C-Programming Language with the developed online course using the PBL technique had a statistically higher average score than those with a traditional approach at a significant level of .05 4) The results showed that users were highly satisfied with the online course.

Keyword: Web-Based Instruction , Problem Based Learning, C programming language.

1. บทนำ

จากการเรียนการสอนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี รหัส 3204-2008 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2546 ประเภทวิชาบริหารธุรกิจ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ของโรงเรียนพณิชยการสุโขทัย สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งเน้นกระบวนการเรียนการสอนให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์สามารถแก้ปัญหาได้ และยังเน้นการเรียนการสอนทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติด้วย วิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซีเป็นรายวิชาพื้นฐานที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษา ถึงขั้นตอนในการวิเคราะห์ระบบงานคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ขั้นตอนในการออกแบบและเขียนโปรแกรมต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจถึงหลักการของการสร้างและพัฒนาโปรแกรมอีกทั้งยังสามารถนำหลักการเหล่านี้ไปพัฒนาต่อในภาษาโปรแกรมอื่น ๆ ได้ และจากการสำรวจสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีผลต่อการเรียนการสอนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี จำนวน 30 คน ของนักเรียนระดับ ปวส. 2 โรงเรียนพณิชยการสุโขทัย ที่เคยเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซีมาแล้ว ใช้เครื่องมือแบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เกณฑ์การวัด 5 ระดับ ซึ่งผู้วิจัยได้แยกคำถามเป็นด้านปัญหาและความต้องการของผู้เรียน พบว่าในด้านปัญหา ได้แก่ 1) นักเรียนมีทักษะในการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาจากการเรียนวิชานี้ ในระดับน้อย ($\bar{x}$ = 2.30) 2) นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์โปรแกรม ในระดับน้อย ($\bar{x}$ = 2.35) 3) นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการเรียนการสอน ในระดับน้อย ($\bar{x}$ = 2.35) และด้านความต้องการของผู้เรียนได้แก่ 1) สื่อที่ใช้ในการเรียนการสอนมีจำนวนเพียงพอ ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 2.90) 2) การเขียนโปรแกรมภาษาซีมีความจำเป็นจะต้องอาศัยความรู้ความสามารถพื้นฐานในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 3.10) และ 3) นักเรียนคิดว่าการเรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานจะช่วยให้นักเรียนมีทักษะในการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาได้มากขึ้น ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.55) ซึ่งจากรายการที่ได้สำรวจมาพบปัญหาว่านักเรียนมีทักษะในการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาจากการเรียนวิชานี้ค่อนข้างน้อยซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ต่ำสุด รวมทั้งสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างจากอาจารย์ผู้สอน 2-3 ท่านที่มีประสบการณ์ทางด้านการสอนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี พบว่าผู้เรียนมีความสามารถแตกต่างกัน ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ไม่เท่ากัน ผู้เรียนบางคนเรียนเข้าใจได้เร็ว แต่บางคนเรียนเข้าใจช้ากว่าคนอื่น ๆ และไม่กล้าซักถามในชั้นเรียน ซึ่งส่งผลทำให้ผลการเรียนโดยเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่พอใช้

จากเหตุผลและปัญหาดังที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาการเรียนรู้แบบออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐานในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซีขึ้น เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุดโดยผู้เรียนสามารถเข้าไปศึกษาผ่านระบบออนไลน์และทบทวนเนื้อหาที่เรียนได้ตลอดเวลา และมีการทำงานเป็นทีมเพื่อแก้ปัญหานักเรียนที่เรียนได้ช้าและไม่กล้าซักถามในชั้นเรียน ซึ่งวิธีการเรียนแบบกลุ่มและการเรียนโดยใช้โจทย์ปัญหามากำหนดสถานการณ์จำลองซึ่งเหมาะสม

กับการเรียนในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซีเพื่อให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาเองได้จะช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะสามารถวิเคราะห์แก้ปัญหาได้และทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น จากงานวิจัยที่ได้พัฒนาขึ้นนี้

1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.1.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐานในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

1.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐานในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐานกับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ ในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

1.1.4 เพื่อหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐานในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐานในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐานกับการเรียนแบบปกติ ในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.3 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐานในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง อยู่ในเกณฑ์ระดับพึงพอใจมาก

1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.3.1 ประชากรคือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.1) สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ โรงเรียนพณิชยการสุโขทัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552

1.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย นักศึกษาประดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.1) สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ จำนวน 2 ห้อง ห้องละ 30 คน โดยการคัดเลือกด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยให้ตัวแทนห้องจับฉลาก แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ห้องที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน และห้องที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน

1.3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ หรือ ตัวแปรต้น : บทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิค Problem Based Learning ในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โรงเรียนพณิชยการสุโขทัย

ตัวแปรตาม : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของผู้ใช้บทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิค Problem Based Learning ในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โรงเรียนพณิชยการสุโขทัยที่พัฒนาขึ้น

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประภัสสร (2549) [1] ได้ทำวิจัยเรื่อง การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ปัญหาเป็นหลักวิชาการเขียนโปรแกรม 1 สำหรับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พุทธศักราช 2549 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและเพื่อทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอรเน็ตโดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐานในวิชาการเขียนโปรแกรม 1 สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พุทธศักราช 2549 และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับการเรียนด้วยวิธีสอนปกติผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีประสิทธิภาพ 84.55/80.45 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนปกติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

สุรพล (2550)[2] การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหา เป็นฐานในระดับอุดมศึกษา การวิจัยเรื่องนี้มีจุดมุ่งหมาย คือ 1. เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับอุดมศึกษา 2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในห้องเรียนเสมือนจริงกับนักศึกษาที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในห้องเรียนปกติ 3. เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักศึกษาที่นักศึกษาที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในห้องเรียนเสมือนจริง 4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในห้องเรียนเสมือนจริง ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้ 1. การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ห้องเรียนเสมือนจริง แบบใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับ อุดมศึกษา ได้ขั้นตอนรูปแบบจำนวน 13 ขั้นตอนประกอบด้วย 1) การกำหนดเป้าหมายในการเรียนการสอน, 2) การวิเคราะห์ผู้เรียน, 3) การออกแบบเนื้อหาบทเรียน ,4) การกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามแนวการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ,5) การเตรียมความพร้อมด้านสภาพแวดล้อมทางการเรียน ,6) การกำหนดบทบาทผู้สอน,7) การสร้างแรงจูงใจในการเรียน ,8) การดำเนินการเรียนการสอน , 9) กิจกรรมเสริมทักษะ, 10) ควบคุมกระบวนการเรียนการสอนตามแนวการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานใช้ FILA Model,11) กำหนดช่วงเวลาทดสอบ,12) การประเมินผลการเรียน(การประเมินตามสภาพจริง),13) ข้อมูลป้อนกลับเพื่อปรับปรุง ซึ่งผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมาก และผลการหาประสิทธิภาพของห้องเรียนเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ(E1/E2) 83.15/81.17 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 2. ผลของการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหาเป็นฐานพบว่ามีผลการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนจากห้องเรียนปกติโดยใช้ปัญหาเป็นหลักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3. นักศึกษาที่เรียนผ่านห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับอุดมศึกษามีความคงทนในการเรียนรู้ ไม่แตกต่างกัน 4.นักศึกษาที่เรียนผ่านห้องเรียนเสมือนจริงมีความพึงพอใจ ต่อการเรียนการสอนด้วยห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับอุดมศึกษาอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

นิคอสและคณะ (Nikos, 2001) [3] ได้ทำการศึกษาการเรียนการสอนทางไกลแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในห้องเรียนเสมือนจริงระดับอุดมศึกษา วิชาโครงสร้างและลักษณะของฟันโดยได้ทำการทดลองเรียนโดยใช้ห้องเรียนเสมือนจริง โดยให้นักศึกษาจำนวน 28 คน จาก 12 ประเทศในทวีปยุโรปได้เรียนรวมกันโดยเลือกนักศึกษาที่มีความรู้ด้านคอมพิวเตอร์และสามารถใช้ในการติดต่อสื่อสารได้ อายุเฉลี่ย 23 ปี โดยใช้ขั้นตอนในการให้ปัญหา 6 ขั้นตอนเริ่มจาก 1. การให้นิยามปัญหา 2. ตั้งสมมุติฐาน 3. ตั้งเป้าหมายในการเรียนรู้ 4. หาข้อมูลที่ถูกต้องเพิ่มจากภายนอก กลุ่ม 5. สังเคราะห์ข้อมูลใหม่ที่ได้ 6. ทดสอบสมมุติฐานการศึกษาพบว่าเกิดการเรียนรู้สูงขึ้นและผลงานที่นำเสนออยู่ในระดับดีเยี่ยม

ซอง ฮี ปาร์ก และคณะ (Song Hee Park, 2005)[4] ได้จัดทำวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบปัญหาอุปสรรคของครูผู้สอนทั้งภายในและภายนอกที่พบระหว่างการวางแผนและการใช้โจทย์ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ที่พัฒนาขึ้นด้วยเทคโนโลยีสำหรับโรงเรียนมัธยม ซึ่งทำการสำรวจปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในโรงเรียนโดยได้จำกัดความหรือนิยามโดยผ่านการสังเกตจากการเรียนการสอน และได้ทำการสำรวจจากครูผู้สอน การสัมภาษณ์ครูผู้สอนและผู้ดูแลระบบ โดยจะดูผลย้อนกลับจาก รางวัลและสิ่งจูงใจในการเกี่ยวกับการสร้างโจทย์ปัญหาเป็นฐาน และทำความเข้าใจระหว่างผู้สอนและผู้ดูแลระบบ ความยากของการสร้างสำหรับผู้สอนในการวางแผนการสร้างหน่วยของ PBL ซึ่งจากผลการประเมินประสิทธิภาพมีความเหมาะสมและสามารถเสนอเป็นทางเลือกให้กับครูผู้สอนเพื่อแก้ปัญหาอุปสรรคต่าง ๆทั้งภายในและภายนอกได้

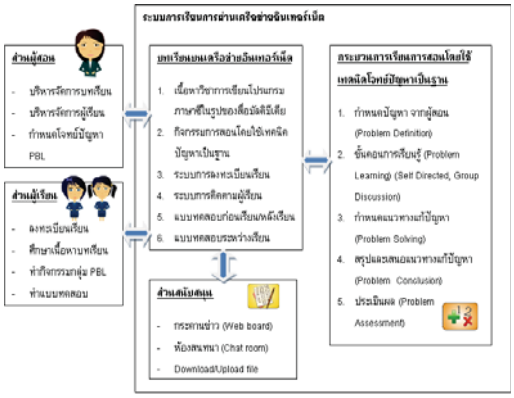
ฮาลิซ่าห์ อวอง และ อิสฮัค รัมลิ (Halizah Awang, and Ishak Ramly, 2008) [5] ได้จัดทำวิจัยเกี่ยวกับทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยใช้เทคนิค Problem - Based และการปฏิบัติในห้องเรียนวิศวกรรมซึ่งเป็นอีกเทคนิคการเรียนการสอนอีกวิธีหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและได้รับการพิจารณาจากสถาบันการศึกษาหลายแห่ง งานวิจัยนี้เสนอวิธีการคิดสร้างสรรค์สำหรับการใช้ Problem - Based Learning ที่มีโครงสร้างในสภาพแวดล้อม ที่โพลีเทคนิคประเทศมาเลเซีย กระบวนการเรียนรู้ วิธีการวิเคราะห์ปัญหาให้นักเรียนได้เรียนรู้ในชั้นเรียนและฝึกปฏิบัติร่วมกัน โดยได้นำเสนอขั้นตอนของการเรียนการสอนแบบ Problem-Based Learning ที่เรียกว่า SSCS Model ดังนี้ 1) Search : นิยามปัญหา ค้นหาแนวทางของปัญหา 2) Solve : กำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหา 3) Create : สร้างงานเพื่อแก้ไขปัญหา 4) Share : ผู้สอนและผู้เรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน

3. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 การพัฒนาระบบการเรียนการสอน

3.3.1 การออกแบบโจทย์ปัญหาเป็นฐาน จากการศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ มาแล้วนั้น ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคโจทย์ปัญหาฐาน (Problem Based Learning : PBL) มาช่วยในกระบวนการเรียนการสอนออนไลน์ ซึ่งพบว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีการพัฒนาวิธีการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นและเน้นที่กิจกรรมของผู้เรียน ซึ่ง PBL ไม่ใช่วิธีการเรียนการแก้ปัญหาโดยเพิ่มเข้าไปในหลักสูตรเดิมอย่างง่าย ๆ แต่เป็นวิธีจัดหลักสูตรให้มีกิจกรรมการเรียนรู้เกิดขึ้น โดยอาศัยปัญหาที่เป็นจริงในการปฏิบัติของวิชาชีพนั้นเป็นตัวแทนการเรียนแบบ PBL

รูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ Problem based Leaning ซึ่งจากที่ได้ศึกษารูปแบบมานั้นผู้วิจัยได้นำมาพัฒนาและปรับปรุงบางขั้นตอนของการพัฒนาการทำงานของระบบตามภาพที่ 1 ดังนี้

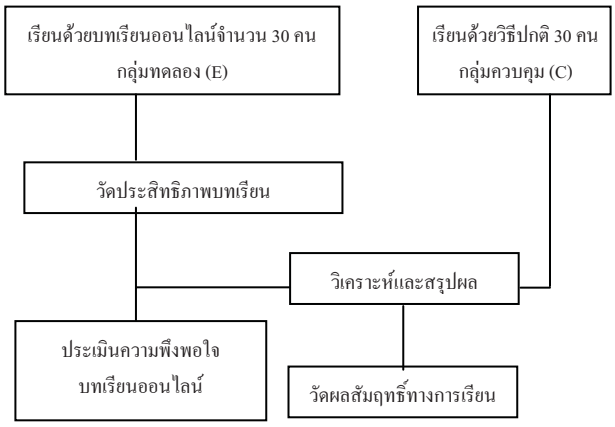


ภาพที่ 1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์

3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง

ขั้นตอนการนำบทเรียนไปใช้ (Implement) หลังจากที่มีการพัฒนาเนื้อหาหลักสูตรเรียนการออกแบบบทเรียนต่าง ๆ แล้วนั้นในตอนต่อไปเป็นขั้นตอนของการนำบทเรียนไปทดลองใช้จริง โดยผู้วิจัยได้จดโดเมนเนมเป็นเว็บไซต์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าไปเรียนมีชื่อว่า http:\\www.watcharaporn-pbl.net\learnsquare และผู้วิจัยก็ได้จัดตารางเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าไปเรียนตามเวลาที่กำหนด

โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นกลุ่มทดลองโดยเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี ด้วยบทเรียนออนไลน์ และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุม โดยเรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติ เมื่อเรียนรู้เนื้อหาจบแล้วจึงทำวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการทดลอง

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐานในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี

ผู้วิจัยได้ใช้ระบบบริหารจัดการบทเรียน LMS (Learning Management System) โปรแกรม LearnSqaure ในการบริหารจัดการระบบ ซึ่งเป็นโปรแกรมลักษณะ Open Source สามารถพัฒนาเพิ่มเติมเองได้เพื่อให้เหมาะสมกับระบบงานที่สร้างขึ้น และสร้างโจทย์ปัญหา PBL ในลักษณะของไฟล์เอกสารเพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าไปดาวน์โหลดและนำมาประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาและทดลองฝึกทักษะการเขียนโปรแกรมอย่างง่ายในเนื้อหาของบทเรียนได้ เนื้อหาที่พัฒนาขึ้นประกอบไปด้วย 6 หน่วยการเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างจากโปรแกรม Flash CS3.0 เพื่อให้ลักษณะของเนื้อหาบทเรียนมีลักษณะมัลติมีเดีย ประกอบด้วยภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหวและให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนด้วย

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐาน ในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี

โดยได้นำเครื่องมือไปทดลองและได้ทดสอบประสิทธิภาพผลปรากฏว่า 84.36/82.65 อยู่ในเกณฑ์สมมติฐานที่ตั้งไว้คือ 80/80 โดยที่คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนจะมีค่าคะแนนสูงกว่าหลังเรียน

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิค Problem Based Learning ในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี กับการเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.60 และคะแนนเฉลี่ยที่เรียนด้วยวิธีปกติมีค่าเท่ากับ 27.40 ซึ่งนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์จะมีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.4 ผลการหาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้บทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐาน ในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี

ผลการหาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้บทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐาน ในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซีในแต่ละด้าน ได้แก่ด้านการออกแบบ ด้านการจัดการบทเรียน ด้านสิ่งอำนวยความสะดวกและด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง ทั้ง 4 ด้านอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{x}$ =4.43 , SD=0.54) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้

5. สรุป

5.1 ผลการพัฒนาบทเรียนออนไลน์

โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐานในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ออนไลน์ที่ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ทั้งหมด 6 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย หน่วยที่ 1 เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมภาษาซี หน่วยที่ 2 ฟังก์ชันพื้นฐานการเขียนโปรแกรมภาษาซี หน่วยที่ 3 คำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรม หน่วยที่ 4 ตัวแปรชุดอาร์เรย์และพอยเตอร์ หน่วยที่ 5แฟ้มข้อมูลในภาษาซี และหน่วยที่ 6 ฟังก์ชันในภาษาซี ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมานั้น จะเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยได้ออกแบบบทเรียนตามขั้นตอนต่าง ๆ การสร้างข้อความ ภาพ ภาพเคลื่อนไหว และการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน โดยจำลองเป็นลักษณะของเกม และ การเขียนคำสั่งโปรแกรมอย่างง่ายในบทเรียน และสามารถตรวจคำตอบได้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมา

5.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์

โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐานในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี โดยได้นำเครื่องมือไปทดลองและได้ทดสอบประสิทธิภาพผลปรากฏว่า 84.36/82.65 อยู่ในเกณฑ์สมมติฐานที่ตั้งไว้คือ 80/80 โดยที่คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนจะมีค่าคะแนนสูงกว่าหลังเรียน เนื่องจากว่าในระหว่างที่เรียนนั้นนักเรียนได้ทบทวนและยังสามารถจำเนื้อหาของบทเรียนได้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้

5.3 การวิเคราะห์หาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียน

ด้วยบทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐาน ในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี กับการเรียนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.60 และคะแนนเฉลี่ยที่เรียนด้วยวิธีปกติมีค่าเท่ากับ 27.40 ซึ่งนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์จะมีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้

5.4 ผลการหาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้บทเรียน

ออนไลน์โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐาน ในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซีในแต่ละด้าน ได้แก่ด้านการออกแบบ ด้านการจัดการบทเรียน ด้านสิ่งอำนวยความสะดวกและด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง ทั้ง 4 ด้านอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{x}$ =4.43 , SD=0.54) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ประภัสสร ศรีเวียงธวัช. การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วนสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก วิชาการเขียนโปรแกรม 1 สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนเตรียมอุเมศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549

[2] สุรพล บุญลือ. การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับอุดมศึกษา .ปริญญานิพนธ์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2550.

[3] Nikos Mattheos, Anders Nattestad, Martin Schittek, Rolf Attström. A Virtual Classroom for Undergraduate Periodontology: A Pilot Study European Journal of Dental Education 5 (4),139–147.European Journal of Dental Education Volume 5 Issue 4 Page 139 - November, 2001.

[4] Sung Hee Park. Examining the Barriers encountered when Planning and Implementing Technology-enhanced PBL in the Middle SchoolClassroom. Purdue UniversityCurriculum and Instruction United States, 2005.

[5] Halizah Awang, and Ishak Ramly. Creative Thinking Skill Approach Through Problem-Based Learning: Pedagogy and Practice in the Engineering Classroom" International Journal of Social Sciences, 2008.

การพัฒนาระบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

The Development of Learning Activities Management System for Project-based Collaborative Learning on Web

นางดวงตา เสาวโรนุพันธุ์
อ.ดร.จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
S_duangta@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอ ผลการศึกษา รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การพัฒนาระบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 34 คน ที่เรียนในรายวิชาคอมพิวเตอร์ 4 และครูจำนวน 7 คน ที่ทำการสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ผลการวิจัยพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับ ดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.54 ผู้ใช้งานระบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ พึงพอใจระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65

คำสำคัญ: เครือข่ายอินเทอร์เน็ต,การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน,ระบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน,การเรียนแบบร่วมมือ

Abstract

This article presents the result of the learning activity model through the project-based collaborative learning on the Internet, the development of learning activity management system, and the satisfaction of the users with the system model in project-work learning activity provided via the Internet.

The sample group included 34 Mattayom Suksa 5 students who enrolled in Computer IV Course in the second semester of 2009 academic year and 7 teachers. The result of the study indicated that the system developed was rated at a good level with mean score of 4.10 and standard deviation of 0.54. The satisfaction of the sample groups with the system developed was found to be at a higher level with mean score of 4.25 and standard deviation of 0.65.

Keywords : internet network,Project-based-Learning,LAMS,Collaborative Learning

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพและก่อเกิดนิสัยที่ดีต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการศึกษาหาความรู้ ความเข้าใจในเรื่องต่างๆ ควบคู่กับการทำงานร่วมกัน ประกอบกับสังคมในยุคปัจจุบัน เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้ในการจัดการศึกษา ผู้เรียนสามารถค้นคว้า รวบรวมข้อมูล คิดวิเคราะห์ ออกแบบการปฏิบัติงาน โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการแสวงหาความรู้และสร้างผลงานได้ด้วยตนเอง ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การจัดการเรียนสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจึงช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ใฝ่หาความรู้ด้วยตนเอง สามารถทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มผู้เรียน หรือระหว่างกลุ่มผู้เรียนกับครูผู้สอนได้ ดังที่ [1] ได้กล่าวว่า รูปแบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย มีประโยชน์ คือ เป็นการขยายโอกาสทางการศึกษา ผู้เรียนสามารถเรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา ทำให้โอกาสทางการศึกษาของประชาชนเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ประชาชนมีความรู้ มีทักษะที่สูงขึ้น เป็นผลดีต่อการพัฒนาประเทศไปสู่เศรษฐกิจที่ต้องใช้ความรู้และเทคโนโลยีที่เข้มข้นมากขึ้น

โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี ได้เล็งเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีผลต่อกระบวนการเรียนการสอน การทำงานร่วมกันของครูและผู้เรียน อันจะก่อให้เกิดทักษะ ความรู้ รวมถึงคุณลักษณะที่ดีแก่ผู้เรียน จึงได้ให้การสนับสนุนครูผู้สอนในการนำเทคโนโลยีเครือข่ายมาช่วยในการจัดการศึกษา เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนให้มากที่สุด และใช้เป็นแหล่งความรู้และค้นคว้าเพิ่มเติมได้ทั้งในเวลาเรียนนอกห้องเรียน ประกอบกับการจัดการเรียนการสอนของกลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยีมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับงาน อาชีพ และเทคโนโลยี มีทักษะการทำงาน ทักษะการจัดการ สามารถนำเทคโนโลยีสารสนเทศต่างๆมาใช้ในการทำงานอย่างถูกต้องเหมาะสม ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงเน้นกระบวนการทำงาน การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการทำงาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวมเพื่อให้เกิดความรู้ ทักษะ และความดีดที่หลอมรวมจนก่อให้เกิดเป็นคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนด

การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนแบบหนึ่ง ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามต้องการ ไม่จำกัดเวลา สถานที่ เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ผู้เรียนและผู้สอนมีเวลาที่ให้คำ ปรึกษาแนะนำ ได้สะดวกขึ้น ประกอบกับการใช้เทคนิควิธีการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิด วิเคราะห์ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) ได้แก่ การสอนแบบโครงงาน [2] เป็นการสอนแบบหนึ่งในหลายๆ แบบที่เชื่อว่าจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะในการทำงานหรือการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ช่วยเสริมสร้างความรับผิดชอบ ความมีระเบียบวินัยในตนเองได้เป็นอย่างดี จากการศึกษา งานวิจัยพบว่า การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยในการเรียนการสอนในลักษณะการเรียนออนไลน์ผ่านเครือข่าย ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์การเรียนสูงขึ้น ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม โดยครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญที่ต้องคอยกระตุ้น หรือชี้แนะ ในการทำงานของนักเรียนผู้วิจัยจึงคิดว่า การนำระบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาช่วยในการจัดการเรียนการสอน จะทำให้ ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด การวางแผนการทำงานร่วมกันมากขึ้น และการให้แหล่งเรียนรู้ในรูปแบบของสื่อออนไลน์ต่างๆ ที่เหมาะสม จะช่วยให้นักเรียนนำความรู้มาพัฒนาสร้างโครงงานได้ดีขึ้น

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีมุ่งพัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวม เพื่อให้มีความรู้ความสามารถ มีทักษะในการทำงาน เห็นแนวทางในการประกอบอาชีพและการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพกำหนดวิสัยทัศน์ของ

กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี เป็นสาระที่เน้นกระบวนการทำงานและการจัดการอย่างเป็นระบบ พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ มีทักษะการออกแบบงานและการทำงานอย่างมีกลยุทธ์โดยใช้กระบวนการเทคโนโลยีและเทคโนโลยีสารสนเทศตลอดจนนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการทำงาน รวมทั้ง การสร้าง พัฒนาผลิตภัณฑ์หรือวิธีการใหม่ เน้นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมและพลังงานอย่างประหยัดและคุ้มค่า เพื่อให้บรรลุวิสัยทัศน์ดังกล่าว กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยีจึงกำหนด การเรียนรู้ที่ยึดงานกระบวนการจัดการและแก้ปัญหาเป็นสำคัญ บนพื้นฐานของการใช้หลักการและทฤษฎีเป็นหลักในการทำงานและแก้ปัญหา การเรียนรู้จากการทำงานและการแก้ปัญหาของกลุ่มการงานอาชีพและเทคโนโลยี จึงเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการบูรณาการความรู้ ทักษะ และความดีที่หลอมรวมกันจนก่อเกิดเป็นคุณธรรมของผู้เรียน ทั้งด้านคุณภาพและศีลธรรมตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนด

2.2 การจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการนำเทคโนโลยีเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มาช่วยในการจัดการศึกษาที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ไม่จำกัดเวลา สถานที่ โดยอาศัยเครื่องมือบนระบบเครือข่ายช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ ข้อดีการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย คือ ขยายขอบเขตของการเรียนรู้ของผู้เรียนในทุกหนแห่ง ผู้เรียนควบคุมการเรียนตามความต้องการและความสามารถของตนเอง การสื่อสารโดยใช้อีเมล์ กระดานข่าว การพูดคุย ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนช่วยเหลือกันในการเรียน การเรียนด้วยสื่อหลายมิติทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาได้ตามความสะดวกโดยไม่ต้องเรียงลำดับกัน การเรียนการสอนมีให้เลือกทั้งแบบประสานเวลาและแบบไม่ประสานเวลา

2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบโครงงาน

กิจกรรมการการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นรูปแบบวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการบูรณาการความรู้ในเรื่องต่างๆมาสร้างองค์ความรู้ใหม่ และนำไปสร้างสรรค์ผลงานอย่างเป็นรูปธรรม ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติกิจกรรมอย่างเป็นขั้นตอน ความสำคัญของการสอนแบบโครงงานคือนักเรียนเกิดจากประสบการณ์ตรงที่ได้รับจากการปฏิบัติจริง ฝึกให้แก้ปัญหาที่สงสัย โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยกระบวนการและวิธีการที่เป็นขั้นตอน นักเรียนจะสามารถนำทักษะที่ได้รับไปใช้กับสถานการณ์อื่นได้ ทักษะที่ได้รับจะติดตัวนักเรียนไปตลอดและยั่งยืนกว่าการอ่านตำรา

2.4 การเรียนแบบร่วมมือ

การเรียนแบบร่วมมือ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนที่แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มเล็กๆ สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน มีการมอบหมายหน้าที่กันในกลุ่มเพื่อทำงานร่วมกัน มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกลุ่ม ซึ่งผลสำเร็จนั้นสมาชิกทุกคนมีส่วนได้รับผลประโยชน์เท่าๆกัน ประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนเนื้อหาได้ดี ส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหา และการให้เหตุผล ส่งเสริมความมั่นใจในตนเองส่งเสริมทักษะทางสังคมและทักษะการสื่อสาร

2.5 ความพึงพอใจ

ความพึงพอใจขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล ซึ่งจะแฝงไปด้วยความคาดหวัง ความปรารถนาที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายและความต้องการโดยที่ความพึงพอใจนั้นจะต้องให้เขามีความรู้สึกอิสระในการทำมีโอกาสเลือก และให้ผลตอบแทนกับความต้องการขั้นต่ำ ของเขา คือ ความต้องการทางด้านร่างกายและไปถึงขั้นสูง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศุภกร เกษกล้า [3] ได้ศึกษาวิจัย การพัฒนาโปรแกรมการเรียนการสอนโดยใช้แนวการสอนแบบโครงงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมการเรียนการสอน พบว่าคะแนนหลังการทดลองการนำเสนอผ่านเว็บเพจ สูงกว่าเกณฑ์การประเมินโปรแกรมการเรียนการสอน 60 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 วราภรณ์

ตระกูลสฤษดิ์ [4] ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานเพื่อการเรียนรู้เป็นทีมของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการเรียนรู้เป็นทีม ประสิทธิภาพในการทำงานเป็นทีมและความร่วมมือในการทำงานเป็นทีม หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กิจกรรมโครงงานที่นักศึกษาใช้มากที่สุดในทุกองค์ประกอบ คือการสนทนารองลงมาคือการใช้เว็บบอร์ด และกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นในระดับมาก

อนิรุทธ์ สติมั่น [1] ศึกษา ผลการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่มีต่อการเรียนรู้แบบนำตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.94/84.72 2) การเรียนรู้แบบนำตนเองของนักศึกษาที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) นักศึกษามีความพึงพอใจในระดับมาก

Jason Ravitz และคณะ [5] อธิบายถึงความพยายามที่จะเพิ่มความเข้มแข็ง, และความมีส่วนเกี่ยวข้อง ของการเรียนรู้แบบโครงงาน ในโรงเรียนที่สหรัฐ เป็นเว็บไซต์การเรียนแบบโครงงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่มีหลายแนวทาง โต้ตอบกับผู้ใช้ได้ โครงการนี้แสดงให้เห็นถึงแนวทางต่าง ๆ ที่เทคโนโลยีแบบอิงอินเตอร์เน็ต (web-based technology) ช่วยสนับสนุนในการเรียนรู้

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.1 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ประกอบด้วย 2 กลุ่ม คือ

3.1.1 ครู โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี

3.1.2 นักเรียน ระดับ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูจำนวน 7 คนโดยมีวิธีการคัดเลือกคือ การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 34 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย

3.2 กำหนดแบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-Short Case Study เนื่องจากเป็นการทดลองกับผู้ใช้เพียงกลุ่มเดียวโดยมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 1: แบบการทดลอง One-Short Case Study

กลุ่มทดลอง	การทดลอง	ผลการทดลอง
E	X	O_2

เมื่อ E คือ กลุ่มทดลองซึ่งเป็นกลุ่มผู้ใช้ระบบที่พัฒนาขึ้น

X คือ การทดลองระบบ

O_2 คือ การวัดประสิทธิภาพและการประเมินความพึงพอใจหลังการทดลองระบบ

3.3 กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ คือ โปรแกรมภาษาสำเร็จรูป PHP และโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล MySQL

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบประเมินประสิทธิภาพระบบและแบบประเมินความพึงพอใจ

3.4 ขั้นตอนการพัฒนาระบบ

ขั้นตอนการพัฒนาระบบยึดตามขั้นตอนของ Software Development Life Cycle (SDLC) แบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study) ศึกษาความเป็นไปได้ของการพัฒนาระบบ จากการสำรวนข้อมูลปัญหาการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยีใน รายวิชาคอมพิวเตอร์ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ผลการประเมินโครงงานนักเรียนพบว่า ผลงานโครงงานนักเรียน ยังอยู่ในระดับปาน

กลาง นักเรียนขาดทักษะ การคิดวิเคราะห์และวางแผนปฏิบัติแผนงานได้ถูกต้องเหมาะสมตามขั้นตอนกระบวนการทำงาน

2. การวิเคราะห์ความต้องการของระบบและรวบรวมข้อมูล (Requirement Analysis) ศึกษาข้อมูล ได้แก่ ศึกษาข้อมูล การประเมินโครงงานนักเรียน จากแบบประเมินโครงงาน ศึกษาเทคโนโลยีสารสนเทศที่นำมาช่วยแก้ไขปัญหาการเรียนการสอน
ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน หลักการแนวคิด ขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอนแบบโครงงาน การออกแบบกิจกรรม และวิธีการวัดและประเมินผลโครงงาน ศึกษาเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และแหล่งความรู้อื่น ๆ จากหนังสือ ตำรา บทความ วิจัย และจากแหล่งข้อมูลต่างๆ บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต และนำข้อมูลดังกล่าวมารวบรวมและสรุปข้อมูลเพื่อเป็นข้อกำหนดความต้องการของระบบที่พัฒนาขึ้น

3. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and Design) เมื่อทำการการวิเคราะห์ถึงปัญหาต่าง ๆ ของระบบและจากการเก็บรวมรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการวางแผนในการจำลองการทำงานเบื้องต้นของระบบและภาพโดยรวมทั้งหมดของระบบ โดยประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้ Context Diagram Data Flow Diagram Data dictionary ER Diagram ลำดับการติดต่อกับผู้ใช้ และออกแบบส่วนของการติดต่อระบบกับผู้ใช้งาน

4. การพัฒนาระบบ (Development) ในการพัฒนาระบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยเริ่มพัฒนาโปรแกรม การติดต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบ และฐานข้อมูลจากข้อมูลต่าง ๆ ของระบบ โดยใช้ภาษา PHP และใช้ฐานข้อมูล MySQL สร้างแบบประเมินหาประสิทธิภาพและแบบประมินความพึงพอใจเพื่อนำไปใช้กับผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งาน

5. การทดลองใช้ระบบ (Implementation) ระบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้ทำการทดลองระบบโดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ การทดลองใช้ขั้นต้น (Alpha test) และการทดลองใช้กับกลุ่มย่อย (Beta test)

6. การทดสอบระบบ (System Testing) การดำเนินการทดสอบระบบทั้งในส่วน การหาประสิทธิภาพของระบบ และการหาความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปประเมินผล โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ได้มาจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 34 คน และครูจำนวน คน

7. การดูแลรักษาระบบ (Maintenance) หลังการนำโปรแกรมไปติดตั้งและใช้งานกับระบบงานจริงแล้ว ผู้ดูแลระบบจะต้องคอยติดตาม (Monitoring) ควบคุมดูแลระบบและให้คำแนะนำแก่ผู้ใช้งานเพื่อขจัดข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการทำงานของระบบ

4. ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบ่งส่วนการทำงานได้ดังนี้

4.1.1 ส่วนของครู ประกอบด้วยครูผู้สอนและครูที่ปรึกษาร่วมอย่างน้อย 2 คน ร่วมดำเนินกิจกรรม การตั้งโจทย์ข้อคำถามการดำเนินกิจกรรมโครงงานของนักเรียนกลุ่มต่างๆ การประเมินข้อคำถาม การให้สื่อ แหล่งเรียนรู้ และคำแนะนำในการทำกิจกรรมแก่นักเรียนกลุ่มต่างๆ

4.1.2 ส่วนของนักเรียน แบ่งเป็นกลุ่มต่างๆ ร่วมกันคิด ทำโครงงานที่สนใจ คัดเลือกหัวข้อโครงงาน จากนั้นเข้าสู่ระบบ ทำการกรอกข้อมูลสมาชิกและหัวข้อโครงงานที่ทำ จากนั้นรอข้อคำถามจากครู และตอบข้อคำถามต่างๆตามขั้นตอนการทำโครงงาน

4.1.3 ส่วนของกระบวนการ ดำเนินการตามขั้นตอนกิจกรรมการทำโครงงานได้แก่ การบอกแล่งที่มาปัญหาการทำโครงงาน วัตถุประสงค์ ขอบเขตการทำงาน งบประมาณการดำเนินงาน และประโยชน์ที่ได้รับ โดยระบบมีเครื่องมือสนับสนุนบนเครือข่ายได้แก่ ห้องสนทนา กระดานข่าว จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ แหล่งเรียนรู้ทั้งในและนอกระบบ

4.2 ผลการพัฒนาระบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ระบบแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนผู้เรียน ส่วนผู้สอนและผู้ดูแลระบบ ผลการพัฒนาระบบปรากฏดังภาพ



ภาพที่ 1 ผู้เรียน เข้ามาตอบข้อคำถาม



ภาพที่ 2 ครู ประเมินคำตอบ

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพระบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นด้วยต่อระบบ ที่พัฒนาขึ้น ในส่วนของผู้เรียน อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.56 ความเห็นด้วยต่อระบบ ที่พัฒนาขึ้น ในส่วนของครู อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.10 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.51 ความเห็น โดยรวมทั้งระบบ อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.10 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.54

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้เรียนและครูที่มีต่อระบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานผ่านเครือข่าย พบว่า ผู้ใช้ระบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานผ่าเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีความพึงพอใจกับระบบที่พัฒนาขึ้น อยู่ ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.65

5. บทสรุป

การพัฒนาระบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นระบบที่ผ่านการพัฒนา ตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ โดยมีการหาประสิทธิภาพของระบบด้วยแบบประเมินความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบ ผลสรุปข้อมูลพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.54 และผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อการใช้งาน ระบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.65 สามารถนำระบบดังกล่าวไปใช้ประกอบในการเรียนการสอนได้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] อนิรุทธิ์ สติมั่น. **"ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีต่อการเรียนรู้แบบนำตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา"** ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 2550.

[2] ศิริวรรณ สมนันชัย. **แนวคิดและวิธีจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี**. มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณ-ราชวิทยาลัย วิทยาเขต เชียงใหม่, 2551.

[3] ศุภกร เกษกล้า.**การพัฒนาโปรแกรมการเรียนการสอนโดยใช้แนวการสแนแบบโครงงานผ่าน เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน.** จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2544.

[4] วราภรณ์ ตระกูลสฤษดิ์. **การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานเพื่อการเรียนรู้เป็นทีมของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี** จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

[5] Jason Ravitz และคณะ. **Online Professional Development for Project Based Learning: Pathways to Systematic Improvement.** October 21,2004. Chicago,IL.

การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อพัฒนาการศึกษาด้านพยาธิวิทยาของนักศึกษาแพทย์

The Synthesis of Problem-based Blended Learning Model of Histopathology for Medical Students

สุชาดา เกตุดี[1] และ มนต์ชัย เทียนทอง[2]

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ

E-mail: [1]suchada.kate@gmail.com, [2]monchai@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันสถาบันการศึกษาทางการแพทย์ได้พัฒนาเรียนการสอน โดยนำหลักทฤษฎีการเรียนการสอนในด้านต่างๆ มาบูรณาการสำหรับจัดการเรียนการสอนในการบรรยายทั้งในรายวิชาภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ และด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย รูปแบบการเรียนต่างๆ หากได้นำมาพัฒนาเป็นสื่อการเรียนบนเว็บ ก็จะแก้ปัญหาการขาดแคลนผู้สอนที่เป็นแพทย์ซึ่งมีความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง อีกทั้งยังอำนวยความสะดวกในการศึกษาหาความรู้ให้กับผู้เรียน ช่วยแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดด้านสถานที่และเวลาในการเข้าเรียนในชั้นเรียน โดยบทความนี้อธิบายถึงหลักการของการเรียนรู้แบบผสมผสาน หลักการของการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก งานวิจัยด้านการจัดการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสานในหลายแนวคิดจากผู้วิจัยหลายท่านและการเรียนการสอนด้านพยาธิวิทยา นอกจากนี้ยังนำเสนอการออกแบบรูปแบบของระบบการเรียนบนเว็บแบบผสมผสาน โดยใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อพัฒนาการศึกษาด้านพยาธิวิทยาของนักศึกษาแพทย์

คำสำคัญ: การรียนการสอนแบบผสมผสาน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก การศึกษาด้านพยาธิวิทยาในทางการแพทย์

Abstract

At present, the institutes for medical science study have applied educational theories to develop and integrate to learning management for both theory and practice. With the advanced technology and new teaching approaches, the development of teaching media for computer assisted learning program can be a very effective way to solve the problem of inadequate specialists. This can also solve the problem of time and venue to provide the course. This article explains the principle of integrated learning through problem-based model blended with research methodology and ideas from several theorists presented on the web-page in the subject of histopathology. This project also describes the framework of problem-based learning program on web to develop the study of histopathology of medical students.

Keywords: problem based learning, blended learning, histopathology

1. บทนำ

เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทกับการจัดการศึกษาของประเทศไทยในปัจจุบันอย่างมาก โดยจะเห็นได้จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 พ.ศ.2545 ซึ่งเป็นหัวใจหลักของการปฏิรูปการศึกษากำหนดให้มีการนำเทคโนโลยีและการสื่อสารมาใช้กับการศึกษาในหมวด 9 เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา มาตรา 63-69 การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศส่งผลต่อการจัดการศึกษาทั้งการศึกษาขั้นพื้นฐานตั้งแต่ระดับประถมศึกษาถึงมัธยมศึกษาและการศึกษาระดับอุดมศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้ตลอดชีวิต [1]

ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนของสถาบันการศึกษาทางการแพทย์ พบว่า มีหลายประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น คือ ปัญหาการขาดแคลนผู้สอนที่เป็นแพทย์ซึ่งมีความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง ข้อจำกัดด้านสถานที่และเวลาในการเข้าเรียนในชั้นเรียน ยกตัวอย่างเช่น ผู้เรียนที่ศึกษาด้านพยาธิวิทยาต้องใช้เวลานานในการเรียนรู้ลักษณะโครงสร้างของเนื้อเยื่อ การศึกษาด้วยตนเองก่อนสอบทำได้ยากเนื่องจากต้องใช้ห้องปฏิบัติการที่มีกล้องจุลทรรศน์ การศึกษาในรูปแบบเดิมผู้เรียนไม่สามารถโต้ตอบ หรือทดสอบ ความสามารถของตนเองเหมือนกับใช้คอมพิวเตอร์

การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการจัดการศึกษานั้นสามารถทำได้หลายรูปแบบตั้งแต่การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นอุปกรณ์ในการเรียนการสอน การนำบริการต่างๆ ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยเฉพาะเวิลด์ไวด์เว็บ (world wide web) มาพัฒนาเป็นสื่อการสอนในทุกระดับการศึกษา และการจัดการเรียนการสอนเป็นการเรียนผ่านระบบเว็บ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเป็นสื่อกลางในการติดต่อระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ผู้เรียนสามารถเรียนได้โดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องเวลาและสถานที่ (anytime anywhere) เป็นการสร้างโอกาสและความเสมอภาคในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ผู้เรียนสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้และส่งข่าวสารถึงกันได้อย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้ในการเรียนผ่านระบบเว็บ ซึ่งจากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงขอนำเสนอรูปแบบการเรียนบนเว็บแบบผสมผสาน (Blended learning) โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-based learning) เพื่อพัฒนาการศึกษาด้านพยาธิวิทยาของนักศึกษาแพทย์

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสาน (Blended learning)

การเรียนบนเว็บแบบผสมผสานเป็นการผสมผสานเทคโนโลยีการเรียนการสอนทุกรูปแบบกับการเรียนการสอนในชั้นเรียนแบบดั้งเดิมที่มีการเผชิญหน้าระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน โดยมีลักษณะเป็นการบูรณาการการเรียนออนไลน์ผ่านระบบเครือข่ายและการเรียนในห้องเรียนแบบดั้งเดิมที่มีการเรียนแบบแผชิญหน้าเข้าด้วยกัน โดยใช้สิ่งอำนวยผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นสื่อ ช่องทาง และเครื่องมือ ในบริบทของสภาพแวดล้อมในการเรียนออนไลน์ผ่านระบบเครือข่าย (online learning environment) เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน โดยเน้นการมีปฏิสัมพันธ์จากการเรียนออนไลน์ผ่านระบบเครือข่ายและการมีส่วนร่วมในการเรียนแบบดั้งเดิม เพื่อพัฒนาให้เกิดการเรียนรู้ที่ท้าทายและตอบสนองต่อความต้องการส่วนบุคคลของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของตนเองได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Driscoll [11] คือ การเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสานเป็นการรวมหรือผสมเทคโนโลยีของเว็บ (web-based technology) กับการเรียนในชั้นเรียนแบบดั้งเดิม เช่น การเรียนในห้องเรียนเสมือนแบบสด (live virtual classroom) การเรียนด้วยตนเอง (self paced instruction) การเรียนรู้ร่วมกัน (collaborative learning วีดีโอสตรีมมิ่ง (streaming video) เสียงและข้อความ เป็นต้น

แนวทางในการจัดการเรียน ผู้วิจัยประยุกต์ใช้รูปแบบการจัดการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานของ The National Institute of Tiruchirappalli (NITT) (อ้างถึงใน Valiathan, 2002) [14] ซึ่งเป็นการจัดรูปแบบการจัดการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสานเป็น 3 รูปแบบตามทักษะที่ต้องการพัฒนาผู้เรียน โดยอธิบายได้ดังนี้

รูปแบบที่ 1 การจัดการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานเพื่อพัฒนาการเรียนด้านทักษะ (skill-driven learning) เป็นการ

ผสมผสานระหว่างการเรียนด้วยตนเอง (self-paced learning) กับการสอนโดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้การสนับสนุนในการเรียนเพื่อพัฒนาความรู้และทักษะในการเรียน

รูปแบบที่ 2 การจัดการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานเพื่อการพัฒนาการเรียนด้านเจตคติ (attitude-driven learning) โดยใช้การผสมผสานสื่อที่หลากหลายสำหรับแต่ละเหตุการณ์เพื่อใช้เป็นสื่อกลางในการส่งผ่านความรู้เพื่อพัฒนาพฤติกรรมเฉพาะด้านของผู้เรียน (specific behaviors)

รูปแบบที่ 3 การจัดการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานเพื่อการพัฒนาการเรียนด้านความสามารถ (competency-driven learning) เป็นการผสมผสานเครื่องมือที่ใช้ในการสนับสนุนการสร้าง การจัดการองค์ความรู้โดยมีผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำในการพัฒนาความสามารถของผู้เรียน

ในการศึกษาและสังเคราะห์ครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาการเรียนการสอนแบบผสมผสานในความหมายของการผสมผสานกิจกรรมการเรียนแบบเผชิญหน้าในห้องเรียน (face-to-face classrooms) กิจกรรมการเรียนบนเว็บด้วยตนเอง (self-paced learning) ร่วมกับการบูรณาการเทคนิคการสอน การใช้สารสนเทศบนเว็บ การติดต่อสื่อสารผ่านระบบเครือข่าย และการใช้ความรู้ร่วมกัน [10] โดยการจัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในบริบทของการเรียนแบบออนไลน์

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นหลัก (Problem-based learning)

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เป็นการเรียนที่ใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาเป็นเครื่องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะใฝ่หาความรู้เพื่อแก้ปัญหา หรือสร้างข้อความรู้โดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ตัดสินใจในสิ่งที่ต้องการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และรู้จักทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการระบุถึงคำถามที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา การตั้งสมมติฐาน มีการศึกษารวบรวมข้อมูลความรู้ โดยใช้แหล่งความรู้ต่างๆ และวิเคราะห์ข้อมูลหรือความรู้ที่ได้มา แล้วนำมาทดสอบสมมติฐาน มีการแก้ไขพัฒนาแผนการดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของสถานการณ์ปัญหานั้นๆ นอกจากนี้ Arends [9] กล่าวว่า การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เป็นการเรียนรู้ที่ผู้สอนจะเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เป็นปัญหาแก่ผู้เรียนและให้ผู้เรียนไปค้นคว้าหาวิธีการแก้ปัญหาหรือสร้างข้อความรู้ด้วยตนเอง เป็นการเรียนที่รากฐานเดียวกับ Socratic Method ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นอิสระและอัตโนมัติโดยอาศัยกระบวนการกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับ Boud and Felletti (อ้างถึงใน ทองจันทร์ หงส์ลดารมภ์, 2531) [4] ที่กล่าวว่า การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นวิธีการพัฒนาหลักสูตรและวิธีสอนที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น และเน้นกิจกรรมของผู้เรียน การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักนี้ไม่ใช่การเรียนการแก้ปัญหาโดยเพิ่มเข้าไปในหลักสูตรเดิมอย่างง่ายๆ แต่เป็นวิธีที่จัดหลักสูตรให้มีกิจกรรมการเรียนรู้เกิดขึ้นโดยอาศัยปัญหาจริงที่เกิดขึ้นจริงในการปฏิบัติวิชาชีพนั้นๆ เป็นแกน หลักสูตรการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักนี้จะเริ่มต้นด้วยการให้ปัญหาที่เป็นสถานการณ์จริงแก่นักศึกษาก่อน แทนที่จะให้ความรู้ของสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องเพื่อแก้ปัญหาด้วยวิธีนี้ หลักสูตรและการสอนจึงจะนำนักศึกษาไปสู่การแสวงหาความรู้และทักษะด้วยตนเอง โดยผ่านขั้นตอนการแก้ปัญหาที่จัดไว้ให้ โดยอาศัยวัสดุการเรียนการสอนและครูที่ทำให้ตามหลักสูตร โดยลักษณะที่สำคัญของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก คือ ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้โดยจะเรียนเป็นกลุ่มขนาดเล็ก จำนวนผู้เรียน 5-7 คน ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน ปัญหาที่ใช้เป็นปัญหาที่มีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน สามารถหาวิธีในการแก้ปัญหาได้หลายวิธี เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และการวัดและการประเมินผลจะดูจากความสามารถที่แท้จริงในการปฏิบัติ (authentic assessment)

Albanese [8] ได้ศึกษารูปแบบและทดสอบประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักในโรงเรียนแพทย์ จากการวิจัยสามารถสรุปผลได้ดังนี้ 1) ด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐาน พบว่า ผู้เรียนแบบดั้งเดิม (conventional students) ส่วนใหญ่มีผลการสอบที่ดีกว่าผู้ที่เรียนตามแนวการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก แต่ในด้านวิทยาศาสตร์คลินิกนั้นพบว่าผู้ที่เรียนตามแนวการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ปัญหาเป็นหลักมีแนวโน้มที่จะทำผลการสอบได้ดีกว่าผู้เรียนในระบบเดิม (สาเหตุที่ไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนเนื่องจาก การประเมินความสามารถทางคลินิกมีความซับซ้อน จึงไม่อาจสรุปได้อย่าง

แน่นอน) 2) ในด้านกระบวนการเรียน พบว่า ผู้ที่เรียนตามแนวการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก มีกระบวนการเรียนต่างจากผู้ที่เรียนแบบดั้งเดิม โดยผู้ที่เรียนตามแนวการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก มักจะรวบรวมข้อมูลมากกว่าและสนใจในการให้เหตุผลแบบย้อนกลับ (backward reasoning) มากกว่าไปข้างหน้า (forward reasoning) 3) ด้านพฤติกรรมของผู้เรียน พบว่า ผู้ที่เรียนตามแนวการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักไม่ต้องการเรียนเพียงเพื่อการจำระยะสั้นเท่านั้น แต่เป็นการทำความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษามากกว่า นอกจากนี้ยังมีลักษณะของการเรียนแบบนำตนเองและใช้ทรัพยากรในห้องสมุดมากขึ้น 4) ด้านความพึงพอใจของผู้เรียน พบว่า ผู้ที่เรียนตามแนวการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักและรู้สึกว่ามีทางเลือกในหลักสูตรมากขึ้น 5) ด้านโอกาสในการเรียนต่อสาขาเฉพาะทาง พบว่าทั้งผู้ที่เรียนตามแนวการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักและผู้ที่เรียนแบบดั้งเดิมได้รับโอกาสในการเรียนต่อสาขาเฉพาะทาง (residency) ไม่แตกต่างกัน 6) ด้านการได้คะแนนทางคลินิก พบว่า ผู้ที่เรียนตามแนวการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักมีแนวโน้มได้คะแนนทางคลินิกที่สูงกว่าผู้ที่เรียนแบบดั้งเดิม (อย่างไรก็ตามไม่สามารถสรุปไปจนถึง performance assessment ได้ เพราะว่ายังมีการศึกษาไม่มากพอ) 7) ด้านความพึงพอใจของผู้สอน พบว่า ผู้สอนมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

2.3 การศึกษาด้านพยาธิวิทยาในทางการแพทย์ (Histopathology) [2]

การศึกษาด้านพยาธิวิทยาในทางการแพทย์ เป็นการศึกษาหาสาเหตุ พยาธิกำเนิด พยาธิสภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ของเซลล์และเนื้อเยื่อภายหลังได้รับบาดเจ็บหรือเกิดโรคต่างๆ การอักเสบและการหายของแผลของเนื้อเยื่อ ความผิดปกติของระบบไหลเวียน เมตาบอลิสมที่ผิดปกติของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิปิด แร่ธาตุและรงค์ธาตุ การเจริญเติบโตที่ผิดปกติของเซลล์และเนื้องอก

วัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน คือ 1) การบอก อธิบาย ความหมายขอบเขต ความสำคัญ หลักการและวิธีการศึกษาวิชาพยาธิวิทยา และนำความรู้ดังกล่าวไปประยุกต์ในการเรียนรู้พยาธิสภาพต่างๆในระดับกล้องจุลทรรศน์ 2) การบอก อธิบาย สาเหตุของโรค กลไกการเกิดโรค การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและหน้าที่ การดำเนินโรค อันเป็นผลมาจาก การบาดเจ็บของเซลล์ การอักเสบ การซ่อมแซมและการหาย ความผิดปกติจากพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม สภาวะสารอาหารเกินหรือขาด การติดเชื้อ ความผิดปกติของภูมิคุ้มกัน ความผิดปกติจากของเหลวและระบบไหลเวียน การเจริญที่ผิดปกติและเนื้องอก 3) การบรรยาย และเปรียบเทียบ ความแตกต่างระหว่างโครงสร้างที่ปกติและที่มีพยาธิสภาพในระดับกล้องจุลทรรศน์ 4) การให้เหตุผล และนำความรู้มาประยุกต์ในการวินิจฉัยโรคหรือพยาธิสภาพที่เกิดขึ้นด้วยกล้องจุลทรรศน์ 5) การประยุกต์ความรู้พื้นฐาน กับอาการและลักษณะทางคลินิกในโรคที่พบบ่อย 6) การศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองจากการสื่อการสอนต่างๆ เช่น Video, CD-ROM, CAI, ตำรา และ WEBSITE 7) การทำงานเป็นกลุ่มในการเรียนรู้และใช้ภาษาในการสื่อสารอย่างเหมาะสม

วิธีการจัดการเรียนการสอนมีรูปแบบ ดังนี้ 1) การบรรยายแบบ Conventional and Interactive 2) การเรียนปฏิบัติการ Gross and Microscopic studies (Laboratory experience) โดยมุ่งหวังให้นิสิตเรียนรู้และมีประสบการณ์จริงเกี่ยวกับพยาธิสภาพของผู้ป่วยจาก Gross specimens, Histopathological slides และ Virtual Microscope ตามที่กำหนดให้เรียน 3) กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตาม Study guide (Self directed learning) ซึ่งเป็นชั่วโมงที่จัดให้นักศึกษาแพทย์ได้มีเวลาค้นคว้าหาความรู้และเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยนักศึกษาจะได้เรียนรู้ความรู้ทางพยาธิวิทยา จากคำถามและโจทย์ปัญหารวมทั้งรูปภาพ ตาม Study guide, แฟ้มรูปภาพและ Website นอกจากนั้นนิสิตยังได้ฝึกทักษะการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจากสื่อการเรียนการสอนต่างๆ เช่น บอร์ดวิชาการ หนังสือ สื่ออิเล็กทรอนิกส์และอินเทอร์เน็ต 4) กิจกรรมอภิปรายกลุ่มย่อย (Small Group Discussion) เป็นกิจกรรมที่นิสิตในแต่ละกลุ่มย่อย (1 กลุ่มย่อยมีสมาชิก 5 คน) ได้มีโอกาสนำเสนอความรู้ที่เรียนมาจากทั้งในห้องบรรยาย การเรียน Gross and Microscopic studies และจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง

มาวิเคราะห์ สังเคราะห์ และนำมาใช้ในการอภิปรายปัญหาที่มีการเชื่อมโยงทางคลินิก และยังได้รู้จักการทำงานเป็นทีม

3. ผลการดำเนินงาน

จากการสังเคราะห์ทฤษฎีการเรียนรู้และศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน ผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เพื่อพัฒนาการศึกษาด้านพยาธิวิทยาของนักศึกษาแพทย์ ซึ่งมีการจำแนกวิธีการและขั้นตอนที่สำคัญในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ดังแสดงในแผนภาพที่ 1

- ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา (Identify cues) ผู้เรียนจะได้โจทย์ปัญหา โดยใช้กรณีศึกษาหรือเรื่องราวสั้นๆ โดยสามารถเสนอผ่านทางระบบเว็บ ได้แก่ ระบุถึงสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนกำลังเผชิญ (Trigger) และอธิบายวิธีการเรียนรู้ และสิ่งที่ผู้เรียนต้องค้นคว้า
- ขั้นตอนที่ 2 ขั้นกำหนดประเด็นการเรียนรู้ (Identify learning issues) ผู้เรียนแต่ละคนวิเคราะห์ปัญหาด้วยตนเองและพยายามหาคำอธิบายความเป็นไปของปัญหา แล้วนำข้อมูลโพส (post) ไว้ในระบบเว็บ
- ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการวางแผนเสาะหาคำตอบ (Plan enquiry) ผู้เรียนทำการพิจารณาถึงปัญหาและแนวทางที่ตนได้เสนอไว้ในเว็บ ซึ่งเมื่อพิจารณาจากข้อมูลอื่นๆ ที่มีคนโพสไว้ ผู้เรียนจะรู้ตนเองว่าทราบสิ่งใด และไม่ทราบสิ่งใด จากนั้นก็จะทำการค้นคว้าด้วยตนเองต่อไป
- ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตั้งปัญหาอีกครั้ง (Reformulate problem) ผู้เรียนนำข้อมูลที่ไปศึกษาค้นคว้ามาพิจารณาและความรู้จากสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อพิจารณาหาข้อยุติสำหรับสมมติฐานที่ปฏิเสธได้ในขั้นต้นและคัดเลือกสมมุติฐานที่ต้องแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมที่คัดเลือกไว้ โดยผู้เรียนแต่ละคนได้ทำการศึกษาและเขียนผลการศึกษาแล้ว จะนำไปไว้ในระบบเว็บเพื่อให้กลุ่มเข้าถึงได้
- ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการวินิจฉัยและวางแผนการรักษา (Make Diagnostic decision and decide on management plan) ผู้เรียนทำการอภิปราย วิพากษ์ สิ่งที่แต่ละคนได้โพสไว้ครั้งล่าสุด โดยผ่านทางระบบเว็บ
- ขั้นตอนที่6 ขั้นสรุปปัญหา (Summarize problem and review week's learning) ผู้เรียนสรุปปัญหาและทบทวนความรู้ที่ได้ทำการค้นคว้ามาตั้งแต่แรก โดยผ่านทางระบบเว็บ เพื่อความเข้าใจที่แท้จริงและสามารถนำไปใช้ได้ในอนาคต

4. บทสรุป

การจัดการเรียนการสอนตามแนวการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานเป็นการผสมผสานยุทธวิธีในการเรียนและสื่อการเรียนการสอนที่หลากหลายเข้าด้วยกัน และด้วยการศึกษาทางการแพทย์มีการนำหลักการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมาใช้อย่างแพร่หลาย ซึ่งผู้วิจัยมีความสนใจที่นำหลักการนี้มาผสมผสานเพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นและมีการผสมผสานการเรียนผ่านสื่อ ผ่านช่องทางและวิธีการสอนที่หลากหลาย และนำรูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่ใช้ในห้องเรียนปกติแบบดั้งเดิมและพัฒนาออกแบบการเรียนการสอนให้เรียนรู้ผ่านเว็บ โดยเฉพาะการผสมผสานเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่มีการเชื่อมโยงระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลข่าวสารและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในโลกที่ไร้พรมแดนผ่าน World Wide Web รวมถึงการใช้บริการบนอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ได้วิธีการเรียนการสอนที่มีคุณภาพและทันสมัยสำหรับการศึกษาทางด้านการแพทย์

5. เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ. 2542. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

[2] ภาควิชาพยาธิวิทยาและนิติเวชศาสตร์. 2549. Pathology I 405311. พิษณุโลก: คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

[3] ปณิตา วรรณพิรุณ. 2551. การพัฒนารูปแบบการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนิสิตปริญญาบัณฑิต. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[4] ทองจันทร์ หงส์ลดารมภ์. 2531. "ทักษะการแก้ปัญหากับการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นหลัก", สงขลานครินทร์เวชสาร. 6(กรกฎาคม–มิถุนายน 2531), 222-224.

[5] วิชุดา รัตนเพียร. 2548. การเรียนการสอนบนเว็บขั้นนำ (Introduction to Web-Based Instruction): กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[6] วิไลพร สุตันไชยนนท์. 2546. ปฏิสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่นำเสนอบนเว็บและการสนับสนุนการเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาทันตแพทย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[7] อุดม รัตนอัมพรโสภณ. 2544. ผลของการสื่อสารในเวลาเดียวกันและต่างเวลากันในการเรียนรู้ผ่านเว็บโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[8] Albanese MA, Mitchell S.1993. Problem-based learning: a review of literature on its outcomes and implementation issues. Acad Med. Jan;68(1):52–81.

[9] Arends, R.I. 1998. Learning to Teach. 4th ed. Singapore : The McGraw-Hill.

[10] Bonk, C. J. and Graham, C. R. 2004. Handbook of blended learning: Global Perspectives. San Francisco, CA: Pfeiffer Publishing.

[11] Driscoll, M. 2002. Blended learning: Let's get beyond the hype, Learning and Training Innovations Newsline, Retrieved May 20, 2010 from http://www.ltimagazine.com/ltimagazine/article/articleDetail.jsp?id=11755

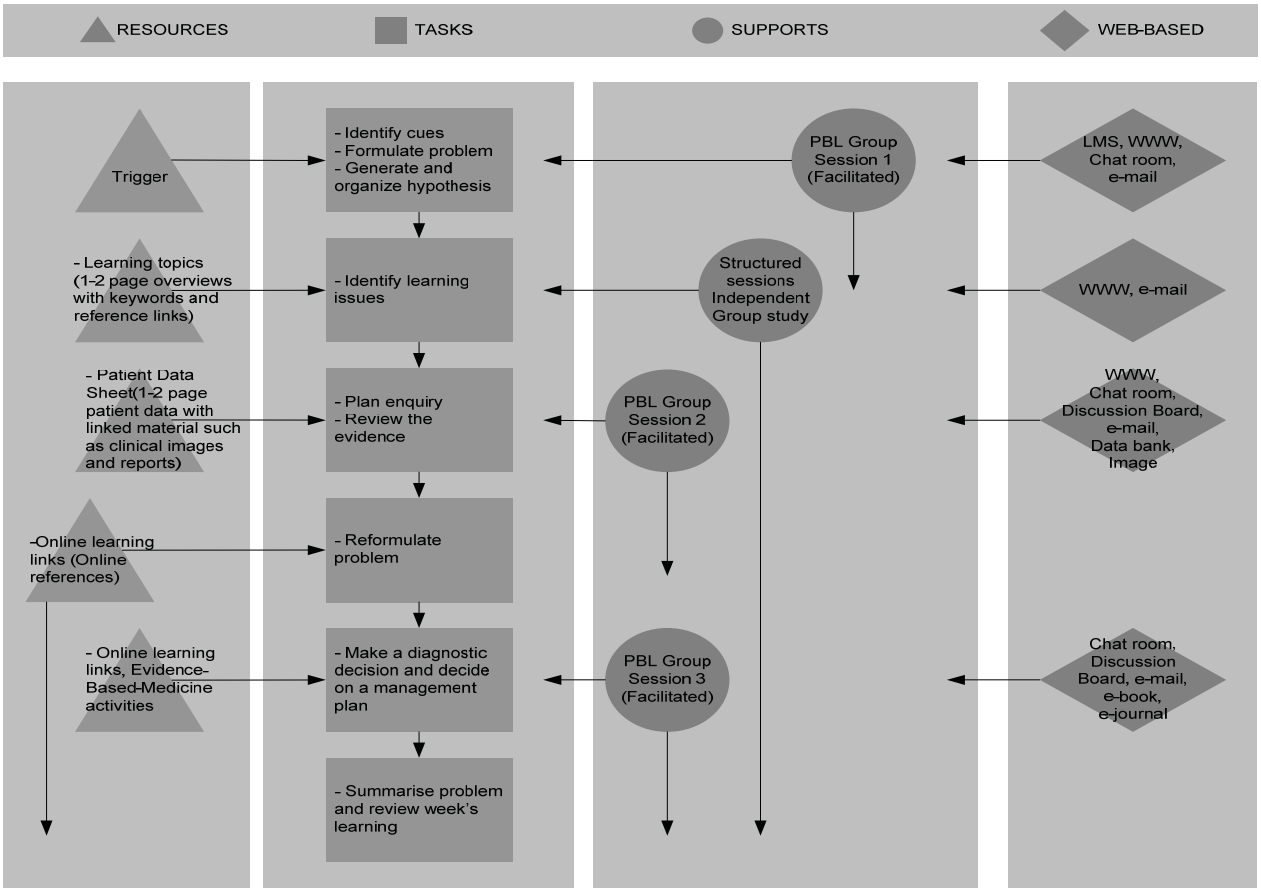
[12] Garnham, C and Kaleta, R. 2002. Introduction to hybrid courses. Teaching with technology, **8**. Retrieved: Febuary, 2010, 15 from http://www.uwsa.edu/ttt/articles/garnham.htm

[13] Thorne, K. 2003. Blended learning: how to integrate online and traditional learning. London: Kogan Page.

[14] Valiathan, 2002. Blended Learning Models. Retrieved May, 2010, 9 from http://www.astd.org/LC/2002/0802_valiathan.htm

[15] Utku Kosea. 2010. A blended learning model supported with Web 2.0 technologies. In Proceedings of the Social and Behavioral Sciences 2 (2010) 2794–2802.

แผนภาพที่ 1 รูปแบบการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อพัฒนาการศึกษาด้านพยาธิวิทยาของนักศึกษาแพทย์



การสร้างบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บเชิงคิดวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด เรื่อง เศรษฐกิจพอเพียง

พิไลวรรณ ซาวบุญตัน และ มานิตย์ สิทธิชัย

สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
n_pilaiwan@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บเชิงคิดวิเคราะห์ เรื่อง เศรษฐกิจพอเพียง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนที่สร้างขึ้น เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังจากการสอนด้วยบทเรียนที่สร้างขึ้น เพื่อเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่มีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด ระหว่างคู่คิดกลุ่มสูง-ปานกลาง คู่คิดกลุ่มสูง-ต่ำ และคู่คิดกลุ่มปานกลาง-ต่ำ และเพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนที่สร้างขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างบทเรียน ได้แก่ โปรแกรม Personal Home Page (PHP), Adobe Photoshop, Macromedia Flash, Mysql, Macromedia Dreamweaver แบบทดสอบท้ายบทเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดรวก ปีการศึกษา 2551 จำนวน 30 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น จากคะแนนเฉลี่ยสะสมย้อนหลัง 4 ภาคเรียนผลการศึกษาพบว่า การสร้างบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บเชิงคิดวิเคราะห์ เรื่อง เศรษฐกิจพอเพียง ประกอบด้วยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 12 ข้อ เนื้อหา จำนวน 69 เฟรม เสียงประกอบ จำนวน 29 แฟ้มเสียง และข้อสอบ จำนวน 60 ข้อ บทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.67/81.56 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (80/80) คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ($\overline{X}$ =24.10, S =3.45) สูงกว่าก่อนเรียน ($\overline{X}$ =14.60, S =2.79) อย่างมีนัยสำคัญ (α =.01) ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน ที่มีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมในกลุ่มสูง($\Delta\overline{X}$=10.40, S =1.07) มากกว่ากลุ่มปานกลาง (S =9.60, S =0.96) และกลุ่มต่ำ ($\Delta\overline{X}$=8.50, S =0.84) โดยนักเรียนกลุ่มสูงและ กลุ่มต่ำ มีความก้าวหน้าทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (α =.01) การใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิดทำให้คู่คิดกลุ่มสูง-ปานกลาง คู่คิดกลุ่มสูง-ต่ำ และคู่คิด กลุ่มปานกลาง-ต่ำ มีความก้าวหน้าทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนที่สร้างขึ้นในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.46, S =0.64)

คำสำคัญ : บทเรียนการแสวงรู้บนเว็บเชิงคิดวิเคราะห์, เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด, เศรษฐกิจพอเพียง

Abstract

This research aim to construct an analytical Webquest on the topic of Sufficiency Economy, to test the efficienvalidity of the Webquest, to compare pre-learning and post-learning outcome of the students after learned with

the Webquest, to compare learning progress between the students who got different comulative grade point average , to compare learning progress of Think-Pairs-Share Collaborative Technic between high & medium group, high & low group, medium & low group and to evaluate the satisfaction of the students who learned through the Webquest. The tools for this research were an achievement test, after-lesson tests and a questionnaire for evaluation the students' satisfaction. The software used to constructed the Webquest were Personal Home Page (PHP), Adobe Photoshop, Macromedia Flash, Mysql, Macromedia Dreamweaver. The sample group of this research were 30 students in Pratom 5, Watruak School, Bangplad, Bangkok, who studied in the first semester of academic year 2008. The sampling method was Stratified Random Sampling from the cumulative grade point average of 4 terms.

The analytical Webquest on the topic of Sufficiency Economy consisted of 12 behavioral objectives, 69 frames of content, 29 sound files and 60 test items. The efficiency of the Webquest was 84.67/81.56 higher than the criteria (80/80). The mean scores from the post-test($\overline{X}$ =24.10, S=3.45) was higher than the pre-test ($\overline{X}$ =14.60, S=2.79) significantly(α =.01). The learning progress of students in the group of high cumulative grade point average ($\Delta\overline{X}$=10.40, s=1.07) got learning- progress mean scores much more than the students in both groups of medium cumulative grade point average ($\Delta\overline{X}$=9.60, S=0.96) and low cumulative grade point average ($\Delta\overline{X}$=8.50, S=0.84). The students in the group of high and low average scores got the different learning progress significantly(α =.01). By using Think-Pairs-Share learning Technic, the learning-progress mean scores of the student s in the high & medium group, high & low group, medium & low group were not different and the students' satisfaction of the Webquest were in the level of high ($\overline{X}$ = 4.46, S=0.64).

Keyword: An Analytical Thinking Webquest, Think-Pairs-Share Collaborative Technic, Sufficiency Economy

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการพัฒนาประเทศ ประเทศที่ประชากรได้รับการศึกษาอย่างมีคุณภาพย่อมก่อให้เกิดความเจริญในทุก ๆ ด้าน กระบวนการจัดการศึกษาจึงต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ซึ่งสอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2545-2559 ที่มีแนวนโยบายเพื่อดำเนินการที่ 5 มุ่งเน้นการพัฒนาสังคมแห่งการเรียนรู้ เพื่อสร้างเสริมความรู้ ความคิด ความประพฤติและคุณธรรมของคน มีเป้าหมายให้คนไทยมีทักษะและกระบวนการในการคิด การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา[4]

จากการติดตามผลของการปฏิรูปการศึกษา ของกระทรวงศึกษาธิการและสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.)[5] พบว่า ผลการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของ สมศ. ในมาตรฐานด้านผู้เรียน มาตรฐานที่ 4 ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ โรงเรียนที่ได้รับการประเมินในระดับดี (ผลการประเมิน ร้อยละ 75-100) มีเพียงร้อยละ 11.1 จากจำนวนโรงเรียนทั้งสิ้น 17,562 โรงเรียน และจากรายงานการประเมินยังพบว่า สาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีคุณภาพในมาตรฐานที่ 4 น้อย เนื่องจากไม่มีการดำเนินงานที่ชัดเจน ทำให้นักเรียนไม่มีการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างต่อเนื่อง และมีจุดที่ควรพัฒนา คือ รูปแบบและวิธีการในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูต้องเอื้อต่อการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน ด้วยเหตุนี้ทำให้นักการศึกษาได้คิดพัฒนาสื่อการสอนในรูปแบบต่าง ๆ ขึ้นมา เพื่อตอบสนองกิจกรรมการสอนที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ หนึ่งในรูปแบบนั้นคือ บทเรียนการแสวงรู้บนเว็บ (WebQuest) โดยบทเรียนมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้ที่มีอยู่มากมายบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตมาให้ใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยอาศัยกิจกรรมบนบทเรียนเป็นตัวเร้าความสนใจ ให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ และต้องการสืบเสาะค้นหาข้อมูล ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวจะจัดขึ้นในรูปแบบของการตั้งสมมติฐาน และสมมติสถานการณ์ โดยการเชื่อมโยงไปยังแหล่งข้อมูลความรู้ต่าง ๆที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าต่อเนื่องไปได้ตามความสนใจของ

ผู้เรียนแต่ละคน อีกทั้งยังพบว่า บทเรียนแสวงรู้บนเว็บเป็นกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนมีความกระฉับกระเฉงอยู่ในขั้นสูง และเมื่อนำเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด (Think pair share) ที่เหมาะกับการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนคู่คิด จะนำกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการจับคู่แบบเพื่อนช่วยเพื่อน เพื่อให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนร่วมกัน รวมทั้งปรึกษาหารือแลกเปลี่ยนความรู้ และประสบการณ์ ส่งผลให้ผู้เรียนในชั้นเรียนเกิดความคิดรวบยอดของการค้นหาคำตอบจากปัญหาไปในทิศทางเดียวกัน [7]

เศรษฐกิจพอเพียง เป็นปรัชญาที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ทรงมีพระราชดำรัสชี้แนะถึงแนวทางการดำรงอยู่และปฏิบัติตนของประชาชนในทุกระดับตั้งแต่ระดับครอบครัว ระดับชุมชน จนถึงระดับประเทศ ทั้งในด้านการพัฒนาและบริหารประเทศให้ดำเนินไปในทางสายกลาง[2] การส่งเสริมเผยแพร่ความรู้ และปฏิบัติตนตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงให้กว้างขวางและได้ผลดี หนึ่งในนั้น คือ การให้นักเรียนเป็นสื่อกลางในการพัฒนา เพราะในปัจจุบันมีนักเรียนอยู่ตามโรงเรียนในทุกพื้นที่ของประเทศไทยกว่าสามหมื่นโรงเรียน ถ้าสามารถสร้างเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิถีชีวิตเศรษฐกิจพอเพียงตั้งแต่อยู่ในระดับประถมศึกษาแล้ว การสร้างสังคมที่พอเพียงจะเกิดขึ้นในอนาคต และหากนักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์แล้วนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องเศรษฐกิจพอเพียงไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ก็จะทำให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาอย่างสมบูรณ์ และจะเป็นแรงผลักดันหนึ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจพอเพียงในระดับครอบครัว ระดับชุมชน และระดับประเทศต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บเชิงคิดวิเคราะห์ เรื่อง เศรษฐกิจพอเพียง

1.2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บเชิงคิดวิเคราะห์ที่สร้างขึ้น

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังจากการสอนด้วยบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บเชิงคิดวิเคราะห์ที่สร้างขึ้น

1.2.4 เพื่อเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่มีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมต่างกัน

1.2.5 เพื่อเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิดระหว่างคู่คิดกลุ่มสูง-ปานกลาง คู่คิดกลุ่มสูง-ต่ำ และคู่คิดกลุ่มปานกลาง-ต่ำ

1.2.6 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บเชิงคิดวิเคราะห์ที่สร้างขึ้น

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บที่สร้างขึ้น มีค่าไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80

1.3.2 นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บที่สร้างขึ้น มีคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.3.3 นักเรียนที่มีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมต่างกันจะมีความก้าวหน้าทางการเรียนต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.3.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด ระหว่างคู่คิดกลุ่มสูง-ปานกลาง คู่คิดกลุ่มสูง-ต่ำ และคู่คิดกลุ่มปานกลาง-ต่ำ ไม่แตกต่างกัน

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทเรียนการแสวงรู้บนเว็บ

บทเรียนการแสวงรู้บนเว็บ ได้ว่าเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการแสวงหาความรู้ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน บทเรียนการแสวงรู้บนเว็บถือเป็นนวัตกรรมทางด้านการศึกษา ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้ที่มีอยู่มากมาย บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตมาให้ใช้ให้เกิดประโยชน์ บทเรียนจะใช้แหล่งความรู้ที่อยู่มากมายบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้สอนในรูปแบบของกิจกรรม และสมมติฐานที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาบูรณาการฝึกทักษะในการแก้ปัญหาเฉพาะ-หน้า กระบวนการกลุ่มและการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต [3]

2.2 การคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์หมายถึง การจำแนกแจกแจงองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เรื่องเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เปรียบเทียบ จัดลำดับ จัดหมวดหมู่ของสิ่งที่จำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด และระบุถึงความสัมพันธ์เชื่อมโยงของข้อมูลหรือองค์ประกอบของสิ่งนั้น [6] หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ยังได้กำหนดเกณฑ์การผ่านช่วงชั้นและการจบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ไว้ว่า ผู้เรียนต้องผ่านการประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์ เขียน ให้ได้ตามที่สถานศึกษากำหนด โดยมีสาระและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียน [4] การจัดการเรียนรู้ต้องมุ่งปลูกฝังด้านปัญญา พัฒนาการคิดของผู้เรียน ให้มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ การจัดการเรียนรู้ควรใช้รูปแบบวิธีการที่หลากหลาย โดยให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิด การค้นคว้าแสวงหาความรู้ จนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้

2.3 เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด

เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนได้เรียนจากกลุ่มเล็กเสียก่อน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง คิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อน (Think) หลังจากนั้นนำคำตอบของตนไปอภิปรายกับเพื่อนอีกคนหนึ่งที่เป็นคู่ของตน (Pair) เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องหรือดีที่สุดแล้ว จึงนำคำตอบนั้นมาอธิบายร่วมกัน (Share) นักเรียนทุกคนได้แสดงความคิดเห็น และมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับเพื่อนนักเรียน ได้ช่วยเหลือเพื่อนที่เรียนอ่อน นักเรียนที่เรียนอ่อนจะเข้าใจคำอธิบายจากนักเรียนที่เรียนเก่งและเป็นการฝึกความมีระเบียบวินัยในการเรียน [7]

2.4 เศรษฐกิจพอเพียง

เศรษฐกิจพอเพียง เป็นปรัชญาที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงมีพระราชดำรัสชี้แนะแก่พสกนิกรชาวไทย ถึงแนวทางการดำรงอยู่และปฏิบัติตนของประชาชนในทุกระดับทั้งในการพัฒนาและบริหารประเทศให้ดำเนินไปในทางสายกลาง ความพอเพียง หมายถึง ความพอประมาณ ความมีเหตุผล รวมถึงความจำเป็นที่จะต้องมีระบบภูมิคุ้มกันในตัวที่ดีต่อการได้รับผลกระทบใดๆ อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทั้งภายนอกและภายใน [2] ทั้งนี้ จะต้องอาศัยความรอบรู้ ความรอบคอบ และความระมัดระวังอย่างยิ่งในการนำวิชาการต่างๆ มาใช้ในการวางแผนและการดำเนินการทุกขั้นตอน และขณะเดียวกันจะต้องเสริมสร้างพื้นฐานจิตใจของคนในชาติ ให้มีสำนึกในคุณธรรม ความซื่อสัตย์สุจริต และให้มีความรอบรู้ที่เหมาะสม เพื่อให้สมดุลและพร้อมต่อการรองรับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและกว้างขวางทั้งด้านวัตถุ สังคม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมจากโลกภายนอกได้เป็นอย่างดี กิจกรรมทั้งหมดนี้สำคัญคือต้องเน้นกระบวนการมีส่วนร่วมของทุกฝ่าย โดยสถานศึกษาควรตั้งเป้าให้เกิดการจัดการศึกษาตามแนวทางของเศรษฐกิจพอเพียง สอดแทรกเข้าไปในกระบวนการเรียนรู้ สอนให้เด็กพึ่งตนเองให้ได้ก่อน จนสามารถเป็นที่พึ่งของคนอื่นๆ ในสังคมได้ต่อไป [1]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบแผนการวิจัย

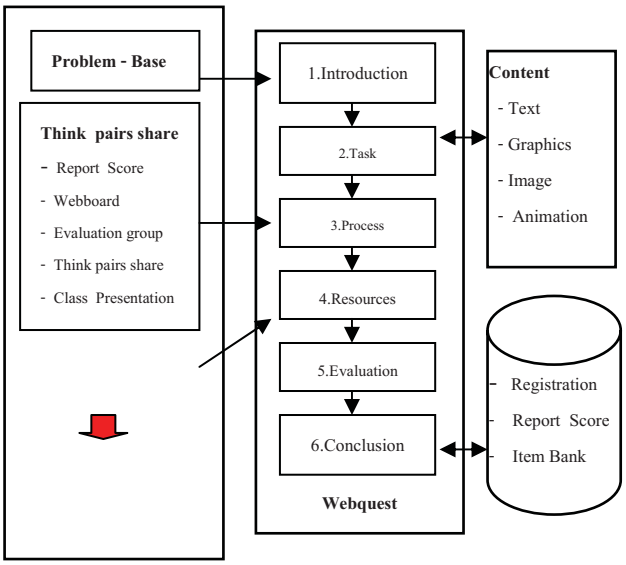
การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง และได้กำหนดแบบแผนการทดลองโดยใช้รูปแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนและหลัง

3.2 การกำหนดประชากรและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2551 โรงเรียนวัดรวก สำนักงานเขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร จำนวน 3 ห้องเรียน มีจำนวนทั้งหมด 92 คน กลุ่มตัวอย่างของการทดลองได้จากประชากร โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) จำนวน 30 คน โดยการแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ สูง ปานกลาง และต่ำ จากระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม

3.3 การออกแบบรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด ของบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บเชิงคิดวิเคราะห์ เรื่อง เศรษฐกิจพอเพียง

ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบ ในการจัดกิจกรรมการเรียนของบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บ (Webquest) ซึ่งสัมพันธ์กับรูปแบบการเรียนแบบต่าง ๆ ไว้ดังนี้



ภาพที่ 1 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิดของบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บเชิงคิดวิเคราะห์ ประกอบไปด้วย 3 ส่วน ได้แก่

ก) บทเรียนการแสวงรู้บนเว็บสัมพันธ์กับรูปแบบการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - Base leaning) ซึ่งจะปรากฏในขั้นที่ 1 ส่วนของบทนำ (Introduction) จะเป็นส่วนที่กระตุ้นด้วยปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนหาคำตอบ นำมาสู่ขั้นที่ 2 คือ ขั้นภาระงาน(Task) เป็นส่วนที่ระบุถึงกิจกรรมที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติ เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งนักเรียนจะใช้กระบวนการ(Process) ในขั้นที่ 3 เป็นแนวทางในการคิดวิเคราะห์จนได้คำตอบของสถานการณ์ที่กำหนด โดยเทคนิคในการคิดวิเคราะห์ของแต่ละบทเรียนจะแตกต่างกันไปตามสถานการณ์ ซึ่งในขั้นนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด (Think- pairs- share) มาใช้ในกระบวนการเรียนการสอน หลังจากนั้นนักเรียนจะศึกษาข้อมูลเพื่อใช้ตอบคำถามในขั้นที่ 4 คือ ขั้นแหล่งข้อมูล (Resources) นักเรียนสามารถนำทรัพยากรที่จัดเตรียมไว้ในแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ ให้ในการหาคำตอบ นักเรียนแต่ละคนต้องหาคำตอบด้วยตัวเองก่อนแล้วจึงนำคำตอบไปปรึกษากับคู่ของตน เพื่ออภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด ในขั้นที่ 4นี้จะสัมพันธ์กับวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Method) ซึ่งรูปแบบการเรียนทั้ง 3 รูปแบบจะนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง(Constructivist) เมื่อนักเรียนได้คำตอบที่ดีที่สุดของกลุ่มแล้ว ก็จะเข้าสู่ขั้นประเมินผล (Evaluation) ซึ่งอยู่ในขั้นที่ 5 คำตอบที่กลุ่มของตนเองค้นหา ก็จะส่งผ่านระบบ แล้วนักเรียนจะต้องนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน เพื่อนำไปสู่การสรุปร่วมกันในชั้นเรียนในส่วนที่ 6 ขั้นบทสรุป (Conclusion) ซึ่งจะเป็นการสรุปคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา โดยบูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเข้าไป เพื่อให้นักเรียนนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างยั่งยืน

ข) เนื้อหา (Content) ประกอบไปด้วย 4 ส่วน ได้แก่ ข้อความ (Text) ภาพกราฟิก (Graphics) และภาพเคลื่อนไหว (Animation) เป็นลักษณะของสื่อผสม

ค) ระบบฐานข้อมูล (Database System) ในส่วนนี้จะเป็นการเก็บข้อมูลไว้ในระบบฐานข้อมูลโดยจะเก็บข้อมูล การลงทะเบียน(Registration) คะแนนของนักเรียนทั้งรายบุคคล (Report Score) และรายกลุ่ม คลังข้อสอบ (Item Bank) และผลงานที่นักเรียนส่งเข้าสู่ระบบผ่านกระบวนการอัพโหลด

3.4 เครื่องมือในการวิจัย

ได้แก่ บทเรียนการแสวงรู้บนเว็บเชิงคิดวิเคราะห์ เรื่องเศรษฐกิจพอเพียง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบทดสอบท้ายบทเรียน แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจของนักเรียน และแบบประเมินบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บฯ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.5.1 การวิเคราะห์ดัชนีความยาก และอำนาจจำแนกของข้อสอบ

3.5.2 การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR.20)

3.5.3 การวิเคราะห์ความความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม ใช้สูตรของลอว์ชี

3.5.4 การคำนวณคะแนนเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.5.5 การคำนวณดัชนีความสอดคล้อง

3.5.6 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียน

3.5.7 การวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบสถิติค่าที (t-test)

3.5.8 การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ ใช้สูตรการหาค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

3.5.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบทิศทางเดียว

3.5.10 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Post hoc)

4. ผลของการวิจัย

4.1 ผลการสร้างบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บฯ ได้บทเรียนทั้งหมด 4 บทเรียน ซึ่งในบทเรียนแต่ละหน่วยจะประกอบไปด้วยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 12 ข้อ มีเนื้อหมดทั้งหมด 69 เฟรม เสียงประกอบ จำนวน 29 แฟ้มเสียง และข้อสอบ จำนวน 60 ข้อ ซึ่งลักษณะของบทเรียน มีดังนี้



ภาพที่ 2 หน้าจอของบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บ

4.2 **ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บเชิงคิดวิเคราะห์ฯ**

ประสิทธิภาพของบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บฯที่สร้างขึ้น (E_1/E_2) มีค่าเท่ากับ 84.67 / 81.56 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับคะแนนสอบวัดความคิดเชิงวิเคราะห์ ของบทเรียนฯที่สร้างขึ้น มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.673

4.3 ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บฯที่สร้างขึ้น พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบก่อนเรียน ($\overline{X}$ = 14.60, S =2.79) และหลังเรียน ($\overline{X}$ =24.10, S =3.45)

4.4 ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่มีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมต่างกัน พบว่า นักเรียนที่อยู่ในกลุ่มสูงจะมีความก้าวหน้ามากที่สุด ($\Delta\overline{X}$= 10.40, S =1.07) รองลงมาคือกลุ่มปานกลาง ($\Delta\overline{X}$=9.60, S =0.96) สุดท้ายคือกลุ่มต่ำ ($\Delta\overline{X}$=8.50, S =0.84) และพบว่านักเรียนในกลุ่มสูง มีความก้าวหน้าทางการเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มต่ำ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนในกลุ่มอื่น ๆ ไม่พบความแตกต่าง

4.5 ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด ปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่จับคู่แบบเพื่อนคู่คิด

ลักษณะการจับคู่	n	ก่อนเรียน		หลังเรียน		$\Delta\overline{X}$	ΔS	F
		$\overline{X}_1$	S_1	$\overline{X}_2$	S_2			
กลุ่มสูง-ปานกลาง	10	15.90	1.85	26.00	1.41	10.01	0.73	
กลุ่มสูง-ต่ำ	10	14.00	3.01	23.90	4.22	9.90	1.96	
กลุ่มปานกลาง-ต่ำ	10	13.50	2.83	22.80	3.01	9.30	0.48	1.117

จากตารางที่ 1 พบว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนของ คู่คิดทั้ง 3 กลุ่ม มีความก้าวหน้าทางการเรียนไม่แตกต่างกัน โดยคู่คิดกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง จะมีความก้าวหน้าทางเรียนมากที่สุด ($\Delta\overline{X}$=10.01) รองลงมาคือ คู่คิดกลุ่มสูงกับต่ำ ($\Delta\overline{X}$=9.90) และคู่คิดกลุ่มปานกลางกับต่ำ ($\Delta\overline{X}$=9.30)

5. บทสรุป

การจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บเชิงคิดวิเคราะห์ที่สร้างขึ้น เป็นการจัดการเรียนที่ส่งเสริมการเรียนรู้แบบเอกัตบุคคลที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและตามความสามารถของแต่ละบุคคล การนำเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิดมาใช้ร่วมกับบทเรียนการแสวงรู้บนเว็บเชิงคิดวิเคราะห์ สามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ที่จำเป็นในการขยาย และกลั่นกรองความรู้ จนกระทั่งนำความรู้นั้นไปใช้ได้อย่างมีเป้าหมาย ส่งผลถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นด้วย นอกจากนั้นบทเรียนฯที่สร้างขึ้น ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาบุคลิกภาพและมนุษยสัมพันธ์ และเมื่อนำเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิดมาใช้ร่วมในกระบวนการเรียนการสอนด้วย ก็จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทุกกลุ่ม อีกทั้งนักเรียนที่เรียนเก่งยังช่วยให้นักเรียนที่เรียนอ่อนได้มีโอกาสพัฒนาทางการเรียน และมีปฏิสัมพันธ์

ร่วมกันด้วย นอกจากนั้นยังทำให้จะเกิดความก้าวหน้าทางการเรียน เนื่องจากการเรียนแบบเป็นคู่ นักเรียนต้องศึกษาในเรื่องที่เรียนและที่ได้รับมอบหมายอย่างดี เพื่อตอบคำถามหรืออภิปรายร่วมกับเพื่อนที่เป็นคู่เรียน ทำให้เกิดการบูรณาการกระบวนการทางสังคมให้มีการพึ่งพาอาศัยกัน อันจะนำมาซึ่งความเข้มแข็งทางสังคม และการพัฒนาที่ยั่งยืนให้เกิดขึ้นกับนักเรียนต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

[1] คณะทำงานบูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงสู่การเรียนการสอน. **หลักสูตรเศรษฐกิจพอเพียง (มาตรฐานการเรียนรู้)**. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2549.

[2] ปรียานุช พิบูลสราวุธ. **ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และการจัดการศึกษา**. กรุงเทพฯ : เอกสารประกอบคำบรรยาย สำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์, 2549

[3] วสันต์ อติศัพท์. "WebQuest : การเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางบน World Wide Web." วารสารวิทยบริการ. 2 (พฤษภาคม-สิงหาคม 2546).

[4] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545**. กรุงเทพฯ : ครุสภาลาดพร้าว, 2545.

[5] สำนักงานรับรองมาตรฐานและประกันคุณภาพการศึกษา. **รายงานการประเมินคุณภาพภายนอก โรงเรียนวัดรวก เขตบางพลัด กรุงเทพฯ**. กรุงเทพฯ, 2549.

[6] สุวิทย์ มูลคำ. **กลยุทธ์การสอนการคิดวิเคราะห์**. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์, 2547.

[7] Susan Ledlow. **Using Think-Pair-Share in the College Classroom**. Arizona State University, 2001.

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม วิชาภาษาไทย เรื่องมาตราตัวสะกด ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

The Development and Efficiency Validation of Computer-based Instruction using Games for Thai Word Spelling : PrathomSuksa 6

จิริพร กอบโกย, สมคิด แซ่หลี, จรัญ แสนราช

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
kobkoy@hotmail.com, ajarnlee@gamil.com, jsr@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมวิชาภาษาไทย เรื่องมาตราตัวสะกด ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้วิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนปัญจทรัพย์ ดินแดง กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2552 จำนวน 50 คน โดยการสุ่มห้องเรียนอย่างง่าย (Simple Ramdom Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามความพึงพอใจ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมโดยในบทเรียนประกอบด้วย ความหมายของมาตราตัวสะกด มาตราตัวสะกด 8 มาตรา และคำที่มีตัวสะกดในมาตราต่าง ๆ โดยการนำเอาเกมมาผนวกเข้ากับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลของการวิจัย พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมมีประสิทธิภาพ 86.16/88.48 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมาก สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาไทย เรื่องมาตราตัวสะกดระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

คำสำคัญ: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เกม วิชาภาษาไทย มาตราตัวสะกด

Abstract

The purposes of this research aimed to develop "Computer-based Instruction using Games of Thai Word Spelling for (CIGTWSL) Pathomsuksa 6" and to compare the pretest and posttest score on CIG-TWSL and to study the students satisfaction after using CIG-TWSL. The samples were 50 Pathomsuksa 6 students of Panchasap Dingdaeng School Bangkok of 2009 academic year. They were selected by using Simple Random Sampling technique. Tools used in this research were CIG-TWSL, pretest and exercise of each module, posttest and questionnaires.

The results of this research were shown as follows: the efficiency of CIG-TWSL was 86.16/88.48 which was higher than criteria 80/80. The posttest scpre was significantly higher than pretest score at the significant .05 level. The students satisfaction was at good level. In conclusion, the we can apply CIG-TWSL to the target group.

Keyword: Computer-based Instruction, Games, Thai Word Spelling.

1. บทนำ

ภาษาไทยอยู่ในกลุ่มทักษะที่เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนภาษาไทย มุ่งให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางภาษาทั้งในด้านการฟัง การพูด การอ่านและการเขียนตามควรวัย แต่ปัจจุบันเยาวชนไทยให้ความสำคัญแก่ภาษาไทยอย่างผิด ๆ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการพูด หรือด้านการเขียน สทศ. [1] จากผลการประเมินการสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาภาษาไทยนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนปัญจทรัพย์ มีนบุรี และโรงเรียนปัญจทรัพย์ ดินแดง ในมาตราฐานที่ 2.1 (สาระการเขียน) ระดับประเทศทั้ง 2 โรงเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 1.86 และในระดับโรงเรียน โรงเรียนปัญจทรัพย์ ดินแดง คะแนนเฉลี่ย 1.99 จากคะแนนเต็ม 5.00 และจากผลการทดสอบการเขียนสะกดคำในชั้นเรียน จากการตรวจแบบฝึกหัดของครูผู้สอน วรรณี [2] ได้กล่าวถึงปัญหาการเขียนคำผิดของนักเรียนดังนี้ การใช้พยัญชนะผิด ใช้สระผิด ใช้วรรณยุกต์ผิด และใช้ตัวการันต์ผิด บางครั้งเขียนผิดเพราะออกเสียงตัวสะกดผิด ไม่มีความรู้เกี่ยวกับหลักเกณฑ์ทางภาษา และไม่สนใจเขียนให้ถูกต้อง ซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยยังไม่เป็นที่น่าพอใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนในระดับประถมศึกษา การเขียนสะกดคำเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนทุกวิชาและเป็นทักษะที่จำเป็นในการวางพื้นฐานของการเรียนด้านอื่น ๆ ถ้าเขียนสะกดคำผิดอาจทำให้ความหมายในการสื่อสารผิดไป ดั้งนั้นวิธีการสอนของครูจึงเป็นเรื่องสำคัญมาก ในการสอนภาษาไทย ครูควรปรับปรุงเทคนิควิธีการสอนที่จูงใจให้กับผู้เรียน โดยการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีความสนุกสนานพร้อม ๆ กับการเรียนรู้ซึ่งจะนำไปสู่การนำภาษาไปใช้อย่างได้ผล กิดานันท์ [3] กล่าวว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นอุปกรณ์ประเภทหนึ่งที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อการสอนจะทำให้ การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามลำพัง เรียนรู้เป็นกลุ่ม หรือเรียนได้ตามความต้องการของตนเองหรือของกลุ่ม โดยไม่ต้องรอเพื่อนเหมือนกับการเรียนในห้องเรียน ซึ่งนักเรียนจะต้องเรียนไปพร้อม ๆ กัน แต่ละบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนักเรียนสามารถเรียนได้ตามความต้องการของตนเอง ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การนำสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เข้ามาใช้ประกอบการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มความน่าสนใจในการเรียน โดยนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม โดยการนำเอาเกมมาผนวกเข้ากับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเพิ่มความหลากหลายให้แก่บทเรียน ซึ่งเกมช่วยให้เด็กได้ทดลอง และมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนที่อยู่ในเกม โดยจัดเกมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทางการเรียน เกมจะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจ บริบทของเกมช่วยดึงดูดความสนใจในการเรียนในระยะเวลาที่นานขึ้นได้ ย่อมจะส่งผลถึงการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สูงตามไปด้วย จากการศึกษาข้อมูลผู้ศึกษาคิดว่าการแก้ไขข้อบกพร่องในการเขียนสะกดคำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ถ้าใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมมาช่วยสอนเสริมจะช่วยให้นักเรียนมีทักษะการสะกดคำได้ถูกต้องมากขึ้นและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม วิชาภาษาไทย เรื่องมาตราตัวสะกด

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย เรื่องมาตราตัวสะกด ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม

1.1.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมวิชาภาษาไทย เรื่อง มาตราตัวสะกด

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม วิชาภาษาไทย เรื่องมาตราตัวสะกด ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

1.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย เรื่อง มาตราตัวสะกด ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

1.2.3 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม วิชาภาษาไทย เรื่องมาตราตัวสะกดอยู่ในระดับมาก

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมวิชาภาษาไทย เรื่องมาตราตัวสะกด ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 หลักการใช้ภาษาไทย เรื่องมาตราตัวสะกดมี 8 มาตรา ดังนี้

ก) มาตราแม่กง มีตัวสะกดคือ ง

ข) มาตราแม่กน มีตัวสะกดคือ น ญ ณ ล ร ฬ

ค) มาตราแม่กม มีตัวสะกดคือ ม

ง) มาตราแม่เกย มีตัวสะกดคือ ย

จ) มาตราแม่เกอว มีตัวสะกดคือ ว

ฉ) มาตราแม่กก มีตัวสะกดคือ ก ข ค ฆ

ช) มาตราแม่กด มีตัวสะกดคือ จ ด ต ฎ ฏ ฐ ช ซ ฒ ถ ธ ท ศ ษ ส

ซ) มาตราแม่กบ มีตัวสะกดคือ บ ป ภ พ ฟ

การสะกดคำด้วยมาตราตัวสะกด เป็นหลักการใช้ภาษาเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจทักษะการอ่านและการเขียน เพื่อเขียนคำต่าง ๆ ในการเรียงลำดับตัวอักษร สระและวรรณยุกต์ ประสมคำให้ได้ถูกต้องตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน

2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบเกมการสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบเกมการสอนเป็นรูปแบบหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งต้องการที่จะทำให้การเรียนเป็นเรื่องสนุก โดยการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนานเพลิดเพลินให้เกิดขึ้นเพื่อจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกอยากที่จะเรียน ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน ถนอมพร[4] ได้กล่าวถึงการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน ผู้สร้างจะต้องคำนึงถึงลักษณะสำคัญ ๆ ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน ได้แก่ เป้าหมาย กฎกติกา การแข่งขัน ความท้าทาย จินตนาการ ความปลอดภัยและความสนุกสนานเพลิดเพลิน ซึ่งโครงสร้างของเกมแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนนำ เนื้อหาของเกม และบทสรุป

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำจวน [5] ได้ศึกษาการสร้างแผนการเรียนรู้การใช้เกมเพื่อฝึกการเขียนสะกดคำยาก ผลการวิจัยพบว่า หลังจากนักเรียนเรียนโดยใช้แผนการเรียนรู้ที่ใช้เกมแล้ว นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 60%แสดงว่าแผนการเรียนรู้ที่ใช้เกมเพื่อฝึกการเขียนสะกดคำยากมีประสิทธิภาพเหมาะที่จะนำไปฝึกเสริมทักษะให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการทางพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ดีมีความสนใจตั้งใจเรียนรู้มีความกระตือรือร้น ไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียนรู้ นอกจากนี้ เสรี [6] ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบเกมกับการเรียนแบบปกติ เรื่อง “คำศัพท์” วิชาภาษาอังกฤษ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบเกมการสอน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.67/84.83 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบเกมการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ ทะเล [7]ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยเกม และ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยเกมกับการสอนปกติ วิชาภาษาอังกฤษ เรื่อง School ทำให้ผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยเกมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนจากการเรียนการสอนปกติ นอกจากนี้ Carter [8]ได้ศึกษาผลการใช้เกมการคำนวณของสมาคมคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่อเจตคติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยรวบรวมเกมที่ใช้เล่นนอกห้องเรียน โดยทดลองกับนักเรียนเกรด 7 แบ่ง

ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองให้เล่นเกมนอกเวลาเรียน ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ต้องเล่นเกม ปรากฏว่ากลุ่มที่ได้เล่นเกมการคำนวณ กับกลุ่มที่ไม่ได้เล่นเกมไม่แตกต่างกันทั้งเจตคติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นว่าการสอนโดยใช้เกมการศึกษาช่วยสร้างความสนุกสนานให้แก่นักเรียน ทำให้นักเรียนไม่น่าเบื่อหน่ายในการเรียน เกมช่วยเร้าความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี เมื่อนำมาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม สามารถถ่ายทอดเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ของบทเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีผลต่อการเรียนของผู้เรียนทั้งทางด้านผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติที่ดีต่อการเรียน ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม มีเนื้อหา ที่เป็นตัวอักษร รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว มีเสียงบรรยาย ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนเนื้อหาเป็นอย่างดี เพลิดเพลินและสนุกสาน มีความตั้งใจและมีการแข่งขันเก็บคะแนนในการเล่นเกม ซึ่งผู้เรียนจะได้ความรู้ไปพร้อม ๆ กับการเล่นเกม ซึ่งเป็นการเสริมแรงให้กับผู้เรียน มีแรงจูงใจที่จะเรียนต่อไป จากคุณสมบัติที่ดีดังกล่าว ผู้วิจัยจึงคิดว่าการนำรูปแบบเกมการสอนมาผสมผสานร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือที่เรียกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอบแบบเกมการสอน น่าจะเป็นสื่อที่ควรแก่การนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม เรื่องมาตราตัวสะกด วิชาภาษาไทยระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม เรื่องมาตราตัวสะกด วิชาภาษาไทยซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม

เริ่มจากศึกษาหลักสูตรวิชาภาษาไทยหลักการใช้ภาษา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยเลือกเรื่องมาตราตัวสะกด เนื้อหาประกอบไปด้วย ความหมายของมาตราตัวสะกด มาตราตัวสะกด 8 มาตรา และคำที่มีตัวสะกดในมาตราต่าง ๆ นอกจากนี้ทำการวิเคราะห์กลุ่มเป้าหมาย กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่ได้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 4 ข้อ จากนั้นทำการออกแบบบทเรียน ในบทเรียนประกอบด้วย เนื้อหามาตราตัวสะกด สตอรี่บอร์ด นำเสอนต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาและปรับปรุงแก้ไขเหมาะสมที่จะนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม โดยเริ่มจากการบันทึกและตัดต่อเสียงบรรยายเพื่อประกอบในบทเรียน การเตรียมปุ่มและรูปภาพ จากนั้นเริ่มพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอบแบบเกม โดยใช้ Adobe Flash CS3 ในการพัฒนาบทเรียน ภายในบทเรียนประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหามาตราตัวสะกด เกมมาตราตัวสะกด แบบทดสอบท้ายบทและแบบทดสอบหลังเรียน จากนั้นนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและเทคนิคจำนวน 6 ท่านซึ่งผลการประเมินทั้ง 2 ด้าน อยู่ในระดับดี จากนั้นนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมไปใช้ในการทดลอง ส่วนประกอบของสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมวิชาภาษาไทย เรื่องมาตราตัวสะกดมีดังนี้



ภาพที่ 1 จอแสดงบทนำของบทเรียน



ภาพที่ 2 จอแสดงเนื้อหาของบทเรียน



ภาพที่ 3 จอแสดงเกมมาตราตัวสะกด



ภาพที่ 4 จอแสดงตัวอย่างเกมทายคำถูก

โดยติดตั้งโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมที่ห้องคอมพิวเตอร์ ได้แนะนำวิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม โดยละเอียดกับครูผู้สอนโดยให้ครูผู้สอนเป็นผู้ควบคุมในการให้กับผู้เรียน จำนวน 50 คน ใช้เวลาในการทดลอง 3 คาบ ใช้เวลาคาบละ 50 นาทีและให้นักเรียนเข้าไปทบทวนบทเรียนได้เองนอกเวลาเรียนเพิ่มเติม

3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เริ่มจากศึกษาการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์ จากนั้นทำการสร้างข้อสอบเป็นแบบปรนัยเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 98 ข้อ ตามจุดประสงค์การเรียน แล้วนำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาประเมินความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ปรากฏว่าคำถามผ่านเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 95 ข้อ และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 ข้อ จากนั้นนำข้อสอบไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย และนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน และนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) สรุปได้ว่าแบบทดสอบที่ไม่อยู่ในเกณฑ์มีจำนวน 8 ข้อ ซึ่งได้ตัดออกไป ส่วนแบบทดสอบข้อที่ผ่านเกณฑ์ของค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกมีทั้งหมด 87 ข้อ โดยใช้สูตร K-20 ของ Kuder Richardson หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ .95 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมเชื่อถือได้ เมื่อผ่านการวิเคราะห์จะได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง

3.3 แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม

เริ่มต้นจากการศึกษาการสร้างแบบประเมิน และออกแบบประเมินซึ่งเป็นมาตราประเมินค่า (Rating Scale) จากนั้นเขียนรายการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม เป็นแบบวัดความพึงพอใจ 1 ชุด จากนั้นตรวจแก้ไขปรับปรุงรายการประเมินโดยอาจารย์ที่ปรึกษาให้เหมาะสม เพื่อนำไปใช้วัดความพึงพอใจของผู้เรียนกับกลุ่มทดลอง

4. ผลการดำเนินงาน

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวสอบก่อน – สอบหลัง (One-Group Pretest – Posttest Design วัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม เรื่องมาตราตัวสะกด วิชาภาษาไทยและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม เรื่องมาตราตัวสะกด วิชาภาษาไทย ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยดังต่อไปนี้

4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม

บทเรียนที่พัฒนาขึ้นเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม เรื่องมาตราตัวสะกด เนื้อหาประกอบไปด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ แบบทดสอบก่อนเรียน ความหมายของมาตราตัวสะกด เนื้อมาตราตัวสะกด 8 มาตรา แบบทดสอบท้ายบท เกมมาตราตัวสะกด 3 เกม คือเกมมอนสเตอร์ เกมกระโดดร่ม และเกมทายคำถูก และแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งแบบทดสอบใช้วิธีการสุ่มเลือก สำหรับแบบทดสอบก่อนเรียน

และแบบทดสอบหลังเรียนจะเป็นชุดเดียวกัน จำนวน 50 ข้อ และแบบทดสอบท้ายบทเรียน จำนวน 25 ข้อ

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์

การหาประสิทธิภาพโดยวัดการเรียนรู้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน จากผลการทำแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม วิชาภาษาไทย

รายการ	จำนวนนักเรียน (n)	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	$\bar{x}$	S.D.	ประสิทธิภาพ
แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน (E_1)	50	25	1,077	21.54	2.02	86.16
แบบทดสอบหลังเรียน (E_2)	50	50	2,212	44.24	2.54	88.48

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.16/88.48 จากผลการทดลองพบว่านักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดท้ายบทได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 86.16 และสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 88.48

4.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

โดยการเปรียบเทียบระหว่างผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน กับแบบทดสอบหลังเรียนผลปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการทำแบบทดสอบก่อนเรียนกับแบบทดสอบหลังเรียน

คะแนน	จำนวนนักเรียน (n)	$\bar{x}$	S.D.	คะแนนเต็ม	t
ก่อนเรียน	50	20.30	4.79	50	31.84
หลังเรียน	50	44.24	2.54	50	

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม เรื่องมาตราตัวสะกด วิชาภาษาไทยระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยพิจารณาคะแนนเฉลี่ยจะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 20.30 จากคะแนนเต็ม 50 และคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 44.24 จากคะแนนเต็ม 50

4.4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน

จากการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนโดยใช้แบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจเกี่ยวกับเนื้อหาการจัดการบทเรียนและแบบทดสอบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.94 - 4.32 และความพึงพอใจเกี่ยวกับการจัดวางรูป ข้อความ ขนาดของปุ่ม และการสื่อความหมายของปุ่มทำให้ผู้เรียนใช้บทเรียนได้สะดวกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.16 และในการออกแบบตัวอักษรและสีที่ใช้ในบทเรียนโดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.06 – 4.26 และความพึงพอใจเกี่ยวกับการออกแบบเกม ซึ่งจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมาตราตัวสะกดมากขึ้น และทำให้ผู้เรียนสนใจติดตามบทเรียนอยู่ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.16 – 4.34 จากแบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนทั้ง 5 ด้านมีค่าเฉลี่ยรวม 4.16 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.99 ซึ่งอยู่ในระดับมากโดยเทียบเกณฑ์ตามมาตราประเมินค่า (Rating Scale)

5. อภิปรายผลการวิจัย

5.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมวิชาภาษาไทย เรื่องมาตราตัวสะกด

โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน กับแบบทดสบหลังเรียนที่นักเรียนทำได้มีค่า 86.16/88.48 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า

5.1.1 การสร้างและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม ได้ดำเนินการตามวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างเป็นระบบ มีการศึกษาวิเคราะห์เนื้อหาที่จะสร้าง กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดำเนินการสร้างและพัฒนา ทดสอบ ปรับปรุงกับกลุ่มย่อย แล้วจึงนำไปทดลองจริง โดยแต่ละครั้งมีการเก็บข้อมูลอย่างละเอียด และมีลำดับขั้นตอนชัดเจนทำให้บทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

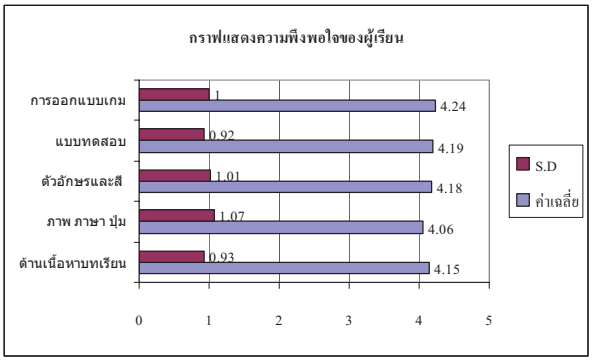
5.1.2 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม มีการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคการผลิตสื่อเป็นผู้ประเมินคุณภาพสื่อ ได้มีการปรับปรุงแก้ไขข้อเสนอแนะตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปทดลองใช้ ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพและความเชื่อมั่นอยู่ในระดับดี

5.1.3 รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนเป็นแบบผสมมีเนื้อหาและเกม ซึ่งการใช้เกมเพื่อการเรียนการสอนสามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ได้โดยง่าย นอกจากนี้การใช้เกมยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น และช่วยมิให้ผู้เรียนเกิดอาการเหม่อลอย ทำให้ผู้เรียนเกิดอาการตื่นตัวอยู่เสมอ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เสรี [6] ได้ศึกษาผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน เรื่อง "คำศัพท์" วิชาภาษาอังกฤษ ผลการทดลองปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

5.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน หลังจากที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม วิชาภาษาไทย เรื่องมาตราตัวสะกด

จากการวิจัยพบว่า คะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) มีค่าเฉลี่ย 20.30 คะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.79 และคะแนนของแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ย 44.24 คะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.54 สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริวรรณ [9] ได้ทำการวิจัยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย เรื่องการเขียนสะกดคำยากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เกมการศึกษาและการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย เรื่องการเขียนสะกดคำยาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยใช้เกมการศึกษาและวิธีการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สอนโดยใช้เกมการศึกษาสูงกว่านักเรียนที่สอนตามคู่มือครู นอกจากนี้จินตนา [10] ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเขียนสะกดคำยากภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการใช้เกมกับการใช้แบบฝึก พบว่าผลสัมฤทธิ์การเขียนสะกดคำยากภาษาไทยกลุ่มที่ใช้เกมสูงกว่ากลุ่มที่ใช้แบบฝึก

5.3 ผลจากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม



ภาพที่ 5 แสดงความพึงพอใจของผู้เรียน

จากภาพที่ 5 จากแบบวัดความพึงพอใจทั้ง 5 ด้านพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจเฉลี่ยรวม 4.16 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.99 ซึ่งอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรีสกูล [11] พบว่านักเรียนแสดงพฤติกรรมในขณะฝึกทักษะการอ่านภาษาอังกฤษด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมทุกครั้ง คือ นักเรียนมีความสนใจ ตั้งใจฝึกและกระตือรือร้นที่จะทำการฝึกในครั้งต่อไป

5.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมในลักษณะของบทเรียนที่มีการแข่งขันกันเป็นกลุ่ม หรือการแข่งขันตัวต่อตัว มีการกำหนดระยะเวลาในการเล่น เพื่อที่จะได้ให้ผู้เรียนเกิดการแข่งขันกับเวลา ทำให้มีสมาธิ นอกจากนี้ควรมีการศึกษารูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมหลาย ๆ รูปแบบ เช่น เกมที่เป็นลักษณะจำลองสถานการณ์ เหมือนผู้เรียนได้เข้าไปปฏิบัติในเกมได้จริง

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ผลการประเมินการสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาภาษาไทย นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2551

[2] วรรณี โสมประยูร. การสอนภาษาไทยระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2542.

[3] กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

[4] ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: วงกลมโพรดักชั่นจำกัด, 2546

[5] ลำจวน กิติ.การใช้เกมเพื่อฝึกการเขียนสะกดคำยาก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. การค้นคว้าแบบอิสระศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาประถมศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2547.

[6] เสรี จาละ. ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบเกมการสอน เรื่อง "คำศัพท์" วิชาภาษาอังกฤษ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2548.

[7] ทะเล เทศวิศาล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยเกมกับการสอนปกติ วิชาภาษาอังกฤษ เรื่อง SCHOOL สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, 2549.

[8] Carter, Thomas Edward. "Effect of the use of computational game in club setting on attitudes and achievement of Inner City Student". Dissertation Abstracts International, 36 (December 1975) : 3474-A.

[9] ศิริวรรณ เยียระยงค์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยเรื่องการเขียนสะกดคำยาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เกมการศึกษาและการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2547.

[10] จินตนา ชูเชิด. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเขียนสะกดคำยากภาษาไทย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการใช้เกม กับการใช้แบบฝึก. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการประถมศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา, 2537.

[11] ศรีสกุล จิรรัตน์สกุล. ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม เพื่อฝึกทักษะการอ่านภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2548.

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง พุทธศาสนสุภาษิต หลักสูตรนักธรรมและธรรมศึกษาชั้นตรี

Development and Efficiency Validation of Computer-Assisted Instruction on the Budhasanasubhasita Buddhist Proverbs Section 1

วิไลพร เสาวภา, สมคิด แซ่หลี, จรัญ แสนราช

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

wsaowapa99@hotmail.com,ajarnlee@gmail.com,jsr@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่องพุทธศาสนสุภาษิต หลักสูตรนักธรรมและธรรมศึกษาชั้นตรี เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านไป 7 วัน และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักธรรมชั้นตรีจำนวน 30 รูป และธรรมศึกษาชั้นตรีจำนวน 30 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง ผลการทดลองพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าวมีประสิทธิภาพเท่ากับ 89.83/88.61 ความคงทนในการเรียนมีค่าลดลงร้อยละ 8.61 เมื่อเรียนผ่านไป 7 วัน และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพุทธศาสนสุภาษิต บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเรียงความแก้กระทู้ธรรม

Abstract

This research was an experimental research. The purposes of this research were to development and validate the efficiency of the computer- assisted instruction (CAI) on the Budhasanasubhasita Buddhist Proverbs Section 1, to find the retention of learners after using the developed CAI, and to study the students satisfaction. The samples were 30 Buddhas and 30 Buddhist monks, selected by a purposive sampling. The research results illustrated as follows, the efficiency of the developed CAI was 89.83/88.61. The retention of the control group, decreased 8.61 % after 7 days, the satisfaction of learners was at a high level. In conclusion, the developed CAI could be used for the target group.

Keyword : Computer -Aids instruction on Buddhist Proveb, Computer-Aids instruction of dharma quiz essay

1. บทนำ

ศาสนานับว่าเป็นเครื่องมืออันประเสริฐที่จะทำให้คนใช้เป็นหลักในการดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันกับผู้อื่นอย่างมีความสุขในสังคม โดยเฉพาะในประเทศไทยประชากรส่วนใหญ่นับถือพุทธศาสนามาช้านาน พุทธศาสนาเป็นศาสนาแห่งปัญญาและส่งเสริมเสรีภาพแก่บุคคล มีคำสอนที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยหลักการของเหตุผล คือใช้ปัญญาอันเป็นสิ่งที่มีค่าของมนุษย์มาใช้จัดการกับชีวิตอย่างเหมาะสม ซึ่งในการพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์ทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ[1]นั้น หลักศีลธรรมในพระพุทธศาสนาถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ

การจัดสอบนักธรรมและธรรมศึกษาถือเป็นกิจกรรมที่สำคัญยิ่งของคณะสงฆ์และชาวพุทธ การศึกษาพระพุทธศาสนาถือเป็นหน้าที่ของพุทธศาสนิกชนที่ต้องศึกษาคำสอนของพระพุทธเจ้าให้เข้าใจอย่างถ่องแท้และถูกต้องอย่างแท้จริง เพราะเมื่อได้ศึกษาพระปริยัติธรรมก็ถือว่าทุกคนได้ทำหน้าที่ในการรักษาพระพุทธศาสนาให้ยั่งยืน และนำคำสอนของพระพุทธศาสนาไปปฏิบัติให้เกิดประโยชน์แก่สังคมให้อยู่ร่วมกันด้วยความสงบสุข[2] เริ่มมีการสอบนักธรรมตั้งแต่ปี พ.ศ.2499 เป็นต้นมา ภายในหนึ่งปีสอบครั้งเดียว สถิติการสอบนักธรรมและธรรมศึกษาดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สถิติการสอบระหว่างปี 2549-2551

พ.ศ.	นักธรรมชั้นตรี		ธรรมศึกษาชั้นตรี	
	สอบ	ผ่าน	สอบ	ผ่าน
2549	82,329	57,976	658,282	451,871
2550	82,500	48,880	922,640	397,118
2551	82,837	55,551	854,521	505,085
รวม	247,666	162,407	2,435,443	1,354,074

จากสถิติที่แสดงในตารางพบว่ามีจำนวนผู้สนใจสมัครสอบเพิ่มขึ้นทุกปีแต่มีผู้สอบผ่านได้น้อย การสอบแต่ละครั้งต้องสอบ 4 วิชา ผู้ที่สอบผ่านทุกวิชาต้องได้คะแนนอย่างน้อย 25 คะแนน รวม 280 คะแนน ผลการสอบของธรรมศึกษาในโรงเรียนกุนนทีรุทธาราม ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการสอบในแต่ละรายวิชาของธรรมศึกษาชั้นตรี

รายวิชา	2547	2548	2549	2550
เรียงความแก้กระทู้ธรรม	42	45	60	40
ธรรมวิภาค	70	80	86	75
พุทธประวัติและศาสนพิธี	80	95	70	87
อุโบสถศีล	75	80	65	79

จากตารางพบว่า คะแนนสอบวิชาเรียงความแก้กระทู้ธรรมเป็นวิชาที่ได้คะแนนต่ำสุด สาเหตุที่ได้คะแนนต่ำเนื่องจากวิชานี้ข้อสอบเป็นแบบอัตนัย ก่อนการสอบในแต่ละปีจะมีพระอาจารย์มาสอนบรรยายให้ความรู้นักเรียนและเทคนิคต่าง ๆ ประมาณ 1-2 ครั้ง ๆ ละ 3 ชั่วโมง และในช่วงปิดเทอมแจกเอกสารให้นักเรียนศึกษาด้วยตัวเองในช่วงปิดเทอม นอกจากนี้พบว่าในการเรียนการสอนหลักสูตรนักธรรมและธรรมศึกษาชั้นตรียังไม่มีสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้ประกอบการเรียนการสอน

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง พุทธศาสนสุภาษิต หลักสูตรนักธรรมและธรรมศึกษาชั้นตรีขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้มีสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้ทบทวนความรู้ เตรียมตัวก่อนสอบ และนำคำสอนเป็นสิ่งยึดเหนี่ยวจิตใจในการดำรงชีวิตตลอดจนสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาการขาดแคลนครูพระ การขาดสื่อการเรียนการสอน และเป็นการจรรโลงพระพุทธศาสนาให้คงอยู่คู่กับสังคมไทยตลอดไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง พุทธศาสนสุภาษิต หลักสูตรนักธรรมและธรรมศึกษาชั้นตรี ประกอบการเรียนวิชาเรียงความแก้กระทู้ธรรม

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3 เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังเรียน 7 วัน

2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง พุทธศาสนสุภาษิต หลักสูตรนักธรรมและธรรมศึกษาชั้นตรี ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

วิชาเรียงความแก้กระทู้ธรรม เป็นวิชาหนึ่งของการเรียนหลักสูตรนักธรรม และธรรมศึกษา ชั้นตรี-โท-เอก ผู้วิจัยเลือกเนื้อหานักธรรมและธรรมศึกษาชั้นตรีเนื่องจากเมื่อพิจารณาบทพุทธศาสนสุภาษิตร่วมกับ พระนพพร คัมภีรปัญโญ แล้วเห็นว่ามีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันของคนโดยทั่ว ๆ ไป เมื่อสร้างบทเรียนขึ้นมาแล้วสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งพระ-เณร-ฆราวาส จึงเลือกทำในเรื่องนี้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผู้ทำการวิจัยให้ความหมายไว้หลายท่าน ผู้วิจัยได้สรุปไว้ว่าหมายถึง ผู้ช่วยครูชั้นยอดที่สามารถสอนนักเรียนได้อย่างทั่วถึงและเท่าเทียมกันทุกคน ตามความรู้ ความถนัด ความสะดวก ความสนใจ และตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorials) เป็นบทเรียนที่เน้นการสรุปเนื้อหาที่ผู้เรียนควรจะมีความรู้ในเรื่องนั้น และเป็นการใช้เพื่อเป็นการสอนเสริม และการสอนแบบทบทวน หรือซ่อมเสริมเนื้อหา หรือเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ล่วงหน้าก่อนการเรียนในชั้นเรียนปกติ การนำเสนอความรู้ใหม่ หรือการทบทวนความรู้เดิม จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดเพื่อทดสอบความเข้าใจ เมื่อนำเสนอเนื้อหาแล้ว จึงจะทบทวนความรู้หรือการสรุปเนื้อหาหรือทดสอบระหว่างการเรียน

การออกแบบระบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้เลือกบทเรียนเป็นแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ โดยใช้วิธีการระบบขั้นตอนหลัก ๆ มีอยู่ 5 ขั้นตอน คือ 1.การวิเคราะห์เนื้อหาวิชาเรียงความแก้กระทู้ธรรม 2.การออกแบบหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การหาคุณภาพของข้อสอบด้วยค่าความยาก-ง่ายและค่าความเชื่อมั่น 3.การพัฒนาบทเรียนด้วยโปรแกรม Adobe Flash CS3 บันทึกและปรับแต่งเสียงด้วยโปรแกรม Adobe Audition 2.0 และสร้างข้อสอบด้วยโปรแกรม Adobe captivate 3.0 4. การทดลองใช้เบื้องต้นโดยผู้วิจัยและผู้เรียน 10 คน 5.การประเมินผลบทเรียนโดยกลุ่มตัวอย่าง 60 คน

การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ การหาประสิทธิภาพของบทเรียน (Efficiency) ตามสูตร E1/E2 และการหาความคงทนทางการเรียนของผู้เรียน (Retention of Learning) หลังเรียนผ่านไป 7 วัน

นอกจากนี้ได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

ด้านพระพุทธศาสนา ได้มีผู้ทำการวิจัยเช่น พระมหาสมคิด [3] ชาตรี[4] และวรพงศ์ [5]

ด้านความคงทนทางการเรียน ได้มีผู้ทำการวิจัยเช่น ชลิตา [6] และ ทัดดาว[7]

ด้านประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้มีผู้ทำการวิจัย เช่น พุทธินันท์ [8] รัตนา[9] และปิยวรรณ[10]

ด้านความพึงพอใจของผู้เรียนได้มีผู้ทำการวิจัยเช่นสุระ[11]

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนาสื่อเสริมประกอบการเรียนวิชาเรียงความแก้กระทู้ธรรม หลักสูตรนักธรรมและธรรมศึกษาชั้นตรี ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง พุทธศาสนสุภาษิต หลักสูตรนักธรรมและธรรมศึกษาชั้นตรี

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.1.1 ประชากร ที่ใช้วิจัยในครั้งนี้เป็นนักธรรมในสำนักเรียนวัดอาวุธวิกสิตารามและธรรมศึกษาชั้นตรีในโรงเรียนกุนนทีรุทธาราม เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร

4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนหลักสูตรธรรมศึกษาชั้นตรี โรงเรียนกุนนทีรุทธาราม เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร โดยการสุ่มแบบเจาะจงทั้งห้องเรียน จำนวน 30 คน และพระสงฆ์-สามเณรที่เรียนหลักสูตรนักธรรมชั้นตรีในสำนักเรียนวัดอาวุธวิกสิตาราม เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร ได้มาด้วยการเลือกทั้งชั้นเรียน จำนวน 30 รูป รวมผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 60 คน

4.2 แบบแผนการทดลอง ใช้แบบ One-Group Pretest-Posttest Design ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แบบแผนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อนเรียน	การทดลอง	การทดสอบหลังเรียน	การทดสอบหลังเรียน 7 วัน
E	O_1	X	O_2	O_3

E แทนกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นกลุ่มทดลอง

X แทนการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

O_1 แทนการทดสอบก่อนบทเรียน

O_2 แทนการทดสอบท้ายบทเรียน

O_3 แทนการทดสอบท้ายบทเรียนหลังเรียน 7 วัน

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

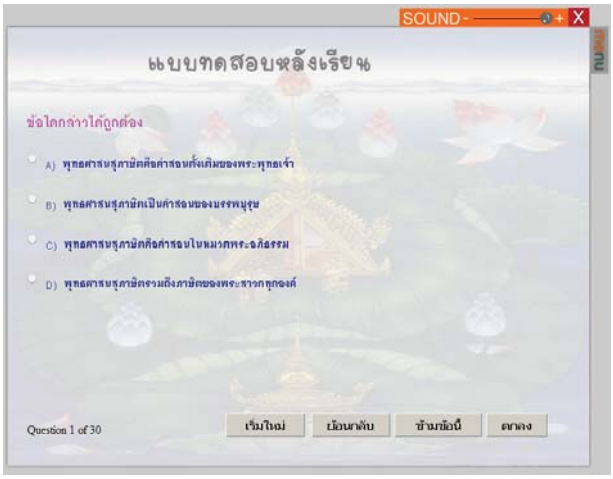
4.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง พุทธศาสนสุภาษิต หลักสูตรนักธรรมและธรรมศึกษาชั้นตรี จำนวน 32 หมวด รวมเป็น 60 พุทธศาสนสุภาษิต เนื้อหาบทเรียนเริ่มตั้งแต่หลักวิธีการอ่านภาษาบาลีเบื้องต้น ตัวเนื้อหาพุทธศาสนสุภาษิตที่มีไฟล์เสียงอ่านประกอบทั้งภาษาบาลีและภาษาอังกฤษ ตัวอักษรวิ่งแบบคาราโอเกะพร้อมคำอธิบายประกอบแต่ละพุทธศาสนสุภาษิต หลักการเขียนเรียงความแก้กระทู้ธรรม ตัวอย่างการเขียนเรียงความแก้กระทู้ธรรม และแบบทดสอบเพื่อใช้วัดความเข้าใจและการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน เมื่อนำบทเรียนนี้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบปรากฏว่าผลการประเมินด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคจากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57 และตัวอย่างหน้าจอหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังแสดงในภาพที่ 1 ตัวอย่างหน้าจอในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง พุทธศาสนสุภาษิต ดังแสดงในภาพที่ 2 ตัวอย่างหน้าจอหลักการเขียนเรียงความแก้กระทู้ธรรม ดังแสดงในภาพที่ 3 ตัวอย่างหน้าจอแบบทดสอบ ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 1 หน้าจอหลักของบทเรียน



ภาพที่ 2 ตัวอย่างหน้าจอพุทธศาสนสุภาษิต



ภาพที่ 3 ตัวอย่างหน้าจอหลักการเขียนเรียงความแก้กระทู้ธรรม



ภาพที่ 4 ตัวอย่างหน้าจอแบบทดสอบ

4.3.2 แบบทดสอบวัดความคงทนทางการเรียน เป็นแบบปรนัยเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ได้จากการสุ่ม 30 ข้อ จากจำนวนทั้งหมด 85 ข้อ ที่สร้างด้วยโปรแกรมAdobe Captivate

3.0 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.99 และแบบอัตนัยเขียนเรียงความแก้กระทู้ธรรมลงในกระดาษ จำนวน 1 ข้อ

4.3.3 แบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 15 ประเด็น อาทิเช่น ผู้เรียนมีความรู้สึกสนุกสนานในการเรียน รูปภาพสามารถสื่อความหมายและสอดคล้องกับพุทธศาสนสุภาษิต และผู้เรียนสามารถนำไปใช้เป็นข้อคิดในการดำเนินชีวิตได้

5. ผลการดำเนินงาน

5.1 ผลการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพุทธศาสนสุภาษิต หลักสูตรนักธรรมและธรรมศึกษาชั้นตรี ได้เนื้อหาประกอบด้วยดังนี้

5.1.1 หลักการอ่านภาษาบาลี

5.1.2 พุทธศาสนสุภาษิต

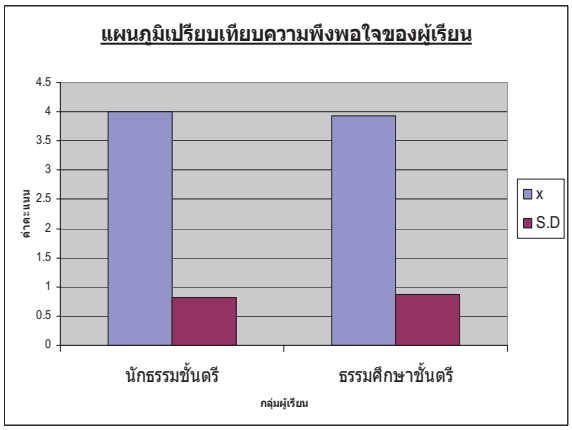
5.1.3 หลักการเขียนเรียงความแก้กระทู้ธรรม

5.1.4 ตัวอย่างการเขียนเรียงความแก้กระทู้ธรรม

5.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ย 89.83/88.61 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

5.3 ผลการหาความคงทนทางการเรียนด้วยบทเรียน ที่พัฒนาขึ้นมีความคงทนในการเรียนโดยเฉลี่ยลดลงร้อยละ 8.61 หลังเรียนผ่านไป 7 วัน

5.4 ผลความพึงพอใจของผู้เรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง พุทธศาสนสุภาษิต อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าความคิดเห็นเฉลี่ยเท่ากับ 3.97 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 0.84 ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แผนภูมิแสดงความพึงพอใจของผู้เรียน

6. บทสรุป

หลังจากได้ดำเนินการวิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง พุทธศาสนสุภาษิต หลักสูตรนักธรรมและธรรมศึกษาชั้นตรีเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้มาสรุปผลการวิจัยดังนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

6.1.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง พุทธศาสนสุภาษิต หลักสูตรนักธรรมและธรรมศึกษาชั้นตรี คิดจากค่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบเขียนเรียงความแก้กระทู้ธรรมของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มรวมกัน คิดเป็นร้อยละ 89.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80 ตัวแรก) และคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบรวมของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มรวมกัน คิดเป็นร้อยละ 88.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80 ตัวหลัง) หรือสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างมีประสิทธิภาพ 89.83/88.61 สอดคล้องกับงานวิจัยของพระมหาสมคิด[3] ชาตรี [4] และวรพงศ์ [5]

6.1.2 ความคงทนในการเรียนของผู้เรียนหลังจากที่ได้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง พุทธศาสนสุภาษิต หลักสูตรนักธรรมและธรรมศึกษาชั้นตรีที่พัฒนาขึ้น คิดจากค่าคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบรวมแบบสุ่มของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มรวมกัน ลบด้วยคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบรวมหลัง 7 วันของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มรวมกันคิดเป็น 8.61 % มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายแบบเพียร์สัน เท่ากับ 0.80 สอดคล้องกับผลงานการวิจัยของชลิตา [6] และ ทัดดาว [7]

6.1.3 ผลจากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนหลังจากที่ได้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องพุทธศาสนสุภาษิต หลักสูตรนักธรรมและธรรมศึกษาชั้นตรีที่พัฒนาขึ้น ปรากฏว่าระดับความพึงพอใจของผู้เรียนทั้งสองกลุ่มรวมกันอยู่ในระดับมาก มีค่าคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.97 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.78

6.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งนี้ คือ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นวิชาที่ไม่ได้มีการเรียนการสอนใน

ห้องเรียนปกติ ครูผู้สอนควรจะนำบทเรียนมาให้นักเรียนศึกษาทุกวัน และในการวิจัยครั้งต่อไปมีข้อเสนอแนะคือ ควรพัฒนาให้ผ่านระบบอินเตอร์เน็ต มีการจัดทำในหลักสูตรนักธรรมชั้นโทและนักธรรมชั้นเอก และควรมีการวัดความคงทนที่เว้นระยะเวลา 14 วัน และ 30 วัน

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สมคิด แซ่หลี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรัญ แสนราช ตลอดจนทุกๆ ท่านที่ได้ให้คำแนะนำและตรวจสอบข้อบกพร่องต่าง ๆ จนกระทั่งงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542. กรุงเทพมหานคร : องค์การค้าของคุรุสภา, 2544.

[2] พระครูสุนทรพิมลศีล. เร่งพัฒนา "การศึกษาสงฆ์". [ออนไลน์] 2552. [สืบค้นวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2552]. จาก http:// www.gongtham.org .

[3] พระมหาสมคิด อุททะวัน. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องศาสนพิธีทางพระพุทธศาสนา สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ภาควิชา เทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2549.

[4] ชาตรี ต่างสมปอง. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลักธรรม ทางพระพุทธศาสนาเรื่อง ฆราวาสธรรม 4 สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2547.

[5] วรพงศ์ วิวัฒน์. การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีความบกพร่อง ทางการได้ยิน เรื่องเบญจศีล ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์กับการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[6] ชลิตา จันทร์สว่าง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้ภาษามลายูถิ่นเป็นภาษาแม่ ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้เสียงบรรยายภาษาไทยและเสียงบรรยายสองภาษา. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2550.

[7] ทัดดาว บุตรฉุย. การเปรียบเทียบผลของภาพนิ่งและภาพพาโนรามาเสมือนจริงประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการรับรู้ภาพแบบแฮพติค. สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2548.

[8] พุทธินันท์ นาคสุข. การพัฒนา และหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

[9] รัตนา จริงจิตร. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนทฤษฎีวิชาโครงงาน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมกล้าพระนครเหนือ, 2549.

[10] ปิยวรรณ อินทานนท์ การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาการจัดการฐานข้อมูล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายช่วงชั้นที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[11] สุระ เพชรโรจน์. ผลการเรียนโดยใช้เว็บฝึกอบรมกับเว็บช่วยสอนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเรื่องการใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีชีวอินทรีย์

The Development of Computer Assisted Instruction in Bio-Organic Chemistry

นิภาพร ปัญญา และ อุดมวิชช์ พลเยี่ยม

สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
nipaporn.p@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีชีวอินทรีย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีชีวอินทรีย์ เรื่องคาร์โบไฮเดรตที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีชีวอินทรีย์เรื่องคาร์โบไฮเดรตก่อนเรียน และหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในปีการศึกษา 2550 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 จำนวน 35 คน และกลุ่มที่ 2 จำนวน 39 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีชีวอินทรีย์ เรื่องคาร์โบไฮเดรต จำนวน 40 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยประยุกต์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ สถิติที่ใช้คือ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย T – test

คำสำคัญ: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เคมีชีวอินทรีย์

Abstract

The purpose of this research was to develop the efficiency of Computer Assisted Instruction (CAI) in Bio - Organic Chemistry Carbohydrate which is efficiency under the ratio of 80/80 and to compare the learning achievement in Bio – Organic Chemistry with Pre-test and Post-test with the Computer Assisted Instruction (CAI) the sample consisted of 35 and 39 student in Department of Food and Nutrition, Faculty of Home Economic Technology Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, of the year 2008 Research instruments were the CAI and Achievement test in Bio–Organic Chemistry in Carbohydrate. The achievement test comprised 40 items. The data was analyzed by statistical computer program and mean percentage and compare mean are used by T –test.

Keyword: Computer - assisted Instruction Program, Bio-Organic Chemistry.

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการศึกษาในปัจจุบันได้นำคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อให้นักศึกษาได้รับความรู้และประสบการณ์จากการเรียนการสอนทุกรายวิชาอย่างเต็มที่ ทั้งนี้เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงของโลกเทคโนโลยีและเป็นพื้นฐานสำหรับการประกอบอาชีพในอนาคต ซึ่งคอมพิวเตอร์จัดเป็นสื่อทางการเรียนที่นำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน เน้นการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านการช่วยเหลือมากกว่าการแข่งขัน จากการศึกษาของนักการศึกษาหลายท่านพบว่าการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีจุดเด่นอยู่ที่ความน่าสนใจ การเคลื่อนไหวและให้ผลย้อนกลับทันทีด้วยเหตุนี้จึงมีผู้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากขึ้นเป็นลำดับ

มานะ ออพานิชกิจ [1] ศึกษาผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเรียนแบบรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่ม โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าการเรียนแบบรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มชอบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่าสอนแบบบรรยาย

ฝนทิพย์ อมาตยกุล [2] ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒปทุมวัน พบว่ากลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนปกติตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วีระพงษ์ แสงชูโต [3] ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการสอนซ่อมเสริมวิชาเคมีโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสายน้ำผึ้ง กรุงเทพฯ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความคิดเห็นด้วยกับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ในระดับเห็นด้วยอย่างมาก ร้อยละ 100 ตามเกณฑ์การประเมิน

เขมพันธ์ ขันธ์ธนโภคา [4] ศึกษาการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ในแนววิถีโค้ง เพื่อการเรียนรู้โดยใช้ระบบจำลอง 3 มิติ ให้มีประสิทธิภาพและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ในแนววิถีโค้ง เพื่อการเรียนรู้โดยใช้ระบบจำลอง 3 มิติ มีประสิทธิภาพ 85.25/87.25 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนววิถีโค้ง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สว่าง พฤทธ์พาณิชย์ [5] ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพในวิชาชีววิทยา เรื่องโครงสร้างและการหมุนเวียนเลือดในคน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่บททวนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและทบทวนด้วยตนเอง พบว่า. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา เรื่องโครงสร้างและการหมุนเวียนเลือดในคน มีประสิทธิภาพ 83.33 / 82.78 และ. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องโครงสร้างและการหมุนเวียนเลือดในคนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพรตพิทยพยัต ที่บททวนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าที่บททวนด้วยตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นพพร น้อยวัฒนกุล [6] ศึกษาการสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการไหลของไหล ผลการวิจัย พบว่า 1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการไหลของของไหล มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มีค่า 80.25 / 81.50 2. นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการไหลของของไหล หลังการเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ศักดา เปรุนาวิน [7] ศึกษา การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาการอ่านแผนที่ หาประสิทธิภาพของบทเรียน ประสิทธิผลทางการเรียนรู้ และความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาการอ่านแผนที่ พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ การสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.72 / 83.78 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80 / 80 เมื่อนำคะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิผล พบว่าได้ประสิทธิภาพหลังกระบวนการ (Epost) = 83.78 และประสิทธิภาพก่อนกระบวนการ (Epre) = 19.61 ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างขึ้นนี้ ทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิผลทางการเรียนเพิ่มขึ้น 64.17

ศิริวรรณ หยูทองคำ [8] ศึกษาการสร้างพัฒนาหาคุณภาพประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโครงสร้างของเซลล์ วิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว 441 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโครงสร้างของเซลล์วิชาชีววิทยารหัสวิชา ว 441 ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.25 / 87.75 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Wise Kevin Charles [9] ได้ทำการวิจัยเรื่อง “อิทธิพลของการใช้แบบจำลองไมโครคอมพิวเตอร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” พบว่า ทั้งกลุ่มที่ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ก่อนปฏิบัติการ และกลุ่มที่ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์หลังปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่มีการเรียนการสอนแบบปกติ และในขณะที่แต่ละกลุ่มที่ทำการวิจัยมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในเชิงบวกที่สูงกว่า

Mc Cornick [10] ได้ศึกษาผลกระทบของการใช้คอมพิวเตอร์กับการเปลี่ยนแปลงทัศนคติต่อการเรียนคอมพิวเตอร์โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีทัศนคติที่ดีต่อไมโครคอมพิวเตอร์

Albert Marcia [11] ได้ศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่างที่มีความสัมพันธ์ทางเพศในด้านความสนใจเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ทัศนคติ และความเชื่อมั่นโดยศึกษากับนักเรียน เกรด 10 และ 12 โรงเรียนมัธยมศึกษาทางแคลิฟอร์เนียตอนใต้พบว่าสถานภาพทางสังคมมิติ จะมีความสัมพันธ์กับความสนใจความเชื่อมั่นและประสบการณ์ที่มีต่อคอมพิวเตอร์โดยมีแนวโน้มมากขึ้น บทบาททั้งเพศชายและหญิงจะมีสัมพันธ์กับความมั่นใจในการใช้คอมพิวเตอร์ ความแตกต่างระหว่างเพศชายและหญิง จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับทัศนคติที่มีต่อคอมพิวเตอร์โดยมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

รายวิชาเคมีชีวอินทรีย์รหัส 02 – 412 – 111 ศึกษาเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นของเคมีชีวอินทรีย์ คาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโนและโปรตีน ลิปิด และกรดนิวคลีอิก ซึ่งจัดเป็นรายวิชาในหมวดวิชาชีพบังคับสำหรับนักศึกษาคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ โดยเฉพาะสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ วิชาเคมีชีวอินทรีย์เป็นรายวิชาที่เป็นพื้นฐานสำคัญอย่างยิ่งต่อการศึกษาวิชาชีพของนักศึกษาสาขาอาหารและโภชนาการซึ่งจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานทางเคมีของคาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโนและโปรตีน ลิปิด และกรดนิวคลีอิก เพื่อจะได้ศึกษาวิชาทางอาหารและโภชนาการที่เป็นความรู้ขั้นสูงต่อไป โดยทั่วไปนักศึกษาที่เรียนในสาขาวิชาทางอาหารและโภชนาการนั้นเป็นนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)ที่เรียนวิชาทางวิทยาศาสตร์มาค่อนข้างน้อย ส่วนนักศึกษาที่จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.6) ส่วนมากเป็นนักเรียนแผนการเรียนอื่นๆ ที่ไม่ใช่แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ทำให้นักศึกษาส่วนใหญ่ขาดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างต่ำ จากเหตุผลและข้อมูลดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงเกิดแรงจูงใจและสนใจการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีชีวอินทรีย์เพื่อช่วยแก้ปัญหาให้กับนักศึกษาและมุ่งหวังให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นโดยการพัฒนาสื่อประกอบการเรียนการสอนวิชาเคมีชีวอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีชีวอินทรีย์ เรื่องคาร์โบไฮเดรตที่มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีชีวอินทรีย์เรื่องคาร์โบไฮเดรต ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1.1 ประชากรคือนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 4 ห้องเรียน รวม 148 คน

2.1.2 กลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์การวิจัย

กลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1

กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 35 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่มมา 1 ห้องเรียน โดยการจับสลาก

กลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2

กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 39 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่มมา 1 ห้องเรียน โดยการจับสลาก

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีชีวอินทรีย์เรื่องคาร์โบไฮเดรต

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีชีวอินทรีย์เรื่องคาร์โบไฮเดรต

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ที่มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน โดยให้คะแนน 1 คะแนนสำหรับคำตอบที่ถูกต้อง และให้ 0 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก

3. ผู้วิจัยแนะนำการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยให้นักศึกษาเรียน 1 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

4. ให้นักศึกษาเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องคาร์โบไฮเดรต ซึ่งในแต่ละบทเรียนกลุ่มตัวอย่างจะต้องทำแบบทดสอบระหว่างเรียนทั้งหมด 4 บทเรียน ซึ่งผู้วิจัยจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ

5. หลังจากที่นักศึกษาได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเองจนครบแล้ว ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน

6. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับคำตอบที่ถูกต้อง และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกแล้วนำข้อมูลที่ได้มาหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์และนำข้อมูลจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไปวิเคราะห์หาค่าทางสถิติของวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 ต่อไป

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.4.1 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีชีวอินทรีย์เรื่องคาร์โบไฮเดรต ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 โดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean; $\bar{x}$) ของคะแนนเฉลี่ยที่สอบได้ และคะแนนเฉลี่ยร้อยละ

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีชีวอินทรีย์เรื่องคาร์โบไฮเดรต ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อทดสอบสมมติฐานวิจัย โดยใช้สถิติ T -test for Dependent Samples

2.4.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย T–test for Dependent Samples

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีชีวอินทรีย์เรื่องคาร์โบไฮเดรต ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีชีวอินทรีย์เรื่องคาร์โบไฮเดรต โดยการหาคะแนนเฉลี่ยที่สอบได้ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีชีวอินทรีย์ เรื่อง คาร์โบไฮเดรต ของนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 จำนวน 35 คน

การทดสอบ	คะแนนสอบ		คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	ประสิทธิภาพของบทเรียน
	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยที่สอบได้		
คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน	20	16.50	82.50	82.50 / 88.75
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	20	17.75	88.75	

ตารางที่ 1 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาเคมีชีวอินทรีย์ เรื่อง คาร์โบไฮเดรต มีประสิทธิภาพ 82.50 / 88.75 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีชีวอินทรีย์เรื่องคาร์โบไฮเดรต โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีชีวอินทรีย์ เรื่องคาร์โบไฮเดรตของนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ ปริญญาตรีปี 2จำนวน39 คน

กลุ่มตัวอย่าง	$\overline{X}$	SD	n	$\overline{D}$	$S_{\overline{D}}$	t	sig
ก่อนเรียน	12.5161	2.7181	39	11.2681	.3212	35.052**	.000
หลังเรียน	23.7742	1.7457					

**p < .01

ตารางที่ 2 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีชีวอินทรีย์เรื่องคาร์โบไฮเดรตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

4.1 สรุปผลจากการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีชีวอินทรีย์ เรื่องคาร์โบไฮเดรต มีประสิทธิภาพ 82.50 / 88.75

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีชีวอินทรีย์เรื่องคาร์โบไฮเดรตหลังเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.2 อภิปรายผล

จากผลการศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีชีวอินทรีย์ เรื่อง คาร์โบไฮเดรต ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พบว่า มีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปราย ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีชีวอินทรีย์ เรื่อง คาร์โบไฮเดรต มีประสิทธิภาพ 82.50 / 88.75 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้นั้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะช่วยกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความสนใจ เกิดแรงจูงใจ และเข้าใจบทเรียนต่างๆได้โดยสามารถศึกษาด้วยตนเองหลาย ๆ ครั้งได้ จนเข้าใจทำให้เกิดเจตคติที่ได้ต่อวิชาเคมีชีวอินทรีย์ ซึ่งสอดคล้องกับ เขมพันธ์ ขันธ์ธนโภคา [4] ศึกษาการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ในแนววิถีโค้งพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ในแนววิถีโค้งเพื่อการเรียนรู้โดยใช้ระบบจำลอง 3 มิติ มีประสิทธิภาพ 85.25 / 87.25 และนพพร น้อยวัฒนกุล [6] ศึกษาการสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการไหลของไหล พบว่ามีประสิทธิภาพ 80.25 / 81.50 และ ศิริวรรณ หยูทองคำ [8] ศึกษาการสร้างพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโครงสร้างของเซลล์ วิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว 441 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.25 / 87.75

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีชีวอินทรีย์เรื่องคาร์โบไฮเดรตก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียนด้วยการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่ง

เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยกระตุ้น และทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น และสามารถทบทวนบทเรียนได้ หลายครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับเขมพันธ์ ขันธ์ธนโภคา [4] ศึกษาการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ในแนววิถีโค้ง เพื่อการเรียนรู้โดยใช้ระบบจำลอง 3 มิติ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ นพพร น้อยวัฒนกุล [6] ศึกษาการสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการไหลของไหล พบว่าหลังการเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และศิริวรรณ หยูทองคำ [8] ศึกษาการสร้างพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องโครงสร้างของเซลล์ วิชาชีววิทยารหัสวิชา ว 441 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3 ข้อเสนอแนะ

อาจารย์ผู้สอนวิชาเคมีที่เกี่ยวกับเรื่องคาร์โบไฮเดรต สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีชีวอินทรีย์ เรื่องคาร์โบไฮเดรตไปใช้ประกอบการสอนหรือสามารถให้นักศึกษาเรียนรู้บทเรียนดังกล่าวด้วยตนเองได้

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณผลประโยชน์ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2551 จาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

6. เอกสารอ้างอิง

[1] มานะ ออพานิชกิจ. 2530. “ผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเรียนแบบรายบุคคล และการเรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

[2] ฝนทิพย์ อมาตยกุล. 2531. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย, ศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

[3] วีระพงษ์ แสงชูโต. 2532. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการสอนซ่อมเสริมวิชาเคมีโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, เกษตรศาสตร์.

[4] เขมพันธ์ ขันธ์ธนโภคา. 2546. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ ในแนววิถีโค้ง เพื่อการเรียนรู้โดยใช้ระบบจำลอง 3 มิติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์). บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[5] สว่าง พฤทธ์พาณิชย์. 2546. ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวนวิชาชีววิทยา เรื่องโครงสร้างและการหมุนเวียนเลือดในคน ของนักศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[6] นพพร น้อยวัฒนกุล. 2547. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการไหลของของไหล. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[7] ศักดา เปรุนาวิน. 2548. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาการอ่านแผนที่. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[8] ศิริวรรณ หยูทองคำ.2546. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องโครงสร้างของเซลล์ วิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว 441. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[9] Wise Kevin Charles. 1984. February. “The Impact of Microcomputer Simulations on the Achievement and Attitude of High School Physical Science Students.”

[10] Mc Cornick Deborah Lawson. 1987. “Effects of Computer Access and Flowcharting on Students Attitudes and Performance in Learning. Dissertation Abstracts International. 48 : 879-A. Summerville, Lorelei janeet. 1985. The Relationship Between Computer-Assisted Instruction and Achivement Levels and Learning Rates of Secondary School Students In first Year Chemistry.” Dissertation Abstracts International. 46(10): 603-A.

[11] Albert Marcial. 1988. July. “Sex-related difference in computer interest attitude and confidence.” Dissertation Abstracts International. 49 : 76-A.

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ 8 เรื่อง โมเมนตัม ของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ

A Comparison of Achievement Taught Students Science **8** in Momentum Learning with Computer Assisted Instruction between Still Objects and Stop Action Dynamic Objects

ชุติรัตน์ ประสงค์มณี ปรัชญนันท์ นิลสุข และ พัลลภ พิริยะสุรวงศ์

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
fon_sp2518@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ 1)เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโมเมนตัม ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ 2 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโมเมนตัม ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ 3)เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโมเมนตัม ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ ทำการวิจัยโดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับกลุ่มทดลอง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรมปีที่ 1 โรงเรียนดอนบอสโก กรุงเทพฯ จำนวน 60 คน ได้จากการสุ่มอย่างง่าย โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน สถิติในการวิเคราะห์ใช้ t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโมเมนตัม ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งมีประสิทธิภาพ 80.33 / 81.17 และแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ มีประสิทธิภาพ 80.00 / 83.50 2) นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโมเมนตัม ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01, 3) นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโมเมนตัม ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: คอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเคลื่อนที่ของวัตถุ โมเมนตัม ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ

Abstract

This thesis was an experimental research with the following objectives: 1) to create and find the achievement of Computer Assisted Instruction about Momentum that showed the movement of the object as the slides and the motion with periodical stop, 2) to find the learning achievement before and after learning of the students who learned with Computer Assisted Instruction about Momentum that showed the movement of the object as the slides and the motion with periodical stop, 3) to compare the learning achievement of the students who learned with Computer Assisted Instruction about Momentum that showed the movement of the object as the slides and the motion with periodical stop. A researcher used the Computer Assisted Instruction's content, which was developed to apply with 60 person. The samples were the 1st year Higher Vocational Certificate Students major in industrial mechanics, Don Bosco School Salesian (Bangkok). The researcher used the scores to analyze by applying descriptive statistics and t-test

The researcher found that 1) the achievement of learning by Computer Assisted Instruction about Momentum showed that the movement of the object as the slides having the achievement at 80.33/ 81.17 and the motion with periodical stop having the achievement at 80.00 / 83.50, 2) the students, who learned with Computer Assisted Instruction about Momentum that showed the movement of the object as the slides and the motion with periodical stop, had higher learning achievement than before learning with the statistical significant at .01, 3) The students, who learned with Computer Assisted Instruction about Momentum that showed the movement of the object as the slides and the motion with periodical stop, had the different learning achievement with no statistical significance.

Keyword: Computer Assisted Instruction, Dynamic, Momentum, Still Objects, Stop Action Dynamic Objects

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554) ยุทธศาสตร์การพัฒนาคุณภาพคนและสังคมไทยสู่สังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ที่ยึด "คนเป็นศูนย์กลางการพัฒนา" ได้กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไทยที่วัดจากคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบ 4 วิชาหลัก คือ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ว่าต่ำกว่าร้อยละ 50 มาโดยตลอด ขณะเดียวกัน การประเมินเชิงคุณภาพการศึกษาที่สามารถตอบสนองต่อการแข่งขันของประเทศไทยยังล้าหลัง ซึ่งต้องให้ความสำคัญโดยเร่งด่วนและปัจจุบันความต้องการของกำลังคนระดับกลางภาคธุรกิจและภาคอุตสาหกรรมมีถึงร้อยละ 60 จึงจำเป็นต้องเร่งผลิตกำลังคนระดับกลางโดยเฉพาะสาอาชีพ เพื่อสนองตอบความต้องการของตลาดแรงงานและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทย การพัฒนาคนหรือผู้เรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านอาชีวศึกษา ให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่สูงขึ้นนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นการพัฒนากำลังคนระดับกลางให้เป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ

จากการศึกษาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างอุตสาหกรรม พบว่าเนื้อหาประกอบด้วย ค่านิยม กฎ สูตร และโจทย์คำนวณค่อนข้างยุ่งยาก ทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ค่อนข้างล่าช้า จึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

สรุปปัญหาการเรียนการสอนวิชาช่างอุตสาหกรรม ได้ 2 ประการ คือ คุณภาพของหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน สื่อมีส่วนช่วยในการเรียนสอนที่สำคัญอย่างหนึ่งจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้ดีขึ้น และผู้เรียน

มีทัศนคติที่ดีต่อการใช้คอมพิวเตอร์ วิชาที่ควรใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสื่อในการสอน คือ วิชาวิทยาศาสตร์

โดยการเสนอตัวอย่าง โจทย์ และตัวอย่าง จะมีผลให้รูปแบบของกระบวนการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบอื่น

การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะประสบความสำเร็จได้ต้องมีการวางแผนการออกแบบในหลายๆด้านทั้งในด้านเนื้อหาและเทคนิคต่าง ๆ เช่น กราฟิก ภาพ และเสียง การนำภาพเข้าใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลต่อการเรียนการสอนโดยเฉพาะการนำเสนอเนื้อหาใหม่ การเลือกภาพควรเป็นภาพเคลื่อนไหว สำหรับเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้นตอน หรือเป็นปรากฏการณ์ต่อเนื่อง [1]

จากปัญหาและงานวิจัยข้างต้น ดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจ ที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะซึ่งบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างขึ้นทั้ง 2 รูปแบบ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดการศึกษาในรูปแบบการเรียนการสอนชั้นปกติและการสอนเสริมได้และเป็นแนวทางในการเลือกวิธีการนำเสนอภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์ 8 ที่เหมาะกับผู้เรียนมากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องโมเมนตัมที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ

1.2.2 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องโมเมนตัมที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องโมเมนตัม ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโมเมนตัม ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ จะมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

1.3.2 นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโมเมนตัม ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.3.3 นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโมเมนตัม ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ 8 หลักสูตรประกาศนียบัตรชั้นสูงประเภทช่างอุตสาหกรรมของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการเรื่อง โมเมนตัม ในหัวข้อเนื้อหาเรื่อง 1.โมเมนตัม 2.การดล 3.การชน 4.การระเบิด

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษา ที่เรียนหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชา ช่างอุตสาหกรรม สาขา เทคนิคอุตสาหกรรม โรงเรียนดอนบอสโก กรุงเทพฯ จำนวน 154 คน

1.4.1.2 ประชากรกลุ่มตัวอย่าง ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย จากนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภท วิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาเทคนิคอุตสาหกรรม ปีที่ 1โรงเรียนดอนบอสโก กรุงเทพฯ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 60 คน จัดเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน

กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องโมเมนตัม ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่ง

กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องโมเมนตัม ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ใช้แบบแผนการทดลอง Pretest Posttest Experimentor Group Design

2.1 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

2.1.1 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โมเมนตัมที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโมเมนตัม ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ

2.1.1.1 ศึกษาเนื้อหาตามหลักสูตร และกำหนดขอบเขตของเนื้อหา เรื่อง โมเมนตัม จากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546

2.1.1.2 กำหนดจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.1.1.3 วางเค้าโครงเรื่องของเนื้อหาโดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ตรวจสอบความถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของเนื้อหา

2.1.1.4 เขียนผังงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1.1.5 ดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามผังที่ได้เขียนไว้โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware

2.1.2 การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา

2.1.3 การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านสื่อการสอน ใช้ลักษณะการประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ โดยกำหนดระดับความคิดเห็นเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) [2] ในการวิเคราะห์ระดับคะแนนเฉลี่ยของข้อคำถามแต่ละข้อ ได้ใช้เกณฑ์กำหนดช่วงคะแนนเฉลี่ยไว้ เพื่อสะดวกในการแปลความหมาย [2]

2.1.4 การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 130 ข้อ โดยการวิเคราะห์เนื้อหาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาแต่ละตอน และตรงจุดประสงค์การเรียนรู้ มีการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง และนำข้อสอบ ทำการทดสอบ Try Out กับผู้เรียน ที่ผ่านการเรียนหัวข้อเรื่องโมเมนตัมมาแล้ว

2.2 การเตรียมการทดลองวิจัย

ชี้แจงการใช้งานบทเรียนเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.3.1 การเข้าสู่บทเรียนให้ผู้เรียนลงทะเบียนเข้าใช้บทเรียน และทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

2.3.2 ผู้เรียนเริ่มเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยศึกษาเนื้อหาตามลำดับจากหน่วยเรียนที่ 1 ถึง หน่วยเรียนที่ 4 เมื่อผู้เรียนเรียนจบหน่วยจะต้องทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยเรียนทุกหน่วยเรียน

2.3.3 ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest)

2.3.4 เก็บรวบรวมข้อมูลจากไดร์ฟ C ของคอมพิวเตอร์ เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์

2.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ มีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบค่า t (t – test)

3. ผลการวิจัย

3.1 ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โมเมนตัม ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งมีประสิทธิภาพ 80.33/81.17 และ แบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ มีประสิทธิภาพ 80.00 / 83.50

3.2 นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โมเมนตัม ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.3 นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโมเมนตัม ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกัน อย่างไม่มีมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. อภิปรายผล

การวิจัยครั้งสามารถอธิบายผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โมเมนตัม ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งมีประสิทธิภาพ 80.33 / 81.17และแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ มีประสิทธิภาพ 80.00 / 83.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค นำเสนอเนื้อหาอย่างเป็นลำดับขั้น มีส่วนประกอบด้วยภาพ เสียง ข้อความ จึงกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนเกิดความต้องการเรียนรู้ [3] การวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องหลักการอ่านภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.67 / 83.58

4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโมเมนตัม ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างขึ้นสามารถทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เนื่องมาจาก การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล เพื่อให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ทางการศึกษา โดยแต่ละคนก็มีวิธีการเรียนรู้ที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งเป็นจุดเด่นอีกอย่างหนึ่งของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สอดคล้องกับทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล [4] การวิจัย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเชื่อมต่อเส้นใยแสง ผลการศึกษาพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.30 / 83.58 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโมเมนตัม ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหวหยุดเป็นระยะ ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ อาจเนื่องมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งสองรูปแบบเป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และทำให้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งสองแบบ จึงเชื่อได้ว่าเป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพดีทั้งสองแบบ [5] การวิจัย การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลงที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีรูปแบบการนำเสนอบทสรุปต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีรูปแบบการนำเสนอบทสรุปต่างกันทั้ง 3 แบบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ข้อเสนอแนะ

5.1 ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัยครั้งนี้

5.1.1 เพื่อให้เกิดการสนองตอบต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาอย่างเต็มที่ตามความต้องการจนกว่าจะเข้าใจในบทเรียน

5.1.2 ควรเตรียมความพร้อมของห้องเรียนและอุปกรณ์ในการทดลองให้พร้อมก่อนทำการทดลอง

5.1.3 เพื่อเป็นแรงจูงใจในการเรียนเพิ่มขึ้น ควรมีการให้คะแนนรายวิชาวิทยาศาสตร์ 8 ในขั้นการทดลองด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะทั่วไป

5.2.1 เพื่อให้เป็นไปตามการประเมินตามสภาพจริง ควรวิเคราะห์ผู้เรียนที่เรียนอ่อน ปานกลาง และเรียนเก่ง แล้วคัดเลือกบทเรียนให้เหมาะกับผู้เรียนแต่ละกลุ่ม

5.2.2 เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชาอื่นๆ ควรทำการวิจัยในรายวิชาอื่นๆด้วย

5.2.3 เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอน และเลือกสื่อการเรียนการสอนในรายวิชาที่เหมาะสม ควรทำการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ในรูปแบบสถานการณ์จำลองควบคู่กันไปด้วย

6. เอกสารอ้างอิง

[1] จตุพร ทรงประสิทธิ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบเกมการสอนและรูปแบบสถานการณ์จำลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

[2] บุญชม ศรีสะอาด และบุญส่ง นิลแก้ว. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 6. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2535.

[3] จิรายุ หงวนเสงี่ยม. การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง หลักการอ่านภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

[4] ขจรศักดิ์ ป้อมสนาม. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2544.

[5] องอาจ ชาญเชาว์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลงที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีรูปแบบการนำเสนอบทสรุปต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2544.

บริหารอาชีวศึกษาและวิจัยพัฒนาหลักสูตร

รหัสบทความ

NCTeched 03 TEM 01-NCTeched 03 TEM 23

10-1255 □□□□□□.indd 15 8/16/10 6:58:01 PM

การพัฒนาระบบให้คำปรึกษาและแนะนำ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

Development of Consulting and Recommendation system for Professional Experienced Training

สิริพร อั้งโสภา[1] สุราษฎร์ พรมจันทร์[2] และ สิริลักษณ์ หาญวัฒนานุกูล[3]

[1]หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาการสอนเทคนิคศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[2]ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[3]คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
E-mail : siriporn_rit@hotmail.com[1] spr@kmutnb.ac.th[2] hsirilak@hotmail.com[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบให้คำปรึกษาและแนะนำนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อใช้เป็นช่องทางในการให้คำปรึกษาและแนะนำนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู อีกทั้งเป็นแหล่งข้อมูลสำหรับประกอบการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ผู้วิจัยใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูล MySQL บนเว็บเซิร์ฟเวอร์และโปรแกรมภาษา PHP เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบ แบ่งการใช้งานออกเป็น 5 กลุ่ม สำหรับอาจารย์ประจำคณะ อาจารย์ประจำคณะทำหน้าที่อาจารย์นิเทศก์ ครูพี่เลี้ยง นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู และครูอาจารย์ซึ่งเป็นบุคคลภายนอก โดยมีระบบย่อยใช้ประโยชน์ดังนี้ คือ (1) การค้นหาข้อมูล/ข่าวสารเกี่ยวข้องกับการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู [จากผลงานของอาจารย์ นักศึกษาปัจจุบัน นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู และผลงานครูอาจารย์ซึ่งเป็นบุคคลภายนอก รวมทั้งข่าวสารการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู] (2) การให้คำปรึกษาและแนะนำในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู [โดยฝากคำถามถึงอาจารย์ คำตอบจากอาจารย์ คุยกับอาจารย์ กระดานข่าว] และ (3) การส่งผลงานที่ใช้ในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูผ่านระบบ

หลังจากพัฒนาระบบเรียบร้อยแล้ว ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และประสบการณ์ในการสอนด้านคอมพิวเตอร์ จำนวน 7 ท่าน ทำการทดลองใช้และประเมินผล เพื่อหาคุณภาพระบบซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ผลการวิจัยพบว่า ในด้านที่ 1. ตรงตามความต้องการของผู้ใช้อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.37) ด้านที่ 2. ทำงานได้ตามหน้าที่ที่กำหนดอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.49) ด้านที่ 3. ง่ายต่อการใช้งานอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.18) ด้านที่ 4. ความเร็วในการใช้งานอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.14) และด้านที่ 5. การรักษาความปลอดภัยของข้อมูลอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.21) คุณภาพของระบบในภาพรวมอยู่ในระดับมากทุกรายการ ($\overline{X}$ = 4.28, SD =0.51) จึงสรุปได้ว่า ระบบให้คำปรึกษาและแนะนำนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตดังกล่าว มีคุณภาพในระดับมาก สามารถที่จะนำไปใช้ประโยชน์เพื่อพัฒนาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษา สนับสนุนการสร้างครูที่มีคุณภาพตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรต่อไป

คำสำคัญ : ระบบการให้คำปรึกษาในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ระบบการให้คำแนะนำในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

Abstract

The purpose of this research was to develop the system of consulting and recommendation for processional experienced training via internet. By using MySQL on database server and PHP program language is a tool for development, divided into 5 groups, Faculty lecturers, acting supervisors, mentors, professional training experience and third party lecturers using sub-system (1) Information search / news related to Professional Experienced Training [from lecturer, present student, Professional experienced Training, third party lecturers includes news and information of professional experienced training] (2) Consulting and Recommendation system for Professional Experienced Training [posted questions and answer of lecturer with lecturer, webboard] and (3) Work used in Professional Experienced Training submitted via system.

After system was developed, 7 lecturer of computer specialist trial and evaluate system for system quality found that (1) Strongly meet Functional Requirement Test ($\overline{X}$ = 4.37) (2) Strongly meet Functional Test ($\overline{X}$ = 4.49) (3) Strongly meet Usability Test ($\overline{X}$ = 4.18) (4) Strongly meet Performance Test ($\overline{X}$ = 4.14) and (5) Strongly meet Security Test ($\overline{X}$ = 4.21) Strongly meet quality in all items ($\overline{X}$ = 4.28, SD =0.51) It was concluded that Internet Consulting and Recommendation system for Processional Experienced Training is strongly meet quality, benefit and supporting to achieve the objective.

Keyword: Consulting Professional Experienced Training System, Recommendation Professional Experienced Training System

1. บทนำ

เทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบัน ได้พัฒนาเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว มีความสะดวกอย่างมากในการใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อนำมาใช้กับช่องทางระบบเครือข่าย หรือบนระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งอำนวยความสะดวกในการส่งข้อมูล จัดเก็บข้อมูล สืบค้นข้อมูล ตรวจสอบข้อมูล ฯลฯ โดยการทำงานของระบบนั้น สามารถรองรับการทำงานหลายส่วนได้พร้อมกัน ช่วยประหยัดเวลาในการทำงาน ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเข้าถึงข้อมูล และสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ตลอดเวลา

ในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต การฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู (Professional Experience) หรือการฝึกสอน เป็นวิชาในหมวดวิชาชีพเฉพาะ ที่นักศึกษาต้องเรียน เพราะเป็นหัวใจสำคัญในการผลิตครู เป็นการเตรียมนักศึกษาให้พร้อมที่จะออกไปเป็นครูที่ดีในอนาคต [1] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จัดการเรียนการสอน หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต 5 ปี ตามมาตรฐานวิชาชีพทางการศึกษาที่คณะกรรมการคุรุสภากำหนดไว้ เพื่อให้นักศึกษาได้บูรณาการความรู้พื้นฐานวิชาครูและวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมทั้งหมดที่เรียนมาสู่การปฏิบัติในสถานการณ์จริง กับทั้งยังเป็นกิจกรรมที่ปลูกฝังเจตคติความเป็นครูที่ดี ซึ่งนักศึกษาฝึกหัดครูจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานวิชาชีพและจรรยาบรรณวิชาชีพ อันประกอบด้วย มาตรฐานความรู้และประสบการณ์วิชาชีพ มาตรฐานการปฏิบัติการ และมาตรฐานการปฏิบัติตนหรือจรรยาบรรณวิชาชีพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมาตรฐานประสบการณ์วิชาชีพ เป็นมาตรฐานที่คณะกรรมการสำนักงานคุรุสภาให้ความสำคัญและได้กำหนดให้มีการประเมินเพื่อศึกษาถึงผลการจัดการฝึกสอนของสถาบันการศึกษาต่าง ๆ [2]

อาจารย์นิเทศก์ และครูพี่เลี้ยงที่ได้รับหน้าที่ในการดูแลนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู [3] มีบทบาทเป็นอย่างมากในการให้คำปรึกษาและแนะนำ ในประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องเกี่ยวกับการเรียนการสอน การปกครองชั้นเรียน การปฏิบัติตนในสถานศึกษาฝึกสอน การค้นหาข้อมูลเพื่อประกอบการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ดังนั้น ความสะดวก รวดเร็วและคุณภาพการติดต่อสื่อสาร ระหว่าง

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูกับอาจารย์นิเทศก์และครูพี่เลี้ยง จึงมีความสำคัญในกิจกรรมดังกล่าว

เพื่อให้การฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้จัดตั้งระบบให้คำปรึกษาและแนะนำนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ใช้เป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสาร ให้คำปรึกษา/แนะนำ และค้นคว้าหาข้อมูล/ข่าวสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยได้จัดห้องให้คำปรึกษาและแนะนำนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเอาไว้ แต่ในทางปฏิบัตินักศึกษาที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในสถานศึกษาที่อยู่ห่างไกลจากคณะไม่สามารถที่จะเดินทางมาใช้บริการได้ เนื่องจากระยะทางที่ไกล มีค่าใช้จ่ายในการเดินทางและไม่มีเวลามากพอ

ด้วยเหตุผลและความจำเป็นดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาระบบให้คำปรึกษาและแนะนำ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อใช้เป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสารระหว่าง อาจารย์นิเทศก์และผู้เกี่ยวข้อง กับนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ในการให้คำปรึกษาและแนะนำการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู การพิจารณาองค์ความรู้ทางวิชาการด้วยกัน รวมถึงการดาวน์โหลดข้อมูลต่าง ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ประกอบการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาระบบให้คำปรึกษาและแนะนำนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร [4] หมายถึง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับข่าวสาร ข้อมูลและการสื่อสาร นับตั้งแต่การสร้าง การนำมาวิเคราะห์หรือประมวลผล การรับและส่งข้อมูล การจัดเก็บและการนำไปใช้งานใหม่ เทคโนโลยีเหล่านี้ มักจะหมายถึงคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนอุปกรณ์ (hardware) ส่วนคำสั่ง (software) และส่วนข้อมูล (data) และระบบการสื่อสารต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นโทรศัพท์ระบบสื่อสารข้อมูล ดาวเทียม หรือเครื่องมือสื่อสารใด ๆ ทั้งที่มีสายและไร้สาย

การหาคุณภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น [5] ทำได้โดยการใช้เครื่องมือ ซึ่งเป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับคุณภาพการใช้งานแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ส่วนใหญ่แบ่งการประเมินออกเป็น 5 ด้าน คือ (1) ในด้านความถูกต้องและประสิทธิภาพของระบบว่าตรงตามความต้องการของผู้ใช้มากน้อยเพียงใด (Functional Requirement Test) (2) ด้านความถูกต้องและประสิทธิภาพในการทำงานของระบบว่าสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ที่มีอยู่มากน้อยเพียงใด (Functional Test) (3) ด้านประสิทธิภาพในการใช้งานของระบบว่ามีความง่ายต่อการใช้งานมากน้อยเพียงใด (Usability Test) (4) ด้านประสิทธิภาพในการประมวลผลของระบบว่ามีความเร็วในการใช้งานมากน้อยเพียงใด (Performance Test) และ (5) ด้านประสิทธิภาพในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลที่ส่งผ่านมาในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตว่ามีหรือไม่เพียงใด (Security Test)

อโศก ศรีสวัสดิ์ [5] ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาและหาประสิทธิภาพระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู สถาบันราชภัฏสุราษฎร์ธานี ผลการวิจัยพบว่า การประเมินด้านความเหมาะสมในหน้าที่การทำงานของโปรแกรม ด้านความถูกต้องในการทำงานของโปรแกรม ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานโปรแกรม ด้านความเร็วในการทำงานของโปรแกรม และด้านการรักษาความปลอดภัยของโปรแกรม มีประสิทธิภาพในระดับดีในทุกด้าน สรุปได้ว่าระบบที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้

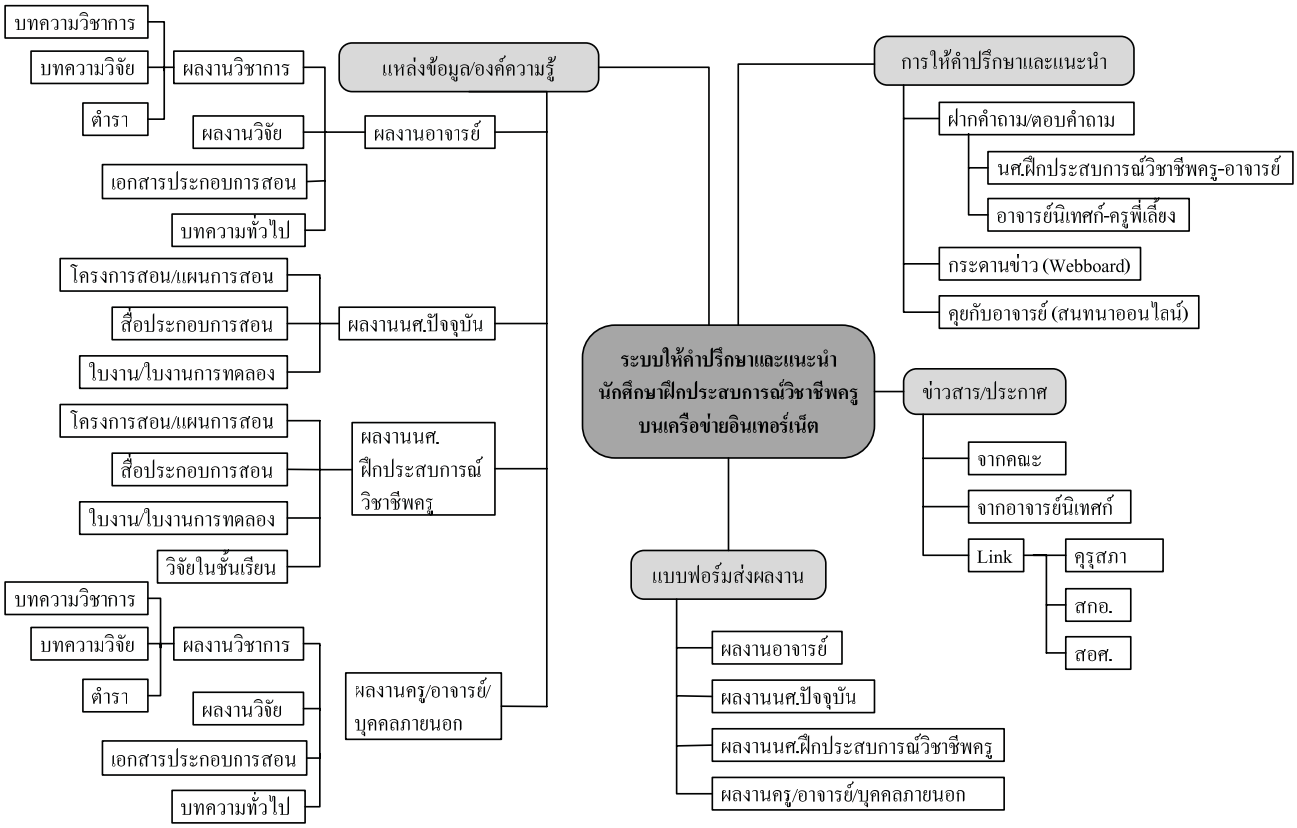
อภิรดี ตรีรานุรัตน์ [6] ได้ทำการวิจัยเรื่องระบบช่วยเหลืออาจารย์ที่ปรึกษาในการติดตามผลความก้าวหน้าของโครงงานนักศึกษาผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ผลการวิจัยพบว่า การทดสอบด้านความถูกต้องและประสิทธิภาพของระบบว่าตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ด้านความสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ที่มีอยู่ ด้านความง่ายต่อการใช้งาน และ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล มีประสิทธิภาพในระดับดีในทุกด้าน สรุปได้ว่า ระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้มีประสิทธิภาพดี สามารถนำไปใช้ในระบบงานช่วยเหลืออาจารย์ที่ปรึกษาได้

ดังนั้นในการดำเนินการหาคุณภาพของระบบ ผู้วิจัยได้ทำการประเมิน โดยแบ่งออกเป็น 5 ด้าน คือ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ด้านการทำงานได้ตามหน้าที่ที่กำหนด ด้านความง่ายต่อการใช้งาน ด้านความเร็วในการใช้งาน และด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการพัฒนาระบบให้คำปรึกษาและแนะนำนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามขั้นตอน เริ่มต้นด้วยการศึกษาความต้องการของระบบ จากนั้นดำเนินการพัฒนาระบบ นำเสนอระบบที่ได้พัฒนาขึ้นและให้ผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้ระบบพร้อมทั้งเก็บข้อมูล ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ซึ่งมีรายละเอียดในขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

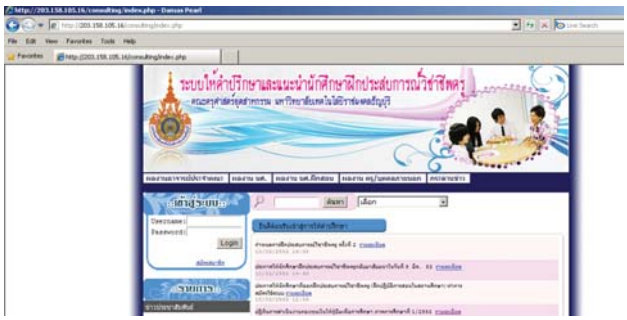
4.1 การศึกษาความต้องการของระบบ ทำโดยศึกษาปัญหาของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู จากนั้นทำการระดมสมองอาจารย์ประจำสาขาครุศาสตร์คอมพิวเตอร์ จำนวน 8 ท่าน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดกรอบขอบเขตในการพัฒนาระบบ (ดังภาพที่ 1)



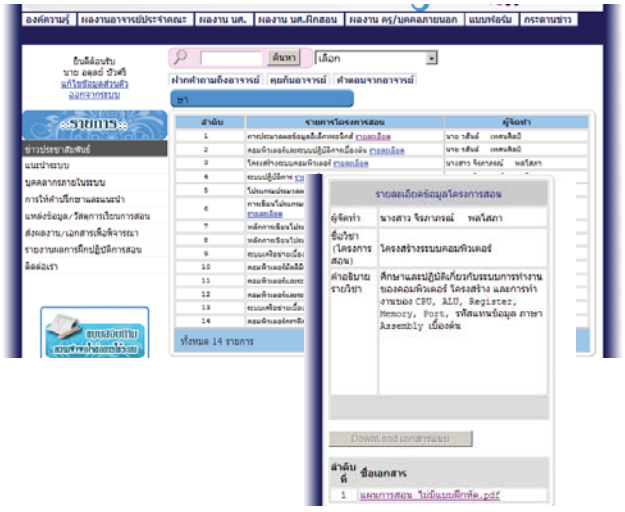
ภาพที่ 1 ขอบเขตระบบให้คำปรึกษาและแนะนำนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

4.2 ดำเนินการพัฒนาระบบ โดยระบบให้คำปรึกษาและแนะนำ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบโดยใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูล MySQL บนเว็บเซิร์ฟเวอร์ และโปรแกรมภาษา PHP เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบ แบ่งระบบตามลักษณะการใช้งานออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ อาจารย์ประจำคณะ อาจารย์ประจำคณะทำหน้าที่อาจารย์นิเทศก์ ครูพี่เลี้ยง นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู และครูอาจารย์ซึ่งเป็นบุคคลภายนอก ใช้งานใน 3 ระบบย่อย ดังนี้ (1) การค้นหาข้อมูลข่าวสารในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู [ผลงานอาจารย์ ผลงานนักศึกษาปัจจุบัน ผลงานนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู และผลงานครูอาจารย์ซึ่งเป็นบุคคลภายนอก ข่าวสารการฝึก

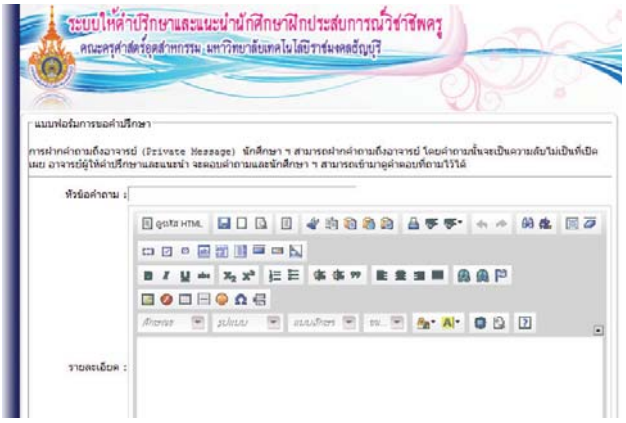
ประสบการณ์วิชาชีพครู] (2) การให้คำปรึกษาและแนะนำในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู [ฝากคำถามถึงอาจารย์ คำตอบจากอาจารย์ คุยกับอาจารย์ กระดานข่าว] และ (3) การส่งผลงานผ่านระบบ [แบบฟอร์มผลงานอาจารย์ ผลงานนักศึกษาปัจจุบัน ผลงานนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู และผลงานครูอาจารย์ซึ่งเป็นบุคคลภายนอก] ระบบให้คำปรึกษาและแนะนำ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีความสามารถสรุปได้ (ดังภาพที่ 2-6) ดังนี้



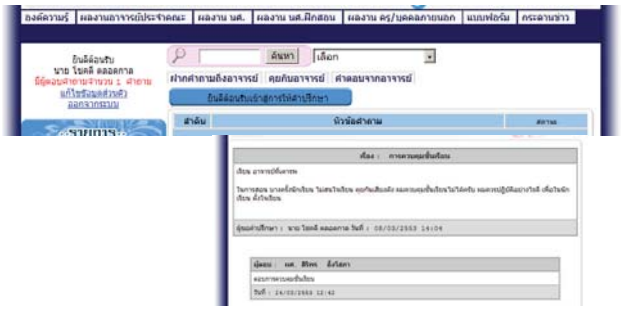
ภาพที่ 2 หน้าระบบให้คำปรึกษาและแนะนำ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู



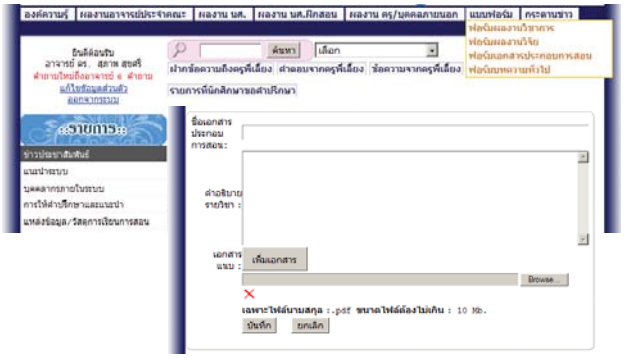
ภาพที่ 3 หน้าแสดงผลนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ค้นหาข้อมูลโครงการสอนและแสดงรายละเอียด



ภาพที่ 4 แบบฟอร์มนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ฝากคำถามถึงอาจารย์



ภาพที่ 5 หน้าแสดงผลนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ดูคำตอบจากอาจารย์ในกรณีฝากคำถามไว้



ภาพที่ 6 หน้าแสดงผลอาจารย์ส่งผลงานผ่านระบบ

4.3 หลังจากที่ได้พัฒนาระบบเรียบร้อยแล้ว ได้จัดสร้างเครื่องมือวิจัยซึ่งเป็นแบบประเมินคุณภาพระบบ ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ [7] เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ

4.4 นำเสนอการทำงานและการใช้งานของระบบที่ได้พัฒนาขึ้นต่อผู้เชี่ยวชาญเป็นรายบุคคล จำนวน 7 ท่าน หลังจากที่ผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้ระบบแล้ว ได้เก็บรวบรวมข้อมูลการประเมินคุณภาพ

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล เมื่อได้เก็บรวบรวมแบบประเมินครบถ้วนแล้วได้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนนำไปวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ใช้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

5. ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่านต่อระบบ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อระบบให้คำปรึกษาและแนะนำนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

ด้านที่	รายการ	$\overline{X}$	SD
1	ตรงตามความต้องการของผู้ใช้	4.37	0.57
2	ทำงานได้ตามหน้าที่ที่มีอยู่	4.49	0.55
3	ง่ายในการใช้งาน	4.18	0.51
4	ความเร็วในการใช้งาน	4.14	0.38
5	การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล	4.21	0.56
ค่าเฉลี่ย		4.28	0.51

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยต่อระบบให้คำปรึกษาและแนะนำ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูที่ทำงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในระดับมากทุกรายการ ($\overline{X}$ = 4.28) แสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถที่จะนำไปใช้งานได้

6. บทสรุป

จากการพัฒนาระบบให้คำปรึกษาและแนะนำนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผลการศึกษาการหาคุณภาพของระบบ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้ระบบพร้อมทั้งตอบแบบประเมินคุณภาพของระบบ พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อคุณภาพของระบบในระดับมากทุกรายการ จึงอาจสรุปได้ว่าระบบดังกล่าวสามารถเป็นช่องทางในการช่วยเหลือและเป็นแหล่งข้อมูลด้านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสำหรับนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูได้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] วรรณทิพา และ ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์, “ปัญหาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์” วารสารเกษตรศาสตร์ (สังคม) ฉบับที่ 23, หน้า 104-117, 2545.

[2] สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา, “คู่มือการดำเนินงานรับรองปริญญาและประกาศนียบัตรทางการศึกษาเพื่อการประกอบวิชาชีพ”, กรุงเทพมหานคร : สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา, 2549.

[3] สิริพร อั้งโสภา และ รุ่งอรุณ ศรีปาน, “การพัฒนารูปแบบการนิเทศของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู”, กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

[4] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, “แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของประเทศไทย พ.ศ. 2545-2549” ,เข้าถึงได้จาก http://www.nitc.go.th/

[5] อโศก ศรีสวัสดิ์, “การพัฒนาและหาประสิทธิภาพระบบสารสนเทศสำหรับศูนย์ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสถาบันราชภัฏสุราษฎร์ธานี” , สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.

[6] อภิรดี ตรีรานุรัตน์, “ระบบช่วยเหลืออาจารย์ที่ปรึกษาในการติดตามผลความก้าวหน้าของโครงงานนักศึกษาผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต” , สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

[7] ชูศรี วงศ์รัตนะ, “เทคนิคการเขียนเค้าโครงการวิจัย”, นนทบุรี : บริษัทไทเนรมิตกิจอินเตอร์โปรเกรสซิป จำกัด, 2549.

กระบวนการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัยเพื่อส่งเสริมการวิจัยในสถานศึกษา

(Development of researcher's mentor process for research enhancement in institute)

จริยา เอียบสกุล[1] สุราษฎร์ พรมจันทร์[2] และ ปิยะ กรกชจินตนาการ[2]

[1]หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาการสอนเทคนิคศึกษา มจพ.
[2]ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มจพ .
E-mail : jariyar_eab@hotmail.com [1] spr@kmutnb.ac.th[2] piyak@kmutnb.ac.th[2]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เป็นการศึกษากระบวนการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัยเพื่อส่งเสริมการวิจัยในสถานศึกษา ประกอบด้วย 1) การประชาสัมพันธ์เพื่อรับสมัครผู้สนใจคัดเลือกเป็นพี่เลี้ยงนักวิจัย 2) การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัย และ 3) การฝึกปฏิบัติการเป็นพี่เลี้ยงนักวิจัย กลุ่มตัวอย่างเป็นครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ผ่านการฝึกอบรมการจัดทำเอกสารประกอบการสอนโดยใช้การวิจัยเป็นฐานและการเขียนโครงการวิจัยมาแล้ว ซึ่งสมัครเข้าร่วมโครงการ จำนวน 27 คน

ผลการดำเนินการพบว่า การปฏิบัติกิจกรรมระหว่างการฝึกอบรมของกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 96.25 สูงกว่าเกณฑ์กำหนด นักวิจัยมีความพึงพอใจต่อการให้คำปรึกษาแนะนำของพี่เลี้ยงนักวิจัย ภาพรวมในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.36, S.D. = 0.57) ในขณะที่ผลงานวิจัยของนักวิจัยที่มีพี่เลี้ยงให้คำปรึกษาแนะนำ ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 82 สูงกว่าเกณฑ์กำหนดไว้ จึงถือได้ว่าการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัยเพื่อส่งเสริมการวิจัยในสถานศึกษาด้วยกระบวนการนี้ เหมาะสมที่จะขยายผลต่อไปได้

คำสำคัญ : พี่เลี้ยงนักวิจัย การส่งเสริมการวิจัย การประเมินงานวิจัย

Abstract

This research aims to develop the researcher's mentor process for research enhancement in institute. The proposed processes consist of 1) mentor application announcement and selection, 2) practice-based mentor training and 3) practical coaching. The selected 27 lecturers from vocational education commission who passed the research-based material courses preparation and research proposal writing were a sample group of this research.

The implementation results presented that the mean score of practical coaching equals 96.25%. The average score of researchers' satisfaction of mentors' advice and suggestions is highest level approximately 4.36 for total sample group evaluation. The average researchers' research outcome is 82% which higher than the criteria of this work. Therefore, we can conclude that the proposed process for researcher's mentor development properly extend to the institute.

Keyword: Researcher's mentor , Research extension, Research evaluatio

1.บทนำ

ระเบียบสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ว่าด้วยการบริหารสถานศึกษา พ.ศ. 2552 กำหนดให้งานวิจัยพัฒนานวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ของสถานศึกษาในสังกัด มีหน้าที่และรับผิดชอบในการจัดทำ และเผยแพร่การวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน เพื่อประโยชน์ในการจัดการศึกษา การประกอบอาชีพ และประโยชน์โดยรวมของสังคม ชุมชน และท้องถิ่น รวมทั้งเผยแพร่ให้กับสถานประกอบการ หน่วยงานภายนอก และประชาชนทั่วไป [1]

สถานศึกษาส่วนใหญ่ จึงได้ดำเนินการจัดทำโครงการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษา ตลอดจนการสนับสนุนส่งเสริมให้ครูและบุคลากรทางการศึกษา เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับการวิจัยกับหน่วยงานภายนอก ที่จัดโครงการส่งเสริมการวิจัย เช่น การฝึกอบรม การนำเสนอผลงานวิจัย เป็นต้น แต่จากรายงานการประเมินสถานศึกษาประจำปี ชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่า สถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ยังมีผลงานวิจัยน้อยกว่า 1 เรื่อง/คน/ปี ซึ่งงานวิจัย/โครงงาน/นวัตกรรม/บางชิ้นที่พัฒนาขึ้น ไม่ได้ถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์แต่อย่างใด [2] ทั้งนี้ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับ การทำวิจัยของครูในสถานศึกษา พบว่าเมื่อนักวิจัยมีปัญหา หรือข้อสงสัยเกี่ยวกับการวิจัย ก็ไม่มีพี่เลี้ยงนักวิจัย ที่จะให้คำปรึกษา แนะนำอย่างต่อเนื่อง นักวิจัยส่วนใหญ่จึงไม่ได้ดำเนินการวิจัยต่อไป

ปัจจุบันหน่วยงานที่ทำหน้าที่ส่งเสริมการวิจัย ได้ให้ความสำคัญกับระบบพี่เลี้ยงนักวิจัยมากขึ้น เช่น การสร้างระบบพี่เลี้ยง ของโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยให้นักวิทยาศาสตร์ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญ ช่วยกระตุ้นและดึงความสนใจของนักเรียนเพื่อให้ทราบถึงความต้องการและความสนใจใฝ่รู้ของตน นำไปสู่กระบวนการเรียนรู้ มากกว่าการมุ่งแสวงหาคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว [3] หรือโครงการนักวิจัยพี่เลี้ยง ของสถาบันส่งเสริมการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ที่สนับสนุนอาจารย์ที่ต้องการทำวิจัยแต่ยังขาดความเชี่ยวชาญในเรื่องที่จะทำวิจัย ให้สามารถขอมีพี่เลี้ยงดูแลให้คำปรึกษาตลอดโครงการวิจัย [4]

ดังนั้น การพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัยในสถานศึกษา ให้เป็นที่ยอมรับของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง การสร้างพี่เลี้ยงนักวิจัยให้มีสมรรถนะในการให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาในการทำวิจัย และประเมินผลงานวิจัยของนักวิจัยได้ น่าที่จะเป็นทางหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าวได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษากระบวนการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัยเพื่อส่งเสริมการวิจัยในสถานศึกษา

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างกระบวนการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัย เพื่อส่งเสริมการวิจัยในสถานศึกษา
2. เพื่อประเมินผลการดำเนินการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัย ตามกระบวนการที่สร้างขึ้น

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การบริหารงานวิจัย เป็นกระบวนการที่ต้องทำอย่างต่อเนื่องครบวงจร ตั้งแต่การจัดทำฐานข้อมูลงานวิจัย การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้านงานวิจัย การสร้างเครือข่ายงานวิจัย และการเผยแพร่ผลงานวิจัย กิจกรรมดังกล่าวนี้ ต้องอาศัยการทำงานเป็นทีมช่วยเหลือการทำวิจัยของอาจารย์และบุคลากร ให้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ เกี่ยวกับการวิจัยในขั้นตอนต่าง ๆ ของการดำเนินการวิจัย ดังนั้น การสรรสร้างงานวิจัยที่มีคุณภาพเพื่อให้การดำเนินการด้านงานวิจัย บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ จึงจำเป็นที่จะต้องมีพี่เลี้ยงนักวิจัยที่มีคุณภาพ ให้การชี้แนะอย่างมีประสิทธิภาพ [5]

การพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัย เพื่อให้คำแนะนำและควบคุมกำกับดูแลโครงการวิจัย สนับสนุนการพัฒนาศักยภาพอาจารย์ประจำการ ที่เพิ่งเริ่มทำวิจัย นอกจากจะทำให้ทำการวิจัยสำเร็จผลบรรลุวัตถุประสงค์แล้ว ยังเป็นการสร้างบันไดอาชีพนักวิจัย และเป็นการพัฒนาอาจารย์ประจำการให้มีความชำนาญในสายงานด้านวิชาการอีกด้วย [6]

ประชาคม จันทรชิต [7] ทำการศึกษา รูปแบบการพัฒนาประสิทธิภาพการทำวิจัยในชั้นเรียน ของครูในสถานศึกษาสังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดสุราษฎร์ธานี : กรณีศึกษาวิทยาลัยการอาชีพไชยา พบว่า ครูมีความต้องการการสนับสนุนจากผู้บริหารสถานศึกษาในเรื่อง ผู้ให้คำแนะนำและปรึกษาเกี่ยวกับ

การทำวิจัยในชั้นเรียน การสนับสนุนจากผู้บริหารสถานศึกษา แหล่งศึกษาค้นคว้าสำหรับการทำวิจัย เครือข่ายนักวิจัยสำหรับช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และวัสดุอุปกรณ์และครุภัณฑ์ สำหรับการทำวิจัยในชั้นเรียน

เชาวรัตน์ เตมียกุล [8] ทำการศึกษา รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะทางการวิจัยของครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะทางการวิจัยของครู ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก คือ ระบบเครือข่ายการวิจัย ประกอบด้วยโครงสร้างระบบเครือข่ายทั้งในระดับอาชีวศึกษาจังหวัดและระดับสถานศึกษา นักวิจัยเครือข่าย วิทยากรเครือข่าย ศูนย์ข้อมูลเครือข่าย พร้อมทั้งช่องทางการสื่อสารระหว่างเครือข่ายที่หลากหลาย ระบบฝึกอบรมการวิจัย จากนั้นได้นำผลจากการศึกษาความต้องการพัฒนาสมรรถนะทางการวิจัยของครู จัดสร้างชุดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะทางการวิจัยของครู และระบบที่ปรึกษาการวิจัย ประกอบด้วยกระบวนการให้คำปรึกษา คลินิกพัฒนานักวิจัย การกำหนดคุณสมบัติวิทยากรทั้งในสถานศึกษาและวิทยากรจากองค์กรภายนอก แผนปฏิบัติการพัฒนาสมรรถนะทางการวิจัย ตารางให้คำปรึกษา และห้องสืบค้นผลงานวิจัยทั้งที่เป็นเอกสาร และการสืบค้นทางระบบอินเตอร์เน็ต ผลการศึกษาความพึงพอใจ พบว่า ครูนักวิจัยเครือข่ายมีความพึงพอใจต่อการพัฒนาสมรรถนะทางการวิจัยของครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาในระดับมากทุกด้าน

ศรุดา ชัยสุวรรณ [9] ทำการศึกษารูปแบบการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัยเอกชน พบว่า การจัดระบบพี่เลี้ยงนักวิจัย ให้คำแนะนำ เพื่อให้คำปรึกษา และแลกเปลี่ยนเรียนรู้เป็นองค์ประกอบย่อยของการฝึก และอบรมอาจารย์ผู้สอนด้านการพัฒนานักวิจัย และการจัดระบบพี่เลี้ยง เพื่อให้คำแนะนำและคำปรึกษาด้านวิชาการและวิทยาการวิจัยแก่อาจารย์นักวิจัย เป็นองค์ประกอบย่อยของการจัดการกลางทางด้านการติดตามและการประเมินผล

จึงกล่าวได้ว่า การพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัย เพื่อส่งเสริมการวิจัยในสถานศึกษานั้น จะต้องมีกระบวนการและดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เพื่อพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัยให้มีสมรรถนะในการปฏิบัติหน้าที่ ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และประเมินผลการทำงานวิจัยของนักวิจัยในทุกขั้นตอน ที่สำคัญ ไม่ว่าจะเป็นการจัดทำโครงการวิจัย การดำเนินการวิจัยภาคสนาม หรือการจัดทำรายงานผลการวิจัย รวมถึงการเขียนบทความวิจัย เทคนิคการนำเสนอผลงานวิจัยในที่ประชุมทางวิชาการ หรือแม้แต่การสร้างและปลูกฝังจรรยาบรรณในการปฏิบัติงาน เพื่อให้ได้พี่เลี้ยงนักวิจัยที่ดี มีคุณภาพ เป็นผู้ร่วมผลักดันงานวิจัยของสถานศึกษา

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง กระบวนการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัย เพื่อส่งเสริมการวิจัยในสถานศึกษา เริ่มจากการสร้างกระบวนการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัย กำหนดกลุ่มตัวอย่าง สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดำเนินการตามรูปแบบ เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การสร้างกระบวนการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัย เกี่ยวกับการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัย นำข้อสรุปมาปรับสร้างเป็นกระบวนการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัย เพื่อส่งเสริมการวิจัยในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยสถานศึกษาจะต้องจัดตั้งหน่วยงานส่งเสริมการวิจัยในสถานศึกษา เพื่อดำเนินการตามโครงการและกิจกรรมต่างๆ ตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ประชาสัมพันธ์เพื่อรับสมัครและคัดเลือกผู้ที่สนใจทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงนักวิจัย

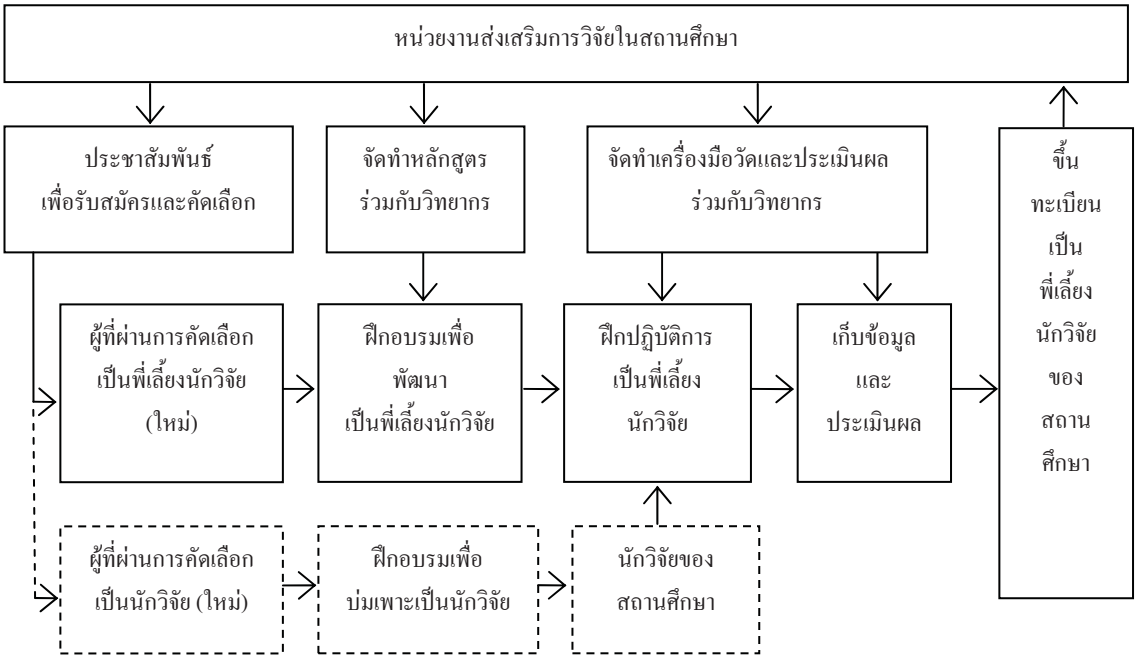
ขั้นตอนที่ 2 จัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัย

ขั้นตอนที่ 3 ฝึกปฏิบัติการเป็นพี่เลี้ยงนักวิจัย

ขั้นตอนที่ 4 เก็บรวบรวมข้อมูลประเมินผล

แสดงรายละเอียดกระบวนการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัย ดังภาพที่ 1 การดำเนินการตามกระบวนการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัยเพื่อส่งเสริมการวิจัยในสถานศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ประชาสัมพันธ์เพื่อรับสมัครและคัดเลือกผู้ที่สนใจทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงนักวิจัย เข้าร่วมโครงการ ซึ่ง



ภาพที่ 1 กระบวนการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัยเพื่อส่งเสริมการวิจัยในสถานศึกษา

ดำเนินการควบคู่ไปกับการรับสมัครนักวิจัย (ใหม่) ของสถานศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัย ดำเนินการฝึกอบรมตามหลักสูตร เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะในการเป็นพี่เลี้ยงนักวิจัย มุ่งหวังที่จะให้พี่เลี้ยงนักวิจัยมีความรู้ความสามารถ ในการให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และประเมินผลการทำงานวิจัยของนักวิจัย ซึ่งหัวข้อเรื่องในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัย มีดังนี้

การปฏิบัติหน้าที่พี่เลี้ยงนักวิจัย ด้านการจัดทำโครงการวิจัย

การปฏิบัติหน้าที่พี่เลี้ยงนักวิจัย ด้านการดำเนินการวิจัยภาคสนาม

การปฏิบัติหน้าที่พี่เลี้ยงนักวิจัย ด้านการจัดทำรายงานผลการวิจัย (รายงานการวิจัย บทความวิจัยและเทคนิคการนำเสนอผลการวิจัยในที่ประชุมวิชาการ)

จรรยาบรรณในการเป็นพี่เลี้ยงนักวิจัยที่ดี โดยพี่เลี้ยงนักวิจัย จะต้องทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการฝึกอบรม ผ่านเกณฑ์เฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

ขั้นตอนที่ 3 ฝึกปฏิบัติการเป็นพี่เลี้ยงนักวิจัย เป็นขั้นตอนการฝึกทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงนักวิจัยให้แก่นักวิจัยใหม่ ซึ่งผ่านการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อบ่มเพาะนักวิจัยมาแล้ว พิจารณาผลจากการให้คำแนะนำก่อนการดำเนินการ ให้คำปรึกษาขณะดำเนินการ และประเมินผลงานวิจัยของนักวิจัย ในด้านการจัดทำโครงการวิจัย การดำเนินการวิจัยภาคสนาม การจัดทำรายงานการวิจัย การเขียนบทความวิจัยและเทคนิคการนำเสนอผลการวิจัยในที่ประชุมวิชาการ

ขั้นตอนที่ 4 เก็บรวบรวมข้อมูลและประเมินผล การปฏิบัติหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงนักวิจัยให้แก่นักวิจัยใหม่ ในการวิจัยครั้งนี้ พิจารณาผลจากการปฏิบัติหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงนักวิจัยและประเมินผลงานวิจัยของนักวิจัย ใน 2 ส่วน คือ การจัดทำโครงการวิจัย และการดำเนินการวิจัยภาคสนาม โดยใช้แบบประเมินผลงานนักวิจัย และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักวิจัยที่มีต่อพี่เลี้ยงนักวิจัย ในการให้คำแนะนำก่อนการดำเนินการ การให้คำปรึกษาขณะดำเนินการวิจัย ที่ได้จัดสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือ

4.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ซึ่งได้ผ่านการฝึกอบรมการจัดทำเอกสารประกอบการสอนโดยใช้การวิจัยเป็นฐาน และการเขียนโครงการวิจัยมาแล้ว สมัครใจเข้าร่วมโครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัยเพื่อส่งเสริมการวิจัยในสถานศึกษา จำนวน 27 คน

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ใบกิจกรรมตามหลักสูตรการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัยเพื่อส่งเสริมการวิจัยในสถานศึกษา จำนวน 19 กิจกรรม ประกอบด้วยกิจกรรมการปฏิบัติหน้าที่พีเลี้ยงนักวิจัย ด้านการทบทวนกิจกรรมในกระบวนการวิจัย รูปแบบและโครงสร้างโครงการวิจัย เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กรอบความคิดในการดำเนินการวิจัย การกำหนดชื่อเรื่องงานวิจัย ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของการวิจัย สมมติฐานการวิจัย ขอบเขตของการวิจัย นิยามศัพท์ ข้อตกลงเบื้องต้น วิธีดำเนินการวิจัย การวิเคราะห์และสรุปผล แผนการดำเนินงานวิจัย งบประมาณที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย ประโยชน์ของผลการวิจัย การดำเนินการวิจัยภาคสนาม การจัดทำรายงานผลวิจัย (รายงานการวิจัย 5 บท การจัดทำบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์ และเทคนิคการนำเสนอผลการวิจัยในที่ประชุมวิชาการ) แบบประเมินผลงานวิจัยของนักวิจัย จำนวน 2 ชุด คือ แบบประเมินผลงานวิจัยของนักวิจัยด้านการจัดทำโครงการวิจัย และด้านการดำเนินการวิจัยภาคสนาม และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักวิจัยที่มีต่อการปฏิบัติงานเป็นพี่เลี้ยงของพี่เลี้ยงนักวิจัย จำนวน 1 ชุด

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.4.1 เก็บรวบรวมข้อมูล หลังจากที่วิทยากรได้ให้เนื้อหาตามหลักสูตรในแต่ละช่วงแล้ว ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำกิจกรรมต่างๆตามแบบฝึกหัด จากนั้น เก็บรวบรวมตรวจสอบและบันทึกผลจากทำแบบฝึกหัด ของผู้เข้าร่วมฝึกอบรมทุกคน ดำเนินการในระหว่างการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัย ตามหลักสูตรการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัยเพื่อส่งเสริมการวิจัยในสถานศึกษา เป็นเวลา 5 วัน

4.4.2 เก็บรวบรวมข้อมูล หลังจากการฝึกอบรมเพื่อบ่มเพาะนักวิจัย(ใหม่) ด้านการเขียนโครงการวิจัย และฝึกอบรมเพื่อพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัยแล้ว ให้นักวิจัยดำเนินการวิจัยตามกระบวนการวิจัย โดยมีพี่เลี้ยงนักวิจัยปฏิบัติหน้าที่ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และประเมินผลงานวิจัยของนักวิจัย พร้อมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง ตามแผนดำเนินการวิจัย เป็นเวลา 2 เดือน จากนั้นจึงได้จัดการฝึกอบรมเพื่อบ่มเพาะนักวิจัย(ใหม่) ด้านการดำเนินการวิจัยภาคสนาม โดยมีพี่เลี้ยงนักวิจัยร่วมปฏิบัติหน้าที่ด้วย เป็นเวลา 5 วัน รวบรวมผลงานวิจัยของนักวิจัย และเก็บรวบรวมความคิดเห็นของนักวิจัยที่มีต่อการปฏิบัติหน้าที่ของพี่เลี้ยงนักวิจัย

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

4.5.1 ผลการปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกหัดของผู้เข้าอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัย ใช้สถิติร้อยละเทียบกับเกณฑ์กำหนด โดยผลการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เฉลี่ยต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 จึงถือว่ามีสมรรถนะผ่านการฝึกอบรมเป็นพี่เลี้ยงนักวิจัย

4.5.2 การประเมินผลงานของนักวิจัย ใช้สถิติร้อยละเทียบกับเกณฑ์กำหนด คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินผลงานของนักวิจัย ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 จึงถือว่าพี่เลี้ยงนักวิจัยปฏิบัติหน้าที่ผ่านเกณฑ์ มีคุณภาพที่จะขยายผลได้

4.5.3 ความพึงพอใจของนักวิจัยที่มีต่อพี่เลี้ยงนักวิจัยในการปฏิบัติหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงนักวิจัย โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถามกับเกณฑ์ จะต้องมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป จึงถือว่าการฝึกปฏิบัติหน้าที่พี่เลี้ยงนักวิจัยมีคุณภาพ

5. ผลการวิจัย

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล กระบวนการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัยเพื่อส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษา พบว่า

5.1 คะแนนการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างการฝึกอบรมของกลุ่มตัวอย่าง เฉลี่ยร้อยละ 96.25 สูงกว่าเกณฑ์ 80 ที่กำหนด

5.2 คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินผลงานของนักวิจัย เฉลี่ยร้อยละ 82 สูงกว่าเกณฑ์ 80 ที่กำหนด

5.3 นักวิจัยมีความพึงพอใจต่อการปฏิบัติหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงนักวิจัยในระดับมากที่สุด เรื่องการสร้าง/พัฒนานวัตกรรมและ

การเก็บรวบรวมข้อมูล ($\overline{X}$ = 4.52 , S.D. = 0.51) รองลงมาเป็นเรื่องการกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ($\overline{X}$ = 4.48 , S.D.= 0.59) การวิเคราะห์ข้อมูลและการสรุปผลการวิจัย ($\overline{X}$ = 4.44,S.D.= 0.58) ตามลำดับ โดยที่ในภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.36,S.D.= 0.57)

6. บทสรุป

จากผลการดำเนินการแสดงให้เห็นว่า กระบวนการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัยเพื่อส่งเสริมการวิจัยในสถานศึกษานี้ มีความเป็นไปได้ในระดับสูงมาก ที่จะนำไปดำเนินการและขยายผลต่อไป เพื่อให้สถานศึกษาสามารถผลิตผลงานวิจัยที่มีคุณภาพเพิ่มขึ้น เป็นการส่งเสริมให้ครูและบุคลากรทางการศึกษา มีศักยภาพด้านการวิจัย สามารถพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน ที่ส่งผลให้ผู้จบการศึกษามีความรู้ ความสามารถ และมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สอดคล้องกับระเบียบการบริหารสถานศึกษา พ.ศ. 2552 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

7. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ ได้รับการสนับสนุนในการดำเนินการตามกระบวนการพัฒนาพี่เลี้ยงนักวิจัยเพื่อส่งเสริมการวิจัยในสถานศึกษาอย่างดียิ่งจากผู้อำนวยการสมบัติ แสงสว่างสัจกุล และอาจารย์ยงยุทธ์ ใจซื่อดี สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา รวมทั้งได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีในการให้ข้อมูล และตอบแบบสอบถามจากครูนักวิจัย จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้ ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ครบถ้วน สามารถดำเนินการให้สำเร็จผลลุล่วงไปได้ด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

[1] ระเบียบสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาว่า ด้วยการ บริหารสถานศึกษา พ.ศ.2552

[2] สำนักติดตามและประเมินผลการอาชีวศึกษา, “รายงานประจำปี 2550,” สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.

[3] โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เข้าถึงได้จาก http://www.3ipst.ac.th/dpst/view.php?

[4] ศูนย์บริการการวิจัย .สถาบันส่งเสริมการวิจัยและ พัฒนานวัตกรรม มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. เข้าถึงได้จาก http://research.bu.ac.th/news/f_list/news534/mentor/2.html

[5] กองบริหารการวิจัย. มหาวิทยาลัยนเรศวร รายงาน ประจำปี 2552

[6] สำนักงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยมหิดล . เข้าถึงได้จาก http://www.ra.mahidol.ac.th/th/dpt/ramathibodi/page/ Uni Grant Mentor shipth.

[7] ประชาคม จันทรชิต. รูปแบบการพัฒนาประสิทธิภาพการทำวิจัยในชั้นเรียนของครูในสถานศึกษาสังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดสุราษฎร์ธานี : กรณีศึกษาวิทยาลัยการอาชีพไชยา.งานวิจัย วิทยาลัยการอาชีพไชยา. 2550

[8] เชาวรัตน์ เตมียกุล. รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะทางการวิจัยของครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุษฎีบัณฑิตมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2552

[9] ศรุดา ชัยสุวรรณ. รายงานการวิจัย เรื่องรูปแบบการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัยเอกชน เข้าถึงได้จาก http://gotoknow.org/blog/dr-saruda/312324

รูปแบบการเรียนแบบผสมผสานสำหรับโครงการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาครูประจำการ

Blended Learning Method in Education Management Program for Personal Potential of Teachers

จิระศักดิ์ วิตตะ

ภาควิชา ครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ถนนพิบูลสงคราม แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
E-mail: jvt@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับใช้รูปแบบการเรียนแบบผสมผสานระหว่างการเรียนในชั้นเรียนกับการเรียนทางไกลโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ สำหรับโครงการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาครูประจำการ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ที่สร้างขึ้นจากผลการสัมมนากลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจำนวน 10 คน ซึ่งประกอบด้วยการดำเนินงาน 9 ด้านได้แก่ การประชาสัมพันธ์ การรับสมัคร การสอบคัดเลือก การลงทะเบียนและปฐมนิเทศ การจัดการเรียนการสอน การสั่งงานและส่งงาน การวัดและประเมินผลการเรียน การสอบภาษาอังกฤษ การสอบประมวลความรู้ โดยได้นำเสนอรูปแบบที่สร้างขึ้นในที่ประชุมให้นักศึกษาที่กำลังศึกษาในโครงการ จำนวน 65 คน จาก 4 ศูนย์การเรียน พิจารณาความเหมาะสมในการปรับใช้รูปแบบการเรียนแบบผสมผสาน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักศึกษาที่กำลังศึกษาในโครงการเห็นว่ารูปแบบการจัดการศึกษาแบบผสมผสานที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมในภาพรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.04) โดยด้านการสอบประมวลความรู้มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\overline{X}$ = 4.37) และด้านการประชาสัมพันธ์มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ($\overline{X}$ = 3.60) จึงสรุปได้ว่ารูปแบบการจัดการศึกษาแบบผสมผสานที่สร้างขึ้นมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนโครงการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาครูประจำการ

คำสำคัญ: การเรียนแบบผสมผสาน เทคโนโลยีสารสนเทศ

Abstract

The purpose of feasibility study was to investigate of blended learning method for education management program. In order to blend the classroom learning and distance learning using information technology and to be employed on curriculum of Master of Science in technical education program in Mechanical technology. The learning model was developed by the seminar group of 10 people. It consists of 9 operating areas: public relations, admission, entrance examination, registration and orientation, teaching and learning, assignment, measurement and evaluation, English-language tests and comprehensive examination. The learning model was evaluated by the 65 student form 4 learning

centers. From statistical analysis, it was found that the students were accepted the blended learning method at a high level ($\overline{X}$ = 4.04). Comprehensive examination was highest ($\overline{X}$ = 4.37). Public relations was lowest ($\overline{X}$ = 3.60). It could be concluded that the developed model was possible to use in education management program for personal potential of teachers

Keyword: Blended learning, Information Technology

1.บทนำ

1.1 ความเป็นมา

การศึกษาเป็นรากฐานที่สำคัญในการสร้างสรรค์ความเจริญก้าวหน้า และแก้ไขปัญหาต่างๆในสังคมได้อย่างยั่งยืน การจัดการศึกษาที่มีคุณภาพจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ผู้ได้รับการศึกษาจึงเป็นบุคคลที่มีคุณภาพและเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ [1] แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ.๒๕๔๕ - ๒๕๕๙) กำหนดแนวนโยบายในการพัฒนาสังคมแห่งการเรียนรู้ โดยมีเป้าหมายให้คนไทยทุกคนมีโอกาสและทางเลือกที่จะเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดช่วงอายุแต่ละวัยจากสถานศึกษาและแหล่งเรียนรู้ตลอดชีวิตด้วยรูปแบบและวิธีการที่หลากหลายมีคุณภาพและยืดหยุ่นตามความต้องการ ความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน นอกจากนั้นยังมีนโยบายในการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพึ่งพาตัวเองและเพิ่มสมรรถนะในการแข่งขันในระดับนานาชาติ โดยการผลิตครูคณาจารย์และบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับความต้องการ และได้รับการพัฒนาความรู้ความสามารถเพื่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนอย่างมีคุณภาพ [2]

ครูช่างอุตสาหกรรมและบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการอาชีวศึกษา เป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญยิ่งในการผลิตกำลังคนแก่ประเทศชาติและสังคม วิทยาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป ผลักดันให้เกิดความต้องการที่จะพัฒนาตนเอง การลาศึกษาไปต่อเป็นวิธีการอย่างหนึ่งซึ่งจะช่วยพัฒนาเขาเหล่านั้น แต่วิธีการดังกล่าวก็ยังมีปัญหาหลายประการ อาทิเช่น สถานศึกษาจะต้องขาดบุคลากรซึ่งทำหน้าที่ประจำอยู่ระยะหนึ่ง เพื่อนร่วมงานจะต้องแบกรับภาระที่มากขึ้น การไปศึกษาต่อในที่ไกลๆในเมืองใหญ่ มีภาระเรื่องค่าใช้จ่ายที่สูง ดังนั้นการจัดการศึกษาในพื้นที่จึงเป็นแนวทางหนึ่งซึ่งจะช่วยลดปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นได้

โครงการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาครูประจำการ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภายใต้ข้อตกลงความร่วมมือทางวิชาการระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือโดยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมกับสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาบุคคลากรให้กับสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และตอบสนองหลักการจัดการศึกษาที่จะขยายโอกาสให้คนไทยทุกคนมีโอกาสและทางเลือกที่จะเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ได้เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 จนถึงปัจจุบัน รูปแบบการจัดการเรียนการสอน เป็นการเรียนแบบเผชิญหน้า (Face to Face) ในชั้นเรียน จัดการเรียนการสอนเฉพาะในวันเสาร์ และอาทิตย์ โดยผู้สอนจะเดินทางมาทำการสอน และผู้เรียนก็จะรวมตัวกันที่ศูนย์การเรียนในภูมิภาค โปรแกรมการศึกษาเป็นแบบ 4 ภาคการศึกษา โดยใช้หลักสูตร แผน ข. ซึ่งจะใช้การศึกษาปัญหาพิเศษแทนการทำวิทยานิพนธ์

1.2 ปัญหาและอุปสรรคจากการดำเนินการในปัจจุบัน

- การเปิดโครงการจะต้องมีจำนวนผู้เรียนขั้นต่ำ 25 คน ขึ้นไปเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสูงในการเดินทาง บางครั้งจึงเปิดไม่ได้
- การจัดการเรียนการสอนแบบเผชิญหน้า (Face to Face) ในชั้นเรียนเฉพาะในวันเสาร์ และอาทิตย์ บางครั้งผู้เรียนไม่มีความพร้อมและไม่สามารถเรียนตามความพร้อมของตนเองได้

• การเดินทางของผู้สอนและผู้เรียน ทำให้สิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายมาก และเกิดความล่าช้าในการดำเนินกิจกรรม

• การติดต่อสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้เรียนทำได้ยากเนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนจะถูกจำกัดโดยจำนวนครั้งในการเดินทางของผู้สอน

• ปัญหาและอุปสรรคอื่นๆ เช่น ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้แตกต่างกัน ไม่สามารถเลือกเรียนวิชาที่แตกต่างกันได้ และความพร้อมเกี่ยวกับอาคารสถานที่ของศูนย์การเรียน เป็นต้น

อย่างไรก็ตามเพื่อเป็นการส่งเสริมการพัฒนากำลังคนของประเทศตามนโยบายการปฏิรูปการศึกษาแห่งชาติ แนวทางการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเป็นแบบผสมผสาน(Blended learning) ระหว่างการเรียนในชั้นเรียนกับการศึกษาทางไกลโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศจึงถูกนำมาพิจารณาเพื่อลดปัญหาในด้านจำนวนผู้เรียน งบประมาณค่าใช้จ่ายในการเดินทางของผู้สอนและผู้เรียน ความพร้อมในการเรียนของผู้เรียน การติดต่อสื่อสาร และการเลือกรายวิชาเรียน

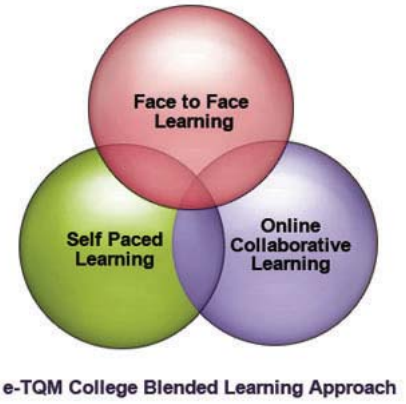
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน (Blended learning) สำหรับโครงการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาครูประจำการ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ตามความหมายของ Blended Learning หรือการเรียนรู้แบบผสมผสาน หมายถึง การเรียนรู้หลาย ๆ รูปแบบที่นำเสนอให้เหมาะสมกับแต่ละหัวข้อที่สอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพ ซึ่งอาจจะประกอบด้วยการบรรยายหน้าชั้นของผู้สอน การเรียนออนไลน์ การศึกษาด้วยตนเอง การปฏิบัติงาน การทดสอบ การลงมือปฏิบัติ และการสอนโดยพี่เลี้ยง เป็นต้น ทั้งนี้มาจากเหตุผลที่ว่า “เพราะว่าผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยวิธีการเดียว (People are not single-method learners)” จึงมีการใช้วิธีการหลาย ๆ อย่าง เพื่อให้ตรงกับความถนัดและความชอบของผู้เรียน ตามหลักการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง หรือ Student Centered System นั่นเอง [3]

การเรียนแบบผสมผสานเป็นการรวมอย่างใกล้ชิดของหลายวิธีการเรียนรู้ การเรียนแบบผสมผสานสามารถทำได้โดยการใช้ทรัพยากรทั้ง Virtual และ Physical ร่วมกัน ตัวอย่างโดยทั่วไปจะเป็นการผสมของการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน และการสอนในชั้นเรียนแบบ face-to-face ปัจจุบันจะแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ส่วน[4] ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 พื้นที่การผสมผสาน

ในหลายปีที่ผ่านมา Blended Learning มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ชื่อที่ถูกใช้เรียกของBlended Learning ก็เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย เพื่อต้องการระบุวิธีการผสมผสานให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนั้นเราอาจจะเคยได้ยินชื่ออื่นได้แก่ Hybrid learning หรือ Mixed Learning หรือ Integrated Learning ซึ่งอย่างไรก็ตามก็ยังคง Concept แบบเดียวกันนั่นก็คือ การผสมผสานการเรียนโดยการใช้เทคโนโลยีเข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนการสอนนั่นเอง [5]

การเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended learning หรือ Hybrid learning) โดยทั่วไปเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ผสมผสานระหว่างการสอนในชั้นเรียน (Face-to-Face) กับการสอนแบบ E-Learning โดยนำส่วนที่ดีที่สุด (Best features) ของการสอนทั้งสองแบบมาใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน กล่าวคือ E-Learning จะเอื้อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าบทเรียนที่ผู้สอนนำไป uploadไว้

บน website ได้ตลอดเวลา ทุกสถานที่ และตามศักยภาพที่ผู้เรียนพึงมี โดยใช้เทคโนโลยีระบบการจัดการเรียน (Learning management system: LMS) การทดสอบ (Quiz or Test) รวมทั้งการสร้าง Interactive learning โดยใช้ Web board หรือ Chat room ในการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือใช้ Web blog ในการแสวงหาและเชื่อมโยงความรู้ Face-to-face teaching ในระบบ Hybrid เน้นการสอนเนื้อหาที่เป็น “Why” and “How” ที่ผู้สอนจะต้องออกแบบบทเรียนและจัดกิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและเรียนรู้ร่วมกัน โดย การคิดวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น อภิปราย แสวงหาความรู้ และใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา วิธีการสอนสมัยใหม่ที่เน้นการมีส่วนร่วมและทำให้ผู้เรียนสามารถต่อยอดความรู้ด้วยตนเอง [6]

รายงานการวิจัย ของ Charles D. Dziuban และคณะที่ University of Central Florida (UCF) พบว่าหลักสูตรการเรียนแบบผสมผสาน ที่รวมการสอนแบบเผชิญหน้า กับการเรียนออนไลน์และลดชั่วโมงในชั้นเรียนเรียนลง มีผลให้ศักยภาพในการเรียนรู้ของนักเรียนเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับหลักสูตรออนไลน์เต็มรูปแบบ [7] การศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของความเป็นชุมชนของ Alfred P. Rovai and Hope M. Jordan ระหว่างการเรียนแบบผสมผสานซึ่งเป็นการผสมระหว่างการเรียนในชั้นเรียนและการเรียนออนไลน์ที่รวมเอาความสะดวกในการเรียนออนไลน์โดยไม่สูญเสียในส่วนที่ดีของการเรียนแบบเผชิญหน้า ในระดับอุดมศึกษา พบว่าหลักสูตรการเรียนแบบผสมผสานทำให้เกิดความแข็งแกร่งของชุมชนของผู้เรียนมากกว่าการเรียนทั้งในแบบปกติหรือออนไลน์เต็มรูปแบบ [8] รายงานของ Hopper, K พบว่า การเรียนการสอนแบบผสมผสานระหว่างการเรียนการสอนแบบออนไลน์และการเรียนการสอนแบบปกติ ช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนการสอนแบบออนไลน์หรือการเรียนการสอนแบบปกติเพียงอย่างเดียว [9]

จากรายงานการศึกษาวิจัยของบุคคลต่างๆข้างต้นจะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนแบบผสมผสานระหว่างการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษามีความเป็นไปได้ที่จะใช้เพื่อแก้ปัญหาสำหรับโครงการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาครูประจำการทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการบริหารจัดการโครงการ

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน (Blended learning) สำหรับโครงการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาครูประจำการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากเอกสารงานวิจัยต่างๆเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอน นวัตกรรมทางการศึกษา การจัดการศึกษาทางไกล การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษา และการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน (Blended learning)

4.2 จัดการสัมมนาผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาครูประจำการได้แก่ตัวแทนอาจารย์จากทั้ง 4 ภาควิชาที่มีการจัดโครงการนี้ จำนวน 10 ท่าน เพื่อนำเสนอประเด็นปัญหาและข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเบื้องต้น จากนั้นได้ร่วมกันระดมสมองในสร้างรูปแบบในการดำเนินการการจัดการเรียนการสอนโครงการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาครูประจำการ

4.3 สร้างแบบสอบถามที่จะใช้เก็บข้อมูล โดยนำรูปแบบในการดำเนินการการจัดการเรียนการสอนโครงการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาครูประจำการที่ได้จากการสัมมนามาสร้างเป็นแบบสอบถามความคิดเห็น ซึ่งแบ่งออกเป็น 9 ด้าน 43 คำถาม

4.4 ดำเนินการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาที่กำลังศึกษาในโครงการจาก 4 ศูนย์การเรียน จำนวน 65 คน โดยมีการบรรยายนำเสนอรูปแบบการดำเนินการในที่ประชุมก่อนแจกสอบถามความคิดเห็น

4.5 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาทำการวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยแบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็นค่าเฉลี่ยคะแนนต่ำสุดและสูงสุด 5 ระดับ

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการสัมมนากลุ่มของอาจารย์จากทั้ง 4 ภาควิชาที่มีการจัดโครงการนี้ จำนวน 10 ท่าน ได้รูปแบบในการดำเนินการการจัดการเรียนการสอนโครงการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาครูประจำการ ดังนี้

1) การประชาสัมพันธ์ จะต้องมีความร่วมมือกันระหว่างภาควิชาและวิทยาลัยเทคนิคที่เป็นศูนย์การเรียนทำการประชาสัมพันธ์ด้วยสื่อหลายรูปแบบ ได้แก่ การประชาสัมพันธ์ผ่านเว็บไซด์ จัดทำแผ่นป้ายคัทเอาท์ โปสเตอร์และแผ่นพับ รวมทั้งขอความร่วมมือจากสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา นอกจากนั้นจะมีการประชาสัมพันธ์ชี้แจงโครงการและตอบข้อซักถามที่วิทยาลัยเทคนิคที่เป็นศูนย์การเรียนตามวันเวลาที่กำหนด

2) การรับสมัคร ให้ผู้สนใจสามารถ Download ระเบียบการและใบสมัครได้จากเว็บไซด์ของภาควิชารวมทั้งสามารถกรอกใบสมัครทางเว็บไซด์หรือยื่นใบสมัครด้วยตัวเองที่ศูนย์การเรียนตามวันเวลาทีกำหนด ภาควิชาจะตรวจสอบคุณสมบัติของผู้สมัครและประกาศรายชื่อผู้มีสิทธิ์สอบทางเว็บไซด์ของภาควิชา

3) การสอบคัดเลือก ภาควิชาเป็นผู้ดำเนินการจัดสอบคัดเลือกขึ้นที่วิทยาลัยเทคนิคที่เป็นศูนย์การเรียน โดยการสอบสัมภาษณ์เพียงอย่างเดียว เพื่อดูความตั้งใจและความพร้อมของผู้เรียน ประกาศผลสอบทางเว็บไซด์ของภาควิชาและที่วิทยาลัยเทคนิคศูนย์การเรียน

4) การลงทะเบียนและปฐมนิเทศ การขึ้นทะเบียนนักศึกษาใหม่, การปฐมนิเทศ และการลงทะเบียนในภาคเรียนที่ 1 ดำเนินการที่ศูนย์การเรียนโดยอาจารย์และเจ้าหน้าที่จากภาควิชา การชำระค่าลงทะเบียนใช้วิธีการซื้อดราฟสั่งจ่ายในนามของมหาวิทยาลัย ตั้งแต่ภาคเรียนที่ 2 เป็นต้นไปการลงทะเบียนผ่านระบบ Internet การชำระค่าลงทะเบียนจะหักจากบัญชีของนักศึกษา

5) การจัดการเรียนการสอน ใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยเพื่อลดการเดินทางและค่าใช้จ่าย โดยผสมผสานการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนและ E-Learning ในสัดส่วนที่เหมาะสมตามลักษณะรายวิชา (วิชาทฤษฎี 20 : 80, วิชาปฏิบัติ 50 : 50) แต่ละภาคเรียนจะจัดการเรียน 4 รายวิชาพร้อมกัน อาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 รายวิชา และผู้บริหารศูนย์การเรียนจะเดินทางไปพร้อมกันในสัปดาห์แรกของการเรียนเพื่อชี้แจงรายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับการเรียนการสอนในแต่ละรายวิชา

- วิชาทฤษฎี หลังจากได้รับฟังการชี้แจงจากอาจารย์ผู้สอนแล้วสัปดาห์ที่ 2-6 ผู้เรียนจะต้องไปทำการศึกษาด้วยตนเองตามสื่อการสอนหรือแหล่งข้อมูลที่ผู้สอนกำหนด ในระหว่างนี้การติดต่อสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนรวมถึงการสั่งงานและส่งงานที่ได้รับมอบหมายจะดำเนินการผ่านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศของภาควิชา ในสัปดาห์ที่ 7 อาจารย์ผู้สอนจะเดินทางมาเพื่อให้ข้อมูลเพิ่มเติมพร้อมกับตอบข้อซักถามต่างๆและแนะนำเกี่ยวกับการสอบกลางภาค สัปดาห์ที่ 8 ผู้บริหารศูนย์การเรียนและเจ้าหน้าที่เดินทางมาเพื่อจัดการสอบกลางภาคทั้ง 4 รายวิชา จากนั้นระหว่างสัปดาห์ที่ 9-14 ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง สัปดาห์ที่ 15 อาจารย์ผู้สอนจะเดินทางมาเพื่อให้ข้อมูลเพิ่มเติมพร้อมกับตอบข้อซักถามต่างๆและแนะนำเกี่ยวกับการสอบปลายภาค สัปดาห์ที่ 16 ผู้บริหารศูนย์การเรียนและเจ้าหน้าที่เดินทางมาเพื่อจัดการสอบปลายภาค
- วิชาปฏิบัติ นอกเหนือจากการมาชี้แจงและให้ข้อมูลเพิ่มเติมเช่นเดียวกับรายวิชาทฤษฎีแล้วผู้สอนสามารถเดินทางไปที่ศูนย์การเรียนเพื่อทำการสอนเพิ่มเติมได้ตามความเหมาะสมแต่รวมแล้วไม่เกิน 50% ของเวลาเรียนทั้งหมด
- วิชาปัญหาพิเศษ การจัดทำปัญหาพิเศษจะดำเนินการในภาคเรียนที่ 4 หลังจากที่เรียนรายวิชาอื่นครบหมดแล้ว โดยภาควิชาจะจัดโครงการสัมมนาการจัดทำปัญหาพิเศษภายในมหาวิทยาลัย พร้อมกับการเข้ามาเยี่ยมชมของนักศึกษาในช่วงปิดภาคเรียน จากนั้นจัดการสอบหัวข้อปัญหาพิเศษที่ศูนย์การเรียน และให้นักศึกษาจัดการทำงานปัญหาพิเศษด้วยตนเองโดยอาจารย์ผู้ควบคุมจะเดินทางไปตรวจประเมินความก้าวหน้า 2 ครั้ง และเดินทางไปเพื่อสอบประเมินผลครั้งสุดท้ายอีก 1 ครั้ง

ในระหว่างการศึกษาด้วยตนเองเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความพร้อมของแต่ละคน ผู้สอนจะต้องจัดเตรียมสื่อการสอนต่างๆสำหรับให้ผู้เรียนได้เรียนโดยไม่จำกัดในเรื่อง

เวลาและสถานที่ โดยเฉพาะสื่อการสอนทางไกลผ่านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศบนเครือข่าย Internet ที่ทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน โดยจะต้องจัดเตรียมระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และโปรแกรมการจัดการระบบการเรียน LMS (Learning management system) ไว้รองรับ

6) การสั่งงานและส่งงาน ผู้เรียนแต่ละคนจะได้รับ E-mail Address ของตนเองและของอาจารย์ผู้สอน เพื่อใช้เป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสาร การสั่งงานและส่งงาน การซักถามข้อสงสัยกับผู้สอน นอกจากนั้นภาควิชาจะจัดทำห้องสนทนา online เพื่อใช้ในการสนทนากันระหว่างผู้เรียนด้วยกันและระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน

7) การวัดและประเมินผลการเรียน ใช้วิธีการสอบแบบเผชิญหน้าโดยภาควิชาจะจัดทำข้อสอบให้อาจารย์และเจ้าหน้าที่นำไปจัดการสอบที่ศูนย์การเรียนแล้วให้อาจารย์ผู้สอนทำการประเมินผลและประกาศผลทางเว็บไซต์ของภาควิชา

8) การสอบภาษาอังกฤษ จัดโครงการฝึกอบรมภาษาให้กับนักศึกษา โดยจัดฝึกอบรมแบบผสมผสานระหว่าง Face-to-Face กับ E-Learning โดยจัดการฝึกอบรมครั้งแรกที่ศูนย์การเรียน 3 วัน แล้วให้ผู้เรียนทำการศึกษาด้วยตนเองโดยใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นมีการจัดฝึกอบรมครั้งที่ 2 ที่ศูนย์การเรียนเป็นเวลา 2 วัน และให้ผู้เรียนเตรียมตัว 1 สัปดาห์จึงจัดการสอบที่ศูนย์การเรียน ประกาศผลสอบทางเว็บไซต์ หากไม่ผ่านนักศึกษาจะต้องเดินทางมาสอบใหม่ที่มหาวิทยาลัย

9) การสอบประมวลความรู้ จัดให้มีการติวก่อนสอบ 1 ครั้งที่ศูนย์การเรียนแล้วให้เวลาในการเตรียมตัว 1 สัปดาห์ จัดการสอบประมวลความรู้ข้อเขียนที่ศูนย์การเรียน จากนั้นอีก 1 สัปดาห์จัดการสอบประมวลความรู้ปากเปล่า ประกาศผลสอบทางเว็บไซต์ หากไม่ผ่านนักศึกษาจะต้องเดินทางมาสอบใหม่ที่มหาวิทยาลัย

5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการพัฒนารูปแบบการจัดการศึกษาของกลุ่มนักศึกษาในโครงการจำนวน 65 คน ใน 9 ด้าน 43 คำถาม ได้ผลสรุปดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบการจัดการศึกษา

ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม	Mean	S.D.	ความหมาย
1.ด้านการประชาสัมพันธ์	3.60	0.95	มาก
2.ด้านการรับสมัคร	4.09	0.81	มาก
3.ด้านการสอบคัดเลือก	4.16	0.80	มาก
4.ด้านการลงทะเบียนและปฐมนิเทศ	3.91	0.88	มาก
5.ด้านการจัดการเรียนการสอน	3.99	0.86	มาก
6.ด้านการสั่งงานและส่งงาน	3.98	0.95	มาก
7.ด้านการวัดและประเมินผลการเรียน	4.25	0.71	มาก
8.ด้านการสอบภาษาอังกฤษ	4.02	0.86	มาก
9.ด้านการสอบประมวลความรู้	4.37	0.72	มาก
รวมทุกด้าน	4.04	0.81	มาก

จากตารางที่ 1 ผลสรุปความคิดเห็นของกลุ่มนักศึกษาโครงการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาครูประจำการ ที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน (Blended learning) สำหรับโครงการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาครูประจำการ เห็นว่าการดำเนินการทุกด้านมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก($\overline{X}=$ 4.04) โดยด้านการสอบประมวลความรู้มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\overline{X}=$ 4.37) และด้านการประชาสัมพันธ์มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ($\overline{X}=$ 3.60)

6. สรุป

ในภาพรวมรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน (Blended learning) สำหรับโครงการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาครูประจำการที่นำเสนอมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนได้ แต่หากพิจารณาในรายละเอียดของคำถามเป็นรายข้อแล้วพบว่าในช่วงเวลาที่ผู้เรียนจะต้องไปทำการศึกษาด้วยตนเองตามสื่อการสอนหรือแหล่งข้อมูลที่ผู้สอนกำหนด และติดต่อสื่อสารกับผู้สอบโดยผ่านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ จะมีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ($\overline{X}=$ 3.57) ซึ่งอาจเป็นเพราะผู้เรียนส่วนหนึ่งยังมีความกังวลในการเรียนรู้ด้วยตนเอง และการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีสอดคล้องกับงานวิจัยของ Katherine Nora [10] ที่พบว่า ผลการเรียนจากเว็บไซต์เพื่อการศึกษา สัมพันธ์กับคะแนนก่อน

เรียน โดยนักเรียนที่มีผลการเรียนอ่อนจะไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนที่มีสภาพแวดล้อมแบบช่วยเหลือตนเอง ซึ่งเป็นรูปแบบของการเรียนผ่านอินเทอร์เน็ต และ Norman Dale [11] พบว่าบุคลิกเด่นของนักศึกษาที่มีอิทธิพลกับการเรียนทางอินเตอร์เน็ตคือความมีสมรรถวิสัยในการใช้คอมพิวเตอร์ (Computer Literacy skills) อย่างไรก็ตามการเรียนการสอนรูปแบบใหม่นี้จะมีคุณภาพและประสบความสำเร็จได้ อาจต้องพิจารณาสัดส่วนการผสมผสานให้มีความเหมาะสมกับแต่ละรายวิชา

7. บรรณานุกรม

[1] กระทรวงศึกษาธิการ. 2545. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ

[2] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545. แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ.๒๕๔๕-๒๕๕๙): ฉบับสรุป. สำนักนายกรัฐมนตรี

[3] มนต์ชัย เทียนทอง “Knowledge management for scaffolding system” http://202.44.34.144/kmit/file/km-1272552-16141.pdf

[4] ..... Blended Area. http://www.etutors-portal.net/portal-contents/blended

[5] เขมณัฏฐ์ อำนวยวรชัย และคณะ 2552 “Online -Learning และ Blended Learning” รายงานการศึกษา http://pirun.ku.ac.th/~g521765061/report1g2.pdf

[6] มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย สิงหาคม 2551 UTTC News http://www.utcc.ac.th/news/163/UTCC_Hybrid_Learning.htm

[7] Dziuban, Charles D., Joel L. Hardman, and Patsy D. Moskal. “Blended Learning”, ECAR Research Bulletin, 2004.

[8] P. Rovai and Hope M. Jordan. From the International Review of Research in Open and Distance Learning, August, 2004

[9] K. Hopper. Reasons to go hybrid. Distance Education Report, December 15, 2003,

[10] Katherine Nora, Blair. (2000). Evaluation of Web-based instruction in interior design education: A pilot study. MA Eastern Michigan University. (online) Available : http://wwwlib.umi.com/disertations/fullcit/1397955

[11] Norman Dale, Carter. (Aug 2000). Using the Internet as an educational tool in geography courses. CALIFORNAI STATE UNIVERSITY, FULLERTON. MA online (available) http://wwwlib.umi.com/disertations/fullcit/p1398784

การพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดม ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ

Personality characteristic student development of detudom technical college

อนันท์ งามสะอาด

ฝ่ายพัฒนาการศึกษา
วิทยาลัยเทคนิคเดชอุดม
Anan_dtec@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการสำหรับพัฒนาลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดม 2) เพื่อพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ 3) เพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดมระหว่างก่อนกับหลังการพัฒนาโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ กลุ่มตัวอย่าง เป็นคณะผู้บริหาร จำนวน 5 คน ครู จำนวน 51 คน เจ้าของสถานประกอบการ จำนวน 123 คน สำหรับนักศึกษาและผู้ปกครองคัดเลือกโดยการสุ่มอย่างง่าย กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางของ R.V.Krejcie และ D.W. Morgan ได้นักศึกษาจำนวน 328 คนผู้ปกครอง จำนวน 328 คนรวม 835 คน ระยะเวลาการวิจัย ระหว่างเดือน พฤษภาคม 2550 – มกราคม 2551 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม แบบประเมินโครงการ แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 5 ด้าน และแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สถิติที่ใช้ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที (t-test Dependent Samples) ผลการวิจัย มีดังนี้ 1) ผลการสนทนากลุ่ม ได้ “โครงการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ” ต้องพัฒนาและปรับปรุงมี 5 ด้าน คือ ความรับผิดชอบ ความมีวินัย ความมีน้ำใจต่อกัน ความมีมนุษยสัมพันธ์ และความรู้ทักษะวิชาชีพ พร้อมทั้งได้กำหนดตัวบ่งชี้ และเกณฑ์การประเมินตามระดับคุณภาพในแต่ละตัวบ่งชี้ อีกด้วย 2). ผลการดำเนินการโครงการพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทุกโครงการย่อยโดยประยุกต์ตามรูปแบบซิป (CIPP Model) คือ ด้านบริบทมีความเหมาะสมมาก ปัจจัยนำเข้า มีความพร้อมมาก กระบวนการมีการปฏิบัติมากและผลผลิตมีคุณภาพมาก ทั้ง 5 โครงการย่อย กลุ่มครูและนักศึกษา กลุ่มผู้ปกครองและเจ้าของ สถานประกอบการมีความพึงพอใจต่อการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก 3). ผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ก่อนและหลังการพัฒนา พบว่า พฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดมในภาพรวมก่อนและหลังการพัฒนาด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .10 โดยพฤติกรรมหลังการพัฒนาสูงกว่าก่อนการพัฒนา ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

คำสำคัญ: คุณลักษณะอันพึงประสงค์ การพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ แนวทางการพัฒนา

Abstract

A study on the Development of Desirable Characteristics of Detudom Technical College's Students with Integrative Learning Activities aimed to; 1) construct integrative learning activities to develop desirable characteristics of Detudom Technical College's students, 2) to develop desirable characteristics of Detudom Technical College's students with integrative learning activities, 3) to compare desirable characteristics of Detudom Technical College's students prior with after the integrative learning activities were implemented. Target group for development was 2,210 students. The population consisted of; 5 administrators, 51 teachers, 2,210 students, 2,210 parents and 123 entrepreneurs. Students and parents derived from simple random sampling.The size of the sampling group designated by using R.V.Krejcie and D.W. Morgan's table. The sampling group consisted of; 328 students, 328 parents, which was totally 835. The research in action during May 2007 to January 2008.Tools in the study consisted of; a recording form of team dialogue, a project assessment form, a five aspects of desirable characteristics assessment form, and a satisfaction assessment form on the development of desirable characteristics. Data was analyzed by processing package program. Statistics used in the study were; percentage, mean, stardard deviation and t-test dependent samples. Findings:1) A dialogue team released a project on the Devlopment of Desirable Characteristics of Detudom Technical College's Students with Integrative Learning Activities, which consisted needed to develop consisted of 5 aspects; responsibility, discipline, generosity, human relationship and vocational eduction skills. At the same time, indicators and criteria for assessment had been designated. 2)The results the outcomes of the assessment on the conduction of every project in the development of desirable characteristics had applied CIPP Model found that; on the context was in a high scale level of appropriateness, input necessity was in a high scale level of readiness, a process had been performed in a high scale level, and the outcomes earned high scale quality in all of the 5 subprojects. A group of teachers, a group of students, a group of parents and a group of entrepreneurs satisfied with the development of desirable characteristics of Detudom Technical College's students as a whole was in a high scale level. 3)The results of comparation on the development of Detudom Technical College; prior with after the project had been conducted found that; behaviors on desirable characteristics of Detudom Technical College's students as a whole were different statistically significant at the degree of freedomom of .01. This was in accordance with the consumption of the research that had been set forward.

Keyword: Personality characteristic student Development, Development, Integrative Instruction Activities, The methodo logies for development.

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากสภาพปัญหาที่พบ ประกอบกับผลการประเมินคุณภาพภายนอกของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษาและรายงานการตรวจประเมินคุณภาพภายในสถานศึกษา โดยศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ วิทยาลัยจึงได้ทำการสำรวจระดับคุณภาพของคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนา พบว่านักศึกษามีคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่เป็นที่พึงพอใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง วิทยาลัยจึงได้นำประเด็นปัญหารวมทั้งข้อเสนอแนะของการดำเนินงานและผลการสำรวจระดับคุณภาพของคุณลักษณะอันพึงประสงค์มาจัดประชุมสัมมนาและจัดสนทนากลุ่ม (Focus Group) ระดมความคิดเห็นของผู้บริหาร ครู นักศึกษาและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย สรุปประเด็นเกี่ยวกับการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดมได้ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านมีความรับผิดชอบ ด้านมีวินัย ด้านมีน้ำใจต่อกัน ด้านมีมนุษยสัมพันธ์และด้านมีความรู้ทักษะวิชาชีพ รวมทั้งกำหนดตัวบ่งชี้และเกณฑ์ของคุณลักษณะอันพึงประสงค์และแนวทางในการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษา

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการวิจัย การพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ โดยใช้หลักการมีส่วนร่วมและหลักการคุณภาพตามวงจรเดมมิ่ง (Deming Cycle) มาใช้ในกระบวนการวิจัยการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิค

เดชอุดมให้ตรงตามความต้องการ ของสถานประกอบการ ตลาดแรงงานเป็นที่ยอมรับของชุมชนและสังคมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการสำหรับพัฒนาลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดม

1.2.2 เพื่อพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดม ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดมระหว่างก่อนกับหลังการพัฒนาด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

พฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดม หลังการพัฒนาสูงกว่าก่อนการพัฒนา

2. วรรณกรรมและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 แนวทางการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์

แนวทางการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของคนในประเทศอังกฤษ แคนาดา เยอรมัน ญี่ปุ่นและเวียดนาม ที่สำคัญมีดังนี้

2.1.1 แนวทางการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของคนในประเทศอังกฤษ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2546) ประเทศอังกฤษได้ให้ความสำคัญของการศึกษาว่าเป็นศูนย์กลางของการพัฒนาเปิดโอกาสให้ทุกคนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยครูต้องกำหนดงานหรือภารกิจหรือบทเรียนที่ท้าทายและเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เพื่อตอบสนองความต้องการของนักเรียนที่มีความหลากหลาย จะต้องหาทางเอาชนะอุปสรรคในการเรียนรู้และการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน แนวทางการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่สำคัญ ได้แก่

2.1.2 เป้าหมายทางด้านสติปัญญาและทักษะความสามารถคุณสมบัติ ที่ต้องการให้เกิดขึ้น คือ นิสัยรักการเรียนและผูกพันกับการเรียนรู้ ความมั่นใจในตนเองที่จะเรียนรู้อย่างอิสระและโดยความร่วมมือกับผู้อื่น ทักษะด้านการอ่านออกเขียนได้ คิดเลขเป็น ความรู้และทักษะด้านเทคโนโลยีการสื่อสาร สามารถคิดอย่างมีเหตุผลและแสวงหาความจริงความเข้าใจเห็นคุณค่ามรดกทางวัฒนธรรม ศีลธรรม สังคมและจิตใจ (ศาสนา) ของท้องถิ่น ยุโรปและโลกกว้างซาบซึ้งในสุนทรีย์และคุณค่าของศิลปะ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและความสำเร็จจากอดีตถึงปัจจุบัน พัฒนาให้คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดอย่างพินิจพิเคราะห์มีความเป็นผู้นำและมีวิถีชีวิต ที่ถูกสุขอนามัย ปลอดจากสิ่งเสพติด

2.1.3 ระดับของบุคลิกภาพและคุณสมบัติส่วนบุคคล คุณลักษณะสำคัญ คือ ให้นักเรียนรู้จักใช้รู้จักผิดชอบชั่วดี เข้าใจในวัฒนธรรมและลัทธิความเชื่อถือของตนและ ของผู้อื่น ให้นักเรียนเข้าใจคุณค่าที่แท้จริงของชีวิต ให้มีความซื่อสัตย์สุจริต ให้มีความเป็นตัวของตัวเองให้เป็นพลเมืองที่มีความรับผิดชอบและช่วยสร้างความยุติธรรมในสังคม เกิดความตระหนักในความสำคัญของสิ่งแวดล้อมและผูกพันกับการพัฒนาที่ยั่งยืน ส่งเสริมให้เกิดความเคารพตนเองและผู้อื่น ส่งเสริมให้เกิดสุขภาพของอารมณ์ มีความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่น ช่วยให้นักเรียนกล้าเผชิญกับสิ่งท้าทาย จัดการกับความเสี่ยงและเผชิญกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงและเลวร้ายได้

2.1.4 แนวทางการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ประเทศแคนาดา (ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาพลังแผ่นดินเชิงคุณธรรม, 2549) ประเทศแคนาดา มีประชากร ประกอบด้วยพลเมืองที่มาจากต่างชาติพันธุ์ ต่างศาสนาและต่างวัฒนธรรม จนถูกเรียกว่าเป็นดินแดนของผู้อพยพ (A Country of Immigrants) แต่ประชากรเหล่านี้กับไม่รู้สึกถึงความแปลกแยก ไม่มีความขัดแย้งและอัตราการเกิดอาชญากรรมน้อยที่สุดประเทศหนึ่ง เพราะการวางรากฐานทางด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ มีการดำเนินการอย่างเป็นระบบ มีความต่อเนื่อง สอดคล้องเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คุณธรรมจริยธรรมที่เป็นลักษณะเด่น ได้แก่ ความเสมอภาค ความเท่าเทียมกัน การเป็นบุคคล ที่มีเกียรติและศักดิ์ศรี การเป็นคนมีวินัย การเป็นบุคคลที่มีเหตุผล มีความอดทน และอดกลั้น ต่อการความใช้ความรุนแรง การให้ความสำคัญและใส่ใจในสิ่งแวดล้อมการใฝ่รู้และความเชื่อในคุณค่าของการศึกษาและสังคมแห่งความรู้ การให้คุณค่าต่อสุขภาพและ ความมั่นคงปลอดภัยในชีวิต

2.1.5 แนวทางการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ประเทศญี่ปุ่น (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2546) ประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศแรกในเอเชียที่สามารถพัฒนาประเทศเจริญรุ่งเรืองเท่าเทียมกับประเทศในยุโรปและสหรัฐอเมริกา แม้มีเนื้อที่เพียงร้อยละ 70 ของประเทศไทยและมีขนาดเล็กกว่าสหรัฐอเมริก 25 เท่า เป็นประเทศที่ขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญในการพัฒนา เนื่องจากญี่ปุ่นให้ความสำคัญอย่างมากกับการพัฒนา

คนจึงทำให้คนญี่ปุ่นเป็นคนที่มีประสิทธิภาพซึ่งคุณลักษณะที่สำคัญ ได้แก่ ความตรงต่อเวลา ความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย การทำงานอย่างกระตือรือร้น ความสะอาดเป็นระเบียบ การอ่อนน้อมถ่อมตน ไม่พูดโอ้อวด ความซื่อสัตย์สุจริต ไม่คดโกง จงรักภักดี ระลึกบุญคุณ ประหยัดรู้คุณค่าของเงิน สิ่งของและเครื่องใช้ต่าง ๆ พิถีพิถันใส่ใจในรายละเอียด แยกแยะเรื่องส่วนตัวและความรับผิดชอบในหน้าที่ การทำงานเป็นทีมใช้ชีวิตรวมกลุ่ม

2.1.6 แนวทางการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของประเทศเวียดนาม (ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาพลังแผ่นดินเชิงคุณธรรม, 2549) คนเวียดนามมีเอกลักษณ์ที่เด่นชัด ในเรื่องความรักประเทศชาติ เรียนเก่ง ทำงานเก่ง มีวินัยดี ซื่อสัตย์ กล้าหาญ เพราะได้รับการปลูกฝัง คุณธรรมจริยธรรม เป็นกระบวนการต่อเนื่องตั้งแต่เด็ก โดยสอดแทรกอยู่ในคำสอนของผู้อาวุโสและยึดถือเป็นหลักในการดำรงชีวิต ได้แก่ ขยันและอดทน รักชาติ รักการศึกษาเล่าเรียน ยึดถือความกตัญญูกตเวที ต่อผู้มีพระคุณ

จากการศึกษาการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์กล่าวได้ว่าประเทศที่ได้รับ การยอมรับว่าประชาชนมีคุณภาพ จะได้รับการถ่ายทอดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ผ่านการกล่อมเกลาทางสังคม (Socialization) วัฒนธรรม คุณธรรม และความรู้ความสามารถอย่างต่อเนื่อง

2.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาอาชีวศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2545) ได้กำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์พร้อมพฤติกรรมบ่งชี้ของนักศึกษาอาชีวศึกษาดังนี้

2.2.1 ความรับผิดชอบ พฤติกรรมบ่งชี้ ประกอบด้วย เตรียมความพร้อมในการเรียน ทำงานเสร็จตามกำหนดและร่วมรับผิดชอบงานกลุ่ม

2.2.2 ความมีวินัย พฤติกรรมบ่งชี้ ประกอบด้วย ตรงต่อเวลา แต่งกายถูกต้องตามระเบียบ ข้อตกลง และรักษาสมบัติของส่วนรวม

2.2.3 ความมีมนุษยสัมพันธ์ พฤติกรรมบ่งชี้ ประกอบด้วย แสดงกิริยาเป็นมิตร ต่อผู้อื่นพูดจาสุภาพและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2.2.4 ความซื่อสัตย์สุจริต พฤติกรรมบ่งชี้ ประกอบด้วย ไม่นำผลงานของผู้อื่น มาแอบอ้างเป็นของตนเองและไม่ทุจริตในการทดสอบ/สอบ

2.2.5 ความเชื่อมั่นในตนเอง พฤติกรรมบ่งชี้ ประกอบด้วย กล้าแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลและกล้าทักท้วงในสิ่งที่ไม่ถูกต้อง/เสนอตัวเข้าแข่งขัน หรือทำงานท้าทาย

2.2.6 การประหยัด พฤติกรรมบ่งชี้ ประกอบด้วยใช้วัสดุถูกต้องและเหมาะสมกับการปิดไฟ/ปิดน้ำทุกครั้งที่เลิกใช้

2.2.7 ความสนใจใฝ่รู้ พฤติกรรมบ่งชี้ ประกอบด้วย ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และซักถามปัญหาข้อสงสัย

2.2.8 ความกตัญญูกตเวที พฤติกรรมบ่งชี้ ประกอบด้วย มีสัมมาคารวะต่อครู อย่างสม่ำเสมอ

2.2.9 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ พฤติกรรมบ่งชี้ ประกอบด้วย คิดสิ่งใหม่ ๆ ที่เกิดประโยชน์และมีความคิดหลากหลายในการแก้ปัญหา

2.2.10 การพึ่งตนเอง พฤติกรรมบ่งชี้ ประกอบด้วย แก้ปัญหาเฉพาะหน้า และทำงานที่ได้รับมอบหมายได้ด้วยตนเอง

2.2..11 ละเว้นสิ่งเสพติด พฤติกรรมบ่งชี้ ประกอบด้วย ไม่สูบบุหรี่ ไม่ดื่มสุรา ของมึนเมาและไม่เสพสิ่งเสพติดอื่น ๆ

2.2.12 ความอดกลั้น พฤติกรรมบ่งชี้ประกอบด้วย มีสติและสามารถควบคุมอารมณ์ได้ดี

2.2.13 ความสามัคคี พฤติกรรมบ่งชี้ ประกอบด้วย ไม่ทะเลาะวิวาทและร่วมมือในการทำงาน

2.2.14 ความปลอดภัย พฤติกรรมบ่งชี้ ประกอบด้วย ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยต่อตนเอง ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยต่อผู้อื่นและปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยต่อส่วนรวม

จากการศึกษาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาอาชีวศึกษาดังกล่าวเป็นคุณลักษณะรวมของนักศึกษาอาชีวศึกษาทั่วไป เพื่อให้สถานศึกษามีเป้าหมายในการผลิตกำลังคน ที่สอดรับกับความต้องการของตลาดแรงงานและสถานประกอบการเป็นที่ยอมรับของชุมชนและสังคม

2.3 กิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (Integrated Learning Activities)

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2550) ได้กล่าวถึงกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการไว้ว่า Integrated Learning Program (ILP) หรือProgram for Intergrated Learning (PIL) หรือ Integrated Learning Strategy (ILS) โดยทั่วไปเป็นโปรแกรมหรือกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมกับการเรียนการสอนที่ใช้บรรยายเป็นหลัก (Lecture – Based Curriculum) สำหรับ Intergrated Learning Program

ของ Lingnan University ได้เริ่มใช้ในปี ค.ศ. 2001–2002 โดยมีจุดมุ่งหมายและโปรแกรมต่าง ๆ จะช่วยเติมกระบวนการเรียนรู้ ช่วยเสริมสร้างวิธีคิด การตัดสินใจและยังช่วยให้นักศึกษาปรับตัวให้อยู่ร่วมกับผู้อื่นได้ และที่สำคัญช่วยจุดประกาย (Inspired) วิธีคิดแบบ Critical Thinking รวมทั้งขยายโลกแห่งการเรียนรู้เรื่องวัฒนธรรมด้วย (อ้างถึงใน อำนาจ อยู่สุข และ สุภาพ ณ นคร, 2550)

มหาวิทยาลัยหลิงหนาน ฮ่องกง เป็นมหาวิทยาลัยที่มีชื่อเสียงในด้านการจัดการศึกษาของระบบ ILP ได้ประยุกต์การบริหารจัดการในหน่วยงาน องค์กร กิจกรรมนักศึกษา หรือนำไปจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่ผสมผสานระหว่างการให้ความรู้ทางวิชาการ (Academic) และการพัฒนาทักษะชีวิต (Life Skill) ได้

ข้อสรุป หลักการบริหารจัดการของระบบ ILP ดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์

ในสถานศึกษามี 3 แนวทาง ดังนี้

1. การใช้ระบบ ILP ในองค์กร/หน่วยงานกิจกรรมพัฒนาโดยตรง 2. การจัดทำหลักสูตรพิเศษ ในรายวิชาศึกษาทั่วไป (General Education Counses) 3. การประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชา โดยผสมผสานระหว่างการให้ความรู้ทางวิชาการ (Academic) และการพัฒนาทักษะชีวิต (Life Skills) ของนักศึกษา

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พรรณี หงส์พันธ์ (2546) ได้ศึกษาเรื่อง คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียนโรงเรียนกีฬา จังหวัดขอนแก่น ผลการวิจัยพบว่า 1) ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียนโรงเรียนกีฬาจังหวัดขอนแก่น ทั้ง 18 มาตรฐาน โดยภาพรวมมีความจำเป็นต้องเน้นอยู่ในระดับปานกลาง 2) ความคิดเห็นของครูผู้สอนและผู้ปกครอง เกี่ยวกับคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียนโรงเรียนกีฬาจังหวัดขอนแก่น ที่มีความจำเป็นต้องเน้นและพัฒนาผู้เรียนไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รัชวิทย์ เมธีโชติเศรษฐ์ (2543) ได้ศึกษาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้สำเร็จการศึกษาช่างอุตสาหกรรมระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ตามความต้องการของสถานประกอบการในจังหวัดลำปาง ผลการวิจัยพบว่า คุณลักษณะอันพึงประสงค์สถานประกอบการ มีความต้องการมากเรียงลำดับความต้องการ คือ ด้านความรับผิดชอบ ด้านความมีวินัยในตนเอง ด้านมนุษยสัมพันธ์ ด้านความผูกพันและด้านความรู้และทักษะวิชาชีพ และเปรียบเทียบคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้สำเร็จการศึกษาช่างอุตสาหกรรม (ระดับ ปวส.) ตามความต้องการของสถานประกอบการในจังหวัดลำปาง จำแนกตามประสบการณ์การทำงาน พบว่า มีค่าเฉลี่ย ความต้องการคุณลักษณะอันพึงประสงค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ส่วนผู้มีสถานะต่างกัน วุฒิการศึกษาต่างกัน อายุต่างกัน และจำนวนพนักงานในสถานประกอบการต่างกัน มีค่าเฉลี่ยความต้องการคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้สำเร็จการศึกษาช่างอุตสาหกรรม (ระดับ ปวส.) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผู้วิจัย ซึ่งเป็นผู้บริหารและรับผิดชอบโดยตรงมีความมุ่งมั่นอย่างแรงกล้า ที่จะพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดม เพื่อตอบสนองนโยบายของรัฐบาล และเป้าหมายการจัดการศึกษาตามหลักสูตรของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาและยกระดับคุณภาพนักศึกษาอาชีวศึกษาให้เป็นที่ต้องการของตลาดแรงงานต่อไป

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กลุ่มเป้าหมายหลักในการพัฒนา นักศึกษา จำนวน 2,210 คน กลุ่มเป้าหมายร่วมในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือคณะผู้บริหาร ครู นักศึกษา ผู้ปกครอง เจ้าของสถานประกอบการ รวมจำนวน 835 คน และกลุ่มเป้าหมายร่วมในการสนทนากลุ่ม คือคณะผู้บริหาร ครู ผู้ปกครอง และเจ้าของสถานประกอบการ รวมจำนวน 18 คน

3.2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โครงการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษา ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (โครงการย่อย 5 โครงการ) แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 5 ประการ แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม แบบประเมินโครงการและแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ตามขั้นตอนกระบวนการวิจัย

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำเร็จรูป ค่าสถิติที่ใช้ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที (t-test Dependent Samples)

4. ผลการวิจัย

1. ผลการสนทนากลุ่ม ได้ "โครงการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษา วิทยาลัยเทคนิคเดชอุดมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ" ประกอบด้วย 5 โครงการย่อย เนื่องจากคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่วิทยาลัยเทคนิคเดชอุดมต้องพัฒนาและปรับปรุงมี 5 ด้าน คือ ความรับผิดชอบ ความมีวินัย ความมีน้ำใจต่อกัน ความมีมนุษยสัมพันธ์ และความรู้ทักษะวิชาชีพ พร้อมทั้งได้กำหนดตัวบ่งชี้ และเกณฑ์การประเมินตามระดับคุณภาพในแต่ละตัวบ่งชี้ อีกด้วย

2. ผลการดำเนินการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ ผลการประเมินผลการดำเนินการโครงการพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทุกโครงการย่อยโดยประยุกต์ตามรูปแบบซิป (CIPP Model) คือ ด้านบริบทมีความเหมาะสมมาก ปัจจัยนำเข้า มีความพร้อมมาก กระบวนการมีการปฏิบัติมาก และผลผลิตมีคุณภาพมาก ทั้ง 5 โครงการย่อย กลุ่มครูและนักศึกษา กลุ่มผู้ปกครองและเจ้าของ สถานประกอบการมีความพึงพอใจต่อการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เช่นเดียวกัน ในการวิจัยเกิดผลงานเชิงประจักษ์ของสถานศึกษา โดยผลของโครงการทำให้นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดมได้รางวัลชนะเลิศและเชิดชูเกียรติรวม 7 รายการ เป็นรางวัลระดับชาติ ระดับภาค ระดับจังหวัด ผู้บริหารได้รับรางวัล 6 รางวัล ผู้วิจัยได้รับ 3 รางวัล ครูผู้เกี่ยวข้องได้รับ 6 รางวัล นอกจากนั้นการดำเนินงานวิจัยได้สร้างและพัฒนา แฟ้มสะสมงาน (Portfolio) ของนักศึกษารายบุคคล และระบบสารสนเทศการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ สำเร็จในขั้นการปรับปรุงงาน

3. ผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ก่อนและหลังการพัฒนา พบว่า พฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดมในภาพรวมก่อนและหลังการพัฒนาด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า พฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยพฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดมหลังการพัฒนาสูงกว่าก่อนการพัฒนา ผลการเปรียบเทียบในแต่ละด้าน พบดังนี้ พฤติกรรมด้านความรับผิดชอบ ด้านความมีวินัย ด้านความมีน้ำใจต่อกัน ด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ และด้านความรู้ทักษะวิชาชีพก่อนและหลังการพัฒนาทุกข้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยพฤติกรรมหลังการพัฒนาสูงกว่าก่อนการพัฒนา ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5. เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 พร้อมกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องและพระราชบัญญัติ

[2] กระทรวงศึกษาธิการ. (2548). การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

[3] กรมวิชาการ. (2545). แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.

[4] พรรณี หงส์พันธ์. (2546). การศึกษาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียนโรงเรียนกีฬาจังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[5] ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2550). "การจัดการความรู้: วิถีการเรียนรู้สู่การบริการด้วยหัวใจความเป็นมนุษย์." เอกสารประกอบการบรรยาย. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
อักษรเจริญทัศน์.

[6] รัชวิทย์ เมธีโชติเศรษฐ์. (2543). คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้สำเร็จการศึกษาช่างอุตสาหกรรมระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ตรงตามความต้องการของสถานประกอบการในจังหวัดลำปาง. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[7] ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาพลังแผ่นดินเชิงคุณธรรม. (2549). โครงการสร้างคุณลักษณะที่ดีของเด็กและเยาวชนไทย. กรุงเทพฯ:

[8] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.(2545). คุณธรรมจริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้สำเร็จการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ.

[9] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2546). รายงานการติดตามและการศึกษาด้านการบริหารและจัดการศึกษาเมื่อสิ้นสุดปี 2547 ประเมินผลการปฏิรูป. [ม.ป.ท. ม.ป.พ.].

[10] อำนาจ อยู่สุข และสุขภาพ ณ นคร. (2550). "Integrated Learning Program (ILP) กับการผลิตบัณฑิตแบบองค์รวม." วารสารศึกษาทั่วไป. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์: กรณีศึกษากลุ่มวัยรุ่นชาย

Alcohol Drinking Behavior: The Case Study of Male Teenager Group

สุริยัน อ้นทองทิม

กลุ่มงานศึกษาทั่วไป
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
auyzzz@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง พฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของกลุ่มวัยรุ่นชาย จำนวน 8 คน เป็นการศึกษารายกรณีมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของกลุ่มวัยรุ่นชาย เป็นการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการสังเกตแบบมีส่วนร่วม สัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ผู้วิจัยได้นำแนวความคิดทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมมาทำความเข้าใจถึงการตัดสินใจในการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของกลุ่มวัยรุ่นชายกลุ่มนี้ จากการศึกษาพบว่า กลุ่มวัยรุ่นชายตัดสินใจดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เพราะต้องการยอมรับในกลุ่มเพื่อน อยากได้รับการยกย่องจากกลุ่มเพื่อน รวมไปถึงเป็นการแสดงที่บ่งบอกถึงความเป็นผู้ชายและความเป็นผู้ใหญ่ โดยอยู่ภายใต้ทัศนคติและค่านิยมทางบวกกับการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ว่าเป็นสิ่งที่วัยรุ่นให้การยอมรับเป็นการเข้าสังคมและแอลกอฮอล์ทำให้พวกเขามีเพื่อนต่างกลุ่มรวมไปถึงมีเพื่อนต่างเพศมากขึ้น ทั้งนี้ภายในครอบครัวของกรณีศึกษาแต่ละคนจะมีพ่อหรือแม่ หรือทั้งพ่อและแม่ที่ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เมื่อทราบว่าลูกของตนดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์นั้นก็มิได้แสดงให้ลูกเห็นว่าการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เป็นสิ่งที่ผิดและห้ามทำอีก หากแต่เป็นการกระทำในเชิงยอมรับกับการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของลูก โดยยอมที่จะให้ลูกดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ภายใต้สภาพการณ์ที่พ่อแม่สามารถดูแลได้

Abstract

The research on alcohol drinking behavior of the 8 male teenagers had employed case study approach aiming at investigating the alcohol drinking behavior of the male teenagers. Qualitative data were collected using participant observation, construction interview, The research had used social learning theory as the conceptual framework to try to understand the alcohol drinking behavior of the male teenagers. It was found that the teenagers decided to take the drink mixed with alcohol because they had wanted to gain acceptance and recognition from their friends including the feeling that such behavior was the sign of manhood and adulthood. Such need was influenced by positive attitude and values towards alcohol drinking widely accepted by the teenagers. They needed to be part of the circle and alcohol drinking opened for them to have friends from other circles including friends of opposite gender. Regarding family background, these teenagers came from the family with one or both parents had drunk alcohol. Having learned their children drinking, these parents had not let their children know it was wrong doing nor warned them no longer doing it.

Instead, the parents seemingly expressed sign of accepting their children's drinking behavior. The parents had allowed their children to drink in the environment controllable by the parents.

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

แอลกอฮอล์ก็เป็นสิ่งเสพติดชนิดหนึ่งที่นิยมกันมากทั่วโลก การบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ก็เป็นการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมอย่างหนึ่ง ที่ส่งผลต่อปัญหาสุขภาพและสังคมอย่างรุนแรงโดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาวัยรุ่นกับเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ซึ่งนับเป็นปัญหาหนึ่งของสังคมไทยในขณะนี้ [1] การดื่มสุรายังมีปัญหาอื่นตามมาคือ การทะเลาะวิวาท รวมถึงก่อคดีอุกฉกรรจ์ ซึ่งสังคมไทยยังไม่สามารถจัดการกับปัญหาเหล่านี้ได้ โดยเฉพาะกลุ่มวัยรุ่นที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์จนขาดสตินั้นจะนำพาไปสู่พฤติกรรมอื่น เช่น การติดยาเสพติด พฤติกรรมเชิงชู้สาว ทั้งลวนลาม ละเมิดทางเพศ หรือการมีเพศสัมพันธ์ที่ไม่ปลอดภัย [2]

จากข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มี ผลกระทบต่อกลุ่มวัยรุ่นมีมากมาย และจะก่อให้เกิดปัญหาติดตามมาในอนาคต โดยการศึกษาวิจัยนี้จะเน้นการศึกษาถึงพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของกลุ่มวัยรุ่นชายโดยเฉพาะ ทั้งนี้เพื่อให้สังคมได้รับรู้ถึงความเป็นจริงที่เกิดขึ้นกับวัยรุ่นในสังคม รวมไปถึงพฤติกรรมที่แท้จริงในการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ อันจะนำไปสู่การเข้าใจในปัญหา พร้อมทั้งนำไปเป็นแนวทางแก้ไขต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของวัยรุ่นชาย

2. เพื่อศึกษา เจตคติ ความรู้สึกนึกคิด ลักษณะการดำรงชีวิตผ่านมุมมองอีกด้านหนึ่งของวัยรุ่นในการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เพื่อนำเสนอตีแผ่งานเพื่อให้สังคมได้ตระหนักและหาแนวทางในการป้องกันเด็กและเยาวชนที่มีแนวโน้มในการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มากขึ้น

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อทราบถึงพฤติกรรมที่แท้จริง ของวัยรุ่นที่ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์

2. เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาเป็นข้อมูลพื้นฐานไปใช้ในการวางแผนการแนะแนวในการจัดการชีวิตและสังคมในโลกปัจจุบัน ซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจต่อสังคมถึงวิธีคิด และการดำเนินชีวิตของวัยรุ่นที่มีพฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์ต่อไป

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ประกิจ[3] ปัจจัยที่มีผลต่อการดื่มแอลกอฮอล์ของวัยรุ่นจังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่าพฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์ของกลุ่มเพื่อนสนิทรวมไปถึงการรับอิทธิพลจากสื่อโฆษณา รวมไปถึงเพศ ทัศนคติ เพศ และเพื่อนสนิทโดยได้รับอิทธิพลจากสื่อโฆษณา [4] รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของนักเรียนอาชีวศึกษาชาย ในกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่าการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เป็นการดื่มเพื่อการสังสรรค์ทางสังคม ยกตัวอย่างเช่น มีการดื่มเป็นกลุ่ม ดื่มตามการชักชวนของเพื่อน และนิยมดื่มกันมากเป็นพิเศษในโอกาสต่างๆ อีกประการหนึ่งที่สำคัญคือ ความพึงพอใจในราคา และทัศนคติ ก็มีส่วนสัมพันธ์ในการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของวัยรุ่นกลุ่มนี้ [5] และผลกระทบของสุราในฐานะเป็นปัจจัยร่วมการเกิดปัญหาความรุนแรงใน ครอบครัว ของมูลนิธิเพื่อนหญิงโดยทำการศึกษาตั้งแต่ปี 2546พบว่าการดื่มสุรา หรือเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์เป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าใช้จ่ายในครอบครัวเพิ่มขึ้น ทำให้ขาดสติในการควบคุมอารมณ์ รวมทั้งก่อให้เกิดการทะเลาะวิวาทในครอบครัว

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ในกลุ่มวัยรุ่นชายโดยศึกษา ความรู้สึกนึกคิด เจตคติ วิถีชีวิตรวมไปถึงปัจจัยต่างๆที่เป็นสาเหตุและเป็นอิทธิพลของกลุ่มวัยรุ่นชายที่ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ โดยใช้วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 8 คน และเก็บข้อมูลโดยการสังเกตแบบมีส่วนร่วม และการสัมภาษณ์

3.1 ขอบเขตและกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชาย จำนวน 8คน โดยเป็นนักศึกษาชายที่มีพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เป็นประจำ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงรายในการศึกษาวิจัยเป็นการศึกษาเฉพาะกลุ่มกรณีเท่านั้น

3.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ในการเลือกศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์นั้น ผู้วิจัยมีความมั่นใจว่าจะสามารถเข้าถึงกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้ โดยผู้วิจัยได้มีโอกาสรู้จักกับนักศึกษาชายกลุ่มนี้เป็นเวลาร่วมเกือบ1ปีเนื่องจาก กลุ่มตัวอย่างอยู่หอพักใกล้กับบ้านผู้วิจัยอาศัยอยู่ และพบกันเป็นประจำอยู่เสมอ

จากการศึกษาผู้วิจัยเริ่มระบุตัวของบุคคลที่ศึกษาเป็นคนแรกได้แล้ว นำไปสู่การขยายกลุ่มเป้าหมายในการศึกษา โดยผู้วิจัยใช้เวลาคลุกคลีกับกลุ่มเป้าหมายที่ มีการนัดกลุ่มรับประทานอาหาร รวมถึงการเที่ยวตามสถานบันเทิงในจังหวัดเชียงราย เพื่อการสร้างความคุ้นเคยและเป็นส่วนหนึ่งในกลุ่มทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความไว้วางใจตลอดจนสามารถพูดคุย บอกกล่าวเรื่องราวเกี่ยวกับกลุ่มได้อย่างเปิดเผยตัว โดยที่ตัวผู้วิจัยเองได้เปิดเผยกับกลุ่มนักศึกษากลุ่มนี้ว่าตัวผู้วิจัยมีความสนใจและอยากจะศึกษาเกี่ยวกับกรณี ซึ่งกลุ่มเป้าหมายยินดีที่ให้นำเสนอเรื่องราวเพื่อเป็นกรณีตัวอย่างให้สังคมตระหนักถึงปัญหานี้อย่างแท้จริง

3.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำระเบียบวิธีการศึกษาเชิงคุณภาพ ซึ่งเป็นระเบียบวิจัยที่มีความสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ โดยจะใช้การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกตอย่างมีส่วนร่วม การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เพื่อทำให้เข้าใจปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งเน้นความสำคัญกับการเชื่อมโยง ข้อมูลจากการสังเกตตลอดจนทำให้ข้อมูลเชิงประจักษ์นำไปสู่ข้อเสนอเชิงสังเกตอย่างต่อเนื่อง จึงมีความจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการรวบรวมข้อมูลพฤติกรรม ไม่ว่าจะเป็นคำพูด การสนทนา ท่าทีที่เปิดเผย หรือพฤติกรรมที่พยายามปกปิด และพยายามใช้ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมที่เป็นปรากฏการณ์ เพื่ออธิบายพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมายอย่างถูกต้องตามความเป็นจริงจากจุดยืนภายในโลกของกลุ่มเป้าหมาย

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บรวบรวมข้อจากกรณีศึกษาทั้ง8คนเป็นระยะเวลา6เดือนทำให้ได้ข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับกรณีศึกษาทั้งในเรื่องชีวิตส่วนตัว ความรู้สึกนึกคิด เจตคติลักษณะพฤติกรรมการดำรงชีวิต และการตัดสินใจในการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์

กลุ่มกรณีศึกษาชื่อ เอ แต่ ต่อ อู๋ ตู่ ต้น สัน เคน เป็นนักศึกษาชายที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับอุดมศึกษา จังหวัดเชียงรายโดยรอบสถานศึกษาเป็นชุมชนที่มีผู้คนอยู่อย่างหนาแน่นมีร้านอาหาร รวมไปถึงบ้านพักอาศัย โรงแรม และหอพักอยู่ในบริเวณใกล้เคียง

5. สรุปภาพรวมของกลุ่มกรณีศึกษา

ภาพรวมของกลุ่มกรณีศึกษาเหมือนเด็กวัยรุ่นทั่วไปโดยแต่ละคนมีความอยากรู้อยากเห็นและอยากเป็นที่ยอมรับของเพื่อนในกลุ่มที่ตนเองนั้นเป็นสมาชิกอยู่ โดยบุคลิกภาพของแต่ละคนก็มีความแตกต่างกันออกไปแต่ทุกคนก็มีความจริงใจมีความสามัคคีภายในกลุ่มเป็นอย่างดี

ครอบครัวของแต่ละคน เอ ต่อและเคน จัดว่าเป็นครอบครัวที่สมบูรณ์แบบพ่อแม่ให้ความรักเอาใจใส่เป็นอย่างดี ตู่ ต้น และแตถือว่าครอบครัวมีฐานะปานกลางการเอาใจใส่ของพ่อแม่ถือว่าดีพอใช้ส่วนอู๋ สัน ฐานะทางบ้านถือว่าปานกลางโดยขาดความเอาใจใส่จากครอบครัว กรณีศึกษาบางคนเช่น อู๋ สัน และแตถึงแม้จะขาดการเอาใจใส่จากครอบครัวบ้างแต่ทั้งสองคนก็ไม่เคยสร้างความเดือดร้อนให้ครอบครัว

ความรักและประสบการณ์ทางเพศของกลุ่มกรณีศึกษาทุกคนล้วนแต่มีความรักและมีประสบการณ์ทางเพศและทุกคนให้เหตุผลตรงกันว่าเป็นเรื่องธรรมดาของผู้ชายบางคนเช่นตู่ สัน และแต ถือว่ามีประสบการณ์ด้านความรักและทางเพศน้อยกว่าเพื่อนคนอื่นในกลุ่ม อู๋ เคนและเอจัดว่ามีความรักและประสบการณ์ทางเพศรวมไปถึงชอบที่จะจีบผู้หญิงหลายคนในเวลาเดียวกัน โดยให้เหตุผลว่าเป็นเรื่องที่ท้าทาย ตื่นเต้น ระยะหลังต่อก็เริ่มมีพฤติกรรมและความคิดเช่นเดียวเหมือน อู๋และเอ

แต่กรณีศึกษาทุกคนมีการป้องกันตนเองขณะมีเพศสัมพันธ์โดยทุกคนให้เหตุผลว่ากลัวโรคเอดส์ อู๋จะเป็นคนที่คอยให้ความรู้เกี่ยวกับประสบการณ์ความรักรวมไปถึงประสบการณ์ทางเพศให้กับเพื่อนๆในกลุ่ม

ลักษณะนิสัยของแต่ละคน อู๋ เอและต้นเป็นคนที่มีมนุษย์สัมพันธ์ดีมากชอบพูดคุยและสร้างเสียงหัวเราะให้กับเพื่อนๆมีลักษะเป็นผู้นำมีความมั่นใจในตนเอง ใจร้อนบ้างเป็นบางครั้งกล้าได้กล้าเสียชอบเสี่ยงชอบความตื่นเต้นท้าทาย ต่อ สันและแตชอบมีโลกส่วนตัวพูดไม่ค่อยมากไม่ค่อยมีความมั่นใจในตนเองทั้งที่ต่อนั้นจัดว่ามีบุคลิกที่ดีมาก ส่วนแตและสันจัดว่ามีบุคลิกภาพไม่ค่อยมั่นใจตนเองที่สุดในกลุ่มแต่ทั้งคู่เป็นที่รักของเพื่อนทุกคนเพราะทั้งคู่มักจะเป็นที่ปรึกษาของเพื่อน ตู่ก็เช่นกันที่มีลักษณะนิสัยคล้ายกับแต ตู่และสันเป็นคนพูดน้อยมากที่สุดในกลุ่มชอบทำตามมากกว่าออกความเห็น

การตัดสินใจดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ อู๋ เอ ต้น เริ่มต้นดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์อย่างจริงจังเพราะเพื่อนชวน และมีความคิดว่าเป็นเรื่องธรรมดาของผู้ชายและเป็นการเข้าสังคมอย่างหนึ่ง ต่อดื่มแอลกอฮอล์เพราะผู้หญิงท้าทายให้ดื่มและเริ่มแอลกอฮอล์ดื่มอย่างจริงจังเพราะเพื่อนๆในกลุ่ม แตดื่มแอลกอฮอล์เพราะสาเหตุทะเลาะกับพ่อเลยดื่มเพื่อประชดพ่อตนเองจากนั้นหลังจากมารู้จักเพื่อนในกลุ่มก็เริ่มดื่มแอลกอฮอล์มากขึ้น ตู่เริ่มดื่มแอลกอฮอล์และอยากลองรวมถึงต้องการเป็นที่ยอมรับของเพื่อนในกลุ่ม สันเริ่มดื่มแอลกอฮอล์จาการเห็นพฤติกรรมตัวอย่างจากพ่อและการชักจูงของรุ่นพี่รวมถึงสังคมสิ่งแวดล้อมจากการเรียนและการทำงาน เคนดื่มแอลกอฮอล์เนื่องจากคำแนะนำจากพ่อซึ่งเคนให้ความเห็นว่าพ่อไม่ได้ชักจูงแต่แค่แนะนำให้รู้ว่าแอลกอฮอล์เป็นอย่างไรดีกว่าที่จะให้ลูกไปลองดื่มเอง

พฤติกรรมการดื่มเครื่องที่มีแอลกอฮอล์ในกลุ่ม อู๋และเอมักจะเป็นคนเริ่มต้นที่จะชวนเพื่อน โดยที่ทุกคนในกลุ่มไม่ค่อยที่จะปฏิเสธทั้งนี้การเที่ยวหรือการรวมกลุ่มแต่ละครั้งต้องมีเออยู่ด้วยเสมอเนื่องจากเอจะคอยเป็นคนดูแลเรื่องเงินการซื้อเหล้าการเที่ยวแต่ละครั้งแต่ละคนจะออกเงินประมาณคนละ 80- 200 บาทแล้วแต่บางครั้งใครมีมากหรือน้อย เอและอู๋จะเป็นที่รักของเพื่อนและสนิทกับเพื่อนทุกคนในกลุ่ม การรวมกลุ่มกันจะเริ่มต้นจากที่หอพักตู่หรือบ้านแตและถ้ามีเงินเหลือก็จะออกไปเที่ยวเธคตอนกลางคืน โดยมีพฤติกรรมที่น่าสนใจคือ แอบเอาเหล้าใส่ถุงเข้าไปดื่มในเธคเพราะว่าไม่มีเงินสั่งเหล้ามาดื่ม การใช้ความหน้าตาดีของเพื่อนชื่อต่อ เคนและเอ เพื่อไปทำสนิทสนมกับผู้หญิงโต๊ะข้างเขียงบ้างเพราะถ้าสนิทสนมแล้วมักจะได้ดื่มเหล้าฟรีโดยไม่ต้องจ่ายเงิน หรือจะเที่ยวตอนเกือบเที่ยงคืนเพราะจะได้ไม่เสียค่าบัตรเข้าประตู หรือไม่ก็เข้าเธคช่วงดึกเพราะช่วงหลังเที่ยงคืนหรือหลังตีหนึ่งผู้หญิงส่วนใหญ่จะเริ่มเมาทำให้ง่ายต่อการจีบ รวมถึงเพื่อนในกลุ่มมักใช้วิธีการประหยัดค่าเหล้าโดยจะซื้อเหล้าที่ราคาถูกแต่จะผสมใส่ในขวดเหล้ายี้ห้อราคาแพงเช่น เรดเลเบิ้ลหรือฮันเดรสไพเพิส ซึ่งเห็นว่าเป็นวิธีที่ดีโดยคนที่ชอบทำแบบนี้คืออู๋ซึ่งเป็นคนที่จะช่วยเพื่อนในเรื่องของการประหยัดค่าเหล้าให้กับเพื่อนโดยเพื่อนในกลุ่มมีความคิดว่าเป็นวิธีที่สร้างภาพทำให้ดูเท่ห์ขึ้นเพราะการที่เราสามารถดื่มเหล้ายี่ห้อแพงๆได้ทำให้สังคมยอมรับ โอกาสหรือเวลาที่เพื่อนในกลุ่มจะรวมตัวกันจะเป็นวันศุกร์เสาร์ อาทิตย์ รวมไปถึงเมื่อเพื่อนในกลุ่มบางคนมีปัญหาส่วนตัว เช่น อกหัก เป็นต้น

การรับรู้ของคนรอบข้างต่อการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ส่วนใหญ่แล้วครอบครัวของกลุ่มกรณีศึกษาทุกคนให้การยอมรับและจะตักเตือนบ้างเป็นบางครั้งส่วนเพื่อนต่างกลุ่มรวมไปถึงเพื่อนต่างเพศให้การยอมรับเป็นอย่างดี

ความคิดเห็นเกี่ยวกับการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของผู้ชาย ทุกคนในกลุ่มล้วนมีความคิดว่าเป็นเรื่องธรรมดาของผู้ชายที่ต้องดื่มแอลกอฮอล์และไม่เชื่อว่าจะไม่มีผู้ชายคนไหนไม่เคยลองหรือดื่มเครื่องดื่มที่มี แอลกอฮอล์ กรณีศึกษาทุกคนมีความคิดว่าถึงแม้ตนเองดื่มแอลกอฮอล์แต่ก็ไม่เคยทิ้งการเรียนและสร้างความเดือดร้อนให้ใคร

6. สรุปอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่า จากสภาพสังคมไทยที่เปลี่ยนแปลงไปอันเนื่องจากการรับเอาวัฒนธรรมตะวันตกเข้ามาใช้ในสังคมไทยมากขึ้นได้ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิต และความเป็นอยู่ของคนในสังคมไทยให้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

โดยเฉพาะเรื่องการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นในสังคมไทย

กลุ่มวัยรุ่นชายนี้ก็เช่นกันได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์ในครั้งนี้ อีกทั้งยังมีการเรียนรู้ในสังคมการมีพฤติกรรมร่วมการรวมกลุ่มตลอดจนแนวคิดทัศนคติและค่านิยมส่งเสริมให้เกิดพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ กรณีศึกษาบางคนดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เพราะต้องการเป็นที่ยอมรับของเพื่อนและเพศตรงข้าม รวมไปถึงได้เห็นภาพของพ่อแม่ตนเองดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์อาจเกิดการเลียนแบบ แต่พฤติกรรมนั้นๆ ยังเกิดขึ้นไม่ได้หากขาดการเรียนรู้ในสังคมการมีพฤติกรรมร่วมการรวมกลุ่มตลอดจนแนวคิดทัศนคติและค่านิยม ดังนั้นเมื่อกรณีศึกษาได้มาพบเพื่อนที่มีความสนใจในสิ่งเดียวกันมารวมกลุ่มกัน นอกจากจะทำให้เกิดการเสริมแรงแล้ว ยังมีการอำนวยพฤติกรรมทางสังคม ที่ทำให้กลุ่มวัยรุ่นชายกลุ่มนี้เริ่มดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์

ปัจจุบันวัยรุ่นมีความเป็นตัวของตัวเองสูงและต้องการเป็นที่ยอมรับในกลุ่มเพื่อนส่งผลให้สถาบันครอบครัวมีบทบาทน้อยลง กลุ่มกรณีศึกษานี้ก็เช่นกันถือว่าเป็นวัยรุ่นกลุ่มหนึ่งจึงเป็นไปได้ที่ว่ากลุ่มกรณีศึกษาจะมีพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์จากการชักจูงของเพื่อนในกลุ่มตามแนวคิดเกี่ยวกับวัยรุ่นที่ว่าเป็นวัยที่มีพัฒนาการทางร่างกายอย่างสมบูรณ์แบบเริ่มสนใจเพศตรงข้ามและรับอิทธิพลจากกลุ่มเพื่อนมากขึ้นวัยรุ่นจึงถูกชักจูงได้ง่ายและเกิดปัญหามากที่สุด รวมไปถึงการกล่อมเกลาทางสังคมที่ทำให้วัยรุ่นได้มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากวัยรุ่นมีโอกาสอยู่ตามลำพัง มีอิสระทางความคิดและการกล้าแสดงออกมากขึ้น โดยเฉพาะเรื่องของพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ในวัยรุ่นที่นับวันยิ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย [6]

การเรียนรู้ทางสังคมกรณีของกลุ่มกรณีศึกษาส่วนใหญ่ทุกคนล้วนแต่อยู่ในครอบครัวที่พ่อแม่ต่างให้ความเอาใจใส่ดูแลเป็นอย่างดี กรณีศึกษาบางคนจัดได้ว่าเป็นครอบครัวที่อบอุ่นมากแต่สาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์มาจากกลุ่มเพื่อนที่ตนร่วมกลุ่มอยู่ด้วย สังคมสิ่งแวดล้อมก็มีส่วนเกี่ยวข้องเช่นกัน การเรียนรู้ทางสังคมการเลียนแบบสื่อ ทีวี โฆษณาที่พบเห็นได้แพร่หลาย ดารา ละคร ภาพยนตร์ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับวัยรุ่นทะเลาะกับพ่อแม่หลังจากนั้นก็แก้ปัญหาโดยการดื่มเหล้า สูบบุหรี่ ติดยาเสพย์ติดรวมไปถึงการทีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควร สิ่งเหล่านี้ก็มองข้ามไม่ได้เช่นกันเพราะวัยรุ่นบางคนคิดว่าเป็นเรื่องธรรมดาเป็นแฟชั่นที่เวลามีปัญหาไม่ว่าจะเป็นเรื่องทะเลาะกับพ่อแม่ แฟน การเรียนแอลกอฮอล์เป็นสิ่งแรกที่ควบคู่กับการรวมกลุ่มเพื่อปรึกษาเพื่อนแทนที่จะปรึกษาพ่อแม่ รวมไปถึงงานเลี้ยงสังสรรค์ก็เช่นกันที่มักมีแอลกอฮอล์เข้ามาเกี่ยวข้องเสมอเห็นได้จากปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นงานเลี้ยง เทศกาล เช่นงานปีใหม่ งานวันเกิดมักมีแอลกอฮอล์ให้เห็นอยู่ตลอด กรณีศึกษาบางคนดื่มเพราะคิดว่าเป็นเรื่องที่ เท่ห์ โก้เก๋ เป็นสิ่งที่วัยรุ่นทั่วไปให้การยอมรับและบางครั้งจะเห็นได้ว่าพ่อแม่ของกลุ่มกรณีศึกษาส่วนใหญ่ต่างรับรู้ว่าลูกของตนเองดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์พ่อแม่บางคนก็ให้การยอมรับรวมไปถึงรับรู้พฤติกรรมที่เกิดขึ้นซึ่งหากมองตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม อาจกล่าวได้ว่าการที่พ่อแม่ให้การยอมรับอาจเป็นไปได้ว่า ลูกได้เลียนแบบการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของตนเอง เพราะตนเองได้ดื่มให้ลูกเห็น จึงไม่สามารถอธิบายหรือทำตัวเป็นแบบอย่างว่าทำไมถึงต้องห้ามไม่ให้ลูกดื่ม หรือพ่อแม่เองที่เรียนรู้จากสังคมโดยเลี่ยงที่จะว่ากล่าวดุด่าอย่างรุนแรงเพราะจะทำให้ลูกมีพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์มากขึ้นหรือไม่ก็กลายเป็นเด็กที่มีปัญหาครอบครัว จึงเลือกวิธีการที่จะยอมรับในตัวลูกของตนเองมากขึ้น

กลุ่มกรณีศึกษาบางคนให้ความคิดเห็นว่าแอลกอฮอล์ทำให้เรามีเพื่อนมากขึ้นรวมไปถึงเป็นการเข้าสังคมอย่างหนึ่งซึ่งเป็นวิธีที่ทำให้เราสามารถหาเพื่อนได้อย่างรวดเร็วถึงแม้จะไม่เคยรู้จักกันมาก่อน บางคนไม่ต้องการดื่มเพียงแต่แค่ต้องการพบปะเพื่อนในกลุ่มเพื่อนั่งสนทนากันและบางครั้งคิดว่าไม่ว่าเหตุการณ์ไหนหรือเมื่อใดที่มีการรวมกลุ่มกันกับเพื่อนมักจะต้องมีแอลกอฮอล์เข้ามาเกี่ยวด้วยเสมอจะเลี่ยงก็กลัวเพื่อนจะไม่ยอมรับ โดยคนในกลุ่มจะใช้คำว่า"เพื่อน"เป็นปทัสถานของกลุ่มทุกครั้งที่มีการรวมกลุ่มกันเช่นประโยคที่ว่า “นายเพื่อนเราไหม” หรือไม่ก็ “เพื่อนขอได้ไหม” [7] สาเหตุสำคัญซึ่งทำให้สมาชิกกลุ่มยอมทำตามแรงกดดันของกลุ่มก็คือ ความกลัวการถูกลงโทษหรือไม่ได้รับการยอมรับจากสมาชิกในกลุ่ม

ทัศนคติและค่านิยมของสมาชิกในกลุ่มก็เช่นกันที่มีส่วนผลักดันให้สมาชิกในกลุ่มมีพฤติกรรมที่คล้อยตามหรือทำตามความเชื่อกันภายในกลุ่ม ทั้งนี้ทัศนคติ เป็นความสัมพันธ์ที่คาบเกี่ยวกันระหว่างความรู้สึกและความเชื่อ หรือการรู้ของบุคคล สังคมไทยปัจจุบันทัศคติและค่านิยมของวัยรุ่นกลับมีความเชื่อที่ว่าการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เป็นเรื่องธรรมดาของวัยรุ่น เป็นการแสดงออกที่สังคมยอมรับจึงเป็นไปได้ว่าความเชื่อทัศนคติหรือค่านิยมเหล่านี้ได้แพร่หลายและถ่ายทอดต่อกันมาจากกลุ่มหนึ่งสู่กลุ่มหนึ่งรวมไปถึงกลุ่มกรณีศึกษานี้ด้วย

กรณีศึกษายังเชื่อว่าการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เป็นการพิสูจน์ให้เห็นว่าตนเองนั้นได้โตเป็นผู้ใหญ่และเป็นเรื่องที่กล้าหาญโดยที่ผู้ชายทุกคนต้องดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์

กลุ่มกรณีศึกษามีความคิดว่าการเจอเพื่อนต่างกลุ่ม รุ่นน้อง รุ่นพี่ เพศตรงข้ามรวมไปถึงผู้ใหญ่และญาติพี่น้อง การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์คือบทพิสูจน์ว่าตนเองนั้นพร้อมที่จะเติบโตเป็นผู้ใหญ่และทำในสิ่งที่วัยรุ่นทั่วไปให้การยอมรับ

กรณีศึกษาทุกคนจะไม่แสดงออกพฤติกรรมการดื่มเครื่องที่มีแอลกอฮอล์ให้คนในครอบครัวเห็นเว้นแต่เอและต่อที่มีบ้างบางครั้งในช่วงเทศกาลเช่นงานขึ้นปีใหม่ เป็นต้นส่วนคนอื่นให้เหตุผลว่าไม่ได้กลัวที่พ่อแม่จะว่ากล่าวแต่ออกไปดื่มกับเพื่อนรู้สึกดีกว่าและได้แสดงออกความเป็นตัวตนของตนเองได้มากกว่า

จากการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า กรณีศึกษากลุ่มนี้ได้รับผลจากแรงกดดันทางสังคมที่กระตุ้นให้อยากลองดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ และเมื่อมีการร่วมกลุ่มกันกับเพื่อนที่มีค่านิยมและทัศนคติแบบเดียวกันจึงเกิดการเรียนรู้การเลียนแบบรวมไปถึงแรงจูงใจในการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เพราะมีการรับเอาค่านิยมและทัศนคติก่อให้เกิดพฤติกรรมร่วมของกลุ่มมาไว้กับตนเองอย่างเต็มที่ รวมทั้งแรงกดดันภายใต้ปทัสถานของกลุ่ม เพราะถ้าสมาชิกคนใดไม่สามารถทำตามปทัสถานของกลุ่มแล้ว สมาชิกในกลุ่มกลัวการถูกลงโทษจนเพื่อนในกลุ่มไม่ให้การยอมรับรวมไปถึงสภาพสังคมสิ่งแวดล้อมที่วัยรุ่นทั่วไปทั้งชายและหญิงให้การยอมรับทั้งนี้ครอบครัวบางคนพ่อแม่นั้นก็ให้การยอมรับและเลือกวิธีที่จะคอยให้คำแนะนำมากกว่าที่จะห้ามปราม จึงทำให้พฤติกรรมของวัยรุ่นเกี่ยวกับการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เป็นที่แพร่หลายและนำไปสู่การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อย่างจริงจังในที่สุด

6.1 ข้อเสนอแนะ

1. สถาบันครอบครัว เป็นสถาบันหลักในการเลี้ยงดู พ่อแม่ควรเอาใจใส่ดูแลเป็นพิเศษยิ่งขึ้นโดยหาเวลาเยี่ยมเยียนพบปะพูดคุยเป็นครั้งคราว รวมไปถึงการทำความรู้จักเพื่อนในกลุ่มของบุตรหลานและบางครั้งพ่อแม่ควรปฏิบัติตนเสมือนเป็นเพื่อนคนหนึ่งของบุตรจะทำให้พ่อแม่เข้าใจในตัวบุตรมากขึ้น

2. สถาบันการศึกษา ควรมีหน่วยงานในการแนะแนวและให้คำปรึกษากับนักเรียนของตนในโรงเรียนรวมทั้งการสร้างสายตรวจหรือสารวัตรนักเรียนเพื่อให้รู้ถึงพฤติกรรมที่แท้จริงของวัยรุ่นในโรงเรียนมากขึ้นโดยร่วมมือกันระหว่างครูกับนักเรียนและมีการติดตามปัญหาที่เกิดขึ้นกับวัยรุ่น ติดตามเพื่อหาทางแก้ไขอีกทั้งครูแนะแนวยังต้องให้ความรู้เกี่ยวกับคุณธรรมและจริยธรรมกับเด็กเพื่อเป็นภูมิคุ้มกันในการดำเนินชีวิตในสังคมต่อไป

7. บรรณานุกรม

[1] http://www.thanyarak.go.th (4 กันยายน 2548)

[2] ภูษณิศา บริหาร. (2549). พฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของกลุ่มวัยรุ่นหญิง วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาจิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[3] ประกิจ โพธิอาศน์. (2541). ปัจจัยที่มีผลต่อการดื่มแอลกอฮอล์ของวัยรุ่นจังหวัดพระนคร ศรีอยุธยา วิทยานิพนธ์ วิทยาศาตร์มหาบัณฑิตบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

[4] กมลทิพย์ วิจิตรสุนทรกุล. (2542). ปัจจัยที่มีผลต่อการดื่มเครื่องดื่มที่มีของนักเรียนอาชีวศึกษาชายในกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย มหิดล.

[5] สำนักงานเครือข่ายวัยมันส์รู้ทันแอลกอฮอล์ .2549. วัยมันส์รู้ทันแอลกอฮอล์ . (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา

[6] http://www.teenknowhow.com (26 สิงหาคม 2549)

[7] ศักดิ์ไทย สุรกิจบวร. (2545). จิตวิทยาสังคม.กรุงเทพ. สุวีริยาสาส์น.

การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาฐานสมรรถนะ สาขางานเทคโนโลยียานยนต์ โดยความร่วมมือวิทยาลัยเทคนิคเลย ร่วมกับบริษัทสยามนิสสันเลย จำกัดและบริษัทมิตซูเลย จำกัด

The Development of the College's competency based curriculum of specialized in Automotive Technology by cooperation with Loei Technical College, Siam Nissan Loei co.,Ltd and Mitsu Loei co.,Ltd

พุทธ ธรรมสุนา[1] วิทยากร ยาบุษดี[1] ณภัทรพงศ์ ชัชวาลย์[1] มงคล ชาปะ[1] ศุภดล ประสงค์สุข[2]

[1]คณะครุ สาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคเลย

[2]ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเลย

putthumsuna@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา (หลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น)แบบฐานสมรรถนะ สาขางานเทคโนโลยียานยนต์ 4 รายวิชา ของสาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคเลย และ 2) เพื่อประเมินความเหมาะสมในด้านบริบทและปัจจัยนำเข้า ของหลักสูตรสถานศึกษาที่พัฒนาขึ้น ก่อนนำไปใช้ กลุ่มตัวอย่างได้แก่ผู้บริหารสถานศึกษา ครูสาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคเลย และผู้เชี่ยวชาญบริษัทสยามนิสสันเลย จำกัด และบริษัทมิตซูเลย จำกัด รวมจำนวน 18 คน โดยใช้การสุ่มแบบแบ่งชั้น ใช้วิธีวิจัยเชิงปริมาณผสมผสานเชิงคุณภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ เทคนิคการวิจัยใช้การสนทนากลุ่มย่อยและการสัมภาษณ์เชิงลึก การเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพ ใช้วิธีการสามเส้าและการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบสอบถามใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาแบบฐานสมรรถนะ สาขางานเทคโนโลยียานยนต์ โครงสร้างหลักสูตรรวม 4 รายวิชา ประกอบด้วย 28 หน่วยสมรรถนะ 172 สมรรถนะย่อย 2) ผลการประเมินความเหมาะสม ในด้านบริบทและปัจจัยนำเข้าของหลักสูตรสถานศึกษาที่พัฒนาขึ้น โดยรวมมีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด จำแนกความมุ่งหมายของหลักสูตร อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ =4.73) โครงสร้างหลักสูตร อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ =4.33) ข้อกำหนดโมดูลอาชีพและแบบมาตรฐานสมรรถนะ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ =4.67) และการบริหารหลักสูตร อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ =4.57) ตามลำดับ

คำสำคัญ : หลักสูตรสถานศึกษาฐานสมรรถนะ เทคโนโลยียานยนต์ หลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น

Abstract

The research objectives were:1) to develop the college's competency based curriculum (Vocational curriculum short course) from the occupational standards of Automotive Technology Program in 4 courses, and; 2) to evaluate the development curriculum of the college before Implementation. There are 3 sampled groups with specialists of 18 people used for this research selected by stratified random sampling technique .The research is both qualitative and quantitative research. The research tools are questionnaire and interviews form. The research technique is used by focus group discussion and in-dept interview. The data is collected ,analyzed and quality checked by the triangulation and content analysis. The data is statistically analyzed by using the percentage, the arithmetic mean and the standard deviation. The research results are as followings: 1) The result of the competency based curriculum of the college developed from the occupational standards of Automotive Technology consists of curriculum structures. When classified total 4 course, it was found that there are 28 units of competency and 172 elements of competency.

2) The result of the curriculum evaluation in context and input evaluation it was found that it is high level to highest level. When considered of each item,was found curriculum objective it is highest level ($\bar{X}$=4.73),The curriculum structure it is high level ($\bar{X}$=4.33), the occupational module framework , and the competency standard highest level ($\bar{X}$=4.67) and the curriculum administration it is highest level ($\bar{X}$=4.57) by sequence.forms it is

Keyword: The college's competency based curriculum Automotive Technology Vocational curriculum short course.

1. บทนำ

แนวโน้มในปัจจุบันความต้องการกำลังคนด้านอุตสาหกรรมจะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากโครงสร้างทางเศรษฐกิจเปลี่ยนแปลงไปมาก และจากการผลิตโดยใช้กำลังคนเปลี่ยนเป็นการผลิตด้วยเทคโนโลยี ส่งผลกระทบต่อการพัฒนากำลังแรงงานคน ซึ่งจะต้องพัฒนาในอัตราส่วนให้เหมาะสมทั้งปริมาณและคุณภาพ นอกจากนี้ยังพบว่าการผลิตกำลังคน ยังมีปัญหา เนื่องจากปรัชญาและมโนคติที่ไม่ชัดเจน มีการทำงานซ้ำซ้อน ปัญหาการประสานงานด้านหลักสูตรยังไม่สามารถผลิตบุคลากรให้มีความรู้ ความสามารถในการทำงานอาชีพนั้นๆ ได้อย่างแท้จริง ไม่มีเจตคติและค่านิยมที่ดีต่อการทำงาน และไม่ตรงต่อความต้องการของอุตสาหกรรมทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ [1] ประกอบกับ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554)ได้เน้นยุทธศาสตร์ในการพัฒนาประเทศ โดยเน้นพัฒนาคนให้มีทักษะชีวิต พัฒนาสมรรถนะ ทักษะกำลังแรงงานให้สอดคล้องกับความต้องการของประเทศ พร้อมก้าวสู่โลกของการทำงานและการแข่งขันอย่างมีคุณภาพ

หลักสูตรเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาเพื่อให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แผนการศึกษาแห่งชาติ ประกอบกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และพระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2551 ต้องการให้มีการกระจายอำนาจสู่สถานศึกษา เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการบริหารจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จึงได้มอบอำนาจให้สถานศึกษาในสังกัด สามารถพัฒนาหลักสูตรวิชาชีพระยะสั้นได้เอง โดยยึดกรอบมาตรฐานหลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น พ.ศ.2551 เพื่อให้สอดคล้องกับการจัดการอาชีวศึกษาในรูปแบบอาศัยแรงขับจากผู้ใช้ หลักสูตรที่พัฒนาขึ้น ต้องเป็นหลักสูตรฐานสมรรถนะ (Competency based curriculum) ซึ่งนำสมรรถนะที่ผู้ประกอบอาชีพในงานอาชีพ หรือจากองค์กรวิชาชีพ (มาตรฐานอาชีพหรือมาตรฐานสมรรถนะ) มาเป็นองค์ประกอบในการพัฒนาหลักสูตร เพื่อให้ผู้สำเร็จการศึกษามีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามมาตรฐานวิชาการและมาตรฐานวิชาชีพ ที่ตรงกับสมรรถนะอาชีพ และสามารถประกอบอาชีพได้ [2]

ปัจจุบันเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว มีการนำระบบไฟฟ้าและอิเลคทรอนิกส์ มาใช้แทนระบบกลไก ทางกล เพื่อให้ผลการตอบสนองการทำงานของเครื่องยนต์และรถยนต์เป็นไปแม่นยำ น่าเชื่อถือ มีสมรรถนะสูง ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง และควบคุมมลพิษ

จากแนวโน้มดังกล่าว สถานศึกษาจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการเตรียมการวางแผนและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษาให้สอดคล้อง รองรับสภาพการณ์ที่เกิดขึ้น วิทยาลัยเทคนิคเลย โดยแผนกวิชาเครื่องกล จึงได้ร่วมมือกับบริษัทสยามนิสสันเลย จำกัด และบริษัท มิตซูเลย จำกัด สาขาเลย จังหวัดเลย พัฒนาหลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น ซึ่งเป็นหลักสูตรสถานศึกษาฐานสมรรถนะ สาขางานเทคโนโลยียานยนต์ จำนวน 4 รายวิชา เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการและชุมชนอย่างแท้จริง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาหลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น ของวิทยาลัยเทคนิคเลย แบบฐานสมรรถนะ สาขางานเทคโนโลยียานยนต์ จำนวน 4 รายวิชา

2.2 เพื่อประเมินความเหมาะสมในด้านบริบทและปัจจัยนำเข้า ของหลักสูตรสถานศึกษาที่พัฒนาขึ้น ก่อนนำไปใช้

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยนี้ ได้มีการทบทวนวรรณกรรมและเอกสารที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ดังนี้

3.1 การวิเคราะห์อาชีพเพื่อการพัฒนาหลักสูตร

พิสิฐ [3] ได้กล่าวถึงเทคนิคการหาองค์ประกอบที่สำคัญของอาชีพ เพื่อนำมาพัฒนาหลักสูตรวิชาชีพ โดยเขียนเป็นรายการที่จะใช้สอน แยกแยะรายละเอียดงานอาชีพ ออกเป็นงานในหน้าที่ และงานย่อย ซึ่งแต่ละงานย่อยนั้น ต้องมีสมรรถนะครบทั้ง 3 ด้านได้แก่พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย ซึ่งจะต้องนำไปวิเคราะห์เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กำหนดเนื้อหา สื่อการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้เรียน

3.2 หลักสูตรระยะสั้น

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา [4] ได้กล่าวถึงหลักสูตรระยะสั้นไว้ว่า เป็นหลักสูตรเฉพาะกิจ โดยมีหลักการสร้างหลักสูตร เพื่อการศึกษาเฉพาะด้าน เฉพาะกลุ่มตามความสนใจ สอดคล้องความต้องการของชุมชน ท้องถิ่น มีระยะเวลาจำนวนวัน ชั่วโมงในการสอนระยะสั้น ๆ โดยมุ่งเน้นไปทางด้านทักษะ ประสบการณ์ และการแก้ปัญหาในงานอาชีพเป็นหลัก

3.3 การพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา [2] ได้กล่าวถึงการพัฒนาหลักสูตรแบบฐานสมรรถนะ เป็นการพัฒนาหลักสูตรมาจากมาตรฐานอาชีพ ซึ่งจะต้องเอาคนที่เป็นเจ้าของอาชีพนั้นๆ มาพัฒนาหลักสูตรร่วมกับสถานศึกษาโดยประมวลความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (Attribute) ซึ่งจะต้องหากรอบมาตรฐานอาชีพก่อน ซึ่งในปัจจุบันนิยมใช้การวิเคราะห์หน้าที่ โดยจะวิเคราะห์ตั้งแต่ความมุ่งหมายหลัก บทบาทหลัก หน้าที่หลัก หน่วยสมรรถนะ และสมรรถนะย่อย รวมทั้งเกณฑ์การปฏิบัติงาน ขอบเขตหลักฐานการปฏิบัติงานและหลักฐานความรู้ที่ต้องการ ตลอดจนแนวทางการประเมิน เพื่อสรุปเป็นมาตรฐานอาชีพ หลังจากนั้นนำไปออกแบบหลักสูตรการเรียนการสอน กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา สื่อการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล โดยจะต้องสร้างขึ้นภายใต้กรอบมาตรฐานสมรรถนะที่กำหนดไว้

3.4 การวิจัยและประเมินหลักสูตร



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดกระบวนการหลักสูตรและกระบวนการวิจัย

สงบ [5] ได้ให้กรอบแนวคิดกระบวนการหลักสูตรและกระบวนการวิจัย เพื่อนำไปสู่การวิจัยและประเมินผลในแต่ละส่วนของกระบวนการหลักสูตร ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ มีขอบเขตเฉพาะ ดังภาพที่ 1 คณะผู้วิจัยได้ประยุกต์สู่การปฏิบัติ โดยศึกษาสภาพปัญหา ประเมินความต้องการจำเป็น เพื่อกำหนดอาชีพที่จะพัฒนาหลักสูตร ศึกษาเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อจัดทำมาตรฐานอาชีพและพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาขึ้น โดยร่วมกับผู้เชี่ยวชาญในสถานประกอบการ

จัดองค์ประกอบของหลักสูตร เพื่อกำหนดเป็นตัวร่างหลักสูตร หลังจากนั้นได้มีการประเมินความเหมาะสมในด้านบริบทและปัจจัยนำเข้าของหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น ก่อนนำไปใช้

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ได้ประเมินหลักสูตรระยะสั้นพ.ศ. 2533 อ้างถึงในสงบ [5] ที่พบว่า หลักสูตรที่เปิด สอน สถานศึกษาควรปรับปรุงเนื้อหา สาระ สื่อการเรียนการสอน อาคาร สถานที่ เครื่องจักรและอุปกรณ์ให้ทันสมัย

Eshelby,Don [6]ได้วิจัยพัฒนาหลักสูตรเทคโนโลยียานยนต์ ซึ่งเป็นหลักสูตรระยะสั้นของมลรัฐไอดาโฮ สหรัฐอเมริกา สำหรับการศึกษาอาชีวศึกษา พบว่าโครงสร้างหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 10 โมดูล แต่ละโมดูลครอบคลุมสมรรถนะ ตลอดจนได้ออกแบบองค์ประกอบของหลักสูตร เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนในมลรัฐดังกล่าว

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ประชากร

มี 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มผู้พัฒนาหลักสูตร ได้แก่ครูสาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคเลย จำนวน 8 คน ผู้เชี่ยวชาญบริษัทสยามนิสสันเลย จำกัด จำนวน 5 คน บริษัทมิตซูเลย จำกัด จำนวน 5 คน และ 2) กลุ่มผู้ประเมินหลักสูตรสถานศึกษา แบ่งเป็นผู้บริหารสถานศึกษา 2 คนและครู สาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคเลย 3 คน รวมจำนวนประชากรทั้งหมด 23 คน

4.2 กลุ่มตัวอย่าง

มี 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มผู้พัฒนาหลักสูตร ได้แก่ ครูสาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคเลย จำนวน 7 คน ผู้เชี่ยวชาญ จากบริษัทสยามนิสสันเลย จำกัด จำนวน 4 คน บริษัทมิตซูเลย จำกัด จำนวน 4 คน 2) ผู้ประเมินหลักสูตรสถานศึกษา แบ่งเป็นผู้บริหารสถานศึกษา 1 คน ครูสาขาวิชาเครื่องกล 2 คน จากวิทยาลัยเทคนิคเลย รวมจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 18 คน

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.3.1 แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา ชนิดมีโครงสร้าง จำนวน 10 ข้อ

4.3.2 แบบประเมินความเหมาะสม ของหลักสูตรสถานศึกษา มี 3 ตอน จำนวน 23 ข้อ

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.4.1 เขียนแผนงาน/โครงการวิจัย เพื่อขออนุมัติ

4.4.2 ประชุมเตรียมการ และออกคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการดำเนินงาน พร้อมทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญบริษัททั้ง 2 แห่ง เพื่อเข้าร่วมพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการตามรูปแบบการวิจัย ดังนี้

เชิงคุณภาพ ใช้วิธีการสามเส้า (Triangulation) ในการเก็บรวบรวม วิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูล ดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากหนังสือ คู่มือการซ่อม และแผนการจัดการเรียนรู้ 4 รายวิชา จากคณะครู แผนกวิชาเครื่องกล เพื่อสังเคราะห์เป็นร่างมาตรฐานอาชีพในขั้นต้น

2. สัมภาษณ์และสนทนากลุ่มย่อย คณะครูและผู้เชี่ยวชาญ 15 คน เพื่อพัฒนาหลักสูตร ซึ่งได้ใช้ร่างมาตรฐานอาชีพที่สังเคราะห์ได้ในขั้นตอนที่ 1 มาประกอบการสัมภาษณ์ และการสนทนากลุ่มย่อยในขั้นตอนที่ 2 โดยให้ครูและผู้เชี่ยวชาญได้เสนอความคิดเห็นโดยอิสระ ภายใต้ผู้นำกลุ่ม เพื่อควบคุมการให้ข้อมูล คณะผู้วิจัยบันทึกข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การสนทนากลุ่มย่อย และเอกสารต่างๆ ที่บันทึกไว้ทั้งหมด

3. คณะผู้วิจัยเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 และ 2 นำข้อมูลที่ได้มาออกแบบหลักสูตร(Curriculum Design) ซึ่งใช้คู่มือแนวทางการพัฒนาหลักสูตร ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภายใต้กรอบมาตรฐานหลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น พ.ศ. 2551 เป็นกรอบแนวทางปฏิบัติ

4. ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลโดยจัดให้ผู้บริหาร ครูวิทยาลัยเทคนิคเลย และผู้เชี่ยวชาญบริษัททั้ง 2 แห่ง ตรวจสอบวิเคราะห์ข้อมูล และแก้ไขปรับปรุงหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น

เชิงปริมาณ 5. ประเมินความเหมาะสมด้านบริบทและปัจจัยนำเข้า ของหลักสูตรสถานศึกษาที่พัฒนาขึ้น ก่อนนำหลักสูตรไปใช้ โดยนำแบบประเมินและรูปเล่มหลักสูตรที่ได้ออกแบบและผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลที่ได้ แล้วนำมาวิเคราะห์ผลข้อมูล โดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำเสนอในรูปของตารางประกอบเชิงเนื้อหา

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา

แบบฐานสมรรถนะ สาขางานเทคโนโลยียานยนต์ ตามโครงสร้างหลักสูตร จำแนกแต่ละรายวิชา ดังนี้

1. ช่างซ่อมระบบส่งกำลังรถยนต์ ประกอบด้วย 7 หน่วยสมรรถนะ ดังนี้

1.1 ปฏิบัติการตรวจ วิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้อง ตรวจสอบ ทดสอบ และบริการคลัทช์รถยนต์

1.2 ปฏิบัติการตรวจ วิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้อง ตรวจสอบ ทดสอบ และบริการเพลากลาง

1.3 ปฏิบัติการตรวจ วิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้อง ตรวจสอบ ทดสอบ และบริการเกียร์ขับเคลื่อนล้อหลัง

1.4 ปฏิบัติการตรวจ วิเคราะห์ปัญหา ตรวจสอบ ทดสอบ และบริการเกียร์ขับเคลื่อน 4 ล้อ (4WD)

1.5 ปฏิบัติการตรวจ วิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้อง ตรวจสอบ ทดสอบ และบริการชุดเฟืองท้าย

1.6 ปฏิบัติการตรวจ วิเคราะห์ปัญหา ตรวจสอบ ทดสอบ และบริการชุดเพลาข้าง/เพลาขับล้อ

1.7 ปฏิบัติการตรวจ วิเคราะห์ปัญหา และการแก้ไขข้อขัดข้องเกียร์ขับเคลื่อนสี่ล้อ(4WD) และวงจรไฟฟ้าควบคุม

โดยทั้ง 7 หน่วยสมรรถนะ ประกอบด้วย 64 สมรรถนะย่อย ซึ่งครอบคลุมความรู้ ทักษะและเจตคติ

2. ช่างซ่อมระบบไฟฟ้าและอิเลคทรอนิกส์รถยนต์ ประกอบด้วย 8 หน่วยสมรรถนะ ดังนี้

2.1 ปฏิบัติการตรวจสอบ พื้นฐานไฟฟ้ารถยนต์ทั่วไป

2.2 ปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัญหา ข้อขัดข้องและบริการแบตเตอรี่รถยนต์

2.3 ปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัญหา ข้อขัดข้องและบริการระบบสตาร์ท

2.4 ปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัญหา ข้อขัดข้องและบริการระบบประจุไฟ

2.5 ปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัญหา ข้อขัดข้องและบริการระบบไฟฟ้าแสงสว่างและสัญญาณ

2.6 ปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัญหา ข้อขัดข้องและบริการระบบไฟฟ้าเกจวัดและหน้าปัดรถยนต์

2.7 ปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัญหา ข้อขัดข้องและบริการระบบปัดน้ำฝนและฉีดน้ำล้างกระจก

2.8 ปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัญหา ข้อขัดข้องและบริการระบบไฟฟ้าอำนวยความสะดวกรถยนต์

โดยทั้ง 8 หน่วยสมรรถนะ ประกอบด้วย 42 สมรรถนะย่อย ซึ่งครอบคลุมความรู้ ทักษะและเจตคติ

3. ช่างซ่อมระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเลคทรอนิกส์รถยนต์นิสสัน ประกอบด้วย 6 หน่วยสมรรถนะ ดังนี้

3.1 ปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัญหา ข้อขัดข้องระบบควบคุมเครื่องยนต์แกซโซลีนและดีเซลด้วยอิเลคทรอนิกส์แบบ ECCS

3.2 ปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัญหา ข้อขัดข้อง ซ่อมและปรับแต่งระบบประจุอากาศแบบ ECCS

3.3 ปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัญหา ข้อขัดข้อง ซ่อมและปรับแต่งระบบน้ำมันเชื้อเพลิงแกซโซลีนและดีเซลด้วยอิเลคทรอนิกส์แบบ ECCS

3.4 ปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัญหา ข้อขัดข้อง ซ่อมและปรับแต่งระบบจุดระเบิดเครื่องยนต์แกซโซลีนด้วยอิเลคทรอนิกส์แบบ ECCS

3.5 ปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัญหา และการแก้ไขปัญหาระบบควบคุมเครื่องยนต์แกซโซลีนและดีเซลด้วยอิเลคทรอนิกส์แบบ ECCS

3.6 ปฏิบัติการตรวจบริการ ปรับแต่งระบบควบคุมเครื่องยนต์แกซโซลีนและดีเซลด้วยอิเลคทรอนิกส์แบบ ECCS

โดยทั้ง 6 หน่วยสมรรถนะ ประกอบด้วย 27 สมรรถนะย่อย ซึ่งครอบคลุมความรู้ ทักษะและเจตคติ

4. ช่างซ่อมระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอิเลคทรอนิกส์รถยนต์มิตซูบิชิ ประกอบด้วย 7 หน่วยสมรรถนะ ดังนี้

4.1 ปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัญหา ข้อขัดข้องระบบควบคุมเครื่องยนต์แกซโซลีนแบบ MPI

4.2 ปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัญหา ข้อขัดข้อง ซ่อมและปรับแต่งระบบน้ำมันเชื้อเพลิงแกซโซลีนแบบ MPI

4.3 ปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัญหา ตรวจซ่อมและบริการระบบอิเลคทรอนิกส์ควบคุมเครื่องยนต์แกซโซลีนมิตซูบิชิแบบ MPI

4.4 ปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัญหา ข้อขัดข้อง ซ่อมและปรับแต่งระบบประจุอากาศเครื่องยนต์ดีเซลมิตซูบิชิด้วยอิเลคทรอนิกส์แบบไฮเปอร์คอมมอนเรล(Hyper common rail)

4.5 ปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัญหา ข้อขัดข้อง ซ่อมและปรับแต่งระบบน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลมิตซูบิชิด้วยอิเลคทรอนิกส์แบบไฮเปอร์คอมมอนเรล(Hyper common rail)

4.6 ปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัญหา ข้อขัดข้อง ซ่อมและบริการระบบควบคุมเครื่องยนต์ดีเซลด้วยอิเลคทรอนิกส์แบบไฮเปอร์คอมมอนเรล(Hyper common rail)

4.7 ปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัญหาวงจรไฟฟ้าระบบควบคุมเครื่องยนต์แกซโซลีน และดีเซลมิตซูบิชิด้วยอิเลคทรอนิกส์ (ระบบ MPI และระบบ Hyper common rail)

โดยทั้ง 7 หน่วยสมรรถนะ ประกอบด้วย 39 สมรรถนะย่อย ซึ่งครอบคลุมความรู้ ทักษะและเจตคติ นอกจากนี้แต่ละรายวิชาประกอบด้วย รหัสรายวิชา คำอธิบายรายวิชา ลักษณะงานรายการวิเคราะห์อาชีพ มาตรฐานรายวิชา เวลาที่ใช้สอน รายการเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้แต่ละรายวิชา กรอบโมดูลอาชีพแบบมาตรฐานสมรรถนะ ตลอดจนการบริหารหลักสูตร การจัดการศึกษาและการประเมินผลการเรียน [6] เพื่อรวบรวมเป็นองค์ประกอบของหลักสูตรสถานศึกษา 4 รายวิชา ดังกล่าว

5.2 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านบริบทและปัจจัยนำเข้าของหลักสูตรสถานศึกษา

พบว่าผู้ประเมินส่วนใหญ่ มีความคิดเห็นในด้านบริบท เห็นว่ามีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด จำแนกเป็นความมุ่งหมายของหลักสูตร อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.73) โครงสร้างของหลักสูตร อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.33) ข้อกำหนดโมดูลอาชีพและแบบมาตรฐานสมรรถนะ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.67) ส่วนด้านปัจจัยนำเข้า พบว่าการกำหนดความรู้พื้นฐานและคุณสมบัติของผู้เข้าเรียนในแต่ละอาชีพ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.33) ความชัดเจน รัดกุมของระเบียบการจัดการศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.67) หลักเกณฑ์การประเมินผลการเรียน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=5.00) การส่งเสริมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.33) คุณสมบัติของครูและผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับมากที่สุด($\bar{X}$=4.67) สื่อการเรียนการสอน วัสดุครุภัณฑ์ มีความพร้อมเมื่อเปิดสอน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=3.67) ตามลำดับ

6. บทสรุป

ปัจจุบันการพัฒนาหลักสูตรของการอาชีวศึกษาจะเป็นหลักสูตรแบบฐานสมรรถนะ และการผลิต พัฒนากำลังคนอาชีวศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษา ไม่ตรงกับความต้องการของสถานประกอบการ นักศึกษามีความรู้ ทักษะไม่เพียงพอต่อการทำงาน ประกอบกับเทคโนโลยียานยนต์ในปัจจุบัน มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว วิทยาลัยเทคนิคเลยจึงได้ร่วมมือกับบริษัทสยามนิสสันเลยจำกัดและบริษัทมิตซูเลยจำกัด พัฒนาหลักสูตรวิชาชีพระยะสั้นของวิทยาลัยเทคนิคเลยแบบฐานสมรรถนะ สาขางานเทคโนโลยียานยนต์ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาแบบฐานสมรรถนะ สาขางานเทคโนโลยียานยนต์ โครงสร้างหลักสูตรรวม 4 รายวิชา ประกอบด้วย 28 หน่วยสมรรถนะ 172 สมรรถนะย่อย 2) ผลการประเมินหลักสูตรสถานศึกษาที่พัฒนาขึ้น ในด้านบริบทและด้านปัจจัยนำเข้า พบว่าโดยรวม ผู้ประเมิน เห็นว่ามีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด

6.1 อภิปรายผล จากผลการประเมินความเหมาะสมหลักสูตรสถานศึกษา พบว่าด้านสื่อการเรียนการสอน วัสดุครุภัณฑ์ มีความพร้อมเมื่อเปิดสอน วิทยาลัยเทคนิคเลยยังไม่มีความพร้อมเท่าที่ควร เนื่องจากเป็นรายวิชาที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ยังจัดหาได้ไม่เพียงพอ แต่ถือว่ามีความจำเป็นในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ.2533 อ้างถึงในสงบ[5] ที่พบว่าหลักสูตรระยะสั้นที่เปิดสอน สถานศึกษาควรปรับปรุงเรื่องสื่อการเรียนการสอน เครื่องจักรและอุปกรณ์ เพราะทรัพยากรดังกล่าว มีสำคัญในการจัดการศึกษาและฝึกอบรมวิชาชีพ

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 สถานศึกษาและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่าย ควรจัดหาทรัพยากรประกอบการเรียน การสอน และการฝึกอบรมในหลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น เพื่อเป็นการเตรียมการจัดการศึกษาและฝึกอบรมวิชาชีพให้แก่นักศึกษาและผู้สนใจ

6.2.2 ครูควรปรับรูปแบบการจัดการเรียน การสอน โดยเน้นการมีส่วนร่วม กำหนดกรอบความร่วมมือกับสถานประกอบการ ที่อยู่ในท้องถิ่นอย่างเป็นรูปธรรม เช่น เชิญผู้เชี่ยวชาญจากบริษัทมาถ่ายทอดความรู้ ทักษะให้แก่นักศึกษา

7. เอกสารอ้างอิง

[1] “ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7, ” มปป. (เอกสารอัดสำเนา)

[2] คณะกรรมการการอาชีวศึกษา, สำนักงาน กระทรวงศึกษาธิการ. “คู่มือ/เอกสารแนวทางการพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะ.” กรุงเทพมหานคร, 2552. www.vec.go.th

[3] พิสิฐ เมธาภัทร. “ เอกสารคำสอน วิชาการพัฒนาหลักสูตรอาชีวะและเทคนิคศึกษา.” สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, มปป. : 46 (เอกสารอัดสำเนา)

[4] คณะกรรมการการอาชีวศึกษา, สำนักงาน. กระทรวงศึกษาธิการ. “คู่มือแนวทางการพัฒนาหลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น พ.ศ.2549.” www.vec.go.th

[5] สงบ ลักษณะ.“ ประมวลสาระ ชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอน หน่วยที่ 8-11.” นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2549. : 106 , 145

[6] Eshelby, Don. “Automotive Technology Curriculum Guide.” Idaho State Dept. of Education, Boise. Div. of Vocational Education. 1989. www. eric.ed.

การศึกษาระบบเทียบโอนความรู้ ประสบการณ์ และจิตพิสัยของผู้เรียน สาขางานเทคนิคยานยนต์ ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

A Study of the Recognition of Prior Learning and Affective Domain for Vocational Students in Automotive Technical Division of Institutes in Office of Vocational Education Commission

บรรจบ อรชร อนุศิษฏ์ อันมานะตระกูล และ ชูแมน เผือกเดช

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี บางมด ทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

E-mail: banchob.ora@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบเทียบโอนความรู้ ประสบการณ์ และจิตพิสัยของผู้เรียนสาขางานเทคนิคยานยนต์ ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ที่ได้แก่สถานศึกษาที่จัดการศึกษาระบบเทียบโอน จำนวน 42 สถานศึกษา ทั่วประเทศ ซึ่งประกอบด้วย หัวหน้าแผนกช่างยนต์ จำนวน 42 คน และคณะกรรมการประเมิน จำนวน 84 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.971 สถิติใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าเอฟ(F–test) ผลการศึกษา พบว่า 1) การประเมินด้านพุทธิพิสัย กลุ่มสถานศึกษาเลือกใช้วิธีการทดสอบความรู้มากที่สุดร้อยละ 23.84 รองลงมาได้แก่ การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมงานร้อยละ 12.35 และการสัมภาษณ์ร้อยละ 12.13 การประเมินด้านทักษะพิสัย กลุ่มสถานศึกษาเลือกใช้วิธีการประเมินจากชิ้นงานมากที่สุดร้อยละ 16.11 รองลงมาได้แก่ การทดสอบสมรรถนะร้อยละ 15.35 และการทดสอบความรู้ร้อยละ 15.03 การประเมินด้านจิตพิสัยนั้น กลุ่มสถานศึกษาเลือกใช้ การสังเกตพฤติกรรม มากที่สุดร้อยละ 20.67 รองลงมาได้แก่ การสัมภาษณ์ร้อยละ 14.77 และ การทดสอบเจตคติร้อยละ 14.46 2) ปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ พบว่า ปัญหาการประเมินด้านพุทธิพิสัยมีปัญหาเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง($\overline{X}$ = 3.27, S.D. = 0.91) ปัญหาการประเมินด้านทักษะพิสัยมีปัญหาเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.29, S.D. = 0.87) และปัญหาการประเมินด้านจิตพิสัยมีปัญหาเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.19, S.D. = 0.97) 3) ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชา เทียบโอนความรู้และประสบการณ์ระหว่างกลุ่มสถานศึกษาได้แก่ กลุ่มวิทยาลัยเทคนิค กลุ่มวิทยาลัยการอาชีพ และกลุ่มวิทยาลัยสารพัดช่าง ด้วยการทดสอบค่าเอฟ (F-test) พบว่า ปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชา ด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย ไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: การประเมินผล / พุทธิพิสัย / ทักษะพิสัย / จิตพิสัย / การเทียบโอนความรู้และประสบการณ์

Abstract

The purpose of research was to study the recognition of prior learning (RPL) system and affective domain for vocational students in technical automotive division of Institutes in Vocational Education Commission. The researchers complies 42 institutes of Office of Vocational Education Commission which consist of division heads amount 42

persons, assessment committees amount 84 persons. The research tool was questionnaires, having reliability value be equal to 0.971. The statistics used in the research are percentage, mean, standard deviation and F-test. The result showed as follows: 1) The cognitive domain assessed by knowledge testing, portfolio, and interviewing be equal to 23.84 percentages, 12.35 percentages, 12.13 percentages, respectively. The psychomotor domain assessed by using the student's production, competency testing, and know-how testing be equal to 16.11 percentages, 15.35 percentages, and 15.03 percentages, respectively. The effective domain assessed by using behavior's observation, interviewing, and attitudes testing be equal to 20.67 percentages, 14.77 percentages and 14.46 percentages, respectively. 2) In term of the assessment problem, the results showed that RPL problem upon cases as follows: The mean of cognitive domain, psychomotor domain and affective domain assessment's problem were at fairly level ($\overline{X}$ = 3.27, S.D. = 0.91), ($\overline{X}$ = 3.29, S.D. = 0.87), and ($\overline{X}$ = 3.19, S.D. = 0.97), respectively. 3) Moreover, the comparative assessment of RPL problem among the Technical College group and Industrial Community College group and Polytechnic College group by using F-test, found that the institute groups were not significance different.

Keywords: Assessment, Cognitive Domain, Psychomotor Domain, Affective Domain, Recognition of Prior Learning

1. ที่มาและความสำคัญของการวิจัย

การศึกษามีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาคนให้มีคุณภาพและเป็นรากฐานในการพัฒนาประเทศชาติให้เจริญก้าวหน้าและมีความมั่นคง ที่ผ่านมาการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของประเทศไม่เป็นไปตามเป้าหมาย เนื่องจากกำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่เพียงพอ ทำให้ไม่สามารถพัฒนานวัตกรรมและนำเอาเทคโนโลยีมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ ดังนั้นในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 [1] ซึ่งมุ่งเน้นความสมดุลทางเศรษฐกิจ บนพื้นฐานการสร้างมูลค่าเพิ่มโดยใช้องค์ความรู้และนวัตกรรม พัฒนาบุคลากรทั้งในระบบและการฝึกอบรมให้มีความรู้และความชำนาญโดยสถาบันการศึกษาต้องสร้างสำนึกและทักษะให้เกิดพฤติกรรมที่สอดคล้องกับลักษณะนิสัยทางอุตสาหกรรม (Industrial Habit) โดยเฉพาะบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์

ปัจจุบันพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 [2] และพระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2551 มาตรา 8 [3] ได้กำหนดการศึกษาไว้สามรูปแบบ คือ การศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย โดยจัดให้มีการเทียบโอนผลการเรียนที่ผู้เรียนสะสมไว้ เพื่อให้สอดคล้องกับเจตนารมของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้กำหนดเป็นนโยบาย ให้สถานศึกษาดำเนินการจัดการเรียนการสอนเทียบโอนความรู้และประสบการณ์วิชาชีพให้กับนักศึกษาและประชาชนทั่วไปที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์การทำงานด้านวิชาชีพ ตรงกับหลักสูตร สาขาวิชาที่สถานศึกษาเปิดสอนมาดำเนินการขอเทียบโอนความรู้และประสบการณ์เข้าสู่หน่วยกิตเมื่อครบตามโครงสร้างของหลักสูตร สามารถยื่นคำร้องเพื่อขอจบการศึกษา มีศักดิ์และสิทธิ์เท่ากับนักศึกษาที่จบการศึกษาในระบบปกติ ซึ่งเป็นอีกรูปแบบและวิธีหนึ่งในการจัดการศึกษาเพื่อผลิตกำลังคนทางด้านวิชาชีพและทางเทคโนโลยีให้เพียงพอ

จากการดำเนินการจัดการเรียนการสอนระบบเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ ของสถานศึกษา ทำให้สถานศึกษาประสบปัญหาในด้านต่างๆ เกี่ยวกับวิธีการประเมินผลรายวิชา/กลุ่มวิชา เทียบโอน ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย เนื่องจากเป็นการจัดการศึกษารูปแบบใหม่ที่บูรณาการการศึกษาทั้ง 3 ระบบเข้าด้วยกัน ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาระบบเทียบโอนความรู้ประสบการณ์ และจิตพิสัยของผู้เรียน

สาขางานเทคนิคยานยนต์ ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยออกแบบสอบถาม สำรวจความคิดเห็นจากคณะกรรมการประเมินความรู้และประสบการณ์ ในสถานศึกษาที่จัดการเรียนการสอนเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขางานเทคนิคยานยนต์ เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน และการประเมินผลรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ในสถานศึกษา ตลอดจนรับทราบปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบเทียบโอน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาวิธีการ และปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอนความรู้ประสบการณ์และจิตพิสัย ของผู้เรียนสาขางานเทคนิคยานยนต์

2.2 เพื่อเปรียบเทียบปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ ระหว่างกลุ่มสถานศึกษา

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

3.1 ทราบวิธีการและปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน สาขางานเทคนิคยานยนต์

3.2 ทราบผลการเปรียบเทียบปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอนความรู้ ประสบการณ์ ระหว่างกลุ่มสถานศึกษา

3.3 เป็นข้อมูลสำหรับสถานศึกษา ในจัดการเรียนการสอนนักศึกษาหลักสูตรเทียบโอนความรู้ ประสบการณ์

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ได้แก่ คณะกรรมการประเมินจำนวน 42 สถานศึกษาๆละ 3 คน ได้แก่ หัวหน้าแผนกวิชาเครื่องกล 1 คน และคณะกรรมการประเมินของ สถานศึกษาอีก 2 คน รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 126 คน

4.2 ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ส่วนที่ 1 เป็นข้อคำถามให้เลือกตอบ เกี่ยวกับวิธีการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอนความรู้และประสบการณ์

ส่วนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอน โดยข้อคำถามให้เลือกตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ แบบสอบถามถูกตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.971

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการจัดส่งแบบสอบถามทางสารบรรณอิเล็กทรอนิกส์และทางไปรษณีย์

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.4.1 แบบสอบถามส่วนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าร้อยละ

4.4.2 แบบสอบถามส่วนที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย($\overline{X}$)และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)แปลผลโดยใช้เกณฑ์ [4] ดังนี้ 4.51 – 5.00 ความหมายว่า มีปัญหามากที่สุด

3.51 – 4.50 ความหมายว่า มีปัญหามาก

2.51 – 3.50 ความหมายว่า มีปัญหาปานกลาง

1.51 – 2.50 ความหมายว่า มีปัญหาน้อย

1.00 –1.50 ความหมายว่า มีปัญหาน้อยที่สุด

4.4.3 การเปรียบเทียบปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอนระหว่างกลุ่มสถานศึกษา ทดสอบค่าเอฟ(F-test)

5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลวิธีการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอนความรู้และประสบการณ์

จากตารางที่ 1 พบว่า การประเมินด้านพุทธิพิสัยใช้วิธีการประเมินแบบ การทดสอบความรู้มากที่สุดร้อยละ 23.84 และใช้น้อยที่สุดคือการประเมินตนเองร้อยละ 6.43 ด้านทักษะพิสัยใช้มากที่สุดคือ การประเมินจากชิ้นงานร้อยละ16.11 และใช้น้อยที่สุดคือ การทดสอบเจตคติร้อยละ 5.41 ด้านจิตพิสัย ใช้มากที่สุดคือ การสังเกตพฤติกรรม ร้อยละ 20.67 และใช้น้อยที่สุดคือ การประเมินเชิงประจักษ์ร้อยละ 6.98

ตารางที่ 1 การนำวิธีการประเมินไปใช้ประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ ในแต่ละด้าน

วิธีการประเมิน	ร้อยละของการนำวิธีการประเมินไปใช้					
	ด้านพุทธิพิสัย		ด้านทักษะพิสัย		ด้านจิตพิสัย	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
การทดสอบความรู้	556	23.84	375	15.03	231	10.47
การทดสอบสมรรถนะ	214	9.17	383	15.35	163	7.38
การทดสอบเจตคติ	166	7.11	135	5.41	319	14.46
การสัมภาษณ์	283	12.13	231	9.25	326	14.77
ใช้แฟ้มสะสมงาน	288	12.35	250	10.02	184	8.34
การประเมินเชิงประจักษ์	178	7.63	290	11.62	154	6.98
การประเมินจากชิ้นงาน	255	10.93	402	16.11	163	7.38
การประเมินตนเอง	150	6.43	168	6.73	210	9.51
การสังเกตพฤติกรรม	242	10.37	261	10.46	456	20.67

หมายเหตุ : ผู้ตอบแบบสอบถาม สามารถเลือกวิธีการประเมินได้มากกว่า 1 วิธี

5.2 การวิเคราะห์ปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอนความรู้และประสบการณ์

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชา ด้านพุทธิพิสัย

ปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ ด้านพุทธิพิสัย	$\overline{X}$	S.D.	ระดับปัญหา
1. การวิเคราะห์ เนื้อหารายวิชาและสมรรถนะเพื่อสร้างแบบทดสอบ / แบบประเมินด้านพุทธิพิสัย	3.25	0.80	ปานกลาง
2 .การมีส่วนร่วมของสถานประกอบการในการสร้าง แบบทดสอบ/แบบประเมินด้านพุทธิพิสัย	3.65	0.80	ปานกลาง
3.การมีส่วนร่วมของคณะกรรมการในการสร้างแบบทดสอบ/แบบประเมินด้านพุทธิพิสัย	3.23	0.94	ปานกลาง
4. การจัดเตรียมแบบทดสอบประจำรายวิชา/กลุ่มวิชาเพื่อการประเมินด้านพุทธิพิสัย	3.16	0.90	ปานกลาง
5. วันเวลาปฏิบัติงานของนักศึกษาที่เอื้ออำนวยต่อการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชา	3.30	0.95	ปานกลาง
6. ความตรงตามเนื้อหาและสมรรถนะของรายวิชา/กลุ่มวิชาของแบบทดสอบ/แบบประเมินด้านพุทธิพิสัย	3.26	0.90	ปานกลาง
7. เอกสารแนะนำการเข้ารับการประเมินด้านพุทธิพิสัย	3.03	0.92	ปานกลาง
8. การเอาใจใส่และติดตามผลการประเมินของนักศึกษา	3.28	0.97	ปานกลาง
9. การติดต่อสื่อสารระหว่างกรรมการกับนักศึกษา	3.31	1.05	ปานกลาง
เฉลี่ยรวม	3.27	0.91	ปานกลาง

จากตารางที่2 พบว่าการประเมินด้านพุทธิพิสัย โดยรวมมีปัญหาเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง($\overline{X}$ =3.27 S.D. = 0.91)

จากตารางที่ 3 พบว่า การประเมินด้านทักษะพิสัย โดยรวมมีปัญหาเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง($\overline{X}$ = 3.29, S.D. = 0.87)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชา ด้านทักษะพิสัย

ปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ ด้านทักษะพิสัย	$\overline{X}$	S.D.	ระดับปัญหา
1. การวิเคราะห์เนื้อหาและสมรรถนะรายวิชาก่อนการประเมินด้านทักษะพิสัย	3.20	0.94	ปานกลาง
2. การออกแบบประเมินให้ตรงตามสมรรถนะรายวิชา/กลุ่มวิชา	3.20	0.95	ปานกลาง
3. การจัดกระบวนการประเมินด้านทักษะพิสัยอย่างมีระบบ	3.18	0.91	ปานกลาง
4. ความเพียงพอของเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ ในการประเมินด้านทักษะรายวิชา/กลุ่มวิชา	3.65	0.70	มาก
5. การใช้งบประมาณในการดำเนินการประเมินด้านทักษะรายวิชา/กลุ่มวิชา	3.51	0.89	มาก
6. ร่องรอยเอกสารหลักฐานอ้างอิงประสบการณ์ของนักศึกษาสอดคล้องกับทักษะรายวิชา/กลุ่มวิชา	3.24	0.92	ปานกลาง
7. ระยะเวลาที่ใช้ในการประเมินด้านทักษะรายวิชา/กลุ่มวิชา	3.11	1.01	ปานกลาง
8. การเตรียมความพร้อมของนักศึกษาก่อนเข้ารับการประเมินด้านทักษะพิสัย	3.52	0.80	มาก
9. ความสอดคล้องของสมรรถนะตามเนื้อหารายวิชาที่ขอเทียบโอนกับทักษะของนักศึกษา	3.31	0.85	ปานกลาง
10. ความสอดคล้องของวันเวลาในการประเมินทักษะกับการปฏิบัติหน้าที่ ของคณะกรรมการ	3.25	0.84	ปานกลาง
11. ความรู้ ความเข้าใจ และความชำนาญของคณะกรรมการในการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอน	3.09	0.92	ปานกลาง
12. ความเป็นอิสระของคณะกรรมการในการประเมินด้านทักษะพิสัย	3.26	0.77	ปานกลาง
13. การมีส่วนร่วมของสถานประกอบการในการประเมินทักษะรายวิชา/ กลุ่มวิชา	3.43	0.78	ปานกลาง
14. ความเหมาะสมของสถานที่ในการประเมินด้านทักษะพิสัย	3.13	0.94	ปานกลาง
เฉลี่ยรวม	3.29	0.87	ปานกลาง

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชา ด้านจิตพิสัย

ปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ ด้านจิตพิสัย	$\overline{X}$	S.D.	ระดับปัญหา
1. การสร้างแบบทดสอบ/แบบประเมินด้านจิตพิสัยให้เป็นรูปแบบมาตรฐาน	3.19	1.01	ปานกลาง
2. การจัดเตรียมแบบทดสอบ/แบบประเมินของสถานศึกษาในด้านจิตพิสัย	3.08	0.97	ปานกลาง
3. การใช้รูปแบบและวิธีการประเมินด้านจิตพิสัย	3.01	1.02	ปานกลาง
4. ร่องรอยเอกสารหลักฐานอ้างอิงประสบการณ์ของนักศึกษาสอดคล้องกับกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงาน	3.17	0.95	ปานกลาง
5. การให้ความสำคัญของคณะกรรมการต่อการประเมินด้านจิตพิสัย	3.14	0.96	ปานกลาง
6. การมีส่วนร่วมของสถานประกอบการในการประเมินด้านจิตพิสัย	3.53	0.91	มาก
7. การประเมินผลด้านจิตพิสัยเพื่อการเทียบโอนเป็นไปตามระเบียบกำหนด	3.22	0.97	ปานกลาง
เฉลี่ยรวม	3.19	0.97	ปานกลาง

จากตารางที่ 4 ปัญหาการประเมินด้านจิตพิสัย โดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง($\overline{X}$ = 3.19, S.D. = 0.97)

5.3 เปรียบเทียบปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ระหว่างกลุ่มสถานศึกษา

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอน ระหว่างกลุ่มสถานศึกษา

ปัญหาการประเมิน	วิทยาลัยเทคนิค		วิทยาลัยการอาชีพ		วิทยาลัยสารพัดช่าง		F-test	Sig
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D		
ด้านพุทธิพิสัย	3.03	0.60	3.27	0.77	3.39	0.57	2.33	0.10
ด้านทักษะพิสัย	3.05	0.60	3.26	0.83	3.29	0.54	1.18	0.31
ด้านจิตพิสัย	3.02	0.83	3.25	0.91	3.23	0.72	0.86	0.42
เฉลี่ยรวม	3.03	0.67	3.26	0.83	3.30	0.61	1.50	0.22

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอนความรู้ประสบการณ์และจิตพิสัยของผู้เรียน สาขางานเทคนิคยานยนต์ ระหว่างกลุ่มสถานศึกษา ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และ ด้านจิตพิสัย พบว่า กลุ่มวิทยาลัยเทคนิค กลุ่มวิทยาลัยการอาชีพ และกลุ่มวิทยาลัยสารพัดช่าง จากการทดสอบค่าเอฟ(F-test)มีปัญหาการประเมินไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

6. สรุปผลการวิจัย

6.1 ผลการเปรียบเทียบวิธีการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอน ด้านพุทธิพิสัย ใช้วิธี การทดสอบความรู้มากที่สุด ร้อยละ 23.84 รองลงมาได้แก่ การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมงานร้อยละ 12.35 การสัมภาษณ์ร้อยละ 12.13 และนำไปใช้น้อยที่สุดคือ การประเมินตนเองร้อยละ 6.43 ด้านทักษะพิสัย วิธีการที่นำไปใช้มากที่สุดคือ การประเมินจากชิ้นงานร้อยละ 16.11 รองลงมาได้แก่ การทดสอบสมรรถนะร้อยละ 15.35 การทดสอบความรู้ร้อยละ 15.03 ด้านจิตพิสัย วิธีการที่นำไปใช้มากที่สุดคือ การสังเกตพฤติกรรมร้อยละ 20.67 รองลงมา ได้แก่ การสัมภาษณ์ร้อยละ14.77 การทดสอบเจตคติร้อยละ 14.46 และนำไปใช้น้อยที่สุดคือ การประเมินเชิงประจักษ์ร้อยละ 6.98

6.2 ผลการวิเคราะห์ปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอน โดยรวมปัญหาการประเมินมีค่าเฉลี่ยด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัยอยู่ในระดับปานกลาง *($\overline{X}$ = 3.27, S.D. = 0.91), ($\overline{X}$ = 3.29, S.D. = 0.87), ($\overline{X}$ = 3.19, S.D. = 0.97)* ตามลำดับ

6.3 ผลการเปรียบเทียบปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอน ระหว่างสถานศึกษา กลุ่มวิทยาลัยเทคนิค กลุ่มวิทยาลัยการอาชีพ และกลุ่มวิทยาลัยสารพัดช่าง ในด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และ ด้านจิตพิสัยโดยการทดสอบค่าเอฟ (F-test) พบว่า ปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

7. อภิปรายผล

7.1 วิธีการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชาเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ จากกลุ่มสถานศึกษาทั้ง 3 กลุ่มพบว่า การประเมินทางด้านพุทธิพิสัย กลุ่มสถานศึกษาเลือกใช้ วิธีการทดสอบความรู้ ร่วมกับการประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมงาน และการสัมภาษณ์ ส่วนด้านทักษะพิสัย กลุ่มสถานศึกษาเลือกใช้วิธีการประเมินจากชิ้นงาน ร่วมกับการทดสอบสมรรถนะ และการทดสอบความรู้ ส่วนการประเมินทางด้านจิตพิสัยนั้น กลุ่มสถานศึกษาเลือกใช้ วิธีการสังเกตพฤติกรรมร่วมกับการสัมภาษณ์และ การทดสอบเจตคติ ทั้งนี้เพราะว่าการจัดการอาชีวศึกษาที่มีจุดมุ่งหมายของหลักสูตร คือ ให้มีความรู้ทักษะ และมีบุคลิกภาพที่ดี มีความรับผิดชอบต่อตนเอง และสังคม มีคุณธรรม จริยธรรมและกิจนิสัยที่ดีในงานอาชีพ ฉะนั้นในการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชา คณะกรรมการประเมินจะต้องบูรณาการวิธีการประเมินรูปแบบต่าง ๆ มาใช้กับผู้เข้ารับการประเมินซึ่งสอดคล้องกับหลักเกณฑ์แนวทางเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา [5] ซึ่งกล่าวว่า การประเมินความรู้และประสบการณ์ต้องใช้วิธีการและเครื่องมือประเมินที่หลากหลายตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการว่าด้วยการประเมินผลการเรียน ตามหลักสูตรที่ขอประเมิน โดยคณะกรรมการประเมินเป็นผู้ดำเนินการ

7.2 ผลจากการวิเคราะห์ปัญหาการประเมินรายวิชา/กลุ่มวิชา เทียบโอนความรู้และประสบการณ์ พบว่า **ด้านพุทธิพิสัย** มีปัญหาการประเมินโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า การมีส่วนร่วมของ สถานประกอบการในการสร้างแบบทดสอบ/แบบประเมินด้านพุทธิพิสัย มีปัญหาระดับปานกลางสูงสุด ทั้งนี้เพราะว่า การจัดการเรียนการสอนเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ ยังขาดการประสานงานในการจัดการอาชีวศึกษาร่วมกับสถานประกอบการ ส่วนใหญ่เป็นเพียงการส่งบุคลากรเข้ามาเพิ่มคุณวุฒิ มิได้ทำความร่วมมือเหมือนกับการจัดการศึกษารูปแบบ

ทวิภาคี หรือ สหกิจศึกษา **ส่วนด้านทักษะพิสัย** มีปัญหาการประเมิน โดยรวมอยู่ในระดับ ปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ความเพียงพอของเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ ในการประเมินด้านทักษะรายวิชา/กลุ่มวิชา มีปัญหาระดับปานกลางสูงสุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ การประเมินทางด้านทักษะพิสัยนั้นนอกจากจะต้องใช้วิธีการที่หลากหลายแล้วยังต้องใช้ เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์และสื่อต่างๆ เข้ามาช่วยในการประเมินผล ซึ่งสอดคล้องกับ ตฤณธศร พุกพิบูลย์ [6] ที่ได้ศึกษาปัญหาและความต้องการของครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางตามแนวปฏิรูปการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ครูผู้สอนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง ทุกด้าน ส่วนความคิดเห็นเกี่ยวกับความต้องการในด้านเทคนิค และวิธีสอนนั้น ควรจัดให้มีระบบ และแนวทางไปในทิศทางเดียวกัน มีศูนย์วิทยบริการและห้องสมุดที่ทันสมัย และมีระบบบริการที่สะดวก มีแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายพร้อมให้ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม วิทยาการและเทคโนโลยีที่ทันสมัย ส่งเสริมและสนับสนุนด้านวัสดุ-อุปกรณ์ และเทคโนโลยี **และด้านจิตพิสัย** มีปัญหาการประเมิน โดยรวมอยู่ในระดับ ปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า การมีส่วนร่วมของสถานประกอบการในการประเมินด้านจิตพิสัย มีปัญหาระดับปานกลางสูงสุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ สถานประกอบการนั้นไม่ให้ความสำคัญในการประเมินด้านจิตพิสัย เนื่องจากผู้ที่เข้าศึกษาในระบบเทียบโอนความรู้และประสบการณ์นั้น เป็นผู้ผ่านการทำงานมาแล้ว มีหน้าที่ ต้องรับผิดชอบอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็น ของหัวหน้าแผนกวิชา และคณะกรรมการประเมินเสนอที่เสนอแนะมา นอกจากนี้ สถานประกอบการอาจคิดว่าบุคลากรที่ปฏิบัติหน้าที่อยู่ในองค์กรนั้น ได้ผ่านการตรวจสอบ และผ่านการประเมินทั้งด้านจิตพิสัย เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ก่อนจะรับเข้าทำงานในตำแหน่งหน้าที่ต่างๆ มาแล้ว

7.3 ผลการเปรียบเทียบปัญหาการประเมิน รายวิชา/กลุ่มวิชา เทียบโอนความรู้และประสบการณ์ระหว่างกลุ่มสถานศึกษา ด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย พบว่า ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะว่า หัวหน้าแผนกวิชา คณะกรรมการประเมิน และสถานศึกษา มีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักเกณฑ์วิธีการวัดผลประเมินผล และแนวทางการจัดการศึกษาศึกษาเทียบโอนเป็นไปในทิศทางเดียวกันซึ่งสอดคล้องกับ สุทธิพรรณ ไชยวงศ์ [7] ได้ศึกษาความเข้าใจและวิธีการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของครูโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ เขตการศึกษา 8 ผลการวิจัยพบว่า 1.ครูที่มีประสบการณ์กับไม่มีประสบการณ์ทางการวัดผลประเมินผล มีความเข้าใจระเบียบการประเมินผลการเรียนและวิธีการปฏิบัติตามระเบียบการประเมินผลการเรียนไม่แตกต่างกัน 2.ครูที่มีลักษณะประสบการณ์ทางการวัดผลประเมินผลต่างกันมีความเข้าใจในระเบียบการประเมินผลการเรียน และวิธีการปฏิบัติตามระเบียบการประเมินผลการเรียนไม่แตกต่างกัน 3.ครูที่สอนอยู่ในโรงเรียนที่มีขนาดต่างกัน มีวิธีปฏิบัติตามระเบียบประเมินผลการเรียน ไม่แตกต่างกัน 4.ครูที่มีประสบการณ์กับไม่มีประสบการณ์ทางการวัดผลประเมินผล มีปัญหาในการปฏิบัติตามระเบียบการประเมินผลการเรียนไม่แตกต่างกัน

8. เอกสารอ้างอิง

[1] แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550 2554),[Online],Available:www.nesdb.go.th.Portals/0 /news/ plan/ p10/plan10/book/ บทที่ 4 ยุทธศาสตร์การปรับโครงสร้างเศรษฐกิจให้สมดุลและยั่งยืน, pdf [9/9/52].

[2] กรมอาชีวศึกษา, กระทรวงศึกษาธิการ, 2545พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542ปรับปรุง 2545, กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์ บริษัทพริกหวานกราฟฟิค จำกัด, หน้า 9.

[3] ราชกิจจานุเบกษา, 2551, พระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา พ.ศ.2551, หน้า 3-4.

[4] บุญชุม ศรีสะอาด, 2535, การวิจัยเบื้องต้น, สุวีริยาสาส์น, กรุงเทพมหานคร, หน้า 100.

[5] สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ, หลักเกณฑ์การประเมินเทียบโอนความรู้และประสบการณ์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546, โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, หน้า 77.

[6] ตฤณธศร พุกพิบูลย์, 2547, ศึกษาปัญหาและความต้องการของครูผู้สอน ในการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ตามแนวปฏิรูปการศึกษา, ปริญญานิพนธ์ ค.อ.ม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, บทคัดย่อ.

[7] สุทธิพรรณ ไชยวงศ์, 2540, การศึกษาความเข้าใจและวิธีการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตร ประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของครูโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ เขตการศึกษา 8, วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (การบริหารการศึกษา), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.

รูปแบบของรายงานผลการประเมินหลักสูตร
Curriculum Evaluation Report Format

บุษราคัม ทองเพชร[1] และ สุราษฎร์ พรมจันทร์[2]

[1]หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาการสอนเทคนิคศึกษา มจพ.
[2]ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มจพ.
E-mail : [1] nangcute@hotmail.com , [2] spr@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การประเมินผลหลักสูตรเป็นภาระหน้าที่ที่สถานศึกษาทุกแห่งจะต้องดำเนินการ ทั้งนี้นอกจากจะให้ได้ข้อมูลมาปรับปรุงหรือพัฒนาหลักสูตรให้ทันสมัย ตรงตามความต้องการของผู้เรียนและสถานประกอบการแล้ว ยังเป็นส่วนที่สำคัญส่วนหนึ่งในการประกันคุณภาพการศึกษาอีกด้วย เนื่องจากมีการจัดทำรายงานการประเมินหลักสูตรที่หลากหลาย ไม่ปรากฏอย่างชัดเจนว่ามีรายงานการประเมินหลักสูตรใดที่สามารถใช้ได้อย่างกว้างขวาง หรือเป็นไปตามที่ผู้บริหารหรือจัดการหลักสูตรในสถานศึกษาต้องการใช้ การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์รายการและกำหนดรูปแบบของรายงานผลการประเมินหลักสูตร รวมทั้งศึกษาความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการหลักสูตรต่อรายการและรูปแบบของรายงานผลการประเมินหลักสูตรที่จัดทำขึ้น

การวิจัยเริ่มจากการศึกษารายการประเมินและรูปแบบการนำเสนอรายงานผลการประเมินหลักสูตร จากเอกสารวิทยานิพนธ์และงานวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับการประเมินหลักสูตร จำนวน 21 เรื่อง จากนั้นจึงสังเคราะห์รายการประเมินซึ่งประกอบด้วยประเด็นหลักจำนวน 9 รายการ และกำหนดรูปแบบการนำเสนอรายงานผลการประเมินหลักสูตร จำแนกออกได้ 3 รูปแบบ เก็บรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นต่อรายการประเมินและรูปแบบการนำเสนอรายงานผลการประเมินหลักสูตร จากครูอาจารย์ผู้ทำหน้าที่รับผิดชอบงานด้านหลักสูตร เป็นกลุ่มตัวอย่างที่เลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ในสถานศึกษา จำนวน 32 คน จาก 27 สถานศึกษา

ผลการวิจัยพบว่าผู้ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการหลักสูตรในสถานศึกษา เห็นด้วยต่อรายการประเมินต่าง ๆ ที่ควรจะมีในตัวเล่มเอกสารรายงานผลการประเมินที่ได้สังเคราะห์ไว้ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.44) ส่วนรูปแบบการนำเสนอรายงานผลการประเมินหลักสูตร เห็นด้วยกับการนำเสนอด้วยตารางและกราฟ พร้อมทั้งสรุปด้วยความเรียง ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.13) จึงสรุปได้ว่า รายการประเมินที่ได้สังเคราะห์มานั้น ผู้เกี่ยวข้องต่างเห็นด้วยในระดับมาก สามารถนำไปใช้เป็นประเด็นหลักในการประเมินหลักสูตรต่อไปได้ ส่วนรูปแบบการนำเสนอผลการประเมินในเอกสารรายงานผลการประเมินหลักสูตรนั้น ควรใช้รูปแบบการนำเสนอด้วยกราฟ ตาราง พร้อมทั้งสรุปด้วยความเรียง

คำสำคัญ: *รายการประเมินผลหลักสูตร รายงานผลการประเมินหลักสูตร*

Abstract

All educational institutes are responsible for curriculum evaluation in order to gain information for curriculum development which serves the needs of learners and establishments. This information is also important for the education quality assurance. As there are several different formats of curriculum evaluation reports and the lack of a common format for the program administrators, the purposes of the research are to synthesize the descriptions, specify the format of curriculum evaluation report, and study the attitude of related program administrators to the descriptions and formats of the designed report. Twenty-one documents of curriculum evaluation descriptions and formats were studied. The curriculum evaluation descriptions were synthesized to 9 items and the curriculum evaluation reports were classified as 3 formats. The attitude to the descriptions and the formats was collected from 32 related program administrators of 27 educational institutes, derived from purposive sampling.

The results showed that the related program administrators had a high level of positive attitude (4.44) to the synthesized descriptions in the reports. They also had a high level of positive attitude (4.13) to the report formats using tables, graphs, and concluding paragraph. In conclusion, the synthesized descriptions can be utilized in curriculum evaluation. The formats of curriculum evaluation reports should illustrate with graphs and tables and conclude with a paragraph.

Keywords: *Curriculum Evaluation Description, Curriculum Evaluation Report*

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การประเมินหลักสูตรเป็นกระบวนการที่สำคัญในการพัฒนา ปรับปรุง และตัดสินใจเกี่ยวกับหลักสูตร ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ควรเกิดขึ้นทุกช่วงระยะเวลาของการพัฒนาหลักสูตร ตั้งแต่ก่อนการพัฒนาหลักสูตร การออกแบบหรือร่างหลักสูตรก่อนการนำหลักสูตรไปใช้ ระหว่างการดำเนินการใช้หลักสูตร หลังจากใช้หลักสูตรครบวงจร หรือการติดตามผลกระทบของการใช้หลักสูตร [1]

ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง กรอบมาตรฐานหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พ.ศ. 2551 ข้อที่ 17 กล่าวถึงเรื่อง การพัฒนาหลักสูตร ว่า "*ให้สถานศึกษามีหน้าที่ในการพัฒนาหลักสูตร ประเมินหลักสูตร และปรับปรุงมาตรฐานวิชาชีพสาขาวิชาและคุณภาพการศึกษาเป็นระยะๆ อย่างน้อยทุก 5 ปี*" [2] ทั้งนี้เพื่อให้หลักสูตรมีความทันสมัยสอดคล้องกับความต้องการในขณะนั้น

ในการประกันคุณภาพการศึกษา ของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) ได้กำหนดให้การบริหารจัดการหลักสูตร เป็นมาตรฐานและตัวบ่งชี้ส่วนหนึ่งที่สถานศึกษาทั้งในระดับอุดมศึกษาและต่ำกว่าระดับอุดมศึกษาจะต้องดำเนินการให้มีระบบและกลไกในการพัฒนาและบริหารหลักสูตร เป็นหลักประกันถึงคุณภาพในการจัดการศึกษาของสถานศึกษาอีกด้วย [3]

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่สถานศึกษาจะต้องดำเนินการบริหารจัดการหลักสูตรตามข้อกำหนด เพื่อนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้ไปพัฒนาการจัดการศึกษาให้มีคุณภาพเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ดี จากการศึกษาพบว่ามีการจัดทำรายงานการประเมินหลักสูตรที่หลากหลาย ไม่ปรากฏอย่างชัดเจนว่ามีรายงานการประเมินหลักสูตรที่สามารถใช้ได้อย่างกว้างขวาง เป็นสากลและเป็นที่ต้องการของผู้บริหารหรือจัดการหลักสูตรในสถานศึกษานั้น ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเพื่อที่จะสังเคราะห์รายการและกำหนดรูปแบบของรายงานผลการประเมินหลักสูตรที่เหมาะสมไว้ใช้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อสังเคราะห์รายการและกำหนดรูปแบบของรายงานผลการประเมินหลักสูตร จากเอกสารและรายงานวิจัยที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้อง

1.2.2 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการหลักสูตรต่อรายการและรูปแบบของรายงานผลการประเมินหลักสูตร

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของการประเมินหลักสูตร

การประเมินหลักสูตร หมายถึง กระบวนการในการตัดสินความเป็นไปได้ ประสิทธิผลและคุณค่าของหลักสูตร โดยอาศัยการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติสืบเนื่องกันโดยสม่ำเสมอตลอดเวลา เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาประเมินผลว่า หลักสูตรนั้นเป็นอย่างไร มีประสิทธิภาพดีหรือไม่ ได้ผลตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ มีส่วนใดที่บกพร่อง เพื่อที่จะได้ปรับปรุงแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลง หรือพัฒนาหลักสูตรนั้นให้เป็นหลักสูตรที่ดี สนองความต้องการของผู้ เรียนและสังคมต่อไป [4]

2.2 รูปแบบการประเมินหลักสูตร

การประเมินผลหลักสูตรมีหลายรูปแบบ ในที่นี้จะนำเสนอเพียง 3 รูปแบบ [5] ที่นำมาใช้กันทั่วไป มีรายละเอียด ดังต่อ ไปนี้

2.2.1 รูปแบบการประเมิน แบบ CIPP มีองค์ประกอบในการประเมิน 4 ประการ คือ

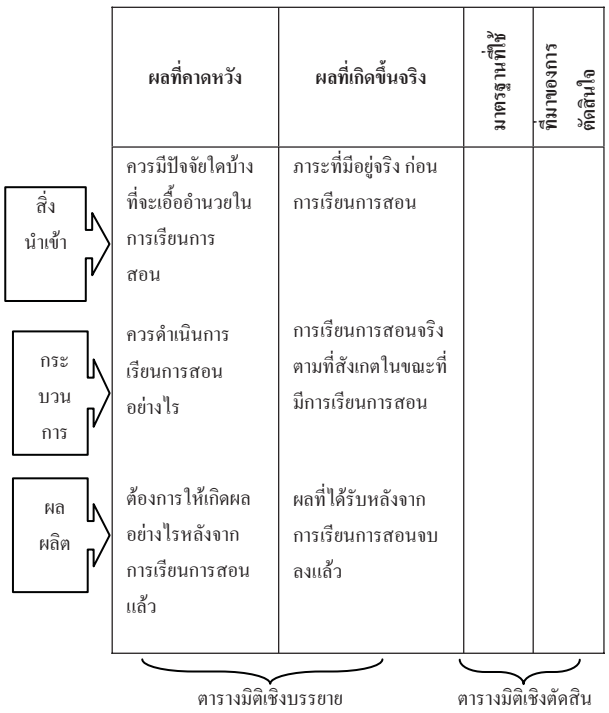
ก) การประเมินบริบท (Context Evaluation) เป็นการประเมินสภาพแวดล้อมเกี่ยวข้องกับสภาพปัญหา ความต้องการสิ่งต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการกำหนดจุดประสงค์ของหลักสูตร

ข) การประเมินปัจจัยเบื้องต้น (Input Evaluation) เป็นการประเมินสิ่งที่นำเข้ามาใช้ในการดำเนินการในหลักสูตร ได้แก่ บุคลากร งบประมาณ วัสดุ อุปกรณ์ เพื่อการตัดสินใจว่าจะเลือกปัจจัยในลักษณะใดดี ในการวางแผนออกแบบการดำเนินการต่อไป

ค) การประเมินกระบวนการ (Process Evaluation) เป็นการประเมินกิจกรรมหรือกระบวนการต่าง ๆ ในการปฏิบัติงาน เช่น การบริหารหลักสูตร จัดประสบการณ์ต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เพื่อใช้ในการตัดสินใจว่าจะดำเนินการโดยวิธีใดและอย่างไร วิธีใดมีข้อบกพร่อง และจะแก้ไขอย่างไร

ง) การประเมินผลผลิต (Product Evaluation) เป็นการประเมินผลผลิตและผลกระทบของหลักสูตรว่า ได้ผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงหลักสูตรให้ได้ผลดีกว่าเดิม

2.2.2 รูปแบบการประเมินของสเตค [5] ได้เสนอให้เห็นองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นมาเป็นหลักสูตร ซึ่งแนวความคิดของสเตค ต่างจากคนอื่นในด้านที่ว่า ถ้าพบว่าผลผลิตของหลักสูตรไม่ดีแล้ว ไม่ได้หมายความว่าเนื้อหาของหลักสูตรจะไม่ดี แต่ผลผลิตที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนการสอน สภาพแวดล้อม ผู้สอน ผู้เรียน ฯลฯ รูปแบบการประเมินหลักสูตรของสเตค มีรายละเอียดดังภาพที่ 1

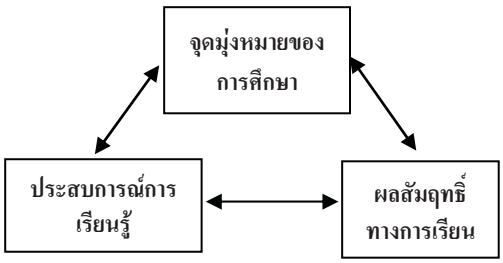


ภาพที่ 1 รูปแบบการประเมินหลักสูตรของสเตค

ในส่วนของตารางมิติเชิงบรรยาย จากภาพที่ 1 เป็นการพิจารณาข้อมูลในแนวตั้งว่ามีความสัมพันธ์กันกับข้อมูลในแนวนอนหรือไม่ เมื่อพิจารณาแล้วพบว่ามีความสัมพันธ์กันในแนวตั้ง และมีความสอดคล้องกันในแนวนอน แสดงว่าหลักสูตรหรือกระบวนวิชานั้นเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในส่วนของตารางมิติเชิงตัดสิน จะเป็นเกณฑ์มาตรฐานเพื่อพิจารณาข้อมูลที่ได้มาจากตารางมิติเชิงบรรยาย ซึ่งแบ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้ในการประเมินและที่มาของการตัดสินใจว่าหลักสูตรบรรลุจุดมุ่งหมายหรือมีประสิทธิภาพเพียงใด ต้องการปรับปรุง เปลี่ยนแปลง ที่จุดใด หรือมีปัจจัยอะไรเป็นตัวเกื้อหนุนอยู่บ้าง

2.2.3 รูปแบบการประเมินของไทเลอร์ [5] ได้ให้ความเห็นว่า การประเมินควรใช้จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเป็นเกณฑ์ โดยศึกษากระบวนการของความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ จุดมุ่ง หมายของการศึกษา ประสบการณ์การเรียนรู้ และการตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ โดยมีรูปแบบการประเมิน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 รูปแบบการประเมินหลักสูตรของไทเลอร์

การประเมินผลในรูปแบบของไทเลอร์ ดังภาพที่ 2 มุ่งประเมินความสัมพันธ์ระหว่างจุดมุ่งหมายของการศึกษากับการตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนว่า สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรหรือไม่ ถ้าไม่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ก็ต้องสำรวจกระบวนการเรียนการสอนว่า ได้สร้างเสริมประสบการณ์เรียนรู้ให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปสู่จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเพียงใด

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชญานุตม์ ศิริอินทร์ [6] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประเมินหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาอุตสาหกรรมและองค์การ คณะศิลปศาสตร์ประยุกต์ โดยศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ นักศึกษา ผู้สำเร็จการศึกษา ผู้บังคับบัญชาของผู้สำเร็จการศึกษา โดยใช้รูปแบบการประเมิน CIPP Model กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ อาจารย์ 12 คน นักศึกษา 33 คน ผู้สำเร็จการศึกษา 98 คน และผู้บังคับบัญชาของผู้สำเร็จการศึกษา 54 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสอบถาม 4 ชุด สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า การประเมินด้านบริบท วัตถุประสงค์และโครงสร้างของหลักสูตร มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก การประเมินด้านปัจจัยเบื้องต้น พบว่า อาจารย์ผู้สอนมีประสบการณ์สอนมากกว่า 10 ปี สื่อการเรียนการสอน สถานที่เรียน พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก การประเมินด้านกระบวนการ พบว่า การจัดการเรียนการสอนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก การประเมินด้านผลผลิต พบว่า ผู้บังคับบัญชา ของผู้สำเร็จการศึกษามีความพึงพอใจต่อผู้สำเร็จการศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับมาก

กัญจน์ชญาน์ สรรเสริญ [4] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประเมินหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา (ปรับปรุง พ.ศ. 2545) มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ซึ่งใช้รูปแบบการประเมินแบบ Stake โดยการประเมินหลักสูตรใน 3 ด้าน คือ (1) ด้านองค์ประกอบของหลักสูตร (2) ด้านกระบวนการ และ (3) ด้านผลผลิตของหลักสูตร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ได้แก่ อาจารย์และมหาบัณฑิตของสาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา ผู้บังคับบัญชาของมหาบัณฑิต และนิสิตปัจจุบัน การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้แบบสอบถาม และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าร้อยละและค่าความถี่ ผลการวิจัยพบว่า ความเหมาะสมของหลักสูตรในภาพรวมอยู่ในระดับมากทั้ง 3 ด้าน

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย เรื่อง “รูปแบบของรายงานผลการประเมินหลักสูตร” มีลำดับขั้นการดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 สังเคราะห์รายการและกำหนดรูปแบบรายงานผล

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

3.1.1 ศึกษารายการประเมินและรูปแบบการนำเสนอรายงานผลการประเมินหลักสูตร จากเอกสาร วิทยานิพนธ์และงานวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับการประเมินหลักสูตร จำนวน 21 เรื่อง

3.1.2 สังเคราะห์รายการประเมินและกำหนดรูปแบบการนำเสนอรายงานผลการประเมินหลักสูตร จากการศึกษาเอกสาร วิทยานิพนธ์ และงานวิจัยต่าง ๆ ที่ได้ศึกษาค้นคว้า โดยพิจารณาเฉพาะรายการที่มีความถี่มากกว่า 90% เท่านั้น ซึ่งมีรายละเอียด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายการประเมินและรูปแบบที่ได้จากการสังเคราะห์

ลำดับ	รายการ
1	**ประเด็นหลักที่ควรจะมีในตัวเล่มรายงานการประเมิน**
1.1	จุดประสงค์ของหลักสูตร
1.2	โครงสร้างของหลักสูตร
1.3	เนื้อหาสาระรายวิชา
1.4	ทรัพยากรที่ใช้ในการดำเนินการตามหลักสูตรมีความเหมาะสมเกี่ยวกับ
	1.4.1 อาจารย์ผู้สอน
	1.4.2 นักศึกษา
	1.4.3 งบประมาณ
	1.4.4 สื่อการเรียนการสอน
	1.4.5 เอกสารตำรา
	1.4.6 วัสดุอุปกรณ์ของหลักสูตร
	1.4.7 อาคารสถานที่
1.5	กระบวนการจัดการเรียนการสอน
1.6	การวัดและการประเมินผลการศึกษา
1.7	การบริหารหลักสูตร
1.8	ความพึงพอใจของผู้สำเร็จการศึกษาที่มีต่อหลักสูตร
1.9	คุณภาพและคุณลักษณะของผู้สำเร็จการศึกษา
2	**รูปแบบการนำเสนอรายงานผลการประเมินที่ควรจะเป็น**
2.1	นำเสนอข้อมูลด้วยตาราง และสรุปด้วยความเรียง
2.2	นำเสนอข้อมูลด้วยกราฟ และสรุปด้วยความเรียง
2.3	นำเสนอข้อมูลด้วยตาราง+กราฟ และสรุปด้วยความเรียง

3.2 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากรในการวิจัยนี้ คือ อาจารย์ผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบงานด้านหลักสูตรของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) และสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)

3.2.2 กลุ่มตัวอย่างคือ เป็นครูอาจารย์ที่ทำหน้าที่รับผิดชอบงานด้านหลักสูตรในสถานศึกษา ทั้งหมด จำนวน 32 คน จาก 27 สถานศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

สถานศึกษาในสังกัด	จำนวนสถานศึกษา	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
สกอ.	14	19
สอศ.	13	13
รวม	**27**	**32**

3.3 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามความคิดเห็นของครูอาจารย์ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบงานหลักสูตรในสถานศึกษา โดยการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 นำข้อสรุปรายการประเมินและรูปแบบการรายงานผลการประเมินหลักสูตร ที่ได้จากการสังเคราะห์เอกสาร วิทยานิพนธ์ และงานวิจัยต่าง ๆ ที่ศึกษาค้นคว้ามาใช้เป็นข้อมูลในการยกร่างแบบสอบถามความคิดเห็น ซึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ

ก) รายการประเมิน (หรือประเด็นหลัก) ที่จะต้องระบุไว้ในตัวเล่มรายงานผลการประเมินหลักสูตร

ข) รูปแบบการนำเสนอรายงานผลการประเมินหลักสูตร ที่จะใช้เป็นเอกสารรายงานต่อไป

3.3.2 นำแบบสอบถามฉบับร่าง ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรตรวจสอบความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.3.3 จัดพิมพ์แบบสอบถามความคิดเห็น เพื่อนำข้อมูลไปดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ส่งเอกสารการสังเคราะห์รายการประเมินหลักสูตรและรูปแบบการรายงานผลการประเมินหลักสูตรพร้อมกับแบบสอบถาม จำนวน 40 ชุด ไปยังกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 40 คน ใน 34 สถานศึกษา สังกัดของ สกอ. และ สอศ. ได้รับแบบสอบถามกลับมา จำนวน 32 คนจาก 27 สถานศึกษา (ดังรายละเอียดที่นำเสนอไว้ในตารางที่ 2) ข้างต้น ใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

การวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นในแบบสอบถามที่เก็บจากกลุ่มตัวอย่าง ทำโดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นจึงเปรียบเทียบค่าที่ได้กับระดับความคิดเห็นตามเกณฑ์ของ Best โดยกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยไว้ที่ 3.5

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4 ตามลำดับดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3 สรุปความความพึงพอใจของผู้เกี่ยวข้องที่มีต่อประเด็นหลักของการประเมินหลักสูตรที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น

รายการ	ค่าเฉลี่ย	SD
1. ประเด็นหลักที่ควรจะมีในตัวเล่มรายงานการประเมิน		
1.1 จุดประสงค์ของหลักสูตร	4.84	0.37
1.2 โครงสร้างของหลักสูตร	4.78	0.49
1.3 เนื้อหาสาระรายวิชา	4.63	0.55
1.4 ทรัพยากรที่ใช้ในการดำเนินการตามหลักสูตรมีความเหมาะสมเกี่ยวกับ		
1.4.1 อาจารย์ผู้สอน	4.53	0.62
1.4.2 นักศึกษา	4.16	0.88
1.4.3 งบประมาณ	3.94	0.80
1.4.4 สื่อการเรียนการสอน	4.41	0.61
1.4.5 เอกสารตำรา	4.22	0.66
1.4.6 วัสดุอุปกรณ์ของหลักสูตร	4.34	0.60
1.4.7 อาคารสถานที่	4.00	0.88
1.5 กระบวนการจัดการเรียนการสอน	4.56	0.56
1.6 การวัดและการประเมินผลการศึกษา	4.66	0.48
1.7 การบริหารหลักสูตร	4.53	0.67
1.8 ความพึงพอใจของผู้สำเร็จการศึกษาที่มีต่อหลักสูตร	4.41	0.80
1.9 คุณภาพและคุณลักษณะของผู้สำเร็จการศึกษา	4.66	0.60
ค่าเฉลี่ย	**4.44**	**0.64**

ตารางที่ 4 สรุปความความพึงพอใจของผู้เกี่ยวข้องที่มีต่อรูปแบบการนำเสนอ ของรายงานผลการประเมินหลักสูตรที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น

รายการ	ค่าเฉลี่ย	SD
2. รูปแบบการนำเสนอรายงานผลการประเมินหลักสูตรที่จะนำเสนอในเอกสารรายงาน		
2.1 นำเสนอข้อมูลด้วยตาราง และสรุปด้วยความเรียง	3.97	0.90
2.2 นำเสนอข้อมูลด้วยกราฟ และสรุปด้วยความเรียง	3.56	0.84
2.3 นำเสนอข้อมูลด้วยตาราง+กราฟ และสรุปด้วยความเรียง	4.13	0.94

5. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่าผู้ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการหลักสูตรในสถานศึกษา เห็นด้วยต่อรายการประเมินต่างๆ ที่ควรจะมีในตัวเล่มเอกสารรายงานการประเมินที่ได้สังเคราะห์ไว้ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.44) แม้ว่าในบางรายการจะมีความเห็นซึ่งแตกต่างกันอยู่บ้าง ในส่วนรูปแบบการนำเสนอรายงานผลการประเมินหลักสูตร เห็นด้วยกับการนำเสนอด้วยตารางและกราฟ พร้อมทั้งสรุปด้วยความเรียง ในระดับมาก(ค่าเฉลี่ย 4.13)

จึงสรุปได้ว่า รายการประเมินที่ได้สังเคราะห์มานั้น ผู้เกี่ยวข้องต่างเห็นด้วยในระดับมาก จึงสามารถนำไปใช้เป็นประเด็นหลักในการประเมินหลักสูตรต่อไปได้ และรูปแบบการนำเสนอผลการประเมินในเอกสารรายงานผลการประเมินหลักสูตรนั้น ควรใช้รูปแบบการนำเสนอด้วยกราฟ ตาราง พร้อมทั้งสรุปด้วยความเรียง

6. เอกสารอ้างอิง

[1] วสันต์ ทองไทย. “การประเมินหลักสูตรจากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ.” [สืบค้นวันที่ 27 พฤษภาคม 2553] จาก www.doed.edu.ku.ac.th/article/eva_curri.pdf

[2] กรอบมาตรฐานหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง.(ประกาศ.) กรุงเทพมหานคร : กระทรวงศึกษาธิการ 2551.

[3] มาตรฐานที่ 6 ด้านหลักสูตรและการเรียนการสอน. คู่มือการประกันคุณภาพภายนอกระดับอุดมศึกษา(ฉบับปรับปรุง ธันวาคม 2549.) : สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการ ศึกษา.

[4] กัญจน์ชญาน์ สรรเสริญ. “การประเมินหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2545) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551.

[5] ศรัญยา วรากุลวิทย์. “รายงานการวิจัยเรื่อง การประเมินผลหลักสูตรบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการท่องเที่ยว ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. ” สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา วาสุกรี, 2544.

[6] ชญานุตม์ ศิริอินทร์. “การประเมินหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาจิตวิทยาอุตสาหกรรมและองค์การ คณะศิลปศาสตร์ประยุกต์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

การศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ. 5 ปี): กรณีศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

Bachelor of Science (B.S.Tech.Ed.5 years) in Technical Education Curriculum, Student Satisfaction Study Case Study : Technical Education Faculty Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

อนุรักษ์ เมฆพะโยม และ สุวิทย์ วงษ์ยืน

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี
7/1 ถนนนนทบุรี 1 ตำบลสวนใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000
e-mail: anurak_68@hotmail.com , mrs3898@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ. 5 ปี) : กรณีศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ในด้านเนื้อหาหลักสูตร ด้านระบบการจัดการศึกษา ด้านการเรียนการสอน และด้านผลสัมฤทธิ์ต่อตนเองหลังการศึกษา รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม โดยใช้แบบสอบถามเก็บรวบรวมจากนักศึกษาหลักสูตร ค.อ.บ. 5 ปี ที่เข้าเรียนปีการศึกษา 2548 (รุ่นแรก)ของทุกสาขาวิชาในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ด้านระบบการจัดการศึกษานักศึกษามีความพึงพอใจมาก (ค่าเฉลี่ย 3.42) ด้านเนื้อหาหลักสูตรมีความพึงพอใจปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.02) ด้านการเรียนการสอนมีความพึงพอใจปานกลาง(ค่าเฉลี่ย 2.87) และด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อตนเองหลังการศึกษาอยู่ในระดับความพึงพอใจปานกลาง(ค่าเฉลี่ย 3.39) สำหรับข้อเสนอแนะในการปรับปรุงหลักสูตรควรทำอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน และให้มีการพัฒนาคุณภาพของอุปกรณ์และสื่อประกอบการเรียนให้มากขึ้น รวมทั้งควรมีการทำวิจัยเพื่อบูรณาการรูปแบบการสอนใหม่ ๆ ให้สอดคล้องกับรายวิชาด้านวิศวกรรมได้อย่างเหมะสม สรุปได้ว่าผลของการวิจัยนี้สามารถนำเสนอให้กับมหาวิทยาลัยได้พิจารณาเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาหลักสูตรต่อไป

คำสำคัญ : ความพึงพอใจของนักศึกษา, หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ. 5 ปี)

Abstract

This study is graded undergraduate students satisfaction trough Bachelor of Science (B.S.Tech.Ed. 5 years) in Technical Education Curriculum. Case study: Technical Education Faculty Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi mentioned in course content, educational systematic among teaching and learning which achievement follow-up provided. Student comments are additional trough questionnaire collected from the sampling group of 30 students who enrolled in 2005 (B.S.Tech Ed.5 years). Evaluation results are as follows: student satisfaction in educational system with high level (mean 3.42), course content in medium level(mean 3.02), teaching and learning in medium level(mean 2.87) and study achievement follow-up in medium level(mean 3.39). Suggestions for course improved dues to regular acts which serve labor targets. More equipments and instructional medias are essential. The research will be integrated new teaching models in accordance with flexible engineer courses. To assume that all results of this research can be presented to the university as essential data for courses develop.

Keywords: Student Satisfaction, Bachelor of Science (B.S.Tech. Ed. 5 years) in Technical Education Curriculum

1. บทนำ

ครูมีความสำคัญยิ่งต่ออนาคตของประเทศ เพราะ “ครู” คือผู้มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนทุก ๆ ด้าน ซึ่งจะส่งผลต่อความสำคัญในการพัฒนาประเทศ และนำพาประเทศไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน รวมทั้งสามารถธำรงไว้ซึ่งความมั่นคงของชาติได้ในอนาคต แต่ในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา อาชีพครูค่อนข้างตกต่ำ จากการเลือกอันดับเข้าเรียนมหาวิทยาลัยของนักศึกษาแต่ละปีพบว่ามีการเลือกคณะศึกษาศาสตร์ ครุศาสตร์เป็นลำดับท้ายสุด ซึ่งปัญหาของครูไทยมีมากมายอาจแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการผลิต ด้านการปฏิบัติงานและด้านการพัฒนา นอกจากนั้นคนส่วนมากยังเห็นว่าอาชีพครูเป็นงานหนักและได้รับค่าตอบแทนต่ำ จากปัญหาต่าง ๆ คนรุ่นใหม่จึงไม่มีความปรารถนาเป็นครูสังคมไม่เชื่อมั่นศรัทธาวิชาชีพครู ยังผลให้วิชาชีพครูตกต่ำ คนที่เข้าสู่วิชาชีพครูส่วนใหญ่กลายเป็นครูโดยบังเอิญ มากกว่าเป็นครูโดยตั้งใจ[1] พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม พ .ศ. 2545 ได้กำหนดไว้ในหมวด 7 ครู คณาจารย์และบุคลากรทางการศึกษามาตราที่ 52 ว่า “ให้กระทรวงศึกษาธิการส่งเสริมให้มีระบบ กระบวนการผลิต การพัฒนาครู คณาจารย์และบุคลากรทางการศึกษาให้มีคุณภาพและมาตรฐานที่เหมาะสมกับการเป็นวิชาชีพชั้นสูง โดยการกำกับและประสานให้สถาบันที่ทำหน้าที่ผลิตและพัฒนาครูคณาจารย์รวมทั้งบุคลากรทางการศึกษาให้มีความพร้อมและมีความเข้มแข็งในการเตรียมบุคลากรใหม่และการพัฒนาบุคลากรประจำการอย่างต่อเนื่อง” [2] ดังนั้นเพื่อให้การศึกษาวิชาชีพครูมีความเข้มข้นทางวิชาการและวิชาชีพ และมีจิตวิญญาณความเป็นครู โดยการเพิ่มจำนวนปีในการศึกษา และคัดเลือกคนเก่ง คนดีและมีความศรัทธาต่อวิชาชีพครูเข้ามาเรียนครู เพื่อให้วิชาชีพครูเป็นวิชาชีพชั้นสูง โดยแท้จริง กระทรวงศึกษาธิการจึงจัดให้มีโครงการผลิตครูการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับปริญญาตรี (หลักสูตร 5 ปี) โดยเริ่มมาตั้งแต่ปีการศึกษา 2547 โดยเรียกกันติดปากว่า “ครู 5 ปี” หรือสังคมรู้จักในนาม “ครูแนวใหม่” หรือ “ครูมืออาชีพ” เพื่อหวังจะบ่มเพาะนักศึกษาครูให้มีความเข้มข้นทางวิชาการ และมีความเชี่ยวชาญในวิชาชีพให้สมกับเป็นวิชาชีพชั้นสูง และฟื้นศรัทธาวิชาชีพครูในสังคมไทยให้กลับคืนมา [1]

ทั้งนี้ พระราชบัญญัติสภาครูและบุคลากรทางการศึกษา 2546 กล่าวไว้ในตัวบท มาตรา 44 ว่า ผู้ขอรับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพครู ต้องมีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามหลายประการ นอกจากนั้นในมาตราดังกล่าว ยังได้กำหนด ไว้ด้วยว่า วิชาชีพครูและผู้บริหารการศึกษาเป็นวิชาชีพควบคุม ซึ่งวิชาชีพครู นอกจากต้องเป็นผู้มีคุณสมบัติทางด้านอายุไม่ต่ำกว่า20 ปีแล้ว ต้องมีคุณสมบัติทางวิชาการอยู่ประการหนึ่งคือ “มีวุฒิปริญญาทางการศึกษา” และมีคุณสมบัติทางทักษะภาคปฏิบัติ ที่ต้องผ่านการประเมินด้านการปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาตามหลักสูตรปริญญาทางการศึกษาเป็นเวลาไม่น้อยกว่าหนึ่งปีเต็ม [3]

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ นายแพทย์เกษม วัฒนชัย นายกสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิได้กำหนดทิศทางการจัดการศึกษาของมหาวิทยาลัย สู่การเป็นมหาวิทยาลัยชั้นนำด้านเทคโนโลยี โดยเป็นมหาวิทยาลัยที่เน้นหรือให้ความสำคัญกับการมุ่งสู่ความเป็นวิชาชีพ ซึ่งในการจัดทำหลักสูตร การจัดการเรียนการสอน หรือการฝึกงานจะต้องเน้นในการนำความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้เพื่อให้เกิดเป็นนักวิชาชีพ (Professional) ขึ้นมาได้ โดยนักวิชาชีพที่จะทำให้เกิดขึ้นได้นั้น จะต้องมีองค์ประกอบหลักสามประการคือ รู้จริงรู้ลึก มีทักษะความชำนาญ และมีจริยธรรมในวิชาชีพนั้น ๆ [4] ปัจจุบันคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมเป็น 1 ใน 6 คณะที่เปิดสอนในมหาวิทยาลัยมีภารกิจหลักในการผลิตครูช่างอุตสาหกรรมทั้งระดับปริญญาและระดับบัณฑิตศึกษาให้เป็นผู้มีความรู้ มีความสามารถทั้งทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติการที่มีความพร้อมทางด้านการเรียนการสอนและการจัดการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยได้เปิดสอนหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (หลักสูตร 5 ปี) หรือค.อ.บ.หลักสูตร 5 ปี เริ่มตั้งแต่ปีการศึกษา 2548 มี 5 สาขาวิชาคือ วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอุตสาหการ

วิศวกรรมโยธาวิศวกรรมไฟฟ้า และวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม ซึ่งทำการสอน ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี จังหวัดนนทบุรี มีนักศึกษาในหลักสูตรปัจจุบันทุกสาขาวิชาที่ศึกษาครบปีที่ 5 แล้วรวมจำนวนทั้งสิ้น 38 คน แยกเป็นสาขาวิชาดังนี้ วิศวกรรมเครื่องกล 9 คน วิศวกรรม อุตสาหการ 5 คน วิศวกรรมโยธา 4 คน วิศวกรรมไฟฟ้า 9 คน และวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม 11 คน ทั้งนี้นักศึกษาดังกล่าวได้ผ่านการเรียนการสอนตามที่คณะได้จัดให้ตามแผนการสอนและผ่านการฝึกอบรมสาระความรู้และเพิ่มสมรรถนะนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิตในเรื่องที่เกี่ยวกับ การพัฒนาหลักสูตร การจัดการเรียนรู้ จิตวิทยาสำหรับครู การวัดและประเมินผลการศึกษา ความเป็นครู การบริหารจัดการในห้องเรียน และการวิจัยทางการศึกษาโดยนักศึกษากลุ่มดังกล่าวได้ผ่านการฝึกสอนในสถาบัน การศึกษาเป็นเวลา 2 ภาคการศึกษาหรือหนึ่งปีการศึกษาตามที่กำหนดไว้

จากความเป็นมาดังกล่าว ผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยในฐานะที่เป็นบุคลากรในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จึงมีความสนใจในการทำวิจัยเรื่อง “การศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ. 5 ปี) กรณีศึกษา : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ” เนื่องจากนักศึกษาที่เข้าศึกษาปีการศึกษา 2548 ซึ่งเป็นนักศึกษารุ่นแรกได้ทำการศึกษาครบตามแผนการเรียนการสอนแล้ว และเพื่อนำผลการศึกษามาแก้ไข ปรับปรุงพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ. 5 ปี) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

2. แนวคิด ทฤษฎี

โครงการผลิตครู 5 ปี เริ่มเมื่อปี 2547 โดยหลักสูตรที่ใช้สื่อการสอน อาจารย์ผู้สอน กิจกรรมการพัฒนานักศึกษาครูและบริบทแวดล้อมต้องเริ่มค่อย ๆ เปลี่ยน จากแม่พิมพ์พันธุ์เก่าเป็นแม่พิมพ์พันธุ์ใหม่ ด้วยบรรยากาศที่ท้าทาย เมื่อเรียนถึง 5 ปีเต็มลูกศิษย์พันธุ์ใหม่ จะมีลักษณะเป็นอย่างไร หวังที่จะได้ครูพันธุ์ใหม่ที่เป็นครูชั้นวิชาชีพ มีความเป็นเลิศทางวิชาการและเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ซึ่งก็หมายถึงเชี่ยวชาญวิชาเอกในแต่ละสาระการเรียนรู้ นอกจากนั้นยังต้องเชี่ยวชาญในวิชาชีพและสามารถบูรณาการความรู้ ทักษะ และคุณธรรม จริยธรรมแห่งวิชาชีพเพื่อนำไปใช้ในการทำงานและไปเป็นคนดีอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข และยังต้องรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงและสามารถเผชิญปัญหาหรือวิกฤติได้ด้วยปัญญาอย่างที่ปรากฏในหัวข้อปรัชญาของหลักสูตรครู 5 ปี ฉบับล่าสุดว่าต้องการให้ครูมีความสามารถด้านวิชาการที่เรียกว่า Academic Excellence [5] กล่าวโดยสรุปคือนักศึกษาครูต้องรู้และมีทักษะทั้ง เรื่องของ What to teach และ How to teach หน้าตาของครู 5 ปีดังกล่าวจะเกิดได้ จะต้องให้ครูพันธุ์ใหม่ได้เรียนรู้จากสถานการณ์จริง โดยการผสานทฤษฎีและภาคปฏิบัติใช้กิจกรรม การทำงาน เป็นสื่อในการสร้างองค์ความรู้มีการทำงานเป็นทีมในกระบวนการทำงาน การปลูกจิตสำนึกของความเป็นครูอย่างหนึ่งก็คือการได้รับแบบอย่างที่ดีจากผู้สอนและจากบริบทแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาครู 5 ปี จะทำให้เขาได้ในเรื่อง How to teach ส่วนในด้านเนื้อหาเฉพาะทางก็ต้องเก่งอยู่ในขั้นที่สามารถนำไปจัดการหรือยุบย่อหรือขยายใช้ในช่วงชั้นที่ตนไปสอนได้ [3]

วิทยา [6] ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีภาคพิเศษคณะเศรษฐศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ต่อระบบการเรียนการสอนหลักสูตรภาคพิเศษ พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจมาก คือ อาจารย์สามารถสอนให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาได้ดี การสอนพิเศษนอกเวลาแก่นักศึกษา อาจารย์ให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาแก่นักศึกษา อุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในห้องเรียนมีคุณภาพดี บรรยากาศในการเรียนดี และความพึงพอใจต่อหลักสูตรเศรษฐศาสตรบัณฑิตภาคพิเศษคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่โดยรวมมีความพึงพอใจปานกลาง คือ การเรียนระหว่างเวลา 16.30-19.15 น. มีความเหมาะสม เวลาพักระหว่างคาบเรียนมีความเหมาะสม วิชาที่เปิดสอนมีอย่างเพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา มีเวลาว่างสามารถร่วมกิจกรรมของคณะและมีโอกาสได้ร่วมกิจกรรม

ของมหาวิทยาลัยและมีความพึงพอใจน้อยในเรื่อง การเลือกลงทะเบียน การเลือกเรียนวิชาโท โอกาสได้รู้จักเพื่อนต่างคณะ และค่าธรรมเนียมการศึกษา

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ. 5ปี) : กรณีศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 5 หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ. 5 ปี) ที่เข้าศึกษาในปีการศึกษา 2548 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรีมี 5 สาขาวิชา จำนวน 30 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sample)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ โดยแบบสอบถามแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของผู้เรียน ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษาที่นักศึกษาจบมา เกรดเฉลี่ยสะสม (ก่อนเข้ามาเรียนและหลังเรียน) สาขาวิชาที่เรียน และความสนใจของผู้เรียน (ก่อนเข้ามาเรียนและหลังเรียน)

ส่วนที่ 2 การประเมินระดับความคิดเห็นของผู้เรียน โดยได้ทำการประเมินความคิดเห็นของผู้เรียน 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาหลักสูตร ด้านระบบการจัดการศึกษา ด้านการเรียนการสอนและด้านผลสัมฤทธิ์ต่อตนเองหลังการศึกษา ซึ่งในส่วนของการประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนเป็นการวัดระดับความพึงพอใจโดยใช้ Likert Scale มีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละระดับความคิดเห็น โดยใช้วิธีถ่วงน้ำหนัก แล้วหาค่าเฉลี่ยของแต่ละรายการดังนี้

ระดับความคิดเห็น	คะแนน
พึงพอใจมากที่สุด	5
พึงพอใจมาก	4
พึงพอใจปานกลาง	3
พึงพอใจน้อย	2
พึงพอใจน้อยที่สุด	1

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นเพิ่มเติม เป็นแบบสอบถามแบบปลายเปิด เพื่อให้นักศึกษาได้เสนอปัญหาและอุปสรรคต่อการเรียน และมีส่วนร่วมในการเสนอแนะอื่น ๆ เพิ่มเติม

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลได้นำแบบสอบถามที่ออกแบบจัดส่งคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ผ่านไปยังทั้ง 5 สาขาวิชาที่เปิดสอนหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ. 5 ปี) เพื่อให้นักศึกษาทำแบบสอบถามและส่งคืน ทั้งนี้ได้จัดส่งแบบสอบถามสำหรับผู้ที่ไม่ได้รับเอกสารโดยการจัดส่งทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) ตามที่แจ้งไว้และส่งกลับมายังผู้วิจัย

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของนักศึกษาใช้ค่าความถี่และร้อยละ

การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามส่วนที่ 2 เป็นการประเมินระดับความคิดเห็นของนักศึกษาที่ใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยค่าคะแนนที่ได้แปลความหมายตามเกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21-5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย 3.41-4.20 หมายถึง พึงพอใจมาก
คะแนนเฉลี่ย 2.61-3.40 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.81-2.60 หมายถึง พึงพอใจน้อย
คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.80 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

หมายเหตุ : อ้างอิงจากงานวิจัยของเสวิตา [7]

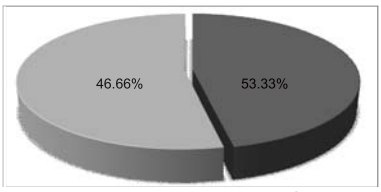
การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามส่วนที่ 3 ความคิดเห็นเพิ่มเติม โดยรวบรวมข้อมูลด้านปัญหาและอุปสรรค และข้อเสนอแนะที่ผู้เรียนมีความประสงค์ให้ดำเนินการปรับปรุง

4. ผลการวิจัย

ผลของงานวิจัยที่นำเสนอในบทความนี้ มีนักศึกษาตอบแบบสอบถามจำนวน 30 คน ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

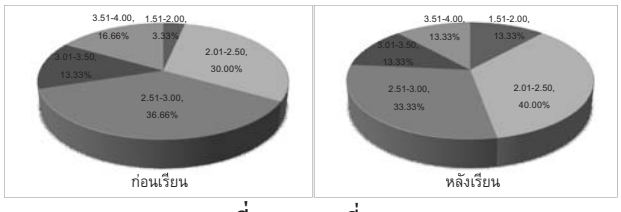
4.1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของผู้เรียน

ผลของข้อมูลจากการสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพศชายคิดเป็นร้อยละ 76.66 เพศหญิง ร้อยละ 23.34 โดยมีอายุของนักศึกษาอยู่ในช่วงระหว่าง 21-25 ปี ร้อยละ 93.33 และอายุระหว่าง 26-30 ปี ร้อยละ 6.67



ภาพที่ 1 ระดับการศึกษาของนักศึกษาที่เข้ามาศึกษา

จากภาพที่ 1 นักศึกษาที่เข้ามาศึกษาในหลักสูตรจบการศึกษาระดับ ปวช. ร้อยละ 53.33 และ ม.6 ร้อยละ 46.66



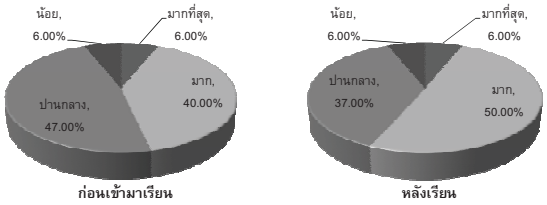
ภาพที่ 2 เกรดเฉลี่ยสะสม

จากภาพที่ 2 เกรดเฉลี่ยสะสม (ก่อนเข้ามาเรียน) ส่วนใหญ่เกรดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.51-3.00 คิดเป็นร้อยละ 36.66 รองลงมาเกรดเฉลี่ย 2.01-2.50 ร้อยละ 30 เกรดเฉลี่ย 3.51-4.00 ร้อยละ 16.66 เกรดเฉลี่ย 3.01-3.50 ร้อยละ 13.33 และเกรดเฉลี่ย 1.51-2.00 ร้อยละ 3.33 เกรดเฉลี่ยสะสม (หลังเรียน) ส่วนใหญ่เกรดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.51-3.00 คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมาเกรดเฉลี่ย 3.01-3.50 ร้อยละ33.33 เกรดเฉลี่ย 3.51-4.00 ร้อยละ 13.33 และ เกรด 2.01-2.50 เฉลี่ยร้อยละ 13.33



ภาพที่ 3 สาขาวิชาที่เรียน

จากภาพที่ 3 นักศึกษาที่ตอบแบบสอบถามมีดังนี้สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม ร้อยละ 33.33 รองลงมา วิศวกรรมเครื่องกล ร้อยละ 30 วิศวกรรมไฟฟ้า 16.66 วิศวกรรมอุตสาหการ ร้อยละ 10 และวิศวกรรมโยธา ร้อยละ 10



ภาพที่ 4 ความสนใจของผู้เรียน

จากภาพที่ 4 ความสนใจหลักสูตรของผู้เรียน (ก่อนเข้ามาเรียน) อยู่ในระดับปานกลางร้อยละ 47 สนใจระดับมากร้อยละ 40 ระดับมากที่สุดร้อยละ 6 และระดับน้อยร้อยละ 6 ความสนใจหลักสูตรของผู้เรียน (หลังเรียน) อยู่ในระดับมากร้อยละ 50 สนใจระดับปานกลางร้อยละ 37 ระดับมากที่สุดร้อยละ 6 และระดับน้อยร้อยละ 6

4.2 การประเมินระดับความคิดเห็นของผู้เรียน

การประเมินความคิดเห็นจะเป็นการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลประเมินความคิดเห็นความพึงพอใจของผู้เรียน

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.
ด้านเนื้อหาหลักสูตร		
1. หลักสูตรมีการบูรณาการอย่างเหมาะสม	2.9	0.83
2. จำนวนรายวิชาทฤษฎีและปฏิบัติเหมาะสม	3.1	0.7
3. ลำดับความต่อเนื่องของแผนการสอนเหมาะสม	3.1	0.74
4. เนื้อหารายวิชามีความทันสมัยทันเทคโนโลยี	3.13	0.88
5. หลักสูตรมีความเหมาะสมต่อการประกอบอาชีพ	2.9	0.91
รวมเฉลี่ย	**3.02**	**0.81**
ด้านระบบการจัดการศึกษา		
6. พื้นฐานความรู้ของผู้เรียนมีความเหมาะสม	3.16	0.68
7. ความจำเป็นในการปรับพื้นฐานความรู้	3.86	0.95
8. ประสิทธิภาพในการวัดผลการศึกษา	3.2	0.7
9. ตำรา/แหล่งข้อมูลอ้างอิง มีจำนวนเพียงพอ	2.7	1.18
10. ความสำคัญในใบอนุญาตประกอบวิชาชีพครู	4.21	0.9
รวมเฉลี่ย	**3.42**	**0.88**
ด้านการเรียนการสอน		
11. ระยะเวลาในการศึกษา (5ปี) เหมาะสม	3	1.31
12. จำนวนภาคเรียนในการฝึกสอนมีความเหมาะสม	2.83	1.15
13. กิจกรรมระหว่างเรียนเหมาะสม	3	1.03
14. อุปกรณ์และสื่อประกอบการเรียนเหมาะสม	2.63	0.9
15. สถานที่บรรยากาศในการเรียนเหมาะสม	2.9	1.32
รวมเฉลี่ย	**2.87**	**1.14**
ด้านผลสัมฤทธิ์ต่อตนเองหลังการศึกษา		
16. ความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับเหมาะสม	3.16	0.73
17. มีความรู้และเข้าใจในวิชาชีพครูและวิศวกรรม	3.63	0.91
18. มีความเข้าใจในจรรยาบรรณของวิชาชีพครู	4	0.81
19. มีความพึงพอใจในหลักสูตร	3	1
20. หลักสูตรที่ได้รับการศึกษามีประโยชน์ต่อผู้เรียน	3.2	1.01
รวมเฉลี่ย	**3.39**	**0.89**

จากตารางที่ 1 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจมาก ด้านระบบการจัดการศึกษา มีค่าเฉลี่ย 3.42 (S.D. 0.88) โดยมีความพึงพอใจกับการให้ความสำคัญกับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพครูอยู่ ในเกณฑ์มากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.21 (S.D. 0.90) ส่วนในด้านผลสัมฤทธิ์ต่อตนเองหลังการศึกษา มีค่าเฉลี่ย 3.39 (S.D. 0.89) ด้านเนื้อหาหลักสูตร มีค่าเฉลี่ย 3.02 (S.D. 0.81) และด้านการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ย 2.87 (S.D. 1.14) มีความพึงพอใจปานกลาง

4.3 ความคิดเห็นของผู้เรียน มีดังนี้

- การเรียนการสอนไม่มีความต่อเนื่องของแต่ละรายวิชาในหลักสูตรทำให้นักศึกษาได้ความรู้ไม่เต็มที่ และไม่สามารถไปประกอบอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- เวลาออกไปฝึกสอนจริง นักศึกษาขาดทักษะในการปฏิบัติงานจริง เช่น การซ่อมอุปกรณ์ที่เสีย ตามสายช่างที่เรียนมา อยากให้มีหลักสูตรเสริม
- การฝึกสอนควรกำหนดขอบเขตหน้าที่ที่ต้องรับผิดชอบในการฝึกสอนอย่างชัดเจนและเป็นเอกสารที่จะสามารถนำไปแสดงให้กับสถานศึกษาที่ออกไปฝึกสอนได้ เช่น จำนวนหน่วยกิตที่ต้องสอนต่อภาคเรียน เป็นต้น
- การฝึกสอนมีระยะเวลานานเกินไปและใช้ระยะเวลาในการศึกษามากเกินไป
- หนังสือด้านการศึกษาในห้องสมุดมีจำนวนน้อย
- มหาวิทยาลัยมีหลักสูตร ค.อ.บ. แต่ไม่สามารถชี้แนวทางสายอาชีพที่ชัดเจนได้จริง เช่น ข่าวแนะแนวการสอบครูเพื่อเป็นการกระตุ้นนักศึกษาให้อยากเป็นครู
- การฝึกสอนตามหลักสูตรต้องฝึกสอน ปี 1 เป็นแนวคิดที่ดีแต่จะดีมาก ถ้านักศึกษามีประสบการณ์ทางช่างที่ดีควบคู่ไปด้วย อาจจะเป็นการฝึกงานในโรงงานอุตสาหกรรมครึ่งปีและฝึกสอนครึ่งปี
- ควรเพิ่มวิชาจิตวิทยาหรือวิชาที่เกี่ยวกับครูให้มากขึ้นโดยให้เรียนก่อนจะออกไปฝึกสอน พร้อมทั้งสร้างทัศนคติที่ดีต่อวิชาชีพครูให้กับนักศึกษาตลอดหลักสูตร
- ควรลดเวลาการฝึกสอนเหลือเทอมเดียวจากเวลา 2 เทอม
- ควรเพิ่มดูงานด้านวิชาชีพครูหรือด้านวิศวกรรมให้มากขึ้น
- ควรหาที่ฝึกสอนให้นักศึกษาได้เลือก

5. สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ. 5 ปี) พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจระดับมากในด้านระบบการจัดการศึกษา และมีความพึงพอใจระดับปานกลางในด้านเนื้อหาหลักสูตร ด้านการเรียนการสอน และด้านผลสัมฤทธิ์ต่อตนเอง ทั้งนี้ควร

นำผลการประเมินจัดประชุมแจ้งแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และดำเนินการร่วมกันเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้นักศึกษามีความพึงพอใจต่อหลักสูตรในเกณฑ์ที่ดีขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

- ควรพัฒนาอุปกรณ์และผลิตสื่อการเรียนการสอนให้มีคุณภาพและปริมาณพอเพียง รวมทั้งบูรณาการวิธีการสอนในรูปแบบใหม่ ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับรายวิชาด้านวิศวกรรม

- ควรเร่งพัฒนาหลักสูตรให้นักศึกษาเป็น “ครูมืออาชีพ” โดยทำวิจัยกับนักศึกษาหลักสูตร ค.อ.บ. 5 ปี ทุกชั้นปี เพื่อหาข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขพัฒนาหลักสูตร ทำให้นักศึกษาเป็นที่ต้องการของสถานศึกษา สถานประกอบการ และสามารถพัฒนาให้นักศึกษาเป็นบัณฑิตที่มีคุณภาพต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

[1] วิลาวัณย์ จารุอริยานนท์. โครงการผลิตครูหลักสูตร 5 ปี : หนทางที่สดใสหรือไร้อนาคต, http://www.itie.org/eqi/modules.php.

[2] กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กระทรวงศึกษาธิการ, 2542.

[3] เกษม สุริยวงศ์. บทความเพื่อประกอบการสอน นักศึกษาปริญญาโท วิจัยและประเมินผลการศึกษา. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 2547

[4] จริยา หาสิตพานิชกุล. จุลสาร ครบรอบสี่ปี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ 2552. พระนครศรีอยุธยา. เอ็น บี บี กรุ๊ป, 2552.

[5] มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์. เอกสารโครงการพัฒนาหลักสูตรครุศาสตร์ 5 ปี, 2547.

[6] วิทยา จันทะอุ่มม้า. งานวิจัยเรื่อง ความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาคพิเศษ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ต่อระบบการเรียนการสอนหลักสูตรภาคพิเศษ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549.

[7] เสวิตา โอจรัสพร. งานวิจัยศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ และประชาชนผู้ใช้ถนนร่วมกัน ต่อการให้บริการของรถโดยสารไม่ประจำทางในอำเภอเมืองเชียงใหม่ กรณีศึกษา: รถสี่ล้อแดง, 2544.

ผลของวิธีสอนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชากลศาสตร์วิศวกรรม เรื่องสมดุลของนักศึกษาระดับปวส. 1 สาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคเลย

Teaching Results by Collaborative Learning Model Towards Learning Achievement Studying Engineering Mechanics Concerning Equilibrium of First Year Diploma Students in Mechanical Technology Program of Loei Technical College

[1] *พุทธ ธรรมสุนา*

[1] *ครูแผนกวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคเลย*
putthumsuna@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม เรื่องสมดุล โดยวิธีสอนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD (แบ่งกลุ่มสังกัดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน) กับวิธีสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่นักศึกษาระดับ ปวส.1 สาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคเลย จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คนโดยกลุ่มทดลอง (ปวส.1 กลุ่ม 3 และ 7) สอนโดยวิธีสอนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD และกลุ่มควบคุม (ปวส.1 กลุ่ม 5 และ 6) สอนโดยวิธีสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเทคนิค STAD แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยาก ง่ายเท่ากับ 0.26-0.76 ค่าอำนาจจำแนก 0.20 - 0.60 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.68 และแบบทดสอบอัตนัย ชนิดแสดงวิธีการคำนวณ จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยาก ง่ายเท่ากับ 0.53 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนก 0.29 - 0.75 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93 ใช้แบบแผนการทดลอง กลุ่มควบคุมวัดผลก่อน-หลังการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชากลศาสตร์วิศวกรรม เรื่องสมดุลของนักศึกษากลุ่มทดลองที่สอนโดยวิธีสอนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD กับกลุ่มควบคุมที่สอนโดยวิธีปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 กล่าวคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ

คำสำคัญ: การเรียนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD กลศาสตร์วิศวกรรม ภาคสถิตยศาสตร์ สมดุล

Abstract

The objectives of this research were to study and compare learning achievements of the sampling groups who studied Engineering Mechanics Statics concerning Equilibrium by using STAD (Student Teams Achievement Division) model in the learning activity and the normal teaching group. The sampling group was first-year diploma students who were studying Engineering Mechanics course concerning Equilibrium at Loei Technical College. The samples were divided into two groups of 30- experimental group (first-year diploma students: group 3 and 7) were to learn by using

STAD model; and control group (first-year diploma students; group 5 and 6) were the normal teaching group. The standardized instruments consisted of STAD lesson plans, normal teaching lesson plans, achievement tests. The pretest and post-test on the two groups was conducted in this research. Computer program, arithmetic mean, percentage, standard deviation, dependent t-test and independent t-test were applied for data analysis. The results were : In comparison, the learning achievements of the experimental and the control groups were significantly different by The learning achievement of the experimental group with STAD model lesson plans was statistically significant higher than that of the control group with normal teaching lesson plans at the level of .01

Keyword: Student Teams Achievement Division (STAD) , Engineering Mechanics (statics), Equilibrium.

1.บทนำ

กรมวิชาการ[1] ปัจจุบันพบว่าครู อาจารย์ และผู้บริหารสถานศึกษา ต่างให้ความสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามากกว่าสิ่งอื่นตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ระบุไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญสูงสุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ ให้ความสำคัญในการบูรณาการความรู้ คุณธรรม จริยธรรม และส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ และที่มาตรา 30 ระบุไว้ว่าให้สถานศึกษาพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งการส่งเสริมให้ผู้สอนสามารถวิจัย เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละระดับการศึกษา

กลศาสตร์วิศวกรรม 1 (Engineering Mechanics : statics) เป็นวิชาชีพพื้นฐาน ในการศึกษาด้านช่างอุตสาหกรรมและวิศวกรรมทุกสาขาวิชา ที่จัดให้นักศึกษาได้ศึกษาเล่าเรียนเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษารายวิชาวิศวกรรมอื่นๆถัดไป จัดได้ว่า เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง ที่ผู้เรียนควรตั้งใจในการศึกษาเล่าเรียน แต่ผู้เรียนมักขาดประสบการณ์ในการวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาโจทย์ จึงดูเหมือนว่าวิชานี้ยากและน่าเบื่อหน่าย และผลจากการวินิจฉัยปัญหาข้อบกพร่องทางการเรียนจากกระดาษคำตอบของนักศึกษา ระดับ ปวส.1 สาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคเลย จำนวน 94 คน ของปีการศึกษา 2551 ที่ผ่านมาพบข้อบกพร่องทางการเรียน แยกตามหัวข้อ ระบบแรง 2 มิติ ระบุทิศทางของแรงผิด เมื่อแยกแรง และแก้โจทย์ปัญหาผิด จำนวน 26 คน ร้อยละ 27.66 ระบบแรง 3 มิติ หาเวคเตอร์ระบุตำแหน่ง ยูนิตเวคเตอร์ และองค์ประกอบของเวคเตอร์แรง 3 มิติผิด จำนวน 34 คน ร้อยละ 36.17 โมเมนต์ 2 - 3 มิติ ระบุทิศทางโมเมนต์ แก้ปัญหาโจทย์ และหาผลคูณเชิงเวคเตอร์ ผลคูณเชิงสเกลาร์ผิด จำนวน 20 คน ร้อยละ 21.27 สมดุล 2 – 3 มิติ เขียนแผนภาพวัตถุอิสระ แก้สมการเพื่อหาคำตอบตามเงื่อนไขโจทย์ และตรวจสอบคำตอบผิด จำนวน 50 คน ร้อยละ 53.19

จากข้อมูลพบว่านักศึกษามีข้อบกพร่องทางการเรียนค่อนข้างมาก เพราะว่าลักษณะโจทย์ประยุกต์มีค่อนข้างหลากหลาย นักศึกษาขาดทักษะในการวิเคราะห์และการแก้ปัญหาโจทย์ ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ ขาดแรงจูงใจในการเรียน ไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ได้โดยเฉพาะเรื่องสมดุล ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องหลัก ที่นักศึกษามีข้อบกพร่องทางการเรียนสูงกว่าหัวข้อเรื่องอื่น นอกจากนี้ส่วนใหญ่ ยังเคยชินกับการเป็นผู้รับมากกว่าเป็นผู้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง บางส่วนขาดความรับผิดชอบ ไม่ทำแบบฝึกหัดและผู้วิจัยเอง ก็เน้นการสอนแบบบรรยายแก่ผู้เรียนทั้งชั้น ซึ่งส่งผลให้นักศึกษาสูญเสียโอกาสการเรียนรู้วิชากลศาสตร์วิศวกรรม ที่ควรจะเป็นตามหลักสูตรที่กำหนดไว้

ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนได้พัฒนา ปรับปรุงการเรียนการสอนเรื่อยมา ส่งผลให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นตามลำดับ แต่ส่วนใหญ่ยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำอยู่ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าวิธีสอนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD เป็นวิธีการ

เรียนแบบร่วมมืออีกรูปแบบหนึ่ง ที่ผู้เรียนจะต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อมุ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของตนเองและของกลุ่ม โดยให้ใช้เวลาในชั้นเรียน มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

กลุ่มละประมาณ 4-6 คน ซึ่งสมาชิกในกลุ่มมีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันคือเก่ง ปานกลาง อ่อน คละกันโดยที่เทคนิคจะต้องใช้แรงจูงใจเสริม เช่นรางวัล คำชมเชย เป็นต้น เพื่อกระตุ้นให้ร่วมมือกันทำงาน

จากผลงานวิจัยหลาย ๆ ท่าน ยกตัวอย่างเช่น Slavin and Karweit (1984) อ้างถึงอุษาวดี [2] ซึ่งได้ศึกษาผลการเรียนแบบร่วมมือกันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าห้องเรียนต่าง ๆ ที่ใช้วิธีเรียนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD หรือแบบแบ่งกลุ่มตามสังกัดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน มีความก้าวหน้าด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากกว่าห้องเรียนอื่น ๆ ที่ใช้วิธีเรียนอื่น

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 1 เรื่องสมดุล ของนักศึกษา ระดับ ปวส.1 สาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคเลย โดยวิธีสอนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD กับวิธีสอนแบบปกติ ว่าวิธีสอนแบบใด มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างไร ซึ่งคาดหวังว่าผลของวิธีสอนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD จะช่วยลดปัญหาการเรียน การสอนที่ขาดประสิทธิผลอยู่ให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้นต่อไป

2.วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชากลศาสตร์วิศวกรรม เรื่อง สมดุล โดยวิธีสอนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD กับวิธีสอนแบบปกติของนักศึกษาระดับ ปวส. 1 สาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคเลย

3. สมมติฐานการทดลอง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม เรื่อง สมดุลของนักศึกษา ระดับปวส. 1 สาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคเลย ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD สูงกว่าวิธีสอนแบบปกติ

4. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

4.1 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

กรมวิชาการ [1] ได้สรุปแนวคิด หลักการ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติจริง ได้พัฒนากระบวนการคิด วิเคราะห์ ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง และแสวงหาความรู้ด้วยตนเองตามความถนัด ความสนใจ ด้วยวิธีการ กระบวนการ และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย ทั้งในและนอกห้องเรียน มีการวัด ประเมินผลตามสภาพจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามมาตรฐานหลักสูตรที่กำหนดไว้

4.2 ทฤษฎีการเรียนรู้กับการสอน

(Gagne, 1977 and Bell - Gledler,1984) อ้างถึงประภาพรรณ [3] ได้กล่าวถึงการประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอน สรุปได้ดังนี้

4.2.1 การวางแผนการเรียนรู้ เป็นการกำหนดเงื่อนต่าง ๆ ในการวางแผนการจัดสภาพการเรียนรู้ ให้กับผู้เรียนทั้งก่อนเรียน-หลังเรียนโดยเริ่มต้นจากกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้และดำเนินการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้นั้น

4.2.2 การจัดการเรียนรู้ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ สร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องเป็นไปในทิศทางที่ครูผู้สอนต้องการ และการประเมินผลสิ่งที่เกิดขึ้นที่ได้จากการเรียน การสอน

4.2.3 การสอน เป็นการจัดสภาพการณ์การเรียนรู้ ซึ่งครูผู้สอนต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่สอน เชื่อมโยงความรู้ ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเข้ากับสิ่งที่จะสอนใหม่ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาที่จะสอนได้ดี และถ่ายโอนสิ่งที่เรียนรู้ไปสู่ประสบการณ์ใหม่ ๆ ในเนื้อหาวิชา ที่สูงขึ้น ช่วยให้ครูสามารถจัดสภาพการสอนให้บรรลุตามวัตถุประสงค์การสอนได้ ทั้งขั้นตอนการประเมินผู้เรียนก่อนจะเริ่มสอน การนำเสนอเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผล และการพัฒนาความจำของผู้เรียน

4.2.4 การเป็นกรอบและทิศทางในการทำวิจัยการเรียนการสอน การพัฒนาการเรียนให้มีประสิทธิภาพได้นั้น

จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลจากการวิจัยในชั้นเรียน ซึ่งผู้สอนจำเป็นต้องมีกรอบแนวคิดเพื่อการวิจัย โดยอาศัยทฤษฎีที่มีอยู่มาสู่การประยุกต์ในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ

4.3 รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนรู้จากกลุ่ม

สิริวรรณ [4] ได้ให้แนวคิดและหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน ที่เน้นการเรียนรู้จากกลุ่ม สรุปได้ว่าเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ได้ฝึกฝนทักษะการเรียนรู้ การบริหาร การจัดการ การเป็นผู้นำ ผู้ตาม ทำให้เกิดการยอมรับตนเอง เกิดความสุขในการอยู่ร่วมกัน เกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียน ครู เพื่อน สถานศึกษาและสังคม โดยเน้นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ ร่วมแรงร่วมใจเป็นหลักสำคัญ การจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนเป็นคนคอยชี้แนะแนวทาง ให้คำปรึกษา และช่วยเหลือผู้เรียนหากเกิดปัญหา หรือมีข้อสงสัย การวัดและประเมินผล ใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย

4.4 หลักการของวิธีสอนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD

อุษาวดี [2] ได้ให้หลักการวิธีสอนแบบร่วมมือกันเทคนิค STADไว้ว่า เป็นเทคนิคการแบ่งกลุ่มตามสังกัดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนแบบร่วมมือเพื่อมุ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้เรียนทั้งรายบุคคลและกลุ่ม โดยให้ใช้เวลาในชั้นเรียน มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 4-6 คน โดยสมาชิกในกลุ่มมีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันคือเก่ง ปานกลาง อ่อน คละกันโดยที่เทคนิคจะต้องใช้แรงจูงใจเสริม เช่นรางวัล คำชมเชย เป็นต้น เพื่อกระตุ้นให้ร่วมมือกันทำงาน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาทักษะทางวิชาการและทักษะทางสังคม บทบาทครู จะเปลี่ยนจากครูเป็นศูนย์กลาง มาเป็นผู้ชี้แนะในการดำเนินกิจกรรมกลุ่มย่อยของผู้เรียน โดยมีขั้นตอนวิธีสอน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขั้นตอนวิธีสอนแบบร่วมมือกัน เทคนิค STAD

ขั้นตอนการสอน	พฤติกรรมครู
ขั้นที่ 1 จัดเตรียมวัตถุประสงค์การสอนและวิธีการนำเข้าสู่บทเรียน	ครูตรวจสอบวัตถุประสงค์การสอนและจัดเตรียมวิธีการนำเข้าสู่บทเรียน
ขั้นที่ 2 นำเสนอเนื้อหา	ครูนำเสนอเนื้อหาให้ผู้เรียนทราบโดยการอธิบายหรือใช้แบบเรียน
ขั้นที่ 3 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย สังกัดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อนคละกันกลุ่มละ 4-6 คน	ครูอธิบายวิธีแบ่งกลุ่มให้ผู้เรียนทราบและช่วยเหลือให้กลุ่มสร้างสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน
ขั้นที่ 4 ชี้แนะกลุ่มให้ทำงานและศึกษาร่วมกัน	ครูคอยชี้แนะ และช่วยเหลือผู้เรียนขณะกลุ่มกำลังทำงานร่วมกัน
ขั้นที่ 5 ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ครูทดสอบความรู้หรือให้กลุ่มแสดงผลงาน
ขั้นที่ 6 ให้การรับรองสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน	ครูหาวิธีการรับรองความพยายามและสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม

4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.5.1 Slavin and Karweit (1984) อ้างถึง อุษาวดี [2] ได้ศึกษาผลการเรียนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทดลองกับนักเรียนเกรด 8 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของโรงเรียนในเขตเมืองและชานเมืองฟิลาเดลเฟีย จำนวน 588 คน ดำเนินการวิจัย สุ่มครูและนักเรียนเข้ากลุ่ม 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะได้รับเงื่อนไขการทดลอง 1 ใน 4 แบบ ดังนี้ กลุ่มที่ 1 การเรียนเพื่อรอบรู้ กลุ่มที่ 2 การเรียนแบบร่วมมือกัน(แบ่งกลุ่มสังกัดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน STAD) กลุ่มที่ 3 ผสมผสานวิธีเรียนแบบทีมกับเรียนเพื่อรอบรู้ กลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ห้องเรียนต่างๆ ที่ใช้วิธีเรียนเป็นทีมแบบร่วมมือกันแบบ STAD มีความก้าวหน้าด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากกว่าห้องเรียนอื่น ๆ ที่ใช้วิธีเรียนอื่น

4.5.2 Bejarono (1987 : ERIC) อ้างถึงมหาวิทยาลัยศิลปากร [5]ได้ศึกษาวิธีการเรียนแบบร่วมมือกันของนักเรียน

กลุ่มเล็กในห้องเรียนที่เรียนภาษาอังกฤษ ทดลองกับนักเรียนระดับ 7 จำนวน 665 คน โดยใช้วิธีการเรียน 2 แบบ คือการเรียนร่วมมือกันในกลุ่มเล็ก (STAD) กับการเรียนทั้งชั้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือในกลุ่มเล็ก (STAD) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบทั้งชั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. วิธีดำเนินการทดลอง

5.1 แบบแผนการทดลอง

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ใช้แบบแผนการทดลองศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการสุ่มวัดก่อน-หลังการทดลอง(The Randomized Control Group Pretest - Posttest Design) ดังตารางที่ 2 ปรีชา [6]

ตารางที่ 2 : แสดงแบบแผนการทดลองและวิธีการวิจัย

กลุ่มทดลอง R	O_1	X	O_2
กลุ่มควบคุม R	O_3		O_4

1. สุ่มกลุ่มตัวอย่างจากประชากร แล้วสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (R)

2. วัดค่าตัวแปรตามก่อนทดลองจากกลุ่มตัวอย่าง ในกลุ่มทดลอง (O_1) และกลุ่มควบคุม (O_3)

3. จัดกระทำสิ่งทดลองให้กับกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดลอง (X) โดยควบคุมสภาพการทดลองให้ปราศจากจากตัวแปรแทรกซ้อน แต่ไม่ให้สิ่งทดลองนั้นกับกลุ่มควบคุม

4. วัดค่าตัวแปรตามจากกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดลอง (O_2) และกลุ่มควบคุม (O_4)

5.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.2.1 ประชากร ได้แก่นักศึกษาระดับ ปวส. 1 แผนกวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคเลย จำนวน 96 คน ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคละกันในแต่ละห้องเรียน ซึ่งทั้งหมดผ่านการสอบคัดเลือกศึกษาต่อด้วยวิธีการเดียวกัน

5.2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่นักศึกษาระดับ ปวส. 1 แผนกวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคเลย โดยใช้การสุ่มแบบเจาะจง จำนวน 60 คน เพราะมีข้อจำกัดในเรื่องเวลาในการสอน และเวลาเรียนของนักศึกษา โดยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างวิจัย ดังนี้

1. กลุ่มทดลองคือ นศ. ระดับ ปวส. 1 กลุ่ม 3 และ 7 จำนวน 30 คน เรียนโดยวิธีสอนแบบร่วมมือกัน เทคนิค STAD ทดลองเวลา 9.00 -12.00 น.

2. กลุ่มควบคุมคือ นศ.ระดับ ปวส.1 กลุ่ม 5และ6 จำนวน30 คน เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติ ทดลองเวลา 8.00 - 11.00 น.

5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเทคนิค STAD แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ แบบอัตนัยชนิดแสดงวิธีการคำนวณ จำนวน 3 ข้อรวม 23 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง โดยศึกษาจากเอกสาร ตำรา และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง โดยทั้งหมดผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน และผ่านการนำไปทดลองใช้กับนักศึกษา ปวส.1 แผนกวิชาโยธาและเทคนิคการผลิต วิทยาลัยเทคนิคเลย จำนวน 30 คน แล้ว

5.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

5.4.1 ทดสอบก่อนเรียนกับนักศึกษากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมดุล 2 มิติ 3 มิติ จำนวน 23 ข้อ เพื่อวัดความรู้พื้นฐานในเนื้อหาที่จะเรียน

5.4.2 ดำเนินการสอนเรื่อง สมดุล 2 มิติ 3 มิติ ทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมซึ่งใช้เนื้อหา สื่อการเรียนการสอนเดียวกัน แต่ใช้วิธีสอนที่แตกต่างกัน

5.4.3 ทดสอบหลังเรียนกับนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เมื่อสอนเสร็จสิ้นทั้ง 2 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมดุล 2 มิติ และ 3 มิติ ซึ่งเป็นชุดเดียวกันที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน

5.4.4 เก็บรวบรวมแบบทดสอบทั้ง 2 ชุด จากนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้วนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

5.5 การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

5.5.1 ตรวจความสมบูรณ์และตรวจให้คะแนนแบบทดสอบทั้ง 2 ชุด ซึ่งจำแนกตามแบบทดสอบปรนัยและแบบอัตนัย ตามเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละแบบ

5.5.2 วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที แบบไม่เป็นอิสระ(t-test for dependent sample) ชูศรี [7]

5.5.3 วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบอิสระ (t-test for independent sample) ชูศรี [7] เพื่อเปรียบวิธีสอนทั้ง 2 วิธี

6. ผลการวิจัย

6.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 2 ชุด

มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์ (IOC) เท่ากับ 0.97 ซึ่งแบบทดสอบปรนัยมีค่าความยาก ง่ายเท่ากับ 0.26-0.76 อำนาจจำแนก 0.20 - 0.60 ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.68 ส่วนแบบอัตนัย มีค่าความยาก ง่ายเท่ากับ 0.53 - 0.80 อำนาจจำแนก 0.29 - 0.75 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93 สมนึก [8]

6.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย

จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง		n	$\bar{X}$	S.D.	t	P-value
กลุ่มทดลอง	ก่อนเรียน	30	7.50	1.75	34.45	0.000**
	หลังเรียน		40.66	5.53		
กลุ่มควบคุม	ก่อนเรียน	30	6.70	1.78	25.43	0.000**
	หลังเรียน		36.40	6.55		

** P < .01 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากตารางที่ 3 พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ของนักศึกษากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ก่อนให้การทดลอง และผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยกลุ่มทดลอง (ปวส.1 กลุ่ม 3,7) มีผลการทดสอบก่อนเรียน($\bar{X}$ =7.50, S.D.=1.75) ทดสอบหลังเรียน ($\bar{X}$ =40.66, S.D.= 5.53) ส่วนกลุ่มควบคุม (ปวส. 1 กลุ่ม 5,6) ทดสอบก่อนเรียน($\bar{X}$ = 6.70, S.D.= 1.78) ทดสอบหลังเรียน ($\bar{X}$ = 36.40, S.D.= 6.55) เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 กล่าวคือความรู้หลังเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ทั้ง 2 กลุ่ม มีความรู้หลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน

6.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย

จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน วิชากลศาสตร์วิศวกรรม เรื่องสมดุล ของนักศึกษาที่สอนโดยวิธีสอนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD กับกลุ่มควบคุมที่สอนโดยวิธีปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากกาทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S.D.	t	P-value
กลุ่มทดลอง	30	40.67	5.53	2.723	0.009**
กลุ่มควบคุม	30	36.40	6.55		

** P < .01 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ย 40.67 คะแนน กลุ่มควบคุมคะแนนเฉลี่ย 36.40 คะแนน เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือผลของวิธีสอนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD ของกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ

7. สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการวิจัย

ผลของวิธีสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้เทคนิค STAD ส่งผลให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธีสอนแบบปกติ

7.2 อภิปรายผล

จากสมมติฐานการวิจัย ผลของวิธีสอนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD ส่งผลให้นักศึกษากลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่สอนโดยวิธีสอนแบบปกติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Slavin and Karweit (1984) อ้างถึงอุษาวดี [2] และ Bejarono (1987 : ERIC) อ้างถึงมหาวิทยาลัยศิลปากร [5] ที่พบว่าวิธีสอนเพื่อการเรียนแบบร่วมมือกัน ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กล่าวคือโครงสร้างของทีมจะเป็นตัวกระตุ้นแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน

ส่วนนักศึกษากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติหรือแบบเรียนทั้งชั้น มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่ากลุ่มทดลอง เนื่องจากนักศึกษาไม่มีความรับผิดชอบ และไม่ช่วยเหลือซึ่งกันและกันเท่าที่ควร เพราะ มีการแยกอิสระต่อกัน มีการแข่งขันกัน ดังที่ Davidson (1990 : 52-53) อ้างถึงมหาวิทยาลัยศิลปากร [5] ที่พบว่า โดยปกติแล้ว นักเรียนแยกอิสระต่อกัน มีการแข่งขันกัน ทำให้มีความรู้สึกโดดเดี่ยว วิตกกังวล และไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร นอกจากคนเก่งเท่านั้น

7.3 ข้อเสนอแนะ

7.3.1 ครู อาจารย์ควรนำรูปแบบวิธีสอนไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน เพื่อช่วยส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7.3.2 การแบ่งกลุ่มย่อยเพื่อเรียนรู้ ครู อาจารย์ ควรเน้นให้นักศึกษาได้ตระหนัก ถึงบทบาทและหน้าที่ของตนเองในขณะทำกิจกรรมร่วมกัน รวมถึงการให้ความช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม ที่มีความสามารถทางการเรียนต่างกัน ด้วยความจริงใจ ไม่ตำหนิกัน และเอาเปรียบกัน โดยต้องยึดเป้าหมายร่วมกัน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของตนเองและของกลุ่ม

8. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ . “ การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.” กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2544 หน้าคำนำและหน้า 63-64

[2] อุษาวดี จันทรสนธิ. “ ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอน หน่วยที่ 12.” นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2549. หน้า 89-91 และ หน้า 101-103

[3] ประภาพรรณ เอี่ยมสุภาษิต. “ ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒาหลักสูตร และวิทยวิธีทางการสอน หน่วยที่ 9.” นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช , 2546. หน้า 232

[4] สิริวรรณ ศรีพหล . “ ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาหลักสูตรและวิทยวิธีทางการสอน หน่วยที่ 10.” นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช , 2546. หน้า 179

[5] มหาวิทยาลัยศิลปากร.(ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง). “ ผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิค STAD ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ หน่วยจำนวนของนักเรียนชั้น ป.5 โรงเรียนเทศบาล จ. พังงา.” มปป. หน้า 96

[6] ปรีชา เนาว์เย็นผล. “ ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอน หน่วยที่ 6.” นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช , 2546. หน้า 135

[7] ชูศรี วงศ์รัตนะ.“ เทคนิคการเขียนเค้าโครงวิจัย : แนวทางสู่ความสำเร็จ.” นนทบุรี : บริษัทไทเนรมิตอินเตอร์โปรเกรสซิฟ, 2549. หน้า 105 -107.

[8] สมนึก ภัททิยธนี. “ พื้นฐานการวิจัยการศึกษา หน่วยที่ 6 .” กาฬสินธุ์ ประสานการพิมพ์, 2552.หน้า 86-87.

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนจากทฤษฎีสู่การปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การปฏิรูปการเรียนรู้

A Development of Theory-to-practice Instruction Model for Learning Integration

สัมฤทธิ์ กาญจนสุนทร
อดิศักดิ์ เจริญพงษ์
โชคชัย ไตรยสุทธิ์

แผนกวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
ts.chokchai@gmail.com

บทคัดย่อ

พัฒนาการทางด้านอุตสาหกรรมในปัจจุบันมีการปรับตัวตามสภาวะเศรษฐกิจตลอดเวลา การผลิตบุคคลากรที่มีคุณภาพเพื่อเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมเป็นหน้าที่ของสำนักงานคณะกรรมการการชีวศึกษา ผลิตบุคคลากรทำหน้าที่ช่างเทคนิคที่มีคุณภาพเพื่อตอบสนองความต้องการของสถานประกอบการ การบริหารจัดการด้านอาชีวศึกษาให้มีประสิทธิภาพนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น งบประมาณ บุคลากร เครื่องมือ เครื่องจักร สถานที่ วัสดุฝึก ฯ ให้มีสัดส่วนที่สอดคล้องกับจำนวนนักศึกษา ดังนั้นบทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอนจากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ การปรับตัวให้ทันกับสภาวะการเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจที่ส่งผลต่อภาคอุตสาหกรรมโดยเฉพาะอุตสาหกรรมโยธา โดยนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนและผลสัมฤทธิ์ทางด้านการเรียนของนักศึกษาแผนกวิชาช่างโยธาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิรูปการเรียนการสอนในสาขาวิชาช่างโยธาต่อไป

คำสำคัญ: การจัดการอาชีวศึกษา การปฏิรูปการเรียนรู้ การเรียนการสอนแบบบูรณาการ

Abstract

At present the development of industry is dynamic in response to the economical changes. To produce quality work forces for industrial sector has been a responsibility of Vocational Education Commission. The production of quality technicians to serve business establishments and effective management of Vocational Education involve such factors as budget, worker, instrument, machine, workplace, materials. Appropriate ratio of these factors and students is a requirement. This article aimed to present an instruction model that focusing on theory to practice, adaptation to economical changes that affect industrial sector, particularly in civil engineering. The instruction model and learning achievement of students majoring in civil program at Ubon Ratchathani Technical College are presented as guidance for the instruction reform in this area.

Keyword: Vocational management, Learning Integrated, Learning reform.

1. บทนำ

การอาชีวศึกษาหรือการศึกษาวิชาชีพเป็นรากฐานอันสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม เพราะความเจริญของประเทศต้องเริ่มจากพื้นฐานของการประกอบอาชีพ สร้างผลผลิตและรายได้ของประชาชน การจัดการอาชีวศึกษาหรือการศึกษาวิชาชีพ จึงต้องสอดคล้องกับวิถีชีวิตของคนและสังคมเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น คุณภาพของผู้สำเร็จการอาชีวศึกษามีตัวชี้วัดสำคัญประการหนึ่งคือ ผู้สำเร็จการศึกษาสามารถประกอบอาชีพหรือสามารถทำงานได้จริงนอกเหนือไปจากที่จะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ด้านวิชาการ และมีคุณลักษณะด้าน คุณธรรม จริยธรรม ตามที่สถานประกอบการต้องการ เนื่องจากปรัชญาการศึกษาด้านอาชีวศึกษาเป็นไปเพื่อการจัดการฝึกวิชาชีพในด้านต่างๆ ให้ผู้เรียนสามมารถดำรงชีวิตหรือ เพื่อเป็นการเตรียมคนเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรม การฝึกฝนและพัฒนากำลังคนให้เป็นช่างฝีมือที่มีคุณภาพ และเป็นพลเมืองที่ดีของสังคม พร้อมทั้งเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพของตน ซึ่งสอดคล้องกับรัฐธรรมนูญมาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้ และพัฒนา ตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ที่มุ่งพัฒนาและเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคลในด้านทักษะหรือความชำนาญ (Psychomotor domain) ความรู้ความเข้าใจ (Cognitive domain) และด้านเจตคติ (Affective domain) เพื่อให้สามารถประกอบอาชีพที่ตนเลือกเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ [1]

จากอดีตถึงปัจจุบันการจัดการด้านอาชีวศึกษาจะมุ่งเน้นที่ผลผลิตเพื่อตอบสนองภาคอุตสาหกรรมเป็นหลักเมื่อระบบเศรษฐกิจอยู่ในภาวะขาขึ้นอาชีวศึกษาก็ต้องเร่งผลิตบุคคลกรให้ทันกับความต้องการของตลาดแรงงานและหันไปให้ความสำคัญกับปริมาณมากกว่าคุณภาพ ดังที่ผ่านมาการบริหารจัดการจะเน้นที่จำนวนผู้เข้าเรียน (Input) มากกว่าผู้สำเร็จการศึกษา (Output) ซึ่งเป็นการละเลยต่อกระบวนการผลิต (กระบวนการเรียนการสอน) (Learning process)

การจัดการระบบการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างบูรณาการ สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ดังที่กล่าวไว้ข้างต้นนั้น ต้องให้ความสำคัญกับการเรียนการสอนซึ่งเป็นกระบวนการระหว่างผู้เข้าศึกษาและผู้สำเร็จการศึกษาให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

แผนกวิชาช่างโยธาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานีก่อตั้งขึ้นในปีการศึกษา 2548 โดยเริ่มต้นจากการประยุกต์แนวคิดจากการทำงานด้านวิศวกรรมโยธาทุกแขนง อาทิเช่น การเขียนแบบ การออกแบบ การวางแผนงาน การประมาณราคา ฯ รวมกันเพื่อจัดตั้งขึ้นเป็นแผนกวิชาช่างโยธา และประยุกต์ให้เข้ากับระบบการเรียนการสอนทั้งทางด้าน งบประมาณ บุคคลากร เครื่องมือ เครื่องจักร สถานที่ วัสดุฝึก การบริหารจัดการกระบวนการเรียนการสอน โดยปัจจัยต่างๆ นำเข้าสู่ระบบของการก่อสร้างอาคารเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความรู้และฝึกปฏิบัติกับสภาวะการก่อสร้างและสถานการณ์งานสนามจริง ดังทฤษฎีการจัดการอาชีวศึกษาที่ว่าประสิทธิภาพของการจัดการอาชีวศึกษาจะแปรผันกับสภาพแวดล้อมที่ผู้เรียนได้รับการฝึกซึ่งจำลองสภาพแวดล้อมจริงที่ผู้เรียนต้องประสบก่อนสำเร็จการศึกษาและออกไปประกอบอาชีพ[1]

ดังนั้นบทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนจากทฤษฎีสู่การปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การปฏิรูปการเรียนรู้ สถิติและผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษา กรณีศึกษาแผนกวิชาช่างโยธาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ประชากรศึกษาได้แก่ นักศึกษาแผนกวิชาช่างโยธาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ปีการศึกษา 2548 – 2552 โดยใช้สถิติพรรณาและมีทฤษฎีขั้นตอนการดำเนินการดังเสนอต่อไปนี้

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการอาชีวศึกษา

การพัฒนาอุตสาหกรรมเป็นนโยบายสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย ทั้งนี้เพราะกิจการอุตสาหกรรมมีส่วนช่วยลดปัญหาการว่างงานของประชากรในประเทศ ผลผลิตที่เหลือกินเหลือใช้สามารถส่งออกไปขายยังต่างประเทศเพื่อช่วยลดการขาดดุลของการค้า และทำให้

เศรษฐกิจของประเทศเจริญก้าวหน้าขึ้นอย่างรวดเร็ว ในปัจจุบันรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการลงทุนอย่างจริงจัง ประเทศไทยมีความต้องการกำลังคนในระดับช่างฝีมือ ช่างเทคนิค นักเทคโนโลยี และวิศวกรเพิ่มขึ้น ผู้บริหารสถาบันอาชีวและเทคนิคศึกษา ซึ่งรับผิดชอบในการผลิตกำลังคนในระดับช่างฝีมือ และช่างเทคนิค จึงต้องพยายามวางนโยบายและแผนในการจัดการเรียนการสอนให้ตรงตามความต้องการของสถานประกอบการ การผลิตช่างอุตสาหกรรมในสาขาต่างๆ ให้มีคุณภาพทั้งด้านความรู้ทักษะและเจตคติที่ดีในการประกอบอาชีพ เนื่องจากปรัชญาการศึกษาทางด้านอาชีวมีแนวคิดที่ว่า เป็นการจัดการเพื่อการฝึกวิชาชีพเพื่อการดำรงชีวิตหรือเป็นการเตรียมคนเพื่อการอยู่รอดในสังคมโดยการฝึกฝนและพัฒนากำลังคนให้เป็นช่างฝีมือและช่างเทคนิคที่มีคุณภาพและเป็นพลเมืองที่ดีของสังคมนั้นๆ ในขณะเดียวกันก็มีเป้าหมายในการผลิตแรงงานที่มีความรู้ ความสามารถทักษะและเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพด้วย การจัดการอาชีวศึกษาจะต้องมุ่งเน้นที่คุณภาพและพยายามให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานโดยคำนึงถึงอุปสงค์ (Demand) และอุปทาน (Supply) เป็นหลักสำคัญ ทั้งนี้ เพื่อไม่ให้เกิดการสูญเปล่าทางการศึกษาของประเทศ

ดังนั้นการจัดการอาชีวศึกษาจะต้องตอบสนองความต้องการกำลังคนของประเทศ และการให้ความสำคัญต่อการจัดการการศึกษาและการฝึกอาชีพในลักษณะโรงเรียนโรงงาน ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการ คือ ทฤษฎีการปฏิบัติงานเบื้องต้น และ การปฏิบัติงานจริง ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญของการจัดการอาชีวศึกษา[1]

2.2 กระบวนการเรียนรู้

การเรียนรู้เป็นพื้นฐานของการดำเนินชีวิต ซึ่งมนุษย์มีการเรียนรู้ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงก่อนตาย ดังนั้นการเรียนรู้จะช่วยในการพัฒนาคุณภาพชีวิตได้เป็นอย่างดี กระบวนการเรียนรู้ (Learning process) หมายถึงการดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอนหรือการใช้วิธีการต่างๆ ที่ช่วยให้บุคคลเกิดการเรียนรู้ และการเรียนรู้ ในความหมายของ ผลการเรียนรู้ (Learning outcome) ซึ่งได้แก่ความรู้ความเข้าใจในสาระต่างๆ ความสามารถในการกระทำ การใช้ทักษะกระบวนการต่างๆ รวมทั้งความรู้สึกหรือเจตคติอันเป็นผลที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้หรือการใช้วิธีการเรียนรู้ ดังนั้นจึงอาจสรุปความหมายของการเรียนรู้ได้ว่าการเรียนรู้เป็นได้ทั้งกระบวนการและผลลัพธ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอันเนื่องมาจากประสบการณ์ที่แต่ละบุคคลได้รับมา นอกจากนั้นการให้อิสรภาพและเสรีภาพแก่ผู้เรียนในการเรียนรู้ รวมทั้งการจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตนเองตามสภาพจริงเพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้สูงสุดและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง[2]

2.3 การปฏิรูปการเรียนรู้

การปฏิรูปการเรียนรู้หมายถึงการเสริมสร้างศักยภาพของเด็กและเยาวชนให้สามารถคิดเป็นทำเป็น มีทักษะในการจัดการมีคุณธรรมและค่านิยมที่ดีงาม รักการแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่องจึงจำเป็นต้องมีการปฏิรูปการเรียนรู้โดยเร็วที่สุด หัวใจสำคัญของการปฏิรูปการศึกษาขึ้นอยู่กับการปฏิรูปการเรียนรู้ ซึ่งจะต้องมีการดำเนินการหลายอย่างไปพร้อมๆ กัน ตั้งแต่การพัฒนาหลักสูตร ที่สามารถส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนอย่างเหมาะสมกับวัยและศักยภาพ การจัดกระบวนการเรียนการสอนจะต้องมีความหลากหลาย เน้นการปฏิบัติ การเรียนรู้จากประสบการณ์จริง มีการฝึกกระบวนการคิดและยังต้องผสมผสานการปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ด้วย[3]

2.4 การเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

แนวคิดในการจัดการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นสำคัญมีแนวคิดมาจากปรัชญา (Constructivism) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในของผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้เดิมที่มีอยู่ เป็นปรัชญาที่มีข้อสันนิษฐานว่าความรู้ไม่สามารถแยกจากความอยากรู้ ความรู้ได้มาจากการสร้างเพื่ออธิบายแนวคิด (Constructivism) เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเองโดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) ของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียน ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์

ใหม่ให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมแล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่

2.5 การเรียนรู้แบบบูรณาการ

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการนั้นเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการได้คิดและปฏิบัติจริงตามความสนใจ ความถนัดของตนเอง เรียนรู้ทั้งแบบเรียนคนเดียวและเรียนเป็นกลุ่มจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ของตนเองและเรียนรู้อย่างเป็นองค์รวม (บูรณาการ)

จากทฤษฎีและแนวคิดที่กล่าวข้างต้นนำมาประยุกต์ใช้ในระบบการเรียนการสอนของแผนกวิชาช่างโยธาเพื่อปฏิรูปการเรียนการสอนให้เกิดผลสัมฤทธิ์แก่ผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพ การดำเนินการและขั้นตอนในระบบการเรียนการสอนดังเสนอในหัวข้อดังต่อไปนี้

3. ระบบการเรียนการสอน

3.1 การจัดการระบบการเรียนการสอน

แผนกวิชาช่างโยธาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานีได้จัดกระบวนการเรียนการสอนเป็นแบบการผสมผสานระหว่างงานวิศกรรมโยธาและระบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยการออกแบบอาคารเรียนโดยคณะครูของแผนก พร้อมกับจัดทำงบประมาณ (ราคาก่อสร้าง) รวมทั้งการวางแผนดำเนินการก่อสร้างในแต่ละปีการศึกษาให้สอดคล้องกับวัสดุฝึก โดยงบประมาณที่ได้จากส่วนกลางในแต่ละภาคการศึกษาจะถูกจัดให้เกิดความเหมาะสมในการดำเนินการก่อสร้างในส่วนของวัสดุ ส่วนของแรงงานการก่อสร้างนั้นจะใช้นักศึกษาในรายวิชาการปฏิบัติงานโยธาดำเนินการก่อสร้างไม่ว่าจะเป็น งานโครงสร้าง งานสถาปัตย์ งานไฟฟ้า งานสุขาภิบาล นักศึกษาที่ได้เรียนจากทฤษฎีในห้องเรียนปกติแล้นำมาสู่การปฏิบัตหน้างานจริง (Work shop) การเรียนวิชาปฏิบัติงานการก่อสร้างอาคาร ซึ่งมีเครื่องจักร ซึ่งเป็นสถานการณ์การก่อสร้างอาคารจริง ตามกระบวนการและขั้นตอนของงานวิศวกรรมโยธาเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติพร้อมทั้งเรียนรู้จากการทำงานจริง ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 เทคอนกรีตทับหน้าพื้นชั้นสองและก่ออิฐชั้นล่าง

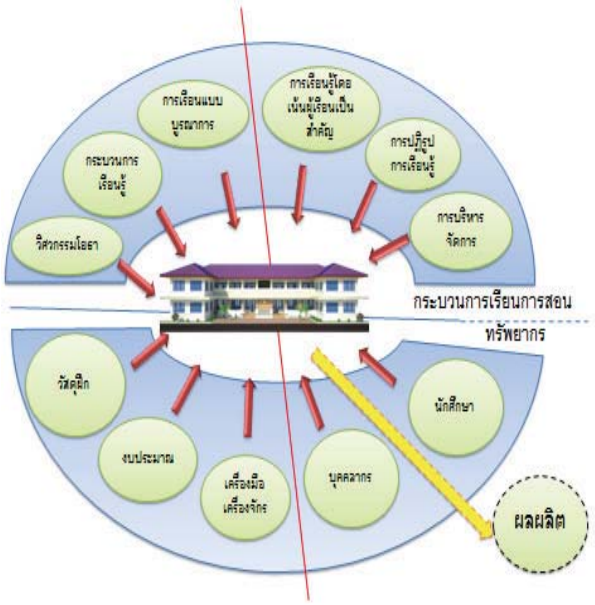
กล่าวอีกนัยหนึ่งคืออาคารเรียนแผนกวิชาช่างโยธาทุกขั้นตอนในการก่อสร้างนักศึกษาทุคนจะมีส่วนร่วมในการฝึกปฏิบัติพร้อมทั้งการเรียนรู้จากสภาวะงานจริง และซึมซับกับปัญหาที่เกิดจากหน้างานจริงพร้อมทั้งการแก้ไขสถานการณ์อย่างเป็นขั้นตอนตามหลักวิชาช่างโดยมีครูผู้คอยให้คำปรึกษาชี้แนะในการทำงานพร้อมทั้งร่วมแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้และทักษะในการทำงานรู้จักแก้ปัญหาเฉพาะหน้าดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ก่ออิฐและเดินท่อสุขาภิบาล

การบริหารจัดการด้านอาชีวศึกษานั้น ปัจจัยที่ใช้ในระบบบริหารจัดการค่อนข้างมากและมีความซับซ้อนอยู่ในตัว เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของระบบอาชีวศึกษาไม่ได้วัดแค่ผลการเรียนหรือการสอบเรียนต่อได้เท่านั้นแต่กลับต้องคำนึงถึงความสามารถในการทำงาน ทักษะ การได้งานทำในสถานประกอบการ และความพึงพอใจของสถานประกอบการที่มีต่อผู้สำเร็จการศึกษา ดังนั้นระบบการบริหารจัดกการจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนงานอย่างรัดกุมเพราะทรัพยากร (วัสดุฝึก) ที่ส่วนกลางจัดสรรให้มีจำนวนจำกัด การศึกษาถึง

ปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบในการบริหารจัดการจึงเป็นเรื่องที่จะต้องคำนึงถึงในอันดับแรกเพื่อให้แผนที่วางไว้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน แนวคิดและกระบวนการดังกล่าวสามารถแทนได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กระบวนการเรียนการสอนจากทฤษฎีสู่การปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การปฏิรูปการเรียนรู้

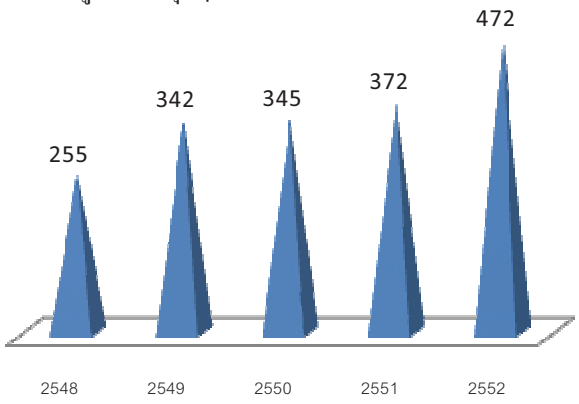
กระบวนการเรียนการสอนจากทฤษฎีสู่การปฏิบัติที่นำเสนอแล้วนั้น ได้รับความสนใจและความอยากรู้อยากเรียนของนักศึกษา ที่มีความตั้งใจเรียนในสายวิชาช่างโยธา เพื่อฝึกตนให้เป็นช่างฝีมือที่มีคุณภาพ สามารถสอบเรียนต่อในระดับอุดมศึกษาที่มีชื่อเสียง หรือการได้ทำงานในสถานประกอบการเอกชนชั้นนำระดับประเทศ พร้อมทั้งการสอบบรรจุเข้ารับราชการในองค์กรต่างๆ ของรัฐ จากสถิตินักศึกษาที่เรียนจบ และได้งานทำในแต่ละปีการศึกษามีแนวโน้มสูงขึ้นในทุกๆ ปีการศึกษา พร้อมทั้งปัจจุบันแผนกวิชาช่างโยธาได้ทำความร่วมมือกับสถานประกอบการเพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษาในระบบทวิภาคีให้นักศึกษาสามารถฝึกปฏิบัติและเรียนรู้การทำงานในรูปแบบการบริหารจัดการของบริษัทเอกชน เพื่อพัฒนาศักยภาพในการทำงานอีกทางหนึ่ง

4. สถิติจำนวนนักศึกษาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สถิติจำนวนนักศึกษาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นำเสนอในบทความ ได้จากข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษาที่ได้จัดเก็บไว้ทุกปีการศึกษา ข้อมูลที่นำเสนอเป็นข้อมูลในมาตรฐานที่ 1 ร้อยละและผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของผู้สำเร็จการศึกษามีรายละเอียดและข้อมูลสถิตินำเสนอดังนี้

4.1 สถิตินักศึกษาที่เข้าเรียนแผนกวิชาช่างโยธา

แผนกวิชาช่างโยธาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานีได้เปิดการเรียนการสอนในปีการศึกษา 2548 เป็นปีการศึกษาแรกจนกระทั่งปัจจุบันปีการศึกษา 2553 สถิตินักศึกษาในแต่ละปีการศึกษาสูงขึ้นในทุกๆ ปีดังแสดงในภาพที่ 4

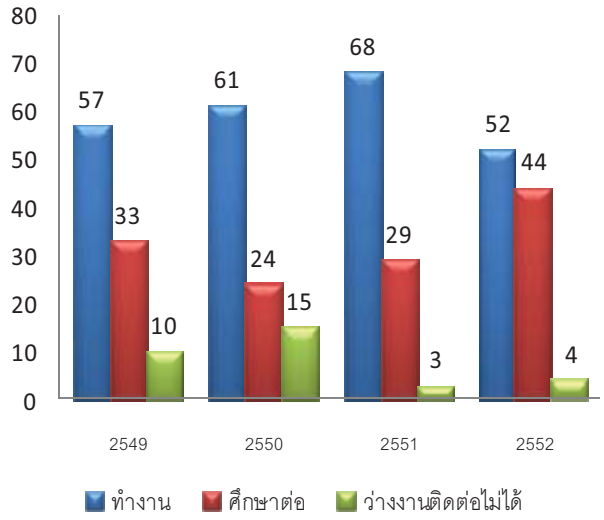


ภาพที่ 4 สถิติจำนวนนักศึกษาแผนกวิชาช่างโยธา
ที่มา: งานทะเบียนและวัดผล วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

จากภาพที่แสดงเป็นสถิติรวมของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพและประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในแต่ละปีการศึกษา

4.2 สถิติผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักศึกษาแผนกวิชาช่างโยธาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

สถิติการศึกษาต่อและการได้งานทำทั้งภาครัฐและเอกชนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในแต่ละปีการศึกษากระทำโดยเมื่อนักศึกษาสำเร็จการศึกษาแล้วเมื่อเริ่มต้นในปีการศึกษาใหม่ ทำการสำรวจข้อมูลโดยการโทรศัพท์สอบถาม การศึกษาต่อสถาบันและคณะใด การได้งานทำในสถานประกอบการใด ตำแหน่งงาน อัตราเงิน เป็นต้น ซึ่งแต่ละปีการศึกษาที่นักศึกษาจบการศึกษานั้นการสอบเข้าเรียนต่อและการได้งานทำมีสถิติที่เพิ่มขึ้นในทุกๆ ปีดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ที่มา: ข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษามาตรฐานที่ 1 ร้อยละและผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของผู้สำเร็จการศึกษา

จากภาพที่แสดงเป็นสถิติการได้งานทำ การศึกษาต่อ และว่างงานติดต่อไม่ได้ตามลำดับ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในแต่ละปีการศึกษา

5. สรุปและเสนอแนะ

5.1 สรุป

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนจากทฤษฎีสู่การปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การปฏิรูปการเรียนรู้ สถิติและผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษา กรณีศึกษาแผนกวิชาช่างโยธาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ประชากรศึกษาได้แก่ นักศึกษาแผนกวิชาช่างโยธาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ปีการศึกษา 2548 – 2552 ผลปรากฏว่าสถิติจำนวนนักศึกษาเพิ่มขึ้นทุกปีการศึกษา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพบว่า การได้งานทำ ศึกษาต่อ มีสถิติที่เพิ่มสูงขึ้นทุกปีการศึกษา ส่วนอัตราการว่างงานติดต่อไม่ได้มีสถิติสูงขึ้นและลดลงสลับกันไป

5.2 เสนอแนะ

รูปแบบกระบวนการเรียนการสอนจากทฤษฎีสู่การปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การปฏิรูปการเรียนรู้ ดังแสดงในภาพที่ 3 ควรทำการวิจัยในกระบวนการ หรือปัจจัยและรูปแบบ เพื่อนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนกับแผนกวิชาช่างโยธาของวิทยาลัยในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่มีความสนใจในรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าว และเพื่อเป็นการปฏิรูปอย่างต่อเนื่อง ปัจจัยในรูปแบบที่กำหนดไว้อาจปรับเปลี่ยนตามความเหมาะสมของยุคสมัย การแปรเปลี่ยนของเศรษฐกิจ สังคม และสถานที่ ที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อความยืดหยุ่นในการบริหารและการจัดการให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

การทำการวิจัยและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนจากทฤษฎีสู่การปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การปฏิรูปการเรียนรู้ เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและอุปสรรค จุดเด่นจุดด้อย และข้อควรปรับปรุงแก้ไข ในรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวเป็นสิ่งที่จะต้องเร่งดำเนินการ ผู้บริหารอาชีวศึกษา หรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องควรหันมาให้ความสำคัญในรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวและควรสนับสนุนและอำนวยความสะดวกทั้งในเรื่องของงบประมาณในการดำเนินการ และงบประมาณในการทำวิจัยเพื่อนำผลที่ไดมาปรับปรุงใช้ได้อย่างสมบูรณ์ต่อไป เพราะเมื่อสิ้นสุดโครงการ อาจจะเริ่มโครงการใหม่โดยการทำในระบบและรูปแบบเดิม ซึ่งน่าจะเป็นการประหยัดงบประมาณในส่วนของงบการก่อสร้างอาคารเรียนของสถานศึกษาอีกทางหนึ่ง และเพื่อเป็นการปฏิรูปเรียนรู้ต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ธีรวุฒิ บุณยโสภณ.“การบริหารอาชีวะและเทคนิคศึกษาเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรม” กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2542.

[2] ทิศนา แขมมณี. “ศาสตร์การสอน”. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2550.

[3] รุ่ง แก้วแดง.“ปฏิวัติการศึกษาไทย”. กรุงเทพฯ: สำ นักพิมพ์มติชน. 2541.

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบเคดับบลิวแอลพลัส

A Development of Constructivist-based lended Learning Model with KWL-Plus Technique

วุฒิพงษ์ ชินศรี[1] และ มนต์ชัย เทียนทอง[2]

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
E-mail: [1]nain@myinfopage.info, [2]monchai@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนิยมนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสามารถใช้ในการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนการสอนซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ตลอดเวลาที่ต้องการ นอกจากนี้ยังสามารถช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนและผู้เรียนคนอื่นๆ โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ในสถานที่เดียวกันหรืออยู่ในเวลาเดียวกันได้ อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนรวมไปถึงเป็นช่องทางในการเข้าถึงแหล่งความรู้ต่างๆ ได้อีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนก็ยังมีข้อดีอยู่มากเช่นกัน ดังนั้นหากเราสามารถจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานระหว่างการเรียนการสอนในห้องเรียนกับการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ ก็จะก่อให้เกิดผลดีกับทั้งผู้เรียนและผู้สอน รวมถึงช่วยให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วย ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยนำแนวคิดตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นฐานในการออกแบบร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้ร่วมกันและทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้เคดับบลิวแอลพลัสเป็นเทคนิคในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งผู้วิจัยคาดว่ารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานที่ได้จากการบูรณาการแนวคิดตามทฤษฎีดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นร่วมกับความสามารถทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จะสามารถสร้างรูปแบบการเรียนรู้และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: การเรียนการสอนแบบผสมผสาน คอนสตรัคติวิสต์ การเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เทคนิคเคดับบลิวแอลพลัส

Abstract

Currently, information technology is popular to apply with learning and teaching because it allows learners to learn by self at any time and it also helps learners interact with instructors and other learners without in the same location or at the same time. In addition, it can be used as a tool to develop teaching materials and can used to access various sources of knowledge. However, the teaching and learning in the classroom also has more advantages. So if we can

manage a combination of teaching and learning in the classroom and in the computer environment, it will lead to good results with both learners and instructors and help the learning and teaching have greater efficiency. The researchers propose a model of blended learning for undergraduate by using the constructivism theory for design with collaborative learning theory and problem-based learning theory, and use KWL-Plus technique for learning and teaching. We expect this blended learning model that creates from integration of the theoretical concepts with the ability of information technology can create an environment that suitable for use in teaching and learning.

Keyword: Blended Learning, Constructivism, Collaborative Learning, Problem-based Learning, KWL-Plus

1. บทนำ

การจัดการศึกษาตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้ให้ความสำคัญกับการปฏิรูปการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมทางการเรียนรู้ เปลี่ยนวิธีคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ กล่าวคือ จากการเน้นที่ผู้สอนเป็นศูนย์กลางมาเน้นที่ผู้เรียนแทน โดยในมาตราที่ 22 ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ [1] นอกจากนี้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติฉบับนี้ในหมวดที่ 9 ยังกล่าวถึงเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของเทคโนโลยีที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการศึกษาเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากสังคมในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต วิธีการและเทคนิคการสอนแบบเดิมที่เคยใช้ได้ผลอาจจะไม่เหมาะกับสถานการณ์ปัจจุบัน จึงต้องมีการนำเอานวัตกรรมและเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น

ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนในประเทศไทยในระดับปริญญาตรี พบว่า มีหลายประเด็นสำคัญที่เป็นปัญหา คือ การเรียนการสอนไม่เอื้อให้นักศึกษาคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น การเรียนการสอนเน้นที่การท่องจำมากกว่าการเน้นให้ผู้เรียนได้คิด ได้ลงมือปฏิบัติกระทำเอง ขาดการแสวงหาความรู้ ขาดกระปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ครู และชุมชนสิ่งแวดล้อม เพราะการศึกษาเน้นการฟังบรรยายภายใต้กรอบอันจำกัดของห้องเรียนทำให้เป็นตัวขัดขวางการพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ [2] การเรียนการสอนส่วนใหญ่ในสถาบันการศึกษาเป็นแบบการเรียนการสอนปกติในห้องเรียนคือมีอาจารย์เป็นผู้สอนโดยใช้วิธีการบรรยาย (Lecture) ซึ่งได้รับผลกระทบเป็นอย่างมากจากการปฏิรูปการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ อีกทั้งในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศนับเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์เป็นอย่างมากกับการศึกษา ไม่ว่าจะในฐานะเป็นสื่อการสอน รวมไปถึงเป็นช่องทางในการเข้าถึงแหล่งความรู้ต่างๆ และการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลาที่ต้องการนอกจากนี้ยังสามารถช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนและผู้เรียนคนอื่นๆ โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ในสถานที่เดียวกันหรืออยู่ในเวลาเดียวกันได้ จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติและปัญหาที่ได้กล่าวมาส่งผลให้ นักวิจัยทางด้านการศึกษาเล็งเห็นถึงความสำคัญและได้นำเอาแนวคิดทฤษฎีทางการศึกษาต่างๆ มาประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อช่วยในการจัดการเรียนการสอน การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายจึงได้รับความนิยมมากขึ้นแต่อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนการสอนแบบปกติในห้องเรียนยังเป็นสิ่งจำเป็นอยู่เพียงแต่รูปแบบและวิธีในการจัดการเรียนการสอนอาจต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งจากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงอยากนำเสนอวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน (Blended Learning) โดยการนำเอาข้อดีของรูปแบบการเรียนการสอนในห้องเรียนกับการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย มาพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานภายใต้พื้นฐานของการนำทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ทฤษฎีการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) และทฤษฎีการเรียนรู้โดย

ใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) มาบูรณาการเข้าด้วยกัน

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เป็นทฤษฎีที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยวิธีการต่างๆ โดยอาศัยประสบการณ์เดิมและการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม [3] ดังนั้นการสอนตามแนวทางนี้มักจะเริ่มต้นโดยการตั้งปัญหาให้ผู้เรียนได้คิดได้แก้ปัญหาหรือร่วมมือการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับเฉิดศักดิ์ซึ่งถูกอ้างไว้โดยสุชาติ [4] กล่าวว่า แนวทางการจัดการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จะต้องกำหนดการเรียนให้เป็นเรื่องหรือปัญหา และเน้นสภาพบริบทจริง (Authentic Context) คือการเน้นการใช้พลังปัญญาที่ออกมาจำนวนมากในการอภิปรายกัน กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิด ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสวิเคราะห์และเน้นการเรียนรู้ร่วมกัน นอกจากนี้ สุมาลีซึ่งถูกอ้างไว้โดยสุชาติ [4] กล่าวว่า ตามแนวทางนี้ต้องสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันเรียน ไม่ใช่เป็นการแข่งขัน โดยสามารถใช้เทคโนโลยีสนับสนุนการเรียนรู้ตามแนวทางนี้ได้ ทั้งนี้ เทคโนโลยีจะเป็นสิ่งที่เติมเต็มหรือสนับสนุนเกี่ยวกับการคิด และสร้างความรู้โดยใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสำหรับการเข้าถึงข้อมูล นำเสนอข้อมูลและสร้างผลงานของผู้เรียนได้ โดยระบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย ผู้เรียนจะเป็นผู้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง (Self Learning Process) โดยผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนจะเป็นผู้ออกแบบเนื้อหาที่ให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง มีระบบช่วยเหลือ และมีกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียน [5] ดั้งนั้น แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จึงน่าจะเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้อื่น เช่น ทฤษฎีการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) และ ทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าสามารถนำทฤษฎีเหล่านี้มาผสมผสานเพื่อให้เกิดความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันได้ทั้งการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนและการจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย

ทฤษฎีการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) ซึ่งอยู่บนหลักการของรูปแบบที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักการคิดวิเคราะห์ โดยเน้นผู้เรียนเป็นผู้ร่วมทำกิจกรรมเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองจากประสบการณ์ที่หลากหลายของผู้เรียนแต่ละคน จากแหล่งข้อมูลต่างๆ และจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนอื่นๆ [6] เป็นการเรียนรู้อีกหนึ่งวิธีที่ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางเนื่องจากกิจกรรมและผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียนการสอน ตอบสนองแนวทางการปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ [7] และการเรียนรู้ร่วมกันถือเป็นการเรียนแบบตื่นตัว (Active Learning) ที่ให้ประโยชน์หลายอย่างแก่ผู้เรียน ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและมีส่วนรับผิดชอบต่อการเรียนของตนเอง การเรียนรู้แบบร่วมกันนั้นจำเป็นต้องมีเทคนิควิธีการต่างๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันเพื่อบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งก็มีหลากหลายวิธี แต่เทคนิคที่ผู้เวิจัยจะนำมาใช้คือ รูปแบบทีมสัมฤทธิ์ (STAD : Student Team Achievement Division) โดยการให้ผู้เรียนเรียนเป็นทีมขนาดเล็กจำนวน 4 คน โดยช่วยกันเรียนจากนั้นให้มีการทดสอบและนำคะแนนของแต่ละคนมาร่วมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม โดยที่ผู้วิจัยเลือกนำเทคนิคนี้มาใช้เพราะจะต้องเลือกใช้รูปแบบที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของผู้เรียน ซึ่งผู้วิจัยจะนำรูปแบบนี้มาใช้กับนักศึกษาปริญญาตรี และการเรียนเป็นการเรียนร่วมกันผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เทคนิคนี้จึงมีความเป็นไปได้และสะดวกในการนำมาประยุกต์ใช้ในสภาพแวดล้อมแบบออนไลน์ด้วย

ทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) คือ การเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะใฝ่หา ความรู้เพื่อแก้ปัญหา โดยเน้นผู้เรียนเป็นผู้ตัดสินใจในสิ่งที่ต้องการแสวงหาความรู้ และรู้จักการทำงานร่วมกันเป็นทีมภายในกลุ่มผู้เรียน โดยผู้สอนมีส่วนร่วมน้อยที่สุด ซึ่งการเรียนรู้จากปัญหาอาจเป็นสถานการณ์จริง [8] ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น มักนิยมใช้กับทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์และทฤษฎีการเรียนรู้ร่วมกัน นอกจากนี้สันติ [9] กล่าวว่า การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นตัวตั้งโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือจะช่วยพัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียนรวมถึงทักษะการสืบค้น

ข้อมูล การสรุปข้อมูล โดยผู้สอนควรจะต้องกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ที่เหมาะสมกับวัยและความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

สำหรับแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยจะนำเทคนิคเคดับบลิวแอลพลัส (KWL-Plus) มาใช้ ซึ่งเทคนิคนี้เป็นวิธีการเรียนรู้อีกแบบหนึ่งที่เสริมสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเป็นอย่างดี ทำให้ผู้เรียนเกิดความคงทนทางการเรียนที่ยาวนานมากกว่าการเรียนการสอนแบบปกติ [10]

โดยเทคนิค KWL-Plus สามารถอธิบายได้ ดังนี้ [11]

- K (Know) เป็นขั้นตอน ที่ผู้อ่านตรวจสอบหัวข้อเรื่อง ชื่อเรื่องว่าเรามีความรู้หรือรู้เกี่ยวข้องกับชื่อเรื่อง มากน้อยเพียงใด เป็นการนำความรู้เดิม (Schema Knowledge หรือ Background Knowledge) มาใช้ เพราะการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับพื้นฐาน และประสบการณ์ของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญในการจัดกิจกรรมก่อนเรียน เป็นการเตรียมตัวเราเองในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ การบูรณาการระหว่างความรู้พื้นฐานและเรื่องที่เราจะเรียน เป็นสิ่งที่ช่วยให้เราสามารถสร้างความหมายของบทเรียนได้ดี และเราควรได้รับการกระตุ้นความรู้พื้นฐานให้เหมาะสม

- W (Want to know) เป็นขั้นตอนที่เราจะต้องถามตนเองว่าต้องการรู้อะไรในเนื้อเรื่องที่จะเรียนบ้าง ถือเป็นความคาดหวังว่า เมื่อเราเรียนเรื่องนี้แล้วเราจะได้ความรู้อะไรบ้าง ซึ่งคำถามที่ได้สร้างขึ้นก่อนเรียนนี้จะเป็นการตั้งเป้าหมายในการเรียนและเป็นการคาดหวังว่าจะพบอะไรในบทเรียนบ้าง

- L (Learned) เป็นขั้นตอนที่เราต้องสำรวจว่าตนเองได้เรียนรู้อะไรบ้างจากบทเรียน โดยเราจะต้องหาคำตอบให้กับคำถามที่ตนเองตั้งไว้ในขั้นตอน W และจดบันทึกสิ่งที่เราได้เรียนรู้เพิ่มเติมขึ้นมา

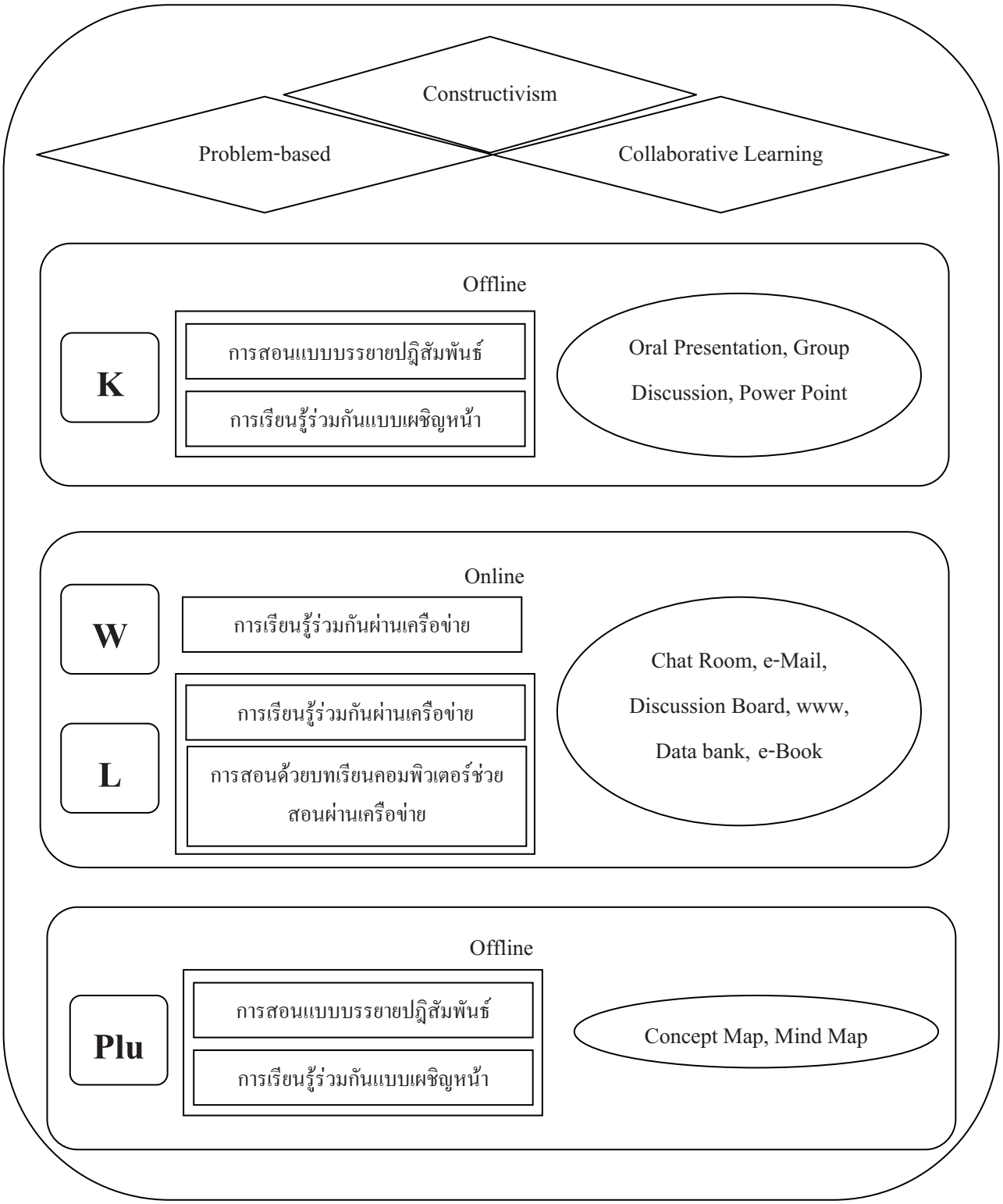
- P (Plus) ในที่นี้จะหมายถึงการสร้างแผนผังและเขียนสรุปความหลังเรียน ในขั้นตอนนี้เราต้องทำการสร้างแผนผังหรือเค้าโครงเรื่องของสิ่งที่ได้เรียนไป และเขียนบันทึกย่อสิ่งที่เรียน สำหรับในส่วนของการสร้างแผนผังอาจสร้างเป็น Mind Map หรือ Concept Map ก็ได้

3. การอภิปรายและข้อเสนอแนะ

จากการสังเคราะห์ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยขอเสนอรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสาน ดังแสดงในแผนภาพที่ 1 ซึ่งมีการจัดรูปแบบการเรียนการสอนดังนี้

- การเรียนการสอนในห้องเรียน ซึ่งประกอบไปด้วย การสอนแบบบรรยายปฏิสัมพันธ์และการเรียนรู้ร่วมกันแบบเผชิญหน้า โดยการสอนแบบบรรยายปฏิสัมพันธ์จะเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสลับกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุก ซึ่งจะเน้นการพัฒนาทักษะความสามารถที่ตรงกับพื้นฐานความรู้เดิมส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีจากการปฏิบัติและความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ ในส่วนของการเรียนรู้ร่วมกันแบบเผชิญหน้า จะจัดผู้เรียนออกเป็นกลุ่มในรูปแบบพบหน้ากัน แต่ละกลุ่มมีการทำงานร่วมกันและมีการติดต่อสื่อสารกันภายในกลุ่ม สำหรับระหว่างกลุ่มก็เป็นไปได้ที่จะมีการติดต่อสื่อสารกัน ส่วนผู้สอนจะดูอยู่ห่างๆ และอาจเป็นไปได้ที่ผู้สอนจะติดต่อสื่อสารกับกลุ่มผู้เรียน ซึ่งจะมีการนำมาใช้ร่วมกันในขั้นตอนของ K และ Plus โดยในขั้นตอน K นั้น จะใช้เพื่ออธิบายแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมที่มีอยู่ออกมา ส่วนในขั้นตอน Plus นั้น จะใช้เพื่อให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่โดยอาศัย Mind Map หรือ Concept Map เป็นเครื่องมือช่วย

- การเรียนการสอนผ่านเครือข่าย ซึ่งประกอบไปด้วย การเรียนรู้ร่วมกันผ่านเครือข่ายและการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่าย โดยการเรียนรู้ร่วมกันผ่านเครือข่ายหรือการเรียนรู้แบบออนไลน์ร่วมกัน จะประกอบไปด้วย ผู้ร่วมเรียน (Peer) กลุ่มสำหรับการเรียนรู้ (Learning Group) ผู้สอน (Tutor) เครื่องแม่ข่าย (Server) และการสื่อสาร (Communication) [5] สำหรับรูปแบบการสื่อสารภายใต้สภาพแวดล้อมออนไลน์จะมี 2 แบบ คือ สื่อสารแบบประสานจังหวะ (Synchronous) เป็นการสื่อสารที่ผู้เรียนจะต้องออนไลน์ในเวลาเดียวกันจึงจะสื่อสารกันได้ การสื่อสารประเภทนี้มีหลายแบบ ได้แก่ การประชุมทางไกลด้วยเสียง (Audio Conferencing) การประชุมทางไกลด้วยภาพ (Video



แผนภาพที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบเคดับบลิวแอลพลัส

Conferencing) การสนทนาสดหรือแชท (Chat) การใช้กระดานอิเล็กทรอนิกส์ (e-Whiteboard) เป็นต้น ส่วนการสื่อสารอีกประเภทหนึ่งคือ การสื่อสารแบบไม่ประสานจังหวะ (Asynchronous) เป็นการสื่อสารที่ผู้เรียนไม่ต้องออนไลน์พร้อมกันก็สามารถที่จะสื่อสารกันได้ การสื่อสารประเภทนี้ได้แก่ การใช้กระดานข่าว (Discussion Board) การใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์หรืออีเมล์ (e-Mail) เป็นต้น ในส่วนของการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายจะมีการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย ซึ่งในแต่ละส่วนของบทเรียนจะมีการทดสอบก่อนเรียน ศึกษาเนื้อหาสาระ ทำแบบฝึกหัดระหว่างบทเรียน และทดสอบหลังเรียน สำหรับในขั้นตอนของ W จะใช้วิธีการเรียนรู้ร่วมกันผ่านเครือข่ายโดยใช้เทคนิค STAD ส่วนขั้นตอนของ L จะนำทั้งการเรียนรู้ร่วมกันผ่านเครือข่ายและการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายมาใช้

ในการเรียนการสอนแบบผสมผสานนั้น จะยึดแนวทางตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ทฤษฎีการเรียนรู้ร่วมกัน และทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยเริ่มจากการสร้างสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียนเพื่อใช้เป็นตัวกระตุ้นเพื่อให้เกิดการเรียนรู้เพราะจะทำให้ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้าเพื่อหาทางแก้ปัญหาร่วมกัน สำหรับวิธีการเรียนรู้จะเป็นไปตามแนวทางคอนสตรัคติวิสต์โดยให้เน้นที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ความรู้เดิมเชื่อมโยงไปยังความรู้ใหม่ได้ จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคเคดับบลิวแอลพลัส และเน้นให้เกิดการร่วมมือกันในขั้นตอนต่างๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหา

สำหรับแนวทางในการดำเนินการวิจัยในอนาคต ผู้วิจัยคาดว่าจะทำการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบ Pretest-Posttest Control Group Design ซึ่งจะช่วยให้สามารถศึกษาผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร จากรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานที่พัฒนาขึ้น และสามารถสรุปผลได้ดีว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เกิดจากสิ่งใด โดยสามารถเปรียบเทียบผลได้ทั้งแบบก่อนเรียน-หลังเรียน และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าผลการทดลองจะช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

4. บทสรุป

การเรียนการสอนแบบผสมผสานที่ได้นำเสนอไว้นั้น ได้นำแนวคิดตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นฐานในการออกแบบร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้ร่วมกันและทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้เคดับบลิวแอลพลัสเป็นเทคนิคในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งจะมีการผสมผสานระหว่างการเรียนการสอนแบบปกติในห้องเรียนและการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้วิจัยคาดว่ารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานที่ได้จากการบูรณาการแนวคิดตามทฤษฎีดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นร่วมกับความสามารถทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จะสามารถสร้างรูปแบบการเรียนรู้และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

5. เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2542

[2] คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. การปฏิรูปการเรียนรู้ ผู้เรียนสำคัญที่สุด. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543.

[3] อรุณ มาวัน. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549.

[4] สุชาติ วัฒนชัย. ผลการเรียนบนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องการบาดเจ็บของข้อเข่าม้า สำหรับนักศึกษาสัตวแพทย์ศาสตร์ชั้นปีที่ 5. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2547.

[5] วิทยา อารีราษฎร์, จรัญ แสนราชและมนต์ชัย เทียนทอง. รูปแบบการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยแบบอัจฉริยะและมีส่วนร่วมผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์. งานประชุมวิชาการด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศครั้งที่ 1 วันที่ 24-25 พฤษภาคม 2548 หน้า 100. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.

[6] สุรมัย รังสีธรรม, มงคล หวังสถิตย์วงษ์ และจิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มคละผลสัมฤทธิ์ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ วิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ. งานประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติครั้งที่ 2 วันที่ 9-11 กรกฎาคม 2552 หน้า 319. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

[7] พิชัย ทองดีเลิศ. การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกันบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับนิสิตปริญญาตรีที่มีรูปแบบการเรียนต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

[8] ส่วนส่งเสริมวิชาการ อาคารบริหาร มหาวิทยาลัยลักษณ์. PBL คืออะไร. [ออนไลน์]. จาก: http://pbl.wu.ac.th/ [8 เมษายน 2553].

[9] สันติ วิจักขณาลักญจ์. นวัตกรรมการสอนแบบยืดหยุ่น. งานประชุมวิชการ The second National Conference on e-Learning 2005 วันที่ 1-2 กันยายน 2548 หน้า 1-13. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา, 2548.

[10] เทคนิคการสอนอ่าน KWL Plus. [ออนไลน์]. จาก: http://manasrivik.igetweb.com/index.php?mo=3&art=357926 [8 เมษายน 2553].

[11] พนิตนาฏ ชูฤกษ์. เทคนิคการอ่านแบบ KWL Plus. [ออนไลน์]. จาก: http://www.elearneasy.com/shows_news.php?news_id=672 [8 เมษายน 2553].

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ MIDEAP สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ เรื่องท่อนำคลื่นและการประยุกต์ใช้งาน

The Development of MIDEAP Learning Model for Microwave Engineering Education in Topic of Waveguide and Application

ศรัณย์ ชูคดี และ สมศักดิ์ อรรคทิมากูล

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ
Email: sarun_kmitnb@hotmail.com , ssa@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมในการเรียนการสอนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟเรื่องท่อนำคลื่นและการประยุกต์ใช้งาน ซึ่งจากการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ได้รูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก้ 1.ขั้นการสร้างแรงจูงใจ(Motivation) 2. ขั้นการให้ข้อมูล (Information) 3.ขั้นการแลกเปลี่ยนความรู้(Discussion) 4. ขั้นการสร้างความเข้าใจ (Explanation 5. ขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้ (Application) และ6. ขั้นประเมินผล (Progress) หรือเรียกว่ารูปแบบไมเดียฟ (MIDEAP Model โดยผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อรูปแบบการเรียนการสอนมีระดับความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก($\bar{X}$ = 4.24, S.D.= 0.55) และผลจากการประเมินความคิดเห็นต่อคุณภาพของชุดการสอนของผู้เชี่ยวชาญมีระดับค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก($\bar{X}$ = 4.15, S.D.= 0.51) ดังนั้นรูปแบบการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้กับการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟเรื่องท่อนำคลื่นและการประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : รูปแบบการเรียนรู้ โปรแกรมจำลอง ท่อนำคลื่นและการประยุกต์ใช้งาน

Abstract

The objective of research aims to develop a learning model emphasized on the student-centered learning by considering the appropriateness of teaching and learning of microwave engineering in the topic of waveguide and applications. The student-centered learning model called MIDEAP model consists of 6 steps such as: 1.) Motivation, 2.) Information, 3.) Discussion, 4.) Explanation, 5.) Application and 6.) Progress step. The research results showed that the appropriation of the developed MIDEAP learning model evaluated by 5 experts was at high level($\bar{X}$ = 4.24, S.D.= 0.55) and the quality of instruction package was at high level($\bar{X}$ = 4.15, S.D.= 0.51). In conclusion, the developed MIDEAP learning model can be used in the teaching of microwave engineering in the topic of waveguide and application efficiently.

Keywords: Learning Model, Simulation Program, Waveguide and Application

1. บทนำ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนได้จัดหรือดำเนินการให้สอดคล้องกับความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละบุคคล ความสามารถทางปัญญา วิธีการเรียนรู้ โดยการบูรณาการคุณธรรม จริยธรรม ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติจริง ได้พัฒนากระบวนการคิด วิเคราะห์ ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง และแสวงหาความรู้ด้วยตนเองตามความสนใจ ด้วยวิธีการและแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงทั้งในและนอกห้องเรียน มีการวัดผล ประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามมาตรฐานหลักสูตรที่กำหนด [1] วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ อาศัยแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ .ศ.2542 หมวด 4 เป็นพื้นฐานในการศึกษา ค้นคว้า และพิจารณาเลือกใช้รูปแบบหรือวิธีการจัดการเรียนรู้ได้ตามความเหมาะสม [2]

ปัจจุบันการจัดการศึกษาของประเทศไทยได้มีการปฏิรูปการศึกษาเพื่อให้มีความสอดคล้องกับสภาพการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและเพิ่มพูนองค์ความรู้ใหม่ พัฒนาศักยภาพของผู้เรียน มุ่งสร้างปัญญาและคุณลักษณะของชีวิต เพื่อให้ผู้เรียนสามารถดำรงชีพได้ด้วยตนเอง สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงได้ และมีส่วนสร้างสรรค์ประโยชน์เพื่อสังคมส่วนรวม ดังนั้นการจัดการศึกษาจึงควรมุ่งให้การศึกษาด้านวิชาการ โดยการต่อยอดความรู้ควบคู่ไปกับการฝึกฝนขัดเกลาทางความคิด ความประพฤติและ คุณธรรม และควรให้มีการเรียนรู้ทั้งทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติควบคู่กันไป [3] โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่มีลักษณะการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ทางด้านทฤษฎีควบคู่กับการปฏิบัติ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนอย่างเต็มความสามารถ

การเรียนการสอนในเนื้อหาทางด้านวิศวกรรม โดยเฉพาะรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ [4] ที่มีเนื้อหาทางด้านทฤษฎีที่มุ่งเน้นถึงการออกแบบ การคำนวณ และการวิเคราะห์ผลของวงจรไมโครเวฟ โดยในการออกแบบ และวิเคราะห์วงจรดังกล่าวนั้นมีขั้นตอนและการคำนวณในทางทฤษฎีที่ซับซ้อน อีกทั้งผู้เรียนไม่สามารถที่จะเห็นพฤติกรรมที่เกิดจากการคำนวณได้ จากการศึกษาสภาพการเรียนการสอนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟในปัจจุบันโดยใช้แบบสอบถามแบบปลายเปิดและบทสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากอาจารย์ผู้สอน จำนวน 10 ท่าน และผู้เรียน จำนวน 40 คน พบว่าในปัจจุบันการเรียนการสอนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟจะใช้รูปแบบที่เน้นผู้สอนเป็นสำคัญ โดยจะให้เนื้อหาด้วยวิธีการบรรยาย รูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนจะขึ้นอยู่กับผู้สอน ซึ่งส่วนมากจะใช้การถามตอบกับผู้เรียนเป็นครั้งคราว ไม่มีรูปแบบการเรียนการสอนที่ชัดเจน ส่วนสื่อที่ใช้จะเป็นกระดานดำ มีการนำเสนอด้วยโปรแกรมเพาเวอร์พอยต์หรือแผ่นใส และการประเมินผลจะใช้ข้อสอบแบบอัตนัยเป็นหลัก สำหรับปัญหาในการจัดการเรียนการสอนได้แก่ ขาดสื่อที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์การทำงานของวงจรที่ซับซ้อน ผู้เรียนไม่มีกิจกรรมร่วมกับผู้สอน ดังนั้นผู้สอนจึงมีความต้องการสื่อการสอนที่สามารถอธิบายถึงปรากฏการณ์การทำงานของวงจรที่ออกแบบ และสื่อที่ใช้คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อพิสูจน์ทฤษฎีที่ได้จากการออกแบบที่ใช้งานง่ายและคำนวณได้รวดเร็ว

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ทางด้านวิศวกรรมไมโครเวฟ เรื่องท่อนำคลื่นและการประยุกต์ใช้งาน โดยมีความสนใจที่จะพัฒนาชุดการเรียนการสอนที่ประกอบด้วย ใบเนื้อหา โปรแกรมการจำลองสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายในท่อนำคลื่น ชุดสาธิตเรื่องท่อนำคลื่นและแบบทดสอบหลังเรียน มาใช้เป็นเครื่องมือประกอบในการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีความเข้าใจเนื้อหาที่มีความซับซ้อนได้ลึกซึ้งมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยต่างๆที่ได้นำสื่อการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ๆมาช่วยในการเรียนการสอน [5] เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่องท่อนำคลื่นและการประยุกต์ใช้งาน

2) เพื่อพัฒนาชุดการเรียนการสอน เรื่องท่อนำคลื่นและการประยุกต์ใช้งาน

3) เพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

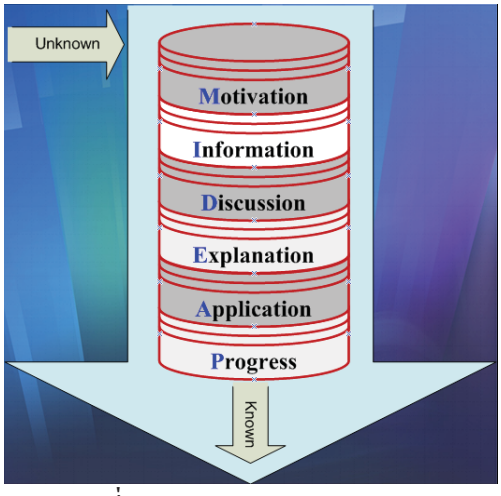
1.2 สมมติฐานของการวิจัย

1) รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญในระดับมาก

2) คุณภาพของชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญในระดับมาก

2. การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้

รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้วิจัยได้มีแนวทางการออกแบบการเรียนการสอนแบบ MIDEAP แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบการเรียนรู้แบบ MIDEAP

จากภาพที่ 1 รูปแบบการเรียนรู้ MIDEAP เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับนวัตกรรมทางการศึกษา [6] แนวคิดที่เป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หลักการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน บทบาทหน้าที่ของครู แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อนำมาวางเป็นกรอบความคิดในการสร้างนวัตกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นการสร้างแรงจูงใจ (Motivation) เป็นขั้นตอนที่ต้องการชักชวนให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะศึกษาในเรื่องที่จะทำการสอน เป็นก้าวแรกในการนำทางเข้าไปหาการเรียนรู้ใหม่ๆ ผู้สอนสามารถสร้างแรงจูงใจ มีการอ้างอิงงานวิจัยและเทคโนโลยีใหม่ๆในปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชา หรือมีสื่อการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนสนใจในเนื้อหาที่จะสอน การเรียนการสอนอาจจะออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่น การใช้วีดีโอ การใช้สื่อเคลื่อนไหว การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือการสาธิตให้ดู เป็นต้น

2) ขั้นการให้ข้อมูล (Information) เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้ความรู้และหลักการที่เป็นทฤษฎีแก่ผู้เรียน เมื่อผ่านขั้นแรกมาแล้วแสดงว่าผู้เรียนเกิดความสนใจในเรื่องที่จะได้เรียน ขั้นนี้ผู้สอนทำการถ่ายทอดความรู้จากบทเรียนโดยตรงให้กับผู้เรียน ผู้สอนควรมีเครื่องมือหรือสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนได้ดีขึ้น เช่น การนำเสนอ PowerPoint, แผ่นใส, ใบเนื้อหา เป็นต้น

3) ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ (Discussion) เป็นขั้นตอนที่ออกแบบให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ระหว่างกลุ่มเกี่ยวกับประเด็นข้อสงสัยและแหล่งข้อมูลใหม่ๆที่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน เน้นให้ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วม ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาวิธีการเรียนรู้ด้วยตัวเอง เป็นการสร้างความเข้าใจในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันโดยผู้สอนเป็นผู้แนะนำและคอยควบคุมเวลา

4) ขั้นสร้างความเข้าใจ (Explanation) เป็นขั้นตอนที่ออกแบบให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจ ได้พิสูจน์ทฤษฎี หลักการที่ได้เรียนรู้ผ่านมาด้วยตัวเองจากการใช้เครื่องมือหรือสื่อการเรียนการสอนเช่น โปรแกรมจำลอง, ชุดสาธิตการทดลอง เป็นต้น ผู้สอนทำการสรุปประเด็นปัญหาและเพิ่มเติมแนวความคิด หลักการที่เกี่ยวข้องให้กับผู้เรียน

5) ขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้ (Application) เป็นขั้นตอนการปรับเปลี่ยนประสบการณ์ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่างๆ เป็นการนำความรู้ที่ได้จากการผ่านกระบวนการเรียนการสอนไปทำการออกแบบประยุกต์ใช้งาน เพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่เพิ่มมากขึ้น

6) ขั้นการประเมินผล (Progress) เป็นขั้นตอนของการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลทางการเรียน หลังจากผ่านกระบวนการเรียนการสอนตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากรูปแบบการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

สรุปได้ว่ารูปแบบการเรียนรู้ MIDEAP เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วมเพิ่มมากขึ้นสามารถนำไปใช้ในการสอนด้านวิศวกรรมไมโครเวฟได้

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จะประกอบด้วย แผนการสอน, ใบเนื้อหา, สื่อการเรียนการสอน, แบบทดสอบ แสดงขั้นตอนการสร้างและรายละเอียดดังนี้

3.1 แผนการสอน แผนการสอนที่สร้างขึ้นมีรูปแบบการเรียนการสอนที่ได้จากการวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

3.2 ใบเนื้อหา ในหัวข้อเรื่องท่อนำคลื่นและการประยุกต์ใช้งาน โดยมีเนื้อหาจากการวิเคราะห์ในรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ หรือรายวิชาอื่นๆที่เกี่ยวข้องโดยกำหนดหัวข้อเรื่องสำหรับในงานวิจัยเป็นดังนี้

3.2.1 ทฤษฎีของท่อนำคลื่น

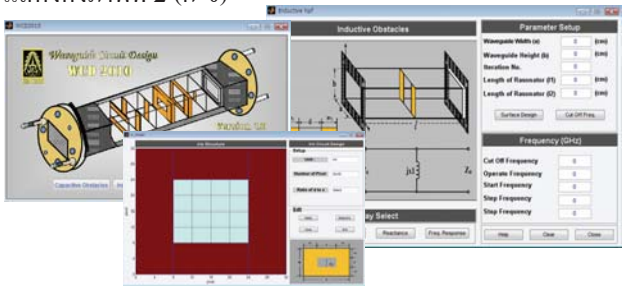
3.2.2 วิธีเชิงตัวเลขสำหรับท่อนำ

3.2.3 วงจรช่องแคบในท่อนำคลื่น

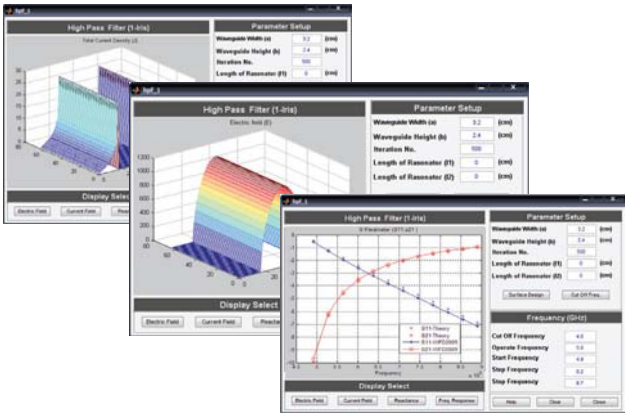
3.2.4 วงจรกรองความถี่ในท่อนำคลื่น

3.3 สื่อการเรียนการสอน ประกอบด้วยสื่อต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.3.1 โปรแกรมจำลองการออกแบบวงจรกรองความถี่ภายในท่อนำคลื่นไมโครเวฟ การออกแบบโปรแกรมจำลองการคำนวณที่ทำงานภายใต้โปรแกรม MATLAB® และวิธีการคำนวณของการวนรอบของคลื่น (Wave Iterative Method) [7-8] โดยโครงสร้างของโปรแกรมมีลักษณะเป็นรายการให้เลือกหรือใส่ค่าลงไป โดยใช้ Graphic User Interface (GUI)โปรแกรม ใน MATLAB® เพื่อเป็นส่วนในการติดต่อระหว่างโปรแกรมและผู้ใช้งาน ซึ่งง่ายในการแสดงผล โดยแสดงดังภาพที่ 2 (ก-ข)



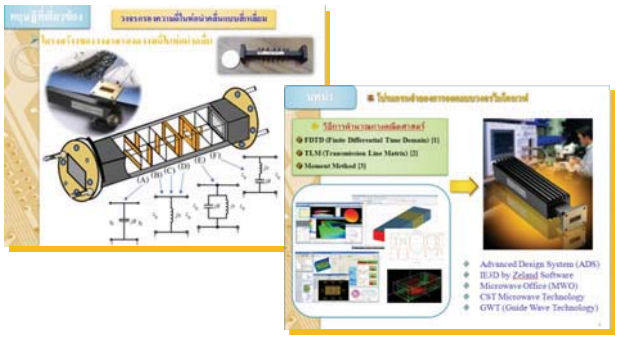
(ก) แสดงหน้าต่างเมนูหลักและการกำหนดค่าการคำนวณ



(ข) หน้าต่างการแสดงผลที่เกิดขึ้นจากการคำนวณต่างๆ

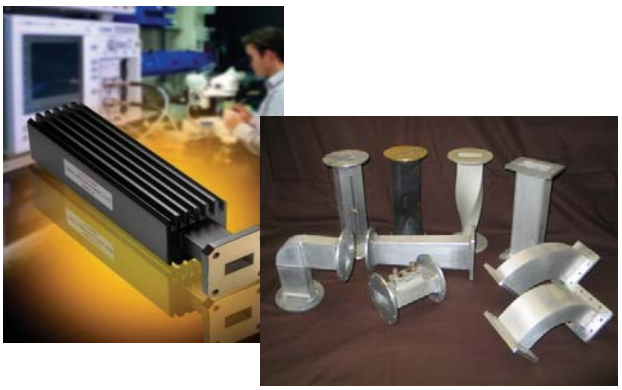
ภาพที่ 2 โปรแกรมการออกแบบวงจรกรองความถี่ในท่อนำคลื่น

3.3.2 งานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ สร้างจากโปรแกรมไมโครซอฟต์ออฟฟิต (Microsoft office) แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ตัวอย่างการนำเสนอด้วยโปรแกรมเพาเวอร์พอยต์

3.2.3 ชุดสาธิตการเรียนรู้ที่สร้างจากชิ้นงานจริง โดยนำผลที่ได้จากการออกแบบด้วยโปรแกรมจำลองวงจรกรองความถี่ภายในท่อนำคลื่นไมโครเวฟไปสร้างเป็นชิ้นงานจริงที่สามารถใช้งานได้ แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ชุดสาธิตการทอลองท่อนำคลื่น

3.4 แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย

3.4.1 แบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับวัดความก้าวหน้าระหว่างเรียนแต่ละหัวข้อเรื่องโดยจะสร้างเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยจะสร้างเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. ผลของการวิจัย

ผลของงานวิจัยที่นำเสนอในบทความนี้ จะประกอบด้วยผลการประเมินรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นและผลการประเมินคุณภาพชุดการสอนเรื่องท่อนำคลื่นและการประยุกต์ใช้งานโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ

4.1 ผลการประเมินรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

เป็นการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยการใช้แบบสอบถามประเมินจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่สอนรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ หรือมีประสบการณ์ในการทำวิจัยในด้านดังกล่าวมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 5 ท่าน รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่1 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้

ข้อคำถาม	ระดับความเหมาะสม		
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความหมาย
ด้านการออกแบบรูปแบบการเรียนรู้ MIDEAP	4.24	0.52	เหมาะสมมาก
ด้านกิจกรรมประกอบการเรียนรู้	4.2	0.54	เหมาะสมมาก
ด้านสื่อสนับสนุนการเรียนการสอน	4.32	0.62	เหมาะสมมาก
ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4.21	0.53	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.24	0.55	เหมาะสมมาก

ผลจากการประเมินรูปแบบการเรียนรู้ MIDEAP Model ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีความคิดเห็นต่อรูปแบบดังนี้ ด้านการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอน ด้านกิจกรรมประกอบการเรียนการสอน ด้านสื่อสนับสนุนการเรียนการสอน และด้านการวัดและประเมินผล โดยค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 4 ด้าน มีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 (S.D. เท่ากับ 0.55) ซึ่งหมายถึงรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอน

เป็นการประเมินคุณภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องในรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ หรือมีประสบการณ์ในการทำวิจัยในด้านดังกล่าวมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 5 ท่าน โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็น ผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอน

ข้อคำถามความคิดเห็น	ระดับคุณภาพ		
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความหมาย
ด้านใบเนื้อหาการเรียนการสอน	3.8	0.41	คุณภาพมาก
ด้านงานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์	4.1	0.53	คุณภาพมาก
ด้านโปรแกรมจำลองวงจรท่อนำคลื่น	4.4	0.54	คุณภาพมาก
ด้านชุดสาธิตวงจรท่อนำคลื่น	4.3	0.56	คุณภาพมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.15	0.51	คุณภาพมาก

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่าผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีความคิดเห็นต่อชุดการสอนดังนี้ ความเหมาะสมมากในด้านการนำโปรแกรมจำลองวงจรท่อนำคลื่นมาใช้ประกอบการเรียนการสอน รองลงมาคือชุดสาธิตวงจรท่อนำคลื่น งานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ ใบเนื้อหาตามลำดับ โดยในภาพรวมผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 (S.D. เท่ากับ 0.51)

5. สรุปผลการวิจัย

บทความวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบไมเดียฟ (MIDEAP Model) สำหรับการเรียนการสอนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟเรื่องท่อนำคลื่นและการประยุกต์ใช้งาน โดยใช้ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบในการเรียนการสอน ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้และคุณภาพของชุดการสอนพบว่า

1) ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก ดังนั้นสรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบไมเดียฟ (MIDEAP Model) สามารถนำไปใช้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนเรื่องท่อนำคลื่นและการประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้นซึ่งประกอบด้วย แผนการสอน, ใบเนื้อหา, โปรแกรมจำลองสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายในท่อนำคลื่น, ชุดสาธิตวงจรท่อนำคลื่น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก แสดงว่าชุดการสอนเรื่องท่อนำคลื่นและการประยุกต์ใช้งานที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

5.1 อภิปรายผลการวิจัย

รูปแบบการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นมาใหม่นี้มีกระบวนการในการสร้างอย่างเป็นระบบระเบียบ โดยสอดคล้องสัมพันธ์กับทฤษฎี หลักการเรียนรู้ หรือหลักการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และได้รับการพิสูจน์ ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรม ซึ่งผู้สอนสามารถนำรูปแบบการสอนที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาไปใช้เป็นแบบแผนหรือแบบอย่างในการจัดดำเนินการสอนอื่นๆ ที่มีจุดมุ่งหมายเฉพาะเดียวกันได้ โดยการสร้างเครื่องมือขึ้นมาเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

จุดเด่นของงานวิจัยนี้คือได้มีการสร้างสื่อการเรียนการสอนแบบประสมประสานประกอบในการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการคำนวณของวงจรภายในท่อนำคลื่นไมโครเวฟได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยการใช้โปรแกรมจำลองและชุดสาธิตการทดลองเพื่อประยุกต์ใช้สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ ซึ่งจะเห็นว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมานั้น สามารถแสดงผลของสนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก และค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่มีความถูกต้องตามทฤษฎีของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า มีการใช้งานง่ายและการคำนวณที่รวดเร็ว

5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นขั้นตอนในการหาความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้และคุณภาพของชุดการสอนที่ได้ทำการพัฒนาและสร้างขึ้นเพื่อให้ได้ความเหมาะสมและคุณภาพที่ดีเท่านั้น ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปควรนำรูปแบบการเรียนรู้และชุดการสอนที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ไปทดสอบหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างและวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในโอกาสต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมวิชาการ. กระทรวงศึกษาธิการ, “การประเมินผลจากสภาพจริง”. พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ, 2542.

[2] กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542, กระทรวงศึกษาธิการ, 2542.

[3] ทิศนา แขมมณี. ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 6, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

[4] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, “หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า พ.ศ.2544”. กรุงเทพฯ, 2544.

[5] Wolfgang Menzel, “Microwave Education Supported by Animations of Wave Propagation Effects.” IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol.51, No.4, April 2003.

[6] ดร. เอียน สมิธ, ดร.อนงค์ วิเศษสุวรรณ์, “การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.” วารสารศึกษาศาสตร์ ปีที่ 18 ฉบับที่ 2 พฤศจิกายน 2549 - มีนาคม 2550.

[7] ศรัณย์ ชูคดี, สมศักดิ์ อรรคทิมากูล, “การออกแบบโปรแกรมจำลองวงจรกรองความถี่ท่อนำคลื่นด้วยวิธีการวนรอบของคลื่นสำหรับการเรียนการสอนด้านวิศวกรรม.” การประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า (EECON) ครั้งที่ 32 , ปราจีนบุรี , 2552.

[8] Sarun Choocadee and Somsak Akatimagool, “Development of efficiency EM Simulation Tool for Capacitive and Inductive Obstacle Analysis”. Electrical Engineering /Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON 2010), Chiang Mai, Thailand., May 19-21, 2010.

โครงการนำร่องสหกิจศึกษาของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

A Pilot Project's Cooperative Education of Teacher Training in Mechanical Engineering Department King Mongkut's University of Technology North Bangkok

รุ่งโรจน์ รัตนวารินทร์, พรจิต ประทุมสุวรรณ, วัชรินทร์ โพธิ์เงิน, สันติ หุตะมาน, และพีระวัตร นันวงค์

Mechatronics Educational Research Group
ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
pornjitp@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

สืบเนื่องจากโครงการบันทึกข้อตกลงความร่วมมือระหว่างบริษัท USE FLO-LINE จำกัด กับ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกลจึงมีแนวความคิดที่จะจัดทำโครงการนำร่องสหกิจศึกษาเข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งของโครงการดังกล่าว โดยวัตถุประสงค์ของโครงการเพื่อ เพิ่มเติมประสบการณ์ด้านวิชาชีพแก่นักศึกษา เพิ่มทักษะนักศึกษาด้านการนำทฤษฎีไปสู่ภาคปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม พัฒนาบัณฑิตให้มีคุณภาพสูงและตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน ให้ภาคเอกชนมีส่วนร่วมกับภาควิชาฯ ในการผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพสูง รวมทั้งการพัฒนาหลักสูตรและงานวิชาการของภาควิชาฯ เพื่อให้โครงการดังกล่าวสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้จึงมีการวางแผนและการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ โดยโครงการที่จัดทำได้ถูกออกแบบให้สอดคล้องกับวิชาโครงงานและเริ่มทดลองใช้กับนักศึกษาแมคคาทรอนิกส์ชั้นปีที่ 3 เทอมที่ 2 ตั้งแต่ พ.ศ. 2552 เป็นต้นมา ภายในโครงการจะแบ่งออกเป็น 6 โครงงานย่อย ซึ่งผลจากการดำเนินโครงการมีโครงงานย่อยที่ผ่านการประเมินและสำเร็จลุล่วงจนได้ผลเป็นที่น่าพอใจหนึ่งโครงงานส่วนที่เหลือกำลังอยู่ในระหว่างขั้นตอนการดำเนินการ

คำสำคัญ: บันทึกข้อตกลงความร่วมมือ โครงการนำร่อง สหกิจศึกษา

Abstract

Due to the fact that of MOU, a memorandum of understanding project between USE FLO-LINE limited company and Technical Education faculty, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, department of teacher training in mechanical engineering intend to do a pilot project of cooperative education. The purpose of this project for addition professional experience to students, increase students skills in bringing theory to practice properly, to develop graduates with high quality and meet the need of labor market, to the establishment was involved with department of development of high quality graduates, and to the development of curriculum and academic department. To reach the project's objectives, there is a good plan and systematically management. This project is designed in accordance with the project subject and begin to trial second semester's third year of mechatronics students from 2009 onward. The project can be divided into 6 sub-projects. The results of this pilot project show that one sub-project has finished successfully and the others are in the process.

Keyword: Memorandum of Understanding, Pilot Project, Cooperative Education

1. บทนำ

ปัจจุบันแผนกลยุทธ์ระดับชาติต่างๆ ล้วนให้ความสำคัญกับการพัฒนากำลังคนเป็นลำดับต้นๆ อาทิเช่น แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ (พ.ศ. 2550-2554) ทั้งนี้ยุทธศาสตร์ทั้งหมด 5 ยุทธศาสตร์ ปรากฏว่ายุทธศาสตร์แรกเน้นเรื่องการพัฒนากำลังคน คือ ยุทธศาสตร์การพัฒนาคุณภาพคนและสังคมไทยสู่สังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ นอกจากนี้ในแผนกลยุทธ์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ. 2547-2556) ได้มีการกำหนดแนวทางการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไว้ในยุทธศาสตร์ที่ 2 คือพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ตอบสนองความต้องการของภาคเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งมีเป้าหมายให้มีนักวิทยาศาสตร์และนักเทคโนโลยีจำนวนมากและคุณภาพสูง การสนับสนุนการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศและการจัดสรรทุนการศึกษารวมทั้งการพัฒนาระบบการผลิตกำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากนี้ยังมีมาตรการพัฒนาความรู้ของผู้ประกอบการให้ทันสมัยตลอดเวลา การพัฒนาระบบการผลิตกำลังคนรองรับการพัฒนาในระยะยาว ฯลฯ [1]

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เป็นหน่วยงานหนึ่งที่พัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ตอบสนองกับความต้องการของภาคเศรษฐกิจอุตสาหกรรมและสังคม โดยทางภาควิชาฯ ได้จัดให้มีการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับปริญญาตรีจนถึงระดับปริญญาเอก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับชั้นปริญญาตรี นอกเหนือจากมุ่งเน้นทั้งเนื้อหาในทางทฤษฎีแล้วในทางปฏิบัตินักศึกษายังต้องสามารถปฏิบัติงานได้จริงอีกด้วย ดังนั้นเพื่อให้บรรลุปณิธานที่วางไว้ นอกจากการฝึกปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการแล้ว ทางภาควิชาฯ ยังมีโครงการฝึกงานภาคฤดูร้อนในสถานประกอบการสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 โดยได้ริเริ่มโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 เป็นต้นมา ซึ่งผลจากการสอบถามความพึงพอใจของสถานประกอบการที่นักศึกษาไปฝึกปฏิบัติงานปรากฏว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีถึงดีมาก

จากความมั่นใจในศักยภาพของนักศึกษารวมถึงอาจารย์ที่ปรึกษา บริษัท USE FLO-LINE ซึ่งเป็นบริษัทที่ให้บริการด้านระบบอัตโนมัติแก่ภาคอุตสาหกรรม สถาบันการศึกษาและหน่วยงานต่างๆ ทั้งภายในประเทศและภูมิภาค โดยการบริการจะมีทั้งในส่วนของการจำหน่ายอุปกรณ์ ซ่อม สร้างเครื่องจักร ระบบการผลิตอัตโนมัติ ชุดทดลองทางการศึกษาและการฝึกอบรม จึงได้ดำเนินการทำข้อตกลงความร่วมมือระหว่างบริษัทฯ กับคณะฯ เมื่อวันที่ 9 กันยายน พ.ศ. 2552 ซึ่งในข้อตกลงดังกล่าวจะเป็นการร่วมมือในงานด้านการวิจัยและพัฒนา ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยีของประเทศให้ก้าวทันกับสถานการณ์ปัจจุบัน นอกจากนี้ผลที่ได้จากการวิจัยและพัฒนายังอาจนำไปต่อยอดในเชิงพาณิชย์อีกด้วย [2]

ส่วนหนึ่งของโครงความร่วมมือก็คือการรับนักศึกษาเข้าฝึกงานในภาคฤดูร้อนรวมถึงการกำหนดและการมอบหมายโครงงานให้กับนักศึกษาเพื่อใช้เป็นโครงงานปริญญานิพนธ์ จากส่วนหนึ่งของแผนการความร่วมมือดังกล่าว ถือได้ว่าเป็นการร่วมมือแบบสหกิจศึกษา (Cooperative Education) [3] กล่าวคือ สหกิจศึกษาเป็นระบบการศึกษาที่เน้นการปฏิบัติงานในสถานประกอบการอย่างมีระบบโดยจัดให้มีการเรียนในสถานศึกษาร่วมกับการจัดให้นักศึกษาไปปฏิบัติงานจริง ณ สถานประกอบการ งานที่นักศึกษาปฏิบัติจะตรงกับสาขาวิชาของนักศึกษา โดยเน้นการเรียนรู้โดยใช้ประสบการณ์จากการทำงานจริงเป็นหลัก หรือ Work-based learning หรือโครงงานพิเศษ (Project) ที่มีประโยชน์กับสถานประกอบการ เช่น การปรับปรุง หรือการเพิ่มประสิทธิภาพ หรือการแก้ปัญหาของกระบวนการทำงาน ซึ่งนักศึกษาสามารถปฏิบัติงานให้สำเร็จได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด ทำให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ประสบการณ์จากการทำงานและมีคุณภาพตามที่สถานประกอบการต้องการมากที่สุด

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์ของโครงการนี้ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการความร่วมมือก็เพื่อ

ก) เพิ่มเติมประสบการณ์ด้านวิชาชีพ (Professional Experience) แก่นักศึกษา

ข) เพื่อเพิ่มทักษะนักศึกษาด้านการนำทฤษฎีไปสู่ภาคปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม

ค) พัฒนาบัณฑิตให้มีคุณภาพสูงและตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานมากยิ่งขึ้น

ง) เพื่อให้ภาคเอกชนมีส่วนร่วมกับภาควิชาฯ ในการผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพสูง

จ) เพื่อการพัฒนาหลักสูตรและงานวิชาการของภาควิชาฯ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการนิเทศ และเป็นที่ปรึกษางานนักศึกษา

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 นักศึกษา

ก) ได้ประสบการณ์วิชาชีพตามสาขาวิชาที่เรียน

ข) มีผลการเรียนดีขึ้น เพราะจะเข้าใจวิชาการที่เรียนเร็วขึ้น และการนำไปประยุกต์ใช้

ค) เกิดการพัฒนาตนเอง การทำงานร่วมกับผู้อื่น ความรับผิดชอบ การจัดการ และความมั่นใจในตนเอง

ง) เกิดทักษะการนำเสนอ (Communication Skill)

จ) มีโอกาสได้รับการเสนองานก่อนจบ

ฉ) สามารถเลือกสายงานอาชีพได้ถูกต้องเพราะรู้ความถนัดของตนเอง

ช) ได้รับค่าตอบแทนจากสถานประกอบการ

ซ) เมื่อจบการศึกษาเป็นบัณฑิตที่มีศักยภาพในการทำงานที่ดีกว่า

1.3.2 ภาควิชาฯ

ก) เกิดความร่วมมือทางวิชาการ และความสัมพันธ์ที่ดีกับสถานประกอบการ

ข) ได้รับข้อมูลย้อนกลับ เพื่อนำมาปรับปรุงหลักสูตรและการเรียนการสอนให้เหมาะสม

ค) ผลงานที่ดีของบัณฑิตสายสหกิจศึกษา ทำให้ภาควิชาฯ มีชื่อเสียง สามารถกระตุ้นความสนใจของผู้สมัครเข้าเรียนได้มากขึ้น

1.3.3 สถานประกอบการ

ก) มีแรงงานนักศึกษา ซึ่งเป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้นและความรู้ในระดับหนึ่ง ช่วยงานในช่วงระยะเวลาที่กำหนด

ข) ลดการจ้างพนักงานประจำ เพราะมีแรงงานนักศึกษาทำงานเสริม เช่น งานที่เพิ่มขึ้นในบางฤดูกาล งานวิจัยโครงการพิเศษ

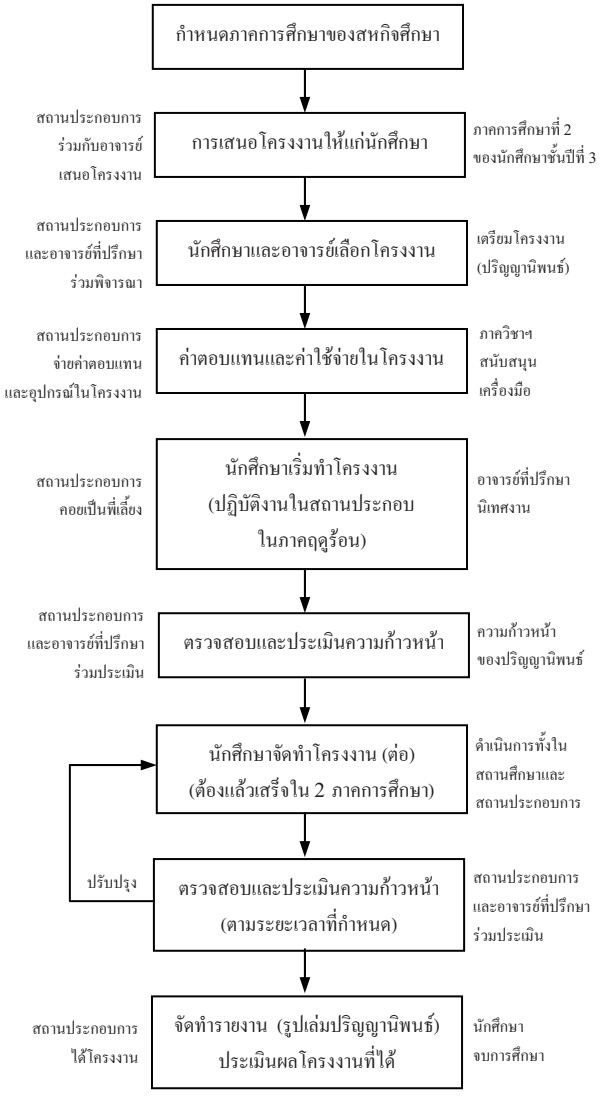
ค) พนักงานประจำมีเวลามากขึ้นสามารถที่จะทำงานที่สำคัญกว่า

ง) เป็นวิธีคัดเลือกนักศึกษาเข้าเป็นพนักงานในอนาคต

จ) เกิดภาพพจน์ที่ดีด้านการส่งเสริมการศึกษา และพัฒนาบัณฑิต

2. การดำเนินโครงการ

ตามที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้นแล้วว่า สหกิจศึกษา เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีการจัดการอย่างเป็นระบบและอาศัยความร่วมมือจากฝ่ายต่างๆ เป็นอย่างมากเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการปฏิบัติสหกิจศึกษา [3] โครงการจึงได้จัดกระบวนการดำเนินงานไว้เป็นขั้นตอนอย่างต่อเนื่องดังแสดงด้วยแผนภาพภูมิในภาพที่ 1 ต่อไปนี้



ภาพที่ 1 แผนภูมิการดำเนินการของสหกิจศึกษา

2.1 การกำหนดภาคการศึกษาของสหกิจศึกษา

เพื่อให้สอดคล้องกับหลักสูตรของภาควิชาฯ ดังนั้นโครงการสหกิจศึกษาจึงได้กำหนดให้เริ่มต้นในภาคเรียนที่ 2 ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ซึ่งมีวิชาสัมมนาโครงงาน (Seminar Project) รองรับอยู่แล้ว (นักศึกษาเตรียมหัวข้อโครงงาน) ภาคฤดูร้อน ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 (สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ขึ้นชั้นปีที่ 4 เท่านั้น)

2.2 การเสนอโครงงานให้แก่นักศึกษา

สถานประกอบการ (สำหรับในที่นี้คือสถานประกอบการที่ตกลงความร่วมมือกับคณะฯ) เสนอหัวข้อโครงงานมายังสาขาวิชาฯ พร้อมเข้ามานำเสนอหัวข้อโครงงานให้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2 ในรายวิชาสัมมนาโครงงาน ซึ่งในการนำเสนอจะสอดคล้องกับหลักสูตรของสาขาวิชาฯ [4] ทั้งนี้เพื่อให้นักศึกษาได้เลือกเป็นโครงงานสำหรับการเตรียมและจัดทำโครงงานปริญญานิพนธ์ในชั้นปีที่ 4 ต่อไป

2.3 นักศึกษาและอาจารย์เลือกโครงงาน

นักศึกษาจะเลือกหัวข้อโครงงานตามความสนใจและความสามารถของตนเอง โดยทั้งนี้จะมีสถานประกอบการและอาจารย์ที่ปรึกษาให้รายละเอียดของลักษณะงาน หน้าที่และความรับผิดชอบของงานที่ต้องการให้แก่นักศึกษา อย่างไรก็ตามในการเลือกหัวข้อโครงงานจะมีอาจารย์คอยให้คำแนะนำและพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงงานเป็นสำคัญ

2.4 ค่าตอบแทนและค่าใช้จ่ายของโครงงาน

ตามหลักการของสหกิจศึกษา นักศึกษาจะปฏิบัติงานเสมือนหนึ่งเป็นพนักงานชั่วคราวของสถานประกอบการและได้รับค่าตอบแทนจากสถานประกอบการตามจำนวนที่กำหนด ในส่วนของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับอุปกรณ์ในการจัดทำหลักสถานประกอบการจะเป็นผู้ใช้จ่าย โดยทางภาคและสาขาวิชาฯจะสนับสนุนในด้านเครื่องมือ

2.5 นักศึกษาเริ่มทำโครงงานในสถานประกอบการ

หลังจากนักศึกษาได้หัวข้อโครงงานเป็นที่เรียบร้อยแล้วก่อนเข้าไปทำโครงงานในสถานประกอบการ (ในภาค ฤดูร้อน) นักศึกษาจะต้องศึกษาและจัดเตรียมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน รวมทั้งรายการอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องใช้ในการจัดทำ

โครงงานแล้วแจ้งให้ทางสถานประกอบการทราบล่วงหน้า เพื่อที่จะได้จัดเตรียมให้กับนักศึกษาต่อไปปฏิบัติงาน นอกจากนั้นก่อนที่นักศึกษาจะเริ่มเข้าไปปฏิบัติงาน ทางสถานประกอบการและอาจารย์ที่ปรึกษาจะจัดปฐมนิเทศให้แก่นักศึกษาล่วงหน้า เพื่อเป็นการให้ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติตัวในสถานประกอบการ

ในการเริ่มทำโครงงาน (ปฏิบัติการ) จะมีตัวแทนของสถานประกอบการที่รับผิดชอบคอยดูแลและเป็นที่ปรึกษาให้กับนักศึกษา โดยทั้งนี้จะมีอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมให้คำแนะนำ และติดตามความก้าวหน้าของโครงงาน

2.6 การประเมินความก้าวหน้าของโครงงาน

ก่อนสิ้นสุดภาคฤดูร้อน นักศึกษาที่ทำโครงงานในสถานประกอบการจะต้องจัดทำรายงานสรุปเพื่อนำเสนอให้กับสถานประกอบการและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมประเมินความก้าวหน้าของโครงงาน

2.7 นักศึกษาทำโครงงานในภาคเรียนปกติ

หลังจากการจัดทำโครงงานของนักศึกษาในสถานประกอบการภาคฤดูร้อนสิ้นสุดลง ในภาคเรียนปกติ 2 ภาคการศึกษานักศึกษาจะต้องจัดทำโครงงานให้สำเร็จลุล่วง โดยในระหว่างการจัดทำจะมีการติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลเป็นระยะๆ จากทั้งอาจารย์ที่ปรึกษาและสถานประกอบการ ซึ่งสถานที่ในการจัดทำโครงงานนักศึกษาสามารถใช้ร่วมกันได้ทั้งสถานศึกษาและสถานประกอบการ (หลักสูตรของภาควิชาฯ [4] จะจัดวิชาเรียนในชั้นปีที่ 4 ให้น้อยกว่าชั้นปีอื่นๆ เพื่อให้มีเวลาในการจัดทำโครงงาน)

2.8 จัดทำรายงานและประเมินผลโครงงานที่ได้

เมื่อการจัดทำโครงงานของนักศึกษาสิ้นสุดลง ทางสถานประกอบการและทีมงานอาจารย์จะร่วมกันประเมินโครงงานในแต่ละด้านซึ่งในที่นี้จะรวมไปถึงการให้เกรดกับนักศึกษาด้วย โดยทั้งนี้นักศึกษาจะต้องจัดทำคู่มือของโครงงานให้กับสถานประกอบการ (ซึ่งอาจจะต้องมีการนำเสนอหรือฝึกอบรมวิธีการใช้งาน การดูแลรักษา การซ่อมบำรุง ฯลฯ) และจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์ให้กับสาขาวิชาฯ ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อขอจบการศึกษา

ตารางที่ 1 หัวข้อโครงงานในโครงการนำร่องสหกิจศึกษา

ลำดับที่	ชื่อโครงงาน	ผลการดำเนินการ
1	การพัฒนาและปรับปรุงเรือดูดทรายขนาด 450kW	สำเร็จลุล่วงได้ผลเป็นที่น่าพอใจ
2	ชุดฝึกระบบนิวแมติกระดับขั้นประยุกต์ใช้งาน	ดำเนินการไปแล้ว 30%
3	ชุดฝึกระบบไฮดรอลิกระดับขั้นประยุกต์ใช้งาน	ดำเนินการไปแล้ว 40%
4	ชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์ระดับขั้นประยุกต์ใช้งาน	ดำเนินการไปแล้ว 20%
5	ชุดควบคุมเครื่องจักรกลเคลื่อนที่ระยะไกล	ดำเนินการไปแล้ว 20%
6	ชุดควบคุมการประหยัดพลังงานในระบบไฮดรอลิก	ดำเนินการไปแล้ว 20%

3. ผลการดำเนินโครงการ

การดำเนินการจะเป็นไปตามแผนและขั้นตอนที่วางไว้ ซึ่งผลของการดำเนินการจะมีโครงงานทั้งหมด 6 โครงงานด้วยกัน ดังแสดงด้วยตารางที่ 1

3.1 โครงงานนักศึกษาที่ทำสำเร็จแล้ว

การพัฒนาและปรับปรุงเรือดูดทรายขนาด 450kW เป็นงานออกแบบปรับปรุงระบบและสร้างโปรแกรมควบคุมการทำงานให้สัมพันธ์กับตัวรับ-ส่งสัญญาณพร้อมแสดงผลของเรือดูดทรายขนาดกำลังไฟฟ้า 450kW ในการผลิตทรายให้กับบริษัทซีแพคจำกัดของบริษัทพลอยกาญจน์อินเตอร์กรุ๊ปจำกัด โดยมีงบประมาณดำเนินการ 450,000 บาท



ภาพที่ 2 บรรยากาศการประเมินโครงงานของนักศึกษา

ในการปฏิบัติงานของนักศึกษาใช้เวลา 2 ภาคการศึกษา ซึ่งผลจากดำเนินงานโครงงานสามารถสำเร็จลุล่วงภายในระยะเวลาที่กำหนดและได้ผลเป็นที่น่าพอใจสำหรับทุกฝ่าย กล่าวคือผู้ประกอบการได้โครงงานตามที่ต้องการ นักศึกษาสมารถทำปริญญานิพนธ์ (โครงงาน) ได้สำเร็จ คณาจารย์และภาควิชาฯ ได้ประสบการณ์ ความร่วมมือและความเชื่อถือจากสถานประกอบการ

3.2 โครงงานนักศึกษาที่อยู่ในขั้นตอนดำเนินการ

โครงงานนักศึกษาที่กำลังอยู่ในขั้นตอนการดำเนินการขณะนี้ มีอยู่ 5 โครงงาน (นักศึกษา 2 คนต่อ 1 โครงงาน) ด้วยกัน กล่าวคือ

ก) ชุดฝึกระบบนิวแมติก ระดับขั้นประยุกต์ใช้งานได้ดำเนินการไปแล้วประมาณ 30% โดยกำหนดงบประมาณดำเนินการไว้ทั้งสิ้น 400,000 บาท

ข) ชุดฝึกระบบไฮดรอลิก ระดับขั้นประยุกต์ใช้งานได้ดำเนินการไปแล้วประมาณ 40% โดยกำหนดงบประมาณดำเนินการไว้ทั้งสิ้น 600,000 บาท

ค) ชุดฝึกระบบแมคคาทรอนิกส์ ระดับขั้นประยุกต์ใช้งานได้ดำเนินการไปแล้วประมาณ 20% โดยกำหนดงบประมาณดำเนินการไว้ทั้งสิ้น 500,000 บาท

ง) ชุดควบคุมตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกลเคลื่อนที่แบบควบคุมระยะไกล ได้ดำเนินการไปแล้วประมาณ 20% โดยกำหนดงบประมาณดำเนินการไว้ทั้งสิ้น 150,000 บาท

จ) ชุดควบคุมการประหยัดพลังงานในระบบไฮดรอลิก ได้ดำเนินการไปแล้วประมาณ 20 % โดยกำหนดงบประมาณดำเนินการไว้ทั้งสิ้น 550,000 บาท



ภาพที่ 3 ตัวอย่างชุดฝึกไฮดรอลิกระดับขั้นประยุกต์ใช้งาน

4. บทสรุป

จากโครงการบันทึกข้อตกลงความร่วมมือระหว่างบริษัท USE FLO-LINE จำกัด กับ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกลจึงมีแนวความคิดที่จะจัดทำโครงการนำร่องสหกิจศึกษาเข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งของโครงการดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อผลประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นกับนักศึกษา ภาควิชาฯ และสถานประกอบการ โดยได้ดำเนินการวางแผน จัดทำโครงการอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนที่ชัดเจน และสอดคล้องกับหลักสูตรในสาขาวิชาของภาควิชาฯ ที่วางไว้ ซึ่งผลจากการดำเนินโครงการสำเร็จลุล่วงจนได้ผลเป็นที่น่าพอใจไปแล้วหนึ่งโครงงานอีกทั้งยังรับนักศึกษาเข้าทำงานกับทางบริษัทแล้วจำนวน 4 คน อีกห้าโครงงานอยู่ในระหว่างขั้นตอนการดำเนินการ ซึ่งขณะเขียนบทความนี้ (ภาคฤดูร้อน) นักศึกษากำลังศึกษาและจัดทำโครงงานอยู่ที่สถานประกอบการ

ในอนาคตทางภาควิชาฯ จะนำเอาข้อมูล ปัญหา อุปสรรค รวมทั้งข้อเด่นข้อด้อยจากโครงการนำร่องสหกิจศึกษานี้ มาวิเคราะห์ ปรับปรุงและพัฒนาเพื่อขยายขอบเขตของโครงการฯ ให้มีขนาด (Scale) ที่ใหญ่ขึ้น

5. เอกสารอ้างอิง

[1] ฝ่ายวิจัยกลยุทธ์และดัชนีอุตสาหกรรม “แนวทางการผลิตกำลังคนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลและสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน เพื่อตอบสนองภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ และซอฟต์แวร์” ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, ธันวาคม 2551.

[2] เอกสารบันทึกข้อตกลงความร่วมมือระหว่างคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือกับบริษัท USE FLO-LINE จำกัด, กันยายน 2552

[3] กัณทิมา ศิริจีระชัย “โครงการสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ” เอกสารบรรยายแนะนำแนวทางการจัดการศึกษาสหกิจศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

[4] สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล “โครงสร้างหลักสูตรสาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ฉบับปรับปรุง 2552” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รูปแบบการจัดกระบวนการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ

Course Instruction Management Model for Professional Experience Training in the Enterprises

ประเสริฐ แก้วแจ่ม[1] และ สุราษฎร์ พรมจันทร์[2]

[1]หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาการสอนเทคนิคศึกษา มจพ.
[2]ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มจพ.
E-mail : [1] iooo470@hotmail.com , [2] spr@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างรูปแบบการจัดกระบวนการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ และศึกษาความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องต่อรูปแบบที่สร้างขึ้น

การวิจัยเริ่มจากการสร้างรูปแบบโดยเน้นภารกิจในการเลือกรายวิชาที่จะสอน การจัดการเรียนการสอน และการประเมินผลร่วมกัน หลังจากได้ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบในขั้นต้นแล้ว ได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเลือกแบบเจาะจง แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย หัวหน้างานพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน หัวหน้างานความร่วมมือ หัวหน้างานอาชีวศึกษาระบบทวิภาคี หัวหน้าแผนก ในวิทยาลัยสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย ผู้จัดการฝ่ายบุคคล ผู้ควบคุมการฝึกงาน รวมทั้งสิ้น จำนวน 22 คน จาก 11 สถานศึกษา และ 7 สถานประกอบการ ด้วย แบบสอบถามความคิดเห็นต่อรูปแบบการจัดกระบวนการการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ พร้อมกับคู่มือประกอบรูปแบบการจัดกระบวนการการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า ผู้เกี่ยวข้องส่วนใหญ่เห็นด้วยกับรูปแบบการจัดกระบวนการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการในระดับมาก จึงสรุปได้ว่า รูปแบบการจัดกระบวนการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการที่สร้างขึ้นนี้ มีความเหมาะสมอย่างมากที่จะดำเนินการให้บรรลุผล เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาความร่วมมือในการจัดฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ระหว่างสถานศึกษากับสถานประกอบการให้มีประสิทธิภาพเกิดประสิทธิผลต่อไป

คำสำคัญ: การจัดกระบวนการสอนรายวิชา การฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ

Abstract

This research aimed to construct the model of teaching process management for the practicing of the professional experience in the institutions as well as the enterprise and study the opinion of the related participants toward such constructed model.

This research started from constructing the model which focused on mission in selecting each teaching subject, teaching management and joint evaluation. After fixing the model mentioned above, the data was collected from the sample group which were specific selected and separated into two groups. The first group was comprised of the heads of teaching course development, the heads of the incorporative affairs, the heads of the dual vocational education affairs and the heads of the study field divisions from the institutions under the supervisory of the Office of Vocational Education Commission. The second group was comprised of the human resource managers and apprentice supervisors. The total number of the sample is 22 persons, which was from 11 institutions and 8 enterprises and the specific sampling was done by the researcher. The data was collected by questionnaires which represent the opinion towards the pattern of the teaching process management for the practicing professional experience in the enterprises attached with the supplementary guided book showing the patterns of the teaching process management for the professional experience training in the enterprises. The percentage, means and standard deviation were used for each step of the data analyses.

The research resulted that the opinion of most of the participants who involved the process of the teaching and studying management for the practicing the professional experience was at a high level. Therefore, it may be concluded that the constructed pattern of the teaching process management for the practicing professional experience in the enterprises is highly suitable to further implement as the guidance for the development of the collaboration between the enterprises and the institutions for the more efficient of the training course.

Keywords : course instruction management, professional experience training in the Enterpris

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการเป็นยุทธศาสตร์ในการพัฒนาผู้เรียนจากการปฏิบัติงานจริง (Solid Practical) เพื่อให้เกิดความรู้จริงจากการปฏิบัติงาน (Solid Knowledge) มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนงานวิชาชีพจากสภาพการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ (On-the-job training) เป็นการบูรณาการการเรียนการสอนในชั้นเรียนกับการฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการเข้าด้วยกัน

การส่งนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ปัญหา ซึ่งจัดดำเนินการโดยความร่วมมือ

ระหว่างสถานศึกษากับภาคการผลิตและหรือภาคบริการ หลังจากที่ผู้เรียนได้ เรียนรู้ภาคทฤษฎีและการฝึกหัดหรือฝึกปฏิบัติเบื้องต้นในสถานศึกษาแล้วระยะเวลาหนึ่ง ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับการปฏิบัติงานอาชีพ เครื่องมือเครื่องจักร อุปกรณ์ที่ทันสมัย และบรรยากาศการทำงานทางธุรกิจที่ต้องแข่งขันกันในการรักษาคุณภาพและมาตรฐานของงาน รวมทั้งการทำงานร่วมกัน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็นและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ตลอดจนเกิดความมั่นใจและเจตคติที่ดีในการทำงานและการประกอบอาชีพอิสระ [1]

จากประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง กรอบมาตรฐานหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พ.ศ. 2551 ข้อที่ 9 เงื่อนไขการจัดการเรียนรู้ ข้อ 9.7 สถานศึกษาต้องจัดให้มีการฝึกงานในสถานประกอบการหรือแหล่งวิทยาการที่สอดคล้องกับสาขาวิชาที่เรียน นอกจากนี้ สถานศึกษาอาจนำรายวิชาในหมวดวิชาชีพไปจัดการเรียนการสอน การฝึกในสถานประกอบการหรือแหล่งวิทยาการได้ โดยอยู่ในดุลพินิจของสถานศึกษาและสถานประกอบการ [2] ทั้งนี้ เพื่อให้สถานศึกษาร่วมกับสถานประกอบการใช้เป็นแนวทางในการ

วางแผนการจัดการเรียนการสอนให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผล

วิทยาลัยในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้ตอบสนองนโยบายดังกล่าวโดยจัดส่งนักศึกษาออกฝึกงานในสถานประกอบการทั้งหน่วยงานเอกชนและรัฐบาล ซึ่งผลจากการดำเนินงานที่ผ่านมาเผชิญปัญหาและอุปสรรคในหลายๆด้าน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของคุณภาพและขีดความสามารถในด้านการปฏิบัติงานวิชาชีพของนักเรียนนักศึกษา ซึ่งเป็นผลมาจากหลักสูตรการเรียนการสอนไม่สอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริงรวมทั้งเกิดความแตกต่างระหว่างศักยภาพของสถานประกอบการและสถานศึกษาไม่สัมพันธ์กัน ซึ่งทำให้การฝึกงานไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์ ซึ่งปัญหาเหล่านี้ส่วนหนึ่งเป็นเพราะสถานศึกษามุ่งจัดการฝึกงานตามขีดความสามารถของตนเองและดำเนินการฝึกงานอย่างอิสระโดยอาศัยแนวทางปฏิบัติจากคู่มือการฝึกงานซึ่งยังไม่มีรูปแบบและข้อมูลสนับสนุนการดำเนินการ

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาหาแนวทางในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพโดยนำรายวิชาในหมวดวิชาชีพที่สอดคล้องกับลักษณะงานอาชีพของสถานประกอบการ ไปจัดการเรียนการสอนหรือจัดฝึกในสถานประกอบการ โดยให้อาจารย์ประจำรายวิชาและผู้เกี่ยวข้องมีการติดต่อกับสถานประกอบการเพื่อสร้างความเข้าใจให้กับผู้ควบคุมการฝึกและครูฝึก มีการประเมินผลการเรียนร่วมกันระหว่างอาจารย์ประจำรายวิชากับครูฝึกเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาความร่วมมือในการจัดการฝึกงาน ระหว่างสถานประกอบการให้มีประสิทธิภาพเกิดประสิทธิผลและเป็นแนวทางที่สถานศึกษาจะหาทางแก้ไขปัญหาได้ตรงจุดสอดคล้องกับสภาพของสถานศึกษานั้น ๆ

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสร้างรูปแบบการจัดกระบวนการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ และศึกษาความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องต่อรูปแบบที่สร้างขึ้น

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของการจัดกระบวนการสอนรายวิชา

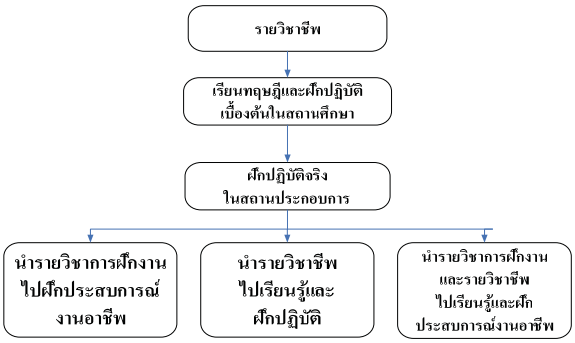
การจัดกระบวนการสอนรายวิชา หมายถึง แบบแผนขั้นตอนและวิธีการในการจัดรายวิชาในหมวดวิชาชีพไปจัดฝึกในสถานประกอบการ ซึ่งประกอบด้วย วิชาชีพพื้นฐาน วิชาชีพสาขาวิชา วิชาชีพสาขางาน โดยให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่สถานประกอบการสามารถจัดฝึกได้

2.2 รูปแบบการฝึกงาน

การจัดฝึกงานถือเป็นกระบวนการสำคัญสำหรับการจัดการอาชีวศึกษาเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพในการประกอบอาชีพให้แก่ผู้เรียน โดยมีรูปแบบการฝึกงานดังนี้ [3]

รูปแบบที่ 1 นำรายวิชาการฝึกงาน ไม่น้อยกว่า 4 หน่วยกิต ไปจัดฝึกประสบการณ์งานอาชีพในสถานประกอบการที่สอดคล้องกับสาขาวิชาที่เรียน ตามระยะเวลาที่กำหนดในหลักสูตร ทั้งนี้ โดยคิดค่าหน่วยกิตสำหรับวิชาการฝึกงานไม่น้อยกว่า 54 ชั่วโมงเท่ากับ 1 หน่วยกิต

รูปแบบที่ 2 นำรายวิชาในหมวดวิชาชีพที่สอดคล้องกับลักษณะงานอาชีพของสถานประกอบการ ไปจัดการเรียนการสอนหรือจัดฝึกในสถานประกอบการ ตามระยะเวลาที่กำหนดในหลักสูตร สถานศึกษาสามารถเลือกจัดฝึกงานในรูปแบบหนึ่งรูปแบบใด หรือจัดแบบผสมผสานทั้ง 2 รูปแบบก็ได้ ทั้งนี้โดยอยู่ในดุลยพินิจของสถานศึกษาและสถานประกอบการ



ภาพที่ 1 รูปแบบการจัดฝึกงาน

2.3 การจัดการเรียนการสอนร่วมกับสถานประกอบการ

2.3.1 การจัดรายวิชาสำหรับการเรียนและฝึกอาชีพ การดำเนินการจัดการเรียนและฝึกอาชีพให้กับนักเรียนนักศึกษาในสถานประกอบการ กำหนด ดังนี้ [4]

2.3.1.1 การจัดแผนการเรียนหมวดวิชาชีพ ควรพิจารณาดังนี้

วิชาชีพพื้นฐาน เป็นกลุ่มวิชาชีพสัมพันธ์ที่เป็นพื้นฐานจำเป็นในประเภทวิชานั้น ควรเรียนในสถานศึกษาก่อนฝึกงานและต่อเนื่อง

วิชาชีพสาขาวิชา เป็นกลุ่มวิชาหลักในสาขาวิชานั้น ๆ ควรจัดเรียนในสถานศึกษาในภาคเรียนก่อนฝึกงาน เพื่อปลูกฝังให้นักศึกษารู้ มีทักษะในงานหลักของวิชาชีพ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ทักษะเฉพาะด้าน หากสถานประกอบการมีความพร้อมอาจจัดเป็นรายวิชาฝึกงานได้

วิชาชีพสาขางาน เป็นกลุ่มวิชาชีพมุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะเฉพาะด้านในงานอาชีพตามความถนัดและความสนใจ

2.3.1.2 หลักการเลือกรายวิชาชีพสาขางาน (หรือวิชาชีพสาขาวิชา) พิจารณาจากลักษณะงาน และจากการปฏิบัติงานประจำ ของสถานประกอบการเป็นหลัก หลักการเลือกรายวิชา

1. จุดประสงค์รายวิชา มาตรฐานรายวิชาและคำอธิบายรายวิชาที่มีความสอดคล้องกับลักษณะเนื้องานของสถานประกอบการ

2. เลือกกลุ่มรายวิชาที่มีจุดประสงค์รายวิชา คำอธิบายรายวิชาลักษณะงานใกล้เคียงกันเพื่อฝึกในสถานประกอบการเดียวกัน

3. บางสาขางานอาจจัดกลุ่มรายวิชาได้หลายกลุ่ม เพื่อให้ตรงกับลักษณะเนื้องานของสถานประกอบการและสามารถจัดส่งในสถานประกอบการได้มากขึ้น

2.3.1.3 การประสานงานกับสถานประกอบการ

1. หัวข้อประสานงาน : รายวิชาฝึกงาน ระยะเวลาฝึกและสมรรถนะรายวิชาฝึก

2. นิเทศการฝึกงาน

3. ติดตามการฝึกงานตามจุดประสงค์รายวิชา มาตรฐานรายวิชา หากไม่สามารถฝึกได้ครบ สถานศึกษาต้องจัดสอน/ฝึกเสริม ให้ครบและครอบคลุมมาตรฐานรายวิชาที่กำหนด **ข้อเสนอแนะ** เพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าว ควรพิจารณารายวิชาให้สอดคล้องกับเนื้องานของสถานประกอบการ

4. ประสานครูฝึก จัดทำแนวทางและเกณฑ์การประเมินผลฝึกงาน

5. ประสานสัมพันธ์สถานประกอบการอย่างต่อเนื่อง แนะนำ แก้ปัญหาตลอดระยะเวลาฝึกงาน

2.3.2 รูปแบบการเรียนและฝึกอาชีพในสถานประกอบการ

การนำรายวิชาไปฝึกงาน (ที่ไม่ใช่รายวิชาฝึกงาน 2000-7001, 3000-7001) สำหรับนักเรียนนักศึกษา จัดฝึกงานไว้ในภาคเรียนปกติ การนำรายวิชาไปฝึกแบบนี้ ผู้จัดทำแผนการเรียน, การฝึกงานและการนิเทศ จะต้องคำนึงถึงงานที่สอดคล้องกับสาขาวิชาหรือสาขางานนั้น ๆ การจัดฝึกงานแบบนี้ น่าจะนำไปฝึกได้ตั้งแต่ภาคเรียนที่ 4 (ปวช.) หรือภาคเรียนที่ 3 (ปวส.) นักเรียน นักศึกษาจะได้มีความรู้ทางด้านทฤษฎีและฝึกทักษะมาพอสมควร [5]

รูปแบบการเรียนและฝึกอาชีพในสถานประกอบการมีสาระที่สำคัญว่า การจัดระยะเวลา สำหรับการเรียนและฝึกอาชีพในสถานประกอบการมากน้อย ขึ้นกับความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของสถานประกอบการที่ต้องการรับเข้าเรียน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วีระ ทองประสิทธิ์ [6] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษารูปแบบการจัดประสบการณ์วิชาชีพสาขางานยานยนต์ในสถานประกอบการ โดยศึกษารูปแบบการฝึกงานของสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ทั้งของภาครัฐและเอกชน หลังจากนั้นนำมาปรับปรุงพัฒนาเป็นรูปแบบการจัดประสบการณ์วิชาชีพสาขางานยานยนต์ใหม่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้บริหารและหัวหน้างาน 11 คน ผู้จัดการศูนย์บริการและหัวหน้าช่าง 12 คน นักเรียน ปวช.3 สาขางานยานยนต์ 21 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสอบถาม 3 ชุด สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยคณะกรรมการที่แต่งตั้งโดยสถานศึกษาและสถานประกอบการ การกำหนดรูปแบบ การเตรียมความพร้อมของนักเรียนก่อนออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพ การจัดหาสถานประกอบการเพื่อเป็นสถานที่ฝึกงาน การปฐมนิเทศนักเรียน

ก่อนออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพ การจัดทำเอกสาร การดำเนินการฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ คู่มือครูนิเทศ คู่มือครูฝึก(ช่างผู้ควบคุม) คู่มือนักเรียน การประชุมชี้แจงขั้นตอนการดำเนินงานการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ การนิเทศนักเรียน การวัดผลและประเมินผลนักเรียน การปัจฉิมนิเทศนักเรียนที่ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ พบว่า สถานศึกษาและสถานประกอบการเห็นด้วยกับรูปแบบการจัดประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการที่พัฒนาขึ้นและมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

นวพร ถิ่นไทรงาม [7] ได้ทำการวิจัยเรื่อง รูปแบบความร่วมมือระหว่างสถานศึกษากับสถานประกอบการในการจัดฝึกทักษะวิชาชีพในรายวิชาปฏิบัติตามหลักสูตรปริญญาตรี สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ-พัฒนาผลิตภัณฑ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบความร่วมมือระหว่างสถานศึกษากับสถานประกอบการในการจัดฝึกทักษะวิชาชีพในรายวิชาปฏิบัติตามหลักสูตรปริญญาตรี สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ-พัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาวิจัยด้านการบริหารจัดการ ด้านบุคลากร ด้านงบประมาณและสถานที่ ด้านเครื่องและอุปกรณ์ และด้านการประเมิน ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ อาจารย์ผู้สอนวิชาปฏิบัติระดับปริญญาตรี จำนวน 12 คน ผู้จัดการฝ่ายบุคคล ผู้จัดการฝ่ายผลิต ครูฝึกในหน่วยงาน วิเคราะห์วิจัยและพัฒนาอาหาร จำนวน 32 คน สถานประกอบการอาหารจำนวน 37 คน สถานประกอบการอุตสาหกรรมบริการระดับ 5 ดาว จำนวน 56 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถาม สถิติที่ใช้คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า การร่วมมือระหว่างสถานศึกษากับสถานประกอบการ จำเป็นต้องมีผู้แทนจากสถานศึกษาและสถานประกอบการเข้ามามีส่วนร่วมในการยกร่างหลักสูตรและพัฒนาทักษะวิชาชีพร่วมกัน ควรให้อาจารย์ประเมินวิชาการและครูฝึกในสถานประกอบการประเมินด้านทักษะในการปฏิบัติงาน

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

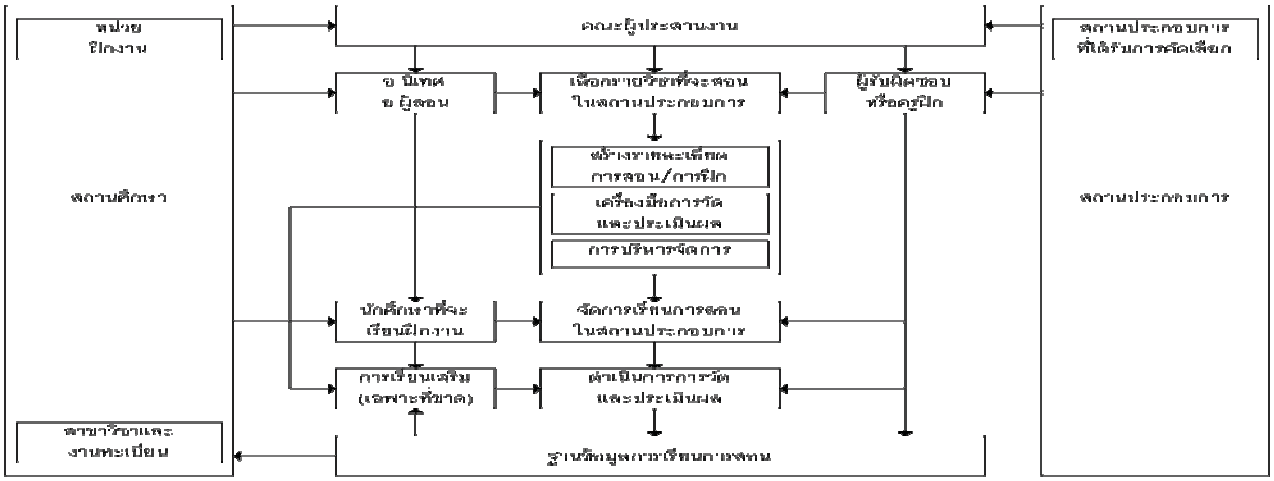
การดำเนินการวิจัย เรื่อง “รูปแบบการจัดกระบวนการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ” มีลำดับขั้นการดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 สร้างรูปแบบการจัดกระบวนการสอนรายวิชา

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

3.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับกับการจัดฝึกประสบการณ์วิชาชีพและความร่วมมือระหว่างสถานศึกษาและสถานประกอบการในการจัดฝึกทักษะวิชาชีพจากเอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ

3.1.2 สร้างรูปแบบการจัดกระบวนการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ จากการศึกษาเอกสาร วิทยานิพนธ์ และงานวิจัยต่าง ๆ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 Course Instruction Management Model for Professional Experience Training in the Enterprises (CIM for PET in ENT.)

จากรูปแบบ CIM for PET in ENT. สถานประกอบการและสถานศึกษาร่วมกันจัดตั้งคณะกรรมการผู้ประสานงาน โดยการกำหนดอาจารย์นิเทศ อาจารย์ผู้สอน และผู้รับผิดชอบหรือครูฝึก เพื่อร่วมกันคัดเลือกรายวิชาที่จะทำการสอนในสถานประกอบการ โดยพิจารณาเลือกกลุ่มรายวิชาที่มีลักษณะสอดคล้องกับเนื้องานของสถานประกอบการ โดยการสร้างรายละเอียดการสอน/การฝึก สร้างเครื่องมือวัดและประเมินผล กำหนดเกณฑ์การวัดและประเมินผล และจากรายละเอียดการสอนดังกล่าวจะทำให้ทราบว่า สถานประกอบการสามารถจัดฝึกได้ครบตรงตามจุดประสงค์รายวิชามาตรฐานรายวิชาหรือไม่ หากไม่สามารถฝึกได้ครบ สถานศึกษาต้องจัดสอนเสริมให้ครบและครอบคลุม ดำเนินการจัดการเรียนการสอนในสถานประกอบการและประเมินผลการฝึกงานตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ จะทำให้ทราบฐานข้อมูลการเรียนการสอน

3.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ ประกอบด้วย หัวหน้างานพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน หัวหน้างานความร่วมมือ หัวหน้างานอาชีวศึกษาระบบทวิภาคี หัวหน้าแผนก และกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย ผู้จัดการฝ่ายบุคคล ผู้ควบคุมการฝึกงาน รวมทั้งสิ้น จำนวน 30 คน จาก 12 สถานศึกษา และ 8 สถานประกอบการ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง มีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 1 รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (แห่ง)	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ (คน)
สถานศึกษา	12	20
สถานประกอบการ	8	10
รวม	**20**	**30**

3.3 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็น แบบสอบถามความคิดเห็นต่อรูปแบบ การจัดกระบวนการการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ พร้อมกับคู่มือการดำเนินงานตามการจัดกระบวนการการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ โดยการสร้างแบบสอบถามมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 นำข้อสรุปจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดฝึกประสบการณ์วิชาชีพและความร่วมมือระหว่างสถานศึกษาและสถานประกอบการในการจัดฝึกทักษะวิชาชีพ มาใช้เป็นข้อมูลในการยกร่างแบบสอบถามความคิดเห็น ซึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการจัดกระบวนการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ

3.3.2 นำแบบสอบถามฉบับร่าง ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการตรวจสอบความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำเพื่อดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ส่งคู่มือการดำเนินการตามรูปแบบ เรื่อง รูปแบบการจัดกระบวนการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการพร้อมกับแบบสอบถามความคิดเห็น จำนวน 30 ชุด ไปยังกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 30 คน ใน 12 สถานศึกษา และ 8 สถานประกอบการ ได้รับแบบสอบถามกลับมา จำนวน 14 ชุด จาก 11 สถานศึกษา และ 8 ชุด จาก 7 สถานประกอบการ ใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนพฤษภาคม พ .ศ.2553

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

การวิเคราะห์ข้อมูล ทำโดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นจึงเปรียบเทียบค่าที่ได้กับระดับความคิดเห็น โดยกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยไว้ที่ 3.5

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

ตอนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ ระดับการศึกษา ประเภทหน่วยงาน ตำแหน่งงาน ประสบการณ์ในการสอน / ควบคุมนักศึกษาฝึกงาน จากการวิจัยพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี คิด

เป็นร้อยละ 59.17 ปฏิบัติงานอยู่ในสถานศึกษา ร้อยละ 63.64 และอยู่ในสถานประกอบการ ร้อยละ 36.36 ตำแหน่งงานของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ คือหัวหน้างาน คิดเป็นร้อยละ 81.82 ประสบการณ์ทำงานส่วนใหญ่มากกว่า10ปีคิดเป็นร้อยละ40.91

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการจัดกระบวนการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ

ตารางที่ 2 สรุปความความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการจัดกระบวนการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการณ์

รายการ	ค่าเฉลี่ย	SD
รูปแบบการจัดกระบวนการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ	4.27	0.46
1. ขั้นตอนการแต่งตั้งคณะผู้ประสานงาน	4.09	0.43
2. ขั้นตอนการคัดเลือกสถานประกอบการ	4.55	0.60
3. ขั้นตอนการแต่งตั้งอาจารย์นิเทศ/อาจารย์ผู้สอน	4.27	0.70
4. ขั้นตอนการแต่งตั้งผู้รับผิดชอบ/ครูฝึก	4.14	0.77
5. ขั้นตอนการคัดเลือกรายวิชาที่จะทำการสอนในสถานประกอบการ	4.23	0.53
6. กระบวนการสร้างรายละเอียดการสอน		
6.1 ขั้นตอนการรายละเอียดการสอน/การฝึก	4.09	0.53
6.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผล	4.18	0.50
6.3 ขั้นตอนการบริหารจัดการ	4.09	0.81
7. ขั้นตอนการเรียนเสริม(เฉพาะในส่วนที่ขาด)	4.32	0.48
8. ขั้นตอนนักศึกษาที่จะเรียนฝึกงาน	4.27	0.46
9. ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนในสถานประกอบการ	4.27	0.46
10. ขั้นตอนการดำเนินการวัดและประเมินผล	4.32	0.48
ค่าเฉลี่ย	**4.24**	**0.55**

5. สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดกระบวนการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพจากสถานศึกษาและสถานประกอบการ พบว่าผู้เกี่ยวข้องส่วนใหญ่เห็นด้วยกับรูปแบบการจัดกระบวนการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.24) จึงสรุปได้ว่า รูปแบบการจัดกระบวนการสอนรายวิชาเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ ที่สร้างขึ้นนี้ มีความเหมาะสมอย่างมากที่จะดำเนินการให้บรรลุผล เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาความร่วมมือในการจัดการฝึกงาน ระหว่างสถานศึกษาและสถานประกอบการให้มีประสิทธิภาพเกิดประสิทธิผลต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ ได้รับการสนับสนุนในการดำเนินอย่างดียิ่งจาก วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก สมุทรปราการ รวมทั้งได้รับความร่วมมืออย่างดีในการให้ข้อมูลตอบแบบสอบถามจากหัวหน้างาน ของสถานศึกษา ในวิทยาลัยสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และสถานประกอบการ จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์และครบถ้วน สามารถดำเนินการให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ดวงใจ ปีปทุม .“การวิเคราะห์ศักยภาพของสถานประกอบการและสถานศึกษาในการจัดการฝึกงานให้กับ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กลุ่มวิชาเลขานุการ ของวิทยาลัย (ปวช.) พาณิชยการในเขตกรุงเทพมหานคร” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2541

[2] กรอบมาตรฐานหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง.(ประกาศ.) กรุงเทพมหานคร : กระทรวงศึกษาธิการ 2551.

[3] สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ แนวปฏิบัติการดำเนินการฝึกงาน พ .ศ.2551 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพ ฯ, 2551

[4] สมนิต พนมยงค์ “สภาพและปัญหาของสถานประกอบการในการจัดการอาชีวศึกษาร่วมกับสถานศึกษาสังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 5”วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, 2547.

[5] พิมพร ศะริจันทร์.การฝึกงานในสถานประกอบการ.ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีวศึกษาภาคเหนือ.[ออนไลน์]2549.[สืบค้นเมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม 2553] จาก http://www.nsdv.go.th/pr/text2007/termtrain.htm

[6] วีระ ทองประสิทธิ์ “การศึกษารูปแบบการจัดประสบการณ์วิชาชีพสาขางานยานยนต์ในสถานประกอบการ” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[7] นวพร ถิ่นไทรงาม “รูปแบบความร่วมมือระหว่างสถานศึกษากับสถานประกอบการในการจัดฝึกทักษะวิชาชีพในรายวิชาปฏิบัติ

ตามหลักสูตรปริญญาตรี สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ-พัฒนาผลิตภัณฑ์"วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.

รูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ

The Development of the Evaluator of a Project Subject Work Model

[1]สิริพงศ์ เพชรนาค [2]สุราษฎร์ พรมจันทร์ และ [3]ปิยะ กรกชจินตนาการ

สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาการสอนเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]Sp_0742@hotmail.com, [2]spr@kmutnb.ac.th, [3]piya_korakot@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัย เรื่อง รูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ ตามข้อกำหนดในหลักสูตรของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และเพื่อวิเคราะห์ผลการปฏิบัติงานของผู้ประเมินที่ผ่านการพัฒนา ตามรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการที่จัดสร้างขึ้น

การวิจัยเริ่มจากการสร้างรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ ซึ่งประกอบด้วยการฝึกอบรมเนื้อหาและจัดกิจกรรม (1) การสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลงาน (2) การปฏิบัติการวัดผลงาน และ (3) การวิเคราะห์และประเมินผลงานวิชาโครงการ จากนั้นจึงพิจารณาสมรรถนะผู้ประเมินผล กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่สถานแต่งตั้งให้เป็นคณะกรรมการประเมินผลงานวิชาโครงการ ของวิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี และวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระซึ่งสมัครใจเข้าร่วมฝึกอบรม จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็น แบบบันทึกข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนจากการวัดผลงานวิชาโครงการ และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ โดยดำเนินการฝึกอบรมในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 หลังการฝึกอบรมแล้วได้ให้กลุ่มตัวอย่างประเมินผลงานวิชาโครงการ ระหว่างดำเนินการได้เก็บรวบรวมข้อมูล ด้วยเครื่องมือวิจัยที่สร้างขึ้น หลังจากการตรวจสอบความสมบูรณ์ครบถ้วนของข้อมูลเรียบร้อยแล้วได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ และสรุปผลได้ดังนี้

คะแนนจากการวัดผลงานวิชาโครงการพบว่า คะแนนที่วัดได้แต่ละกลุ่มมีค่าพิสัยใกล้เคียงกัน เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าคะแนนจากการวัดผลงานของกลุ่มตัวอย่างแต่ละผลงาน ได้ค่า P-value > 0.05 ทั้งสิ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการให้คะแนนผลงานวิชาโครงการของผู้ประเมินแต่ละผลงานเท่าเทียมกันหรือเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงมั่นใจได้ว่ารูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการดังกล่าว สามารถที่จะสร้างสมรรถนะในการวัดและประเมินผลได้มาตรฐานเดียวกัน

ส่วนผลการสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่อรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ พบว่ามีความพึงพอใจมากที่สุดในทุกกิจกรรม ยกเว้นสิ่งที่นักศึกษาจะต้องจัดเตรียมเพื่อรองรับการประเมินที่มีความพึงพอใจในระดับมาก อย่างไรก็ดี ในภาพรวมกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.53) จึงอาจสรุปว่ารูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการนี้ เป็นวิธีการหนึ่งที่สถานศึกษาสามารถจะนำไปใช้ขยายผลเพื่อพัฒนาผู้ประเมินผลงานต่อไปได้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ผู้ประเมิน วิชาโครงการ

Abstract

The purpose of the study on the development of the evaluator of a project subject work model was to create the evaluator of a project subject work model according to the Office of Vocational Education Commission. The process can be used to evaluate the activities of the project subject, opinions of related people towards the developed process. The research began with the structure of the development of the evaluator of project subject work model which included: To create the development of the evaluator of a project subject work model, The trial on the evaluation of the project work, The analysis of the scoring results. The sampling group in this study included the evaluator committee of the project subject consisting staffs of Suratthani Technical College staffs from the Wiangsa Occupational College. The 20 subjects voluntarily joined the workshop on the evaluator of a project subject work according to the curriculum of the Office of Vocational Education Commission. The research tools in this study consisted of the record on the activities, questionnaire, exploring the satisfaction of the sampling group, and the 6-hour training on the evaluator of a project subject work. The data were collected and checked for the completeness before the analysis process with the following results. The results revealed that among the 6 groups in the study, the average ranges were similar. Moreover, the P value of each evaluation item was higher than alpha at 0.05 meaning that the evaluator of the project subject work conducted by each evaluator was similar in the same direction. This can be concluded that the evaluators understood how to use the evaluation tool at the same level. Thus, the developed evaluator of a project subject work model can be used in the real situation. The users reported high satisfaction with the developed evaluator of a project subject work model in every aspect except on the activities that the students had to prepare for the evaluation. However, in overall the sampling group reported very high satisfaction at the average of 4.53. It can be concluded that the developed evaluators is an effective method and can be implemented in the real situation

Keyword: evaluator, project subject.

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิชาโครงการเป็นวิชาหนึ่งในหมวดวิชาชีพ ซึ่งบรรจุไว้ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ และหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การวางแผน จัดการ ประเมินผล ควบคุมและสอนงาน ประกอบด้วยสมรรถนะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น การแก้ปัญหา การปรับปรุงการเรียนรู้ และการปฏิบัติงานของตนเอง โดยใช้ลักษณะของการวิจัย เพื่อบูรณาการไปสู่การปฏิบัติจริงและประยุกต์ใช้ในสาขาวิชาชีพนั้น ๆ จำนวน 4 หน่วยกิต [1]

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้ผู้เรียน (1) เกิดความตระหนักและมีความคิดริเริ่มการพัฒนางานในสาขาวิชาชีพ (2) สามารถปฏิบัติการวางแผน ทำรายงาน นำเสนอผลงาน แก้ไขปัญหาที่เกิดจากการทำงาน และ (3) มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความประณีต รอบคอบและปลอดภัย ตระหนักถึงคุณภาพของงานและมีจริยธรรมในงานอาชีพ โดยกำหนดมาตรฐานไว้ว่าการบรรลุผล ตามจุดประสงค์รายวิชาจะต้อง (1) สามารถวางแผนและนำเสนอโครงการ และ (2) ออกแบบและสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในงานอาชีพที่เกี่ยวข้อง รวมทั้ง (3) จัดทำรายงานผลการปฏิบัติงาน และนำเสนอผลงานได้ ทั้งนี้ คำอธิบายรายวิชากำหนดให้นักศึกษานำความรู้จากรายวิชาต่าง ๆ ประยุกต์ให้สอดคล้องกับเทคโนโลยี วางแผน นำเสนอโครงการ ผลงานทางวิชาการ การออกแบบ การสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในงานอาชีพที่เกี่ยวข้อง ให้เสร็จในเวลาที่กำหนด โดยรายงานผลการปฏิบัติงานเป็นระยะ ตลอดการทำโครงการ

และนำเสนอผลงานให้คณะกรรมการที่สถานศึกษาแต่งตั้งเป็นผู้พิจารณาประเมินผล [2]

การประเมินผลงานโดยคณะกรรมการ เป็นสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งที่จะต้องดำเนินการเมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนการสอน เพราะจะทำให้ได้คำตอบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ได้ดำเนินการไปนั้น บรรลุผลตามจุดประสงค์รายวิชาและมาตรฐานรายวิชามากน้อยเพียงใด ผลงานนักศึกษามีคุณภาพมากน้อยเพียงใด ทั้งในด้านนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นและรายงานผลการวิจัย โดยแต่ละสถานศึกษาจะกำหนดวิธีการประเมินผลงานวิชาโครงการด้วยตนเอง ซึ่งอาจมีวิธีการประเมินผลงานที่หลากหลาย มีคุณภาพมากน้อยเพียงใด บางสถานศึกษาได้ให้ผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการเอง ซึ่งแต่ละสถานศึกษามีกระบวนการและขั้นตอนในการประเมินผลงานในรายวิชาโครงการแตกต่างกันหลายรูปแบบ

อย่างไรก็ดี การประเมินผลงานในวิชาโครงการอย่างถูกต้องแม่นยำ และสะท้อนให้เห็นผลจากการเรียนรู้ที่แท้จริงนั้น วิธีการวัดผล วิธีการตรวจให้คะแนน และหลักเกณฑ์ในการประเมินผล เป็นสิ่งที่จะต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบ มีที่มาที่ไป และเป็นที่ยอมรับของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง การวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษากรอบมาตรฐานหลักสูตร สิ่งที่กำหนดให้ในหลักสูตรรายวิชา การจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลวิชาโครงการ มาบูรณาการร่วมกับหลักและวิธีการประเมินผลงานปฏิบัติ ของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มจพ.[3] เพื่อพัฒนารูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานในวิชาโครงการที่มีคุณภาพ ให้เป็นทางเลือกหนึ่งในการประเมินผลงานวิชาโครงการ ตามหลักสูตรของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ ตามข้อกำหนดในหลักสูตรของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์ผลการปฏิบัติงานของผู้ประเมินที่ผ่านการพัฒนาตามรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการที่สร้างขึ้น

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 การประเมินผลงานวิชาโครงการทุกรายการ ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนในกลุ่ม มีค่าคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

1.3.2 ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ต่อรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการที่สร้างขึ้น มีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าระดับสูง

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 รูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการที่สร้างขึ้น ใช้สำหรับการฝึกอบรมผู้ที่สถานศึกษาแต่งตั้งให้เป็นคณะกรรมการเพื่อประเมินผลงานวิชาโครงการ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546) และหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

1.4.2 การฝึกอบรมผู้ประเมิน ตามรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการที่สร้างขึ้นประกอบด้วย 3 สมรรถนะหลัก คือ (1) การวิเคราะห์เพื่อสร้างเครื่องมือวัดผลงาน (2) การฝึกอบรมการวัดผลงานภาคสนาม และ (3) การวิเคราะห์และประเมินผลงานวิชาโครงการ

1.4.3 ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้ที่สถานศึกษาแต่งตั้งให้เป็นคณะกรรมการประเมินผลงานวิชาโครงการสาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ปรับปรุง 2546) และหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จะต้องมีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวข้องกับการพัฒนานวัตกรรมในลักษณะสิ่งประดิษฐ์เป็นหลัก

1.4.4 ผลจากการใช้รูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ ซึ่งเป็นตัวแปรตามในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ความพึงพอใจของผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างต่อรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ และความเท่าเทียมกันของคะแนนเฉลี่ยจากการใช้เครื่องมือวัด

1.4.5 การดำเนินการตามรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552

1.5 นิยามศัพท์

1.5.1 ผู้ประเมินผลงาน หมายถึง ผู้ที่ได้รับการแต่งตั้งจากสถานศึกษาให้ทำหน้าที่เป็นคณะกรรมการประเมินผลงานตามข้อกำหนดของหลักสูตรในรายวิชาโครงการ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

1.5.2 ผลงานวิชาโครงการ หมายถึง ผลงานวิจัยของนักศึกษาในรายวิชาโครงการ ซึ่งจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวิจัยเป็นฐาน ประกอบด้วยนวัตกรรมที่นักศึกษาได้พัฒนาขึ้น และรายงานผลการวิจัยตามรูปแบบที่สถานศึกษากำหนด

1.5.3 นวัตกรรมลักษณะสิ่งประดิษฐ์ หมายถึง สิ่งที่ผู้เรียนได้สร้างหรือพัฒนาขึ้นมาใหม่ เป็นผลลัพธ์จากการศึกษาในลักษณะที่เป็นเครื่องจักร เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำงานหรือแก้ปัญหาอื่น ๆ ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

1.6 *ประโยชน์ของผลการวิจัย*

1.6.1 สถานศึกษาที่จัดการเรียนการสอนด้านช่างอุตสาหกรรม สามารถนำขั้นตอนและวิธีการตามรูปแบบไปพัฒนาคณะกรรมการผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ ที่แต่งตั้งตามข้อกำหนดของหลักสูตรคณะกรรมการอาชีวศึกษา ให้มีสมรรถนะในการปฏิบัติหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

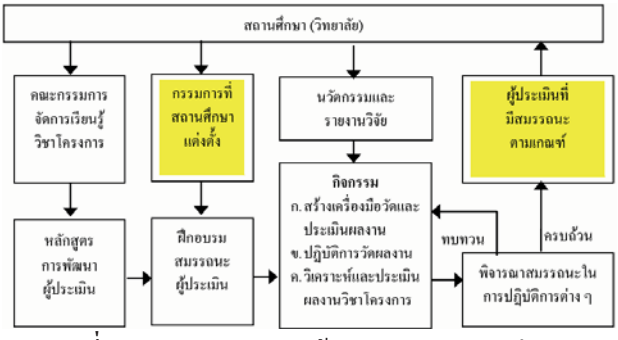
1.6.2 ผลการวิจัยที่เป็นไปตามสมมติฐาน ช่วยให้เกิดความมั่นใจได้ว่า รูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการสามารถที่จะใช้เป็นต้นแบบในการขยายผลไปสู่การสร้างเครื่องมือ และการประเมินผลการเรียนการสอนกลุ่มวิชาอื่นๆ ได้

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง รูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือเริ่มจาก (1) การสร้างรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ (2) กำหนดกลุ่มตัวอย่าง (3) สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (4) ดำเนินการตามรูปแบบและการเก็บรวบรวมข้อมูล และ(5) การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย โดยกิจกรรมแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การสร้างรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร สอบถามข้อมูลในการจัดการเรียนการสอนจากครูผู้สอนวิชาโครงการ รวมทั้งศึกษาผลงานต่าง ๆ นำข้อสรุปมาปรับใช้สร้างรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ

จากภาพที่ 1 ในการดำเนินการตามรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ คณะกรรมการจัดการเรียนรู้วิชาโครงการจะต้องจัดการหรือจัดหาวิทยากรเพื่อฝึกอบรมสมรรถนะผู้ประเมินให้กับคณะกรรมการที่สถานศึกษาแต่งตั้ง ซึ่งในส่วนเนื้อหาเบื้องต้นจะฝึกอบรมเกี่ยวกับ (1) การสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลงาน (2) การปฏิบัติการวัดผลงาน และ (3) การวิเคราะห์และประเมินผลงานวิชาโครงการ ตามหลักสูตรที่ได้วิเคราะห์ไว้ หลังจากนั้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำกิจกรรมดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลงาน เป็นขั้นตอนนำหลักการและวิธีการมาจัดสร้างเครื่องมือวัดผล โดยแบ่งกลุ่มย่อยตามสาขาวิชา หรือประเภทผลงาน (กลุ่มละ 3-5 คน) นำผลงานวิจัยของนักศึกษาในวิชาโครงการที่จัดทำเรียบร้อยแล้วมาเป็นตัวอย่างในการจัดสร้าง กลุ่มละ 1 ผลงาน

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการวัดผลงาน เป็นขั้นตอนการปฏิบัติการใช้เครื่องมือวัดผลวิชาโครงการที่จัดสร้างขึ้น ไปวัดผลงานวิชาโครงการที่คัดเลือกมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง หลังจากนั้นจึงนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งได้กำหนดไว้ เพื่อตัดสินว่าผลงานวิชาโครงการนั้นควรอยู่ในระดับคุณภาพใด

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์และประเมินผลงานวิชาโครงการ เป็นขั้นตอนการคิดรวมคะแนนจากการใช้เครื่องมือวัดผลงาน

วิชาโครงการที่จัดสร้างขึ้นไปใช้วัดผลโครงการที่คัดเลือกมาเป็นตัวอย่าง หลังจากนั้นจึงนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งได้กำหนดไว้ เพื่อตัดสินว่าผลงานวิชาโครงการนั้นควรอยู่ระดับคุณภาพใด

ในส่วนท้ายการฝึกอบรมเป็นการพิจารณาสมรรถนะในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกันระหว่างผู้เข้ารับการฝึกอบรมและวิทยากร โดยวิเคราะห์การปฏิบัติการ การให้คะแนนจากการวัดผล และข้อสรุปจากการประเมินผลของผู้ประเมินแต่ละคนว่าควรที่จะปรับปรุงแก้ไขสมรรถนะส่วนไหนเพียงใดหรือสามารถที่จะเป็นผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการได้เลย ซึ่งการฝึกอบรมตามหลักสูตรมีกำหนดการ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กำหนดการอบรมเชิงปฏิบัติเพื่อพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ

เวลา	กิจกรรม
09:00-10:00	ให้เนื้อหากระบวนการวัดและประเมินผลงานวิชาโครงการ
10:00-11:00	ปฏิบัติการสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลงานวิชาโครงการ (รายกลุ่ม)
11:00-12:00	ปฏิบัติการวัดผลงานวิชาโครงการตัวอย่าง (รายกลุ่ม)
13:00-14:00	วิเคราะห์และประเมินผลงานวิชาโครงการ (รายกลุ่ม)
14:00-16:00	พิจารณาผลจากกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงและดำเนินการต่อไป

2.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้ เป็นคณะกรรมการประเมินผลงานวิชาโครงการของสถานศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี จำนวน 14 คน และวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ จำนวน 6 คน ที่สมัครใจเข้าร่วมฝึกอบรมครั้งนี้ รวมทั้งสิ้นจำนวน 20 คน

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย (1) แบบบันทึกข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนจากการวัดผลงานวิชาโครงการ (2) แบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ต่อรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการแบบมาตรประมาณค่า (Rating scale)

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากที่ได้ทำการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ ตามหลักสูตรฝึกอบรมเรียบร้อยแล้ว ได้ให้ผู้ประเมินกลุ่มตัวอย่าง ทำการวัดและประเมินผลงานวิชาโครงการซึ่งได้จากการจัดการเรียนการสอนวิชาโครงการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ณ วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี จำนวนผลงาน 4 กลุ่ม และวิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ จำนวนผลงาน 2 กลุ่ม ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางช่วงเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูล

ชุดที่	การเก็บรวบรวมข้อมูล	ช่วงเวลาที่เก็บ
1	ใช้แบบบันทึกข้อมูล บันทึกคะแนนจากการใช้เครื่องมือวัดผลงานวิชาโครงการ ในขั้นตอนที่ 2	หลังขั้นตอนที่ 2
2	ใช้แบบสอบถาม สอบถามความพึงพอใจของผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง	หลังขั้นตอนที่ 3

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

2.5.1 การวิเคราะห์ผลจากการวัดของผู้ประเมินแต่ละคนใช้สถิติ One-way ANOVA ทำโดยการเปรียบเทียบคะแนนที่ผู้ประเมินแต่ละคนวัดได้ หากค่าคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 ถือว่ารูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการนี้ สามารถสร้างผู้ประเมินที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ได้เท่าเทียมกัน

2.5.2 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ประเมินที่ผ่านการพัฒนาตามรูปแบบ ทำโดยการเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบสอบถามกับเกณฑ์ของ Best [4] หากคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้ประเมินกลุ่มตัวอย่างมีค่าตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป ถือว่ารูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการมีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

3. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

3.1 สรุปผล

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยดังนี้

3.1.1 การประเมินผลงานวิชาโครงการของกลุ่มตัวอย่างตามรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ

ตารางที่ 3 สรุปผลคะแนนจากการวัดผลโดยกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มที่	คะแนนเฉลี่ยที่วัด (เต็ม 110 คะแนน)	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	พิสัย	คะแนนเฉลี่ยทุกรายการ (เต็ม 10 คะแนน)	SD	P - value
1	70.66	79	61	18	6.42	1.94	0.155
2	50.00	57	41	16	4.45	1.95	0.360
3	50.00	57	45	12	4.54	2.00	0.634
4	86.33	92	83	9	7.84	1.82	0.559
5	36.00	41	31	10	3.27	2.58	0.714
6	80.33	89	76	13	7.30	3.31	0.377

จากตารางที่ 3 พบว่าความแตกต่างของค่าพิสัยของคะแนนเฉลี่ยจากการวัดผลผลงาน จำนวน 6 กลุ่ม ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีค่าพิสัยแยกได้ดังนี้ กลุ่มที่ 3, 4, 5 และ 6 มีค่าพิสัย 12, 9,10,13 คะแนน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันและแตกต่างกับกลุ่มที่ 1 และ 2 มีค่าพิสัย 18, 16 คะแนน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันและค่อนข้างสูงกว่าเล็กน้อย ทั้งนี้สาเหตุอาจเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และ 2 ผู้ประเมินมาจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาที่แตกต่างกัน และในขณะเดียวกันผลงานของนักศึกษาก็มาจากหลากหลายสาขาวิชาอาจทำให้ผู้ประเมินแต่ละคนมีมุมมองที่แตกต่างกัน แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยจากการวัดผลคะแนนทุกรายการของกลุ่มตัวอย่างแต่ละผลงานโดยใช้สถิติ One-way ANOVA พบว่าค่า P-value > 0.05 ทั้งสิ้น ดังตารางที่ 3 เพราะฉะนั้นจึงสรุปได้ว่าการให้คะแนนผลงานของผู้ประเมินเท่าเทียมกัน หรือเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่ารูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการสามารถที่จะสร้างสมรรถนะของผู้ประเมินผลงานในการวัดและประเมินผลได้มาตรฐานเดียวกัน ผู้ประเมินสามารถนำไปใช้ประเมินผลงานจริงต่อไปได้

3.1.2 ความพึงพอใจต่อรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการกลุ่มตัวอย่าง

ที่	รายการประเมิน	เฉลี่ย	SD
1	การให้เนื้อหาในเรื่องการประเมินผลรายงานผลการวิจัย	4.60	0.50
2	การให้เนื้อหาในเรื่องการประเมินผลนวัตกรรม	4.55	0.51
3	สิ่งที่นักศึกษาจะต้องจัดเตรียม เพื่อรองรับการประเมิน	4.30	0.47
4	การสร้างเครื่องมือประเมินผลงาน	4.60	0.50
5	การจัดกิจกรรมทดลองใช้เครื่องมือประเมินผลงาน	4.55	0.51
6	การสรุปผลการทดลองใช้เครื่องมือประเมินผลงาน	4.60	0.50
	เฉลี่ย	4.53	0.49

จากตารางที่ 4 พบว่าความพึงพอใจของผู้ประเมินผลงานกลุ่มตัวอย่างต่อรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการที่พัฒนาขึ้น ผู้ประเมินที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดทุกกิจกรรม ยกเว้นกิจกรรมที่นักศึกษาต้องจัดเตรียมเพื่อรองรับการประเมินอยู่ในระดับมาก อย่างไรก็ตามในภาพรวมผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.53) ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่ารูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมานั้นสถานศึกษาหรือผู้ประเมินสามารถจะนำไปใช้ขยายผลเพื่อพัฒนาผู้ประเมินผลงานต่อไปได้อย่างยั่งยืน

3.2 ข้อเสนอแนะ

3.2.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย เพื่อให้การประเมินผลงานวิชาโครงการของสถานศึกษาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเพื่อให้การดำเนินการตามรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการเกิดประโยชน์สูงสุด สถานศึกษาควรแบ่งกลุ่มผลงานวิชาโครงการของนักศึกษาตามสาขาวิชาที่นักศึกษาเรียน และแต่งตั้งคณะกรรมการประเมินผลงานจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาเดียวกัน จะทำให้ผลการประเมินมีค่าพิสัยไม่แตกต่างกันมากนักหรือเป็นไปในแนวทางเดียวกัน

3.2.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป เพื่อที่จะขยายผลรูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการครูผู้สอนวิชาโครงการและผู้บริหารด้านวิชาการของสถานศึกษา ควรศึกษาผลการประเมินผลงานวิชาโครงการโดยศึกษาจากรายละเอียดที่เขียนไว้ในคู่มือการรายงานผลการวิจัยวิชาโครงการ ซึ่งถ้าหากนำไปใช้วัดผลและประเมินผลงานลักษณะเดียวกันกับงานวิจัยนี้ได้ผลไม่แตกต่างกัน ก็จะแสดงให้เห็นว่าสิ่งต่าง ๆ ที่ได้ดำเนินการตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นนั้น สามารถดำเนินการได้อย่างยั่งยืนต่อไปได้

4. เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ. (2549). ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องกรอบมาตรฐานหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประกาศ ณ วันที่ 16 สิงหาคม พ.ศ. 2549.

[2] หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2546. 3101-6001 วิชาโครงการ.สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. กระทรวงศึกษาธิการ

[3] สุราษฎร์ พรมจันทร์. (2550) ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค. กรุงเทพ. ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[4] Best,John W. (1977) Research in Education. 4th ed. Englewood Cliffs, N.J., : Prentice Hall.

รูปแบบการพัฒนาเพื่อยกระดับคุณลักษณ์ศึกษาของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

Development the Characteristic Education Model of the Student in Basic Education

ฉลองชัย ธีวสุทรสกุล

คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาวิทยาเขตจันทบุรี อ.ท่าใหม่ จันทบุรี 22170.
โทร. 039310000, Email: chalongc@buu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการพัฒนาเพื่อยกระดับคุณลักษณ์ศึกษาซึ่งประกอบด้วยด้านคุณธรรม ด้านสังคม และด้านการเรียนรู้ ของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานให้สูงขึ้นกว่าเดิม รูปแบบได้จากการวิเคราะห์และออกแบบขณะผู้วิจัยดำเนินการตามโครงการกลยุทธ์การพัฒนาและการขับเคลื่อนการพัฒนาคุณลักษณ์ที่พึงประสงค์ของนักเรียน โดยใช้เครือข่ายวิจัยการศึกษา : การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ภาคตะวันออก ในปี 2550 รูปแบบประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1)ให้ความรู้ความเข้าใจ ชี้ให้เห็นประโยชน์ และขอความร่วมมือ 2) แบ่งทีมรับผิดชอบและคัดเลือกคุณลักษณ์ที่ต้องการพัฒนา 3)ประชุมปฏิบัติการ พัฒนากลยุทธ์และนวัตกรรมต่างๆ เครื่องมือวัด การวิเคราะห์ผลประเมินผล กำหนดทีมรับผิดชอบ และร่างแผนปฏิบัติงาน 4) ทดลองใช้กลยุทธ์และนวัตกรรมตามแผนปฏิบัติงาน เก็บข้อมูล วิเคราะห์และประเมินผล ปรับปรุงกลยุทธ์และนวัตกรรม แล้วนำกลับไปทดลองเวียนซ้ำ และ 5) สรุปผลและนำเสนอผลงาน จากนั้นนำรูปแบบไปทดลองใช้กับโรงเรียน 2 แห่ง พบว่าระดับคุณลักษณ์ศึกษาของนักเรียนสูงขึ้นกว่าเดิมอย่างมีนัยที่ .05

คำสำคัญ: คุณลักษณ์ศึกษา คุณธรรม การศึกษาขั้นพื้นฐาน

Abstract

The objective of this research is to develop Characteristic Education Model of students in basic education based on 3 aspects: morals, social skills and learning. The Model analysis and designed while operate the project of Strategies for Developing and Driving the Development of Students' Desired Characters Using Education Research Network : Developmental Quality learning management in Basic Education level of the Eastern part Thailand on 2007. The model is in 4 stages as follow: 1) Provide information, point out the advantages and benefits , 2) Have a discussion to select an aspect of Characteristic , create learning innovation and strategies and then construct a development plan with measurement and evaluation method. 3) Put the plan into action, collect data, analyze and evaluate. Then have a brainstorming session in order to revise the learning innovation and strategies and keep repeating the process until to end of research duration. 4) Conclude and present the project with pride. The result when testing model in 2 school on 2008 shown that the Characteristic Education of the student was increased significantly at the .05 level.

Keyword: Characteristic Education, moral, Basic Education

1. บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา6 กล่าวว่า การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่ายกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข[1] พระเทพปิฎก(ป.อ. ปยุตโต)[2] กล่าวว่า ชีวิตเราประกอบด้วยความเป็นอยู่ 3 ด้าน คือ ด้านพฤติกรรม(ศีล) ด้านจิตใจ(สมาธิ)และด้านปัญญา สามด้านนี้มีความสัมพันธ์และอาศัยกันและกัน จะมีปัญญาอย่างเดียวไม่ได้ ต้องพัฒนาศีลและสมาธิควบคู่ไปด้วย คุณธรรมจึงเป็นสิ่งที่ต้องมีกระบวนการพัฒนาให้เกิดควบคู่ไปกับการให้ความรู้ความสามารถทางวิชาการด้วย ส่วนคุณธรรมด้านการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ตามแนวพระราชดำริของพระบามสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ไกรยุทธ์ ธีรตยาคีนันท์[3] ได้เรียบเรียงจากพระบรมราโชวาทและพระราชดำรัส สรุปได้ว่า *“สังคมจะเจริญก้าวหน้า คนในสังคมต้องมีคุณธรรม การพัฒนา คุณธรรมระดับบุคคลจึงจำเป็น เพราะจะนำไปสู่การพัฒนาในระดับส่วนรวม”*

คุณลักษณ์ศึกษา จึงเป็นรากฐานความเจริญของปัจเจกบุคคล และเสริมรากฐานให้สังคมมั่นคง การสร้างคุณลักษณ์ศึกษาให้เกิดกับเยาวชนจึงเป็นหน้าที่ของทุกคน และต้องเริ่มดำเนินการตั้งแต่เยาวชนอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นภาระกิจของโรงเรียนซึ่งนอกจะให้ความรู้วิชาการแก่นักเรียนแล้ว ยังต้องพัฒนายกระดับคุณลักษณ์ศึกษาของนักเรียนอีกด้วย โดยอาศัยความร่วมมือของผู้บริหาร ครู ชุมชน กรรมการสถานศึกษาและผู้เกี่ยวข้อง ร่วมกันยกระดับคุณลักษณ์ศึกษาทั้งโรงเรียนอย่างต่อเนื่องจึงจะประสบผลสำเร็จ การพัฒนารูปแบบการพัฒนาเพื่อยกระดับคุณลักษณ์ศึกษาของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยเป็นรูปแบบที่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องร่วมกันวางแผน ปฏิบัติการ ตรวจสอบผลและปรับปรุง และนำไปทดลองซ้ำจนได้ผลพอใจ จึงเหมาะที่จะใช้เป็นเครื่องมือพัฒนายกระดับคุณลักษณ์ศึกษาของนักเรียนทั้งโรงเรียน

2. วัตถุประสงค์

พัฒนา รูปแบบการพัฒนาเพื่อยกระดับคุณลักษณ์ศึกษาของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

“คุณลักษณ์ศึกษา” เป็นคำที่แปลมาจากศัพท์ภาษาอังกฤษคำว่า “Character Education” ซึ่งคล้ายกับ "Moral Education" และ "Virtue Education" โครงการเร่งสร้างคุณลักษณะที่ดีของเด็กและเยาวชนไทยซึ่งได้รับการสนับสนุนโดยศูนย์คุณธรรม[4]ได้กำหนดกรอบการ พัฒนาคุณลักษณ์ที่พึงประสงค์ของนักเรียนไทย ครอบคลุมคุณลักษณ์ 3 ประการ ได้แก่ คุณลักษณ์ด้านคุณธรรม คุณลักษณ์ด้านการเรียนรู้และคุณลักษณ์ด้านสังคม คุณลักษณ์ด้านคุณธรรม หมายถึง คุณลักษณะที่เป็นสภาพความดีงามในด้านต่างๆ ประกอบด้วย 4 ชุด ได้แก่ 1)คุณธรรมที่เป็นปัจจัยแรงผลักดัน หมายถึง สภาพความดีงามที่ช่วยเร่งรัดให้กระทำการใดๆ บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ได้แก่ ความขยันหมั่นเพียร ความอดทน ความสามารถพึ่งตนเอง การมีวินัย 2) คุณธรรมที่เป็นปัจจัยหล่อเลี้ยง หมายถึง สภาพความดีงามที่ช่วยเร่งรัดการกระทำการใดๆ ให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้อย่างต่อเนื่อง ได้แก่ ฉันทะ สัจจะ ความรับผิดชอบ ความสำนึกในหน้าที่ ความกตัญญู กตัญญู 3)คุณธรรมที่เป็นปัจจัยเหนี่ยวรั้ง หมายถึง สภาพความดีงามที่ช่วยยึดประวิง หรือตักเตือนให้ทำการใดๆให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ได้แก่ ความมีสติและรอบคอบ ความตั้งจิตให้ดี 4) คุณธรรมที่เป็นปัจจัยสนับสนุน หมายถึง สภาพความดีงามที่ช่วยส่งเสริมทำการใดๆให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ได้แก่ ความเมตตา ความปรารถนาดีต่อกัน เอื้อเฟื้อต่อกัน ไม่เห็นแก่ตัว ไม่เอารัดเอาเปรียบผู้อื่น และอะลุ้มอล่วยถ้อยทีถ้อยอาศัยกันกัน อย่างไรก็ตามโรงเรียนสามารถกำหนดคุณลักษณ์ด้านคุณธรรมตามคุณธรรม 8 ประการของรัฐบาล ได้แก่ ขยันประหยัด ซื่อสัตย์ มีวินัย สุภาพ สะอาด สามัคคี และมีน้ำใจได้ด้วย คุณลักษณ์ด้านสังคม หมายถึง คุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเข้าสังคมและการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น เช่น กิริยามารยาท ตรงเวลา พูดจาไพเราะ สุภาพ สัมมาคารวะ อ่อนน้อมถ่อมตนฯลฯ ฯลฯ และ คุณลักษณ์ด้านการเรียนรู้

หมายถึง คุณลักษณะเกี่ยวข้องกับการศึกษาหาความรู้ การทำความเข้าใจในเรื่องต่างๆ เช่น ใฝ่เรียนใฝ่รู้ รักการอ่าน รักเรียน รักโรงเรียน ชอบคิด เป็นต้น[4]

มนตรี แย้มกสิกร และ ฉลองชัย ธีวสุทรสกุล[5] ศึกษาเพื่อพัฒนายกระดับคุณลักษณ์ศึกษาของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน3 ด้าน คือ ด้านคุณธรรม ด้านสังคมและด้านการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นโรงเรียนในจังหวัดจันทบุรีและตราดจำนวน 5 โรงเรียน ดำเนินการระหว่างภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ถึงภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โดยใช้กระบวนการวิจัยปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม ผลการศึกษาพบว่าระดับคุณลักษณ์ศึกษาของนักเรียนแต่ละโรงเรียนในด้านต่างๆ สูงขึ้นกว่าเดิม ส่งผลดีต่อการบริหารจัดการของโรงเรียน โดยเฉพาะด้านการเรียนการสอนและการปกครอง โดยมีปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จ คือ ภาวะผู้นำของผู้บริหาร การชี้ให้เห็นประโยชน์ที่ผู้บริหารและครูจะได้รับ การได้รับการยกย่องจากภายนอก การทำงานเป็นทีมของคณะครูในโรงเรียน และการมีผู้เชี่ยวชาญช่วยเหลือ

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรคือโรงเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยผู้วิจัยศึกษาวิเคราะห์และออกแบบระบบ จากกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนในภาคตะวันออก จำนวน 5 แห่ง ที่เข้าร่วมโครงการกลยุทธ์การพัฒนาและการขับเคลื่อนการพัฒนาคุณลักษณ์ที่พึงประสงค์ของนักเรียนโดยใช้เครือข่ายวิจัยการศึกษา : การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานภาคตะวันออก ปี พ.ศ. 2550 ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ จากนั้นนำรูปแบบไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 9 ท่านประเมินความเหมาะสม ปรับปรุงตามคำแนะนำ และนำรูปแบบไปทดลองใช้กับโรงเรียน 2 แห่ง คือ โรงเรียนเทศบาลวัดท้าวโคตร จังหวัดนครศรีธรรมราช (นักเรียน 551 คน ครู 29 คน) และโรงเรียนบ้านหนองบอน จันทบุรี(นักเรียน 76 คน ครู 6 คน) ตลอดปีการศึกษา 2552 ปรับปรุงรูปแบบและนำเผยแพร่

5. ผลการดำเนินงาน

5.1 รูปแบบการพัฒนาเพื่อยกระดับคุณลักษณ์ศึกษาของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีแนวคิด หลักการ ขั้นตอน กลยุทธ์ และเทคนิค การดำเนินการดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ประเมินความพร้อมบุคลากรของโรงเรียน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากและไม่ดำเนินการไม่ได้ โดยยึดหลักการว่า การพัฒนาคุณลักษณะศึกษาของนักเรียนต้องเกิดจากความพร้อม ความต้องการ เห็นประโยชน์ และร่วมกันดำเนินการของผู้บริหารและคณะครูทุกคนจึงจะประสบความสำเร็จ การประเมินความพร้อมควรดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้ 1) ประเมินความพร้อมผู้อำนวยการโรงเรียน เพราะผู้อำนวยการมีส่วนสำคัญยิ่งต่อการสนับสนุนและผลักดัน 2)คณะผู้บริหาร เช่น ผู้ช่วยผู้อำนวยการและหัวหน้างานต่างๆ และ 3)คณะครูทั้งโรงเรียน ตามลำดับ โดยให้ข้อมูลเกี่ยวกับความหมายคุณลักษณ์ศึกษา วิธีและขั้นตอนการดำเนินการ ประโยชน์ที่ผู้บริหารจะได้รับ ครูจะได้รับ และนักเรียนจะได้รับซึ่งเป็แรงจูงใจที่สำคัญมาก โดยชี้ให้เห็นว่าคุณลักษณ์ศึกษาเป็นพื้นฐานความเจริญรุ่งเรืองของบุคคล เป็นฐานการดำเนินการของโรงเรียน หากนักเรียนมีคุณลักษณ์ศึกษาที่ดี เช่น มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ พูดจาไพเราะ จิตสาธารณะ ฯลฯ ย่อมส่งผลต่อการบริหารจัดการและการเรียนการสอน ลดภาระการดูแลของครู ครูสามารถพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนการสอนได้เต็มที่ สามารถนำเสนอเป็นกิจกรรมเด่น(Best Practice)ของโรงเรียนได้ และนำเสนอเป็นงานวิจัยเพื่อเลื่อนวิทยาฐานะของผู้บริหารได้

ความกังวลเกี่ยวกับภาระงานที่เพิ่มขึ้นเป็นสิ่งสำคัญหนึ่งที่ต้องชี้แจงให้ครูเข้าใจและคลายกังวลด้วยความระมัดระวังในการให้ข้อมูล เพราะครูส่วนใหญ่มีความเห็นว่าปัจจุบันมีภาระงานสอนและงานอื่นๆ มาก จึงมัก หลีกเลี่ยงงานอื่นๆ ที่ไม่ใช่คำสั่งหรือนโยบาย จึงจำเป็นที่ต้องชี้แจงทำความเข้าใจแก่ครูในประเด็นว่า เป็นหน้าที่ครูทุกคนตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ต้องพัฒนานักเรียนให้มีคุณธรรมจริยธรรมพร้อมกับด้านอื่นๆ การร่วมโครงการนี้จึงไม่ใช่การสร้างภาระงานใหม่เพิ่มขึ้น ให้กับครู แต่เป็นการนำงานตามหน้าที่ซึ่งครูปฏิบัติตลอดมาอยู่แล้ว เช่น การดูแลระเบียบวินัย อบรมบ่ม

นิสัยที่ดี เช่น พูดจาไพเราะ สัมมาคารวะ ขยันหมั่นเพียร มีน้ำใจ จิตสาธารณะ รักการอ่าน ใฝ่เรียนรู้ ฯลฯ มาร่วมกันทำอย่างมีระบบ มิใช่ให้ครูที่รับผิดชอบด้านนี้เท่านั้น เป็นผู้ดำเนินการ

ประการต่อมาต้องไม่ทำให้ครูเข้าใจหรือรู้สึกว่า การพัฒนาคุณลักษณ์ศึกษาของนักเรียนครั้งนี้ครูต้องทำวิจัยไปด้วย เพราะปัจจุบันครูส่วนใหญ่มีทัศนคติต่อการวิจัยว่าเป็นสิ่งยุ่งยากซับซ้อน ต้องจบการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาโท จึงจะทำการวิจัยได้ เป็นภาระ ใช้เวลามาก และเกินความสามารถที่ครูจะทำได้ อย่างไรก็ตามเมื่อดำเนินการไประยะหนึ่ง ครูจะเคยชินและเข้าใจกระบวนการวิจัย สามารถจูงใจครูที่สนใจให้ทำการวิจัยในชั้นเรียนควบคู่กับการดำเนินการนี้ได้ เมื่อให้ข้อมูลรายละเอียด และสิ่งอื่นๆ แก่คณะครูและผู้เกี่ยวข้องแล้ว ควรเปิดโอกาสให้ซักถามจนคณะครูและผู้เกี่ยวข้องเข้าใจ จากนั้นให้คระครูและผู้เกี่ยวข้องของโรงเรียนร่วมกันตัดสินใจว่า จะดำเนินการพัฒนาคุณลักษณ์ศึกษาของนักเรียนของโรงเรียนตนเองหรือไม่

ขั้นที่ 2 คัดเลือกคุณลักษณ์ศึกษาที่โรงเรียนต้องการพัฒนาและจัดทีมดำเนินการ โดยให้บุคลากรของโรงเรียนร่วมกันอภิปรายและคัดเลือกคุณลักษณ์ที่นักเรียนมีปัญหาควรแก้ไขทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านคุณธรรม ด้านการเรียนรู้ และด้านสังคม ด้านละไม่น้อยกว่า 1 คุณลักษณ์สำหรับโรงเรียนขนาดเล็กมีจำนวนนักเรียนและครูไม่มากควรให้ดำเนินการร่วมกันเป็นทีมเดียว ส่วนโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนและจำนวนครูมากควรแบ่งออกเป็นทีม รับผิดชอบที่เหมาะสมกับบริบทโรงเรียน เช่น แบ่งเป็น 3 ทีมรับผิดชอบคุณลักษณ์แต่ละด้าน หรือแบ่งเป็นทีมช่วงชั้นหรือระดับชั้น โดยบุคลากรทุกคนของโรงเรียนต้องสังกัดในทีมใดทีมหนึ่ง นอกจากนี้การจัดทีมยังควรคำนึงถึงระดับการพัฒนาการของนักเรียน และบริบทอื่นๆ เช่น สภาพสังคมและวัฒนธรรมประกอบด้วย

ขั้นที่ 3 ประชุมปฏิบัติเพื่อให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลัก ทฤษฎี ของการพัฒนาคุณลักษณ์ให้กับทีมดำเนินการ เช่น แนวทางของ แนวทางของสุวิมล Ryan[5], Character Education Partner[6], Educational Material Center[7], ว่องวานิช[4] และแนวคิดพัฒนาทางจริยธรรมของ Lawrence Kohlberg เป็นต้น จากนั้นให้แต่ละทีมร่วมระดมความคิดพัฒนาวิธีการ กลยุทธ์ และนวัตกรรม เพื่อใช้ยกระดับคุณลักษณ์ศึกษาในแต่ละด้านที่คัดเลือก พัฒนาเครื่องมือวัดประเมินผล การวิเคราะห์และแปล วางแผนและร่างแผนปฏิบัติการ โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์ด้านการวิจัยและการพัฒนาคุณลักษณ์ให้คำปรึกษาเสนอแนะ จากนั้นจัดประชุมภายในโรงเรียนเพื่อวิพากษ์วิธีการ กลยุทธ์และนวัตกรรมของแต่ละทีม โดยเชิญผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมาให้คำแนะนำและให้ครูทุกคนและผู้เกี่ยวข้องของโรงเรียนได้เสนอแนะ จากนั้นปรับปรุงวิธีการ กลยุทธ์และนวัตกรรม

ขั้นที่ 4 แต่ละทีมทดลองใช้วิธีการ กลยุทธ์และนวัตกรรม ประมาณ 1 เดือน ระหว่างนี้สังเกตและเก็บข้อมูล เมื่อครบกำหนด วัดประเมินผล วิเคราะห์ผลดูระดับการพัฒนาคุณลักษณ์ศึกษา ประชุมทีมแต่ละทีมเพื่อปรับปรุงวิธีการ กลยุทธ์และนัตกรรม แล้วนำไปทดลองใช้ช่วงต่อไป วนซ้ำ 2-3 รอบ โดยแต่ละรอบประมาณ 1 เดือน

ขั้นที่ 5 แต่ละทีมสรุปผลระดับคุณลักษณ์ศึกษาครั้งสุดท้าย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง และนำผลงานออกเผยแพร่ทั้งภายในโรงเรียนและภายนอก เพื่อสร้างความภาคภูมิใจให้แก่คณะทำงานแต่ละทีม

5.2 ปัจจัยส่งผลต่อความสำเร็จ มีดังนี้

5.2.1 ผู้บริหารโรงเรียน โดยเฉพาะวิสัยทัศน์และการเห็นประโยชน์ของการพัฒนาคุณลักษณ์ศึกษาของนักเรียน นำมาซึ่งการผลักดันกำกับดูแลและดำเนินการอย่างจริงจัง อย่างต่อเนื่อง

5.2.2 ประโยชน์ที่ครูจะได้รับ ซึ่งมีทั้งประโยชน์ต่อการพัฒนานักเรียนและประโยชน์ต่อตัวครูเอง เป็นสิ่งหนึ่งที่จูงใจครูให้ความร่วมมือและดำเนินการจริงจัง คำถามที่ต้องตอบครูให้ชัดเจน คือ ครูได้อะไร ผู้บริหารได้อะไร โรงเรียนได้อะไร และนักเรียนได้อะไร

5.2.3 การได้รับการยกย่องทั้งในขณะดำเนินการและสิ้นสุดการ ดำเนินการจากผู้ปกครอง ชุมชน เขตพื้นที่การศึกษา การเข้ามาขอทำสารคดีรายการวิทยุและโทรทัศน์ รวมทั้งการศึกษาดูงานจากภายนอก เหล่านี้สร้างขวัญกำลังใจให้แก่ผู้บริหารและครูได้อย่างดียิ่ง

5.2.4 การได้รับการยกย่องทั้งในขณะดำเนินการและสิ้นสุดการ ดำเนินการจากผู้ปกครอง ชุมชน เขตพื้นที่การศึกษา การเข้ามาขอทำสารคดีรายการวิทยุและโทรทัศน์ รวมทั้งการศึกษาดูงานจากภายนอก เหล่านี้สร้างขวัญกำลังใจให้แก่ผู้บริหารและครูได้อย่างดียิ่ง

5.2.5 การทำงานร่วมกันเป็นทีม พบว่าโรงเรียนที่คณะครูร่วมทีมทำงานกันได้ดี จะมีโอกาสประสบความสำเร็จสูง

การพัฒนายกระดับคุณลักษณ์ศึกษาของนักเรียนทั้งโรงเรียนให้เกิดผลและยั่งยืนนั้น จำเป็นต้องดำเนินการทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน การจูงใจให้ครูแต่ละคนนำคุณลักษณ์ศึกษาไปบูรณาการในการเรียนการสอนและทำวิจัยในชั้นเรียนควบคู่ จะทำให้ได้กลยุทธ์และนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ในระดับห้องเรียน ซึ่งจะประสานกลมกลืนกับเนื้อหาวิชาการ ส่งผลอย่างดียิ่งต่อการพัฒนาคุณลักษณ์ศึกษาที่ยั่งยืน

5.2.6 การมีผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาคุณลักษณ์ศึกษา หรือด้านการวิจัยเป็นที่ปรึกษาคอยให้คำแนะนำช่วยเหลือ เพราะด้วยภาระการสอนและงานอื่นๆ ของครูที่มีมาก รวมทั้งความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับขั้นตอน เทคนิค และวิธีการ ด้านการวิจัยที่ค่อนข้างซับซ้อน การให้ผู้บริหารและคณะครูดำเนินการกันเอง จึงค่อนข้างยากที่จะประสบความสำเร็จและอาจล้มเลิกในระหว่างดำเนินการ

5.3 ผลการทดลองใช้รูปแบบการพัฒนาเพื่อยกระดับคุณลักษณ์ศึกษาของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน กับโรงเรียน 2 แห่ง คือ โรงเรียนทเศบาลวัดท้าวโคตร จังหวัดนครศรีธรรมราช และโรงเรียนบ้านหนองบอน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี โดยทั้งสองโรงเรียนพัฒนาคุณลักษณ์ความมีวินัย พูดจาไพเราะ และรักการอ่าน เหมือนกัน แต่วิธีการ กลยุทธ์ นวัตกรรม และการวัดประเมินผลแตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า ระดับคุณลักษณ์ด้านวินัย พูดจาไพเราะ และรักการอ่าน ของนักเรียนสูงขึ้นกว่า อย่างมีนัย .05

6. บทสรุป

การพัฒนาคุณลักษณ์ศึกษาของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้ความสำคัญและดำเนินการพัฒนาในวิธีการที่ต่างๆ กัน โดยส่วนใหญ่จะกำหนดเป็นนโยบายและมอบหมายให้หน่วยหรือฝ่ายงานที่เกี่ยวข้องในโรงเรียนเป็นผู้ดำเนินการเป็นงานประจำ บางแห่งดำเนินการในรูปแบบโครงการต่างๆ เช่น การเข้าค่ายคุณธรรม การออกบำเพ็ญประโยชน์ เป็นต้น ระดับความจริงจัง ต่อเนื่องและครอบคลุมจึงมีน้อย ขาดเอกภาพและทิศทางเดียวกัน ผลที่เกิดกับนักเรียนจึงมีประสิทธิภาพไม่เท่าที่ควรหรือมุ่งหวัง เพราะการพัฒนาด้านนี้จำเป็นต้องใช้ความร่วมมือกันของบุคลากรทุกคนและทำอย่างต่อเนื่อง รูปแบบการพัฒนาเพื่อยกระดับคุณลักษณ์ศึกษาของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นที่ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ จึงเป็นขั้นตอนที่โรงเรียนต่างๆ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ เพราะขั้นตอนต่างๆ ออกแบบจากการดำเนินการมาก่อนแล้ว ประกอบกับออกแบบโดยคำนึงถึงบริบทต่างๆ ของโรงเรียนอย่างครบถ้วน เมื่อโรงเรียนต่างๆ นำไปประยุกต์ใช้จึงมีโอกาสสำเร็จสูง

7. เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545(2546). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

[2] พระธรรมปิฎก (ป.อ. ปยุตโต). (2538). ธรรมนูญชีวิต: พุทธจริยธรรมเพื่อชีวิตที่ดีงาม. กรุงเทพมหานคร: หอรัตนชัยการพิมพ์.

[3] ไกรยุทธ์ ธีรตยาคีนันท์ .(2531) .แนวพระราชดำริด้านการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว .สถาบันไทยคดีศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[4] สุวิมล ว่องวาณิช และคณะ (2549). โครงการเร่งสร้างคุณลักษณะที่ดีของเด็กและเยาวชนไทย . ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาพลังแผ่นดินเชิงคุณธรรม .กรุงเทพมหานคร: บริษัทพริกหวานกราฟฟิค จำกัด.

[5] กลยุทธ์การพัฒนาและการขับเคลื่อนการพัฒนาคุณลักษณ์ที่พึงประสงค์ของนักเรียนโดยใช้เครือข่ายวิจัยการศึกษา : การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ภาคตะวันออก.(2551) แบบเสนอโครงการวิจัยประกอบการนำเสนอของบประมาณของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2551.

[6] Ryan, K. (2002). *The Six E's of Character Education.* http://www.bu.edu/education .

[7] Character Education Partnership. (2005). *The Eleven Principles.* http://www. character.org

[8] Educational Materials Center. (2003). *Ten "Best Practice" Strategies in Character Education.* http://www.emc.cmich.edu/

การศึกษาสภาพปัจจุบันในการเรียนรู้ด้านหุ่นยนต์ในประเทศไทยเพื่อพัฒนาเป็นหลักสูตรการเรียนเรื่องหุ่นยนต์เบื้องต้น

The Study of Recent Robot Learning in Thailand for Developing the Robotics' Curriculum

อโนทัย รักการ [1] และ ศิริพรรณ ธงชัย [2]

[1] วิทยาลัยเทคนิคนนทบุรี
[2] ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
E-mail: [1] burzum55@hotmail.com , [2] *srp@kmutnb.ac.th*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอผลการศึกษาสภาพปัจจุบันในการเรียนรู้การศึกษาหุ่นยนต์ในประเทศไทย เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรการเรียนเรื่องหุ่นยนต์เบื้องต้น โดยนำข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ เช่นหนังสือ ตำรา หลักสูตรการเรียนการสอนที่มีอยู่ในปัจจุบัน เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ มาใช้ในการวิเคราะห์ พัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนอย่างเหมาะสมในสาขาที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ จากการศึกษาพบว่าการเรียนรู้ด้านหุ่นยนต์ควรจะประกอบด้วย พื้นฐานด้านการคำนวณ การพัฒนาและสร้างแขนกล ซึ่งเนื้อหาดังกล่าวสามารถนำไปพัฒนาหลักสูตรการเรียนเรื่องหุ่นยนต์เบื้องต้น และหลักสูตรการฝึกอบรมด้านหุ่นยนต์ ให้กับนักเรียนนักศึกษาที่ศึกษาด้านหุ่นยนต์ทั้งในระดับอุดมศึกษาและระดับอาชีวศึกษา และผู้สนใจด้านหุ่นยนต์

คำสำคัญ : สภาพปัจจุบันในการเรียนรู้หุ่นยนต์ในประเทศไทย หุ่นยนต์เบื้องต้น

Abstract

This paper presents the study of current learning robotics in Thailand in order to develop the basic robot curriculum. The useful information from many sources relate to robot such as textbooks, internet, the tough curriculums in the present and other robot documents are used to analyze and develop the curriculum in related field with robot appropriately. The results of this study revealed that robotics course consists of calculating basic, developing and constructing mechanical arms. This content can be applied for developing the basic study of robot course curriculum and robot training curriculum for students in the university, vocational, and interested person in robot.

Keywords: The current condition in basic robot study of Thailand

1.บทนำ

ปัจจุบันความสนใจที่เกี่ยวข้องกับวิทยาการหุ่นยนต์ได้รับความสนใจจากนักเรียนนักศึกษาเป็นอย่างมากสังเกตได้จากการจัดตั้งชมรม การอบรม ความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยและภาคเอกชนในการจัดกิจกรรม และนิทรรศการด้านหุ่นยนต์ รวมถึงกิจกรรมจัดแข่งขันหุ่นยนต์ เช่น การแข่งขัน ส.ส.ท. ชิงแชมป์ประเทศไทยและหุ่นยนต์อาชีวศึกษา, การแข่งขัน ABU Robot Contest, การแข่งขัน PLC Robot, การแข่งขันหุ่นยนต์ยุวชนกรังปรีซ์และหุ่นยนต์ยุวชนอาชีวะ, การแข่งขัน Robocup, การแข่งขัน Rescue Robot ผู้ชนะเลิศจะได้เป็นตัวแทนประเทศไทยไปแข่งขันระดับนานาชาติ, การแข่งขัน Intelligent Vehicle ซึ่งในหลายรายการแข่งขันที่กล่าวมานั้นตัวแทนของประเทศไทยสามารถคว้ารางวัลชนะเลิศในระดับนานาชาติได้อย่างต่อเนื่องมาทุกปี [1], [2]

สำหรับนักเรียนนักศึกษาที่เข้าร่วมแข่งขันนั้นศึกษาอยู่ในระดับอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา โดยจะมาจากหลายสาขา เช่น ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องกล แมคคาทรอนิกส์ และระบบควบคุม เป็นต้น สาขาที่กล่าวมานั้นหากเป็นด้านเครื่องกลและแมคาทรอนิกส์ หลักสูตรการเรียนการสอนจะมีการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์หุ่นยนต์ แต่สำหรับในสาขาอื่นยังไม่มีการจัดการเรียนการสอนด้านนี้ชัดเจน อีกทั้งแหล่งข้อมูลความรู้ด้านวิทยาการหุ่นยนต์สำหรับนักเรียนนักศึกษาที่สนใจ แต่ไม่ได้เรียนในสาขาที่เกี่ยวข้องโดยตรงต้องไปศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง และอาจไม่ครอบคลุมเนื้อหาด้านหุ่นยนต์

จากปัญหาดังกล่าวจึงเป็นเหตุผลที่ผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะศึกษาข้อมูลการจัดการเรียนการสอนและสภาพปัจจุบันของวิทยาการหุ่นยนต์ เพื่อจัดทำเป็นหัวข้อใช้ในการพัฒนาสร้างหลักสูตรการฝึกอบรมด้านหุ่นยนต์และเป็นข้อมูลให้ผู้ที่สนใจได้ศึกษาต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อนำเสนอหัวข้อในการพัฒนาสร้างหลักสูตรการฝึกอบรมหุ่นยนต์เบื้องต้น

1.2 ขอบเขตงานวิจัย

กำหนดหัวข้อที่จะจัดทำหลักสูตรฝึกอบรมเรื่องหุ่นยนต์เบื้องต้นที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่จำเป็นในการเรียนด้านหุ่นยนต์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 นำไปจัดทำเป็นชุดฝึกอบรมหลักสูตรหุ่นยนต์สำหรับนักศึกษาระดับอนุปริญญา (ปวส.) และผู้ที่สนใจ

1.3.2 นำไปเป็นแนวทางในการจัดทำหลักสูตรการเรียนการสอนสาขาหุ่นยนต์โดยเฉพาะ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สภาพปัจจุบันของหุ่นยนต์ของไทย

กิจกรรมด้านหุ่นยนต์ในประเทศไทย แบ่งออกได้เป็น 4 กิจกรรม คือ 1. การจัดการแข่งขันหุ่นยนต์ 2. การจัดตั้งชมรมในสถานศึกษา 3. การฝึกอบรม และ 4. ความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยกับหน่วยงานภาคเอกชนในการจัดตั้งบริษัทด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ โดยกิจกรรมที่ได้รับความนิยม คือ การแข่งขันหุ่นยนต์ ซึ่งมีนักเรียนนักศึกษาให้ความสนใจในหลายระดับ เช่น ในระดับมัธยม ระดับอาชีวศึกษาและระดับอุดมศึกษา มีจำนวนผู้ที่ให้ความสนใจเพิ่มขึ้นโดยดูจากแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของจำนวนทีมผู้เข้าแข่งขันในรายการแข่งขันต่างๆ เช่น การแข่งขัน ส.ส.ท. ชิงแชมป์ประเทศไทยและหุ่นยนต์อาชีวศึกษา, การแข่งขันหุ่นยนต์ยุวชน กรังปรีซ์และหุ่นยนต์ยุวชนอาชีวะ, การแข่งขัน Rescue Robot, การแข่งขัน Intelligent Vehicle และการแข่งขันพัฒนารถอัจฉริยะที่สามารถเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปสู่จุดหมายปลายทางโดยไม่ต้องมีคนเข้าไปควบคุมหรือเกี่ยวข้อง [1], [2], [3]

2.2 หลักสูตรการศึกษาด้านหุ่นยนต์

การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติที่จัดสอนให้กับนักศึกษาโดยสามารถแบ่งได้ 2 ระดับ คือ ระดับอุดมศึกษาและระดับอาชีวศึกษา เนื้อหาเป็นลักษณะการบูรณาการความรู้ในหลายสาขาวิชาเข้าด้วยกัน คล้ายกับหลักสูตรการเรียนการสอนทางด้านเมคคาทรอนิกส์โดยคำอธิบายรายวิชาจะมุ่งเน้นให้นักเรียนนักศึกษามีความรู้

พื้นฐานของหุ่นยนต์ มีความสามารถในการออกแบบบำรุงรักษาเครื่องจักรกลระบบอัตโนมัติในกระบวนการผลิต การออกแบบสร้างหุ่นยนต์แขนกล การสร้างหุ่นยนต์อัจฉริยะที่สามารถเคลื่อนที่และตัดสินใจด้วยตัวเอง โดยที่หลักสูตรการศึกษาด้านวิศวกรรมสาขาเครื่องกล สาขาแมคคาทรอนิกส์ สาขาระบบควบคุมและ สาขาระบบอัตโนมัติ ของมหาวิทยาลัยและของวิทยาลัยสังกัดกรมอาชีวศึกษานั้นจะใช้ชื่อวิชาที่แตกต่างกัน เช่น หุ่นยนต์อุตสาหกรรม, พลศาสตร์และการควบคุมของหุ่นยนต์, แนะนำเทคโนโลยีหุ่นยนต์, พื้นฐานวิทยาการหุ่นยนต์ [4], [5], [6], [7]

2.3 แนวคิดและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์

หุ่นยนต์ได้ถูกกล่าวถึงกันมานาน โดยทั่วไปจะนึกถึงหุ่นยนต์ที่มีทำงานเลียนแบบสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งหุ่นยนต์ที่มีรูปร่างคล้ายมนุษย์ (Humanoids) มีการเลียนแบบพฤติกรรมของมนุษย์ (Human behavior) และสามารถตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมได้ หรือฉลาดเสมือนมนุษย์ ผู้สร้างต้องอาศัยความรู้ด้านเครื่องกล (Mechanical) การเคลื่อนไหวและผลทางกลศาสตร์ของหุ่นยนต์ (Robots dynamics) โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญต่างๆ เช่น ตัวขับเคลื่อน (Actuators) ตัวตรวจวัด (Sensors) ตลอดจนระบบการมองเห็น (Vision systems) ที่มีการเชื่อมต่อกับระบบควบคุมอัจฉริยะ (Intelligent Control Systems) ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวและการตอบสนองที่ฉลาด เช่น มนุษย์ ไดนามิคเป็นเรื่องที่สำคัญสำหรับการศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของแขนกลและหุ่นยนต์จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดที่ต้องการ โดยให้มีความเร็วคงที่ในการเคลื่อนที่ช่วงกลาง และทำให้ช้าลงในตอนท้ายก่อนที่จะหยุด ซึ่งจะต้องออกแบบระบบควบคุมตัวขับในแต่ละข้อต่อ ให้มีความสัมพันธ์กัน

การควบคุมหุ่นยนต์ ให้หุ่นยนต์มีความสามารถในการเรียนรู้และปรับตัวเองได้ การออกแบบจะเริ่มยุ่งยากขึ้น เช่น ต้องอาศัยการควบคุมแบบปรับตัวเอง (Adaptive Control) การควบคุมแบบอาศัยเรียนรู้ (Learning Control) การควบคุมแบบฟัซซี่ (Fuzzy Control) หรือการควบคุมแบบเครือข่ายสมอง (Neural network) [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

มีขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 ประสานกับอาจารย์ผู้สอนประจำวิชา Robotic Engineering

เพื่อปรึกษาหาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในการสอนวิชาด้านหุ่นยนต์ [8]

3.2 ศึกษาเอกสาร ตำรา และสืบค้นข้อมูล

จากอินเตอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์และหลักสูตรการเรียนการสอนหุ่นยนต์ในสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาและอาชีวศึกษา

3.3 จัดทำแบบสอบถามความจำเป็น

เพื่อหาหัวข้อที่จะจัดทำหลักสูตรฝึกอบรมเรื่องหุ่นยนต์เบื้องต้นที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่จำเป็นในการเรียนด้านหุ่นยนต์ โดยนำคำอธิบายรายวิชาที่อยู่ในหลักสูตรทั้งของระดับอุดมศึกษาและอาชีวศึกษามาจัดกลุ่มเนื้อหาโดยดูจากคำอธิบายที่เหมือนกันแสดงว่าเป็นเนื้อหาที่มีความจำเป็นต่อการศึกษาด้านหุ่นยนต์

3.4 ส่งแบบสอบถาม

ให้อาจารย์ผู้สอนในรายวิชาที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์เป็นผู้ประเมินโดยเป็นอาจารย์ในมหาวิทยาลัย และสถานศึกษาสังกัดกรมอาชีวศึกษา จำนวน 15 คน

3.5 นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม มาทำการวิเคราะห์

เพื่อจัดเป็นหัวข้อที่จะใช้สร้างชุดฝึกอบรมหลักสูตรหุ่นยนต์สำหรับนักศึกษาระดับอนุปริญญา (ปวส.), ระดับอุดมศึกษาและระดับอาชีวศึกษา

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร หนังสือ ตำรา และหลักสูตรการเรียนการสอนหุ่นยนต์ในสถานศึกษาทั้งระดับอุดมศึกษาและอาชีวศึกษา

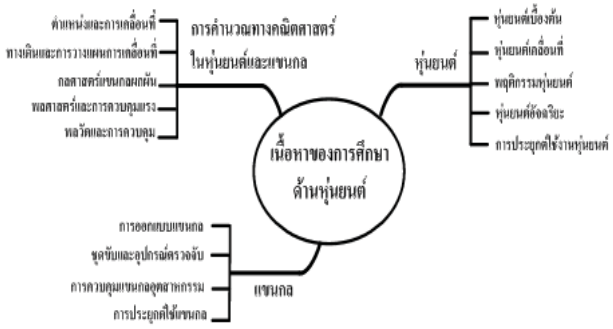
พบว่าชื่อวิชาในหลักสูตรจะมีชื่อแตกต่างกันไป ดังตัวอย่าง เช่น หุ่นยนต์อุตสาหกรรม1 [5] หุ่นยนต์เบื้องต้น [6], [7] สำหรับเนื้อหาที่จัดการเรียนการสอน เมื่อดูจากคำอธิบายรายวิชา พบว่ามีเนื้อหาที่ใกล้เคียงกัน เช่น วิชาหุ่นยนต์อุตสาหกรรม 1 [5] มีคำอธิบายรายวิชา คือ บทนำหุ่นยนต์

อุตสาหกรรม ทบทวนการควบคุมแบบป้อนกลับ การควบคุมในระบบคาทีเซียนและระบบข้อต่อ กลยุทธ์ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม การควบคุมตำแหน่งของแขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ชนิดข้อต่อเดียว การควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์สำหรับงานขนส่งลำเลียงด้วยสายพานลำเลียง ตัวขับของแขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรม อุปกรณ์วัดสำหรับหุ่นยนต์อุตสาหกรรม วิชาหุ่นยนต์เบื้องต้น [6] คำอธิบายรายวิชา หลักการพื้นฐานของหุ่นยนต์ จลศาสตร์ไปข้างหน้าของแขนกล เมตริกซ์หมุน ตำแหน่ง ความเร็วและความเร่ง จลศาสตร์ย้อนกลับของแขนกล จาร์โคเบียน สมการเคลื่อนที่ของแขนกล อุปกรณ์หยั่งสัญญาณและวัด ระบบขับเคลื่อนและส่งกำลัง การวางแผนเส้นทางการเคลื่อนที่และการควบคุม วิชา หุ่นยนต์อุตสาหกรรม [4] ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการทำงานของอุปกรณ์กำลังของหุ่นยนต์ มอเตอร์ กระบอกสูบ การเขียนโปรแกรมควบคุม การประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม Robot Cell Design, Types Robot Application, Material Handling Application, Processing Operation Assembly and Inspection หลักการใช้หุ่นยนต์ใน F.M.S. รวมถึงการประยุกต์ใช้ระบบเมชีนวิชั่น ร่วมกับหุ่นยนต์ การตรวจสอบ ซ่อมบำรุงและ ดูแลรักษาหุ่นยนต์อุตสาหกรรม สำหรับผลการประเมินความเหมาะสมของอาจารย์ผู้สอน ต่อหัวข้อที่จะใช้สร้างชุดฝึกอบรมหลักสูตรหุ่นยนต์ ได้ค่าระดับความคิดเห็นดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของอาจารย์ผู้สอนต่อหัวข้อที่จะใช้สร้างชุดฝึกอบรมหลักสูตรหุ่นยนต์

หัวข้อ	ค่าเฉลี่ย	ผลการประเมิน
การคำนวณทางคณิตศาสตร์ในหุ่นยนต์และแขนกล	2.46	เหมาะสม
หุ่นยนต์	2.67	เหมาะสม
แขนกล	2.60	เหมาะสม

จากการศึกษา ผู้วิจัยพบว่าการเรียนรู้ด้านหุ่นยนต์นั้น ควรจะประกอบด้วยเรื่องของพื้นฐานในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ในหุ่นยนต์และแขนกล ด้านการพัฒนาและการสร้างแขนกล โดยสามารถเขียนเป็นผังความคิดได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ผังความคิดเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาด้านหุ่นยนต์

5. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า จากการประเมินความเหมาะสมของอาจารย์ผู้สอนต่อหัวข้อที่จะใช้สร้างชุดฝึกอบรมหลักสูตรหุ่นยนต์ ได้ค่าระดับความคิดเห็นในหัวข้อการคำนวณทางคณิตศาสตร์ในหุ่นยนต์และแขนกล มีค่าเท่ากับ 2.46 อยู่ในระดับเหมาะสม หัวข้อหุ่นยนต์ มีค่าเท่ากับ 2.67 อยู่ในระดับเหมาะสม และหัวข้อแขนกลมีค่าเท่ากับ 2.60 อยู่ในระดับเหมาะสม สรุปได้ว่า หัวข้อที่จะใช้สร้างชุดฝึกอบรมหลักสูตรหุ่นยนต์นั้นมีความเหมาะสม ซึ่งการเรียนรู้ด้านหุ่นยนต์ ควรจะประกอบด้วยเรื่องการคำนวณทางคณิตศาสตร์ในหุ่นยนต์และแขนกล ด้านการพัฒนาและการสร้างแขนกล โดยสามารถจัดแบ่งเป็นหัวข้อเพื่อใช้จัดทำหลักสูตรฝึกอบรมเรื่องหุ่นยนต์เบื้องต้น ได้ดังนี้

1) การคำนวณทางคณิตศาสตร์ในหุ่นยนต์และแขนกล
   - ตำแหน่งและการเคลื่อนที่
   - ทางเดินและการวางแผนการเคลื่อนที่
   - กลศาสตร์แขนกลผกผัน
   - พลศาสตร์และการควบคุมแรง
   - พลวัตและการควบคุม

2) หุ่นยนต์
   - หุ่นยนต์เบื้องต้น
   - หุ่นยนต์เคลื่อนที่
   - พฤติกรรมหุ่นยนต์
   - หุ่นยนต์อัจฉริยะ
   - การประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์

3) แขนกล

- การออกแบบแขนกล
- ชุดขับและอุปกรณ์ตรวจจับ
- การควบคุมแขนกลอุตสาหกรรม
- การประยุกต์ใช้แขนกล

5.1 ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งนี้

5.1.1 ข้อมูลของหลักสูตรสาขาที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์นำมาจากสถานศึกษาในระดับอุดมศึกษาและอาชีวศึกษา จำนวน 10 แห่ง ควรเพิ่มสถานศึกษาให้มีจำนวนมากกว่านี้

5.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการวิเคราะห์โดยดูจากหลักสูตรการเรียนการสอนหุ่นยนต์ในสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาและอาชีวศึกษา โดยนำคำอธิบายรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์มาเปรียบเทียบดูเนื้อหาที่ หากเนื้อหาเหมือนกันแสดงว่าเป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญซึ่งยังไม่ได้ใช้หลักทางสถิติในการวิเคราะห์

5.1.3 จำนวนผู้ที่ตอบแบบสอบถามครั้งนี้มีจำนวน 15 คน ควรจะเพิ่มจำนวนให้มากกว่านี้และให้ครอบคลุมทุกสถานศึกษาที่เปิดสอน

5.2 ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

5.2.1 ควรนำหัวข้อเนื้อหาที่ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์ความจำเป็นของเนื้อหา และความเหมาะสม

5.2.2 ควรนำหลักทางสถิติไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อความถูกต้อง

5.2.3 นำหัวข้อที่ได้ไปจัดทำเนื้อหา ทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพ และพัฒนาเป็นชุดฝึกอบรม

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ชิต เหล่าวัฒนา . สถานภาพการศึกษาวิทยาการหุ่นยนต์ไทย, บทความ http://www.tpa.or.th/tpanew/default.php

[2] บทความ. ผลการแข่งขันหุ่นยนต์ RDC 2009.

[3] บทความ. เด็กไทยสร้างชื่อก้องโลกคว้าแชมป์หุ่นยนต์กู้ภัยโลกสมัยที่สี่, http://www.siamcement.com/th/

[4] หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์ วิชา 3127-2103 หุ่นยนต์อุตสาหกรรม

[5] หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วิชา 2103530 หุ่นยนต์อุตสาหกรรม 1

[6] หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิชา MEE 432 หุ่นยนต์เบื้องต้น.

[7] หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิชา 104255 หุ่นยนต์เบื้องต้น

[8] ศิริพรรณ ธงชัย. วิศวกรรมหุ่นยนต์ (Robotics Engineering), เอกสารประกอบการสอน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 2548.

[9] สถาพร ลักษณะเจริญ. วิศวกรรมหุ่นยนต์. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2548.

[10] J. Angels. Fundamentals of Robotic Mechanical Systems: Theory, Methods, and Algorithms. Springer-Verlag, New York, 1997.

[11] J. J. Craig. Introduction to Robotics, Mechanics and Control. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 3 edition, 2005.

[12] Seed B. Niku. Introduction to Robotics: Analysis, Systems, Applications. New Jersey, USA: Prentice-Hall, Inc, 2001.

[13] http://www.ai.sri.com/people/flakey/

[14] http://www.cyberbotics.com/

[15] http://www.min.uc.edu/robotics/papers/

[16] http://www.mobilerobots.com/PatrolBot.htm

[17] http://www.nstda.or.th

[18] http://www.ri.cmu.edu/labs/lab_12.html

การพัฒนารูปแบบการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนสำหรับวิศวกรรมศึกษา กรณีศึกษา : การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเรื่องตัวควบคุมแบบออโตจูน ตามแนวการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้นิยม

The Development of Researching Model for Instructional development in Engineering Education Case study: A Development of Instructional Model in Autotuning Controller Based on Constructivism Learning

อาคม ลักษณะสกุล, พูลศักดิ์ โกยียาภรณ์ และ มงคล หวังสถิตย์วงษ์

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนพิบูลสงคราม แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
E-mail: luksanasakul@hotmail.com, pks@kmutnb.ac.th, mww@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามรูปแบบการพัฒนารูปแบบการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนสำหรับวิศวกรรมศึกษาเรื่องตัวควบคุมแบบออโตจูนตามแนวการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้นิยม การวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 การศึกษาปัญหา โดยศึกษาจากแผนการสอนและใช้แบบสอบถามกับอาจารย์และนักศึกษา ส่วนที่ 2 การพัฒนารูปแบบประกอบด้วยการพัฒนาเนื้อหาและการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้นิยม ทำให้ได้รูปแบบการเรียนรู้ ECEE-Model ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 อธิบาย (Explain) ขั้นที่ 2 สร้างความรู้ (Construction of understanding) ขั้นที่ 3 แลกเปลี่ยนความรู้ (Exchange) ขั้นที่ 4 วัดผลการเรียนรู้ (Evaluate) โดยรูปแบบการเรียนรู้นี้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองอันจะทำให้ผู้เรียนสามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น

คำสำคัญ : รูปแบบการเรียนการสอน การศึกษาด้านวิศวกรรม ปรัชญาการสร้างสรรค์ความรู้นิยม

Abstract

This paper presents a development of learning model based on development pattern of instruction research for engineering education under constructivism learning. The research consists of two parts: Problem study and model development which includes content development and the designed model of learning ECEE-Model, which consists of four steps: describe (Explain), knowledge creation (Construction of understanding), knowledge exchange (Exchange), learning evaluation (Evaluate). The designed learning model is, therefore, focused on the knowledge construction from students resulting in enhancing student abilities in rational thinking, working and problem solving skills.

Keywords: Instruction Model, Engineering Education, Constructivism

1. บทนำ

ในทศวรรษที่ผ่านมาภาคอุตสาหกรรมและการศึกษาให้ความสนใจด้านการศึกษาทางด้านวิศวกรรม(Engineering Education) สืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อมรวมทั้งการเพิ่มของประชากรและนโยบายของรัฐ [1] สอดคล้องกับงานวิจัยระดับนานาชาติจากการศึกษางานวิจัยจากฐานข้อมูล IEEE ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึง ค.ศ. 2009 พบว่าแนวโน้มการทำวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาทางด้านวิศวกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยพบว่าการทำวิจัยในด้านดังกล่าวในปี 2009 เพิ่มขึ้นจากปีที่ 2008 คิดเป็น 4.62 % และเพิ่มขึ้นจากปี ค.ศ.2000 ถึง 38.76 % โดยสาขาในการทำวิจัยมีในหลายด้านได้แก่ การวิจัยเพื่อหาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (Education Trend Research) การวิจัยเพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันหรือเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะด้าน (Research for Solving any Problem) การวิจัยเกี่ยวกับสมรรถนะวิชาชีพ (Competencies Research) การวิจัยพัฒนาสื่อเทคโนโลยีการศึกษา (Instruction Media Research, Education Technology) การวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Model, Teaching Method) การวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการเรียนรู้ของผู้เรียน (Learning Method) การวิจัยเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการศึกษา (Evaluation Research) การวิจัยเกี่ยวกับการสร้างพัฒนาการฝึกอบรมและชุดการสอน (Training and Learning Packaging) การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรพัฒนาวิชาเรียน (Curriculum and Course Development)

การวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทางการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมศึกษา เรื่องตัวควบคุมแบบออโตจูนตามแนวการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้นิยม เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น

2. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมศึกษา

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมมีวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับการวิจัยพัฒนาด้านการศึกษา แต่มีข้อแตกต่างคือการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมจะมีความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเป็นแรงขับสำคัญต่อการพัฒนาการศึกษาเพื่อที่จะนำผู้เรียนไปสู่ความเป็นวิศวกรมืออาชีพตอบสนองตามความต้องการของภาคอุตสาหกรรม[2] จึงต้องให้ความสำคัญกับเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับภาค อุตสาหกรรม เทคโนโลยีและการวิจัย ซึ่งในการเรียนการสอนสามารถทำได้โดยอาศัยกระบวนการปรับปรุงหลักสูตรอย่างไม่เป็นทางการ (Informal Changes) ที่ผู้สอนสามารถเปลี่ยนแปลงเนื้อหาที่เหมาะสมเพื่อยกระดับคุณภาพในการสอนได้ ดังเช่นที่ใช้ในสหรัฐอเมริกาและประเทศอังกฤษ [3]

รูปแบบการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมศึกษาให้ความสำคัญกับการพัฒนาเนื้อหาสำหรับการเรียนการสอน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ1) ขั้นศึกษาปัญหา 2) ขั้นการพัฒนารูปแบบ และ 3) ขั้นทดลองใช้หาประสิทธิภาพ ดังภาพที่ 1 ทั้งนี้ยังต้องคำนึงถึง ทฤษฎีหลักการ แนวคิด วัตถุประสงค์ ของรูปแบบด้วย



ภาพที่ 1 กระบวนการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนสำหรับการศึกษาด้านวิศวกรรม

3. กรณีศึกษา: การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเรื่องตัวควบคุมแบบออโตจูนตามแนวการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้นิยม

3.1 ขั้นศึกษาปัญหา

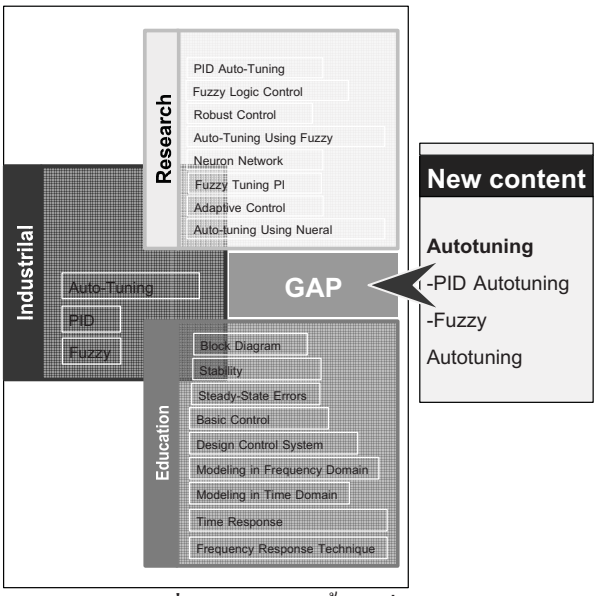
จากการศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนทางด้านระบบควบคุมอัตโนมัติ โดยใช้แบบสอบถามโดยกลุ่มตัวอย่างเป็นอาจารย์และนักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าที่ผ่านการศึกษาวิชาระบบควบคุม จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พบว่านักศึกษามีความรู้เกี่ยวกับระบบควบคุมและหัวข้อที่สูงขึ้นในเรื่อง Open Loop, Close Loop แต่สำหรับ PID, Fuzzy Logic, Adaptive Control, Optimal Control, Stochastic Control, Auto-tuning ผู้เรียนเคยได้ยินแต่ไม่เข้าใจและในเรื่อง Robust Control, Identification and Estimation ผู้เรียนไม่มีความรู้ โดยนักศึกษาให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับอาจารย์ผู้สอนว่าควรจะสอนให้ครบตามหลักสูตร ให้ความสำคัญกับความเข้าใจของผู้เรียนเป็นหลัก สื่อการสอนควรจะมีโปรแกรมช่วยสอนที่ใช้งานได้ง่าย มุมมองของอาจารย์ผู้สอน 31.60% รู้สึกว่าเนื้อหาไม่ทันสมัยและผู้สอน 57.90% มีความเห็นว่าจำเป็นมากที่ต้องนำความรู้ที่ทันสมัยมาสอน สิ่งที่ไม่ส่งเสริมในการนำความรู้ใหม่มาสอนนักศึกษาคือนักศึกษามีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอ ขาดแหล่งความรู้ใหม่ และขาดสื่อการเรียนการสอน

3.2 ขั้นพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

3.2.1 พัฒนาเนื้อหา การศึกษาทางด้านวิศวกรรมระบบควบคุมและระบบอัตโนมัติของประเทศไทยพบว่าโครงการสอนของอาจารย์ในมหาวิทยาลัยในปัจจุบัน[4-8] เน้นการสอนเกี่ยวกับ Introduction, Modeling in Frequency Domain, Frequency Response, Technique Modeling in the Time Domain, Time Response, Reduction of multiple subsystems, Steady-State Errors, Stability, Root Locus Technique, Design Via Frequency Response เมื่อพิจารณาการใช้ระบบควบคุมอุตสาหกรรมพบว่ามากกว่า 97% ของตัวควบคุมใช้การปรับตัวควบคุมแบบ PID ทำให้เข้าใจว่าตัวควบคุมแบบ PID เป็นการควบคุมที่ดีที่สุด แต่ในความเป็นจริงไม่ได้เป็นอย่างนั้นเนื่องจากการสำรวจของ Yu[9] แสดงให้เห็นว่างานวิจัยจำนวนมากของระบบควบคุมที่สามารถทำงานได้ดีเพียง 20 % ผู้บริหารและวิศวกรกล่าวว่าระบบ PID เป็นปัญหาที่ยากในการควบคุมให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในด้านการพัฒนาตัวควบคุมจากงานตีพิมพ์พบว่ามีเพียง 32 % ที่ประสบความสำเร็จเป็นที่ยอมรับ นอกจากนั้นพบว่าล้มเหลวไม่สามารถยอมรับเนื่องจากมีการตอบสนองที่เฉื่อย (Sluggish) และมีการแกว่ง (Oscillatory) ประมาณ 32 % จากผลดังกล่าวนำมาสู่การพิจารณาวิจัยเกี่ยวกับ Process Control ทั้งการปรับปรุง Process การออกแบบ Control Configuration ใหม่ที่สามารถปรับปรุงสมรรถนะของการควบคุมโดยการออกแบบและควบคุมพยายามที่ทำให้มีปัญหาในการทำงานให้น้อยที่สุดและต้องการความเชี่ยวชาญในการ Configuration อย่างที่สองคือ Control Value มีส่วนสำคัญที่ทำให้สมรรถนะของระบบไม่ดีซึ่งมันเป็นเรื่องยากที่จะได้ค่า Control Value ที่เหมาะสมกับสมรรถนะที่ต้องการ สำหรับตัวควบคุม PID หลังจาก 60 ปีที่ Ziegler Nichols ได้นำเสนอ Tuning Rule โดยคาดหวังว่าวิศวกรจะมีความเชี่ยวชาญในการปรับค่าอัตราขยาย (Gain) ในการออกแบบตัวควบคุม PID แต่ความเป็นจริงสามารถทำได้ยาก เนื่องจากต้องใช้เวลา ความอดทนสูงเหล่านี้เป็นที่ตัวบ่งชี้ว่าตัวควบคุม PID ที่มีระบบ Autotuning เป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการควบคุมเพราะสามารถหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมได้ด้วยตัวเองและสามารถปรับตัวอย่างต่อเนื่องทำให้การควบคุมมีประสิทธิภาพและง่ายต่อการใช้งาน สำหรับด้านการวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศในด้านระบบควบคุม ปัจจุบันพบว่าเป็นการวิจัยเพื่อออกแบบระบบควบคุมและระบบอัตโนมัติ พัฒนาประสิทธิภาพหรือปรับปรุงเสถียรภาพของการควบคุมของระบบเพื่อประยุกต์ใช้กับงานด้านต่างๆ โดยเฉพาะเพื่อพัฒนาด้านอุตสาหกรรมโดยให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับ PID Autotuning, Fuzzy Logic Control, Robust Control, Autotuning Using Fuzzy, Neural Network, Fuzzy Tuning PI, Adaptive Control, Autotuning Using Neural network

จากการพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างการศึกษาด้านระบบควบคุมและระบบอัตโนมัติในปัจจุบันกับความก้าวหน้าทางด้านระบบควบคุมทั้งในภาคอุตสาหกรรมและการวิจัย โดยใช้รูปแบบการวิเคราะห์เนื้อหาดังภาพที่ 2 จะเห็นว่าเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอนในปัจจุบันไม่สอดคล้องกับภาคอุตสาหกรรมและการวิจัย จำเป็นต้องมีการปรับปรุงพัฒนาให้มีเนื้อหาที่สอดคล้องกับภาคอุตสาหกรรมและการ

วิจัยเพื่อพัฒนาการศึกษาในด้านวิศวกรรมระบบควบคุมดังกล่าว



ภาพที่ 2 การพัฒนาเนื้อหาเรื่องออโตจูน

เนื่องจากระบบออโตจูนเป็นเรื่องหนึ่งที่มีบทบาทอย่างมากในภาคอุตสาหกรรมในปัจจุบันเนื่องจากสามารถแก้ปัญหาความยุ่งยากในการปรับค่า Parameter ของตัวควบคุม PID ดังที่เห็นได้จากมีผู้ผลิตทางด้านอุตสาหกรรมมากมายใช้ระบบออโตจูนในผลิตภัณฑ์ต่างๆในปัจจุบัน ได้แก่ ABB, Emerson Process Management, Foxboro, Honeywell, Siemens, Yokogawa เมื่อเป็นเช่นนี้ระบบออโตจูนถือได้ว่าเป็นเรื่องที่จำเป็นสำหรับระบบควบคุมในปัจจุบันจึงจำเป็นต้องพัฒนาเนื้อหาวิชาและสื่อการเรียนการสอนเรื่องระบบออโตจูน

3.2.2 ขั้นการสร้างรูปแบบการเรียนการสอน

ก) ทฤษฎี หลักการ แนวคิดของรูปแบบ การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนนี้เกิดขึ้นโดยเห็นความสำคัญของสภาพปัจจุบันของการจัดการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมที่มีความจำเป็นต้องพัฒนาหลักสูตร เนื้อหาวิชา ให้สอดคล้องกับภาคอุตสาหกรรมและการวิจัยเพื่อที่จะนำผู้เรียนไปสู่ความเป็นวิศวกรมืออาชีพ [2] อีกทั้งการจัดการเรียนการสอนต้องเป็นไปเพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น[10] ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ เพื่อความมุ่งหมายให้เรียนรู้ด้วยความเข้าใจ ดังนั้นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาทางด้านวิศวกรรมนี้จึงยึดแนวทางตามปรัชญาสร้างสรรค์ความรู้นิยมสำหรับการออกแบบการเรียนการสอน

ข) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ รูปแบบนี้มุ่งการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง และพัฒนาเนื้อหาการเรียนให้สอดคล้องกับภาคอุตสาหกรรมและการวิจัย

3.2.3 กระบวนการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนนี้ยึดแนวการเรียนการสอนตามปรัชญาสร้างสรรค์ความรู้นิยม (Constructivism) เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองอันจะส่งผลต่อความเข้าใจในเนื้อหาได้ดี โดยการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคำนึงถึงแนวการจัดการเรียนการสอนตามแนว Constructivism ที่กล่าวว่าต้องมีลักษณะ 1) มีบริบทสนับสนุนกระบวนการคิดต่อรองภายในใจผู้เรียน 2) จัดให้เป็นกระบวนการที่มีความมุ่งมั่น ความต้องการของผู้เรียน 3) สร้างบรรยากาศการเรียนรู้เป็นกรณีเป็นหลัก 4) เตรียมเครื่องมือทางปัญญา ช่วยให้ผู้เรียนมีการต่อรองความคิด 5) สร้างกระบวนการต่อรองทางสังคม 6) สร้างความร่วมมือระหว่างกลุ่มผู้เรียนและผู้สอน จากแนวทางดังกล่าวสามารถออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่เรียกว่า **ECEE-Model** เป็น 4 ขั้นตอนประกอบด้วย ขั้นอธิบาย (**E**xplain) ขั้นสร้างความรู้ (**C**onstruction Understanding) ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ (**E**xchange) และ ขั้นวัดผลการเรียนรู้ (**E**valuation) ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นอธิบาย (Explain) แสดงดังภาพที่ 3

กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	เครื่องมือ สื่อ
บอกวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ทำความเข้าใจวัตถุประสงค์การเรียนรู้	โปรแกรมจำลอง ใบเนื้อหา
แนะนำการสอนและวิธีการเรียนรู้	ทำความเข้าใจวิธีการเรียนรู้	แบบสังเกตุ
จัดสภาพแวดล้อมอุปกรณ์การเรียนการสอน	เรียนรู้การใช้สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้	
สอนตัวอย่างการเรียนรู้โดยชี้ให้เห็นแนวทางวิธีการ เป้าหมาย ที่ชัดเจน	ศึกษาวิธีการเรียนรู้ตามตัวอย่าง	

ภาพที่ 3 ขั้นอธิบาย (Explain)

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้ (Constructional understanding) แสดงดังภาพที่ 4

กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	เครื่องมือ สื่อ
แนะนำช่วยเหลือ	ศึกษาเนื้อหาด้วยตนเอง โดยใช้กลุ่ม 2-3 คน ใช้เอกสารประกอบการ เรียนที่ผู้สอนจัดเตรียมให้ ใช้สื่อที่จัดเตรียมไว้ มีอิสระในการเรียนรู้	โปรแกรมจำลอง ใบเนื้อหา ใบกิจกรรม แบบสังเกตุ

ภาพที่ 4 ขั้นสร้างความรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ (Exchange) แสดงดังภาพที่ 5

กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	เครื่องมือ สื่อ
แนะนำช่วยเหลือ	หลักจากศึกษาเนื้อหาที่กำหนด ด้วยกลุ่มย่อยเสร็จแล้ว ให้นักศึกษาทำกิจกรรม แลกเปลี่ยนความรู้โดย ใช้ใบกิจกรรมที่เตรียมให้	โปรแกรมจำลอง ใบกิจกรรม แบบสังเกตุ

ภาพที่ 5 ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้

ขั้นที่ 4 ขั้นวัดผลการเรียนรู้ (Evaluation) แสดงดังภาพที่ 6

กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	เครื่องมือ สื่อ
แนะนำช่วยเหลือ	ทำแบบทดสอบ ทำแบบวัดและประเมิน	แบบทดสอบ แบบประเมินทัศนคติ แบบวัดการเรียนรู้

ภาพที่ 6 วัดผลการเรียนรู้

4. สรุปผล

กรณีศึกษา การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเรื่องตัวควบคุมแบบออโตจูนตามแนวการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้นิยม ตามรูปแบบการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมศึกษา มี 2 ส่วนคือ การศึกษาปัญหา โดยใช้แผนการสอนและใช้แบบสอบถาม พบกว่าผู้เรียนไม่มีความรู้เกี่ยวกับหัวข้อขั้นสูงด้านระบบควบคุมซึ่งมีใช้ในอุตสาหกรรมในปัจจุบัน อาจารย์ผู้สอนรู้สึกว่าเนื้อหาไม่ทันสมัย จำเป็นมากที่ต้องนำความรู้ที่ทันสมัยมาสอน ส่วนที่สอง การพัฒนารูปแบบประกอบ ด้วยการพัฒนาเนื้อหา โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาปัญหามาวิเคราะห์เนื้อหาตามรูปแบบการวิเคราะห์เนื้อสำหรับวิศวกรรมศึกษาทำให้ได้เนื้อหาเกี่ยวกับออโตจูน สำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการเรียนการสอนโดยใช้ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้นิยม จากศึกษาแนวการจัดการศึกษาตามทฤษฎี สภาพการจัดการเรียนการสอนพฤติกรรมของผู้เรียน ผู้สอน ได้นำมาพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ ECEE-Model ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองอันจะส่งผลให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น

5. เอกสารอ้างอิง

[1] A. H. Montoya, "The future of the electric utility industry: Opportunities for power engineering education," *Western Area Power Adm., Lakewood, CO;,* pp. 1-5, 2008.

[2] E. W. Ernst, "Workplace changes and engineering education reform," *26th Annual Frontiers in Education* vol. 2, pp. 882-885, 1996.

[3] J. Heywood, *Engineering Education : Research and development in Curruculum and Instruction*. Canada: John Wiley & Sons, Inc;,Hoboken, New Jersey, 2005.

[4] ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, "แผนการสอนระบบควบคุม (control system)," 2552.

[5] สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, "แผนการสอนระบบควบคุมแบบป้อนกลับ ELTC2501," 2552.

[6] ภาควิชาวิศวกรรมเคมีคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, "เค้าโครงการเรียนการสอนรายวิชา Process Dynamic and control," 2552.

[7] ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒองครักษ์, "แผนการสอนรายวิชา วศฟ 351 ระบบควบคุม," 2548.

[8] ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, "แผนการสอนรายวิชา Introduction to control system," 2550.

[9] C. C. Yu, *Autotuning of PID controllers.* london: Springer-Verlag London Limited, 2006.

[10] กระทรวงศึกษาธิการ, พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. *2542*: กระทรวงศึกษาธิการ, 2542.

การพัฒนารูปแบบการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมศึกษา

The Development of Researching Model for Instructional Development in Engineering Education

อาคม ลักษณะสกุล, พูลศักดิ์ โกษียาภรณ์ และ มงคล หวังสถิตย์วงษ์

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนพิบูลสงคราม แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
E-mail: luksanasakul@hotmail.com, pks@kmutnb.ac.th, mww@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวิจัยเชิงคุณภาพใช้แหล่งข้อมูลจากผลงานวิจัยระดับปริญญาเอกที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน และนำเสนอรูปแบบการวิจัยรูปแบบใหม่ที่มุ่งเน้นการพัฒนาการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมศึกษา ผลการสังเคราะห์การศึกษาการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน สามารถจัดประเภทรูปแบบการวิจัยในปัจจุบันตามลักษณะเด่นได้ 3 รูปแบบคือ 1) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามหลักปรัชญาหรือ ทฤษฎี 2) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการทดสอบและปรับปรุงคุณภาพ และ 3) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเน้นการแก้ปัญหา สำหรับการวิจัยทางด้านวิศวกรรมการศึกษาที่นำเสนอ มีสิ่งสำคัญที่แตกต่างจากการพัฒนาจากสามรูปแบบดังกล่าว คือต้องให้ความสำคัญการพัฒนาเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีของภาคอุตสาหกรรมและผสมผสานการวิจัยทั้งด้านการศึกษาและวิศวกรรม รูปแบบการวิจัยที่ได้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือขั้นศึกษาปัญหา ขั้นพัฒนารูปแบบ และขั้นทดลองใช้รูปแบบ โดยเน้นที่ขั้นพัฒนารูปแบบที่ต้องประกอบด้วย การพัฒนาเนื้อหาและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

คำสำคัญ : รูปแบบการเรียนการสอน วิศวกรรมศึกษา

Abstract

This article aims to study the development of an instructional model by using qualitative research method while the chosen resources are from Ph.D. researches involving the development of instructional model. In addition, the novel research method is proposed for instruction model development in the field of engineering education. The synthesized instruction development researches were found that current researches could be classified into three patterns: 1) the development of instructional model based on educational philosophy or theory, 2) the development of instructional model focused on quality evaluation and improvement, and 3) the development of instructional model for solving problems.

For the proposed engineering education research method different from the previous method, it is more focused on the content development all together with the technology development along with industrial development. Furthermore, it is in the form of education and engineering integration. The designed method is composed of three basic procedures; problem study, instructional model development and experimental process which are upon the developed model from content and instructional model development.

Keywords: Instructional Model, Engineering Education

1. บทนำ

การจัดการศึกษาในหลักสูตรครุศาสตร์ของมหาวิทยาลัยของประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตบัณฑิตทางการศึกษาในระดับต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของสังคม ศึกษาวิจัยพัฒนาองค์ความรู้ด้านศึกษาศาสตร์[1] แสวงหาและประยุกต์ใช้ความรู้การพัฒนาวิชาการด้านศึกษาศาสตร์และสังคม[2] สร้างนวัตกรรมการศึกษา โดยบูรณาการ การวิจัย การพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน การวัดประเมินผล สร้างภูมิปัญญาและเครือข่ายเพื่อพัฒนาการศึกษา โดยริเริ่มกระบวนทัศน์ใหม่และเผยแพร่ความรู้เชิงปฏิบัติที่สามารถพัฒนาผู้เรียน และบุคลากรทางการศึกษาอย่างยั่งยืน เพื่อชี้นำและแก้ปัญหาการศึกษาของชาติ [3]

สำหรับการศึกษาด้านวิศวกรรม (Engineering Education) จากการศึกษางานวิจัยจากฐานข้อมูล IEEE ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึง ค.ศ. 2009 พบว่าแนวโน้มการทำวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาด้านวิศวกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยพบว่าการพัฒนาการศึกษาทางด้านวิศวกรรมจำเป็นต้องพัฒนาเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีภาคอุตสาหกรรมและการวิจัย เพื่อที่จะนำผู้เรียนไปสู่ความเป็นวิศวกรมืออาชีพ [4] ดังนั้นการวิจัยทางด้านวิศวกรรมศึกษาถึงแม้จะสอดคล้องกับการวิจัยทางการศึกษาแต่ก็มีข้อแตกต่างที่ชัดเจนคือต้องให้ความสำคัญการพัฒนาเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีภาคอุตสาหกรรมและการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพมุ่งศึกษาการพัฒนารูปแบบการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนจากงานวิจัยระดับปริญญาเอกที่เกี่ยวของกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนจากงานวิจัยระดับปริญญาเอก โดยศึกษาถึงจุดมุ่งหมายและจุดเน้นของการทำวิจัยแล้วนำเสนอผลการสังเคราะห์รูปแบบจากผลการศึกษา จากนั้นนำเสนอการพัฒนารูปแบบการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนสำหรับการศึกษาทางด้านวิศวกรรม (Engineering Education) ที่มีจุดเน้นในด้านการวิจัยเพื่อพัฒนาเนื้อหาสำหรับการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีซึ่งเป็นหัวใจสำคัญสำหรับการจัดการศึกษาด้านวิศวกรรม

2. แนวทางการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ปัจจุบัน

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเป็นกระบวนการพัฒนาการเรียนการสอนโดยอาศัยทฤษฎีการเรียนรู้และทฤษฎีการสอนที่เชื่อหรือยึดถือเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนตามแนวทางดังกล่าวอย่างมีคุณภาพ แต่ถ้าศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่มีในปัจจุบันพบว่านอกเหนือจากพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ยึดถือตามปรัชญาหรือทฤษฎีใดๆแล้วยังมีปัจจัยที่ส่งผลให้การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนมีความแตกต่างกัน ซึ่งจากการศึกษาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกที่เกี่ยวข้อง โดยพิจารณาใน 3 ด้านหลักคือขั้นศึกษาปัญหา ขั้นพัฒนารูปแบบ และขั้นการทดลองใช้ โดยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การยืนยันคุณภาพ สถิติที่ใช้ รวบรวมเป็นข้อมูลเชิงสถิติเพื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและสังเคราะห์ให้เห็นลักษณะเด่นหรือจุดเน้นที่แตกต่างกัน ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่าการทำวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนของประเทศไทยในปัจจุบันสามารถจำแนกตามลักษณะเด่นของการวิจัยได้ 3 รูปแบบดังนี้

2.1 การวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามหลักปรัชญาหรือทฤษฎี

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้หลักปรัชญาหรือทฤษฎี เช่น การประยุกต์ใช้แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้สร้างกระบวนการเรียนการสอนเพื่อช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ซึ่งทำให้ผลการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ การใช้ทฤษฎีโครงสร้างความรู้และMeta-Cognition เพื่อสร้างกระบวนการบูรณาการทักษะการคิดในการสอนภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจซึ่งทำให้คะแนนการสอบสูงกว่าการเรียนแบบปกติ การใช้แนวคิดการเรียนรู้เชิงสถานการณ์[5] พัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อสร้างความสามารถทางวิชาชีพพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล ผลที่ได้พบว่าคะแนนของนักศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 60 % และสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติ และอื่นๆ ซึ่งลักษณะการพัฒนานี้สามารถสังเคราะห์เป็นแผนภาพแสดงขั้นตอนและรายละเอียดของรูปแบบได้ดังภาพที่ 1

ลำดับขั้น	รายละเอียด	เครื่องมือ	ยืนยันคุณภาพ
ขั้นศึกษาปัญหา	๑.เน้นศึกษาจากผลงานวิจัย เอกสารทางวิชาการ ๒.ศึกษาแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ ๓.สร้างกระบวนการ, รูปแบบ	N/A	อาจารย์ที่ปรึกษา
ขั้นพัฒนารูปแบบ	พัฒนารูปแบบการเรียนการสอน	แบบสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ	ผู้เชี่ยวชาญ
	สร้างเครื่องมือ	- แบบทดสอบก่อนเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน - แบบเฉพาะที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (แบบวัดเฉพาะทาง) -แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	- ผู้เชี่ยวชาญ - กลุ่มตัวอย่าง - IOC - Reliability - Difficulty - Discrimination
ขั้นทดลองใช้	- Pretest- Posttest Control Group Design - One Group Pretest-Posttest		

ภาพที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามหลักปรัชญาหรือทฤษฎี

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามหลักปรัชญาทฤษฎีมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นศึกษาปัญหา การวิจัยตามแนวทางนี้มุ่งเน้นการศึกษาข้อมูลจากงานวิจัยที่ผ่านมา เอกสารทางวิชาการ ทฤษฎี แนวคิดที่ยึดถือ เพื่อนำมาสร้างรูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นที่ 2 ขั้นการพัฒนารูปแบบ ในขั้นตอนนี้ประกอบด้วยการสร้างรูปแบบการเรียนการสอนซึ่งใช้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินรูปแบบ และการสร้างเครื่องมือสำหรับการเก็บข้อมูลซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบต่างๆ แบบวัดเฉพาะทางที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา เช่นพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน แบบวัดกระบวนการคิด เป็นต้น โดยเครื่องมือที่สร้างขึ้นยืนยันคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญและหรือใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาค่าความเชื่อมั่น ความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ขั้นทดลองใช้ เป็นขั้นตอนของการนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพ โดยแบบแผนการทดลองที่นิยมใช้คือ Pretest-Posttest Control Group Design และ One Group Pretest-Posttest

2.2 การวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการทดสอบและปรับปรุงคุณภาพ

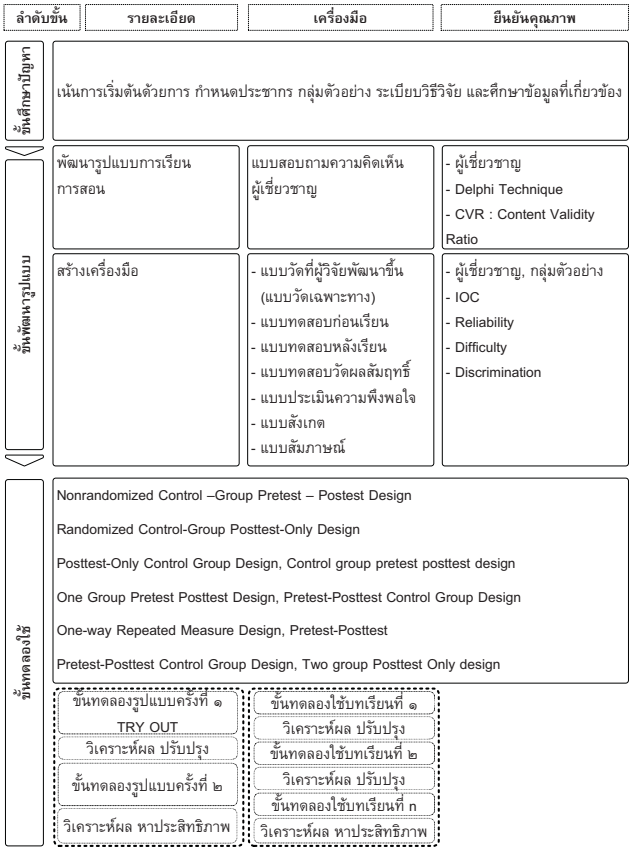
การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทางนี้พบว่างานวิจัยในกลุ่มนี้มีรูปแบบแผนการทดลองที่หลากหลายและมีการทดลองซ้ำหลายครั้ง ซึ่งสามารถสังเคราะห์เป็นแผนภาพขั้นตอนและรายละเอียดของรูปแบบการพัฒนาได้ดังภาพที่ 2

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเน้นการทดสอบและปรับปรุงคุณภาพมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นศึกษาปัญหา การวิจัยตามแนวทางนี้จะกล่าวถึงการกำหนดระเบียบวิธีวิจัย การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง และศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 2 ขั้นการพัฒนารูปแบบ ในขั้นตอนนี้ประกอบด้วยการสร้างรูปแบบการเรียนการสอนซึ่งใช้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินรูปแบบและพบว่านิยมใช้เทคนิค Delphi และ CVR: Content Validity Ratio สำหรับการพัฒนารูปแบบและการสร้างเครื่องมือสำหรับการเก็บข้อมูลซึ่งได้แก่ แบบวัดที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบประเมินความพึงพอใจ แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ เป็นต้น โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญยืนยันคุณภาพและใช้สถิติเพื่อหาค่า ความเชื่อมั่น ความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก

ขั้นที่ 3 ขั้นทดลองใช้ เป็นขั้นตอนของการนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพ ซึ่งพบว่าการวิจัยในแนวทางนี้มีรูปแบบแผนการทดลองที่นิยมใช้หลากหลายได้แก่ Nonrandomized Control Group Pretest-Posttest Design, Randomized Control Group Posttest-Only Design, Posttest-Only Control Group Design, Control Group Pretest-Posttest Design, One Group Pretest Posttest Design, Pretest-Posttest Control Group Design, One-way Repeated Measure Design, Pretest-Posttest Control Group Design, Two Group Posttest Only Design



ภาพที่ 2 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบเน้นการทดสอบและปรับปรุงคุณภาพ

และในกระบวนการทดลองใช้ (Try Out) รูปแบบนี้ให้ความสำคัญกับการทดลองใช้ อาจจะเป็นหนึ่งครั้งหรือสองครั้งก่อนนำไปใช้ทดลองจริง

2.3 การวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเน้นการศึกษาปัญหา

การพัฒนาตามแนวทางนี้จะมีจุดเด่นในขั้นตอนการศึกษาปัญหาก่อนทำการพัฒนารูปแบบ เช่น การศึกษาบริบทเพื่อบ่งชี้ความชัดเจนของปัญหาการเขียนของนักศึกษา[6] ที่พบว่าปัญหาเกิดจากความไม่เข้าใจและการใช้ไวยากรณ์ไม่ถูกต้อง แล้วพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้พื้นที่รอยต่อพัฒนาการทำให้การเขียนของนักศึกษาดีขึ้น การศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาวิถีโลก พบว่าเป็นการสอนแบบผู้เรียนสำคัญน้อย ผู้เรียนไม่มีส่วนร่วมในการวางแผนการเรียน ไม่ใช้ข้อได้เปรียบจากกลุ่ม จัดกิจกรรม ไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จากปัญหาดังกล่าวนำมาออกแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือซึ่งผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทางนี้สามารถสังเคราะห์เขียนเป็นขั้นตอนดังภาพที่ 3

ขั้นที่ 1 ขั้นศึกษาปัญหา การวิจัยตามแนวทางนี้ให้ความสำคัญกับการศึกษาปัญหาเป็นอย่างยิ่งโดยใช้กระบวนการวิจัยเต็มรูปแบบคือ เริ่มจากกำหนดวิธีการวิจัย กำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดกลุ่มตัวอย่าง กำหนดข้อมูลที่ศึกษา ดำเนินการวิจัย สร้างเครื่องมือ เก็บข้อมูล วิเคราะห์ผล ใช้เครื่องมือต่างๆ ได้แก่แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกต เทปบันทึกเสียง แบบสำรวจความคิดเห็น แบบตรวจรายการมีการยืนยันคุณภาพเครื่องมือโดยที่ปรึกษาและหรือผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้

ขั้นที่ 2 ขั้นการพัฒนารูปแบบ ขั้นตอนนี้ประกอบด้วยการสร้างรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อแก้ปัญหาที่พบ ซึ่งใช้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินรูปแบบที่พัฒนาขึ้นและสร้างเครื่องมือสำหรับการเก็บข้อมูลซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบต่างๆ และแบบวัดเฉพาะทางที่ผู้วิจัยสนใจศึกษาเช่น วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน วัดกระบวนการคิด เป็นต้น โดยเครื่องมือที่สร้างขึ้นยืนยันคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญและหรือใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาค่าความเชื่อมั่น ความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก

ขั้นที่ 3 ขั้นทดลองใช้ เป็นขั้นตอนการนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพโดยแบบแผนการทดลองที่นิยมใช้คือ One

Group Pretest-Posttest, Two Group Pretest-Posttest โดยมีการทดลองใช้รูปแบบก่อนนำไปทดลองใช้จริง

ลำดับขั้น	รายละเอียด	เครื่องมือ	ยืนยันคุณภาพ
ขั้นศึกษาปัญหา	ใช้ระเบียบวิธีการวิจัยตั้งแต่ ๑.กำหนดวิธีการวิจัย ๒.กำหนดวัตถุประสงค์ ๓.กำหนดกลุ่มตัวอย่าง ๔.กำหนดข้อมูลที่ศึกษา ๕.ดำเนินการวิจัย สร้าง เครื่องมือ เก็บข้อมูล วิเคราะห์ **เป็นการทำวิจัยเพื่อศึกษา ปัญหา**	- แบบสอบถาม - แบบสัมภาษณ์ - แบบสังเกต - เทปบันทึกเสียง - แบบสำรวจความคิดเห็น - แบบตรวจรายการ	- อาจารย์ที่ปรึกษา - ผู้เชี่ยวชาญ
ขั้นพัฒนารูปแบบ	พัฒนารูปแบบการเรียนการสอน	แบบสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ	ผู้เชี่ยวชาญ
	สร้างเครื่องมือ	- แบบวัดที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (แบบวัดเฉพาะทาง) - แบบทดสอบก่อนเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน - แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ - แบบประเมินความพึงพอใจ - แบบสังเกตุ	- ผู้เชี่ยวชาญ, กลุ่มตัวอย่าง - IOC - Reliability - Difficulty - Discrimination
ขั้นทดลองใช้	- ทดลองใช้เพื่อปรับปรุง	- One Group Pretest-Posttest - Two Group Pretest-Posttest	
	- ทดลองใช้เพื่อเก็บข้อมูล		

ภาพที่ 3 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเน้นการแก้ปัญหา

3. การวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมที่นำเสนอใหม่

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมมีวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับการวิจัยพัฒนาด้านการศึกษา แต่มีข้อแตกต่างคือการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมจะมีความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเป็นแรงขับที่สำคัญที่ต่อการพัฒนาการศึกษาเพื่อที่จะนำผู้เรียนไปสู่ความเป็นวิศวกรมืออาชีพตอบสนองตามความต้องการของภาคอุตสาหกรรม[4] จึงต้องให้ความสำคัญกับเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับภาคอุตสาหกรรมและการวิจัย ซึ่งในการเรียนการสอนสามารถทำได้โดยอาศัยกระบวนการปรับปรุงหลักสูตรอย่างไม่เป็นทางการ(Informal Changes) ผู้สอนสามารถเปลี่ยน แปลงเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับการสอนโดยทัศนคติที่ต้องการยกระดับหรือปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่องได้ เช่นเดียวกับที่ใช้ในสหรัฐอเมริกาและประเทศอังกฤษ [7]

สำหรับในบทความนี้นำเสนอการพัฒนารูปแบบการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมศึกษาที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาเนื้อหาสำหรับการเรียนการสอน ดังภาพที่ 4 โดยประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ1) ขั้นศึกษาปัญหา 2) ขั้นการพัฒนารูปแบบ และ 3) ขั้นทดลองรูปแบบ ทั้งนี้ยังต้องคำนึงถึง ทฤษฎี หลักการ วัตถุประสงค์ของรูปแบบด้วย

ลำดับขั้น	รายละเอียด	เครื่องมือ	ยืนยันคุณภาพ
ขั้นศึกษาปัญหา	๑.ศึกษาจากผลงานวิจัย เอกสารทางวิชาการ ๒.ศึกษาแนวคิดทฤษฎี การเรียนรู้ ๓.ทำวิจัยเพื่อศึกษาปัญหา	- แบบสอบถาม - แบบสัมภาษณ์ - แบบสำรวจความคิดเห็น	- อาจารย์ที่ปรึกษา - ผู้เชี่ยวชาญ
ขั้นพัฒนารูปแบบ	ขั้นพัฒนาเนื้อหา	**รูปแบบการวิเคราะห์เนื้อหา** - ตามแนวทางพัฒนาหลักสูตรแบบ Informal	- ผู้เชี่ยวชาญ - ที่ปรึกษา
	พัฒนารูปแบบ พัฒนาเครื่องมือ, สื่อ	- แบบวัดที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (แบบวัดเฉพาะทาง) - แบบทดสอบก่อนเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน - แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ - แบบประเมินความพึงพอใจ	- ผู้เชี่ยวชาญ, กลุ่มตัวอย่าง - IOC - Reliability - Difficulty - Discrimination
ขั้นทดลองใช้	ขั้นทดลองใช้บทเรียนที่ ๑ วิเคราะห์ผล ปรับปรุง ขั้นทดลองใช้บทเรียนที่ ๒ วิเคราะห์ผล ปรับปรุง ขั้นทดลองใช้บทเรียนที่ n วิเคราะห์ผล หาประสิทธิภาพ	One-way Repeated Measure Design	

ภาพที่ 4 กระบวนการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนสำหรับการศึกษาด้านวิศวกรรม

3.1 ขั้นศึกษาปัญหา

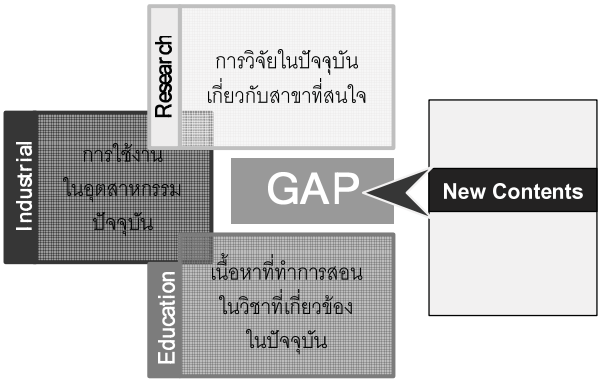
การพัฒนารูปแบบตามแนวทางนี้ในขั้นศึกษาปัญหามุ่งเน้นการศึกษา หลักสูตรรายวิชา ข้อมูลจากงานวิจัย ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีภาคอุตสาหกรรม เอกสารทางวิชาการ ทฤษฎีแนวคิดที่ยึดถือ ซึ่งอาจใช้กระบวนการวิจัยเพื่อศึกษาปัญหาโดยวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้มาซึ่งความจำเป็นในการปรับปรุงการเรียนการสอน หรือประเด็นปัญหาที่สนใจพัฒนา โดยใช้เครื่องมือเก็บข้อมูลตามรูปแบบการวิจัยและมีการยืนยันคุณภาพโดยที่ปรึกษาและหรือผู้เชี่ยวชาญ

3.2 ขั้นพัฒนารูปแบบ

ขั้นพัฒนารูปแบบประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 2 ส่วนคือ

3.2.1 การพัฒนาเนื้อหา โดยนำผลจากการศึกษาปัญหามาวิเคราะห์เพื่อให้ได้เนื้อหาที่สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสำหรับการเรียนการสอน โดยพิจารณาจากเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอนปัจจุบันเปรียบเทียบกับเนื้อหาหรือองค์ความรู้จากการวิจัยที่เกี่ยวข้องและคำนึงถึงความสอดคล้องกับการใช้งานหรือแนวโน้มว่าจะ

ใช้งานในอุตสาหกรรมในปัจจุบันและอนาคตโดยมีรูปแบบการวิเคราะห์เนื้อหา ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 รูปแบบการวิเคราะห์เนื้อหาสำหรับการศึกษาด้านวิศวกรรม

3.2.2 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคำนึงถึงองค์ประกอบของรูปแบบดังที่ทิศนา [8] ได้กล่าวว่าองค์ประกอบที่สำคัญประกอบด้วย ปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อ การอธิบายลักษณะการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย และการอธิบายเกี่ยวกับวิธีสอน เทคนิคการสอนที่จะทำให้การใช้รูปแบบมีประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับการพัฒนาเครื่องมือต่างๆ ประกอบด้วย แบบวัดเฉพาะทางที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน แบบ ทดสอบผลสัมฤทธิ์ แบบประเมินความพึงพอใจ แบบสังเกต โดยเครื่องมือที่สร้างขึ้นให้ยืนยันคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญและหรือใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาค่า ความเชื่อมั่น ความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก

3.3 ขั้นทดลองใช้

ขั้นทดลองใช้เพื่อการทดสอบและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นสามารถเลือกใช้แบบแผนการวิจัยเชิงทดลองที่เหมาะสม ตามความเห็นของผู้วิจัย โดยคำนึงถึงเนื้อหาสำหรับการเรียนการสอน กลุ่มตัวอย่าง และเวลาในการทดลอง

4. สรุปผล

รูปแบบการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ทางด้านการศึกษาจากการสังเคราะห์งานวิจัยระดับปริญญาเอกสามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบตามวัตถุประสงค์หลักของการพัฒนาคือ 1) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามหลักปรัชญาหรือทฤษฎี 2) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการทดสอบและปรับปรุงคุณภาพ และ 3) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเน้นการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นลักษณะการพัฒนารูปแบบการเรียนการทางด้านศึกษาศาสตร์

สำหรับทางด้านวิศวกรรมให้ความสำคัญในด้านการเรียนการสอนต้องก้าวทันและสอดคล้องกับการพัฒนาด้านเทคโนโลยีและภาคอุตสาหกรรม บทความนี้จึงนำเสนอรูปแบบการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นศึกษาปัญหา 2) ขั้นพัฒนารูปแบบ และ 3) ขั้นทดลองใช้รูปแบบ โดยเน้นที่ขั้นพัฒนารูปแบบที่ต้องประกอบด้วยการพัฒนาเนื้อหาและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

5.เอกสารอ้างอิง

[[1] คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ, "ปรัชญา วิสัยทัศน์ ปณิธาน วัตถุประสงค์ พันธกิจ," 2010.

[2] คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, "ปรัชญา วิสัยทัศน์ ปณิธาน วัตถุประสงค์ พันธกิจ," 2010.

[3] คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, "ปรัชญา วิสัยทัศน์ ปณิธาน วัตถุประสงค์ พันธกิจ," 2010.

[4] E. W. Ernst, "Workplace changes and engineering education reform," 26th Annual Frontiers in Education vol. 2, pp. 882-885, 1996.

[5] เพลินตา_พรหมบัวศรี, "การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงสถานการณ์เพื่อเสริมสร้างความสามารถทางวิชาชีพการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล," in สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์. vol. ปริญญาเอก: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

[6] ปรีชา_ศรีเรืองฤทธิ์, "การใช้แนวคิดเรื่อง พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of Proxmal Development) ของวิก็อตสกี้ เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนการเรียนภาษาอังกฤษสำหรับนักศึกาอุดมศึกษา," in สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย. vol. ปริญญาเอก: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549.

[7] J. Heywood, Engineering Education : Research and development in Curruculum and Instruction. Canada: John Wiley & Sons, Inc;,Hoboken, New Jersey, 2005.

[8] ทิศนา_แขมมณี, ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการกัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญาที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย

Effects Of Multiple Intelligences Learning Approach Toward Achievemant And Attitude On Thai Subject Areas

ชลิดา ฟักหว่าง

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Pooh_tour@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างวิธีการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญากับวิธีการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนขุมทองวิทยา เขตคลองสามวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้อง มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 64 คนแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง จำนวน 32 คน เรียนโดยวิธีการสอนการจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญา กับกลุ่มควบคุม 1 ห้อง จำนวน 32 คน เรียนโดยวิธีการสอน แบบปกติ ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม(cluster random sampling) และการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญาและแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย และ แบบวัดเจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test แบบ Independent samples ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญา พบว่าผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย อยู่ในระดับ ดีมาก และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย อยู่ในระดับ ค่อนข้างดี 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยของนักเรียน นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยสูงกว่านักเรียนที่ได้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดย การจัดการเรียนรู้ แบบพหุปัญญาพบว่า เจตคติต่อการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย อยู่ในระดับ สูง ส่วนนักเรียนที่ได้เรียน ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ พบว่า เจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย อยู่ในระดับ ปานกลาง 4) เจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยของนักเรียนนักเรียนที่ได้เรียนด้วยวิธีการสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญามีเจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยสูงกว่านักเรียนที่ได้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญา

Abstract

The purposes of this research were to study and compare learning achievement and attitude on thai subject area of the Primary 2 between multiple intelligences learning and conventional method . The samples group of this research were students from Primary 2 semester 1 academic year 2009 of Kumthongwittayaschool Bangkok in the first semester 2009 . The two comparable classes were total sixty-four students selected by cluster sampling. The first room was an experiment group and there were 32 students who studied by using multiple intelligences learning. The second room was a control group and there were 32 students taught by conventional method The instruments used were; 1) multiple intelligences lesson plans and 2) a conventional lesson plans. 3) the achievement test and 4) attitude evaluation form The statistical tools for data analysis were percentage, mean, standard deviation and independent samples t-test The results of this research were as followed: 1) The experimental group, who studied by using multiple intelligences learning had very good and the controlled group, who studied by conventional method were nearly good. 2) The learning achievement on students from Primary 2 studied by using multiple intelligences learning was sinnificantly higher than the group who applied conventional method at .05 level. 3) The experimental group, who studied by using multiple intelligences learning had high attitude toward and the controlled group, who studied by conventional method were medium 4) The attitude toward on students from Primary 2 studied by using multiple intelligences learning was significantly higher than the group who applied conventional method at .05 level.

Keyword:. multiple intelligences learning

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นเครื่องมืออันสำคัญในการพัฒนาความรู้ ความคิด ความประพฤติ การศึกษาจึงเป็นปัจจัยที่ 5 ของชีวิต เป็นปัจจัยที่จะช่วยแก้ปัญหาทุก ๆ ด้านของชีวิตเช่นเดียวกัน การศึกษายิ่งมีบทบาทและความจำเป็นมากขึ้น การศึกษาที่จะช่วยให้ทุกคนมีชีวิตที่ดีขึ้น พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ระบุว่าการศึกษา เป็นกระบวนการเรียนรู้เพื่อความเจริญงอกงามของบุคคลและสังคม ดังนั้นการพัฒนาคุณภาพการศึกษา

จึงเป็นรากฐานสำคัญประการหนึ่งในการสร้างความเจริญก้าวหน้า[1]

การประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาเป็นการกระตุ้นให้สถานศึกษามีการพัฒนาคุณภาพการศึกษาอย่างต่อเนื่อง และมีประสิทธิภาพ จากผลการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานรอบสอง พ.ศ.2549–2553พบว่าสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องการประกันคุณภาพภายในและยังไม่ได้บูรณาการเรื่องการประกันคุณภาพภายในเข้ามาในการปฏิบัติงานปกติ ในด้านผู้เรียน ส่วนใหญ่จะไม่ได้มาตรฐาน ในมาตรฐานที่ 4 เกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มาตรฐานที่ 5 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมาตรฐานที่ 6 ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ในด้านครู ส่วนใหญ่จะไม่ได้มาตรฐาน มาตรฐานที่ 9 เป็นเรื่อง เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ในส่วนของมาตรฐานด้านผู้บริหาร พบว่า ผู้บริหารส่วนใหญ่จะต้องพัฒนาในเรื่องงานวิชาการให้มากยิ่งขึ้น ซึ่งผลการประเมินจะสะท้อนได้ในมาตรฐานที่ 12 เกี่ยวกับการจัดกิจกรรม

การเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน คือ ผู้บริหารสถานศึกษาควรให้ความสนใจในการบริหารด้านวิชาการให้มากยิ่งขึ้น ซึ่งผลที่เกิดขึ้นจะสะท้อนไปยังคุณภาพของผู้เรียนและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอน[2] ซึ่งการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียน กระบวนการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง เน้นให้ความสำคัญทั้งความรู้และคุณธรรม กระบวนการจัดการเรียนรู้

เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้สอนจะต้องอาศัยกระบวนการที่หลากหลายเป็นเครื่องมือที่จะนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร ดังนั้น ผู้สอนจึงจำเป็นต้องศึกษาทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อให้สามารถเลือกใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ[3]

จากข้อมูลที่กล่าวมานั้น ในเรื่องคุณภาพการศึกษา และผลการประเมินคุณภาพการศึกษาภายนอกสถานศึกษา พบว่าสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ความเข้าใจ มาตรฐานที่ 5 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาตรฐานที่ 9 เป็นเรื่อง เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้วิจัยจึงสนใจในการศึกษาเรื่องกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งสอดคล้องกับหลักการจัดการศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ยึดหลักว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ โดยนำกระบวนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามรูปแบบพหุปัญญา ในการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ ภาษาไทย เพื่อพัฒนา เรื่องการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และศึกษาผลการจัดกิจกรรมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างวิธีการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญา กับวิธีการสอนแบบปกติ

2.เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างวิธีการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญา กับวิธีการสอนแบบปกติ

3.เพื่อศึกษาเจตคติต่อการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ระหว่าง วิธีการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญา กับวิธีการสอนแบบปกติ

4.เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างวิธีการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญากับวิธีการสอนแบบปกติ

3. สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้เรียน ด้วยวิธีการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยสูงกว่านักเรียนที่ได้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

2.นักเรียนที่ได้เรียน ด้วยวิธีการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญามีเจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระ
การเรียนรู้ภาษาไทยสูงกว่านักเรียนที่ได้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552โรงเรียนขุมทองวิทยา จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ห้อง ห้องละ 32 คน รวม 128 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวน 2 ห้อง ห้องละ 32 คน รวม 64 คน ได้มาจากการ สุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (cluster random sampling) มา 2 ห้องเรียนจากจำนวน 4 ห้องเรียน โดยกำหนดดังนี้

ห้องที่ 1 เป็นกลุ่มทดลอง เรียนโดยวิธีการสอนการจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญา ห้องที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุม เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

4.2 ระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลองคือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โดยใช้ระยะเวลาในการทดลอง 15 ชั่วโมง

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ลักษณะดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญา และ แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย และ แบบวัดเจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

1.ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างวิธีการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญากับ วิธีการ

สอนแบบปกติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่2 ระหว่างวิธีการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญากับวิธีการสอนแบบปกติ ด้วย t-test ชนิด Independent โดยการดำเนินการทดสอบความแปรรวนของประชากรทั้ง 2กลุ่ม พบว่ามีความแปรรวนไม่แตกต่างกัน จึงเลือกใช้สูตร t-test for Independent ชนิด pooled variance

3. ผลการศึกษาเจตคติต่อการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างวิธีการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญากับวิธีการสอนแบบปกติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน

4. ผลการเปรียบเทียบ เจตคติต่อการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างวิธีการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญากับวิธีการสอนแบบปกติ ด้วย t-test ชนิด Independent โดยการดำเนินการทดสอบความแปรรวนของประชากรทั้ง 2 กลุ่ม พบว่ามีความแปรรวนไม่แตกต่างกัน จึงเลือกใช้สูตร

t-test for Independent ชนิด pooled variance

7. ผลการวิจัย

ตารางที่.1 แสดงค่าสถิติพื้นฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับวิธีการสอนที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญากับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D	ค่าเฉลี่ย	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
กลุ่มทดลอง (สอนแบบพหุปัญญา)	32	30	22.31	4.25	74.37	ดีมาก
กลุ่มควบคุม (สอนแบบปกติ)	32	30	19.84	5.90	66.13	ค่อนข้างดี

ตารางที่.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยการวัดผลสัมฤทธิ์ต่อการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญา กับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D	t	sig
กลุ่มทดลอง (สอนแบบพหุปัญญา)	32	30	22.31	4.25	1.919*	.03
กลุ่มควบคุม (สอนแบบปกติ)	32	30	19.84	5.90		

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

จากตาราง ที่ .3 แสดงค่าสถิติพื้นฐานเจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับวิธีการสอนที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญากับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{x}$	S.D	ค่าเฉลี่ย	ระดับเจตคติ
กลุ่มทดลอง (สอนแบบพหุปัญญา)	4.36	1.00	87.13	สูง
กลุ่มควบคุม (สอนแบบปกติ)	3.41	1.43	68.25	ปานกลาง

ตารางที่ .4 เปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญา กับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{x}$	S.D	t	sig
กลุ่มทดลอง (สอนแบบพหุปัญญา)	4.36	1.00	13.647*	.00
กลุ่มควบคุม (สอนแบบปกติ)	3.41	1.43		

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

8. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดย การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย อยู่ในระดับ ดีมาก ส่วนนักเรียนที่ได้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย อยู่ในระดับ ค่อนข้างดี ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญา การศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของ

การเรียนรู้ โดยการให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความรู้สึกของตนเอง จากประสบการณ์ที่ได้รับด้วยการสื่อสารด้านต่างๆ ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนจะจดจำไปได้ยาวนาน และได้แสดงความสามารถของตนเองได้อย่าง

แท้จริง นักเรียนได้เรียนรู้ และทำกิจกรรมร่วมกัน ทั้งกลุ่มใหญ่หรือกลุ่มเล็ก ก่อให้เกิดความต้องการที่ต่อเนื่องจากการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ จิตฌรงค์ เอี่ยมสำอาง ที่ศึกษาเรื่อง ผลการใช้รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาจีนและกระบวนการกลุ่มของนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ พบว่า นักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาจีน อยู่ในระดับ สูง และนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาจีน อยู่ในระดับปานกลางและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาจีนเรื่องสัทอักษรจีนของนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพที่เรียนโดยวิธีการเรียนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ ภาษาไทยของนักเรียนนักเรียนที่ได้เรียน ด้วยวิธีการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยสูงกว่านักเรียนที่ได้เรียน ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญา สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในขณะนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมตามขั้นตอนของรูปแบบพหุปัญญาเพื่อการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีชีวิตชีวา (Active learning) ขั้นผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มร่วมกับผู้อื่น (Cooperative learning) ขั้นผู้เรียนได้วิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ (Analysis) ขั้นผู้เรียนสรุปและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และ ขั้นผู้เรียนนำสิ่งที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีความหมาย (Application) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงด้วยตนเองโดยการสนับสนุนของครู อันเป็นรูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นเด็กเป็นศูนย์กลาง (Lamer – centered approach) สอดคล้องกับ แนวคิดของ Dewey ที่ว่าเด็กเรียนรู้ได้ดีจากการกระทำ (Learning by doing) และเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงด้วยการลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง

3. นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดย การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญา พบว่า เจตคติต่อการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย อยู่ในระดับ สูง ส่วนนักเรียนที่ได้เรียน ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ พบว่า เจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย อยู่ในระดับ ปานกลางทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญาใช้เทคนิคและขั้นตอน การจัดกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้และ ฝึกฝนการทำงานร่วมกับผู้อื่น รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบงานที่ทำ ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาด้านเจตคติ ครูสร้างบรรยากาศและสภาพแวดล้อมในการสอนแบบเป็นกันเอง ไม่เคร่งเครียด ส่งเสริมนักเรียนให้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนภาษาไทย

4. เจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ ภาษาไทย ของนักเรียนนักเรียนที่ได้เรียน ด้วยวิธีการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญามีเจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย สูงกว่านักเรียนที่ได้เรียน ด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจาก เจตคติเป็นสิ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมต่างๆ รอบตัว เช่นเดียวกับ เจตคติต่อการเรียนซึ่งปัจจัยที่มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อการเรียนของนักเรียน คือ การให้ความรู้ วิธีการสอน การอธิบาย การจัดการเรียนรู้ เป็นต้น การให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ และนักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้มากที่สุดย่อมส่งผลต่อเจตคติต่อการเรียน

9. ข้อเสนอแนะ

9.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัยเพื่อนำไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญาเป็นวิธีการสอนที่ครูผู้สอนสามารถนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติที่ดีต่อการเรียนให้ดีขึ้นได้ โดยครูผู้สอนที่จะนำวิธีการสอนแบบพหุปัญญาไปใช้ควรศึกษาเกี่ยวกับหลักในการจัดกิจกรรมให้ชัดเจนเสียก่อนเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่สูงสุดเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญามีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมหลายขั้นตอน

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญาเป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติกิจกรรม ครูผู้สอนควรสร้างบรรยากาศภายในห้องเรียนให้เป็นกันเองมากที่สุด เพื่อให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญาเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญา อย่างต่อเนื่องเพื่อให้นักเรียนได้ค้นเคย

กับรูปแบบการจัดกิจกรรมและร่วมกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนอย่างเต็มศักยภาพ

9.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาความสามารถในการเรียนภาษาไทยของนักเรียนระดับชั้นต่อไป เพื่อติดตามผลทางพหุปัญญาของนักเรียน

2. ควรมีการศึกษากิจกรรมตามทฤษฎีพหุปัญญาเพื่อพัฒนาผู้เรียนในด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะด้านคณิตศาสตร์ กระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ การทำกิจกรรมโครงงาน การพัฒนาความสามารถพิเศษด้านอื่น ๆ

3. ควรมีการศึกษาความคิดเห็น หรือความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมตามพหุปัญญา เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมต่อไป

10. เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ. 2545. พระราชบัญญัติแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

[2] สำนักงานรับรองมาตรฐานการประเมินคุณภาพการศึกษา. 2551. รายงานประจำปี 2551. [online] Available:http://www.onesqa.or.th/th/home/index

[3] กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

[4] เยาวพา เดชะคุปต์. 2547 . การพัฒนาพหุปัญญาเพื่อเรียนรู้สำหรับเด็กไทยในบริบทของสังคมไทย. เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ ณ ห้องประชุมโรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบในพระบรมมหาราชวัง วันที่ 13-15 ตุลาคม 2547. (อัดสำเนา)

[5] จิตฌรงค์ เอี่ยมสำอาง.2549. ผลการใช้รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาจีน และกระบวนการกลุ่มของนักเรียน. วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย , เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[6] ใจเด็ด หวานชะเอม.2550. การศึกษาความสัมพันธ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยเจตคติและความสามารถในการแต่งกลอนสุภาพกับความสามารถในการแต่งโคลงสี่สุภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าภคินีเธอเจ้าฟ้าเพชรรัตนราชสุดาสิริโสภาพัณณวดีเขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร. สารนิพนธ์ ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

กรอบแนวคิดรูปแบบการแนะนำผู้เรียนแบบปรับเปลี่ยนได้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงตรรกะในการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

A conceptual framework of Adaptive Coaching Model for Enhancing the Logical Thinking Model in Problem-Based Learning

พรสวรรค์ อินศร[1] และ จรัญ แสนราช[2]

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]benzkkn@hotmail.com , [2]jsr@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอกรอบแนวคิดรูปแบบการแนะนำผู้เรียนแบบปรับเปลี่ยนได้เพื่อช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงตรรกะในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทั้งนี้เนื่องจากทักษะการคิดของผู้เรียนเป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการศึกษาเพื่อให้สอดรับกับนโยบายการปฏิรูปการศึกษา โดยเฉพาะการเรียนสาขาคอมพิวเตอร์ที่ต้องทำการแก้ไขโจทย์ปัญหาที่เป็นนามธรรม และมีความซับซ้อน ต้องอาศัยทักษะการคิดเชิงตรรกะสูง ดังนั้นผู้วิจัยได้สังเคราะห์ข้อมูลจาก งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 18 ท่าน โดยใช้เทคนิคการวิจัยแบบ EDFR สรุปผลจากการดำเนินการในขั้นแรกได้ว่า รูปแบบของขั้นตอนของการคิดเชิงตรรกะสำหรับนักเรียนสาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา กรอบแนวคิดของระบบแนะนำผู้เรียนแบบปรับเปลี่ยนได้ รูปแบบการให้คำแนะนำแบบปรับเปลี่ยนได้ และรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้วิจัยจะได้กรอบแนวคิดที่ได้ไปพัฒนาระบบในขั้นตอนต่อไป

คำสำคัญ: การคิดเชิงตรรกะ การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ระบบแนะนำแบบปรับเปลี่ยนได้ ระดับพัฒนาการด้านการคิด

Abstract

The purpose of this paper is to present a conceptual framework of adaptive coaching model for enhancing the logical thinking model in problem-based learning. Because the thinking skills of students are extremely important in education management in response to the policy of educational reform. Especially, to learn in computer that uses the higher logical thinking skills to solve the abstract and complex problems. The research processes are synthesizing the data from concerned document and research, interviewing 18 experts using EDFR techniques. The results of this phase are logical thinking model for computer education students, conceptual framework of adaptive coaching system, adaptive coaching models, and problem-based learning model via internet. The next phase of this research will develop the system using this conceptual framework.

Keyword: Logical Thinking, Problem-Based Learning, Adaptive Coaching, Cognitive Development.

1. บทนำ

ปัจจุบันสังคมโลกมีการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ในอัตราที่รวดเร็วมากและมีปัญหาใหม่ๆ เกิดขึ้นตลอดเวลา การจัดการศึกษาจึงต้องเป็นพลวัตร [2] ซึ่งสอดคล้องกับ จารุณี [1] ที่กล่าวไว้ว่า กลไกพื้นฐานในการพัฒนาคนที่สำคัญ ก็คือการศึกษา โดยการศึกษาจะต้องพัฒนาคนให้มีคุณภาพ คิดเป็นทำเป็นและมีวิธีคิดอย่างมีเหตุผล กระบวนทัศน์ทางการศึกษาที่เปลี่ยนแปลงในสังคมโลกและแนวการจัดการศึกษาของประเทศไทยตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 โดยเฉพาะในมาตรา 24 ที่กล่าวถึงการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน รวมทั้งฝึกทักษะกระบวนการคิด การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา

อย่างไรก็ตาม กระบวนการเรียนการสอนปัจจุบันไม่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาในด้านการคิดวิเคราะห์ การแสดงความคิดเห็นและการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนขาดคุณลักษณะช่างสงสัย และใฝ่หาคำตอบ ดังเช่นจากงานวิจัยของ Widia [9] ได้พบว่านักเรียนมีความเฉื่อยชาในการแก้ปัญหาและขาดทักษะด้านการคิด ซึ่งปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจนในทุกระดับการศึกษา การสอนแบบท่องจำยังเป็นวิธีการยับยั้งกระบวนการคิดของเด็ก การพัฒนาสติปัญญาของผู้เรียนยังทำได้ในขอบเขตจำกัดและยังไปไม่ถึงเป้าหมายสูงสุดที่ต้องการโดยเฉพาะในด้านความคิดและเหตุผล ดังนั้น เมื่อมีนโยบายการปฏิรูปการศึกษาเกิดขึ้น การมุ่งเน้นการปฏิรูปการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพด้านกระบวนการคิด จึงนับเป็นกระบวนการที่สำคัญที่จำเป็นต้องเร่งปรับปรุง และพัฒนาอย่างจริงจัง [3]

จากกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ระดับปริญญาตรีสาขาคอมพิวเตอร์ [5] ได้ระบุคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ไว้ว่า ผู้เรียนต้องคิดเป็น ทำเป็น และเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบและเหมาะสม ในด้านความรู้ ผู้เรียนต้องมีความรู้ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา เข้าใจและอธิบายความต้องการทางคอมพิวเตอร์ รวมทั้งประยุกต์ความรู้ ทักษะ และการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับการแก้ไขปัญหา เนื่องจากสาขาคอมพิวเตอร์เป็นศาสตร์ที่มีความหลากหลายและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ครอบคลุมทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติตั้งแต่ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ เครือข่าย ข้อมูล และบุคลากรด้านคอมพิวเตอร์ ซึ่งต้องประสมประสานศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อให้มีหลักการและกรอบปฏิบัติในการพัฒนาคอมพิวเตอร์ที่เป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาด้านต่างๆ [5] และในการเรียนสาขาคอมพิวเตอร์ลักษณะเนื้อหาส่วนใหญ่จะประกอบด้วยโจทย์ปัญหาที่เป็นนามธรรมและมีความซับซ้อนค่อนข้างสูง นักศึกษาต้องสามารถแก้ไขปัญหาได้โดยการนึกคิดภายใน ซึ่งทักษะการคิดที่มีความจำเป็นในกระบวนการแก้ไขปัญหาดังกล่าว คือการคิดเชิงตรรกะ (Logical Thinking) เนื่องจากการคิดเชิงตรรกะเป็นการคิดแบบมีเหตุมีผล ใช้หลักของเหตุและผลในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ มักจะคิดโดยใช้สัญลักษณ์ มีระบบระเบียบในการคิด สามารถแยกแยะสิ่งต่างๆ ให้เห็นชัดเจน เข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ง่าย [4]

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงตระหนักถึงความสำคัญ ที่จะพัฒนารูปแบบการแนะนำผู้เรียนแบบปรับเปลี่ยนได้ โดยระบบแนะนำผู้เรียนแบบปรับเปลี่ยนได้ (Adaptive Coaching System) นี้เป็นระบบที่ทำการวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อที่จะให้คำแนะนำกระตุ้นการคิดเชิงตรรกะ หรือผลสะท้อนกลับแก่ผู้เรียนแต่ละคนได้ตรงตามระดับพัฒนาการด้านความคิด และระดับความสามารถของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยวัตถุประสงค์ของบทความนี้ผู้วิจัยจะได้นำเสนอกรอบแนวคิดที่ได้จากการสังเคราะห์เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ในสาขาที่เกี่ยวข้องจำนวน 18 ท่าน โดยใช้เทคนิค EDFR เพื่อจะนำผลที่ได้ไปพัฒนาระบบในขั้นตอนต่อไป

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การคิดเชิงตรรกะ (Logical Thinking) เป็นทักษะที่กำหนดไว้ในขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม (Formal Operational Stage) ในทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาและความนึกคิดของเพียร์เจย์ (Piaget's Cognitive Development) ที่กล่าวไว้ว่า ด้วยการคิดเชิงตรรกะนี้ผู้เรียนจะสามารถแก้ปัญหาได้โดยการนึกคิดภายในหรือสรุปเหตุผลอย่างเป็นระบบ

สามารถสรุปเหตุผลนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลตามหลักตรรกศาสตร์ สามารถคิดสมมุติฐานหรือความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ต่างๆ อย่างสมเหตุสมผลและสรุปเกณฑ์จากการตรวจสอบสมมติฐานที่กำหนดขึ้นด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์

โดยเพียเจท์ได้เสนอพัฒนาการเรียนรู้ของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนสู่วัยผู้ใหญ่ โดยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ

1. ระยะใช้ประสาทสัมผัส (Sensory-organs stage) เป็นการพัฒนาของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี ในวัยนี้เด็กจะเริ่มพัฒนาการรับรู้โดยใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ ตลอดจนเริ่มมีการพัฒนาการใช้อวัยวะให้สามารถทำงานเบื้องต้นได้ เช่น ฝึกใช้มือหยิบจับสิ่งของต่าง ๆ ฝึกการได้ยินและการมอง ฝึกเดิน ยืน ฝึกพูดและโต้ตอบ การพัฒนาเหล่านี้จัดเป็นการพัฒนาที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาขั้นต่อไป เด็กในวัยนี้จึงเรียนรู้โดยการได้หยิบ จับ สัมผัสกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว

2. ระยะควบคุมอวัยวะต่าง ๆ (Preoperational stage) เป็นการพัฒนาในช่วงอายุ 2 ปี จนถึง 7 ปี เด็กวัยนี้จะเริ่มพัฒนาร่างกายอย่างเป็นระบบมากขึ้น มีการพัฒนาของสมองเพื่อใช้ควบคุมการพัฒนาลักษณะนิสัย เช่น นิสัยการขับถ่าย มีการฝึกใช้อวัยวะต่าง ๆ ให้มีความสัมพันธ์กันภายใต้การควบคุมของสมองและเชื่อมโยงกับสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมที่เด็กได้สัมผัส เช่น การเล่นกีฬา การขี่จักรยาน การเล่นล้อเลื่อน

3. ระยะที่คิดอย่างเป็นรูปธรรม (Concrete-operational stage) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 7 ปี ถึง 11 ปี เด็กช่วงนี้จะมีการพัฒนาสมองมากขึ้นอย่างรวดเร็ว จนสามารถเรียนรู้และจำแนกสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ แต่จะยังไม่สามารถสร้างจินตนาการกับเรื่องราวที่เป็นนามธรรมได้ เด็กในวัยนี้จึงสามารถเล่นสิ่งของที่เป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี แต่ไม่สามารถเรียนรู้เรื่องราวที่เป็นนามธรรมได้ เช่น โครงสร้างอะตอม การถ่ายทอดทางพันธุกรรม

4. ระยะที่คิดอย่างเป็นนามธรรม (Formal-operational stage) เป็นพัฒนาการในช่วงสุดท้ายของเด็กอายุประมาณ 12 – 15 ปี ก่อนจะเป็นผู้ใหญ่ เด็กในช่วงนี้สามารถคิดอย่างเป็นเหตุผลและคิดในสิ่งที่ซับซ้อนอย่างเป็นนามธรรมได้มากขึ้น เมื่อเด็กพัฒนาได้อย่างเต็มที่แล้ว จะสามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและแก้ปัญหาได้อย่างดี จนพร้อมที่จะเป็นผู้ใหญ่ที่มีวุฒิภาวะต่อไป

ในงานวิจัยนี้เน้นศึกษาพัฒนาการด้านสติปัญญาขั้น Formal operational ซึ่งเข้ากับบริบทที่ทำการศึกษา คือ นักศึกษาที่ศึกษาในระดับอุดมศึกษา

2.1.2 การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เป็นการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล ผู้เรียนจะสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบท (Context) ของการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาด้วย การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและทักษะการแก้ไขปัญหาเป็นหลัก (Problem solving skill) ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ และในการเรียนเป็นกลุ่มย่อย ผู้เรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นร่วมกันกับเพื่อนๆ เป็นการเรียนที่ท้าทายและสนุกสนาน โดยกลไกพื้นฐานในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานประกอบด้วย 3 ประการ คือ

1. Problem-Based Learning คือ ขบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนใช้ “ปัญหา” เป็นหลัก ในการแสวงหาความรู้ด้วยกลวิธีหาข้อมูลเพื่อพิสูจน์สมมติฐานอันเป็นการแก้ปัญหานั้นๆ โดยผู้เรียนจะต้องนำปัญหาเชื่อมโยงกับความรู้เดิม, ความคิดที่มีเหตุมีผล และมีการแสวงการความรู้ใหม่ๆ

2. Self-directed Learning คือ ขบวนการเรียนรู้ ที่ให้ผู้เรียนมีเสรีภาพในการใช้ความรู้ความสามารถในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

3. Small-group Learning หรือ Collaborative Learning คือ การเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นเป็นทีม และยอมรับประโยชน์ของการทำงานร่วมกันให้ค้นคว้าหาแนวความคิดใหม่ๆ

2.1.3 ทฤษฎีการฝึกหัดทางปัญญา (Cognitive apprenticeship) การฝึกหัดทางปัญญาเป็นทฤษฎีที่คิดขึ้นโดย Collins ในปี 1989 ซึ่งประกอบด้วย 6 วิธีการสอน ซึ่งสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

1. Modeling, Coaching, Scaffolding : เป็นวิธีการสอนที่ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยผู้เรียนให้ได้เรียนรู้ทักษะด้านสติปัญญาและ metcognitive ผ่านการสังเกตและการสนับสนุนการปฏิบัติ ฝึกหัด

2. Articulation, Reflection: เป็นวิธีการสอนที่ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยผู้เรียนให้สามารถควบคุมกลยุทธ์การแก้ไขปัญหาของผู้เรียนได้เอง

3. Exploration: เป็นวิธีการสอนที่มุ่งกระตุ้นผู้เรียนให้ได้คิดวิธีแก้ไขปัญหาด้วยตัวผู้เรียนเอง

การแนะนำ (Coaching) เป็นเทคนิคการฝึกความคิด (Cognitive apprenticeship) อย่างหนึ่ง ซึ่งผู้สอนจะสังเกตผู้เรียนในขณะทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ โดยมีการบอกใบ้ (Hint) การช่วยเตือนความจำ (Reminder) และการให้ผลตอบกลับ (Feedback) เมื่อนักเรียนต้องการ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทวี [2] ได้ศึกษาตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่าความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์

Suleyman [10] ได้ใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) มาศึกษาทักษะการคิดเชิงตรรกะของผู้เรียน ผลปรากฏว่าวิธีการสอนแบบ PBL ได้ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงตรรกะของผู้เรียนเนื่องจากผู้วิจัยได้พบว่าวิธีการสอนแบบ PBL เป็นเหมือนศูนย์กลางการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนจะเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของภาพรวมทางตรรกะได้เป็นอย่างดี และจะแก้ไขปัญหาได้อย่างง่ายดายโดยการถ่ายโยงระหว่างความรู้เก่าและความรู้ที่เพิ่มขึ้นในกระบวนการเรียนรู้ อีกทั้งยังสนับสนุนให้เกิดทักษะการคิดเชิงตรรกะอีกด้วย

H. Chad Lane and Kurt VanLehn [8] ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยการพัฒนาระบบช่วยสอนอัจฉริยะ แบบ Dialogue-Based ที่เรียกว่า Pseudo code Tutor เพื่อใช้สนับสนุนการแนะนำการวางแผนการเขียนโปรแกรมที่มีวัตถุประสงค์ที่จะช่วยผู้เริ่มต้นเขียนโปรแกรม ให้สามารถแก้ปัญหาและสร้างรูปแบบการเขียน Pseudo code โดยได้ทดลองใช้กับผู้เรียนที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา Programming แห่งมหาวิทยาลัย Pittsburgh และทำการเปรียบเทียบผลการเขียนโปรแกรมระหว่างกลุ่มที่ได้รับการแนะนำการวางแผนการเขียนโปรแกรมและกลุ่มที่ไม่ได้รับการแนะนำการวางแผนการเขียนโปรแกรม ผลปรากฏว่ากลุ่มที่ได้รับการแนะนำการวางแผนการเขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมได้มีประสิทธิภาพมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการแนะนำการวางแผน

การเขียนโปรแกรม

Agnes [7] ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงตรรกะ (Logical Thinking) ของเด็กในรายวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และผลการวิจัยพบว่าการเขียนอัลกอริทึมในคอมพิวเตอร์เป็นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นตรรกะที่ซับซ้อนจึงส่งผลให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนได้เป็นอย่างดี และยังพบอีกว่าขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในขั้นตอนการแก้ไขปัญหาที่ใช้ “if” “for” และ “while” จะสามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนา Logical Thinking ได้

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการระบบ (System Approach) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการวิเคราะห์ การศึกษากรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี และศึกษาสภาพปัญหาและบริบทที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย แล้วรวบรวม สรุปผลและเขียนกรอบแนวคิดในการวิจัย

2. ขั้นการออกแบบ นำกรอบแนวคิดในการวิจัยที่ได้จากการวิเคราะห์มากำหนดรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวกับรูปแบบเพื่อกำหนดเป็นคุณลักษณะ รายละเอียดและแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อดำเนินการด้วยเทคนิค EDFR

3. ขั้นการพัฒนา แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

- การพัฒนารูปแบบการแนะนำแบบปรับเปลี่ยนได้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงตรรกะในการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยการสังเคราะห์ด้วยเทคนิค EDFR และตรวจสอบรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ
- การพัฒนาระบบการแนะนำแบบปรับเปลี่ยนได้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงตรรกะในการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
- การพัฒนาบทเรียนตามรูปแบบการแนะนำแบบปรับเปลี่ยนได้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงตรรกะในการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่พัฒนาขึ้น

4. ขั้นการทดลองใช้ นำระบบบทเรียนที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ในบริบทจริง และศึกษาผลของการใช้รูปแบบ และเก็บข้อมูล

5. ขั้นการประเมินผล นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์และสรุปผลข้อมูล พร้อมทั้งเผยแพร่งานวิจัยที่ได้

4. ผลการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้อยู่ในขั้นตอนแรก คือการสังเคราะห์โมเดลโดยใช้เทคนิค EDFR ซึ่งอยู่ในช่วงของแบบสอบถามรอบที่ 2 โดยได้ข้อสรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจากการสัมภาษณ์ในรอบแรกเป็นกรอบแนวคิดได้ดังนี้

4.1 ความสามารถในการคิดเชิงตรรกะที่จำเป็นในการพัฒนาให้เกิดขึ้นสำหรับนักศึกษาที่เรียนในรายวิชาภาษาคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา มีองค์ประกอบและมีนิยามดังนี้

1. การใช้เหตุผลในการตั้งสมมุติฐาน (Hypothetical Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการหาคำตอบหรือคาดคะเนในการหาเหตุผลหรือหาแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยการตั้งสมมุติฐานหาข้อมูลมาประกอบเพื่อพิสูจน์สมมุติฐานนั้น วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มา แล้วจึงลงความเห็นว่าควรเชื่อหรือไม่

2. การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน (Proportional Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน 2 จำนวน ที่เป็นสัดส่วนกัน

3. การควบคุมตัวแปร (Controlling of Variables) หมายถึง ความสามารถในการแยกตัวแปรหรือตัวประกอบตัวหนึ่งออกจากตัวแปรอื่นๆ และพิจารณาผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

4. การให้เหตุผลด้านการนำมารวมกัน (Combinatorial Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาอย่างเป็นระบบ โดยรวบรวมตัวประกอบหรือเหตุผลที่อาจเป็นไปได้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

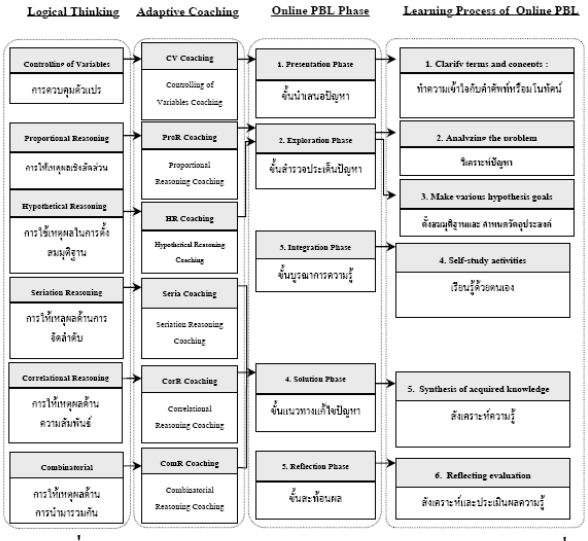
5. การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ (Correlational Reasoning) หมายถึง เป็นความสามารถด้านวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ซึ่งต้องวิเคราะห์คำถามและความสัมพันธ์แล้วขยายหลักการนั้นออกไปสู่สิ่งอื่น ที่มีความสัมพันธ์ลักษณะเดียวกัน

6. การให้เหตุผลด้านการจัดลำดับ (Seriation Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการจัดลำดับความสำคัญของโครงสร้างหรือสัญลักษณ์ต่างๆ แสดงดังภาพที่ 1

4.2 ระบบแนะนำผู้เรียนแบบปรับเปลี่ยนได้ (Adaptive Coaching) จะเข้าให้คำแนะนำผู้เรียนโดยตรวจจับจากพฤติกรรมในขณะที่เรียนบนระบบเครือข่าย (พฤติกรรมการใช้เมาส์บนหน้าจอ, พฤติกรรมการขอความช่วยเหลือบนระบบ) พิจารณารวมกับข้อมูลส่วนตัวของผู้เรียนแต่ละคน (ข้อมูลส่วนตัว, คะแนนจากแบบทดสอบ)โดยระบบจะมีส่วนที่ประเมินระดับพัฒนาการด้านคิดของผู้เรียนแต่ละคนเพื่อที่ระบบจะได้ให้คำแนะนำได้ตรงตามความต้องการหรือตามทักษะการคิดเชิงตรรกะในด้านที่ขาดไปของผู้เรียน ดังนั้นระบบแนะนำผู้เรียนแบบปรับเปลี่ยนได้จึงให้คำแนะนำตามทักษะการคิดเชิงตรรกะ แสดงดังภาพที่ 1

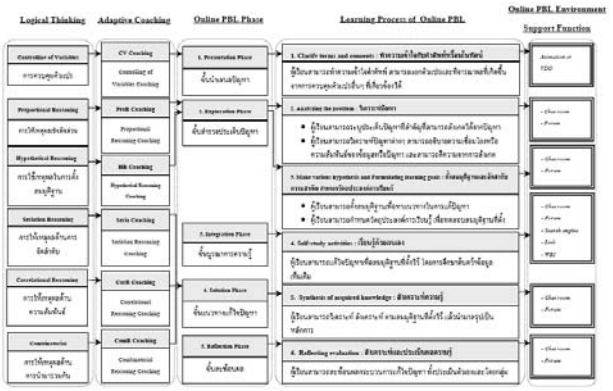
4.3 กระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ผ่านระบบเครือข่าย ประกอบด้วยขั้นตอนหลักๆ 5 ขั้น และในแต่ละขั้นผู้เรียนจะเกิดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Solving Process) เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดเชิงตรรกะ (Logical Thinking) ผ่านระบบเครือข่าย แสดงดังภาพที่ 1

4.4 การให้คำแนะนำผู้เรียนแบบปรับเปลี่ยนได้ (Adaptive Coaching)ในการเรียนสาขาคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ Online PBL มีลักษณะแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการแนะนำผู้เรียนแบบปรับได้ที่ให้คำแนะนำผู้เรียนเพื่อเพิ่มทักษะการคิดเชิงตรรกะโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านระบบเครือข่าย

4.5 ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Solving Process) ผ่านระบบเครือข่าย ระบบที่พัฒนาขึ้นควรมีเครื่องมือสนับสนุนหรือสิ่งอำนวยความสะดวกต่อกิจกรรมการเรียนการสอน สำหรับ Model แสดงได้ดังภาพที่ 2 ซึ่งได้แสดงให้เห็นทั้งกรอบแนวคิด



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดรูปแบบการแนะนำผู้เรียนแบบปรับเปลี่ยนได้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงตรรกะในการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

5. บทสรุป

จากการเก็บรวบรวมและการสังเคราะห์ข้อมูล จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทำให้ได้กรอบแนวคิดของรูปแบบการแนะนำผู้เรียนแบบปรับเปลี่ยนได้ เพื่อที่จะให้คำแนะนำกระตุ้นการคิดเชิงตรรกะโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านระบบเครือข่าย โดยผลที่ได้จากขั้นตอนนี้ทำให้ได้กรอบการคิดเชิงตรรกะสำหรับนักศึกษาในระดับอุดมศึกษาสาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา รวมทั้งกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านระบบเครือข่าย เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานนี้สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงตรรกะได้ และจากกรอบการคิดเชิงตรรกะที่ได้ส่งผลให้ได้กรอบแนวคิดที่จะนำไปพัฒนาระบบแนะนำผู้เรียนแบบปรับเปลี่ยนได้ (Adaptive Coaching) เพื่อที่จะให้คำแนะนำหรือผลสะท้อนกลับแก่ผู้เรียนแต่ละคนได้ตรงตามระดับพัฒนาการด้านความคิด และระดับความสามารถของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกลไกการทำงานของระบบแนะนำผู้เรียนแบบปรับเปลี่ยนได้ รวมทั้งพฤติกรรมของผู้เรียนเมื่อต้องการคำแนะนำนั้น ผู้วิจัยจะนำเสนอในโอกาสต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

[1] จารุณี ชามาตย์. การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552.

[2] ทวี เวียงนนท์. ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2548.

[3] ทิศนา แขมมณี และคณะ. วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ : บริษัทเดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2544.

[4] ทิศนา แขมมณี. ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

[5] สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ระดับปริญญาตรีสาขาคอมพิวเตอร์. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2552.

[6] สุมาลี ชัยเจริญ. เทคโนโลยีการศึกษาและการพัฒนาระบบการสอน. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548

[7] Agnes A. Logic via Computer Programming. Annual International Conference on Technology in Collegiate Mathematics (12th, San Francisco, CA, November 4-7, 1999), 1999.

[8] H. Chad Lane and Kurt VanLehn. Coached Program Planning. Learning Research and Development Center University of Pittsburgh, 2005.

[9] Soerjaningsih, W. Student Outcomes, Learning Environment, Logical Thinking and Motivation Among Computing Students in an Indonesian University. Available from:http://espace.library.curtin.edu.au:1802, 2001.

[10] YAMAN, S. Effectiveness on Development of Logical Thinking Skills of Problem Based Learning Skills in Science Teaching. OMU Amasya Education Faculty, Dept. of Primary Sci. Edu., Amasya, 2005.

การศึกษาสภาพปัญหาการผลิตบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

The Study of the Academic Process Problem at the Department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology

[1]นำโชค วัฒนานัย, [2]อาคม ลักษณะสกุล, [3]พูลศักดิ์ โกยียาภรณ์ และ [4]มงคล หวังสถิตย์วงษ์

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนนพิบูลสงคราม แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

E-mail: [1]numchoke_ gob@hotmail.com, [2]luksanasakul@hotmail.com, [3]pks@kmutnb.ac.th, *[4]mww@ kmutnb.ac.th*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอผลการศึกษาสภาพปัญหาการผลิตบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพบัณฑิต ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้าชั้นปีที่ 1 และศิษย์เก่า โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่า ผลการเรียนวิชาคำนวณมีแนวโน้มต่ำลง อันเนื่องจากพฤติกรรมการเรียน ปัจจัยในด้านการเรียนการสอนและวิธีการสอน รวมถึงทัศนคติในการเลือกเข้าศึกษาต่อในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ทำให้มีผลต่อความสนใจเรียนของกลุ่มตัวอย่าง ปัญหาในด้านหลักสูตรพบว่า จำนวนหน่วยกิตวิชาการศึกษาและวิชาปฏิบัติมีน้อยเมื่อเทียบกับหลักสูตรอื่นที่เกี่ยวข้อง ด้านความสอดคล้องกับความต้องการใช้งานบัณฑิตพบว่า หลักสูตรที่ทำการศึกษานี้เป็นหลักสูตร 4 ปีที่เน้นการเรียนทฤษฎีในด้านวิศวกรรม ซึ่งไม่สอดคล้องกับความต้องการใช้งานบัณฑิตที่เน้นพื้นฐานความรู้ที่จำเป็นต่อการทำงานรวมถึงทักษะทางด้านภาษา

คำสำคัญ: ปัญหาการจัดการศึกษา, ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

Abstract

This paper presents a study of the academic process problem at the Department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology. The study outcome is subjected to serve as guidelines for quality development of academic process. The data for analysis procedure are purposive sampling collected from freshmen and alumni. The main research tool is in the form of questionnaire. The results show that the learning outcome of some basic classes such as Mathematics, Physics and Chemistry are continuously decreased every year. It is consistent with the learning behavior, teaching methods, including students' attitude in program selection at the first place. For curriculum perspective, education related classes and engineering practice subjects are having lower credits compared with other related programs. For employment consistency perspective, the four-year curriculum mainly focuses on engineering theory which does not match the needs of employment focusing on basic knowledge necessary for work as well as language skills.

Keyword: Academic Problem, Technical Education

1.บทนำ

หลักสูตร (Curriculum) คือ แผนการจัดประสบการณ์ของสถานศึกษาที่จัดให้กับผู้เรียน ภัค [2] กล่าวว่า "หลักสูตรเป็นแนวทางที่จัดทำขึ้นสำหรับการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนจะดำเนินการจัดการเรียนการสอน โดยอาศัยแนวทางที่กำหนดไว้ในหลักสูตร" หลักสูตรจึงเป็นเครื่องชี้นำแนวทางในการจัดการศึกษา เพราะการศึกษาที่ดีมีการจัดการอย่างเป็นระบบ จะเป็นรากฐานของการพัฒนาประเทศ

การจัดการหลักสูตร จึงเป็นกระบวนการที่ก่อให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ ตามนโยบายหรือแผนการจัดประสบการณ์สำหรับผู้เรียน ซึ่งสถานศึกษาจัดขึ้นและดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอนตามนโยบายเพื่อให้บรรลุจุดหมายของหลักสูตร

หลักสูตรของภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีปรัชญาการศึกษาที่จะผลิตบัณฑิตสายครูช่าง ให้มีความรู้และทักษะในการถ่ายทอดเทคโนโลยี ทางวิศวกรรมไฟฟ้า สามารถวิเคราะห์ ออกแบบ วางแผน บริหารและจัดการงานด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและการศึกษาได้ บัณฑิตต้องปฏิบัติงานอย่างมีระเบียบวินัยและมีจรรยาบรรณในวิชาชีพ

บัณฑิตจะเป็นที่ยอมรับและเป็นที่ต้องการของสถานประกอบการได้นั้น จะต้องเป็นผู้ที่มีคุณภาพ คือ มีความรู้ทักษะและเจตคติที่เกิดจากประสบการณ์ต่างๆที่หลักสูตรได้กำหนดไว้ คุณภาพของบัณฑิตจึงขึ้นอยู่กับหลักสูตรรวมทั้งปัจจัยสนับสนุนต่างๆ แต่สภาพการศึกษาปัจจุบันพบว่านักศึกษามีปัญหาผลการเรียนในเกณฑ์ต่ำ มีปริมาณการถอนวิชาเรียนหรือพ้นสภาพการศึกษาจำนวนมาก ทำให้มีผลต่อการเรียนในระดับชั้นปีที่สูงขึ้น และผลต่อการบริหารจัดการของภาควิชาได้

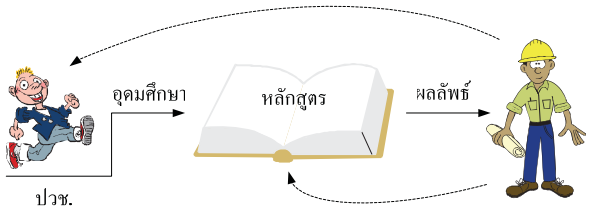
ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาสภาพปัญหาการผลิตบัณฑิตของภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มจพ. ตลอดจนองค์ประกอบต่างๆที่ส่งผลต่อการเรียนของนักศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพบัณฑิตให้มีประสิทธิภาพตรงตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร การบริหารจัดการหลักสูตรของภาควิชา และความต้องการของตลาดแรงงาน

2.วิธีการดำเนินงาน

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive Research) ที่มุ่งศึกษาถึงสภาพปัจจุบันของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มจพ. เพื่อศึกษาสภาพปัญหาการผลิตบัณฑิต

กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มแบบเจาะจง เป็นนักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประกอบด้วยนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 66 คน และศิษย์เก่าจำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบถาม

ข้อมูลที่ศึกษาประกอบด้วย 1) ปัญหาในด้านนักศึกษาประกอบด้วย เกรดเฉลี่ยสะสมระดับ ปวช. พฤติกรรมการทำการบ้าน เจตคติต่อภาควิชา 2) ปัญหาด้านหลักสูตรประกอบด้วย การสำรวจข้อมูลด้านหน่วยกิตกลุ่มวิชาศึกษาและกลุ่มวิชาวิศวกรรม จำนวนวิชาทฤษฎีและปฏิบัติ ในคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์เปรียบเทียบกับคณะวิศวกรรมศาสตร์ และ 3) ข้อมูลจากศิษย์เก่า ประกอบด้วยคุณภาพบัณฑิต การปรับปรุงหลักสูตร คุณสมบัติผู้เข้าเรียนในภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จุดแข็งและจุดอ่อนของภาควิชาในมุมมองของศิษย์เก่า



ภาพที่ 1 แนวคิดการศึกษาสภาพปัญหาการผลิตบัณฑิต

ผู้วิจัยได้กำหนดแนวคิดของการศึกษาสภาพปัญหาการผลิตบัณฑิต ดังภาพที่ 1 ประกอบด้วยปัจจัยนำเข้าซึ่งเป็นนักศึกษาระดับอาชีวศึกษา ที่มีพื้นฐานความรู้ระดับหนึ่ง แล้วต่อยอดการศึกษาในระดับอุดมศึกษา เข้ามาในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ผ่านกระบวนการจัดกิจกรรม สำเร็จเป็นบัณฑิตของภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า ได้

งานทำเป็นปัจจัยด้านผลลัพธ์ของการผลิตบัณฑิตครุศาสตร์ไฟฟ้า

3. ผลการดำเนินงาน

การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาการผลิตบัณฑิตซึ่งประกอบไปด้วยด้านต่างๆดังนี้

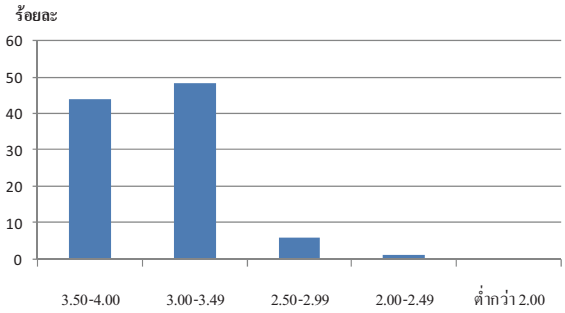
3.1 ด้านสภาพปัญหาของนักศึกษา

ผู้วิจัยได้สำรวจข้อมูล เกรดเฉลี่ยสะสมระดับ ปวช. พบว่าส่วนใหญ่มีเกรดสะสมตอนเรียน ปวช. ในระดับ 3.00 ขึ้นไป ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการเรียนวิชาคำนวณในระดับปริญญาตรีที่มีแนวโน้มที่ต่ำลงและถอนวิชาจำนวนมาก ซึ่งปัญหาเหล่านี้มิได้เกิดขึ้นเฉพาะกลุ่มตัวอย่าง ปีการศึกษา 2552 นี้เท่านั้น แต่ได้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องมานานแล้วและอาจจะส่งผลรุนแรงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หากยังไม่ได้ทำการแก้ไข

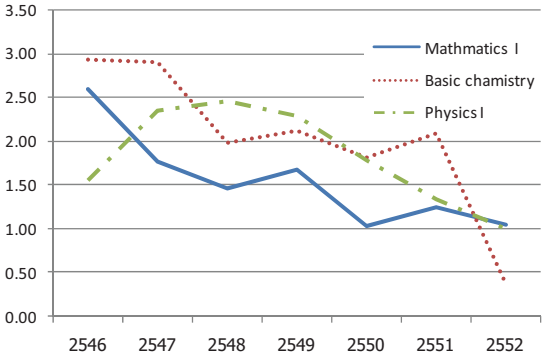
ผลการสำรวจพฤติกรรมการทำการบ้านวิชาคำนวณของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง พบว่า ร้อยละ 57.58 มีลักษณะนิสัยการทำการบ้างด้วยตนเองครึ่งหนึ่งและลอกผู้อื่นครึ่งหนึ่งของจำนวนการบ้านทั้งหมด

จากข้อคำถามแบบปลายเปิด กลุ่มตัวอย่างให้ความคิดเห็นดังนี้ คือ “การใช้ชีวิตในมหาวิทยาลัยแบบสบายๆจึงไม่ค่อยมีเวลาทบทวนบทเรียน ขยันน้อยเกินไป เข้าใจอะไรยาก ภาษาอังกฤษไม่ดี ไม่ชอบการสอบแบบบรรยายหรือทฤษฎี มีวิชาปฏิบัติน้อยเกินไป วิชาคณิตศาสตร์และเคมียาก เตรียมตัวสอบไม่ดี ปรับตัวเรื่องการสอบยังไม่ได้ เรียนหนักเพราะแข่งกับกลุ่มนักศึกษาสายสามัญโดยเฉพาะวิชาสายสามัญเนื่องจากเรียนมาจาก ปวช. ความรู้พื้นฐานน้อยมาก วิชาพื้นฐานไม่แน่น ไม่ค่อยได้ติวกับเพื่อน แบ่งเวลาไม่เป็น อาจารย์บางท่านสอนไวและไม่สนใจนักศึกษา ไม่กล้าเข้าหาอาจารย์เมื่อไม่เข้าใจเลยปล่อยผ่าน ติดนิสัยสมัยเรียน ปวช.”

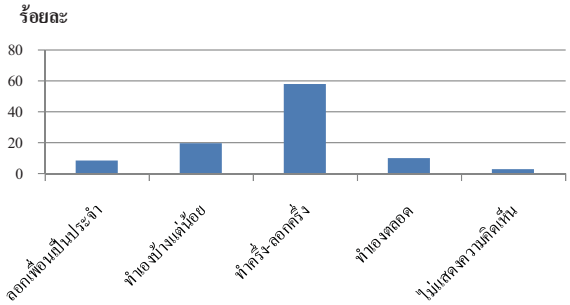
ทางด้านทัศนคติในการเลือกคณะเพื่อเข้าศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 28.79 เลือกเข้าสอบด้วยตนเองและร้อยละ 71.21 เป็นนักศึกษาโควต้า สำหรับเหตุผลการเลือกเข้าศึกษาประกอบด้วย “ความเชื่อถือในคณะครุศาสตร์ฯ มจพ. เพราะเปิดมายาวนาน เลือกครุศาสตร์ฯเพราะคิดว่ามีอะไรให้น่าศึกษาอยากรู้เกี่ยวกับการสอนหนังสือ อยากเรียนวิชาที่สอนแนวคิดมากกว่าศาสตร์ทางด้านวิศวกรรมเพียงอย่างเดียว ค่าเล่าเรียนไม่สูง”



ภาพที่ 2 เกรดเฉลี่ยสะสมระดับ ปวช. ของกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 3 คะแนนเฉลี่ยรายวิชาของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 แต่ละปีการศึกษา



ภาพที่ 4 : พฤติกรรมการทำการบ้านวิชาคำนวณ

3.2 ด้านสภาพปัญหาของหลักสูตร

ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบหลักสูตรครุศาสตร์และศึกษาศาสตร์ พบว่า หลักสูตรครุศาสตร์ไฟฟ้าที่ได้ทำการศึกษานี้ มีหน่วยกิตรวมและหน่วยกิตในกลุ่มวิชาการศึกษาน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับหลักสูตรในสาขาศึกษาศาสตร์ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับคณะวิศวกรรมศาสตร์ พบว่าหลักสูตรที่ได้ทำการศึกษานี้ มีหน่วย

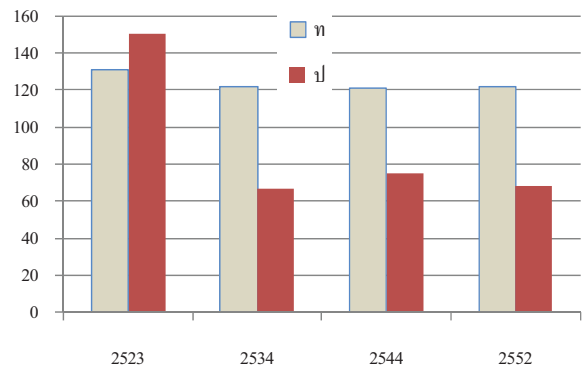
กิตรวมและหน่วยกิตในกลุ่มวิชาเฉพาะใกล้เคียงกับหลักสูตรที่ทำการเปรียบเทียบดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบหลักสูตรคณะวิศวกรรมศาสตร์และคณะศึกษาศาสตร์

ชื่อหลักสูตร	หน่วยกิตรวม	กลุ่มวิชาการศึกษา	กลุ่มวิชาแกน,กลุ่มวิชาเอกบังคับ,กลุ่มวิชาทางวิศวกรรม	กลุ่มวิชาเฉพาะด้าน
คณะครุศาสตร์, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, คณะศึกษาศาสตร์				
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต หลักสูตรปรับปรุง 2544 (มจพ.)	150	30	38	41
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต หลักสูตรปรับปรุง 2552 (มจพ.)	149	24	65	24
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (มจธ.)	164	51	77	35
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ((แผนการเรียนสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป)	172	58	27	50
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร หลักสูตรปรับปรุง 2551	161	50	63	ไม่มีข้อมูล
คณะวิศวกรรมศาสตร์				
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต หลักสูตรปรับปรุง 2551 (มจพ.)	155	-	73	46
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสารและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรปรับปรุง 2552 (มจธ.)	149	-	89	22
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า หลักสูตรปรับปรุง 2552 (มจธ.)	151	-	96	18

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบจำนวนวิชาทฤษฎีและปฏิบัติในหลักสูตร

กลุ่มวิชา	ครุศาสตร์ฯ มจพ. ปรับปรุง ปี 2544			ครุศาสตร์ฯ มจพ. ปรับปรุง ปี 2552			วิศวกรรมฯ มจพ. ปรับปรุง ปี 2551		
	(ท-ป)	(ป-ท)	(ท-ป)	(ท-ป)	(ป-ท)	(ท-ป)	(ท-ป)	(ป-ท)	(ท-ป)
กลุ่มวิชาแกน , กลุ่มวิชาบังคับร่วม	9	6	1	16	12	1	17	9	2
กลุ่มวิชาการศึกษา	10	2	11	7	3	6	-	-	-
กลุ่มวิชาเฉพาะด้าน(แขนงวิชาไฟฟ้ากำลัง)	19	7	1	19	5	0	28	4	0
กลุ่มวิชาเฉพาะด้าน(แขนงวิชาระบบควบคุมฯ)	14	4	2	19	3	0	27	4	
กลุ่มวิชาเฉพาะด้าน(แขนงวิชาอิเล็กทรอนิกส์)	24	4	4	20	4	1	-	-	-
กลุ่มวิชาเฉพาะด้าน(แขนงวิชาโทรคมนาคม)	23	4	4	20	3	0	20	0	2



ภาพที่ 5 สัดส่วนวิชาทฤษฎีและปฏิบัติในช่วงสี่ทศวรรษ

จากข้อมูลจำนวนวิชาทฤษฎี/ปฏิบัติ (ท-ป) เปรียบเทียบกันระหว่างหลักสูตรที่ได้ทำการศึกษา (หลักสูตรปี 2552) กับหลักสูตรเก่าในปี 2544 พบว่าในกลุ่มวิชาการศึกษาและกลุ่มวิชาเฉพาะด้านของหลักสูตรปี 2552 มีน้อยกว่าปี 2544 เมื่อพิจารณาจากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสัดส่วน หน่วยกิตวิชาทฤษฎีและปฏิบัติในหลักสูตรเดียวกันที่เคยปรับปรุงมาจำนวน 4 ครั้งในช่วงระยะเวลาประมาณ 40 ปี พบว่า สัดส่วนวิชาปฏิบัติลดลงแต่วิชาทฤษฎียังคงเท่าเดิม ดังแสดงในภาพที่ 5

เมื่อพิจารณา เปรียบเทียบหลักสูตรปี 2552 กับหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ของมหาวิทยาลัยเดียวกัน พบว่า กลุ่มวิชาเฉพาะด้าน มีสัดส่วนวิชาปฏิบัติใกล้เคียงกันดังตารางที่ 2

3.3 ด้านข้อมูลจากศิษย์เก่าหรือผู้ใช้บัณฑิต

ความคิดเห็นของศิษย์เก่าด้านคุณภาพของบัณฑิต คือ บัณฑิตครุศาสตร์ไฟฟ้า ต้องสามารถให้คำปรึกษาแก้ไขงานเบื้องต้น มีมนุษย์สัมพันธ์ ความสามารถในการประสานงาน สามารถนำเสนองาน มีความรู้ในเชิงทฤษฎีมีทักษะวิชาชีพ มีการใฝ่รู้และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง เป็นต้น

ด้านการปรับปรุงหลักสูตร ศิษย์เก่าเห็นด้วยกับการปรับปรุงหลักสูตร แต่ต้องสอดคล้องกับสภาพปัญหาในชุมชน สังคม และความสามารถของผู้เรียน จุดประสงค์ของหลักสูตรต้องครอบคลุมด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และเจตคติ กิจกรรมการเรียนการสอนต้องสัมพันธ์กับความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละระดับ หลักสูตรควรสอนให้เด็กคิดเป็น ทำเป็น เนื้อหาวิชาที่เรียนควรมีการฝึกปฏิบัติเพียงพอ

คุณสมบัติผู้เข้าเรียนในภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า ควรมีผลการเรียนที่ดี มีความสามารถด้านเคมี ฟิสิกส์ อังกฤษ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ มีเจตคติที่ต่อวิชาชีพครู

ผลจากแบบสอบถามในด้านจุดแข็งและจุดอ่อนของภาควิชา พบว่า ภาควิชามีจุดแข็ง คือ สอนให้นักศึกษารู้จักการใช้ความคิด กล้าแสดงออกและกล้าแสดงความคิดเห็น สอนและถ่ายทอดหรือจัดอบรมได้ แต่จุดอ่อนของภาควิชา คือ วุฒิการศึกษา เมื่อจบออกมาโอกาสได้งานทีดีๆจะน้อยกว่าคนที่จบ วศ.บ. โดยตรง ซึ่งผู้ว่าจ้างไม่ได้คำนึงถึงความสามารถของบัณฑิตครุศาสตร์ไฟฟ้า หลักสูตรไม่เหมาะกับตลาดแรงงาน ช่องว่างระหว่างนักศึกษาและอาจารย์ การพัฒนา

รูปแบบการสอนใหม่ๆ ภาควิชาขาดการประชาสัมพันธ์เอกลักษณ์ วิชาปฏิบัติด้านวิศวกรรมน้อย

ข้อเสนอแนะทั่วไป ข้อมูลการสำรวจพบว่า บัณฑิตของภาควิชาควรเพิ่มเติมด้านความรู้ทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น โปรแกรมสำเร็จรูปพื้นฐาน การเขียน PLC, ไมโครคอนโทรลเลอร์, ระบบ interface ต่างๆ ทักษะด้านภาษาอังกฤษ ศิษย์เก่าต้องการให้ภาควิชาส่งเสริมให้นักศึกษาได้ทดลองทำวิจัย เกี่ยวกับการศึกษาและงานด้านวิศวกรรม เพื่อให้เข้าใจปัญหาเพิ่มมากขึ้นและสร้างองค์ความรู้ใหม่ให้สามารถนำมาพัฒนาการเรียนการสอนได้ดียิ่งขึ้น เน้นวิชาที่ออกไปทำงานได้จริง

4. บทสรุป

4.1 การศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาสภาพปัญหาการผลิตบัณฑิต ครุศาสตร์ไฟฟ้า ซึ่งมีพื้นฐานมาจากสายอาชีวศึกษา ซึ่งผ่านกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติมากกว่าทฤษฎี ผลจากการศึกษา พบว่า นักศึกษามีแนวโน้มของผลคะแนนวิชาคำนวณที่ต่ำลง แม้ว่าจะมีเกรดเฉลี่ยสะสมสูงในระดับปวช.3 สูงก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาจากพฤติกรรมการเรียน พื้นฐานความรู้ของนักศึกษา ทัศนคติในการเข้าศึกษาต่อครุศาสตร์ไฟฟ้า หรือปัจจัยในด้านการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับ ปาริชาติ [1] กล่าวว่า “ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษานั้น ขึ้นอยู่กับการเรียนการสอนด้วย เพราะกระบวนการเรียนการสอนเป็นการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนแก่ผู้เรียน”

4.2 ปัญหาด้านหลักสูตร พบว่า จำนวนวิชาด้านการศึกษาและวิชาแกนของ มจพ. เทียบกับ มจธ. หรือคณะศึกษาศาสตร์อื่นยังมีน้อย อาจเป็นเพราะมหาวิทยาลัยเหล่านั้นได้ทำการปรับกระบวนวิชา ให้ครอบคลุมครบ 9 สาระและปรับเป็นหลักสูตร 5 ปี

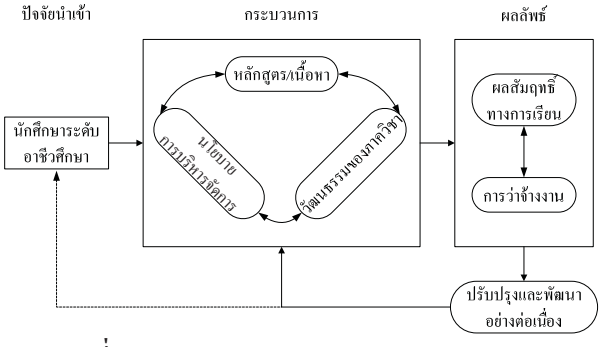
ผลของการสำรวจสัดส่วนจำนวนวิชาทฤษฎีและปฏิบัติ พบว่า มีสัดส่วนที่ลดลง เน้นทฤษฎีมากกว่าปฏิบัติ ซึ่งต่างจากหลักสูตรปี 2523 ที่เน้นสัดส่วนการเรียนทฤษฎีและปฏิบัติได้อย่างสมดุล ภาควิชาควรมีการพิจารณาหลักสูตรใหม่ โดยจัดสัดส่วนทฤษฎีและปฏิบัติให้เหมาะสมเพื่อให้บัณฑิตสามารถปฏิบัติการสอนได้อย่างมีมาตรฐาน ได้รับการรับรองจากองค์กรวิชาชีพครู สามารถปฏิบัติงานวิศวกรรมได้อย่างมีทักษะ ซึ่งเกิดจากการกำหนดวิชาปฏิบัติ มีความสอดคล้องและต่อเนื่องกับอาชีวศึกษา

การออกแบบหรือปรับหลักสูตรวิศวกรรมการศึกษา ควรให้ทุกคนมีส่วนร่วม คือ นักศึกษาปัจจุบัน ศิษย์เก่า สถานประกอบการและสถานศึกษาเช่นวิทยาลัยเทคนิค ร่วมออกแบบบทเรียน เนื้อหาหรือสิ่งแวดล้อมต่างๆในการเรียน [8] และก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมและเทคโนโลยี เพราะเมื่อสังคมหรือโลกวิศวกรรมมีเปลี่ยนแปลง นักการศึกษาจะต้องตามให้ทันการเปลี่ยนแปลงนั้นด้วย [9] โดยการปรับปรุงหลักสูตร วิธีการเรียนการสอนหรือเครื่องมืออุปกรณ์ เป็นต้น

4.3 ข้อมูลจากศิษย์เก่า โดยสรุปพบว่า คุณภาพของบัณฑิตครุศาสตร์ไฟฟ้าสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี มีความรู้ในทางทฤษฎีและมีทักษะจากการปฏิบัติงานจริง มีความสามารถในการนำเสนอและถ่ายทอดซึ่งเป็นจุดแข็ง ควรเน้นวิชาให้เหมาะกับสภาพงานจริงและเพิ่มวิชาปฏิบัติ

5. อภิปรายและข้อเสนอแนะ

จากปัญหาทั้งสามด้าน สามารถนำแนวคิดการแก้ปัญหาการผลิตบัณฑิตของโบแชมพ์ [6] มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งโบแชมพ์กล่าวว่า “องค์ประกอบของหลักสูตรในเชิงระบบประกอบด้วย ปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์ที่ได้” ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แนวคิดการแก้ปัญหาการผลิตบัณฑิต (อ้างถึงใน [5])

ปัจจัยนำเข้า คือ นักศึกษาระดับอาชีวศึกษาซึ่งมีทักษะด้านปฏิบัติมากกว่าทฤษฎี ทำให้ผลการเรียนอยู่ในระดับที่สูง แล้วเข้าสู่ระบบการเรียนการสอนหลักสูตร ค.อ.บ. สำเร็จการศึกษา

มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี บัณฑิตมีคุณภาพเป็นที่ต้องการของผู้ว่าจ้าง ดังนั้นเพื่อการพัฒนาคุณภาพบัณฑิต ทางภาควิชาฯ ควรมีการตรวจสอบติดตามและประเมินผลการผลิตบัณฑิตอยู่เสมอ เพื่อนำข้อมูลมาแก้ปัญหาการผลิตบัณฑิต ทำให้หลักสูตรของภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้ามีความโดดเด่นและมีอัตลักษณ์บัณฑิตมีคุณภาพตามมาตรฐานอุดมศึกษา (TQF) เป็นที่ต้องการของกลุ่มผู้ใช้บัณฑิต

การทำให้ผู้เรียนหันมาเรียนสายอาชีวศึกษามากขึ้น สนใจอยากเป็นนักวิทยาศาสตร์หรือนักเทคโนโลยีระดับสูง ตลอดจนเป็นครูอาชีวะที่มีคุณภาพ หลักสูตรการศึกษาถือเป็นปัจจัยในการเลือกเรียน หลักสูตรต้องช่วยให้คนที่เรียนไม่เก่งในสายสามัญหันมาเรียนในสายอาชีพ ลดปัญหาช่องว่างทางการศึกษา มีพฤติกรรมการเรียนที่สนใจอยากเรียน ผู้เรียนมีความชอบในวิชาคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ ฯลฯ ที่ได้จากการปฏิบัติจริง หลังจากได้เรียนรู้ทางทฤษฎี [7] ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้าอาจใช้แนวคิดลัทธิอาชีวนิยมใหม่ (New Vocationalism) [7] เป็นแนวคิดในการผลิตบัณฑิตหรือจัดทำหลักสูตร เพราะแนวคิดนี้ได้ผสมศาสตร์ต่างๆและเน้นการปฏิบัติจากการเรียนรู้ทั้งในห้องเรียนหรือสถานประกอบการ ทำให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองให้เป็นนักวิทยาศาสตร์ นักเทคโนโลยีหรือผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยีได้เป็นอย่างดี

นอกจากสภาพปัญหาในด้านนักศึกษา หลักสูตรและบัณฑิตหรือผู้ใช้บัณฑิต ดังข้อมูลที่ได้จากการศึกษาข้างต้นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาในภาควิชาครุ-ศาสตร์ไฟฟ้า คือ บัณฑิตไม่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพครู สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัญหาในการผลิตบัณฑิตของภาควิชา ดังนั้นภาควิชาฯควรที่จะเร่งหาจุดเด่นของหลักสูตร เพื่อให้นักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาจากภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า เป็นที่รู้จักในตลาดแรงงาน ทั้งในด้านอุตสาหกรรม การฝึกอบรม การเรียนการสอนมากขึ้น ควรประชาสัมพันธ์หลักสูตรให้นักศึกษาใหม่ได้รับรู้ถึงจุดเด่นของหลักสูตร สำหรับการเลือกเข้าศึกษาต่อในคณะครุศาสตร์ฯ และควรมีการพัฒนาหลักสูตรเพื่อให้นักศึกษาปัจจุบันมีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ลดปัญหาการถอนวิชาและปัญหาการพ้นสภาพ เพื่อประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนของภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ปาริชาติ อุตตมะบูรณ. “การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏกลุ่มรัตนโกสินทร์.” วิทยานิพนธ์สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2542.

[2] ภัค เลิศทรัพย์สุรีย์. “การศึกษาความคิดเห็นความเหมาะสมและปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรปริญญตรีภาคพิเศษ ของนักศึกษามหาวิทยาลัยรามคำแหง.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2548.

[3] ไพฑูรย์ สินลารัตน์. การพัฒนาการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

[4] ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า. หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิตสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2552). คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2552.

[5] Barbara D. Gannod, Gerald C. Gannod and Mark R. Henderson. “Course, Program, and Curriculum Gaps: Assessing Curricula for Targeted Change.” 35th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. October 19-22, 2005.

[6] Beauchamp , George A . Curriculum Theory. Itusch , Illimioms : F.e. Peacock Publisher , 1981. อ้างถึงใน [7]

[7] โยธิน แสวงดี และคนอื่นๆ. อาชีวศึกษากับคุณภาพแรงงาน.

[8] John Heywood. “Philosophy and Engineering Education. Areview of Certain Developments in the Field.” ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. 2008.

[9] Jack M. Wilson, Richard Fork, Susan Sanderson. “Designing and Developing Curriculum Innovations with Teams of Engineering Students and Faculty,” ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. 1993.

บริหารธุรกิจอุตสาหกรรม

รหัสบทความ

NCTeched 03 IBA 01-NCTeched 03 IBA 05

การศึกษาความต้องการกำลังคนด้านเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม ของสถานประกอบการในจังหวัดสงขลา

A Study of Main Power Needs of Industrial Management Technology of Various Industries in Songkhla Province

กุลยุทธ บุญเซ่ง

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
Khanun12@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการกำลังคน ด้านเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม ของสถานประกอบการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทางด้านการจัดการภายในจังหวัดสงขลา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้แก่ เจ้าของกิจการ หัวหน้าฝ่ายบุคคล ผู้จัดการสถานประกอบการ ในเขตจังหวัดสงขลา โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 176 คน เครื่องมือการวิจัยใช้เป็นแบบสอบถาม มี 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับความต้องการกำลังคนระดับปริญญาตรี ด้านการจัดการอุตสาหกรรม ตามความต้องการของสถานประกอบการด้านปริมาณ และคุณภาพ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าสถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลจากการศึกษาด้านปริมาณพบว่า ภายในระยะ 5 ปี ข้างหน้า สถานประกอบการมีความต้องการกำลังคนด้านเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม เป็นจำนวน 287 คน จากสถานประกอบการที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 176 แห่ง จึงกล่าวได้ว่ามีความต้องการ 57 คน ต่อปี โดยผลการศึกษาด้านคุณภาพ พบว่าสถานประกอบการมีความต้องการอยู่ในระดับมาก คือทางด้าน ความสามารถในการเรียนรู้วิธีการใหม่ ๆ และนำมาประยุกต์ใช้กับการจัดการอุตสาหกรรม ขั้นตอนการวางแผน ความสามารถในการจัดและบริหารความปลอดภัย ความสามารถในการประสานงาน ความสามารถในการการประยุกต์ทฤษฎีมาใช้กับการปฏิบัติงาน และมีความซื่อสัตย์ ส่วนด้านที่ให้ความสำคัญน้อยสุดในแต่ละด้านคือ ด้านความรู้เกี่ยวกับการศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหว ระบบและกฎหมายสำหรับการบริหาร ความรู้ทางด้านภาษาญี่ปุ่น และการประพฤติตนอยู่ในหลักศีลธรรม

คำสำคัญ: ความต้องการกำลังคน เทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม

Abstract

This research aims to study the manpower demand in the department of industrial management technology of the establishments and agencies involving in management within the province of Songkhla. The sample used in this study were Owner, Managers of establishments in Songkhla Province. The method of sampling model is Simple Random Sampling with of 176 tools. Research is used by a questionnaire which has 2 parts: part 1 was a questionnaire about general information of respondents and past 2 was a questionnaire about the manpower demands of bachelor 's. degree studying in department of industrial Management according to the need of quantity and quality the analysis of data uses the statistics with percentage, mean and standard deviation.

The results of study with quantity found that within the next 5 year, establishments demand the workforce in the section of industrial management technology 287 people from the 176 simple establishments. And of the said 57 people per year, As the study of quality found that the establishments have in high demand with the ability to learn new ways and applied to industrial management, Planning stage, The ability to organize and safety management, The ability to coordinate, Ability to apply theory to apply to work And honest. In the contraly, part of focus in each o flow demands are Knowledge about time and motion study, System for administration and law, Knowledge of Japanese And the conduct in morality.

Keyword: Main Power Needs, Management Industrial Technology

1. บทนำ

ประเทศได้มีการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว เป็นผลมาจากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการและระบบการสื่อสารข้อมูลที่ทันสมัย ประกอบกับนโยบายของรัฐบาลที่มุ่งเน้นการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรม ส่งผลให้โครงสร้างทางเศรษฐกิจเปลี่ยนแปลงจากการผลิตทางเกษตรกรรมไปเป็นการผลิตทางด้านอุตสาหกรรมและการบริการมากยิ่งขึ้น จากมูลค่าเพิ่มสาขาอุตสาหกรรมต่อ GDP เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 23.1 ในปี 2523 เป็นร้อยละ 39.4 ในปี 2549ในขณะที่ภาคการเกษตรลดลงจากร้อยละ 20.2 เป็นร้อยละ 8.9 [1]

ในภูมิภาคทางภาคใต้ จังหวัดสงขลาถูกจัดให้เป็นเขตนิคมอุตสาหกรรมส่งออกของประเทศจาก 10 แห่ง [2] ทั้งยังมีสถานประกอบการและอุตสาหกรรมการบริการอยู่เป็นจำนวนมาก มีมหาวิทยาลัยที่ผลิตบัณฑิตออกสู่สถานประกอบการอยู่ในจังหวัด ทั้งหมด 5 มหาวิทยาลัยด้วยกัน ซึ่งหลักสูตรที่ใช้ในการเรียนการสอนมีความจำเป็นและสำคัญอย่างมากต่อการศึกษาที่จะต้องมีพัฒนาให้ทันสมัยและสอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการ เพื่อให้มีการพัฒนาทั้งด้าน ความรู้ความสามารถ คุณธรรมและจริยธรรมของบัณฑิตที่จบออกไปเพื่อเป็นที่ต้องการของสถานประกอบการ ซึ่งเทคโนโลยีการจัดการ (Management technology) เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยในการผลิตงานอุตสาหกรรม ทำให้เกิดผลผลิตที่สูงขึ้นและมีคุณภาพดีขึ้น โดยใช้กระบวนการบริหารเวลา (Just in time) การจัดการไหลเวียนของงานในการผลิตและการควบคุมเชิงสถิติที่มีประสิทธิภาพเข้ามาช่วย [3]

ผู้วิจัยเป็นส่วนหนึ่งที่อยู่ในวงการศึกษาและผลิตกำลังคนทางด้านเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม ได้มีความสนใจและดำเนินการศึกษาความต้องการกำลังคนด้านเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม ของสถานประกอบการในจังหวัดสงขลา เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำไปวางแผนพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรให้ผลิตบัณฑิตได้สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการ

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาความต้องการกำลังคน ด้านเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรมของสถานประกอบการในจังหวัดสงขลา

2.2 เพื่อศึกษาคุณภาพกำลังคนด้านเทคโนโลยีการจัดการที่ต้องการ

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

จันธร เมฆขจร [4] ได้ศึกษาผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดใหญ่ซึ่งมีความต้องการคุณลักษณะส่วนตัวของแรงงานที่คล้าย ๆ กันอาทิเช่น ความซื่อสัตย์ ความมีวินัย การเชื่อฟังผู้บังคับบัญชา ความคล่องแคล่ว ความเชื่อมั่นในตัวเอง และความเป็นผู้มีบุคลิกภาพดี อย่างไรก็ตามผู้ประกอบการทั้งสองระดับยังให้ความสำคัญต่อคุณลักษณะด้านการทำงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องความรับผิดชอบต่อหน้าที่ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นประเด็นสำคัญ

มนัส และคณะ [5] ศึกษาวิจัยสถานประกอบการ ด้านความต้องการกำลังคนสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพบว่าสถานประกอบการมต้องการเพิ่มขึ้นร้อยละ 59 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ที่สถานประกอบการต้องการสูงสุด คือความขยันและอดทนในการปฏิบัติงาน คิดเป็นร้อยละ 75 รองลงมา ได้แก่ ความซื่อสัตย์ ความรับผิดชอบ การมีวินัย และมีประสบการณ์

บริบูรณ์ เสนาะล้ำ [6] ได้ศึกษาความต้องการกำลังคนด้านเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรมพบว่า สถานประกอบการมีความต้องการมากใน 3 ระดับแรกคือ 1 ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการวางแผน 2 ความสามารถในการจัดโรงงานและระบบสายงานการผลิต และ 3 ความรู้เกี่ยวการกับศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหว

สมพงศ์ นครศรี [7] ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของบัณฑิตทางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่สถานประกอบการต้องการหรือที่เรียกว่า นักเทคโนโลยีอุตสาหกรรมนั้นควรประกอบไปด้วยคุณสมบัติที่สำคัญคือ จะต้องมีความรู้ ความสามารถทางด้ายเทคนิควิธี (Technical Know How) และทางด้านการจัดการอุตสาหกรรม (Management Know How) เป็นอย่างดีจึงจะสามารถเข้าไปทำงานในสถานประกอบการได้ โดยสามารถทำงานเป็นวิศวกรปฏิบัติหรือทำงานในตำแหน่งผู้จัดการฝ่ายต่าง ๆ ก็ได้

คุณวุฒิ คนฉลาด [8] ได้ศึกษาวิจัยพบว่า ผู้ประกอบการในสถานประกอบการขนาดกลางมีความต้องการแรงงานสาขาวิชาช่างกลโรงงานมากที่สุด ในระดับการศึกษา ปวช. อนุปริญญา ปวท. ปวส. และต้องการในสาขาวิชาการบริหารธุรกิจและพาณิชย์การ มากที่สุดในระดับการศึกษาปริญญาขึ้นไป ส่วนผู้ประกอบการในสถานประกอบการขนาดใหญ่ มีความต้องการแรงงานสาขาวิชาช่างกลโรงงานมากที่สุด ในระดับการศึกษา ปวช. ปวท. ปวส. อนุปริญญา และต้องการสาขาวิศวกรรมศาสตร์มากที่สุด ในระดับการศึกษาปริญญาตรีขึ้นไปสาขาเกษตรกรรมเป็นความต้องการอันดับสุดท้ายของความต้องการแรงงานทุกระดับการศึกษา ทั้งในสถานประกอบการขนาดกลางและขนาดใหญ่

วิทยา เมฆขำ [9] ได้ศึกษาความต้องการของโรงงานอุตสาหกรรมที่มีต่อบัณฑิตสาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม พบว่า ผู้จัดการฝ่ายผลิตมีความต้องการด้านวิชาการมากที่สุด คือ ด้านการวางผังโรงงานในกระบวนการผลิต รองลงมาด้านการวิจัยอุตสาหกรรม และด้านการบริหารคุณภาพ ส่วนด้านทั่วไป มีความต้องการมากที่สุดคือ ความซื่อสัตย์สุจริต รองลงมาด้านมนุษย์สัมพันธ์อันดี และการมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

4.1 กำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เป็นเจ้าของธุรกิจ ผู้บริหารสถานประกอบการหรือ หัวหน้าฝ่ายบุคคล ในเขตจังหวัดสงขลา โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 176 คน

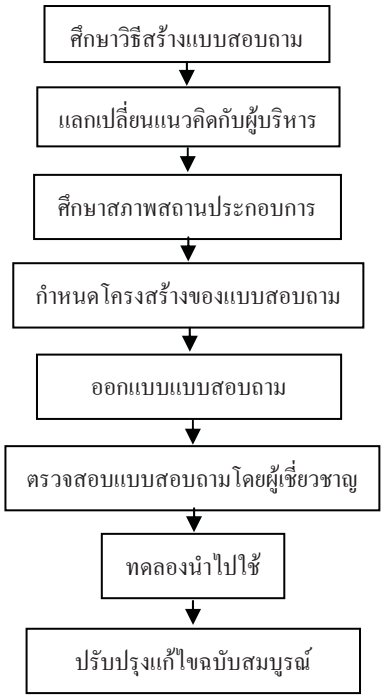
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 สอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ในเรื่อง เพศ ตำแหน่งหน้าที่การทำงาน การศึกษาสูงสุด ซึ่งเป็นแบบสอบถามแบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

ตอนที่ 2 สอบถามเกี่ยวกับความต้องการกำลังคนระดับปริญญาตรี ด้านการจัดการอุตสาหกรรม ตามความต้องการของสถานประกอบการ แยกออกเป็น ด้านปริมาณและด้านคุณภาพ

4.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูล

4.3.1 ขั้นตอนในการดำเนินการสร้างแบบสอบถามดำเนินการดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถม

4.3.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากสถานประกอบการในเขตพื้นที่จังหวัดสงขลา ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมิถุนายน –ธันวาคม 2551

4.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

4.4.1 นำข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามมาวิเคราะห์ โดยการแจกแจงความถี่ (Frequency Distribution) และการหาค่าร้อยละ (Percentage) และนำเสนอข้อมูลด้วยตารางแจกแจงความถี่และกราฟ

4.4.2 นำข้อมูลตอนที่ 2 เกี่ยวกับความต้องการกำลังคนระดับปริญญาตรี ด้านเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรมของสถานประกอบการที่เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (Rating scale) ใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เป็นรายข้อในแต่ละด้าน โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความต้องการตามช่วงคะแนนเฉลี่ยแบบไคสแควร์ (Chi-Square)

4.4.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล [10]

1. หาค่าความถี่ (Frequency)

2. หาค่าร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละของรายการใด} = \frac{\text{ความถี่ของรายการนั้น x 100}}{\text{ความถี่ทั้งหมด}} \quad \text{----- (1)}$$

3 หาค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตร

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N} \quad \text{----- (2)}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูล

4. หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร

$$S.D = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \quad \text{----- (3)}$$

เมื่อ S.D. แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถาม

X แทน ค่าของคะแนนแต่ละตัว

5. ผลการดำเนินงาน

จากการวิเคราะห์ผลของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 176 สถานประกอบการซึ่งสามารถสรุปได้ 2 ตอนดังต่อไปนี้

5.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

5.1.1 ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นผู้ชาย 144 คน คิดเป็นร้อยละ 81.80 ผู้หญิง 32 คน คิดเป็นร้อยละ 18.20 แสดงให้เห็นว่าผู้บริหารส่วนใหญ่เป็นเพศชาย

5.1.2 ผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นผู้จัดการโรงงาน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 25.60 ผู้จัดการฝ่ายบุคคล 54 คน คิดเป็น ร้อยละ 30.70 เจ้าของธุรกิจ 57 คน คิดเป็นร้อยละ 32.40 และอื่น ๆ 20 คน คิดเป็นร้อยละ 11.30

5.1.3 ผู้บริหารสถานประกอบการสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี มากที่สุด จำนวน 102 คน คิดเป็นร้อยละ 58.00 รองลงมาเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับต่ำกว่าปริญญาตรี จำนวน 62 คน คิดเป็นร้อยละ 35.20 และเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท น้อยที่สุด จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 6.80

5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการกำลังคนด้านการจัดการอุตสาหกรรม ของสถานประกอบการด้านปริมาณและคุณภาพ

5.2.1 ความต้องการด้านปริมาณ

1) สถานประกอบการที่มีนโยบายขยายงานหรือเพิ่มกำลังการผลิต จำนวน 141 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 80.10 และสถานประกอบการที่ไม่มีนโยบายขยายงานหรือเพิ่มกำลังการผลิต จำนวน 35 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 19.90

2) สถานประกอบการที่มีความต้องการกำลังคนระดับปริญญาตรีทางด้านการจัดการอุตสาหกรรม จำนวน 143 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 81.30 และสถานประกอบการที่ไม่มีความต้องการ จำนวน 33 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 18.70

3) สถานประกอบการที่ต้องการกำลังคนระดับปริญญาตรีด้านการจัดการอุตสาหกรรม แห่งละ 2 คน มีจำนวนมากที่สุดถึง จำนวน 88 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 50.00 รองลงไปไม่ต้องการเพิ่มเลย จำนวน 33 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 18.80 ต้องการแห่งละ 1 คน จำนวน 29 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 16.50 ต้องการแห่งละ 3 คน จำนวน 22 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 12.50 และระดับอื่น ๆ จำนวน 4 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 2.20

4) การจัดการเรียนในรูปแบบเรียนเฉพาะวันเสาร์-อาทิตย์ มากที่สุด จำนวน 95 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 54.00 รองลงไปเห็นว่าควรจัดการเรียนในรูปแบบเรียนภาคปกติ จำนวน 51 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 29.00 และควรจัดการเรียนในรูปแบบเรียนตอนเย็นภาคสมทบตั้งแต่ เวลา 17.00 – 20.00 น. น้อยที่สุด จำนวน 30 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 17.00

5) ผู้ตอบแบบสอบถามมีความต้องการพนักงานในอนาคต 5 ปี ข้างหน้าควรมีความรู้ทางด้านต่าง ๆ เรียงตามลำดับดังนี้ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 25.57 ด้านเครื่องจักรเครื่องยนต์ จำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 23.86 ด้านการวางแผนการผลิต จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 20.46 ด้านการจัดการสินค้าจำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 14.20 ด้านคุณธรรมจริยธรรม จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 6.82 และด้านอื่น ๆ 16 คน คิดเป็นร้อยละ 9.09

5.2.2 ความต้องการด้านคุณภาพ

1) ความรู้ความสามารถด้านการผลิตโดยภาพรวมมีความต้องการในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.93, S.D = 0.51) และเมื่อพิจารณาความต้องการรายข้อ พบว่าทุกข้อ สถานประกอบการมีความต้องการอยู่ในระดับมาก โดยข้อความสามารถในการเรียนรู้วิธีการใหม่ และนำมาประยุกต์ใช้กับการจัดการอุตสาหกรรม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\overline{X}$ = 4.19, S.D = 0.70) ส่วนข้อความรู้เกี่ยวกับวิศวกรรมคุณค่า มีความต้องการในระดับน้อยในกลุ่ม ($\overline{X}$ = 3.77, S.D = 0.82)

2) ความรู้ความสามารถด้านการจัดการอุตสาหกรรม มีความต้องการในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.94, S.D = 0.50) และเมื่อพิจารณาความต้องการรายข้อ พบว่า ข้อความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการวางแผน และความสามารถในการจัดและบริหารความปลอดภัย สถานประกอบการมีความต้องการอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนข้อที่เหลือสถานประกอบการมีความต้องการอยู่ในระดับมาก โดยข้อความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการวางแผน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\overline{X}$ = 4.34, S.D = 0.65) ส่วนข้อความรู้เกี่ยวกับการศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหว ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในกลุ่ม ($\overline{X}$ = 3.70, S.D = 0.87)

3) ความรู้ความสามารถด้านการบริหารงานบุคคล มีความต้องการในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.04, S.D = 0.50) และเมื่อพิจารณาความต้องการรายข้อ พบว่า ทุกข้อสถานประกอบการมีความต้องการอยู่ในระดับมาก โดยข้อความสามารถในการประสานงาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\overline{X}$ = 4.20, S.D = 0.63) ส่วนข้อความรู้เกี่ยวกับระบบและกฎหมายสำหรับการบริหาร มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดในกลุ่ม ($\overline{X}$ = 3.77, S.D = 0.82)

4) ด้านคุณลักษณะความเป็นผู้นำและความรู้ทางด้านภาษา มีความต้องการในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.52, S.D = 0.63) และเมื่อพิจารณาความต้องการรายข้อ พบว่า ข้อความรู้ทางด้านภาษาจีน และ ความรู้ทางด้านภาษามาเลย์ สถานประกอบการมีความต้องการอยู่ในระดับปาน

กลาง ส่วนข้อความสามารถในการการประยุกต์ทฤษฎีมาใช้กับการปฏิบัติงาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\overline{X}$ = 4.03, S.D = 0.70) ส่วนข้อความรู้ทางด้านภาษาญี่ปุ่นมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดในกลุ่ม ($\overline{X}$ = 2.77, S.D = 1.25)

5) ด้านคุณธรรมจริยธรรมสถานประกอบการมีความต้องการในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.67, S.D = 0.41) และเมื่อพิจารณาความต้องการรายข้อ พบว่า ทุกข้อสถานประกอบการมีความต้องการอยู่ในระดับมากที่สุด โดยข้อ มีความซื่อสัตย์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\overline{X}$ = 4.84, S.D = 0.39) ส่วนข้อประพฤติตนอยู่ในหลักศีลธรรม มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดในกลุ่ม ($\overline{X}$ = 4.47, S.D = 0.63)

6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผล

จากการศึกษาด้านปริมาณพบว่า ภายในระยะ 5 ปีข้างหน้า สถานประกอบการมีความต้องการกำลังคนด้านเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม เป็นจำนวน 287 คน จากสถานประกอบการที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 176 แห่ง โดยเฉลี่ยความต้องการ 57 คน ต่อปี ผลการศึกษาด้านคุณภาพ พบว่าสถานประกอบการมีความต้องการอยู่ในระดับมาก ทางด้านความสามารถในการเรียนรู้วิธีการใหม่ ๆ และนำมาประยุกต์ใช้กับการจัดการอุตสาหกรรม ขั้นตอนการวางแผน ความสามารถในการจัดและบริหารความปลอดภัย ความสามารถในการประสานงาน ความสามารถในการประยุกต์ทฤษฎีมาใช้กับการปฏิบัติงาน และมีความซื่อสัตย์ ส่วนด้านที่ให้ความสำคัญน้อยสุดคือ ด้านความรู้เกี่ยวกับการศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหว ระบบและกฎหมายสำหรับการบริหาร ความรู้ทางด้านภาษาญี่ปุ่น และการประพฤติตนอยู่ในหลักศีลธรรมตามลำดับ

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ควรปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรการศึกษาระดับปริญญาตรี ทางด้านเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการในด้านคุณภาพ

6.2.2 จากผลการวิจัยมีความต้องการกำลังคนทางด้านนี้อยู่ ดังนั้นหน่วยงานและสถานศึกษาที่เกี่ยวข้องควรหาวิธีการเพิ่มคุณภาพในการผลิตบัณฑิตให้ตรงกับความต้องการของสถานประกอบการ

6.2.3 ควรจัดทำโครงการความร่วมมือระหว่างสถานศึกษากับสถานประกอบการในการผลิตกำลังคนสาขาที่ขาดแคลน เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ความสามารถได้ตรงตามความต้องการของสถานประกอบการ

7. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ **เอกสารแนวโน้มการขยายตัวของอุตสาหกรรมเป้าหมายใน 5 ปี (2550-2554) และการพัฒนาพื้นที่รองรับ,** 2550.

[2] หนังสือพิมพ์อุตสาหกรรมออนไลท์ http://www.customs.go.th/TaxPrivilege/TaxPrivilege3/TaxPrivilege3.jsp

[3] Ferderick, Betz. Managing Technolofy. New Jersey : Prentice-Hall, Inc., Englewood Clift, 1987.

[4] จันธร เมฆขจร .**ความต้องการแรงงานของผู้ประกอบการด้านธุรกิจอุตสาหกรรมในเขตพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก** วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา, 2534.

[5] มนัส ภาคภูมิและคณะ. **โครงการวิจัยเชิงนโยบาลเพื่อพัฒนาการศึกษาอาชีวะและอุดมศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** ข่าวสารวิจัยการศึกษา, 2535.

[6] บริบูรณ์ เสนาะล้ำ .**การศึกษาความต้องการกำลังคนด้านเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรมของสถานประกอบการ** วิทยานิพนธ์ครุศาสตาร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาบริหารเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2539.

[7] สมพงศ์ นครศรี. **คุณลักษณะของบัณฑิตเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่สถานประกอบการต้องการ** เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการ. กรุงเทพฯ: คณะวิชาอุตสาหกรรมศึกษา วิทยาลัยครูพระนคร, 2535.

[8] คุณวุฒิ คนฉลาด. **ความต้องการแรงงานของผู้ประกอบการด้านธุรกิจอุตสาหกรรมในเขตพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก.** มหาวิทยาลัยบูรพา, 2549.

[9] วิทยา เมฆขำ. **ความต้องการของโรงงานอุตสาหกรรมที่มีต่อบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษา สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม.** มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 2549.

[10] ยุทธ ไกยวรรณ์. **พื้นฐานการวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 4. สุวีริยาสาส์น จัดพิมพ์ม, 2545.

ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติงานของวิศวกรที่เป็นผู้บริหาร

Factors Affecting on the Performance of Based-Executive Engineers

พิชญุตม์ จรัสบำรุงโรจน์

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

1761 ถ.พัฒนาการ แขวงสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250

โทรศัพท์: +66(2)-321-6930 โทรสาร: +66(2)-321-6930 E-mail: b_pichayut@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) ศึกษาปัจจัยด้านทรัพยากรมนุษย์ที่มีผลต่อการปฏิบัติงานวิศวกรที่เป็นผู้บริหาร 2) ศึกษาความสัมพันธ์ของการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านทรัพยากรมนุษย์ได้แก่แรงจูงใจ ผู้มีส่วนได้เสีย การติดต่อสื่อสา การให้รางวัล ทิศทางการจัดการ การแลกเปลี่ยนความรู้ และคลังความรู้ กับผลการปฏิบัติงานของวิศวกรที่เป็นผู้บริหาร 3) ศึกษาเปรียบเทียบคุณลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่เพศ อายุ ระดับการศึกษา มีความรู้ด้านทรัพยากรมนุษย์และรายได้ กับผลการปฏิบัติงานของวิศวกรที่เป็นผู้บริหาร ข้อมูลของ ผู้บริหารองค์การภาคธุรกิจเอกชน มาทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) หาค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) สถิติวิเคราะห์เชิงอนุมาน (Inferential Statistics)หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและ ตัวแปรตาม โดยการทดสอบทางสถิติแบบเพียร์สัน (r) เพื่อใช้ในการทดสอบสมมุติฐาน (Hypothesis Testing) และการวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ที-เทสท์ (t – test) และเอฟ-เทสท์ (F – test) วันเวย์อโนว่า (One-way ANOVA) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 เพื่อศึกษาถึงผลการปฏิบัติงานของวิศวกรที่เป็นผู้บริหาร ทางด้านมิติยุทธศาสตร์ มิติอาชีพ และมิติสังคม ผลการวิจัยพบว่า 1) วิศวกรที่เป็นผู้บริหารเพศชาย มีอายุระหว่าง 31-40 ปี มีระดับการศึกษาปริญญาตรี มีความรู้ด้านบริหารทรัพยากรมนุษย์ พอสมควร และมีรายได้อยู่ระหว่าง 50,001-60,000 บาท 2) จากการทดสอบสมมติฐาน พบว่า แรงจูงใจ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย การติดต่อสื่อสาร การให้รางวัล และทิศทางการจัดการ มีความสัมพันธ์ต่อผลการปฏิบัติงานของวิศวกรที่เป็นผู้บริหาร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) จากการทดสอบสมมติฐาน พบว่า เพศ อายุ ระดับการศึกษา มีความรู้ด้านทรัพยากรมนุษย์และรายได้ของวิศวกรที่เป็นผู้บริหารต่างกันมีผลต่อผลการปฏิบัติงานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 4) จากบทสัมภาษณ์วิศวกรที่เป็นผู้บริหาร พบว่า วิศวกรผู้บริหารมีการนำความรู้ด้านทรัพยากรมนุษย์มาประยุกต์ใช้ เพื่อให้เกิดผลการปฏิบัติงานด้านมิติยุทธศาสตร์ มิติอาชีพ และมิติสังคมสูงขึ้น 5) จากบทสัมภาษณ์วิศวกรที่เป็นผู้บริหารที่ประสบความสำเร็จ พบว่า วิศวกรที่เป็นผู้บริหารให้ความสำคัญกับผลการปฏิบัติงานด้านมิติยุทธศาสตร์ มิติอาชีพ และมิติสังคมเท่าๆ กัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลการปฏิบัติงานด้านมิติยุทธศาสตร์ มิติอาชีพ และมิติสังคม มีผลต่อความสำเร็จของวิศวกรที่เป็นผู้บริหาร

คำสำคัญ : ผลการปฏิบัติงาน วิศวกรที่เป็นผู้บริหาร

Abstract

The aim of this investigation is to study the factors of human resource that affects the performance of based executive engineers. Furthermore, the basic personal data including sex, age, education level, fundamental knowledge of human resource and income were studied. The applications of human resource for instance human motivation, communication, reward, management direction, exchange of knowledge and knowledge library were studied. The data of Chief Executive Officer (CEO) were analyzed by descriptive statistics (frequency, percentage, mean, standard deviation) and inferential statistics [Hypothesis Testing, Pearson's Correlation Coefficient (r), T – test, F – test] at the degree of freedom of 0.05 to study the performance of based executive engineers in the strategies career and social dimensions.The results represented that the qualifications of based executive engineers are 31-40 years old, bachelor degree, mediate knowledge in human resource, and the salary in the range of 50,001-60,000 Baht. By the hypothesis testing of knowledge vision, the knowledge sharing and knowledge Assets affected on the work efficiency of in based executive engineers. In the other hand, the sex, age, education level, human knowledge and income of based executive engineers were varied on different performances. The interviews of based-executive engineers related with management performance, strategic dimensions, and career social dimension focused on the performance and strategic dimension. The career social dimension and equal dimensions relating to the performance strategies affected on the success of the operation. In addition, the strategic dimension and the understanding of professional dimension were matched.

Keyword : Performance , Based – Executive Engineers

1. ความสำคัญของปัญหา

โดยหลักการทั่วไปแล้ว การดำเนินงานขององค์การต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานของรัฐบาลหรือเอกชนก็ตาม หน่วยงานต่าง ๆ เหล่านั้นล้วนมีความต้องการที่จะปรับปรุงในส่วนที่เป็นปัญหาซึ่งเกิดกับการดำเนินงานให้หมดไปและมุ่งเน้นที่จะทำการพัฒนาให้หน่วยงานมีความเจริญก้าวหน้าในทุก ๆ ด้าน

การบริหารงานในองค์การธุรกิจนั้น ผู้บริหารย่อมมีจุดมุ่งหมายหลักในการพัฒนากิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานทุกๆ ด้านให้มีระบบที่ได้มาตรฐานสากล เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการดำเนินงานและเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่คาดหวัง หรือสามารถบรรลุเป้าหมายตามแผนการดำเนินงานทางธุรกิจ องค์การธุรกิจใดที่สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพย่อมจะส่งผลทำให้องค์การธุรกิจนั้นสามารถมีกำไรเพิ่มมากขึ้นและได้รับประโยชน์ด้านต่าง ๆ การดำเนินงานขององค์การธุรกิจจะมีผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงาน ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพการทำงานของแต่ละองค์การ (ทวีศักดิ์ สูทกวาทิน , 2545 : 3)

ผลการปฏิบัติงานของพนักงานแต่ละรายนั้นถือว่าได้เป็นภาพที่จะสะท้อนให้เห็นถึงสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่เบื้องหลังของผู้ปฏิบัติงานได้ เช่นความรู้ความสามารถ ประสบการณ์ ทักษะ ความคิดสร้างสรรค์และระดับสติปัญญาเป็นต้น ดังนั้นผลการปฏิบัติงานของพนักงานแต่ละรายจึงถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของ “การสร้างเครือข่ายคุณภาพ (Quality Networking)” จุดแรกที่จะนำไปสู่การสร้างเครือข่ายคุณภาพในระดับองค์การ ระดับประเทศและระดับสากลต่อไป (ธีระ นุชเปี่ยม , 2541 : 69)

บุคลากรถือว่าเป็นส่วนหนึ่งขององค์การที่ช่วยสนับสนุนและพัฒนาองค์การ วิศวกรก็เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยพัฒนาขับเคลื่อนองค์การให้ประสบความสำเร็จ เนื่องจากวิศวกรส่วนใหญ่มีความรู้ความชำนาญทางด้านเทคนิค จึงทำให้การทำงานที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมดูแลงานทางด้านการผลิตประสบผลสำเร็จและเป็นตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ เมื่อวิศวกรทำงานและพัฒนาตนเองมาถึงระดับหนึ่งแล้ว พร้อมที่ก้าวขึ้นสู่ตำแหน่งผู้บริหารขององค์การแต่ในการบริหารงานวิศวกรจะต้องเกี่ยวข้องกับคนเป็นจำนวนมาก เช่น ผู้ร่วมงาน

ผู้บังคับบัญชา ลูกค้า และผู้ถือหุ้นเป็นต้น วิศวกรซึ่งได้รับความรู้ทางเทคนิคจากการศึกษาในชั้นเรียน ส่งผลทำให้การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับทางเทคนิคประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี แต่ขาดความต่อเนื่องในการบริหารงานทรัพยากรมนุษย์ เนื่องจากไม่ได้ทำงานร่วมกับเพื่อนงานต่างสาขาอาชีพ และไม่มีความรู้ทางด้านการบริหารงานทรัพยากรมนุษย์ เมื่อได้รับมอบหมายจากผู้บังคับบัญชาให้มารับผิดชอบงานเกี่ยวข้องกับบุคลากรจำนวนมาก ทำให้ประสิทธิภาพในการบริหารบุคลากรไม่เป็นไปตามที่ต้องการ จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้วิศวกรที่มาเป็นผู้บริหารองค์การไม่ค่อยประสบผลสำเร็จในการบริหารงานเท่าที่ควร

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 ศึกษาปัจจัยด้านทรัพยากรมนุษย์ที่มีผลต่อการปฏิบัติงานวิศวกรที่เป็นผู้บริหาร

2.2 ศึกษาความสัมพันธ์ของการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านทรัพยากรมนุษย์ได้แก่แรงจูงใจ ผู้มีส่วนได้เสีย การติดต่อสื่อสาร การให้รางวัล ทิศทางการจัดการ การแลกเปลี่ยนความรู้และคลังความรู้กับผลการปฏิบัติงานของวิศวกรที่เป็นผู้บริหาร

2.3 ศึกษาเปรียบเทียบคุณลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่เพศ อายุ ระดับการศึกษา มีความรู้ด้านทรัพยากรมนุษย์ และรายได้กับผลการปฏิบัติงานของวิศวกรที่เป็นผู้บริหาร

3. สมมติฐานการวิจัย

จากการค้นหาแนวคิด ทฤษฎีและผลงานที่เกี่ยวข้องต่างๆ นำมาตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

สมมติฐานที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคล มีผลต่อผลการปฏิบัติงานด้านมิติยุทธศาสตร์ มิติอาชีพและมิติสังคม

สมมติฐานที่ 2 การประยุกต์ใช้ความรู้ด้านทรัพยากรมนุษย์มีผลต่อผลการปฏิบัติงานด้านมิติยุทธศาสตร์ มิติอาชีพและมิติสังคม

4. ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการกำหนดของเขตการวิจัยดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 ศึกษาผู้ที่จบการศึกษาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์สาขาวิศวกรรมโยธา วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลัง วิศวกรรมไฟฟ้าแขนงไฟฟ้าสื่อสารและวิศวกรรมอุตสาหกรรม

4.2 ศึกษาผู้บริหารองค์การระดับกลางขึ้นไปทางด้านวิศวกรรม (ผู้จัดการ ผู้จัดการฝ่าย ผู้อำนวยการฝ่ายและรองกรรมการผู้จัดการ)

4.3 ศึกษาผู้บริหารที่ทำงานในตำแหน่งบริหารมาไม่น้อยกว่า 2 ปี

4.4 พื้นที่ในการศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลใช้พื้นที่เฉพาะกรุงเทพมหานครและจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยเลือกบริษัทที่มีจำนวนพนักงานตั้งแต่ 30 คนขึ้นจากภาคการผลิต การเกษตรและการบริการ เนื่องจากบริษัทที่ประกอบกิจการอยู่ในกรุงเทพมหานครและจังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นจำนวนมากสามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนบริษัทที่อยู่ตามภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย กรุงเทพมหานครและจังหวัดพระนครศรีอยุธยา บริษัทมีความหลากหลายของธุรกิจและเป็นแหล่งศูนย์รวมธุรกิจทุกประเภทไว้ด้วยกันทำให้ผู้วิจัยสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยได้ครบถ้วนทุกภาคธุรกิจและหลากหลายในเนื้อหาของงานวิจัย ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับการวิจัย

4.5 ความรู้ด้านทรัพยากรมนุษย์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ การจัดการผลงาน (แรงจูงใจ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและการติดต่อสื่อสาร) การให้รางวัลและการพัฒนา (ทิศทางการจัดการ, การแลกเปลี่ยนความรู้และคลังความรู้)

4.6 เก็บรวบรวมข้อมูลประชากรกลุ่มตัวอย่างที่ได้ใบประกอบวิชาชีพควบคุม 5 สาขาวิชาชีพจำนวน 94,806 คน ทำงานในตำแหน่งบริหาร 37,621 คน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 ตัวอย่าง การสัมภาษณ์แบบเจาะจง (In – depth Interview) วิศวกรที่เป็นผู้บริหารที่มีความรู้ด้านทรัพยากรมนุษย์ โดยทำการสัมภาษณ์วิศวกรที่เป็นผู้บริหารจำนวน 10 ท่านและการสัมภาษณ์กลุ่มเจาะจง (Focus Group Interview) กับวิศวกรที่เป็นผู้บริหารที่มีความรู้ด้านทรัพยากรมนุษย์ โดยทำการสัมภาษณ์กลุ่มวิศวกรที่เป็นผู้บริหาร จำนวน 2 กลุ่ม

และสัมภาษณ์ผู้บริหารที่ประสบความสำเร็จในการทำงาน จำนวน 5 ท่าน

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 วิศวกร หมายถึงผู้ที่จบการศึกษาในสาขาวิศวกรรมศาสตร์ และได้ใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมจากสภาวิศวกร

5.2 ผู้บริหาร หมายถึงผู้ที่ทำหน้าที่บริหารงานและประสานความร่วมมือภายในและนอกหน่วยงานหรือองค์การ

5.3 วิศวกรที่เป็นผู้บริหาร หมายถึง วิศวกรที่ทำหน้าที่บริหารงาน และ ประสานความร่วมมือภายในและภายนอกหน่วยงานหรือองค์กร

5.4 ทักษะทางเทคนิค (Technical Skill) หมายถึงทักษะการทำงานเฉพาะเช่นวิศวกร สถาปนิก แพทย์ เป็นต้น

5.5 ทักษะที่ไม่ใช่ทางเทคนิค (Non – technical Skill) หมายถึงทักษะการทำงานนอกเหนือจากความรู้ทางเทคนิค เช่น สังคม จิตวิทยาและรัฐศาสตร์เป็นต้น

5.6 แรงจูงใจ (Motivation) หมายถึงการกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมในการกระทำกิจกรรมอย่างมีพลัง คุณค่าและทิศทางที่ชัดเจน

5.7 ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (Stakeholder) หมายถึงกลุ่มบุคคลที่มีส่วนได้ส่วนเสียหรือลงทุนในกิจการต่าง ๆ

5.8 การติดต่อสื่อสาร (Communication) หมายถึงการสร้างความเข้าใจจากบุคคลหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่ง

5.9 การให้รางวัล (Rewards) หมายถึงการจูงใจให้บุคคลปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมายจนสำเร็จ

5.10 วิสัยทัศน์ (Knowledge Vision) หมายถึงการกำหนดเป้าหมายขององค์การเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงกันระหว่างพันธกิจและยุทธศาสตร์ขององค์การ

5.11 การแลกเปลี่ยนความรู้ (Knowledge Sharing) หมายถึงการกระตุ้นให้บุคลากรเกิดการเรียนรู้และปฏิบัติงานเป็นทีมภายในองค์การ

5.12 คลังความรู้ (Knowledge Assets) หมายถึงการเก็บสะสมความรู้ที่ได้จากกระบวนการแลกเปลี่ยนความรู้ไว้อย่างเป็นหมวดหมู่

5.13 ผลการปฏิบัติงาน (Performance) หรือผลสำเร็จของงาน หมายถึงศักยภาพในการปฏิบัติงานของพนักงานแต่ละบุคคลในช่วงระยะเวลาหนึ่งทั้งในเรื่องของคุณภาพและปริมาณ รวมถึงพฤติกรรมต่างๆประกอบด้วยการปฏิบัติตามกฎระเบียบ ความร่วมมือ การพัฒนาตนเอง การใช้ทรัพยากร เครื่องมือ ความไว้วางใจ ความชำนาญและการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ เกี่ยวข้องกับงาน

5.14 มิติยุทธศาสตร์ หมายถึงการปฏิบัติที่ทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ด้วยวิธีที่ถูกต้อง

5.15 มิติอาชีพ หมายถึงสิ่งที่บุคลากรกระทำเพื่อการดำรงชีวิต โดยใช้ความรู้ทักษะและความสามารถของตนที่ได้รับจากการศึกษาและฝึกอบรม

5.16 มิติสังคม หมายถึงการอยู่ร่วมกันของบุคคลซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้และยอมรับในความรู้ความสามารถจากบุคคลที่อยู่รอบๆข้างและบุคคลภายนอก

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 เข้าใจถึงปัจจัยด้านทรัพยากรมนุษย์ที่มีสำคัญต่อการประกอบอาชีพของวิศวกรที่เป็นผู้บริหาร

6.2 เข้าใจถึงคุณลักษณ์ส่วนบุคคล ได้แก่เพศ อายุ ระดับการศึกษา มีความรู้ทางด้านการบริหารทรัพยากรมนุษย์และรายได้ที่มีผลการปฏิบัติงานของวิศวกรที่เป็นผู้บริหาร

6.3 เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านทรัพยากรมนุษย์ได้แก่การจัดการผลงาน การให้รางวัล และการพัฒนากับผลการปฏิบัติงานของวิศวกรที่เป็นผู้บริหาร

7. วิธีการวิจัย

เพื่อให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและมีคุณภาพ ผู้วิจัยจึงได้ลำดับขั้นตอนการวิจัยไว้ตามรายละเอียดดังนี้

7.1 ขั้นตอนการวิจัย

7.1.1 กำหนดความสำคัญและปัญหาที่ต้องทำการวิจัย วัตถุประสงค์ ขอบเขตแนวคิด ทฤษฎีและสมมติฐาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ โดยอาศัยการศึกษาข้อมูลจากเอกสาร รายงาน สถิติต่างๆและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1.2 ออกแบบและกำหนดแบบการวิจัย ออกแบบประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล โดยการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนจะมีความสัมพันธ์กันย้อนไปย้อนมาเพื่อให้องค์ประกอบของการวิจัยเป็นไปด้วยความถูกต้องและสามารถตอบปัญหาการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

7.1.3 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

7.1.4 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

7.1.5 วิเคราะห์ข้อมูล

7.1.6 สรุปและอภิปรายผลข้อมูล โดยกระทำเป็น 2 ลักษณะคือ ผู้วิจัยสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Data) จากแบบสอบถามและพรรณนาผสมผสานกับข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data) จากการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกและการสังเกตของผู้วิจัยในการลงพื้นที่ภาคสนามการวิจัย รวมทั้งอ้างอิงแนวคิดทฤษฎีจากนักวิชาการในประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องจากการค้นคว้าเอกสารและงานวิจัย

7.1.7 สรุปผลจัดทำเอกสารงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

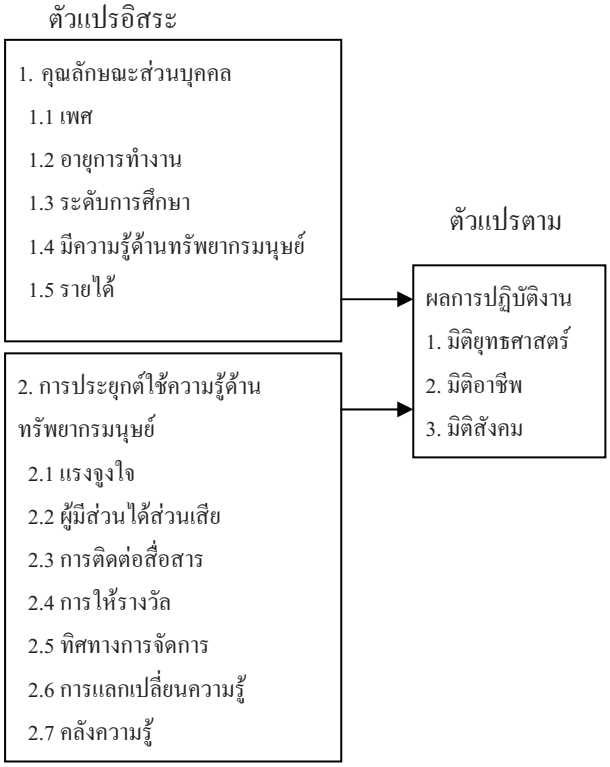
7.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยที่ให้ความสำคัญกับการศึกษาข้อมูลในเชิงปริมาณ (Quantitative Research) และเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อผลการปฏิบัติงานของวิศวกรที่เป็นผู้บริหารซึ่งสามารถแยกรายละเอียดของเครื่องมือได้ดังนี้

7.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณ เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการออกแบบสอบถาม ลักษณะคำถามแบบปลายปิด (Close Ended Question) โดยพิจารณาจากตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม นำข้อมูลที่ได้มาประมวลผล โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาหาค่าร้อยละ ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติวิเคราะห์เชิงอนุมานหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม โดยทดสอบทางสถิติแบบเพียร์สัน (r) วิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามสมมติฐาน โดยใช้ ที – เทสท์ (t-test) และการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (One-way ANOVA)

7.2.2 เครื่องมือในการวิจัยเชิงคุณภาพ เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In – Depth Interview) ใช้การสัมภาษณ์โครงสร้างแบบปลายเปิด (Open Ended Structure Interview) กับวิศวกรที่เป็นผู้บริหารที่ทำงานอยู่ในองค์กรภาคเอกชน จำนวน 10 ท่าน และสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (Focus Group Interview) กับผู้บริหารที่ประสบความสำเร็จในธุรกิจ จำนวน 5 ท่าน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผล

7.3 กรอบความคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

8. ผลและอภิปรายผล

8.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านทรัพยากรมนุษย์กับผลการปฏิบัติงาน ในด้านมิติยุทธศาสตร์

มิติอาชีพ และมิติสังคม พบว่า แรงจูงใจในการทำงาน มีผลต่อ มิติยุทธศาสตร์ มิติอาชีพ และมิติสังคม ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย มีผลต่อมิติอาชีพ และมิติสังคม การติดต่อสื่อสารมีผลต่อมิติสังคม การให้รางวัลมีผลต่อมิติอาชีพและมิติสังคม ทิศ

ทางการจัดการมีผลต่อ มิติอาชีพ และมิติสังคมการแลกเปลี่ยนความรู้มีผลต่อมิติสังคม

ส่วนการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านทรัพยากรมนุษย์อื่นๆ ไม่มีผลต่อผลการปฏิบัติงานซึ่งใกล้เคียงกันทฤษฎีลำดับความต้องการของมาสโลว์ (Maslow's Hierarchy of Human) ในเรื่องความต้องการทางด้านสังคม (Social Needs) เป็นความต้องการยอมรับในผลงาน การมีมนุษย์สัมพันธ์ที่ดี ความรักจากผู้บริหารองค์การและเพื่อนร่วมงาน ทฤษฎี Y เป็นการผสมผสานระหว่างเป้าหมายบุคคลและเป้าหมายองค์การ คือ ให้ความเป็นอิสระแก่คนงาน มีความผูกพันต่อเป้าหมายองค์การ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทฤษฎีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของแมคคลีแลนด์ (McClelland's Need Achievement Theory) เป็นความต้องการและความก้าวหน้าในงาน

8.2 เปรียบเทียบผลการปฏิบัติงานของวิศวกรผู้บริหาร จำแนกตามคุณลักษณะส่วนบุคคล

เปรียบเทียบผลการปฏิบัติงานของวิศวกรที่เป็นผู้บริหาร พบว่า เพศของวิศวกรที่เป็นผู้บริหารมีผลการปฏิบัติงานแตกต่างกันแสดงให้เห็นว่า เพศชายมีโอกาสได้ปฏิบัติงานในตำแหน่งบริหารมากกว่าเพศหญิง

ช่วงอายุของวิศวกรที่เป็นผู้บริหารต่างกันมีผลต่อการปฏิบัติงานที่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า ช่วงอายุที่เพิ่มขึ้นทำให้วิศวกรที่เป็นผู้บริหารมีประสบการณ์ในการทำงานมากขึ้น

ระดับการศึกษาของวิศวกรที่เป็นผู้บริหารต่างกัน จะมีผลการปฏิบัติงานที่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า ระดับการศึกษาสูงขึ้นจะช่วยให้วิศวกรที่เป็นผู้บริหารมีความรู้เพิ่มขึ้น

วิศวกรที่เป็นผู้บริหารที่มีความรู้ด้านทรัพยากรมนุษย์ต่างกัน มีผลต่อการปฏิบัติงานแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า ความรู้ด้านทรัพยากรมนุษย์ จะช่วยให้วิศวกรที่เป็นผู้บริหารปรับปรุงและพัฒนาตนเองในเรื่องที่เกี่ยวกับทรัพยากรมนุษย์

รายได้ของวิศวกรที่เป็นผู้บริหารแตกต่างกันมีผลต่อการปฏิบัติงานแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า วิศวกรที่เป็นผู้บริหารที่มีรายได้สูง เป็นบุคคลที่มีความสามารถและมีผลการปฏิบัติงานดี

8.3 การวิจัยเชิงคุณภาพ

8.3.1 โดยการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-depth Interview) และสัมภาษณ์กลุ่มเจาะจง (Focus Group Interview) วิศวกรที่เป็นผู้บริหารที่จบการศึกษาสาขาวิศวกรรมที่ปฏิบัติงานอยู่ในภาคการผลิต ภาคการเกษตรและภาคบริการ ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยเชิงปริมาณ วิศวกรที่เป็นผู้บริหารจะจูงใจให้ผู้ใต้บังคับบัญชาเห็นถึงความสำคัญและหน้าที่ที่มีต่อองค์การ สามารถสื่อสาร โดยให้ทุกคนเห็นถึงผลตอบแทนจากการทำงาน กำหนดเป้าหมายการดำเนินงานขององค์การไว้อย่างชัดเจน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ภายในหน่วยงาน และรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นมาจัดเก็บเพื่อรองรับการดำเนินงานในอนาคต

8.3.2 การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก(In-depth Interview) ผู้บริหารที่ประสบความสำเร็จในการบริหารงาน ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยเชิงปริมาณ ผู้บริหารที่ประสบความสำเร็จจะให้ความสำคัญกับบุคลากรขององค์การ โดยมอบหมายให้แต่ละส่วนงานไปดำเนินการ สร้างขวัญกำลังใจกับผู้ปฏิบัติงาน ให้รางวัลกับผู้ปฏิบัติงานดี และถ่ายทอดความรู้ให้กับบุคลากรขององค์การอย่างต่อเนื่อง

9. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพสามารถนำมาเป็นข้อสรุปตามวัตถุประสงค์การวิจัยดังต่อไปนี้

9.1 สรุปผลตามวัตถุประสงค์

9.1.1 ปัจจัยด้านทรัพยากรมนุษย์ที่มีผลต่องานของวิศวกรที่เป็นผู้บริหาร สรุปได้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติงาน ได้แก่ แรงจูงใจ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย การติดต่อสื่อสาร การให้รางวัล ทิศทางการจัดการการแลกเปลี่ยนความรู้ และคลังความรู้

9.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการประยุกต์ใช้ ความรู้ด้านทรัพยากรมนุษย์กับผลการปฏิบัติงานของวิศวกรผู้บริหาร สรุปได้ว่า วิศวกรที่เป็นผู้บริหารประยุกต์ใช้ความรู้ด้าน ทิศทางการจัดการ การติดต่อสื่อสาร การให้รางวัล และแรงจูงใจในการทำงาน มีความสัมพันธ์กับผลการปฏิบัติงานอย่างมีนัยสำคัญต่อผลการปฏิบัติงานด้านมิติยุทธศาสตร์ การให้รางวัล ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย แรงจูงใจในการทำงาน และทิศทางการจัดการมีความสัมพันธ์กับผลการปฏิบัติงานอย่างมีนัยสำคัญต่อผลการปฏิบัติงานด้านมิติอาชีพ การแลกเปลี่ยนความรู้ การ

ติดต่อสื่อสาร ทิศทางการจัดการ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย มีความสัมพันธ์กับผลการปฏิบัติงานอย่างมีนัยสำคัญต่อผลการปฏิบัติงานด้านมิติสังคม

9.1.3 เปรียบเทียบผลการปฏิบัติงานของวิศวกรผู้บริหารจำแนกตามคุณลักษณะส่วนบุคคล สรุปได้ว่า วิศวกรที่เป็นผู้บริหารเพศชาย อายุระหว่าง 31 – 40 ปี การศึกษาระดับปริญญาตรี มีความรู้ด้านทรัพยากรมนุษย์พอสมควร มีรายได้ 50,001-60,000 บาท จะมีผลการปฏิบัติงานด้านมิติยุทธศาสตร์ มิติอาชีพ และมิติสังคม สูงกว่าช่วงอื่นๆ

9.2 การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-depth Interview) และการสัมภาษณ์กลุ่มเจาะจง (Focus Group Interview)

ผู้วิจัยสรุปผลการสัมภาษณ์วิศวกรที่เป็นผู้บริหาร ได้ว่า การประยุกต์ใช้ความรู้ด้านทรัพยากรมนุษย์ ได้แก่ แรงจูงใจ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย การติดต่อสื่อสาร การให้รางวัล ทิศทางการจัดการ การแลกเปลี่ยนความรู้ และคลังความรู้ มีผลต่อการปฏิบัติงาน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยเชิงปริมาณ

10. บรรณานุกรม

[1] ดนัย เทียนพุฒ. (2539). *"การบริหารงานทรัพยากรบุคคลในทศวรรษหน้า"* พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[2] _____. (2545). *"บริหารคนในทศวรรษหน้า"* พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ : บริษัท แอคทีฟ พริ้นท์ จำกัด.

[3] ถวิล ธาราโภชน์. (2532). *"จิตวิทยาสังคม"* พิมพ์ครั้งที่ 4 . กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

[4] ทวีศักดิ์ สูทกวาทิน. (2545). *"รวมบทความวิชาการการบริหาร"* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ทีพีเอ็นเพรส.

[5] ธีระ นุชเปี่ยม. (2537). *"เวียดนามหลัง 1975"* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ดอกหญ้า.

[6] เนตร์พัณณา ยาวิราช. (2537). *"ภาวะผู้นำและผู้นำเชิงกลยุทธ์"* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เซ็นทรัลเอ็กซ์เพรส.

[7] รังสรรค์ ประเสริฐศรี. (2549). *"ภาวะผู้นำ"* กรุงเทพฯ : ธนรัชการพิมพ์.

[8] เรืองวิทย์ เกษสุวรรณ. (2549). *"หลัก TQM และการประยุกต์ใช้"* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วารสารดำรงราชานุภาพ.

[9] วรนารถ แสงมณี. (2543). *"การบริหารงานบุคคล"* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : งานตำราและเอกสารการพิมพ์ คณะครุศาสตร์.

[10] วิจารณ์ พาณิชย์. (2547). *"การจัดการความรู้คืออะไรเพื่อคุณภาพที่สมดุล"* กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาส่งเสริมการจัดการความรู้เพื่อสังคม.

[11] ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ. (2541). *"พฤติกรรมองค์การ"* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วิสิทธิ์พัฒนา.

[12] _____.และสมชาย หิรัญกิติ. (2537). *"การบริหารสำนักงานแบบใหม่"* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พัฒนาศึกษา.

[13] สมชาย หิรัญกิติ. (2542). *"การบริหารทรัพยากรมนุษย์ ฉบับสมบูรณ์"* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พัฒนาศึกษา.

[14] สุนันทา เลาหนันทน์. (2531). *"การพัฒนาองค์การ"* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ดี.ดี.บุ๊คสโตร์.

[15] Alessandra, Tony et al., (1993). *"Communicating at Work"* New York : Illustrated Muse Inc.

[16] Beer, Michael, (1984). *"Organization Change and Development"* New York : Scott, Foreman and Company.

[17] Cenzo, De. et al., (1994). *"Human Resource Management : Concepts and Practices"* New York : John Wiley & Sons.

[18] Cook, C.W. et al., (2001). *"Management and Organization Behavior"* 3rd Edition. New York : McGraw Hill.

[19] Devanna, Tichy et al. (1984). *"Strategic Human Resource Management"* New York : McGraw Hill.

[20] Edward, Sallis, (2002). ***"Total Quality Management in Education"*** 3rd Edition. New York : McGraw Hill.

[21] Fombrun, Tichy. et al., (1984). ***"Strategic Human*** *Resource Management"* New York : Wiley & Sons.

[22] Hay, Misra, (1986). *"Business Tele Communications"* New York : Irwin.

[23] Hillbun, Ho, (2008). *"KnowledgeSharing Between Competing Suppliers in the Customer's Supply Chain Network"* Tyeson : Arizona University.

[24] Hodgetts, Richard M., (1999). *"Modern Human Relations at Work"* 7th Edition. New York : Dryers Press.

[25] Ishikawa, Kaoru, (1990). *"Introduction to Quality Control"* Tokyo : J. H. Loftus.

[26] Keith, Davis, (1972). *"Human Behavior at Work: Human Relations and Organizational Behavior"* New York : McGraw Hill.

[27] Koontz, Harold, (1984). *"Principles of Management"* New York : McGraw Hill.

[28] Koza, Henrique, et al., (2002). *"Development of Engineering Managers: An Alternative Approach"* New York : McGeaw Hill.

[29] Lachapelle, Dominic, (2004). *"Stakeholder Theory Contributions to the Corporate Responsibility Debate"* Ottawa : Ottawa University.

[30] Luthans, Fred, (1992). *"Organization Behavior"* New York : McGraw Hill.

[31] Marquardt, M.L., (1996). *"Building the Learning Organization"* New York : McGraw Hill.

[32] Maslow, A., (1954). *"Motivation and Personality"* New York : Harper & Row.

[33] _____, (1987). *"Maslow's Hierarchy of Human Needs"* New York : Harper & Row.

การพัฒนายุทธศาสตร์การสร้างคุณค่าในอุตสาหกรรมพลาสติก
Value Creation Strategy Development in Plastic Industry

วรวุฒิ ชิระนุรังสี, จรัส ปทุมนากุล

หลักสูตรการพัฒนาความสามารถทางการแข่งขันเชิงอุตสาหกรรม
สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำกลยุทธ์การสร้างคุณค่า (Value Creation) ในอุตสาหกรรมพลาสติก ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมเป้าหมายที่สำคัญของประเทศ โดยในการศึกษานี้ทำการคัดเลือกอุตสาหกรรมเชื่อมโยงและผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพและสอดคล้องกับจุดแข็งของประเทศอันได้แก่ บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ (Active Packaging) เพื่อการศึกษาเชิงลึกในการสร้างคุณค่าให้กับอุตสาหกรรม โดยใช้โมเดลการสร้างคุณค่าในการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส อุปสรรค ประกอบกับการเก็บข้อมูลปฐมภูมิด้วยกิจกรรมระดมสมอง โฟกัสกรุ๊ป และสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (Stakeholder) ตลอดโซ่อุปทาน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลเพื่อสร้างกลยุทธ์ด้วยแมททริกซ์อุปสรรค โอกาส จุดอ่อน จุดแข็ง ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษา คือ กลยุทธ์ในการสร้างคุณค่าให้กับบรรจุภัณฑ์แอคทีฟอันจะนำมาซึ่งปริมาณและมูลค่าที่เพิ่มขึ้นในอุตสาหกรรม ทั้งนี้แม้อุตสาหกรรมพลาสติกจะมิได้รับมูลค่าเพิ่มโดยตรงมากนัก แต่ผลที่ได้รับคือประโยชน์เชิงมูลค่าตลาดที่ขยายตัวขึ้นในระดับประเทศ

คำสำคัญ: การสร้างคุณค่า อุตสาหกรรมพลาสติก การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส อุปสรรค แมททริกซ์อุปสรรค โอกาส จุดอ่อน จุดแข็ง

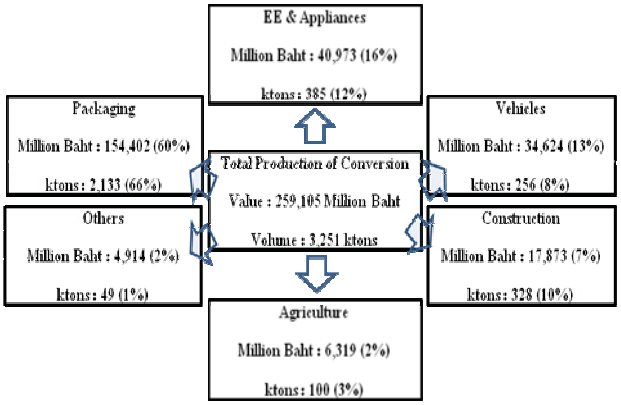
Abstract

The objective of this study is to develop the value creation strategy in plastic industry which is one of the strategic Industry of Thailand. This Study selected 1 linkage industries which have high potential and capability then selected one potential product in that linkage industry. This study used value creation model, SWOT analysis to analyze the selected industry. The collective data is retrieved from the brainstorming activities, focus group activities and interview with enterprise, organization, researcher, government and all stakeholders in the industry. The data mining tools are TOWS matrix to generate strategies for selected products. Result of this study is aimed to create value for potential products in the linkage industry. Even though, plastic industry has not take much of the direct value, but able to take benefits from the growth of linkage industries, so does the country.

Keyword: Value Creation, Plastic Industry, SWOT Analysis, TOWS Matrix

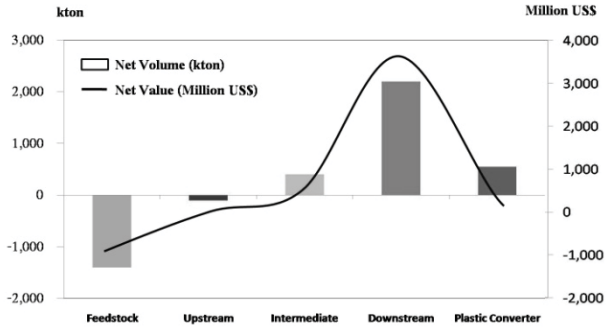
1. บทนำ

อุตสาหกรรมพลาสติกเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก ด้วยจำนวนผู้ผลิต 2,495 ราย การจ้างแรงงาน 212,798 คน [1] และมูลค่าจากการผลิต 259,105 ล้านบาท [2], [3] และมีความเชื่อมโยงกับหลากหลายอุตสาหกรรม ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 อุตสาหกรรมพลาสติกและอุตสาหกรรมเชื่อมโยง

ด้วยชนิดของอุตสาหกรรมพลาสติกที่มีหลากหลาย อีกทั้งมีอุตสาหกรรมต้นน้ำที่เข้มแข็งอย่างอุตสาหกรรมปิโตรเคมี รวมถึงมีหน่วยงานวิจัยภาครัฐที่คอยสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง จึงนับได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีความพร้อมเป็นอย่างมากในการพัฒนา ทั้งนี้ จะเห็นได้ว่าดุลการค้าในอุตสาหกรรมพลาสติกของประเทศนั้นได้เปรียบดุลการค้าทั้งมูลค่าและปริมาณอยู่ที่อุตสาหกรรมพลาสติกต้นน้ำหรือเม็ดพลาสติก (Downstream) ขณะที่อุตสาหกรรมแปรรูปวัตถุดิบ (Plastic Converter) นั้นมีการส่งออกเป็นจำนวนมากแต่ขาดดุลในเชิงมูลค่า ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ดุลการค้าตลอดโซ่อุปทานอุตสาหกรรมปิโตรเลียม

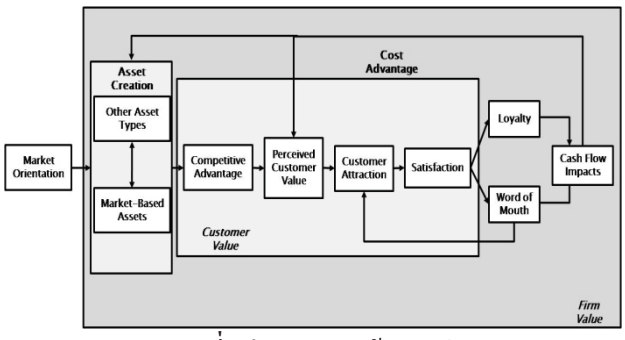
เพราะฉะนั้นอุตสาหกรรมพลาสติกไทยมีความจำเป็นเร่งด่วนเป็นอย่างมากในการสร้างคุณค่าให้กับตัวผลิตภัณฑ์พลาสติกซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับอุตสาหกรรมพลาสติกต่อไป

2. การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างคุณค่า (Value Creation) คือ การนำจุดแข็งที่มีอยู่ในประเทศมาสร้างสรรค์ ผลิตสินค้าและบริการเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างเหมาะสม ทำให้เกิดสินค้าและบริการที่มีคุณค่า ยากต่อการลอกเลียนแบบ สามารถสร้างมูลค่าให้สูงขึ้นได้จากความได้เปรียบการแข่งขัน ซึ่งต่างจากการสร้างมูลค่าเพิ่ม (Value Added) ที่หมายถึง มูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละขั้นตอนการผลิตจนถึงการจัดจำหน่าย โดยกระบวนการการสร้างมูลค่าเพิ่มมักเป็นการนำเทคโนโลยีของคนอื่นมาใช้ ทำให้ผลิตสินค้าที่เหมือนๆ กันกับของคนอื่น ในที่สุดก็จะเกิดการขายตัดราคากัน ทำให้ได้ผลกำไรลดลง [4] ดังนั้น จึงต้องสรรหาความสามารถแฝงหรือจุดแข็งของประเทศเพื่อทำการส่งเสริมการสร้างคุณค่าต่อไป

2.1 โมเดลการสร้างคุณค่า (Value Creation Model)

จากการศึกษาพบว่าในการสร้างคุณค่าของอุตสาหกรรมจะมุ่งเน้นที่การเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมอื่นที่เกี่ยวข้องกันตามสายโซ่คุณค่า (Value Chain) [5] ซึ่งในแต่ละอุตสาหกรรมจะมีทิศทางในการศึกษาที่แตกต่างกันออกไปเนื่องจากลักษณะเฉพาะของอุตสาหกรรมและผลิตภัณฑ์เป้าหมายในการศึกษา การศึกษานี้จะใช้โมเดลของ Rod B. McNaughton [6] ในการวิเคราะห์ โดยแบ่งเป็นด้านสินทรัพย์ที่มีอยู่ซึ่งพิจารณาจากความพอเพียงของวัตถุดิบ แรงงานและเครื่องจักร ด้านตลาดและด้านลูกค้า ซึ่งนำข้อมูลที่มีมาวิเคราะห์หาความได้เปรียบในการแข่งขัน (Competitive Advantage) ที่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าและสร้างการรับรู้ได้ จะทำให้เกิดความพึงพอใจจากลูกค้าในระดับสูง ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 โมเดลการสร้างคุณค่า

2.2 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส อุปสรรค (SWOT Analysis) [7], [8]

การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส อุปสรรค เป็นการกำหนดจุดแข็งขององค์กร (Strengths, S) จุดอ่อนขององค์กร (Weakness, W) โอกาสจากสภาพแวดล้อมภายนอก (Opportunities, O) และอุปสรรคจากสภาพแวดล้อมภายนอก (Threats, T) ดังนั้นการวิเคราะห์ SWOT จึงเป็นการเปรียบเทียบปัจจัยดังกล่าวเพื่อช่วยผู้บริหารในการกำหนดกลยุทธ์ ซึ่งปกติใช้ในการวิเคราะห์ระดับองค์กร การนำมาใช้วิเคราะห์ในระดับอุตสาหกรรมจะมองอุตสาหกรรมพลาสติกทั้งกลุ่มเป็นเสมือนหนึ่งองค์กรเพื่อหาจุดแข็งและโอกาสของประเทศ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างคุณค่าต่อไป

2.3 แมททริกซ์อุปสรรค โอกาส จุดอ่อน จุดแข็ง (TOWS Matrix) [7], [8]

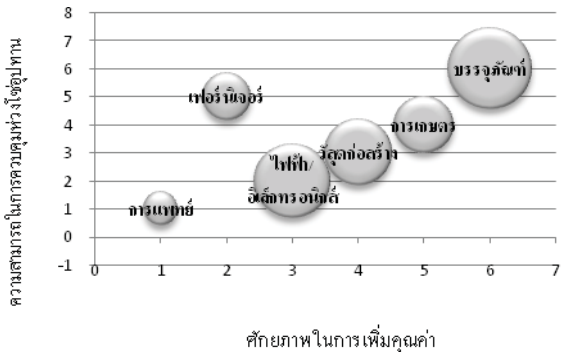
แมททริกซ์ TOWS เป็นแมททริกซ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุปสรรค (Threats, T) และโอกาส (Opportunities, O) กับจุดอ่อน (Weakness, W) และจุดแข็ง (Strengths, S) ซึ่งแสดงถึงกลยุทธ์ทางเลือก 4 ประการ คือ S-O, W-O, S-T และ W-T โดยการจับคู่ระหว่างปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในดังแสดงในภาพที่ 4 ซึ่งการวางกลยุทธ์ด้วยการจับคู่ดังกล่าวจะทำให้เกิดความชัดเจนในการพัฒนา เพื่อวางยุทธศาสตร์ทั้งระยะสั้นและระยะยาว

TOWS Matrix	Strengths (S)	Weakness (W)
Opportunities (O)	S-O Strategies (มีจุดแข็งและมีโอกาส)	W-O Strategies (มีจุดอ่อนและมีโอกาส)
Threats (T)	S-T Strategies (มีจุดแข็งและมีอุปสรรค)	W-T Strategies (มีจุดอ่อนและมีอุปสรรค)

ภาพที่ 4 แมททริกซ์อุปสรรค โอกาส จุดอ่อน จุดแข็ง

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษานี้ทำการคัดเลือกกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพสูงสุดจากการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิประกอบกับการจัดกิจกรรมระดมสมอง โดยคัดเลือกจาก 3 ดัชนี ได้แก่ ผลกระทบด้านเศรษฐศาสตร์ คือ มูลค่าการนำเข้า-ส่งออก และขนาดตลาดในประเทศจากข้อมูลเชิงสถิติ ความสามารถในการบริหารจัดการโซ่อุปทาน ซึ่งวิเคราะห์จากศักยภาพของผู้ประกอบการและความเชื่อมโยงภายในโซ่อุปทาน และความเป็นไปได้ในการสร้างคุณค่า ซึ่งวิเคราะห์จากความเป็นไปได้ในการให้ความร่วมมือเชิงพาณิชย์และจำนวนงานวิจัยที่ภาครัฐให้การสนับสนุน (รายละเอียดดูจากรายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาโอกาสความเป็นไปได้ในการสร้างคุณค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์พลาสติก) [3] ซึ่งผลการคัดเลือกพบว่าบรรจุภัณฑ์พลาสติกเป็นอุตสาหกรรมเชื่อมโยงที่มีศักยภาพสูงสุด (ดังแสดงในภาพที่ 5) และบรรจุภัณฑ์แอคทีฟเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพสูงสุด (ดังแสดงในภาพที่ 6)



ภาพที่ 5 การคัดเลือกอุตสาหกรรมเชื่อมโยง

	มูลค่าการนำเข้า-ส่งออก	ขนาดตลาด	ศักยภาพผู้ผลิต	ลำดับความสำคัญ
Smart/Active Packaging	M	M	M	1
Packaging for Logistic	L	M	L	
Environment Friendly Packaging	L	M	L	
User Friendly Design Packaging	L	M	L	

H = ศักยภาพระดับสูง, M = ศักยภาพระดับปานกลาง, L = ศักยภาพระดับต่ำ

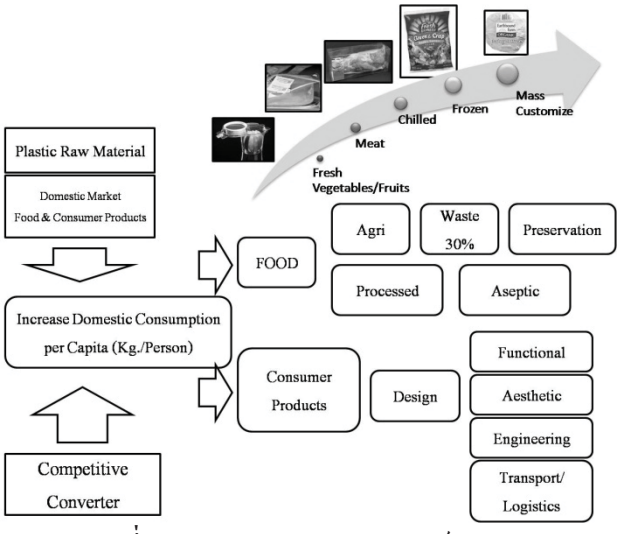
ภาพที่ 6 การคัดเลือกผลิตภัณฑ์

4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยนี้จะนำเอาการวิเคราะห์ด้วยโมเดลการสร้างคุณค่าและการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส อุปสรรคมาเป็นข้อมูลในการกำหนดกลยุทธ์การสร้างคุณค่าให้กับบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ ซึ่งเป็นกรณีตัวอย่างของการศึกษานี้

4.1 ผลการวิเคราะห์โมเดลการสร้างคุณค่าบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ

บรรจุภัณฑ์แอคทีฟเป็นนวัตกรรมการควบคุมบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งโดยมากใช้นาโนเทคโนโลยีร่วมกับสารประกอบเคมีที่มีสมบัติพิเศษในการดูดหรือคายก๊าซบางชนิด ได้แก่ สารดูดออกซิเจน สารดูดเอทิลีนซึ่งเป็นก๊าซที่เกิดจากผลไม้ทำให้ผลไม้สุก สารดูดกลิ่น สารควบคุมความชื้น สารคายคาร์บอนไดออกไซด์ หรือสารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ เป็นต้น ปัจจุบันมีผู้ผลิตแอคทีฟฟิล์มในประเทศอยู่ 3 ราย ซึ่งทั้งหมดได้รับสิทธิ์การใช้งานจาก MTEC (สวทช.) โดยในการผลิตนั้นจะใช้เครื่องจักรเดิมแต่เปลี่ยนแปลงเพียงสูตรการผลิต ทำให้มีมูลค่าสูงกว่าบรรจุภัณฑ์แบบเดิม กว่าร้อยละ 30 และยังมีราคาต่ำกว่าการนำเข้าถึง 6.5 เท่า ขณะที่ขนาดตลาดยังถือว่าเล็กมากเมื่อเทียบกับปริมาณความต้องการใช้ในการบรรจุพืชผัก/ผลไม้ แต่มีแนวโน้มเติบโตสูงเนื่องจากสามารถเข้ามาช่วยลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลทางการเกษตรได้ การสร้างคุณค่าในระยะสั้นจึงควรผลักดันให้มีการนำไปใช้ในพืชเศรษฐกิจที่มีความสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวมาก เช่น ผักสวนครัว มะม่วง เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ทิศทางการพัฒนาบรรจุภัณฑ์พลาสติก

4.2 ผลการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส อุปสรรค บรรจุภัณฑ์แอคทีฟการวิเคราะห์ SWOT จะแยกพิจารณาทีละประเด็นและกำหนดรหัสสำหรับนำไปวิเคราะห์ต่อไป ดังนี้

จุดแข็ง

S1 มีตลาดพืชผลการเกษตรภายในประเทศ

S2 มีนวัตกรรมพร้อมนำมาสู่เชิงพาณิชย์

S3 ต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าประเทศอังกฤษ 6.5 เท่า

S4 กำลังการผลิตมีความพอเพียงต่อความต้องการใช้งาน

จุดอ่อน

W1 การขยายตลาดทำได้ช้าเนื่องจากต้องพัฒนาร่วมกันเป็นรายผลิตภัณฑ์ไป

W2 มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลากหลาย

W3 ข้อจำกัดการถือครองสิทธิ์ทางเทคโนโลยี

W4 ขาดการประชาสัมพันธ์สินค้าในวงกว้าง

W5 ขาดองค์ความรู้พื้นฐานด้านการจัดการหลังเก็บเกี่ยวอย่างเป็นระบบ

โอกาส

O1 มีความสูญเสียในระบบการขนส่งและจัดจำหน่ายผัก/ผลไม้ในประเทศสูงถึงร้อยละ 30

O2 มีผัก/ผลไม้ล้นตลาดในฤดูเก็บเกี่ยว

O3 การส่งเสริมการส่งออกอาหาร

O4 มีชื่อเสียงด้านคุณภาพผัก/ผลไม้ในตลาดโลก

O5 การลดต้นทุนการขนส่งด้วยการการยืดอายุสินค้า

O6 การขยายตลาดที่กว้างขึ้นจากการขนส่งได้ไกลขึ้นด้วยการยืดอายุสินค้า

O7 พฤติกรรมผู้บริโภคเปลี่ยนแปลง เช่น การจ่ายตลาดน้อยครั้งลง ต้องการสินค้าที่มีอายุนานขึ้น

อุปสรรค

T1 ผู้บริโภคขาดความเชื่อมั่นในการใช้งาน

T2 การทดลองใช้งานต้องใช้เวลานานและตามฤดูกาลเท่านั้น

T3 ผู้ใช้ยังขาดความเข้าใจการใช้บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ

T4 กฎระเบียบต่างๆ เช่น REACH และข้อกำหนดต่างๆ ของสหภาพยุโรป (EU) เป็นต้น

4.3 แมททริกซ์อุปสรรค โอกาส จุดอ่อน จุดแข็ง บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ

จากผลการวิเคราะห์บรรจุภัณฑ์แอคทีฟด้วยโมเดลการสร้างคุณค่าและการวิเคราะห์ SWOT ข้างต้น สามารถกำหนดเป็นกลยุทธ์ตามแนวคิดแมททริกซ์ TOWS ดังนี้

กลยุทธ์ S-O

- ส่งเสริมการใช้ในประเทศโดยเฉพาะห้างค้าปลีกเพื่อลดการสูญเสียของผักและผลไม้ [S1,O1]
- การขยายผลการใช้บรรจุภัณฑ์แอคทีฟไปยังผู้ส่งออกผักและผลไม้ [S1,O2,O3,O4]
- การขยายตลาดผักและผลไม้จากการลดต้นทุนค่าขนส่งจากเครื่องบินเป็นเรือหรือรถไฟ (Shift Mode Transportation) [S1,O5]
- การสร้างภาพลักษณ์ผลไม้ไทยที่มีคุณภาพสูงและเก็บได้นานขึ้น [S1,O7]

กลยุทธ์ W-O

- การประชาสัมพันธ์สินค้าให้เป็นที่รู้จัก [W4,O3]
- การรวบรวมองค์ความรู้ด้านสรีระพืชอย่างเป็นระบบ [W1,W2,O3,O6]
- คัดเลือกผลิตภัณฑ์นำร่องเพื่อการส่งออก [W1,O3]

กลยุทธ์ S-T

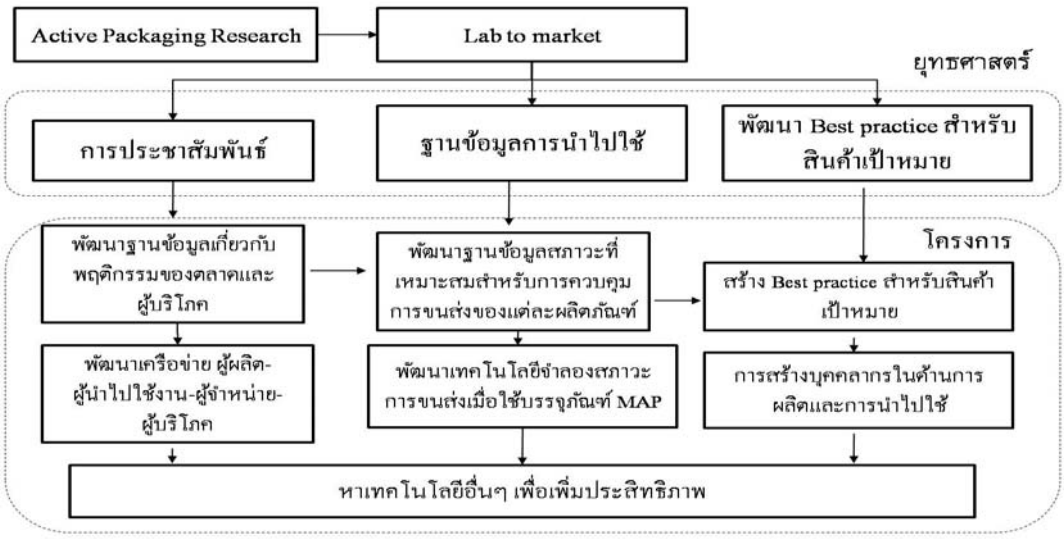
- การสนับสนุนการนำบรรจุภัณฑ์แอคทีฟไปใช้ในผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ อย่างต่อเนื่อง [S2,T1]
- การพัฒนาฐานข้อมูลสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการควบคุมการขนส่งของแต่ละผลิตภัณฑ์ [S1,T1,T3]
- การพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับจำลองสภาวะการขนส่งเมื่อใช้บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ [S2,T2]
- การสร้างความเป็นเลิศเชิงปฏิบัติ (Best Practice) สำหรับพืชเศรษฐกิจแต่ละผลิตภัณฑ์ [S4,T3]

กลยุทธ์ W-T

- การส่งเสริมการพัฒนากระบวนการก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้มาตรฐานผลไม้คุณภาพดีตั้งแต่ต้น [W5,T3]
- การพัฒนาฐานข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมของตลาดและผู้บริโภค [W1,T1]
- การพัฒนาเครือข่ายผู้ผลิต/ผู้นำไปใช้งาน/ผู้จำหน่าย/ผู้บริโภค [W4,T1]
- การสร้างบุคลากรในด้านการผลิตและการนำไปใช้ [W1,W5,T1]

5. แนวทางการสร้างคุณค่าอุตสาหกรรมพลาสติก

จากแมททริกซ์ TOWS สามารถสรุปยุทธศาสตร์การพัฒนาบรรจุภัณฑ์แอคทีฟเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการประชาสัมพันธ์ การสร้างฐานข้อมูลการนำไปใช้งาน และการพัฒนา Best Practice โดยมีโครงการที่สำคัญในการพัฒนา 6 โครงการ ดังแสดงในภาพที่ 8 ซึ่งจะทำให้มีการขยายตลาดของบรรจุภัณฑ์แอคทีฟจากในประเทศสู่การส่งออกในหลากหลายสินค้า โดยผู้แปรรูปพลาสติกจะได้รับประโยชน์จากมูลค่าที่สูงขึ้นจากสินค้าพลาสติกราวร้อยละ 30 เกษตรกรสามารถลดผลกระทบ



ภาพที่ 8 แนวทางการสร้างคุณค่าบรรจุภัณฑ์พลาสติก

ที่ได้รับจากภาวะสินค้าล้นตลาด ผู้จัดจำหน่ายลดการสูญเสียระหว่างการจำหน่าย ปัจจัยการสำเร็จ จึงอยู่ที่การขยายผลการใช้งานอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการสร้างองค์ความรู้ใหม่อันจะนำไปสู่การสร้างคุณค่าอย่างยั่งยืน

จากการศึกษาบรรจุภัณฑ์แอคทีฟจะพบว่าการนำงานวิจัยที่มีในประเทศมาขยายผลให้สอดรับกับจุดแข็งและโอกาสของประเทศไทยจะสามารถสร้างคุณค่าผ่านการวางยุทธศาสตร์ร่วมกันของผู้ที่อยู่ในอุตสาหกรรมพลาสติกและอุตสาหกรรมเชื่อมโยง ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำงานในเชิงวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยในประเทศไทยยังมีงานวิจัยอีกมากที่ยังขาดการนำมาต่อยอด หวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางในการนำงานวิจัยมาต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้อย่างเป็นรูปธรรมต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้ศึกษาขอขอบคุณ กลุ่มอุตสาหกรรมพลาสติก สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม รวมถึงผู้เข้าร่วมกิจกรรมทุกท่านที่สนับสนุนและให้ข้อมูลสำหรับการศึกษาครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2552, ทำเนียบผู้ประกอบการพลาสติก [online], Available: http://plastic.oie.go.th, [Accessed: มกราคม 2552].

[2] สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, 2550, “รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการจัดทำฐานข้อมูลเชิงเปรียบเทียบเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน (Competitive Benchmarking) สาขาอุตสาหกรรมพลาสติก”, สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร.

[3] กลุ่มอุตสาหกรรมพลาสติก สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2552, “รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาโอกาสความเป็นไปได้ในการสร้างคุณค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์พลาสติก”, สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร.

[4] ตฤตฌัย นพคุณ, 2548, “Value Creation ชี้วัดความเข้มแข็งเศรษฐกิจไทยได้อย่างไร: สัมภาษณ์พิเศษนายพันธ์ศักดิ์ วิญญรัตน์ ประธานที่ปรึกษานโยบายของนายกรัฐมนตรี”, วารสารเศรษฐกิจและสังคม ก.ค.- ส .ค.48, สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, กรุงเทพมหานคร, หน้า 16-22.

[5] อรอนงค์ นัยวิกุล, 2550, “แนวทางการสร้างคุณค่าเพิ่ม (Value Creation) ให้กับอุตสาหกรรมอาหารยุค Mood Consumption”, สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร.

[6] Rod, B. M., Phil, O., and Brain, C. I., 2002, “Market Oriented Value Creation in service Firms” *European Journal of Marketing*, Vol. 36, No. 9/10, pp. 990-1002.

[7] ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ, 2542, “การบริหารเชิงกลยุทธ์และกรณีศึกษา ฉบับสมบูรณ์”, Diamond in Business World, กรุงเทพมหานคร.

[8] Arthur, A. Thompson, Jr., A. J. Strickland III, and John, E. Gamble, 2005,” Crafting and Executing Strategy: The Quest for Competitive Advantage: Concepts & Cases”, McGraw-Hill/Irwin.

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการวางแผนและจัดตารางการผลิต สำหรับระบบการผลิตแบบคัมบัง

The development of Production Planning and Scheduling Software for Kanban Production System

ดิเรก ธัญธีรพันธุ์[1] จรัมพร หรรษมนตร์[2]

ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

กรุงเทพมหานคร 10800

ที่อยู่อีเมล์ : bankycer@hotmail.com[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการวางแผนการผลิตและจัดตารางการผลิตสำหรับระบบการผลิตแบบคัมบัง ซึ่งมีการผลิตแบบผสมกันระหว่าง Flow Shop และ Job Shop ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมมีการใช้ระบบการผลิตแบบคัมบังกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งระบบการผลิตแบบคัมบังนี้มีความยุ่งยากซับซ้อนในการวางแผนการผลิต การแบ่งล็อตการผลิต และการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้ออกแบบให้การทำงานของโปรแกรมรวมการทำงานที่ยุ่งยากซับซ้อนนี้เข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งทำให้การทำงานมีความถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็วขึ้นจากเดิมกว่า 50% การทำงานถูกออกแบบการทำงานให้ครอบคลุมตั้งแต่กระบวนการรับออเดอร์ คำนวณปริมาณการสั่งผลิต แบ่งล็อตการผลิตและล็อตย่อยการผลิต กระบวนการจัดตารางการผลิต ออกแผนการผลิต สร้างรายงานประสิทธิภาพการผลิตต่างๆ คำนวณปริมาณงานระหว่างผลิต(WIP) ตรวจติดตามการส่งมอบสินค้า ตลอดจนถึงการคำนวณต้นทุนแรงงานทางตรงของสินค้าแต่ละล็อตการผลิต โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้เขียนด้วยภาษาวิชวลเบสิกที่ทำงานบนโปรแกรมไมโครซอฟแอกเซส ซึ่งโปรแกรมนี้มีความยืดหยุ่นเปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขแผนการผลิตต่างๆ เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในสถานการณ์จริงได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: การวางแผนการผลิต การจัดตารางการผลิต ระบบการผลิตแบบคัมบัง

Abstract

This research aims to develop a software tool to assist production planning and managing the production schedule for Kanban production System. This production is the combination between flow shop and Job shop. Currently, most of the industrial factories are using Kanban production system. This productive system has complication in planning, division production lot, appropriate scheduling. This software has been designed to combine working complication. Efficiency has been improved in speed as 50%. It has been designed to cover all working processes. First is receiving orders, calculation quantity of produce, Lot division and sub lot production, detailed scheduling, create production plan, create report in efficiency of production, calculate the works in process, check the product during the delivery.

The calculation includes the cost of labor in each production lot. The software was implemented on MS ACCESS. It can be concluded that this software is quite flexible to edit and improve the production plan situation for respond to the real need of different pieces of work require.

Keyword: Production planning, Scheduling, Kanban production system

1. บทนำ

ปัจจุบันระบบการผลิตแบบคัมบังเข้ามามีบทบาทอย่างมากในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งการวางแผนการผลิตสำหรับระบบการผลิตแบบคัมบังในโรงงานอุตสาหกรรมมีความยุ่งยากซับซ้อน อีกทั้งมีตัวแปรในการตัดสินใจต่างๆ อีกมาก และการวางแผนการผลิตจำเป็นต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ในด้านการวางแผน เพื่อให้ได้แผนที่มีประสิทธิภาพ สามารถสั่งงานและควบคุมติดตามงานได้ง่าย และยังสามารถส่งสินค้าได้ทันตามกำหนดอีกด้วย ถ้าโรงงานอุตสาหกรรมใดมีการวางแผนการผลิตที่ดี และมีประสิทธิภาพ ก็จะทำให้ได้เปรียบคู่แข่ง และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันอีกด้วย

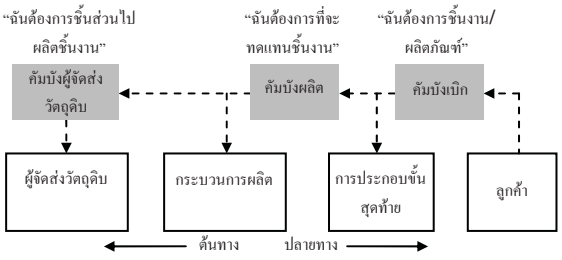
สำหรับการวางแผนการผลิตและจัดตารางการผลิตในแต่ละครั้งนั้น จำเป็นต้องมีข้อมูลพื้นฐานมากมายที่จำเป็นต้องใช้ในการวางแผน เช่น ข้อมูลการผลิตประจำวันของแต่ละแผนก ข้อมูลจำนวนสินค้าในสต็อก งานระหว่างผลิต เป็นต้น และข้อมูลนั้นควรจะเป็นข้อมูลที่เป็นปัจจุบันมากที่สุด เพื่อความถูกต้องแม่นยำในการวางแผนการผลิต และเหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนและจัดตารางการผลิตต่างๆ แล้วพบว่า มีการพัฒนาโปรแกรมการวางแผนและจัดตารางการผลิตจะแยกส่วนกัน เช่น การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการจัดตารางการผลิตสำหรับโรงงานผลิตแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแผ่น[1] ซึ่งเป็นการผลิตแบบตามสั่ง(Job Shop) ซึ่งการจัดตารางการผลิตแบบนี้จะส่งผลทำให้ใช้เวลาในการคำนวณนานถ้านำมาใช้กับการจัดตารางการผลิตแบบผสม(Flow Shop และ Job Shop) และยังไม่มีการแบ่งล็อตย่อยการผลิต และงานวิจัยอื่นมีการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรมทำงานที่ยากต่อการเข้าใจ

จากเหตุผลดังกล่าว จึงเกิดแนวคิดการทำวิจัยเพื่อแก้ปัญหาในส่วนของการวางแผนการผลิตและจัดตารางการผลิตของโรงงานตัวอย่าง โดยพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นมาให้ผู้วางแผนสามารถใช้วางแผนการผลิตได้อย่างรวดเร็ว และยังสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขตารางการผลิตตามที่ผู้วางแผนกำหนดเงื่อนไขใหม่ให้กับโปรแกรมได้ทันที นอกจากนี้ยังสามารถสร้างแผนการผลิตของแต่ละวัน แต่ละเครื่องได้ และผู้ใช้ยังสามารถติดตามสถานะของแต่ละงาน ณ ปัจจุบัน โดยดูจากโปรแกรมโดยตรงได้ตลอดเวลา และผู้บริหารยังสามารถใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนระยะยาวได้อีกด้วย และยังสามารถนำโปรแกรมที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนและจัดตารางการผลิตของโรงงานอื่นที่มีระบบการผลิตแบบคัมบังได้

2. ระบบการผลิตแบบคัมบัง

ในระบบคัมบัง กระบวนการต้นทางจะผลิตเพียงพอเพื่อที่จะทดแทนสิ่งที่กระบวนการปลายทางได้เบิกออกไปเท่านั้น พนักงานในกระบวนการหนึ่งจะไปยังกระบวนการก่อนหน้าเพื่อเบิกชิ้นส่วนที่ต้องการเท่านั้น จุดเริ่มต้นในระบบการเบิกนี้เริ่มที่ “คำสั่งซื้อของลูกค้า” ดังภาพที่ 1



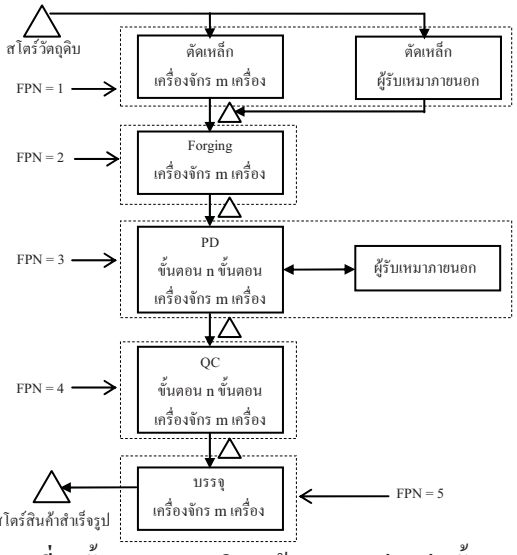
ภาพที่ 1 การผลิตแบบดึง (ด้วยคัมบัง)

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย เริ่มจากการศึกษาและเก็บข้อมูลข้อจำกัดการผลิตต่างๆ ของโรงงานตัวอย่าง หลังจากนั้นจึงทำการออกแบบโครงสร้างโปรแกรม ฐานข้อมูล และอัลกอริทึมการทำงานต่างๆ ของโปรแกรม จัดทำโปรแกรม ทำการทดสอบ ปรับปรุงแก้ไขและสรุปผล

3.1 ข้อมูลพื้นฐานโรงงานตัวอย่าง

โรงงานอุตสาหกรรมตัวอย่างเป็นโรงงานที่ใช้ระบบการผลิตแบบคัมบัง เป็นโรงงานที่ผลิตชิ้นงานโลหะที่ผ่านกระบวนการทุบขึ้นรูปร้อน(Forge) สินค้าส่วนใหญ่เป็นกลุ่มยานยนต์ มีการผลิตแบบตามออเดอร์(Make to Order) ซึ่งการทำงานในโรงงานงานมีหลายแผนก มีระบบงานที่ซับซ้อนและมีการบันทึกข้อมูลแยกกันตามแผนกต่างๆ ทำให้มีปัญหาในการวางแผน และติดตามงาน



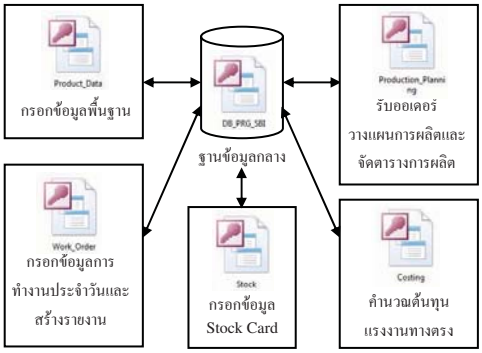
ภาพที่ 3 ขั้นตอนการผลิต พร้อมการแบ่งกลุ่มขั้นตอนการผลิต (Flow Process Number : FPN)

การวางแผนการผลิตของโรงงานจะมีการแบ่งล็อตในการผลิตเพื่อให้เหมาะสมกับการเรียกสินค้าเป็นแบบคัมบังในแต่ละออเดอร์ ซึ่งจะมีการพยากรณ์ออเดอร์มาล่วงหน้าประมาณ 1 เดือน และสินค้าหนึ่งๆ มีหลายขั้นตอนในการผลิต ในแต่ละขั้นตอนยังมีการแบ่งล็อตย่อยเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับการผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิต กระบวนการผลิตของโรงงานแบ่งเป็น 5 แผนกใหญ่ ได้แก่ แผนกตัดเหล็ก Forging PD QC และบรรจุ เรียงกันเป็นลักษณะ Flow Shop ซึ่งแต่ละแผนกจะมีหลายเครื่องจักร แต่ในแผนก PD และQC จะมีหลายขั้นตอนหลายเครื่องจักร และยังมีการส่งไปจ้างทำภายนอกซึ่งมีลักษณะการทำงานเป็นแบบ Job Shop ดังภาพที่ 3 ทำให้เกิดปัญหาในการวางแผน เนื่องจากความยุ่งยากและซับซ้อนของข้อจำกัดของการผลิตต่างๆ ผู้วิจัยได้ทำการจัดกลุ่มกระบวนการผลิต (Flow Process Number : FPN) ให้เป็นแบบ Flow Shop เพื่อง่ายต่อการวางแผนและจัดตารางการผลิต ดังภาพที่ 3

3.2 การออกแบบโปรแกรม

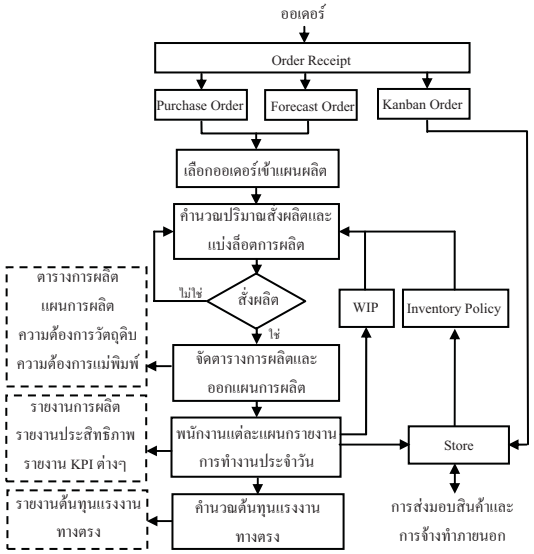
3.2.1 โครงสร้างโปรแกรม โปรแกรมวางแผนและจัดตารางการผลิตนี้พัฒนาขึ้นบนโปรแกรม Microsoft Access โดยจะมีฐานข้อมูลกลางร่วมกัน เพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล ส่วนตัวโปรแกรมต่างๆ จะส่งถ่ายข้อมูลกันที่ฐานข้อมูลกลางที่เดียว โดยแบ่งโปรแกรมออกเป็น 6 ส่วนตามการใช้งาน ดังภาพที่ 4 ซึ่งโปรแกรมย่อยจะแยกออกตามผู้ใช้งานเพื่อความสะดวกในการใช้งานในการทำงานประจำวัน โดยแบ่งออกเป็นโปรแกรมย่อยๆ ดังนี้

- DB_PRG เป็นส่วนของฐานข้อมูลกลาง
- Product_Data ส่วนการกรอกข้อมูลพื้นฐานต่างๆ
- Production_Planning ส่วนการรับออเดอร์ตลอด จนการวางแผนการผลิตต่างๆ
- Work_Order ส่วนการกรอกข้อมูลการทำงานประจำ วัน และสร้างรายงาน KPI ต่างๆ
- Stock ส่วนการรับส่งข้อมูลการส่งมอบสินค้าและการจ้างทำภายนอก
- Costing ส่วนการคำนวณต้นทุนแรงงานทางตรง



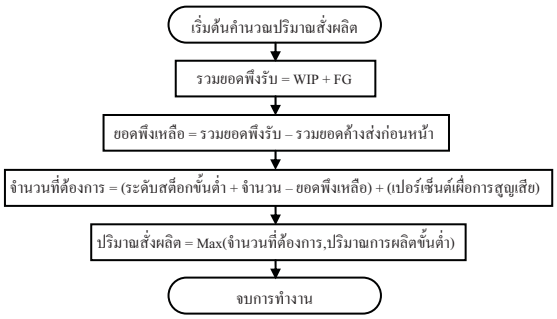
ภาพที่ 4 โครงสร้างโปรแกรมโดยการรวมข้อมูลเข้าสู่ศูนย์กลาง

3.2.2 ขั้นตอนการทำงานโปรแกรม การออกแบบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมแสดงดังภาพที่ 5 โดยเริ่มโปรแกรมที่การรับออเดอร์คือการแสดงความต้องการมาจากลูกค้าที่ Order Receipt จากนั้นโปรแกรมจะแบ่งประเภทออเดอร์ออกเป็น 3 ประเภท คือ Purchase order, Forecast order และ Kanban order ออเดอร์ที่เข้าสู่แผนผลิตจะมีเพียงออเดอร์ 2 ชนิดแรกเท่านั้น เพราะออเดอร์คัมบังจะไปเรียกดึงสินค้าในสโตร์ทันทีเพื่อนำไปส่งมอบตามคัมบัง



ภาพที่ 5 ภาพรวมการทำงานต่างๆ ของโปรแกรม

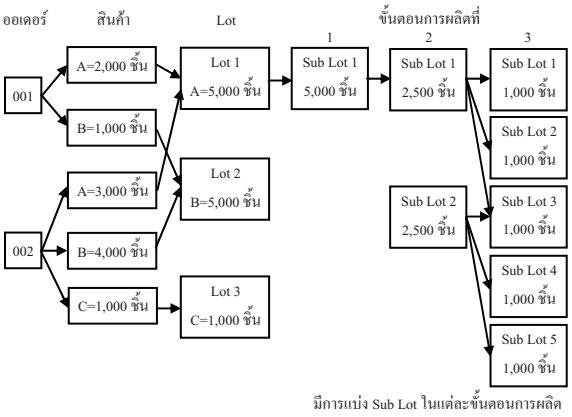
เมื่อออเดอร์เข้าแผนผลิตแล้วโปรแกรมมีความยืดหยุ่นให้ผู้วางแผนสามารถเลือกออเดอร์สั่งผลิตได้ จากนั้นโปรแกรมจะทำการคำนวณปริมาณสั่งผลิตโดยมีหลักการแสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ผังการคำนวณปริมาณการสั่งผลิต

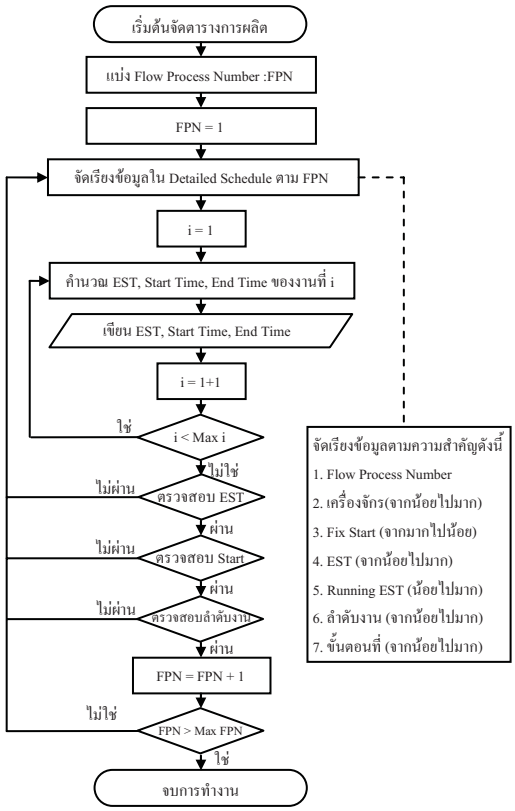
โดยนำจำนวนที่เลือกสั่งผลิตมาคำนวณโดยดูถึงปริมาณชิ้นงานระหว่างผลิต(WIP) ปริมาณยอดค้างส่งของสินค้าชนิดต่างๆ และนโยบายคงคลัง(Inventory Policy) ได้แก่ ปริมาณสินค้าคงคลังขั้นต่ำ ปริมาณผลิตขั้นต่ำ และเปอร์เซ็นต์เผื่อการสูญเสีย

เมื่อคำนวณปริมาณการผลิตเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะทำการแบ่งล็อตการผลิตให้อัตโนมัติตามข้อมูลมาตรฐานของแต่ละสินค้าโดยมีหลักการแบ่งล็อตและการแบ่งล็อตย่อยการผลิตในแต่ละขั้นตอนทางแสดงดังภาพที่ 7 จากนั้นโปรแกรมจะให้ผู้วางแผนยืนยันจำนวนสั่งผลิตและจำนวนล็อตการผลิตที่ได้จากโปรแกรม ผู้วางแผนสามารถกำหนดจำนวนสั่งผลิตใหม่หรือแบ่งจำนวนล็อตใหม่ได้ในขั้นตอนนี้



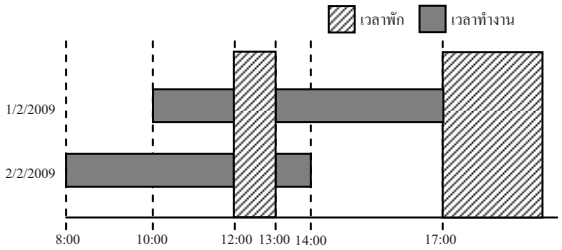
ภาพที่ 7 แสดงหลักการและตัวอย่างการแบ่งล็อตและการแบ่งล็อตย่อยการผลิตในแต่ละขั้นตอน

เมื่อสั่งผลิตแล้วโปรแกรมจะทำการออกเลขที่ใบสั่งผลิต เลขที่ล็อตการผลิต และแบ่งงานออกเป็นแต่ละขั้นตอนการผลิตตามขั้นตอนการผลิตมาตรฐาน(Process Standard) โดยอัตโนมัติ หลังจากแบ่งงานตามขั้นตอนการผลิตแล้ว จะทำการจัดตารางการผลิตตามลำดับงาน(Priority) โดยที่จัดลำดับงานแบบกำหนดส่งเร็วที่สุดก่อน(Earliest Due Date:EDD) และมีอัลกอลิทึมการจัดตารางการผลิตดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ผังวิธีการจัดตารางการผลิต

เวลาการทำงานในตารางการผลิตคิดตามรูปแบบเวลาทำงานโดยข้ามเวลาพักดังแสดงในภาพที่ 9 คือการคำนวณหาเวลาจบของงานที่ใช้เวลาในการผลิต 11 ชม. และใช้รูปแบบเวลาทำงานคือ “A” ซึ่งมีเวลาทำงานวันละ 8 ชั่วโมง โดยเริ่มที่ 8:00 น. ถึง 12:00 น. และ 13:00 น. ถึง 17.00 น. ถ้างานนี้เริ่มที่ Start Time = 1/2/2010 10:00:00 ดังนั้น End Time = 2/2/2010 14:00:00



ภาพที่ 9 แสดงตัวอย่างการหาเวลาจบข้ามเวลาพัก

เมื่อได้ตารางการผลิตแล้วสามารถออกแผนการผลิตให้กับฝ่ายผลิตหน่วยต่างๆได้ว่า เครื่องจักรใด ผลิตงานใด จำนวนเท่าไร ในเวลาใด ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 1 ทั้งนี้ยังสามารถรู้ถึงความต้องการวัตถุดิบได้ว่าต้องการเท่าใดในวันเวลาการผลิตใดและความต้องการแม่พิมพ์เพื่อให้มีการเตรียมพร้อมให้ทันวันเวลาการผลิตที่กำหนดไว้

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างตารางการผลิต

FPN	ล็อตการผลิต	รหัสสินค้า	จำนวน	เครื่องจักร	ขั้นตอนที่	SHIFT	Start Time กำหนดวันเวลาเริ่ม	Finish Time กำหนดวันเวลาจบ
1	003	W-02	1000	A	1	A	25/1/2010 7:58	25/1/2010 9:05
1	004	W-02	1000	A	1	A	25/1/2010 9:05	25/1/2010 10:13
1	001	W-01	1000	A	1	A	25/1/2010 10:30	25/1/2010 11:37
1	002	W-01	1000	A	1	A	25/1/2010 11:37	25/1/2010 13:41
2	001	W-01	1000	B	2	A	25/1/2010 11:37	26/1/2010 9:16
2	002	W-01	1000	B	2	A	26/1/2010 9:16	26/1/2010 15:56
2	003	W-02	1000	C	2	A	25/1/2010 9:05	25/1/2010 15:45
2	004	W-02	1000	C	2	A	25/1/2010 15:45	26/1/2010 13:24

เมื่อมีการผลิตสินค้าของฝ่ายผลิตในขั้นตอนต่างๆ จะต้องมีการนำข้อมูลการทำงานต่างๆ นั้นมาเข้าสู่โปรแกรม ก็จะสามารถประมวลผลรู้ถึงสถานะการผลิตที่เป็นปัจจุบัน ณ เวลานั้นได้ ทำให้ทราบถึงชิ้นงานระหว่างผลิต(WIP)จึงทำให้ผู้วางแผนสามารถควบคุมการผลิตได้ และยังสามารถสร้างรายงาน KPI ต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วอีกด้วย

ในการส่งมอบสินค้าและการจ้างทำภายนอกนั้นจะส่งผ่านฝ่ายสโตร์ให้เป็นผู้ดำเนินการ เมื่อมีการนำข้อมูลทั้งสองเข้าสู่ระบบจะทำให้รู้ถึงสถานะของแต่ละสินค้าในสโตร์ ทำให้สามารถตรวจติดตามการส่งมอบสินค้าของแต่ละออเดอร์ได้ทันท่วงที และยังรู้ถึงสถานะของสินค้าที่ส่งไปผลิตจากภายนอกอีกด้วย เมื่อรู้ถึงปริมาณสินค้าในสโตร์ก็จะทำการส่งข้อมูลไปยังขั้นตอนการวางแผน เมื่อสินค้ามีปริมาณน้อยกว่าคงคลังขั้นต่ำโปรแกรมจะการคำนวณปริมาณสั่งผลิตให้ผู้วางแผนโดยอัตโนมัติ ขั้นตอนสุดท้ายคือการคำนวณต้นทุนแรงงานทางตรงโดยโปรแกรมจะนำข้อมูลการทำงานแต่ละล็อตการผลิตในแต่ละวันที่ได้มีการรายงานอยู่แล้วในระบบมาคำนวณเป็นชั่วโมงแรงงานของแต่ละแผนกและนำค่าใช้จ่ายที่จ่ายจริงในแต่ละเดือนหรือช่วงเวลาของแต่ละแผนกมาปันส่วนเข้าสู่ทุกล็อตการผลิตจะทำให้ทราบถึงต้นทุนแรงงานต้นทุนวัตถุดิบของแต่ละล็อตการผลิต

การทดสอบการทำงานและความถูกต้องของโปรแกรม ทำการทดสอบโดยแยกเป็นประเด็นในการพิจารณาผลการทำงานของโปรแกรมได้ 6 กรณี ดังนี้

1. กรณีการสั่งออเดอร์และมีการเรียกสินค้าแบบคัมบัง
2. กรณีการคำนวณปริมาณการสั่งผลิต
3. กรณีแบ่งล็อตการผลิตย่อย
4. กรณีการจัดตารางการผลิตต่างๆ
5. การตรวจติดตามการส่งมอบสินค้า
6. การคำนวณต้นทุนแรงงานทางตรง

4. ผลการทดลอง

จากการทดสอบโปรแกรมวางแผนและจัดตารางการผลิตสำหรับระบบการผลิตแบบคัมบัง โดยแบ่งเป็นกรณีต่างๆ ทั้ง 6 กรณี นั้นพบว่า การทำงานของโปรแกรมมีความถูกต้องตามเงื่อนไขการผลิตต่างๆ ที่ได้ตั้งเอาไว้ มีการรับออเดอร์และวางแผนการผลิตล่วงหน้าได้ สามารถเบิกสินค้าแบบคัมบังได้ การจัดตารางการผลิตและการสั่งงานผลิตมีความแม่นยำและรวดเร็วกว่าการทำงานโดยใช้พนักงานเป็นผู้วางแผนมาก สามารถรู้กำหนดเสร็จของสินค้าแต่ละล็อตล่วงหน้า ทำให้สามารถวางแผนหรือแก้ไขเพื่อให้กำหนดเสร็จของสินค้าแต่ละล็อตเป็นไปตามที่วางแผนไว้ ซึ่งสามารถปรับแก้ได้หลายรูปแบบ เช่น การเปลี่ยนรูปแบบเวลาทำงาน(เปิดทำงาน

ล่วงเวลา) เพิ่มหรือเปลี่ยนเครื่องจักรในการผลิตบางขั้นตอน เพิ่มพนักงานในการทำงาน หรืออาจมีการจ้างทำภายนอก เป็นต้น ตามความเหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ การตรวจติดตามการส่งมอบเป็นไปอย่างถูกต้อง การสร้างรายงานก็มีความถูกต้องแม่นยำและรวดเร็วเพราะสามารถนำข้อมูลการทำงานประจำวันที่มีอยู่แล้วในฐานข้อมูลมาคำนวณและประมวลผลให้โดยผู้ใช้เพียงเลือกช่วงเวลาและรายงานที่ต้องการ ส่วนการคิดต้นทุนแรงงานทางตรงซึ่งแต่เดิมมีความยุ่งยากซับซ้อนในการคำนวณจากผลการทำงานพบว่ามีความสะดวก ถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็วกว่าการทำงานที่ใช้พนักงานคำนวณ อีกทั้งทุกกระบวนการทำงาน ผู้บริหารยังสามารถตรวจสอบและติดตามได้บนหน้าจอของโปรแกรม

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาและจัดทำโปรแกรมวางแผนและจัดตารางการผลิตสำหรับระบบการผลิตแบบคัมบัง เพื่อช่วยในการวางแผนสำหรับระบบการผลิตแบบคัมบัง ซึ่งผลที่ได้โปรแกรมสามารถช่วยวางแผนการผลิตได้อย่างเหมาะสมตามที่กำหนดไว้ ซึ่งมีความสะดวกและช่วยประหยัดเวลาได้เป็นอย่างมาก ทั้งนี้ยังสามารถรู้กำหนดเสร็จของแต่ละงานล่วงหน้าได้ทำให้สามารถวางแผนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังลดความซ้ำซ้อนในการกรอกข้อมูลได้อีกด้วย แต่ในการจะปรับแก้แผนการผลิตนั้นจำเป็นต้องใช้ความรู้และทักษะของผู้วางแผนด้วยเพื่อปรับแผนให้เข้ากับสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้น และยังสามารถนำโปรแกรมที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนและจัดตารางการผลิตของโรงงานอื่นที่มีระบบการผลิตแบบคัมบังได้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] เทวฤทธิ์ ชาติขุนพล, “การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการจัดตารางการผลิตสำหรับโรงงานผลิตแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแผ่น” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการผลิต ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต คณะบัณฑิตวิยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[2] ประวีณาภรณ์ อรุณรัตน์, “การวางแผนการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตที่ถูกผลักดันโดยคำสั่งของลูกค้า: กรณีศึกษา บริษัทเดลแมกซ์แมชินเนอรี” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.

[3] พิภพ ลลิตตาภรณ์, “ระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต” พิมพ์ครั้งที่9. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), 2546.

[4] สงกรานต์ บางศรัณย์ทิพย์, “การพัฒนาการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548.

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ประกอบการที่มีต่อบัณฑิต และศึกษาภาวะการทำงานของบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเชียงราย

Analysis the Satisfaction of Entrepreneurs towards the Engineer Graduated and work applying situation of graduated student of Chiang Rai College

ณรงค์เดช หัตถกอง[1] วีรพันธุ์ ศิริฤทธิ์[2]และ บวรศักดิ์ ศรีสังสิทธิสันติ[3]

วิทยาลัยเชียงราย 129 ม.6 ต.ป่าอ้อดอนชัย อ.เมือง จ.เชียงราย 57000 โทรศัพท์ 053-170331 ต่อ 110

E-mail: crc_ao@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ประกอบการที่มีต่อบัณฑิตของ คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเชียงราย เพื่อนำข้อมูลความพึงพอใจที่ได้รับมาทำการปรับปรุงหลักสูตรและวิเคราะห์หาผลประเมินที่ได้จากแบบสอบถามตลอดจนนำข้อมูลภาวะการหางานทำของบัณฑิต มาทำการวิเคราะห์ความต้องการตลาดที่มีความต้องการบัณฑิตเข้าทำงาน โดยมีการวิจัยความพึงพอใจของสถานประกอบการใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ความสามารถทางวิชาการ ด้านคุณธรรมจริยธรรมจรรยาบรรณในวิชาชีพ และความพึงพอใจด้านการปฏิบัติงานและบุคลิกภาพ โดยส่งแบบสอบถามกับบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2550-2551 จำนวน 65 คน ได้แบบสอบถามกลับคืนมาจำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 61.54 และผู้บังคับบัญชาจำนวน 42 ได้แบบสอบถามกลับคืนมาจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 47.61 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ การแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และจากผลการวิจัยพบว่า ผู้ประกอบการมีความพึงพอใจต่อบัณฑิตวิทยาลัยเชียงรายในด้านคุณธรรมจริยธรรมในระดับมาก จากภาพรวมที่ปรากฏแสดงให้เห็นว่าบัณฑิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเชียงราย เป็นผู้มีคุณธรรมจริยธรรมและความรับผิดชอบสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งความซื่อสัตย์สุจริตความมีน้ำใจต่อเพื่อนร่วมงาน และทั้งนี้ผลการวิจัยได้สรุปความคิดเห็นของผู้ประกอบการที่มีต่อบัณฑิตเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการพัฒนาหลักสูตรคณะวิศวกรรมศาสตร์

คำสำคัญ: ความพึงพอใจ ความต้องการ สถานประกอบการ

Abstract

The purposes of this research were to analyze about the satisfaction of entrepreneurs to students, who studying engineering at Chaingrai College the results are going to be used for adjust curriculums and used data from questionnaire or the information of employment is also used to analyze industries demand towards by separated into 3 aspects. There are academic ability, special ability which related to working and ethics and the satisfaction for personality of work. The methodology of this research is based on the questionnaires distributed to 65 graduates of class 2008-2009 and 42 employers or supervisors only 40 graduates (61.54%) and 42 employers (47.61%) replied for the qualitification. Subsequently, the data were analyzed by the statistical percentage, mean, standard deviation the

result of this research came out that the level of employers or supervisor satisfaction to our graduates is good. The result can be know that the students from faculty of Engineering in Chaingrai College are high ethics and responsible, especially, the kindness for each other. This research can be used for engineering curriculum development.

Keyword: satisfaction demand entrepreneurs

1. บทนำ

ในปัจจุบันการศึกษาในระดับอุดมศึกษาของประเทศไทยได้มีการพัฒนาทางด้านหลักสูตรที่ มีหน่วยงานสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เป็นหน่วยงานหลักที่ทำหน้าที่กำกับดูแล รับผิดชอบในการจัดการศึกษา แต่จากสภาพจำนวนของบัณฑิตที่จบในแต่ละปีการศึกษาจากสถาบันการศึกษาทั่วประเทศมีอัตราเพิ่มขึ้นในทุกปี และภาคของสถานประกอบการ มีสัดส่วนของการรับบัณฑิตที่น้อยลง ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงมองเห็นปัญหาที่น่าสนใจ คือ ภายหลังจากสำเร็จการศึกษาเป็นบัณฑิตแล้วโอกาสเข้าทำงานในสถานประกอบการ และคุณภาพของบัณฑิตตรงตามความต้องการของสถานประกอบการของตลาดแรงงานทั้งภาครัฐบาลและภาคเอกชนมากน้อยเพียงใด และเป็นการศึกษาวิจัยเพื่อเปิดโอกาสให้สถานประกอบได้ทำการระบุคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ในการรับเข้าทำงาน เมื่อบัณฑิตจบการศึกษาแล้ว

วิทยาลัยเชียงราย เปิดสอนการศึกษาในระดับปริญญาตรี และในส่วนของคณะวิศวกรรมศาสตร์เปิดทำการสอนทั้งหมด 4 สาขาวิชา ได้แก่ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมอุตสาหการ และสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล และจากข้อมูลปัจจุบันมีบัณฑิตที่จบการศึกษา และเข้าทำงานในสถานประกอบการต่างๆ ทั้งหมด 65 คน จากจำนวนบัณฑิตที่จบการศึกษาในปีการศึกษา 2550-2551 และการที่บัณฑิตคณะวิศวกรรมศาสตร์วิทยาลัยเชียงรายได้ก้าวออกสู่ตลาดแรงงาน ทางวิทยาลัยเชียงรายจึงต้องตระหนักถึงคุณภาพของบัณฑิตที่ออกสู่สังคม ซึ่งเป็นผลผลิตของทางสถาบัน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความประสงค์จะศึกษาตลาดแรงงานของบัณฑิต โดยการศึกษาความพึงพอใจของผู้ประกอบการที่มีต่อบัณฑิต เพื่อเป็นการยกระดับการศึกษาให้สอดคล้องกับความพึงพอใจของนายจ้างในด้านความรู้ความสามารถทางวิชาการ ด้านคุณธรรมจริยธรรมจรรณยาบรรณในวิชาชีพ และความพึงพอใจด้านการปฏิบัติงานและบุคลิกภาพ ซึ่งคณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยครั้งนี้จะเป็นเครื่องมือที่ใช้เสริมสร้างและพัฒนาองค์ความรู้ของบัณฑิตให้มีความเหมาะสมกับตลาดแรงงานให้ตรงตามวัตถุประสงค์มากที่สุด

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา

2.1 ศึกษาความพึงพอใจของผู้ประกอบการหรือผู้ใช้งานบัณฑิตที่มีต่อบัณฑิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเชียงราย ใน 3 ด้าน ดังนี้ ด้านความรู้ความรู้ความสามารถทางวิชาการ ด้านคุณธรรมจริยธรรมจรรยาบรรณในวิชาชีพ และความพึงพอใจด้านการปฏิบัติงานและบุคลิกภาพ

2.2 ศึกษาระดับความรู้ที่นำไปใช้ในการประกอบวิชาชีพ

2.3 ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะการทำงานของบัณฑิต

2.4 ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาหลักสูตรให้ตรงตามเป้าประสงค์ของผู้ใช้งานบัณฑิตอย่างแท้จริง

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดกลุ่มประชากร คือ บัณฑิตที่จบหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จากวิทยาลัยเชียงราย ปีการศึกษา 2550-2551 จำนวนนักศึกษาทั้งหมด 65 คน และผู้บังคับบัญชาจำนวน 42 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถาม (Questionnaire) สร้างขึ้นโดยใช้แนวคิดและทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของสถานประกอบการและผู้ประกอบการ เกี่ยวกับชื่อสถานประกอบการและข้อมูลการได้งานทำของบัณฑิตหลังจากจบการศึกษามีลักษณะเป็นการตอบแบบเลือกตอบ (Check list)

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ประกอบการที่มีต่อบัณฑิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ความสามารถทางวิชาการ ด้านคุณธรรมจริยธรรมจรรยาบรรณในวิชาชีพ และความพึงพอใจด้านการปฏิบัติงานและบุคลิกภาพ มีลักษณะคำตอบและการประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามแบบปลายเปิดเพื่อให้ผู้ประกอบการได้ให้ข้อเสนอแนะอื่นๆเพิ่มเติมสำหรับการพัฒนาหลักสูตรและบุคลิกภาพของบัณฑิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่จะจบการศึกษาในปีถัดไป

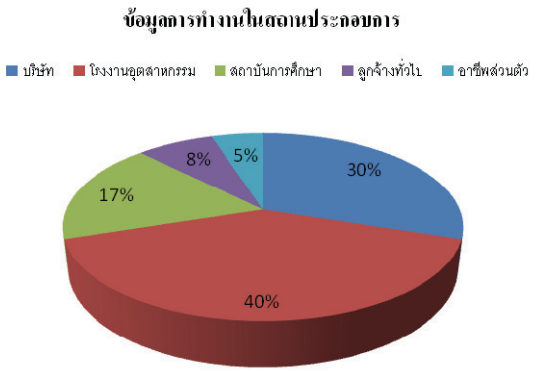
3.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบสอบถามข้อมูลของบัณฑิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเชียงราย ใช้การแจกแบบสอบถามในวันซ้อมรับพระราชทานปริญญาบัตรที่ วิทยาลัย จากนั้นทำการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

2. แบบสอบถามข้อมูลของสถานประกอบการใช้วิธีการจัดส่งแบบสอบถามที่สามารถติดต่อได้ทั้งหมด แล้วให้สถานประกอบการดำเนินการจัดส่งในระยะเวลาที่กำหนด จากนั้นใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS เวอร์ชั่น 11.5 จากนั้นจึงทำการสรุปข้อมูลและจัดทำรายงานการวิจัย โดยการแปลความหมายของระดับความพึงพอใจที่ใช้ในแบบสอบถามคือ ระดับความพึงพอใจ “น้อยที่สุด” อยู่ที่ช่วง 1.00 – 1.80 “น้อย” อยู่ที่ช่วง 1.81-2.60 “ปานกลาง” อยู่ที่ช่วง 2.16- 3.40 “มาก” อยู่ที่ช่วง 3.41 – 4.20 และ “มากที่สุด” อยู่ที่ช่วง 4.21 – 5.00

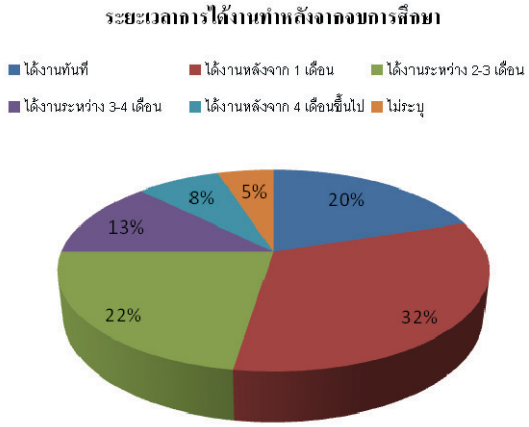
4. ผลการวิจัย

ตอนที่1. ข้อมูลการได้งานทำของบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ แยกตามประเภทของสถานประกอบการ



ภาพที่ 1 ข้อมูลประเภทสถานประกอบการที่บัณฑิตเข้าทำงาน

จากภาพที่ 1. พบว่าส่วนใหญ่บัณฑิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเชียงราย ที่ส่งแบบสอบกลับถามจำนวน 40 คนนั้น ส่วนใหญ่หลังจากจบการศึกษาเข้าทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมคิดเป็น 40% ซึ่งสูงเป็นลำดับแรก และเป็นพนักงานบริษัท 30% และเข้าทำงานในสถาบันการศึกษาเป็นครู-อาจารย์และเจ้าหน้าที่คิดเป็น 17% ประกอบอาชีพลูกจ้างทั่วไป 8% และสุดท้ายประกอบอาชีพส่วนตัว 5% ตามลำดับ



ภาพที่ 2 ข้อมูลระยะเวลาการได้งานทำของบัณฑิต

จากภาพที่ 2. พบว่าช่วงระยะเวลาการได้งานทำของบัณฑิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเชียงราย สรุปได้ดังนี้ คือ บัณฑิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ เมื่อสำเร็จการศึกษาแล้วได้งานทำหลังจาก 1 เดือนสูงเป็นลำดับแรกคือ 32% ได้งานทำระหว่าง 2-3 เดือนคิดเป็น 22% บัณฑิตได้งานทำทันทีหลังจากจบการศึกษาเป็นลำดับที่สามคิดเป็น 20% และได้งานทำระหว่าง 3-4 เดือนคิดเป็น 13% ได้งานทำหลังจาก 4 เดือนขึ้นไปคิดเป็น 8% และสุดท้ายไม่ได้ระบุคิดเป็น 5% ตามลำดับ

ตอนที่ 2. ข้อมูลการแสดงระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อการปฏิบัติงานของบัณฑิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเชียงราย โดยมีการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามประกอบไปด้วยความพึงพอใจของสถานประกอบการใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ความสามารถทางวิชาการ ด้านคุณธรรมจริยธรรมจรรยาบรรณในวิชาชีพ และความพึงพอใจด้านการปฏิบัติงานและบุคลิกภาพ

4.1 ผลการวิจัยความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อภาคความรู้ความสามารถทางวิชาการของบัณฑิต

ตารางที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อการปฏิบัติงาน

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ค่า SD	ระดับ
1. บัณฑิตมีความรู้ความสามารถในด้านทฤษฎีด้านการปฏิบัติงานเป็นอย่างดี	**3.17**	**0.43**	ปานกลาง
2. บัณฑิตสามารถนำความรู้ทางทฤษฎีมาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน	**3.60**	**0.47**	มาก
3. ระยะเวลาการปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย	**3.35**	**0.48**	มาก
4. บัณฑิตสามารปฏิบัติงานได้อย่างมีคุณภาพ	**3.35**	**0.48**	มาก
5. บัณฑิตมีความมุ่งมั่นจะพัฒนาหาความรู้ใหม่ๆอยู่เสมอ	**3.17**	**0.37**	ปานกลาง
6. บัณฑิตสามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้	**3.45**	**0.48**	มาก
7. บัณฑิตสามารถใช้งานคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์สำนักงานได้เป็นอย่างดี	**3.85**	**0.56**	มาก
8. บัณฑิตสามารถใช้ภาษาอังกฤษในการทำงานได้เป็นอย่างดี	**2.85**	**0.40**	ปานกลาง
9. บัณฑิตสามารถเรียนรู้ขั้นตอนการดำเนินงานได้อย่างรวดเร็ว	**3.25**	**0.44**	ปานกลาง
10. บัณฑิตทำงานด้วยการคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นอันดับแรกเสมอ	**3.50**	**0.51**	มาก
รวมเฉลี่ย	**3.35**	**0.46**	**ปานกลาง**

จากข้อมูลในตารางที่ 1. พบว่าในรายการของแบบสอบถามผู้ประกอบการได้ให้รายละเอียดสรุปได้ดังนี้ คือ ผลรวมเฉลี่ยของความพึงพอใจด้านการทำงานด้านความรู้ความสามารถทางวิชาการมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า บัณฑิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ สามารถใช้งานคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์สำนักงานเป็นอย่างดี (ค่าเฉลี่ย 3.85) บัณฑิตสามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้เมื่อพบปัญหา (ค่าเฉลี่ย 3.45) แต่สิ่งที่ต้องปรับปรุงคือบัณฑิตต้องพัฒนาความสามารถในการใช้งานภาษาอังกฤษในองค์กรให้มากขึ้นเนื่องจากได้ค่าเฉลี่ย 2.85 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยต่ำสุดจึงต้องมีการปรับปรุงในส่วนนี้

4.2 ผลการวิจัยความพึงพอใจของผู้ประกอบการด้านคุณธรรมจริยธรรมจรรยาบรรณในวิชาชีพ

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจของผู้ประกอบการด้านคุณธรรมจริยธรรมจรรยาบรรณในวิชาชีพ

รายงาน	ค่าเฉลี่ย	ค่า SD	ระดับ
1. บัณฑิตมีความซื่อสัตย์สุจริต	**4.15**	**0.58**	มาก
2. บัณฑิตเข้าทำงานก่อนเวลาหรือตรงเวลา	**3.15**	**0.36**	ปานกลาง
3. บัณฑิตปฏิบัติตามกฎระเบียบขององค์กรอย่างเคร่งครัด	**3.40**	**0.5**	ปานกลาง
4. บัณฑิตมีความรับผิดชอบในการทำงาน	**3.45**	**0.68**	มาก
5. บัณฑิตมีน้ำใจเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ต่อผู้ร่วมงาน	**4.05**	**0.60**	มาก
6. บัณฑิตสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี	**3.30**	**0.4**	ปานกลาง
7. บัณฑิตมีวินัยในการทำงานต่อตนเองและผู้อื่น	**3.20**	**0.41**	ปานกลาง
8. บัณฑิตมีความอดทน และพยายามเรียนรู้งานที่ท้าทายอยู่เสมอ	**3.00**	**0.32**	ปานกลาง
9. บัณฑิตให้ความร่วมมือในสิ่งที่ดีและเป็นประโยชน์ต่อสังคม	**3.05**	**0.68**	ปานกลาง
10. บัณฑิตมีความนอบน้อมและให้ความเคารพผู้ใหญ่เสมอ	**4.00**	**0.72**	มาก
รวมเฉลี่ย	**3.475**	**0.53**	**มาก**

จากข้อมูลในตารางที่ 2. พบว่าผู้ประกอบการมีความพึงพอใจ ในเรื่องของคุณธรรมและจริยธรรมของบัณฑิตคณะวิศวกรรมศาสตร์อยู่ในระดับ มาก ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ คือ เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า บัณฑิตคณะวิศวกรรมศาสตร์มีความซื่อสัตย์สุจริตสูงเป็นอันดับแรก (ค่าเฉลี่ย 4.15) บัณฑิตมีน้ำใจเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ต่อเพื่อนร่วมงานในองค์กร เป็นอันดับสอง (ค่าเฉลี่ย 4.05) และบัณฑิตจากวิทยาลัยมีความน้อบน้อมและให้ความเคารพผู้ใหญ่เสมอ (ค่าเฉลี่ย 4.00)

4.3 ผลการวิจัย ความพึงพอใจของผู้ประกอบด้านการปฏิบัติงานและบุคลิกภาพ

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจของผู้ประกอบการด้านคุณธรรมจริยธรรม จรรยาบรรณในวิชาชีพ

รายงาน	ค่าเฉลี่ย	ค่า SD	ระดับ
1. บัณฑิตมีกริยามารยาทที่เหมาะสม	**4.00**	**0.56**	มาก
2. บัณฑิตแต่งกายสุภาพและเหมาะสม	**3.20**	**0.41**	ปานกลาง
3. บัณฑิตมีการใช้ถ้อยคำวาจาที่สุภาพอ่อนน้อม	**3.65**	**0.48**	มาก
4. บัณฑิตมีจิตสาธารณะ	**3.00**	**0.64**	ปานกลาง
5. บัณฑิตมีภาวการณ์เป็นผู้นำ	**3.00**	**0.56**	ปานกลาง
6. บัณฑิตมีความกระตือรือร้นในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	**3.10**	**0.64**	ปานกลาง
7. บัณฑิตมีความพร้อมที่จะพัฒนาตัวเองเพื่อเรียนรู้สิ่งใหม่	**2.75**	**0.44**	ปานกลาง
8. บัณฑิตมีความพร้อมที่จะศึกษางานใหม่	**3.05**	**0.6**	ปานกลาง
9. บัณฑิตใช้แนวทางการทำงานภายใต้ระบบประชาธิปไตย	**3.50**	**0.51**	มาก
10. บัณฑิตกล้าแสดงออก	**2.95**	**0.51**	ปานกลาง
รวมเฉลี่ย	**3.22**	**0.53**	**ปานกลาง**

จากข้อมูลในตารางที่ 3. พบว่า ผู้ประกอบการมีความพึงพอใจในด้านการปฏิบัติงานและบุคลิกภาพของบัณฑิต ในภาพรวม อยู่ในระดับปานกลาง โดยสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้ ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าบัณฑิตมีกริยามารยาทที่เหมาะสม (ค่าเฉลี่ย 4.00) และบัณฑิตมีการใช้คำพูดหรือถ้อยคำวาจาที่สุภาพอ่อนน้อมต่อผู้ใหญ่หรือเพื่อนร่วมงาน (ค่าเฉลี่ย 3.65) และบัณฑิตจากวิทยาลัยเชียงรายมีกายแต่งกายสุภาพและถูกต้องตามระเบียบหรือกฎขององค์กร (ค่าเฉลี่ย 3.20) ส่วนที่ต้องทำการปรับปรุงคือการพัฒนาตัวเองเพื่อเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ยังต้องทำการปรับปรุงให้บัณฑิตพยายามเปิดโอกาสเรียนรู้และหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ

ตอนที่ 3. ข้อเสนอแนะอื่นๆ จากผู้ประกอบการ

1. ควรให้ความสำคัญกับการฝึกงานและสหกิจศึกษาโดยให้บัณฑิตเตรียมความพร้อมด้านการทำงานโดยอาศัยสหกิจศึกษาเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการทำงานจริง

2. ทางสถาบันควรมีการติดตามพฤติกรรมการปฏิบัติตัวของบัณฑิตหลังการสำเร็จการศึกษาโดยเน้นเก็บข้อมูลจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการใช้งานบัณฑิตทุกภาคส่วน

3. ทางคณะวิศวกรรมศาสตร์ ควรเปิดโอกาสให้ภาคสถานประกอบการมีส่วนร่วมการปรับปรุงหลักสูตรเพื่อบัณฑิตที่จบหลักสูตรสามารถปฏิบัติงานได้ทันทีโดยไม่ต้องเสียเวลาการเรียนรู้ระบบงาน

4. ควรเพิ่มเติมเทคโนโลยีใหม่ๆที่ทันสมัยที่บัณฑิตมีความจำเป็นจะต้องได้ใช้งานจริงในการปฏิบัติงาน

5. ควรแนะนำแนวทางการทำก่อนการเข้ารับการปฏิบัติงานจริงเพื่อเตรียมความพร้อมด้านทักษะการทำงาน ด้านการปฏิบัติตัว เพื่อเป็นประโยชน์ต่อบัณฑิตจะได้นำไปใช้ในการทำงาน

ตอนที่ 3.1 ข้อเสนอแนะจากบัณฑิต

จากคำแนะนำเพิ่มเติมนั้น สิ่งที่บัณฑิตที่ต้องการให้ปรับปรุง

และเพิ่มเติมในหลักสูตรคือ การเรียนการสอนอยากให้พัฒนาการเรียนการสอนภาคปฏิบัติให้เข้มข้นมากขึ้น และการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการเขียนแบบของบัณฑิตที่จะจบในปีต่อๆไป

5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาความพึงพอใจของผู้ประกอบการที่มีต่อบัณฑิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเชียงรายนั้นเป็นการเปิดโอกาสให้สถานประกอบการหรือผู้ใช้งานบัณฑิตที่แท้จริงได้แสดงความคิดเห็นหรือข้อมูลที่เป็นประโยชน์เพื่อการปรับปรุงหลักสูตรตลอดจนแนวทางการปลูกฝังวิธีการดำเนินการใช้ชีวิตการทำงานที่ถูกต้องและพึงประสงค์ของผู้ใช้งานบัณฑิตเพื่อเพิ่มโอกาสการได้งานทำของบัณฑิต เพื่อลดอัตราการว่างงานของบัณฑิต และจากข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ความพึงใจที่มีต่อบัณฑิตพบว่าบัณฑิตจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเชียงรายภาพรวมในด้านการทำงานนั้นอยู่ในระดับปานกลาง

และสามารถใช้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์สำนักงานได้เป็นอย่างดีแต่สิ่งที่ต้องปรับปรุงคือการใช้ภาษาอังกฤษในการสื่อสารเพื่อการทำงานในองค์กร ยังต้องมีการปรับปรุงเพื่อให้ทักษะการใช้ภาษาอังกฤษในการทำงานดีมากขึ้นส่วนความพึงพอใจด้านคุณธรรมจริยธรรมจรรยาบรรณในวิชาชีพ ถือเป็นจุดเด่นของบัณฑิตจากวิทยาลัยเชียงราย เพราะจากข้อมูลพบว่าผู้ประกอบการเห็นว่าบัณฑิตมีความซื่อสัตย์ในการทำงานและการปฏิบัติตัวในระดับมากและมีค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กัลยา วานิชย์บัญชา, รศ.ดร., “การใช้ spss for windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล”, พิมพ์ครั้งที่ 6 , ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546

[2] วิทยาลัยเชียงราย. (2551).”รายงานภาวะหางานทำของบัณฑิตปีการศึกษา 2550”.เชียงราย: วิทยาลัยเชียงราย

[3] วิทยาลัยเชียงราย. (2552) การติดตามภาวะการทำงานและความพึงพอใจของผู้ประกอบการที่มีต่อบัณฑิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเชียงราย

[4] คู่มือการประเมินคุณภาพภายนอกระดับอุดมศึกษาข้อมูลจากอิเล็กทรอนิกส์ www.onesqa.or.th

คณะกรรมการจัดประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 3

คณะกรรมการดำเนินการ

1.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนาฤทธิ์	เศรษฐกุล	ประธานที่ปรึกษา
2.	รองศาสตราจารย์ ดร.สันชัย	อินทพิชัย	ที่ปรึกษา
3.	รองศาสตราจารย์ ดร.มนต์ชัย	เทียนทอง	ที่ปรึกษา
4.	อาจารย์ ดร.มงคล	หวังสถิตย์วงษ์	ที่ปรึกษา
5.	รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา	วิภาวิวัฒน์	ประธานคณะกรรมการ
6.	อาจารย์จรัส	ทรัพยาคม	กรรมการ
7.	อาจารย์จิระศักดิ์	วิตตะ	กรรมการ
8.	อาจารย์วิทวัส	ทิพย์สุวรรณ	กรรมการ
9.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลศักดิ์	โกษียาภรณ์	กรรมการ
10.	อาจารย์ ดร.บัณฑิต	สุขสวัสดิ์	กรรมการ
11.	อาจารย์ ดร.สมคิด	แซ่หลี	กรรมการ
12.	อาจารย์ ดร.พิเชษฐ์	ศรียรรยงค์	กรรมการ
13.	อาจารย์รักนรินทร์	แสนราช	กรรมการ
14.	นายอุดม	สุขสุดประเสริฐ	กรรมการ
15.	นางสาวมัลลิกา	ศรีเพ็ญ	กรรมการ
16.	นางวนิดา	บุญสนอง	กรรมการ
17.	นางสุวรรณา	จงประเสริฐพร	กรรมการและเลขานุการ
18.	นางสาวเมลดา	กลิ่นมาลี	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
19.	นางสาวสุธาสินี	การะเวกโสม	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะกรรมการเผยแพร่และจัดทำเอกสาร

1.	อาจารย์ ดร.สมคิด	แซ่หลี	ประธานกรรมการ
2.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลศักดิ์	โกษียาภรณ์	รองประธานกรรมการ
3.	อาจารย์ ดร.บัณฑิต	สุขสวัสดิ์	กรรมการ
4.	นางสุวรรณา	จงประเสริฐพร	กรรมการ
5.	นายประจักษ์เวช	ดีวี	กรรมการ
6.	นายเขมวันต์	จันทรังษี	กรรมการ
7.	นายวีระเชษฐ์	มะแซ	กรรมการ
8.	นางสาวเบญจพร	ลออเงิน	กรรมการ
9.	นางสาวบัวพรรณ	คำเฉลา	กรรมการ
10.	นางกนกภัทร	คูพิพัฒน์ไพศาล	กรรมการ
11.	นางปะนะรี	ปัญญาชีวิตา	กรรมการ
12.	นายวิศณุ	ศรไชย	กรรมการ
13.	นายสมเกียรติ	สิงห์พุฒ	กรรมการ
14.	นายดนัย	พรมแดน	กรรมการ
15.	นางสาวเมลดา	กลิ่นมาลี	กรรมการและเลขานุการ
16.	นางสาวสุธาสินี	การะเวกโสม	ผู้ช่วยเลขานุการ

คณะกรรมการพิจารณาบทความ

1.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลศักดิ์	โกษียาภรณ์	ประธานกรรมการ
2.	อาจารย์ ดร.บัณฑิต	สุขสวัสดิ์	รองประธานกรรมการ
3.	รองศาสตราจารย์ ดร.วรพจน์	ศรีวงษ์คล	กรรมการ
4.	รองศาสตราจารย์ ดร.คณิต	เฉลยจรรยา	กรรมการ
5.	รองศาสตราจารย์ ดร.วัลลภ	จันทร์ตระกูล	กรรมการ
6.	รองศาสตราจารย์สุชาติ	ศิริสุขไพบูลย์	กรรมการ
7.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์	พรมจันทร์	กรรมการ
8.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุไร	อภิชาตบรรลือ	กรรมการ
9.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์	สืบสำราญ	กรรมการ
10.	รองศาสตราจารย์เชาวลิต	ถาวรสิน	กรรมการ
11.	อาจารย์ ดร.ปิยะ	กรกชจินตนาการ	กรรมการ
12.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสงค์	พรจินดารักษ์	กรรมการ
13.	อาจารย์ ดร.ประดิษฐ์	เหมือนคิด	กรรมการ
14.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ	ตลับแก้ว	กรรมการ
15.	รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช	วุฒิพฤกษ์	กรรมการ
16.	อาจารย์ ดร.ศิริศักดิ์	คงสมศักดิ์สกุล	กรรมการ
17.	รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี	ศิริปรัชญานันท์	กรรมการ
18.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์	ตันศรีวงษ์	กรรมการ
19.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพรรณ	ธงชัย	กรรมการ
20.	รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์	อรรคทิมากูล	กรรมการ
21.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขจร	อินวงษ์	กรรมการ
22.	อาจารย์ ดร.พิเชษฐ์	ศรียรรยงค์	กรรมการ
23.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พยุง	มีสัจ	กรรมการ
24.	อาจารย์ ดร.มงคล	หวังสถิตย์วงษ์	กรรมการ
25.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติพงษ์	เลิศวิริยะประภา	กรรมการ
26.	อาจารย์ ดร.สมคิด	แซ่หลี	กรรมการ
27.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรัญ	แสนราช	กรรมการ
28.	ร.ต.ต.หญิง ดร.นิดาพรรณ	สุรีรัตนันท์	กรรมการ
29.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันต์พงษ์	วรรัตน์ปัญญา	กรรมการ
30.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์	นิตย์สุวัฒน์	กรรมการ
31.	รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษมันต์	วัฒนาณรงค์	กรรมการ
32.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์	นิลสุข	กรรมการ
33.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณมน	จีรังสุวรรณ	กรรมการ
34.	อาจารย์ ดร.ธีรพงษ์	วิริยานนท์	กรรมการ
35.	อาจารย์ ดร.ปณิตา	วรรณพิรุณ	กรรมการ
36.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ	พิริยะสุรวงศ์	กรรมการ
37.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์	สถิรยากร	กรรมการ
38.	อาจารย์ ดร.ชัยวิชิต	เชียรชนะ	กรรมการ
39.	นางสุวรรณา	จงประเสริฐพร	เลขานุการ
40.	นางสาวสุธาสินี	การะเวกโสม	ผู้ช่วยเลขานุการ

คณะกรรมการและอนุกรรมการผู้ดำเนินการ การนำเสนอบทความประจำกลุ่ม

1.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลศักดิ์	โกยียาภรณ์	ประธานกรรมการ
2.	อาจารย์ ดร.บัณฑิต	สุขสวัสดิ์	รองประธานกรรมการ
3.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุไร	อภิชาตบรรลือ	กรรมการ
4.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์	สืบสำราญ	กรรมการ
5.	อาจารย์ ดร.ปิยะ	กรกชจินตนาการ	กรรมการ
6.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ	ตลับแก้ว	กรรมการ
7.	รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช	วุฒิพฤกษ์	กรรมการ
8.	อาจารย์ ดร.ศิริศักดิ์	คงสมศักดิ์สกุล	กรรมการ
9.	รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี	ศิริปรัชญานันท์	กรรมการ
10.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพรรณ	ธงชัย	กรรมการ
11.	รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์	อรรคทิมากูล	กรรมการ
12.	อาจารย์ ดร.พิเชษฐ์	ศรียรรยงค์	กรรมการ
13.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พยุง	มีสัจ	กรรมการ
14.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติพงษ์	เลิศวิริยะประภา	กรรมการ
15.	อาจารย์ ดร.สมคิด	แซ่หลี	กรรมการ
16.	อาจารย์ ดร.สรเดช	ครุฑจ้อน	กรรมการ
17.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันต์พงษ์	วรรัตน์ปัญญา	กรรมการ
18.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์	นิลสุข	กรรมการ
19.	อาจารย์ ดร.ปณิตา	วรรณพิรุณ	กรรมการ
20.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์	สถิรยากร	กรรมการ
21.	อาจารย์ ดร.ชัยวิชิต	เชียรชนะ	กรรมการ
22.	อาจารย์นริศร	แสงคะนอง	กรรมการ
23.	อาจารย์สันติ	หุตะมาน	กรรมการ
24.	อาจารย์พรจิต	ประทุมสุวรรณ	กรรมการ
25.	เรือโท ดร.ทวีศักดิ์	รูปสิงห์	กรรมการ
26.	อาจารย์สุนีย์	วรรธนโกมล	กรรมการ
27.	นางกนกภัทร	คูพิพัฒน์ไพศาล	กรรมการและเลขานุการ

อนุกรรมการ

1.	นางสาวกานดา	หวังผล
2.	นายเชิดศักดิ์	ตั้นง่วน
3.	นายทวีศักดิ์	ปฐพีเลิศสุวรรณ
4.	นางสาวประดับดาว	หมวกมา
5.	นางสาวสิริกมล	สุขศรี
6.	นายสุรเชษฐ์	มีแก้ว
7.	นายกนกฉัตร	กิ่งกาญจน์รุจี
8.	นางสาวขวัญชนก	หมื่นขัน
9.	นายพนมศักดิ์	ทองใบ
10.	นางสาวสุจินนา	สิทธิชัย
11.	นายอนุชิต	กุลสิงห์
12.	นายกมล	วิลัยโรจน์

คณะกรรมการเลขานุการ

1.	อาจารย์จรัส	ทรัพยาคม	ประธานกรรมการ
2.	นางสาวมัลลิกา	ศรีเพ็ญ	รองประธานกรรมการ
3.	นางวนิดา	บุญสนอง	กรรมการ
4.	นางพรทิพย์	พุ่มศิริ	กรรมการ
5.	นางสาวครุณี	ไชยรักษ์	กรรมการ
6.	นางวรภร	โฮมวงศ์	กรรมการ
7.	นายวิศณุ	ศรไชย	กรรมการ
8.	นางชวนชม	สิบพันทา	กรรมการ
9.	นางสาววรทัย	ประจักษ์เพิ่มศักดิ์	กรรมการ
10.	นางรัชฎาพร	เริงประเสริฐวิทย์	กรรมการ
11.	นางสุชีลา	กุศลจิตกรณ์	กรรมการ
12.	นางสาวธัชพรรณ	กลิ่นเมธี	กรรมการ
13.	นางสาวส่งศรี	อยู่เจริญ	กรรมการ
14.	นางเสาวภา	วงศ์อกนิษฐ์	กรรมการ
15.	นางสาวธิภาภัทร	แอบเพชร	กรรมการ
16.	นางกฤติญา	ศิริมัย	กรรมการ
17.	นางเอื้องพร	อมรหิรัญ	กรรมการ
18.	นางสาวสุภาพร	เซ่งไพเราะ	เลขานุการ
19.	นางสาวกรรณิกา	เมืองด้วง	ผู้ช่วยเลขานุการ

คณะกรรมการจราจรและสถานที่จอดรถ

1.	อาจารย์วิทวัส	ทิพย์สุวรรณ	ประธานกรรมการ
2.	นายเมธา	สุภาไชยกิจ	กรรมการ
3.	นายสมเกียรติ	สิงห์พุฒ	กรรมการ
4.	นายดนัย	พรมแดน	กรรมการ
5.	นายเขมวันต์	จันทรังษี	กรรมการ
6.	นายวีระเชษฐ์	มะแซ	กรรมการ
7.	นายหนูแดง	ยืนนาน	กรรมการ
8.	นายศรชัย	ผาสิน	กรรมการ
9.	นางสาวเมลดา	กลิ่นมาลี	กรรมการและเลขานุการ

อนุกรรมการจราจรและสถานที่จอดรถ

1.	นายชาคริตย์	แก้วใส
2.	นายณัฐพล	อินทนุพัฒน์
3.	นายศุภฤกษ์	ศิวิลัย
4.	นายพูลศักดิ์	คำหอม
5.	นายอรรถพล	ช่างคิด
6.	นายศาสดา	ฝั้นชมพู
7.	นายกิตติศักดิ์	รักธรรม
8.	นายอัฐรุจน์	สมุทรวงศ์

ดัชนีผู้เขียนบทความ

Melika Hinaje 99
Montree Siripruchyanun 37,58
Prungsak Uttaphut.....58
Winai Jaikla 37,58
กันต์พงษ์ วรรัตน์ปัญญา 479
กันตภณ มะหาหมัด 123
กิ่งสุวรรณ ใหม่แก้ว 435
กุลยุทธ บุญเซ่ง 743
กุลิสรา แก้วพุทธชาติ 405
เกรียงไกร อุรุโสภณ 510
เกษรินทร์ รุ่งเรือง 490
โกศิน สวนานนท์ 280
คฑาวุธ ชุมขวัญ 538
คมคิด สันสนะเกียรติ 473
จงรัก สามารถ 309
จรัญ แสนราช 575,583,730
จรัมพร หรรษมนตร์ 762
จรัส ปทุมนากุล 756
จริยา เอียบสกุล 607
จาริมา คงปัญญาม 544
จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์ 479,497,549,556
จิระศักดิ์ วิตตะ 613
จิระศักดิ์ อินอักษร 165
จิริพร กอบโกย 575
จุฬาลักษณ์ เอียดแก้ว 235
เจนจิฬา สว่างจิตต์ 25
ฉลองชัย ธีวสุทรสกุล 703
ชณัฐพงษ์ อารีรมย์ 523
ชลิดา ฟักหว่าง 724
ชาญณรงค์ มนทารัก 331
ชินภัทร แก้วโกมินวงษ์ 159
ชุติรัตน์ ประสงค์มณี 595
ชูชาติ สีเทา 105,473
ชูชีพ ไหลประเดิมพันธ์ 7
ชูพันธุ์ รัตนโภคา 467
ชูแมน เผือกเดช 638
โชคชัย ไตรยสุทธิ์ 644
โชคชัย อลงกรณ์ทักษิณ 347,352
ไชยันต์ ชนะพรมมา 249
ณภัทรพงศ์ ชัชวาล 632
ณมน จีรังสุวรรณ 241
ณรงค์ มั่งคั่ง 165
ณรงค์เดช หัตถกอง 768
ณรงค์ศักดิ์ หนูขาว 405
ณัฏฐ์ กาศยปนันท์ 159
ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง 187
ณัฐธนนท์ หงส์วริทธิ์ธร 451
ณัฐพล รุ่นประแสง 147,159,165,170,175
ณัฐพล สว่างจิตต์ 504
ดวงตา เสาวโรนุพันธุ์ 556
ดิเรก ธัญธีรพันธุ์ 762
ดุษฎี เทิดบารมี 417
ทเนจ นาคปนคำ 159,165,175
ทวีชัย กาฬสินธุ์ 386
ทวีเดช ศิริธนาพิพัฒน์ 200,208
ทวีวัฒน์ สุภารส 147,159,165,170,175
ทัศนีย์ ตีระกิจวัฒนา 479
ธนัฐศักดิ์ บุญจอง 94
ธนิต บำรุงศักดิ์ 187
ธวัชชัย เอี่ยมไพโรจน์ 456
ธัญญรัตน์ น้อมพลกรัง 517
ธาดา จันตะคุณ 490,544
ธิติ จันตะคุณ 490,544
นพนันท์ มาเยอะ 435

นพสรรพ ช่วยสุด.....175
นฤเบศร์ หนูใสเพ็ชร 193
นัฐวุฒิ พลอยมุข 291
นำโชค วัฒนานัย 736
นิพนธ์ เธียรศิริพิพัฒน์ 392
นิพนธ์ มณีโชติ 181
นิภาพร ปัญญา 589
นุชจิเรศ แก้วสกุล 154
บรรจบ อรชร 315,331,339,638
บวรศักดิ์ ศรีสังสิทธิสันติ 768
บัญชา เกิดมณี 52
บุญส่ง เหมวัฒน์ 369
บุษราคัม ทองเพชร 644
เบญจวรรณ จงเจริญ 324
ปฏิพัทธ์ ทวนทอง 94,99
ปณิตา วรรณพิรุณ 461
ประกาศิต ตันติอลงการ 1
ประมวญ คงสาคร 129
ประเสริฐ แก้วแจ่ม 689
ปรัชญนันท์ นิลสุข 461,595
ปราการ ทองใบ 297
ปาณิสรา รจิตรบรรจง 241
ปิยะ กรกชจินตนาการ 607,697
พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล 111
พบพิพัฒน์ หล่อกิตติวณิชย์ 208
พรจิต ประทุมสุวรรณ 187,683
พรระพีพัฒน์ ภาษบุตร 7,13
พรสวรรค์ อินศร 730
พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ 595
พิชญุตม์ จรัสบำรุงโรจน์ 375,380,749
พิเชษฐ์ ศรียรรยงค์ 129,291
พิทักษ์ ครุฑขุนทด 94
ฟ้าไลวรรณ ซาวบุญตัน 568
พิสิฐ สอนละ 309
พีระวัตร นันวงศ์ 683
พุทธ ธรรมสุนา 632,657
พูลศักดิ์ โกษียภรณ์ 25,31,82,713,718,736
ไพฑูรย์ ยศกาศ 435
ภมร ศิลาพันธ์ 41,249
ภมรศักดิ์ สกุลรัตน์ 473
ภัทรเดช เกษมสมพร 423
ภานุวัฒน์ เกตุวงศ์ 411
ภูมิพัฒน์ รอดรักษ์ 392
ภูวรุฬห์ พันธ์เครือบุญ 467
มงคล ชาปะ 632
มงคล ชุมภูรัตน์ 530
มงคล หวังสถิตย์วงษ์ 285,713,718,736
มงคลชัย ภูคงคา 13
มณีรัตน์ พงษ์สุวรรณ 461
มนต์ชัย เทียนทอง 517,562,670
มนตรี ศิริปรัชญานันท์ 41,46,52,63,135,249,297
มานนท์ สังข์กลิ่นหอม 215
มานิตย์ สิทธิชัย 303,504,538,568
มารุต กฤษณพันธ์ 69
มีชัย พลัดพริ่ง 339
มีชัย โลหะการ 88,105,473
ยศดนัย วิริยาจาร 31
ยุทธนา ไชยลังกา 362
รัตนะ แซ่เตียว 229
รำพึง มังคละสวัสดิ์ 69
รุ่งโรจน์ เบญจานุกร 467
รุ่งโรจน์ รัตนวารินทร์ 683
วรนุช เกิดสินธ์ชัย 324
วรรัตน์ ปัตรประกร 13
วรวุฒิ ชิระนุรังสี 756
วัชราภรณ์ วังมนตรี 549
วัชรินทร์ โพธิ์เงิน 683
วัฒนา แก้วมณี 94,99,111
วันชัย ชนมี 117
วิชาญ เอี่ยมรัศมีกุล 429

วิทยากร ยาบุษดี 632
วินัย ใจกล้า 52,249
วิภพ ใจแข็ง 358
วิรัติ อัศวานุวัตร 485
วิไลพร เสาวภา 583
วิสิฐ อุตมานนท์ 255
วีรชัย มัฏฐารักษ์ 181
วีรพันธุ์ ศิริฤทธิ์ 435,768
วีรศักดิ์ จันทร์สุวรรณ 69
วีรศักดิ์ บุญเพชร 285
วีระชัย ศิริกา 1
วุฒิพงษ์ ชินศรี 670
ศรัณย์ ชูคดี 677
ศรายุทธ ฉายสุริยะ 456
ศศิวงศ์ จันทร์มาศ 392
ศิริพรรณ ธงชัย 19,154,229,708
ศิริวัฒน์ บุญเกิด 1
ศิวดล นวลนภดล 268
ศิวพงษ์ นิยมพานิช 417
ศุภกร จันทร์เปล่ง 117
ศุภชัย ปัญญาวีร์ 170
ศุภเชษฐ์ อินทร์เนตร 423
ศุภดล ประสงค์สุข 632
ศุภวัฒน์ ลาวัณย์วิสุทธิ์ 46,135
สมเกียรติ ฟักมี 510
สมคิด แซ่หลี 241,510,575,583
สมชาย ศรีสกุลเตียว 63
สมปอง เวฬุวนาธร 446
สมโพธิ โตบรรเลง 200
สมโภชน์ นันทโย 315
สมมารถ ขำเกลี้ยง 268,274,309
สมยศ เกียรติวณิชวิไล 75
สมศักดิ์ ธนพุทธิวิโรจน์ 255
สมศักดิ์ อรรคทิมากูล 255,261,280,285,297
303,309,538,677
สันติ หุตะมาน 683
สันติรัฐ นันสะอาง 141
สัมฤทธิ์ กาญจนสุนทร 664
สายใจ โกมลวาทิน 386
สายพิน งามสง่า 497
สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล 141
สิทธิชัย บุษหมั่น 411,417,429
สิทธิชัย วงศ์หน่อ 193
สิริพงศ์ เพชรนาค 697
สิริพร อั้งโสภา 601
สิริรักษณ์ หาญวัฒนากุล 601
สุกาญจนา เลขพัฒน์ 99
สุการโน เหลาะเหม 386
สุชาดา เกตุดี 562
สุชาติ ยอดเกลี้ยง 303
สุทธิพงษ์ ฟุ้งเดช 280
สุพจน์ จันทร์วิพัฒน์ 117
สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์ 446
สุภาวดี กระแสร์สินธุ์ 451
สุเมธ คำงำเมือง 222
สุรชาติ ปัญญา 147
สุรเดช บุญลือ 405
สุรพันธ์ ตันศรีวงษ์ 82,268,274
สุรวุฒิ ปัดไธสง 456
สุรศักดิ์ นราพฤทธิ์ 19
สุราษฎร์ พรมจันทร์ 601,607,644,689,697
สุริยัน อ้นทองทิม 626
สุริยาวุธ เสาวคนธ์ 268,274
สุวรรณ นนทีอุทก..... 1
สุวรรณชัย แซ่อื้อ 222
สุวรรณี อัศวชัยกุล 423
สุวิทย์ วงษ์ยืน 650
เสรี ชิโนดม 456
เสาวลักษณ์ อร่ามพงศานุวัต 440
หนึ่งฤทัย สุขสภา 386

หริพล ธรรมนารักษ์ 530
อดิศักดิ์ เจริญพงษ์ 664
อธิวัตน์ หงษ์ทอง 467
อนันต์ สืบสำราญ 222
อนันท์ งามสะอาด 620
อนุรักษ์ เพชรแสน 187
อนุรักษ์ เมฆพะโยม 650
อนุศิษฎ์ อันมานะตระกูล..... 331,339,638
อโนทัย รักการ 708
อภิวัฒน์ มุตตามระ 235
อรนันท์ เชาว์พานิช 411
อรรณฑพล แสนทน 75
อรรถพล จันดาคูณ 398
อลงกรณ์ พรมที 261
อังคาร คำเรือน 141
อาคม ลักษณะสกุล 713,718,736
อาธิวราห์ พรสุทธาวงศ์ 129
อุดมวิชช์ พลเยี่ยม..... 589
อุทิพ อินทรเพชร 147
เอกกมล บุญยะผลานันท์ 82
เอกลักษณ์ ศุภปัญญาพงศ์ 170

เตรียมพบกับ

การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 4

(The 4th National Conference on Technical Education)

" วิศวกรรมและครุศาสตร์อุตสาหกรรม "

Engineering & Technical Education

7-8 กรกฎาคม 2554

July 7-8, 2011

www.nctechED.org

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Faculty of Technical Education

King Mongkut's University of Technology North Bangkok

ทีมหุ่นยนต์กู้ภัย iRAP_PRO
สร้างชื่อก้องโลกอีกครั้ง







ครองแชมป์โลก ๔ สมัย

รักษาแชมป์โลกให้กับประเทศไทยได้สำเร็จเป็นสมัยที่ ๕
ในการแข่งขัน World Robocup Rescue 2010
ณ ประเทศสิงคโปร์



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800 โทรศัพท์ 0-2587-4352, 0-2587-6287 โทรสาร 0-2586-9015
http://www.fte.kmutnb.ac.th E-mail Address: fte@kmutnb.ac.th

ปรัชญา ปณิธาน วิสัยทัศน์ พันธกิจ

ปรัชญา : พัฒนาคน พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปณิธาน : มุ่งผลิตบัณฑิตให้เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางการศึกษา วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และเทคโนโลยีเพื่อการสอน การถ่ายทอด การบริหารจัดการ การใช้ การสร้างและพัฒนาเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นผู้ที่รู้จริง ทำได้จริง มีคุณธรรม จริยธรรม และรับผิดชอบต่อสังคม มุ่งพัฒนางานด้านการศึกษา วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีชั้นนำเพื่อรับใช้สังคม

วิสัยทัศน์ : เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ ต้นแบบผลิตครูช่าง ควบคู่จรรยาบรรณ สร้างสรรค์งานวิจัย ถ่ายทอดเทคโนโลยี มุ่งสู่มาตรฐานสากล

พันธกิจ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จะผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพ มีคุณธรรมและจริยธรรม ทั้งในระดับปริญญาบัณฑิตและบัณฑิตศึกษา ด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรมตามความต้องการของสังคม เพื่อพัฒนาการศึกษาและเศรษฐกิจของประเทศ ดำเนินการวิจัย พัฒนาองค์ความรู้เพื่อประยุกต์ใช้ในการอาชีวะและเทคนิคศึกษาและอุตสาหกรรม ให้บริการวิชาการใน รูปแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับภาครัฐและเอกชน ส่งเสริมและสนับสนุนกิจกรรมเพื่อทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรมของชาติ

หลักสูตรและสาขาวิชาที่เปิดสอน

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

- หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
- หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
- หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต
- หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล
- หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาการสอนเทคนิคศึกษา

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

- หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
- หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า
- หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้าศึกษา

ภาควิชาครุศาสตร์โยธา

- หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
- หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานวิศวกรรมโยธา
- หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและการศึกษา (5 ปี)
- หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาโยธา
- หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานวิศวกรรมโยธาและงานระบบ

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

- หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
- หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
- หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี

- หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา
- หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา

ภาควิชาบริหารเทคนิคศึกษา

- หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารอาชีวะและเทคนิคศึกษา
- หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาบริหารอาชีวะและเทคนิคศึกษา

ภาควิชาบริหารธุรกิจอุตสาหกรรม

- หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารธุรกิจอุตสาหกรรม