

The 2nd National Conference on Technical Education



คณะกรรมการอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

9-11 กรกฎาคม 2552 ENGINEERING & TECHNICAL EDUCATION

ประชุมวิชาการอุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 2

ร่วมสนับสนุนการจัดงานโดย



www.ncteched.org



**พระบรมราชานุสาวรีย์พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**

สารจากอธิการบดี

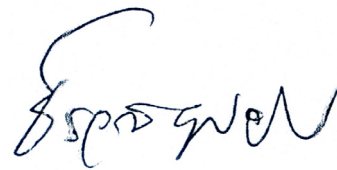
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ยุทธศาสตร์สำคัญในการพัฒนาประเทศประการหนึ่ง คือการมุ่งพัฒนาฐานความรู้ของบุคลากรของประเทศ งานวิจัยและพัฒนาด้านวิชาการจึงเป็นภาระหน้าที่ที่สถาบันอุดมศึกษาจะต้องพึงตระหนัก และให้ความสำคัญ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จึงได้กำหนดยุทธศาสตร์ในแผนการพัฒนามหาวิทยาลัย มุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัยวิจัยและพัฒนา เพิ่มขีดความสามารถและสร้างเครือข่ายและศักยภาพของนักวิจัย

การจัดประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ระดับชาติ ครั้งที่ 2 ของคณะกรรมการวิศวกรรมที่จัดขึ้นในครั้งนี้ จึงสอดคล้องกับแผนพัฒนามหาวิทยาลัยฯ ทั้งนี้ยังได้รับความร่วมมือจากสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มหาวิทยาลัยและสถาบันการศึกษาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์อีก 7 แห่ง ให้ความร่วมมือเป็นพันธมิตรเครือข่าย เพื่อสร้างศักยภาพของนักวิจัย การจัดประชุมวิชาการในครั้งนี้ได้แสดงผลงานนิทรรศการด้านวิชาการและเทคโนโลยี ประกอบการประชุมด้วย โดยได้รับการสนับสนุนและความร่วมมือจากสถานประกอบการ ศิษย์เก่าและนักศึกษาปัจจุบัน หวังเป็นอย่างยิ่งว่าความร่วมมือเช่นนี้ จะยังคงมีอย่างต่อเนื่องและขยายสู่วงการวิชาชีพวิศวกรรมมากยิ่งขึ้น

ในนามของผู้บริหารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ขอร่วมแสดงความยินดีและขอให้ การจัดประชุมวิชาการในครั้งนี้ ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ขอแสดงความรู้สึกชื่นชมและ ขอขอบคุณคณาจารย์ บุคลากรและศิษย์เก่าของคณะกรรมการวิศวกรรม ในฐานะเจ้าภาพ การจัดประชุมวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ระดับชาติ ครั้งที่ 2 ที่ได้พยายามดำเนินการจัดการประชุมได้เป็นอย่างดี ถึงแม้จะมีภาระ และอุปสรรคมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากสภาพเศรษฐกิจโลกที่ไม่ดีนักในปัจจุบัน

ขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ร่วมกันพัฒนาองค์ความรู้อันทรงคุณค่านี้ให้ดำเนินการไปได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและวิจัยด้านวิศวกรรมศึกษา และวิศวกรรมศาสตร์ของประเทศที่ยั่งยืนตลอดไป



(ศาสตราจารย์ ดร.ธีรวุฒิ บุญยโสภณ)

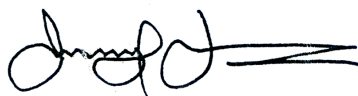
อธิการบดี

สารจากคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ระดับชาติ ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้เริ่มดำเนินการจัดขึ้นครั้งแรก เมื่อปีพุทธศักราช 2551 ครั้งนี้จึงเป็นการจัดครั้งที่ 2 ภายใต้หัวข้อเรื่อง "Engineering and Technical Education" ระหว่างวันที่ 9-11 กรกฎาคม 2552 ณ หอประชุมเบญจรัตน์ อาคารนวมินทรราชินี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วัตถุประสงค์หลักเพื่อเป็นการพบปะ แลกเปลี่ยนประสบการณ์ด้านวิชาการ ความเชื่อมโยงเทคโนโลยีด้านวิศวกรรมศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ระหว่างนักวิจัย นักวิชาการ นิสิตนักศึกษา และผู้ประกอบการ ผู้สนใจทั่วไปทั่วประเทศ อีกทั้งเป็นการร่วมเฉลิมฉลอง ในโอกาสปีแห่งการสถาปนามหาวิทยาลัยฯ ครบ 50 ปี และ 40 ปี การก่อตั้งคณะวิศวกรรมศาสตร์ จึงได้เพิ่ม กิจกรรมนิทรรศการแสดงผลงานของนักศึกษา ศิษย์เก่า และสถานประกอบการ อันจะนำมาซึ่งการพัฒนาองค์ความรู้ และเทคโนโลยีใหม่ ๆ ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบัน

ในนามของบุคลากรคณะวิศวกรรมศาสตร์ ขอขอบคุณคณะกรรมการดำเนินการจัดประชุมทุกท่าน ผู้ให้การสนับสนุน รวมถึงคณาจารย์ นักศึกษา ศิษย์เก่า และสถานประกอบการต่าง ๆ ที่ได้ร่วมแสดงผลงานนิทรรศการ ซึ่งทำให้การจัดประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ระดับชาติ ครั้งที่ 2 บรรลุวัตถุประสงค์และประสบความสำเร็จ ได้ด้วยดี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กลุ่มเพื่อนพันธมิตรทางการศึกษา ทั้ง 8 แห่ง ได้แก่ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ท่านนี้ต้องขอขอบคุณ ท่านวิทยากร ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ แขกผู้มีเกียรติ ผู้บริหาร และบุคลากรของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ได้อำนวยความสะดวกในการจัดงานครั้งนี้ หากมีข้อบกพร่องประการใดทางคณะฯ ขอน้อมรับและขออภัยมา ณ โอกาสนี้



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล)

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คำนำ

การจัดประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ครั้งนี้นับเป็นการจัดครั้งที่ 2 ภายใต้หัวข้อเรื่อง "Engineering and Technical Education" ระหว่างวันที่ 9-11 กรกฎาคม 2552 ณ หอประชุมเบญจรัตน์ อาคารนวมินทรราชินี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ด้านวิศวกรรมศาสตร์ ด้านวิศวกรรมอุตสาหการในสาขาวิชาต่าง ๆ ระหว่างนักวิจัย นักวิชาการ นิสิตนักศึกษา ผู้ประกอบการและผู้สนใจทั่วไป การจัดประชุมครั้งนี้นอกจากการบรรยายทางวิชาการ นำเสนอบทความทางวิชาการแล้ว ยังได้มีการจัดนิทรรศการแสดงผลงานของคณาจารย์ นักศึกษา ศิษย์เก่า และสถานประกอบการต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อการพัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ๆ โดยได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานและสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ได้แก่ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ซึ่งได้ร่วมดำเนินการจัดประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ระดับชาติ ครั้งที่ 2 นี้

ในนามของคณะกรรมการดำเนินการจัดประชุมวิชาการฯ ต้องขอขอบคุณท่านกรรมการและผู้เกี่ยวข้องที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นส่วนหนึ่งของการจัดงานในครั้งนี้ รวมถึงผู้ส่งบทความ แก่ผู้มีเกียรติและผู้สนับสนุนทุกท่าน หากมีข้อบกพร่องประการใดคณะกรรมการดำเนินการจัดประชุมวิชาการฯ ขอน้อมรับและขออภัยมา ณ โอกาสนี้

คณะกรรมการดำเนินการจัดงาน

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ระดับชาติ ครั้งที่ 2

สารบัญ

สารจากอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	ก
สารจากคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์	ข
คำนำ	ค
บทความวิจัย	
ด้านวิศวกรรมศาสตร์	
สาขาวิชาเครื่องกล	
การออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อลูกสำรอง	
วรพจน์ ศรีรัตนฤดี สุทธิพันธ์ ขุนอินทร์ และ เขวาลิต ถาวรสิน	1
A fuzzy control of electro-hydraulic positioning	
Pornjit Pratumsuwan Siripun Thongchai and Surapun Tonsriwong	7
การศึกษาความสัมพันธ์ของความรู้ ทักษะ และจิตพิสัยสำหรับนักเรียน	
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างยนต์ ของวิทยาลัยเทคนิคในเขตภาคตะวันออก	
บรรจบ อรชร อนุศิษฐ์ อันมานะตระกูล และ ศุภฤกษ์ แจ่มจำรัส	15
การออกแบบและสร้างชุดทดลองการลดความชื้นในแนวนอน	
อัศรัตน์ พูลกระจำ และ นพพร เปรมใจ	26
รูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษา	
จริยา เอียบสกุล สุราษฎร์ พรหมจันทร์ และ ปิยะ กรกขจินตนาการ	37
ระบบให้คำปรึกษาและแนะนำ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู	
สิริพร อังโสภา และ สุราษฎร์ พรหมจันทร์	44

สารบัญ (ต่อ)

การปรับปรุงและพัฒนาเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก สิทธิชัย วงศ์หน่อ และ นฤเบศร์ หนูใสเพชร.....	51
การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวัดกำลังม้าเบรกเครื่องยนต์ ณรงค์ ศรีศิริระกูล.....	59
การเห็นคุณค่าในตนเองของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ อรอนงค์ วิริยานุรักษ์นคร.....	66
ระบบการจัดสรรช่องสัญญาณแอสซิงโครนัสด้วยแผนผัง 3 มิติ โดยใช้การอ้างอิงฟังก์ชันพีเอสผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อัญชลี เรืองรัตน์ และ นริศร แสงคะนอง.....	72
การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะของโซ่ลำเลียงแบบแผ่นระนาบในงานลำเลียงกล่องเบียร์ พินคำ ศรีอุทัย.....	80
การศึกษาพฤติกรรมของสกรูลำเลียงแบบอะคิเมดิส พินคำ ศรีอุทัย.....	87
การศึกษาผลของมุมเอียงของสกรูลำเลียง พินคำ ศรีอุทัย.....	93
การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การใช้งาน PLC SIEMENS S7 - 300 จิระศักดิ์ วิตตะ และ อัยฎาฐ ปิยะนันท์.....	100
การพัฒนาและสร้างชุดทดลอง Gyroscope ทวีเดช ศิริธนาพิพัฒน์ และ ถนอม ช่างทองคำ.....	107
การออกแบบและสร้างชุดจำลองการวัดกระบวนการและควบคุมระบบ ทวีเดช ศิริธนาพิพัฒน์ และ เชาวฤทธิ์ พลวัฒน์.....	113

สารบัญ (ต่อ)

สาขาวิชาไฟฟ้า

การสร้างชุดทดลองและศึกษาผลสำคัญต่อการเรียน เรื่อง การควบคุมสายพานลำเลียงด้วย PLC

อุดม บุญเฮ้า และ ธเนศ ธนชัยธีรพันธ์ 121

การพัฒนาโปรแกรมจำลองการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

โดยโปรแกรม Matlab/Simulink ประกอบการเรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า 1

มารุต รุ่งเรือง 128

การศึกษาการใช้โคมไฟหลอดแอลอีดี

ทดแทนหลอดไฟทั่วไปบนทางพิเศษของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย

สุมิตร ตุงโสธานนท์ และ ปัญญา บุญญาภิวัฒน์ 136

การสร้างและหาประสิทธิภาพของบทรเย็นคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย RLC เพียงอย่างเดียว

จรัญ คนแรง 143

การพัฒนาโปรแกรมจำลองสำหรับวิเคราะห์รูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แพร่กระจาย

ในกล่องโลหะสำหรับการสอนด้านวิศวกรรมไมโครเวฟ

อลงกรณ์ พรหมที และ สมศักดิ์ อรรถกิตติมากุล 150

การพัฒนาแบบจำลองแบบใหม่สำหรับศึกษาคุณสมบัติของสายส่งเชื่อมต่อคู่ขนาน

สมศักดิ์ ธนพุทธิวิโรจน์ อธิวัฒน์ ประมวลสุข และ สมศักดิ์ อรรถกิตติมากุล 157

การวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวเหนี่ยวนำในวงจรคลื่นระนาบ

สยาม นิพิทานิตย์ และสมศักดิ์ อรรถกิตติมากุล 165

การพัฒนาโปรแกรมจำลองวงจรมาโครพิกเซลเพื่อใช้ในการสอนด้านวิศวกรรมไมโครเวฟ

รัฐพล จินะวงศ์ ศุภโชค แก้วบัวดี และ สมศักดิ์ อรรถกิตติมากุล 172

สารบัญ (ต่อ)

การพัฒนาโปรแกรมจำลองสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายในท่อนำคลื่น สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ ศรัณย์ ชูคติ และ สมศักดิ์ อรรถกิติมากุล	180
การวิเคราะห์การแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในโดเมนทางเวลา สำหรับการศึกษาวงจรไมโครเวฟ สมภาร จำเกลี้ยง สมศักดิ์ อรรถกิติมากุล และมงคล หวังสถิตย์วงศ์	188
การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องท่อนำคลื่น อุปกรณ์พาสซีฟ และสายอากาศไมโครเวฟ วิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ศิวดล นวลนภดล มานิตย์ สิริชัย และ สมศักดิ์ อรรถกิติมากุล	195
การออกแบบและวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของวงจรกรองความถี่ไมโครเวฟโดยใช้วิธีการวนรอบของคลื่น ไพฑูรย์ สุวรรณโณ สมศักดิ์ อรรถกิติมากุล และ สมภาร จำเกลี้ยง.....	203
การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาริตการวัดและควบคุมระดับของเหลว กัณตณ มะหาหมัด	211
วงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ในโหมดกระแส ที่ปรับค่า Q ได้อย่างอิสระโดยใช้ MO-CCCCTA ประเสริฐ กมลภพตระกูล และ สุรัชย์ สุขสกุลชัย.....	218
โปรแกรมแปลคำสั่งภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษ และภาษาซี สำหรับตำราตรวจสอบวงจร โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม อารัมภ์ กิตติพงษ์วัฒนา และ พูลศักดิ์ โกษิยาภรณ์.....	223
ฮาร์โมนิกต่อบัลลาสต์ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ชนกร จารุลักษณ์ อนุวัตร สุวรรณลักษณ์ อิศมาแอ ยามา ไพฑูรย์ หะแว และ สลักจิตร นิลบวร	229

สารบัญ (ต่อ)

การศึกษาการสํารวจขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า	
วิชาญ เพ็ชรทอง	235
การออกแบบตัวควบคุมพีชช้อย่างง่ายที่มีการปรับละเอียดอัตโนมัติ	
อาคม ลักษณะสกุล และ พูลศักดิ์ โกษิยาภรณ์	242
การอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมชิ้นส่วนพลาสติก	
กิตติ จันทรา และ ศิริพรรณ ชงชัย	249
การวางแผนการจ่ายโหลดอย่างประหยัดด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรม	
ธนธร จานโอ และ พิเชษฐ ศรีयरรงค์	257
การประยุกต์ใช้วิธีเชิงพันธุกรรมในปัญหาชนิดคอมมิตเมนต์	
ชัชวาลย์ ปานบุญ และ พิเชษฐ ศรีयरรงค์	263
A Simple Oscillator Based on CCCDTA and Grounded Capacitors	
Somchai Srisakultiew Winai Jaikla and Montree Siripruchyanun	271
Realization of Electronically Controllable Current-mode Square-rooting Circuit Using CC-CFAs	
Worapon Manosroi Phamorn Silapan and Montree Siripruchyanun	276
แบบจำลองสัญญาณอัตราซาวด์สำหรับการหาค่าคิสปอร์สชันโดยไม่คิดการเลี้ยวเบนของคลื่น	
มีชัย โลหะการ และ พัฒพงษ์ อมรวงศ์	281
การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องทฤษฎีเทวินินและนอร์ตัน	
วิชาวงจไฟฟ้า (3104-1001) ที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	
สุชาติ โพธิ์ศรี และ วชิร ปิ่นทอง	288
การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนอัตราซาวด์โดยวิธีฟูรีเยร์เซนทรอยด์ซัพในแท่งโลหะเนื้อเดียว	
มีชัย โลหะการ	296

สารบัญ (ต่อ)

Control of Wind Turbine Converter with Unity Power Factor

Christophe LARIVIERE-GILLET and Phatiphat THOUNTHONG 303

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์

สำหรับวิชาการศึกษาวงจรและซ่อมบำรุงไมโครคอมพิวเตอร์

เนติชัย จินสกุล และ สรเดช ครุฑทอง 309

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์สัมฤทธิ์

ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ วิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

สุรมัย รังสิธรรม มงคล หวังสถิตวงษ์ และ จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์ 317

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้วยการเรียนรู้ร่วมกัน

โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคจิกซอว์ เรื่อง อินเทอร์เน็ตเบื้องต้น

เขวลักษณ์ พรหมศรี มงคล หวังสถิตวงษ์ และ จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์ 325

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบเกมการสอนที่บูรณาการรวมกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับการเรียน

ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน รายวิชาภาษาอังกฤษ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

วิภาสิทธิ์ หิรัญรัตน์ จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์ และ สรเดช ครุฑทอง 332

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลักร่วมกับการเรียนรู้แบบ Buzz Group

จิรนนท์ มณีรัตน์ และ ธัญญรัตน์ นอมพลกรัง 342

ยุทธศาสตร์การใช้ ICT เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2555

นพพร ชื่นพันธ์ 352

สารบัญ (ต่อ)

การพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน แบบปรับเปลี่ยนข้อสอบโดยใช้เทคนิค Online Help เรื่องสถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ พินันtha ฉัตรวัฒนา เทวา คำปาเชื้อ และ รัชฎ์รัตน์ น้อมพลกรัง	362
แนวทางการพัฒนาโมดูลกิจกรรมใหม่สำหรับเสริมมุข ศิริชัย นามบุรี นิดาพรรณ สุริรัตน์ และ มนต์ชัย เทียนทอง	375
การพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาการแกะสลักผักและผลไม้ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ววรรณดี สิ้นสันธิเทศ	384
การพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ มณฑิตา พุดสงคราม และ สรเดช ครูทองอ่อน	391
การจัดการความรู้กลุ่มบริหารองค์กร การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ลัดดา เขียมจิตต์ตรง พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ และ ปรัชญนันท์ นิลสุข	400
การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนงานบุคลากร งานสารบรรณและงานพัสดุ-ครุภัณฑ์ วิชาญ รุ่งสุวรรณ ศันสนีย์ สุภศิริ ทัศนพร มาคล้าย กฤษ สิ้นชนะกุล และ เทวา คำปาเชื้อ	409
การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โสภภาพันธุ์ สะอาด พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ และ ปรัชญนันท์ นิลสุข	422
การพัฒนาเครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์สำหรับโปรแกรมมูเดล เบญญาภา ศรีเรืองพันธ์ กันต์พงศ์ วรรัตน์ปัญญา และ จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์	429

สารบัญ (ต่อ)

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยเทคนิค การเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขัน (TGT) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับช่วงชั้นที่ 3 วิษุณี สารสุวรรณ และสรเดช ครูทจอน.....	436
การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้แผนที่การคิดแบบเมตา (Metacognitive Maps) นิกร ขวัญเมือง และ จริญญา แสนราช	445
รูปแบบการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ที่มีต่อความพึงพอใจ ของนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี หริพล ธรรมนารักษ์ และ กิ่งกาญจน์ ปวนสุรินทร์.....	453
การเสริมสร้างให้เกิดการเรียนรู้บูรณาการ ลักษณะ ถึงคำ.....	462
สาขาวิชาบริหารอาชีพศึกษา	
ความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อการฝึกงานของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจ สุมาลี อารณพินิจเลิศ และ ระวีพรรณ จิตต์มนัส	471
การพัฒนาแบบห้องสมุดที่พึงประสงค์เพื่อสถาบันการอาชีวศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จิตติรัตน์ สุวรรณปราโมทย์ ศรีเพ็ญ เศรษฐเสถียร และ สุวิมล ชนะผลเลิศ	478
การศึกษาแรงจูงใจที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงานของพนักงาน กรณีศึกษา : บริษัท โดนัสส์สัน (ประเทศไทย) จำกัด สักรินทร์ อยู่ผ่อง.....	487

สารบัญ (ต่อ)

สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร

การพัฒนาหลักสูตรใหม่ วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

โดยใช้เทคนิคเดลฟาย : กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

วีรชัย มัญญารักษ์, เสกสรรค์ สุธรรมานนท์ และ อำพร วิริยโกศล 497

ความต้องการศึกษาระดับปริญญาตรี ในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

สมศักดิ์ แก้วพลอย 505

ผลการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ที่มีต่อความสามารถด้านการคิด

อย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิลาวัลย์ สุริยะฉาย 512

ด้านวิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

เครื่องกรองทำความสะอาดน้ำมันไฮดรอลิกส์

สมศักดิ์ อินทะไชย 521

การศึกษาเปรียบเทียบสมบัติทางกลของโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยธรรมชาติ

บรรจบ อรชร, ณัฐวุฒิ สนิทกลาง และ ระวีวรรณ เขียวมีสวน 527

การศึกษาสมรรถนะของเครื่องย่นที่ใช้อากาศอัด, ระยะที่ 1

บรรจบ อรชร และ ศราวุธ คีล้วน 537

การวิเคราะห์ความหนาของผนังถ้วยสี่เหลี่ยมของกระบวนการขึ้นรูปลึก

เนื่องจากเปลี่ยนแปลงขนาดครอว์บีด

สุรวุฒิ ชะนิล 545

สารบัญ (ต่อ)

ออกแบบและสร้างอุปกรณ์วิเคราะห์หาค่าขนาดพิกพาดด้วยหลักการซ้อนทับ และทฤษฎีบทตอบสนองกันของแมกซ์เวลล์ ณรงค์ศักดิ์ นิธิประทีป และ ศุภฤกษ์ ศรีเวทิน	551
การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศรถยนต์แบบอัตโนมัติ ทวีวัฒน์ รื่นรวย	556
การประมาณค่าความน่าเชื่อถือของอากาศยานเพื่อวางแผนการบำรุงรักษา สมภพ ตลับแก้ว.....	563
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
การออกแบบสร้างเครื่องควบคุมแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วยรีโมทคอนโทรล กำธร เลยหยุด ดุสิต อุทิศสุนทร ชวัชชัย สิมมา และ ชีรกรณ พรเสนา	567
เครื่องตรวจสอบเหรียญ สุนทร ไกรธกล้า กิตติศักดิ์ ศรีสม และ ประกาศิต ดันตือลงการ	574
การควบคุมอุณหภูมิของเครื่องทำน้ำอุ่นด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ดอนสัน ปงผาบ.....	582
ชุดทดลองเครื่องมือวัดออสซิลโลสโคปเสมือนจริง ชานนท์ จันทร์ขาว และ สืบศักดิ์ พันธุ์ไพโรจน์.....	589
เครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง อภิเดช โคตรมิตร และ สืบศักดิ์ พันธุ์ไพโรจน์.....	597
การออกแบบระบบป้องกันการลัดวงจรไฟฟ้าด้วยระบบสมองกลฝังตัว วันชัย ตาลานนท์ และ ณัฐพล จะสูงเนิน.....	604

สารบัญ (ต่อ)

การพัฒนาสื่อเรื่องการวิเคราะห์สัญญาณดิจิทัลด้วยตัววิเคราะห์สเปกตรัมเสมือนผ่านระบบเครือข่าย LAN ชาญชัย กุศลจิตกรณั มนตรี เข้มราช ชาญวิทย์ ตั้งสิริวรกุล เฉลิมชาติ มานพ และ ธิมาวุ คิชสุวรรณ	611
บูสต์คอนเวอร์เตอร์ขนาด 2 เฟส ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับเซลล์เชื้อเพลิง สุวัจน์ ลิกบุตร สุนันท์ สองจันทร์ ปฏิพัทธ์ ทวนทอง และ พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล	619
การจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังโดยใช้หลักการสวิตซ์ซิงโมเดลด้วยโปรแกรมซิมูลิงค์ นิชมน พูนน้อย ปฏิพัทธ์ ทวนทอง และ พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล	626
การศึกษาการกระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากตัวนำรูปทรงกระบอก โดยอาศัยทฤษฎีการเลี้ยวเบนเชิงเรขาคณิตแบบสม่ำเสมอ ฐิติพงษ์ เลิศวิริยะประภา กิตติศักดิ์ แพบัว ชวรงค์ พงศ์เจริญพาณิชย์ และ โมไนย ไกรฤกษ์	632
คอนเวอร์เตอร์อัตราขยายสูงสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงในงานผลิตกำลังไฟฟ้า นิชมน พูนน้อย ปฏิพัทธ์ ทวนทอง และ พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล	639
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา	
ผลกระทบของทรายแป้งต่อกำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดของดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์ ปิยพล กิตติโรจน์โยธิน พานิช วุฒิพฤกษ์ ชัยรัตน์ วีระวัฒน์สุข และ เชิดชนินทร์ หมดลทิน	647
การปรับปรุงช่วงต่อระหว่างที่กันถนนและราวสะพาน ศิริศักดิ์ คงสมศักดิ์สกุล สืบพงษ์ ไพศาลวัฒน์ และ สันชัย อินทพิชัย	655
การผลิตแผ่นผ้าเปดานภายในอาคารที่ทำจากหญ้าแฝก สยาม แกมขุนทด	663
โครงถักเหล็กสามมิติจากเศษเหล็กข่อยเพื่อใช้เป็นคานถ่ายแรงในการทดสอบโครงสร้าง ชำนาญ ดวงจรัส และ ศักดา กตเวทวารีชัย	671

สารบัญ (ต่อ)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์ความชื้นผ่านในดินเมื่อละเอียดผสมซีเมนต์ ชนกฤษณ์ ทิพย์มนตรี พานิช วุฒิพิทยักษ์ และ ชัยรัตน์ ธีระวัฒนสุข.....	677
การพัฒนาเครื่องมือทดสอบการอัดตัวคายน้ำแบบควบคุมแรงดันคงที่ สุภัทร แจ่มฉาย พานิช วุฒิพิทยักษ์ และ ชัยรัตน์ ธีระวัฒนสุข	684
ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ	
การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการเรียนการสอนผ่านทางระบบเครือข่าย ปัทมากร เนตยวิจิตร	691
การสร้างระบบควบคุมตรรกแบบพีชชีแบบพร้อมกัน จันทนา ผ่องเพ็ญศรี (จันทราพรชัย) และ กฤษณะ สีพนมวัน	697
การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการผลงานทางวิชาการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ศิริวรรณ ชาญศิริวัฒน์	705
การพัฒนาระบบสำรองโปรแกรมการตรวจสอบและแจ้งเตือนการสื่อสารภายในเครือข่าย อชิรัชญ์ สอนเนียม และ นริศร แสงคะนอง.....	713
A Study of WiMAX's cell and Mobile collaborative Mesh Deployment Opaseuth Siharath, Anirach Mingkhwan	720
Software Measurement Metrics Reviews for Object Oriented Tharis Thimthong.....	727
การพัฒนาต้นแบบโปรแกรมแลกเปลี่ยนข้อมูลการผ่าตัดระหว่างโรงพยาบาล โดยใช้เอกสาร เอกซ์เอ็มแอล และเทคโนโลยี DHTML กับ AJAX วรรณษา เปาอินทร์ และ ประณต บุญไชยอภิสิทธิ์	735

สารบัญ (ต่อ)

การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับจัดเก็บข้อมูลบุคลากร

ไพฑูรย์ศกาศ เอกพงษ์ เชื้อสุวรรณ ปรัญญ์ สุขทวี และ วีรพันธุ์ ศรีฤทธิ์ 742

การพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อแสดงผลข้อมูลอาคารไม่พึงประสงค์

ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค

ทรงกรด เกษกาญจนานุษ จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์ และ สมคิด แซ่หลี่ 749

การจัดการงานพิมพ์ด้วยระบบผู้เชี่ยวชาญ

ณรงค์เดช หัตถกอง วีรพันธุ์ ศรีฤทธิ์ ปรัญญ์ สุขทวี และ บวรศักดิ์ ศรีสังสิทธิ์สันติภ 757

ระบบจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแบบบูรณาการการเรียนรู้สารสนเทศ

แววดา เตชาทวิวรรณ กันต์พงษ์ วรรณปัญญา และ จริญญา แสนราช 764

การพัฒนาระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ

สุหทัย ไชยรัมย์ จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์ และ กันต์พงษ์ วรรณปัญญา 774

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบร่วมมือโดยใช้เทคโนโลยี

Game Online ในการเรียนการสอนวิชาหลักการเขียนโปรแกรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

จริญญา แสนราช และณัฐพล ฮวดสุนทร 781

การพัฒนาการค้นคืนภาพด้วยสีและลดลายโดยใช้คอร์รีโลแกรมรูปแบบไบนารีและมิติแฟร็กทัล

ไข่มุก สรรพพร 791

หุ่นยนต์ช่วยเหลือผู้ป่วยควบคุมระยะไกลผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย

วิทวัส คล้ายนิล นรินทร์กุล พันธุ์เขียน ณัฐพล จิตธีธรรม พงษ์ มีสัง และ สุรพันธุ์ ยิ้มมัน 797

การพัฒนาการเรียนของผู้เรียนภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์โดยใช้

Adaptive Software Development (ASD)

Amporn Tansaku , Alisa Surapaseththa , Kittima Mekhabunchaki 805

สารบัญ (ต่อ)

ระบบสืบค้นบรรณานุกรมต่างห้องสมุดด้วยมาตรฐาน ISO23950

ศิริพงษ์ ญาณุชิตร์ และ ชัยณรงค์ เย็นศิริ 812

ด้านบริหารธุรกิจอุตสาหกรรม

ปัจจัยและแนวทางการลดความเครียดของพนักงานในอุตสาหกรรมการผลิตสายไฟ

ประเสริฐ ศรีบุญจันทร์ หนึ่งฤทัย โสกา นรชัย บรรจงศิริ และ วิสูตร พรหมศรี 819

การศึกษาปัญหาและความต้องการของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการของภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

พัชรวิทย์ สุริย์เดโชชัย 829

การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของงานพัสดุ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ฐติมา วัฒนสุทธิ 837

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่ง โดยผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์

นันทพร สุขกระจ่าง 844

การพัฒนาระบบสารสนเทศ เพื่อแก้ไขปัญหาการวางแผนการผลิต

ในธุรกิจขนาดเล็ก กรณีศึกษา อุตสาหกรรมอาหาร

ชากร ชลัมพุกานต์ และ วิเชียร สิงห์ใหม่ 852

คณะกรรมการดำเนินงานและคณะกรรมการ 861

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ 867

ดัชนีผู้เขียนบทความ 869

รายนามผู้สนับสนุน 873

การออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อลูกสำรอง

The Design and Invention of the Scaphium Nut Pulp Extraction Machine

วรพจน์ ตรีรัตน์ฤดี* สุทธิพันธ์ ขุนอินทร์** เชาวลิต ถาวรสิน**

* สาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคตราด

** ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : wrt.tr18@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ นำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อลูกสำรอง ผลวิจัยปรากฏว่า การประเมินคุณภาพของเครื่องแยกเนื้อลูกสำรองโดยผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับสูงมากและผลการทดลองการแยกเนื้อลูกสำรอง ปรากฏว่าเนื้อลูกสำรองมีขนาดความโตของเนื้อสำรองที่สม่ำเสมอ (มีขนาดความโตไม่น้อยกว่า 0.5 ตร.มม. และไม่โตเกิน 3 ตร.มม.) มีปริมาณเนื้อสำรองที่ได้ประมาณ 90 % ของจำนวนเนื้อลูกสำรองทั้งหมด มีเปลือกและเส้นใยปะปนออกมาประมาณ 10 % ของจำนวนเปลือกและเส้นใยทั้งหมด และประเด็นสำคัญอีกประเด็นหนึ่ง สามารถใช้แทนการแยกเนื้อลูกสำรองด้วยแรงงานคนได้อย่างรวดเร็ว คือคนแยกจะใช้เวลา 4 - 5 ชั่วโมง ในขณะที่เครื่องใช้เวลา 30 - 50 นาที ต่อลูกสำรองผลแห้ง 1 กิโลกรัม

คำสำคัญ : ลูกสำรอง เครื่องแยกเนื้อลูกสำรอง

Abstract

This research presented the design and invention of scaphium nut pulp extracting machine. According to the research result and evaluation, all experts agreed that the quality of scaphium nut pulp extracting machine was at a very high level. The result of the extraction experiment showed that the scaphium nut pulp had the consistent size (not less than 0.5 square millimeters and not exceeded 3 square millimeters). There was 90% of the pulp peel obtained from the whole scaphium nut and 10% of hand and fiber derived from the whole amount of peeling and fiber. Another significance of this study is the effective replacement of labor with more efficiency of the pulp extraction. It takes human labor to separate the dried scaphium nut pulp 4-5 working hours per 1 kilogram while it takes only 30-50 minutes with the machine.

Keywords : Scaphium Nut, Scaphium Nut Pulp Extracting Machine

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ต้นสำโรงเป็นพืชสมุนไพรขึ้นอยู่ในป่า มีอยู่มากในแถบภาคตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด

สรรพคุณของเนื้อลูกสำโรง ช่วยบำบัดปรับสมดุลอวัยวะภายในของร่างกายให้ดีขึ้นและแข็งแรงแก่ร้อนใน กระหายน้ำ ลดไขมันในเลือด ช่วยดูดซับไขมันส่วนเกินและช่วยในการขับถ่ายลดสารพิษตกค้าง

วิธีการแยกเนื้อลูกสำโรง นำลูกสำโรงไปแช่น้ำไว้ประมาณ 30 นาที ลูกสำโรงจะพองตัว เมื่อลูกสำโรงพองได้ที่แล้วจะเห็นเป็นวุ้นลอยอยู่ ให้เลือกเก็บเปลือก

เมื่ได้ เส้นใยแข็ง ๆ ที่ติดกับเมล็ดทิ้งไป (หรือจะนำไปกรองด้วยกระชอนก็ได้) เนื้อลูกสำโรงที่นำไปทำน้ำลูกสำโรง

จะมีลักษณะคล้ายกับวุ้น ใช้ระยะเวลาในการแยกเนื้อลูกสำโรงนาน ใช้แรงงานในการแยกมากและได้ปริมาณเนื้อสำโรงน้อย โดยเวลาที่เสียไปส่วนใหญ่ จะอยู่ในขั้นตอนคัดแยกเอาเนื้อสำโรงออกจากเปลือก เม็ด และเส้นใยแข็ง ๆ ซึ่งในการแยกเนื้อลูกสำโรง ผลแห้ง 1 กิโลกรัม ใช้แรงงานคนในการแยก จะเสียเวลา 4-5 ชั่วโมงต่อคน จึงจะได้เนื้อสำโรงที่นำไปแปรรูป

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อลูกสำโรง เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับเกษตรกรในท้องถิ่น ผู้ประกอบการผลิตน้ำลูกสำโรง ผู้ที่สนใจนำไปประยุกต์สร้างเครื่องแยกเนื้อลูกสำโรง เพื่อลดระยะเวลา แรงงานและต้นทุนในการแยกเอาเนื้อลูกสำโรงออกมาแปรรูปเพื่อทำน้ำลูกสำโรงรสชาติต่าง ๆ และสามารถนำไปประกอบเป็นอาชีพหารายได้เข้าสู่ครอบครัวและหมู่บ้าน เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อลูกสำโรง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- เครื่องแยกเนื้อลูกสำโรง สามารถแยกเนื้อลูกสำโรงผลแห้งในอัตรา 1 กิโลกรัม ได้ภายในเวลา 50 นาที (ไม่รวมระยะเวลาในการแช่ลูกสำโรงในน้ำให้เนื้อลูกสำโรงพองตัว)

- การทำงานของเครื่องทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ
- เนื้อลูกสำโรงที่ผ่านกระบวนการแยกด้วยเครื่องแยกเนื้อลูกสำโรงมีขนาด 3 มิลลิเมตร มีเส้นใยและเปลือกปนอยู่ไม่เกิน 10 %

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

- 1) การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น
- 2) กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3) การออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อลูกสำโรง
- 4) การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 5) การทดลองใช้และรวบรวมข้อมูล
- 6) การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

2.2 กลุ่มประชากร

ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพของเครื่องแยกเนื้อลูกสำโรง ใช้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์อย่างน้อย 10 ปี จำนวน 20 คน ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องกล 7 คน ด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 6 คน ด้านคหกรรมศาสตร์และผู้ผลิตน้ำลูกสำโรง 7 คน แสดงความคิดเห็นต่อเครื่องแยกเนื้อลูกสำโรงที่สร้างขึ้น

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) เครื่องแยกเนื้อลูกสำโรง
- 2) แบบประเมินคุณภาพเครื่องแยกเนื้อลูกสำโรง

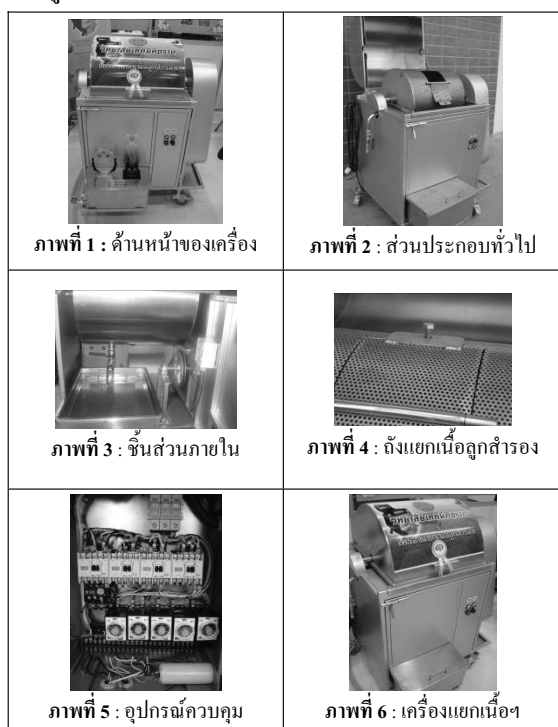
3. ผลการทดลอง

3.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อลูกสำรอง โดยใช้หลักการออกแบบทางเครื่องกลและทางไฟฟ้า การหมุนของมอเตอร์ทำงานทางเดียว หมุนซ้ำด้วยความเร็ว 30 รอบต่อวินาที และคัดแยกเนื้อลูกสำรองด้วยระบบตะแกรงไหลผ่านน้ำเพื่อแยกเนื้อออกจากเปลือก เม็ดและเส้นใย ปรากฏว่า เครื่องแยกเนื้อลูกสำรองนี้ สามารถแยกเนื้อลูกสำรองผลแห้ง 1 กิโลกรัม ในเวลา 50 นาที ได้ปริมาณเนื้อลูกสำรอง 9.5 กิโลกรัม และได้รับการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับสูงมาก

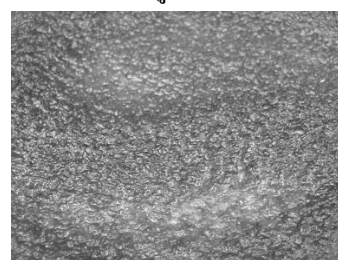
ดังข้อที่ 3.3 และตารางที่ 1

เครื่องแยกเนื้อลูกสำรองที่ออกแบบและสร้างขึ้น ประกอบด้วย ถังแยกเนื้อลูกสำรอง 1 ชุด ภาชนะแยกน้ำเนื้อลูกสำรอง 1 ชุด พู่เล่ย์ครอบ 1 ชุด อุปกรณ์ควบคุมทางไฟฟ้า 1 ชุดและโครงสร้างประกอบอื่น ๆ ดังรูปที่ 1-6



3.2 ผลการทดลองแยกเนื้อลูกสำรอง

หลักการแยกเนื้อลูกสำรอง ผู้วิจัยใช้ลูกสำรองผลแห้งน้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม แช่น้ำให้พองตัวโดยใช้เวลา 30 นาที ใช้เวลาในการทำงานหมุนปั่น 5 นาที มอเตอร์หมุนด้วยความเร็ว 30 รอบต่อวินาที ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ทำงานทางเดียว ใช้เวลาในการหมุน 30 วินาที แล้วหยุด 3 วินาที จะได้เนื้อลูกสำรอง 90 % ของจำนวนเนื้อลูกสำรองทั้งหมด มีเปลือกและเส้นใยปะปนออกมาประมาณ 10 % ของจำนวนเปลือกและเส้นใยทั้งหมด ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองไปสอบถามผู้เชี่ยวชาญในด้านการผลิตเนื้อลูกสำรอง ซึ่งผลที่ได้อยู่ในเกณฑ์ดี



ตารางที่ 1 : แสดงผลการทดลองแยกเนื้อลูกสำรองผลแห้ง 1 กิโลกรัม

หลักการทำงาน	ผลการทดลอง		แปรผล
	ปริมาณเนื้อลูกสำรอง	ปริมาณเปลือกและเส้นใย	
มอเตอร์หมุนกลับ-ไป-มา ทิศทางการหมุนละ 30 วินาที เวลารวม 10 นาที ใช้ความเร็ว 30 รอบต่อวินาที	90 %	20 %	ดี
มอเตอร์หมุนกลับ-ไป-มา ทิศทางการหมุนละ 30 วินาที เวลารวม 10 นาที ใช้ความเร็ว 45 รอบต่อวินาที	90 %	25 %	ปานกลาง
มอเตอร์หมุนกลับ-ไป-มา ทิศทางการหมุนละ 30 วินาที เวลารวม 10 นาที ใช้ความเร็ว 60 รอบต่อวินาที	95 %	30 %	พอใช้

**ตารางที่ 1 : แสดงผลการทดลองแยกเนื้อลูกสำรองผล
แห้ง 1 กิโลกรัม (ต่อ)**

หลักการทำงาน	ผลการทดลอง		แปรผล
	ปริมาณ เนื้อลูก สำรอง	ปริมาณ เปลือกและ เส้นใย	
มอเตอร์หมุนทิศทางเดียว 30 วินาที แล้วหยุด 3 วินาที เวลา รวม 10 นาที ใช้ความเร็ว 30 รอบต่อนาที	90 %	10 %	ดีมาก
มอเตอร์หมุนทิศทางเดียว 30 วินาที แล้วหยุด 3 วินาที เวลา รวม 10 นาที ใช้ความเร็ว 45 รอบต่อนาที	90 %	20 %	ดี
มอเตอร์หมุนทิศทางเดียว 30 วินาที แล้วหยุด 3 วินาที เวลา รวม 10 นาที ใช้ความเร็ว 60 รอบต่อนาที	95 %	30 %	พอใช้
มอเตอร์หมุนทิศทางเดียวทำงาน ตลอด เวลา รวม 10 นาที ใช้ ความเร็ว 30 รอบต่อนาที	90 %	20 %	ดี
มอเตอร์หมุนทิศทางเดียวทำงาน ตลอด เวลา รวม 10 นาที ใช้ ความเร็ว 45 รอบต่อนาที	90 %	20 %	ดี
มอเตอร์หมุนทิศทางเดียวทำงาน ตลอด เวลา รวม 10 นาที ใช้ ความเร็ว 60 รอบต่อนาที	95 %	25 %	ปาน กลาง

**ตารางที่ 2 : แสดงผลการทดลองในการหาค่าความ
เสถียรและความเชื่อมั่น (มอเตอร์หมุนทิศทางเดียว 30
วินาที แล้วหยุด 3 วินาที เวลา รวม 10 นาที ใช้
ความเร็ว 30 รอบต่อนาที)**

ครั้งที่	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
เนื้อลูกสำรอง	90 %	90 %	90 %	90 %	90 %	90 %
เปลือกและ เส้นใย	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
แปรผล	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก

3.3 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญต่อการ ออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อลูกสำรองในด้าน คุณลักษณะทางกายภาพของเครื่องแยกเนื้อลูกสำรอง

ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพ จำนวน 20 คน ทำการ-
ประเมินคุณภาพเครื่องแยกเนื้อลูกสำรอง ประกอบด้วย

แบบประเมินคุณภาพด้านการออกแบบ ด้านการสร้าง
การประกอบและการติดตั้ง ด้านการใช้งาน ด้านความ
ปลอดภัย การบำรุงรักษา และด้านคู่มือการใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอค่าสถิติต่าง ๆ ใช้
ค่าเฉลี่ย(Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard
Deviation) โดยแบ่งชั้นความคิดเห็นเป็นคะแนนเฉลี่ย
ออกเป็น 5 ระดับ และจุดประเมินมีค่าเฉลี่ย 4.24-4.50
และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.0 ถือว่า
ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันในจุดประเมินที่
กำหนดไว้ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 : ผลการประเมินคุณภาพเครื่อง ฯ

ประเด็นการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลความหมาย
ด้านการออกแบบ	4.28	.56	สูงมาก
ด้านการสร้าง การประกอบ และการติดตั้ง	4.50	.61	สูงมาก
ด้านการใช้งานและคุณภาพ เนื้อลูกสำรอง	4.24	.56	สูงมาก
ด้านความปลอดภัยและการ บำรุงรักษา	4.28	.57	สูงมาก
ด้านคู่มือการใช้	4.37	.57	สูงมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.33	.57	สูงมาก

(จุดประเมินด้านการออกแบบ คือ ระบบส่งกำลัง
ด้วยฟูลเลย์ทดรอบขับเคลื่อนด้วยสายพาน ระบบการ
หมุน/ปั่นแยกเนื้อลูกสำรอง ระบบการแยกเนื้อ-น้ำลูก
สำรอง ระบบการทำความสะอาด โครงสร้าง/การ
เลือกใช้วัสดุวิศวกรรม การเลือกใช้มอเตอร์ การ
ออกแบบวงจรไฟฟ้า การออกแบบระบบควบคุมการ
ทำงานอัตโนมัติและการออกแบบระบบป้องกันทาง
ไฟฟ้า เช่น โอเวอร์โวลต์/ไฟรั่ว)

(จุดประเมินด้านการสร้าง การประกอบและการ
ติดตั้ง คือ ความประณีตในการสร้าง/ประกอบ/เชื่อม
ความประณีตเรียบร้อยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

ความประณีตเรียบร้อยในการเดินสายไฟและความแข็งแรงของชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่)

(จุดประเมินด้านการใช้งานและคุณภาพเน็อลูกสำรอง คือ ปริมาณของลูกสำรองที่ทำการแยกต่อครั้ง 1 กิโลกรัม/50 นาที เวลาที่ใช้ในการปั่นแยกเน็อลูกสำรองต่อครั้ง 10 นาที/ครั้ง ขั้นตอนการแยกเน็อลูกสำรองไม่ซับซ้อน ความละเอียดของเน็อลูกสำรองไม่น้อยกว่า 0.5 ตารางมิลลิเมตรและไม่โตเกิน 3 ตารางมิลลิเมตร เน็อลูกสำรองที่ได้จากเครื่องนำไปแปรรูปการผลิตได้เลยและเปลือกเส้นใยปะปนไม่เกิน 10% ของเน็อลูกสำรองที่แยกได้จากเครื่อง)

(จุดประเมินด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา คือ ฝาครอบป้องกันระบบส่งกำลัง อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร ความสะดวกในการบำรุงรักษาและความสะดวกในการทำความสะดวก)

(จุดประเมินด้านคู่มือการใช้ คือ การออกแบบรูปเล่ม ความชัดเจนของภาพประกอบคำอธิบาย ความถูกต้องของคำอธิบาย การจัดลำดับขั้นตอนถูกต้องและความสามารถในการปฏิบัติการใช้เครื่องหลังจากอ่านคู่มือแล้ว)

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านคุณลักษณะทางกายภาพของเครื่องแยกเน็อลูกสำรอง ได้ค่าเฉลี่ยโดยรวม (\bar{X}) เท่ากับ 4.33 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.57 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความเห็นสอดคล้องกัน เกี่ยวกับคุณภาพโดยรวมของเครื่องแยกเน็อลูกสำรองว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับสูงมาก แสดงว่าสามารถนำลูกสำรองมาผ่านกระบวนการแยกเอาเน็อลูกสำรองด้วยเครื่องแยกเน็อลูกสำรองต้นแบบนี้ได้

4. สรุปและอภิปรายผล

ข้อมูลที่ได้จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าการใช้ลูกสำรองผลแห้งน้ำหนัก 1 กิโลกรัม มอเตอร์หมุน

ทิศทางเดียวในเวลา 30 วินาที แล้วหยุด 3 วินาที เวลา รวมทั้งหมด 10 นาที ความเร็วในการหมุนถึงปั่นแยกเน็อลูกสำรอง 30 รอบต่อนาที ให้คุณภาพเน็อลูกสำรองดีที่สุด แสดงว่าเครื่องแยกเน็อลูกสำรองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ มีกระบวนการผลิตเน็อลูกสำรองที่มีคุณภาพและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 20 ท่าน ประเมินคุณภาพเครื่องแยกเน็อลูกสำรองที่สร้างขึ้น ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อเครื่องแยกเน็อลูกสำรองที่ใช้ในการแยกเน็อลูกสำรองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถสรุปผลได้ดังนี้

เมื่อนำค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นในแต่ละจุดประเมินคิดค่าเฉลี่ยโดยรวมจะได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ที่ระดับคะแนน 4.33 ซึ่งอยู่ในช่วง 4.21-5.00 คะแนน และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.57 ซึ่งไม่เกิน 1.0 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันในด้านประสิทธิภาพของเครื่องแยกเน็อลูกสำรองและเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการออกแบบและสร้างเครื่องแยกเน็อลูกสำรอง ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่าเครื่องแยกเน็อลูกสำรอง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ในการแยกเน็อลูกสำรองได้จริง โดยเฉลี่ยแล้วผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความคิดเห็นต่อเครื่องแยกเน็อลูกสำรอง ว่ามีประสิทธิภาพจริงในระดับ “สูงมาก”

เมื่อดูจากค่าเฉลี่ย (\bar{X}) โดยจุดประเมินที่อยู่ในระดับ “สูงมาก” มี 5 จุด คือ จุดประเมินลักษณะทางกายภาพของเครื่องในด้าน “การออกแบบ” “การสร้าง การประกอบและการติดตั้ง” “การใช้งานและคุณภาพเน็อลูกสำรอง” “ความปลอดภัยและการบำรุงรักษา” และ “คู่มือการใช้”

5. ข้อเสนอแนะ

5.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

- ด้านการออกแบบเครื่องแยกเนื้อลูกสำรองควรเพิ่มสายกราวด์เพื่อป้องกันอันตรายจากไฟรั่วและติดตั้ง Timer เพื่อดูเวลาการหมุนปั่น

- ด้านการสร้าง การประกอบและการติดตั้งเครื่องแยกเนื้อลูกสำรองควรเพิ่มชั้นตะแกรงกรองเนื้อสำรองเพื่อลดจำนวนผู้ปฏิบัติงาน

- ด้านการใช้งานและคุณภาพเนื้อลูกสำรองที่ได้จากเครื่องแยกเนื้อลูกสำรองในการกรองเนื้อสำรองออกมานั้นควรจะให้ตะแกรงเขย่าได้เพื่อจะได้เนื้อออกมาเร็วและไม่เกิดการอุดตัน

- ด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษาเครื่องแยกเนื้อลูกสำรองควรเพิ่มสายกราวด์เพื่อป้องกันไฟรั่วและติดตั้งสวิตช์ฉุกเฉินไว้ที่หน้าตู้เมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟดูดขึ้นก็จะกระตุกหัวเข้าไปกระแทกสวิตช์ทำให้ไปสั่งรีเลย์หยุดการทำงานตัดระบบไฟฟ้า

- ด้านคู่มือการใช้เครื่องแยกเนื้อลูกสำรองควรเพิ่มเนื้อหาและขั้นตอนมากขึ้น สำหรับผู้นำไปใช้และเพิ่มเติมตารางเวลา/ปริมาณในการปั่นเนื้อสำรอง

- ด้านอื่นๆ ควรออกแบบถอดเข้า/ออกตะแกรงแยกเนื้อลูกสำรองเพื่ออำนวยความสะดวกในการล้างทำความสะอาด ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญต่อผู้บริโภค หาวีธีการประหยัดน้ำที่นำมาใช้หรือนำกลับไปใช้อีกในครั้งต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำวิจัยครั้งต่อไป

- ควรมีการวิจัยและพัฒนา เพื่อให้เครื่องแยกเนื้อลูกสำรองสามารถใช้ร่วมกับการแยกวัตถุดิบอย่างอื่นได้

- ควรมีการวิจัยและพัฒนา เครื่องแยกเนื้อลูกสำรองให้มีขนาดเล็กกะทัดรัด สามารถใช้ในครัวเรือนได้

- ควรมีการวิจัยและพัฒนา ด้านปริมาณของลูกสำรองที่ทำการแยกต่อครั้งให้มีปริมาณมากกว่าระบบที่เลือกใช้ในเครื่องต้นแบบ

- ควรมีการวิจัยและพัฒนา ด้านวัสดุ อุปกรณ์ ในการสร้างเครื่องแยกเนื้อลูกสำรอง เพื่อลดต้นทุนในการผลิต

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กิตติ อินทรานนท์. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ยูไนเต็ทบุ๊คส์, 2529.
- [2] ชาญ ถนังงาน, วริทธิ์ อึ้งภากรณ์. การออกแบบเครื่องจักรกล. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ทั้งยังจีน, 2525.
- [3] บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ. ภูมิศาสตร์ช่วงเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2522.
- [4] มานพ ดันตระกูลจิตต์ และคนอื่น ๆ. ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น), 2544.
- [5] มานพ ดันตระกูลจิตต์, สลัธิ์ แสงห้าง. วัสดุอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น), 2544.
- [6] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, ชาญ ถนังงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2545.
- [7] สุภชัย รมยานนท์, ฉวีวรรณ รมยานนท์. ทฤษฎีงานเครื่องมือกลเบื้องต้น “งานกลึง”. พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2547.
- [8] อนันต์ วงศ์กระจ่าง. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเคียนสโตร์, 2533.
- [9] สำนักงานเกษตรจังหวัดจันทบุรี. สำรอง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.chanthaburi.doae.go.th/new2/mulvanut.htm>
- [10] ภูมิไท. เรื่องราวที่น่าสนใจเกี่ยวกับสุขภาพ (สำรอง). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.phoomtai.com/Story004.htm>

การควบคุมตำแหน่งไฮดรอลิกไฟฟ้าแบบฟัซซี่

A fuzzy control of electro-hydraulic positioning

Pornjit Pratumswan¹, Siripun Thongchai², and Surapun Tonsriwong³

¹Teacher Training in Mechanical Engineering Dept., ^{2,3}Teacher Training in Electrical Engineering Dept.

Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

pornjitp@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

เนื่องจากตัวควบคุมพีไอดีมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรในระบบเซอร์โวตำแหน่งไฮดรอลิกไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อการมีการเปลี่ยนแปลง ส่วนตัวควบคุมฟัซซี่ไม่ต้องการข้อมูลที่แม่นยำเกี่ยวกับตัวแปรของระบบที่ต้องการควบคุม บทความนี้นำเสนอการใช้ตัวควบคุมฟัซซี่ควบคุมระบบเซอร์โวตำแหน่งไฮดรอลิกไฟฟ้า โดยระบบที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย กระจบอสูบ เซอร์โววาล์ว ชุดคันกำลัง ภาระ โปเทนชิโอมิเตอร์เชิงเส้น

ชุดขยายสัญญาณ และชุดเชื่อมต่อและเก็บรวบรวมข้อมูล ตัวควบคุมแบบฟัซซี่ถูกออกแบบบนฐานความรู้ของผู้เชี่ยวชาญ โดยอินพุตของฟัซซี่จะประกอบด้วยความผิดพลาด (e) และการเปลี่ยนแปลงความผิดพลาดของตำแหน่ง (Δe) ส่วนเอาต์พุตของฟัซซี่จะจ่ายแรงดันไฟฟ้าตามที่ต้องการให้กับชุดขยายสัญญาณของระบบเซอร์โวไฮดรอลิกไฟฟ้า ตัวควบคุมพีไอดีจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับตัวควบคุมฟัซซี่ จากการทดลองพบว่าตัวควบคุมฟัซซี่ให้ผลตอบสนองดีกว่าตัวควบคุมพีไอดีทั้งสภาวะที่มีภาระและไม่มีภาระ

คำสำคัญ: ตัวควบคุมพีไอดี ตัวควบคุมฟัซซี่ ระบบเซอร์โวตำแหน่งไฮดรอลิกไฟฟ้า

Abstract

Since classical PID controllers are sensitive to variations in the electro- hydraulic position servo system (EHPSS) parameter, especially, when the load changes. Fuzzy controllers do not need precise information about the system variables in order to be effective. A fuzzy controller for the EHPSS is proposed in this paper. The EHPSS in this study consists of cylinder, servo valve (linear motor type), power unit, load, linear potentiometer, amplifier card, and DAQ card. The fuzzy controller is designed based on the expert knowledge. The fuzzy inputs are an error (e) and a change of position error (Δe). The fuzzy output is the required voltage that sent to the amplifier of EHPSS. The classical PID controller is implemented for comparing with fuzzy controller. The results show that a fuzzy controller has superior performance compared to a PID controller for both with load and no load situations.

Key words : PID controller, fuzzy controller, electro-hydraulic position servo system

1. Introduction

The application of hydraulic actuation to heavy duty equipment reflects the ability of the hydraulic circuit to transmit larger forces and to be easily controlled. It has many distinct advantages such as the fast response speed, very high system stiffness, and a higher force to weight ratio [1],[2]. The electro-hydraulic servo system, among others, is perhaps the most important system for position servo applications because it takes the advantages of both the large output power of traditional hydraulic systems and the rapid response of electric systems. Typical applications of electro- hydraulic position servo systems (EHPSS) include injection molding machines, different kinds of machine tools and construction machinery, etc. However, there are also many challenges in the design of electro-hydraulic control system [1],[2],[3],[4]. For example, they are the highly nonlinear phenomena such as fluid compressibility, the flow/pressure relationship and deadband due to the internal leakage and hysteresis, and the many uncertainties of hydraulic systems due to linearization. Therefore, it seems to be quite difficult to perform a high precision servo control by using linear control method.

Classical PID controller is the most popular control tool in many industrial applications because they can improve both the transient response and steady state error of the system at the same time. Moreover, it has simple architecture and conceivable physical intuition of its parameter [5],[6]. Traditionally, the parameters of a classical PID controller, i.e. K_p , K_i , and K_d , are

usually fixed during operation. Consequently, such a controller is inefficient for control a system while the system is disturbed by unknown facts, or the surrounding environment of the system is changed.

Fuzzy control is robust to the system with variation of system dynamics and the system of model free or the system which precise information is not required. It has been successfully used in the complex ill-defined process with better performance than that of a PID controller. Another important advance of fuzzy controller is a short rise time and a small overshoot [2],[3],[7].

In this paper, a fuzzy controller is proposed for controlling an EHPSS. The remainder of this paper is organized as follows : section 2 presents the dynamic model of the EHPSS, section 3 present the control system, section 4 presents the description of experiment equipment, section 5 discusses the experimental results, and section 6 summarizes the contributions of the works.

2. Dynamic model of electro-hydraulic position servo systems

The block diagram of the hydraulic position servo system [8] is shown in Fig.1. The valve displacement and the flow rate are governed by the orifice law that is

$$Q_L = X_v K_j \sqrt{P_s - \text{sgn}(X_v) P_L} = X_v K_s \quad (1)$$

Where K_j is a constant depended on the specific hydraulic component. P_s and P_L are the supply pressure and the load pressure. Hence, the valve flow gain K_s will be depended on the working conditions. The

volume and continuity expressions can be combined to yield

$$Q_L = D\omega + C_{tp}P_L + \frac{4\beta}{V_t}\dot{P}_L \quad (2)$$

which is the usual form of the continuity equation. D is volumetric displacement. C_{tp} is the total leakage coefficient. β is the bulk modulus of the oil and V_t is the total volume of the oil. ω is the velocity of the hydraulic cylinder. The resulting torque equation is

$$T = DP_L = J\dot{\omega} + B\omega + T_L \quad (3)$$

where J is the total inertia coefficient of the hydraulic cylinder and B is the viscous damping constant. The spring load T_L will vary depended on the Hook's law, that is, $T_L = K_H\theta$ where K_H is the Hook's constant. The hydraulic cylinder position θ is obtained by

$$\dot{\theta} = 57.3\omega \quad (4)$$

where the constant 57.3 cm/rad is the transforming gain from radius to centimeters. The variables of position θ , velocity ω and load pressure P_L , are all measurable.

Therefore, the electro hydraulic position servo system call be described as

$$\dot{x}_1 = -a_{11}x_1 - a_{12}x_2 - a_{13}x_3 - f_1 \quad (5a)$$

$$\dot{x}_2 = -a_{21}x_1 - a_{22}x_2 - a_{23}x_3 - f_2 \quad (5b)$$

$$\dot{x}_3 = -a_{31}x_1 - a_{32}x_2 - a_{33}x_3 - f_3 + bu \quad (5c)$$

$$y = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 \quad (5d)$$

where $y = \theta$ means the hydraulic position and

$$a_{11} = a_{13} = a_{23} = a_{31} = f_1 = f_3 = 0, a_{12} = 57.3, a_{21} = \frac{B}{J},$$

$$a_{22} = \frac{D}{J}, a_{32} = \frac{4\beta}{V_t}D, a_{33} = \frac{4\beta}{V_t}C_{tp}, b = \frac{4\beta}{V_t}K_vK_s$$

and

$$f_2 = \frac{1}{J}T_L$$

Using the forward difference transformation, that is

$$\dot{x} = \frac{x(k+1) - x(k)}{T}$$

where T is the sampling time period, one has the discretized system equations as

$$x_1(k+1) = x_1(k) - Ta_{11}x_1(k) - Ta_{12}x_2(k) - Ta_{13}x_3(k) - Tf_1(k) \quad (5a)$$

$$x_2(k+1) = x_2(k) - Ta_{21}x_1(k) - Ta_{22}x_2(k) - Ta_{23}x_3(k) - Tf_2(k) \quad (5b)$$

$$x_3(k+1) = x_3(k) - Ta_{31}x_1(k) - Ta_{32}x_2(k) - Ta_{33}x_3(k) - Tf_3(k) + Tbu(k) \quad (5c)$$

$$y(k) = c_1x_1(k) + c_2x_2(k) + c_3x_3(k) \quad (5d)$$

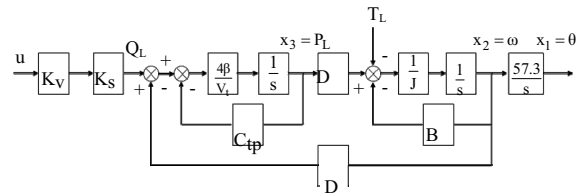


Figure 1. The block diagrams of the EHPSS.

3. Control Systems

There are various types of control system logic used in classical control, modern control and intelligent control systems, each having been studied and implemented in many industrial applications. Every control system method has its advantages and disadvantages. Therefore, the trend is to implement hybrid systems consisting of more than one type of control technique. This section describes the logic of classic PID control and fuzzy control.

3.1 PID Control

The PID control method has been widely used in industry during last several decades because of its simplicity. The implementation of PID control logic, as shown in Eq. (6), requires finding suitable values for the gain parameters K_p , K_i , and K_d . To tune these parameters, the model is linearized around different equilibrium points,

$$u(k) = K_p e(k) + K_i \sum_{i=0}^k e(i) + K_d [e(k) - e(k-1)] \quad (6)$$

where $e(k)$ is the error signal. However, the PID method is not suitable for controlling a system with a large amount of lag, parameter variations, and uncertainty in the model. Thus, PID control logic cannot accurately control position in a hydraulic system.

3.2 Fuzzy Control

Fuzzy control has found many applications in a variety of fields since Prof. Zadeh introduced fuzzy set theory in 1965. Among the most successful applications of this theory has been the area of fuzzy logic control (FLC) initiated by the work of Mamdani and Assilian [7].

FLC has the advantage that it does not require an accurate mathematical model of the process. It uses a set of artificial rules in a decision-making table and calculates an output based on the table. Fig. 2 shows a fuzzy control of the EHPSS. Input variables go through the fuzzification interface and are converted to linguistic variables. Then, a database and rule base holding the decision-making logic are used to infer the

fuzzy output. Finally, a defuzzification method converts the fuzzy output into a signal to be sent out.

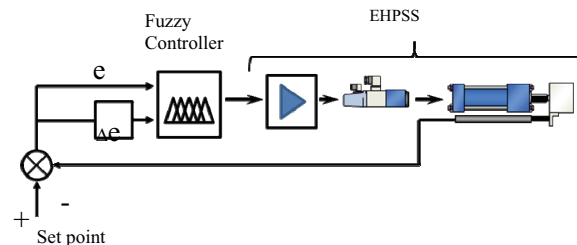


Figure 2. A fuzzy control of the EHPSS.

When used in a control system, FLC is robust since it provides a fast rise time and a small amount of overshoot [2],[3]. The control parameters and set of terms that describe each linguistic variable must be determined when designing a FLC. Obviously, the position in the electro-hydraulic is the parameter to be controlled in the system. A two-dimension structure will be used to product fast calculations. The two input linguistic variables are the error of the position “ e ” and the error change of the position “ Δe ” The output is the voltage signal to control amplifier and servo valve. Thus, the FLC has two antecedences and one consequence.

First, the two input variables must be defined in terms of linguistics. The error in position is expressed by a number in the interval from -10 to 10. There are five linguistic terms of the error in position : negative big (NB), negative (N), zero (Z), positive (P), and positive big (PB). Similarly, the fuzzy set of the error change of the position is presented as {NB, N, Z, P, PB} over the interval from -10 to 10. Finally, the

fuzzy set of the output signal is presented as {NB, N, Z, P, PB} over the interval from -10 to 10.

The knowledge base for a fuzzy controller consists of a rule base and membership functions. It is reasonable to present these linguistic terms by triangular-shape membership functions, as shown in Fig 3. An expert's experience and knowledge method is used to build a rule base [6]. The rule base consists of a set of linguistic IF-THEN rules containing two antecedences and one consequence, as expressed in the following form :

$$R_{i,j,k} : \text{IF } e = A_i \text{ and } \Delta e = B_j \text{ THEN } u = C_k,$$

where $1 \leq i \leq 5$, $1 \leq j \leq 5$, and $1 \leq k \leq 5$. The total number of IF-THEN rules is 25 and is represented in matrix form, called a fuzzy rule matrix, as shown in Table 1.

The decision-making output can be obtained using a max-min fuzzy inference where the crisp output is calculated by the center of area (COA) method.

A set of fuzzy rules is shown in the Table1. The fuzzy rules in the center of the table are related to the steady state behavior of the process. When both the position error (e) and the change of position error (Δe) are negative, the position is high the set point and is moving further away. In response the control action should be negative such that it will reduce the position error. While the " Δe " is positive and the " e " is negative , the piston is moving toward, then the control action should be low enough to slow down the approach to the set point. Other fuzzy rules are obtained in Table 1 consider from Fig. 2.

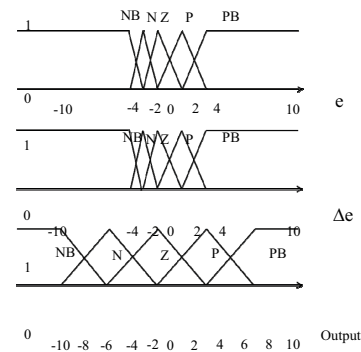


Figure 3. Fuzzy sets of a usual fuzzy PD controller.

Table 1 : Fuzzy rules of a fuzzy controller

$\Delta e \backslash e$	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

Since the dynamics of cylinder is not symmetric, due to the difference in the effective area of the rod side and the head side of the piston. The designed fuzzy set of the fuzzy controller accounts for this asymmetry as well.

4. Description of Experiment Equipment

The specifications of an EHPSS are depicted in Fig. 4 and Table 2 respectively. Fig. 4 shows a diagram of the tested system. The position control of an EHPSS procedure is described as follows : upon the intended initial and ending position of the piston (stroke) are given, the computer receives the feedback signal through DAQ card (A/D) from linear potentiometer, realizes various control algorithm and

transmits a control signal through DAQ card (D/A) and amplifier card to servo valve. The piston displacement of cylinder is proportional to the input signal.

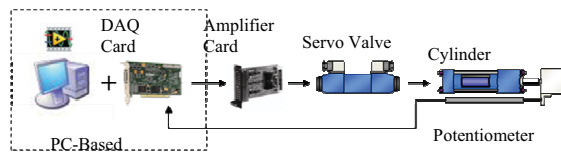


Figure 4. PC-Based position control of the EHPSS.

Table 2 : Specifications of the EHPSS

Elements	Descriptions
Cylinder	piston diameter 16 mm, piston rod diameter 10 mm, stroke 200 mm
Servo valve (linear motor type)	directly actuated spool valve, grade of filtration 10 μ m, nominal flow rate 1.5l/min (at $\Delta p_N = 5$ bar/control edge), leakage oil flow < 0.01 l/min (at 60 bar), nominal current 680 mA, resolution < 1 mA, setting time of signal jump 0...100% = 60 ms, repetition accuracy < 1%
Pump (supply pressure)	60 bar
Load	5 kg.
Linear potentiometer	output voltage 0...10V, measuring stroke 200 mm, linearity tolerance 0.5%
Amplifier card	set point values ± 10 VDC, solenoid outputs (PWM signal) 24 V, dither frequency 200 Hz, max current 800 mA,
DAQ Card NI 6221 PCI	analog input resolutions 16 bits (input range ± 10 V), output resolutions 16 bits (output range ± 10 V), 833 kS/s (6 μ s full-scale settling)
Operating systems & Program	Windows XP, and LabVIEW 8.2

5. The Experimental Results

The control algorithms described in section 3, were applied to the EHPSS shown in Fig. 4 using LabVIEW by Nation Instruments as the development platform.



Figure 5. Experiment set-up.

In our experiments we compare the performance of a PID controller to the proposed of a fuzzy controller. A testing of response of the system was performed using a unit step input. The values of PID gains were experimentally determined (we used Ziegler-Nichols method and trial-error method). The position response of the EHPSS was operated for a required reference position under loaded (5kg.) and unloaded operating conditions are shown in Figs. 6 to 9. The results show that a fuzzy controller has superior performance compared to a PID controller.

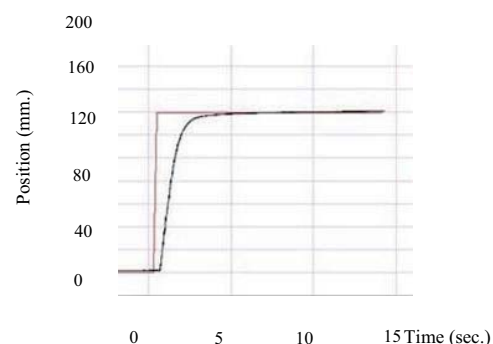


Figure 6. Output responses of a PID controller (no load).

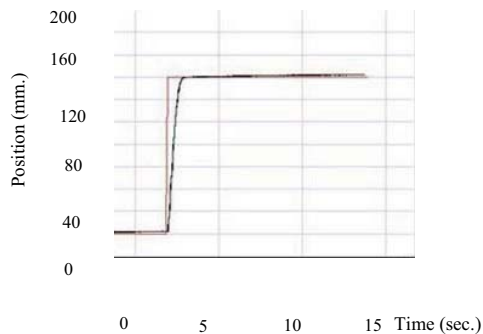


Figure 7. Output responses of a fuzzy controller (no load).

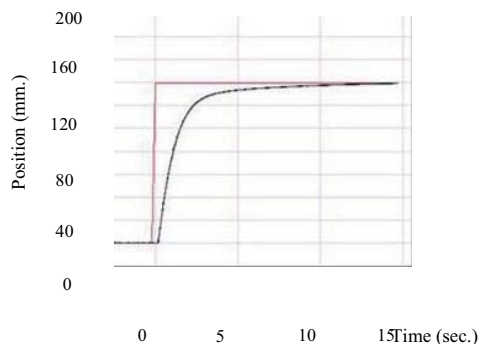


Figure 8. Output responses of a PID controller (with load).

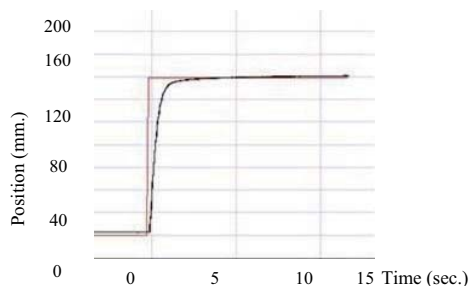


Figure 9. Output responses of a fuzzy controller (with load).

6. Conclusions

The design and implementation of a PC-based position control of the EHPSS using both fuzzy logic and PID have been presented in this papers, The

experimental study reveals that using fuzzy control obtained shorter settling time. The results can be achieved by tuning the fuzzy rules, membership functions, and universe of discourse of the output variable. The comparisons of experimental results of the both PID and fuzzy controllers show that the fuzzy controller is able to perform better than the PID controller. The results indicated that even without knowing the detail of the control plants, we were able to construct a well performed fuzzy position controller based on the expert knowledge.

7. References

- [1] Tienan Zhao and Tapio Virvalo. "Fuzzy Control of a Hydraulic Position Servo with unknown load" *IEEE*, 1993.
- [2] Chang-chun Li, Xiao-dong Liu, Xin Zhou, Xuan Bao, Jing Huang. "Fuzzy Control of Electro-hydraulic Servo Systems Based on Automatic Code Generation" *Proceedings of the Sixth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA'06)*. *IEEE*, 2006.
- [3] Roya Rahbari and Clarence W. de Silva. "Fuzzy Logic Control of a Hydraulic System" *IEEE*, 2000.
- [4] Bora Eryilmaz, and Bruce H. Wilsonb. "Unified Modeling and Analysis of a Proportional Valve" *Journal of the Franklin Institute* 343. pp 48–68, 2006.
- [5] Paul I-Hai Lin, Santai Hwang and John Chou. "Comparison on Fuzzy Logic and PID Controls for a DC motor Position Controller" *IEEE*, 1994.
- [6] National Instruments. "PID Control Toolset User Manual" November, 2001.
- [7] E. H. Mamdani, "Application of Fuzzy Algorithm for control of Simple Dynamic Plant" *Proc. IEEE*, vol.1.121 no.12, pp.1585-1588.1974.
- [8] Chin-Wen Chuang and Liang-Cheng Shiu. "CPLD based DIVSC of hydraulic position control systems" *Computers and Electrical Engineering* vol.30, pp. 527-541, 2004.
- [9] P. Thepsatom, A. Numsomran, V. Tipsuwanpom and T. Teanthong. "DC Motor Speed Control using Fuzzy Logic based on LabVIEW" *SICE-ICASE International Joint Conference*. Bexco, Busan, Korea. 2006.

การศึกษาความสัมพันธ์ของความรู้ ทักษะ และจิตพิสัยสำหรับนักเรียนหลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างยนต์ ของวิทยาลัยเทคนิคในเขตภาคตะวันออก
The Study of Correlation among Knowledge, Skills, and Attitudes for Students of
Vocational Education Program in Auto-Mechanics of Technical Colleges
at the Eastern Region

บรรจบ อรชร¹ อนุศิษฐ์ อ้นมานะตระกูล² และ ศุภณีย์ แจ่มจำรัส³

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E – mail : banchob.ora@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของความรู้ ทักษะ และจิตพิสัยของนักเรียนหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาช่างยนต์ ของวิทยาลัยเทคนิคในเขตภาคตะวันออก จำนวน 10 วิทยาลัย กลุ่มประชากรที่ใช้มีจำนวนทั้งหมด 1,080 คน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี วิทยาลัยเทคนิคนครนายก กลุ่มที่ 2 ได้แก่ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา วิทยาลัยเทคนิคจุฬาภรณ์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ กลุ่มที่ 3 ได้แก่ วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี วิทยาลัยเทคนิคตราด วิทยาลัยเทคนิคระยอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผลการเรียนรู้ของทุกรายวิชาและแบบสอบถามด้านจิตพิสัยสำหรับนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การเปรียบเทียบความแตกต่างของกลุ่มวิทยาลัยเทคนิค 3 กลุ่ม ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างรายกลุ่ม และ เปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ โดยใช้วิธีของ Scheffe ผลการศึกษาพบว่า 1) ระดับความรู้ของนักเรียนในวิทยาลัยเทคนิคทั้ง 3 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างดี ($\bar{X} = 2.88, SD = 0.25$) ระดับทักษะของนักเรียนในวิทยาลัยเทคนิคทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างดี ($\bar{X} = 2.87, SD = 0.18$) และระดับจิตพิสัยของนักเรียนในวิทยาลัยเทคนิค ทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างดี ($\bar{X} = 2.77, SD = 0.13$) 2) เปรียบเทียบระดับความรู้ ทักษะและจิตพิสัยของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาช่างยนต์ของกลุ่มวิทยาลัยเทคนิค ทั้ง 3 กลุ่ม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) พบว่า ผู้เรียนกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 2, ผู้เรียนกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 3 และผู้เรียนกลุ่มที่ 2 กับกลุ่มที่ 3 มีระดับผลคะแนนด้านจิตพิสัยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนระดับผลคะแนนด้านความรู้ และ ทักษะ ไม่แตกต่างกัน 3) สัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทักษะ และจิตพิสัยของนักเรียนหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาช่างยนต์ ของวิทยาลัยเทคนิคในเขต

ภาคตะวันออก พบว่า มีสัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทักษะ และจิตพิสัยอยู่ในระดับดีมีจำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 4.16 ระดับค่อนข้างดีมีจำนวน 624 คน คิดเป็นร้อยละ 57.77 ระดับพอใช้มีจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 1.75 ส่วนที่เหลือมีระดับความรู้ ทักษะ และจิตพิสัยไม่สัมพันธ์กัน จำนวน 392 คน คิดเป็นร้อยละ 36.32

คำสำคัญ: ความรู้ ทักษะ จิตพิสัย หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาช่างยนต์

Abstract

The purpose this research were to study of correlation among knowledge, skills and attitudes of Vocational Education Program in Auto-Mechanics of Technical colleges at the Eastern Region. The populations of this research were the students in the third year amount 10 technical colleges and 1,080 students for collecting data by separated three groups .The first group of Vocational Technical Colleges are Sakaeo Technical College, Prachinburi Technical College, and Nakhonnayok Technical College. The second group are Chachoengsao Technical College, Chulabhorn Technical College, Chonburi Technical College, and Thai – Austria Technical College. The third group are Chantaburi Technical College, Rayong Technical College, and Trad Technical College. The research tool is questionnaires. The statistics using for general data analysis were percentage, mean and standard deviation. ,The one- way ANOVA were used analyzing for different group. The comparison of difference with matching data used the Scheffe analysis, The result as follows. 1)The correlation among knowledge, skills and attitudes of students in three college groups in term of knowledge is in the fairly agree level ($\bar{X} = 2.88$, $SD = 0.25$), Skills is in the fairly agree level ($\bar{X} = 2.87$, $SD = 0.18$), and attitudes is in the fairly agree level ($\bar{X} = 2.77$, $SD = 0.13$). 2) The comparison of knowledge, skills ,and attitudes level of three college groups by one – way ANOVA, we found that between group 1 and group 2 , between group 1 and group 3, between group 2 and group 3 have difference in attitudes at significance level 0.05 but knowledge and skills have not difference. 3) The correlation ratio among knowledge, skills, and attitudes for students of Vocational Education Program in Auto-Mechanics of Technical Colleges at the Eastern Region have correlation ratio among knowledge, skills, and attitudes in the good agree level amount 45 populations (4.16 %), in the fairly good level amount 624 populations (57.77 %) and in the fair level amount 19 populations (1.75%), and 392 populations (36.62 %) have knowledge, skills and attitudes not correlation.

Keywords: Knowledge, Skills, Attitudes, Vocational Education Program in Auto-Mechanics

1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 มุ่งพัฒนาสู่ สังคมอยู่เย็นเป็นสุขร่วมกัน (Green and Happiness Society) คนไทยมีคุณธรรม นำความรอบรู้ รู้เท่าทันโลก ครอบครัวยั่งยืน ชุมชน เข้มแข็ง สังคม สันติสุข เศรษฐกิจมีคุณภาพ เสถียรภาพ และเป็นธรรม สิ่งแวดล้อมมีคุณภาพและทรัพยากรธรรมชาติที่ยั่งยืน [1]

วิทยาลัยเทคนิคเป็นสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษาของกระทรวง ศึกษาธิการที่ ทำหน้าที่จัดการเรียนการสอนในระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงแบ่งได้ 5 ประเภทคือสาขา ช่างอุตสาหกรรม พาณิชยกรรม ศิลปกรรม คหกรรม และเกษตรกรรม วิทยาลัยเทคนิค ที่จัดการเรียนการสอนทางช่างอุตสาหกรรม ประกอบด้วย สาขาช่างยนต์ ช่างไฟฟ้า ช่างอิเล็กทรอนิกส์ ช่างกล โรงงาน ช่างเชื่อมและช่างก่อสร้าง หากพิจารณาแล้ว พบว่าผู้เรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพมีโอกาส นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต นักเรียนที่สำเร็จการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพ ถ้ามีความสัมพันธ์ระหว่าง ความรู้

ทักษะ และจิตพิสัย อยู่ในระดับที่ดีแล้ว จะเป็นที่ยอมรับของสถานประกอบการในการทำงานต่อไป

จากการศึกษาทฤษฎี Bloom's Taxonomy [2] พบว่า องค์ประกอบการเรียนรู้จะประกอบไปด้วย พุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) ซึ่งในการจัดการเรียนการสอน ประเภทช่างอุตสาหกรรมของวิทยาลัยเทคนิค ผู้เรียน จะมีความรู้ ทักษะ และจิตพิสัย ควบคู่กันไปแต่การที่จะ ให้ผู้เรียนเป็นคนดี มีคุณภาพนั้นจะต้อง มี จิตพิสัย ทักษะ และความรู้ เป็นที่ยอมรับของสถานประกอบการ หน่วยงานและองค์กรต่าง ๆ ที่นักศึกษาไปทำงาน ในฐานะผู้ทำวิจัยมีความประสงค์ที่ศึกษาความสัมพันธ์

ของความรู้ ทักษะ และจิตพิสัยของนักเรียนที่จะกำลัง จะจบการศึกษาเพื่อนำผลวิจัยมาส่งเสริม สนับสนุนและ พัฒนาการจัดการศึกษาตามหลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพในรุ่นต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญที่จะ ศึกษาความสัมพันธ์ของความรู้ ทักษะ และจิตพิสัยของ นักเรียนหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาช่างยนต์ ของวิทยาลัยเทคนิคในภาคตะวันออก ทั้งนี้เพื่อนำ ผลลัพธ์ที่ได้ไปพัฒนา และปรับปรุงการเรียนการสอน ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นต่อไป

2. วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดการเรียนการสอนทางช่างอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ต้องจัดให้ผู้เรียนได้รับ องค์ประกอบของการเรียนรู้ครบทั้ง 3 ด้าน อันได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย [2] ซึ่ง ในด้านพุทธิพิสัย ผู้เรียนจะต้องมีทั้งความรู้ ความเข้าใจ การนำไปประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และ การประเมินค่า ในด้านทักษะพิสัย ผู้เรียนต้องถูกฝึก ตามขั้นตอนดังนี้คือ การเลียนแบบ การลงมือกระทำ ตามแบบ ทำอย่างถูกต้อง มีความต่อเนื่อง และทำงาน อย่างเป็นธรรมชาติ ส่วนในด้านจิตพิสัย ผู้สอนต้องทำ ให้ผู้เรียนเกิดการยอมรับและสนใจในเนื้อหาข้อมูล เกิดปฏิกิริยาได้ตอบเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล สร้างค่านิยม ในทางที่ถูกต้อง สามารถรวบรวมค่านิยมเข้าเป็น หมวดยุทธศาสตร์และพัฒนาตนเองให้เป็นไปตามค่านิยมนั้นๆ

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) พุทธศักราช 2545(ปรับปรุง 2546) [3] ได้กำหนด จุดมุ่งหมายสำหรับผู้เรียนไว้ดังนี้ 1. เพื่อให้มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพ ตรงตามมาตรฐาน อาชีพ นำไปปฏิบัติงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. เพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา มีความคิดสร้างสรรค์ ใฝ่เรียนรู้ พัฒนาคุณภาพชีวิตและการประกอบอาชีพ มีทักษะในการจัดการพัฒนาอาชีพ

3. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพ มีความมั่นใจและภาคภูมิใจในวิชาชีพที่เรียน รักงาน รักหน่วยงาน ทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี

4. เพื่อให้เป็นผู้มีพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม ทั้งในการทำงาน การอยู่ร่วมกัน มีความรับผิดชอบต่อกลอบครัว หน่วยงาน และประเทศชาติ

5. เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีมนุษยสัมพันธ์ มีคุณธรรม จริยธรรม และวินัยในตนเอง

6. เพื่อให้ตระหนักและมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ สังคม การเมืองของประเทศ มีความรักชาติ สำนึกในความเป็นไทย

ซึ่งในจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่กล่าวมานี้ จะพบว่าได้เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ ทักษะ และจิตพิสัย โดยเฉพาะด้านจิตพิสัย ภัทรานิคมมานนท์ [4] ได้กล่าวว่า เป็นคุณลักษณะทางด้านจิตใจของบุคคลที่บ่งชี้ถึงรูปแบบของอารมณ์หรือความรู้สึก โดยทางสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้กำหนดคุณลักษณะที่สำคัญๆ ไว้ 5 ด้านคือ ด้านความซื่อสัตย์ ด้านความขยัน อดทน ด้านความมีวินัย ด้านความสนใจใฝ่รู้ และด้านความรับผิดชอบ ทั้งนี้เพื่อให้ทางสถานศึกษาได้ประเมินคุณลักษณะส่วนตัวของผู้เรียน

จากวรรณกรรมที่กล่าวมาแล้ว ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอีกดังนี้

อินทรา วัฒนาลิมนานท์ [5] ได้ทำวิจัยเรื่องความพึงพอใจของผู้ประกอบการในจังหวัดชลบุรีต่อคุณสมบัติของลูกจ้าง พบว่าผู้ประกอบการมีความพึงพอใจลูกจ้างในด้านวุฒิภาวะทางอารมณ์ ทักษะการสื่อสาร ความรับผิดชอบในงาน การแก้ปัญหา และตัดสินใจ อยู่ในระดับปานกลาง

พัชราร วงศ์บุญสิน [6] ได้ทำการวิจัยเรื่องทักษะการทำงานของแรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ พบว่าทักษะที่สำคัญต่อการเป็นแรงงานคุณภาพที่ต้องปรับปรุงได้แก่ ทักษะด้านภาษาอังกฤษ ทักษะด้านการแก้ปัญหา ทักษะภาวะผู้นำ ทักษะการทำงานเป็นทีม ทักษะการคำนวณ

นันทน์สิน โปร่งทอง [7] ได้ทำการวิจัยการวิเคราะห์ทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สายวิทยาศาสตร์ มีผลการเรียนด้านทักษะทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี

ปรียา ดันวิวัฒน์ [8] ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องคุณลักษณะของนักเรียนช่างอุตสาหกรรมระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พบว่า โดยภาพรวมคุณลักษณะของนักเรียนช่างอุตสาหกรรมระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพมีคุณลักษณะอยู่ในเกณฑ์ดี

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.1. เพื่อศึกษาระดับความรู้ ทักษะ และจิตพิสัยของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างยนต์ของวิทยาลัยเทคนิคในเขตภาคตะวันออก

3.2. เพื่อเปรียบเทียบระดับความรู้ ทักษะ และจิตพิสัยของนักเรียนหลักสูตร ประกาศนียบัตร วิชาชีพ สาขาช่างยนต์ของกลุ่มวิทยาลัยเทคนิคในเขตภาคตะวันออก

3.3. เพื่อศึกษาส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทักษะ กับจิตพิสัยของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพ สาขาช่างยนต์ของวิทยาลัยเทคนิคในเขตภาคตะวันออก

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 ทราบระดับความรู้ ทักษะ และจิตพิสัยของนักเรียนหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างยนต์ของวิทยาลัยเทคนิคในเขตภาคตะวันออก

4.2 ทราบผลการเปรียบเทียบระดับความรู้ ทักษะ และจิตพิสัยของนักเรียนหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างยนต์ ของวิทยาลัยเทคนิคในเขตภาคตะวันออก

4.3 ทราบสัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทักษะ กับจิตพิสัยของนักเรียนหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างยนต์ ของวิทยาลัยเทคนิคในเขตภาคตะวันออก

5.วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

5.1 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวแปรต้น ได้แก่ คะแนนของความรู้ และทักษะในหมวดวิชาสามัญ หมวดวิชาพื้นฐานวิชาชีพ หมวดวิชาเฉพาะทางช่างยนต์ และคะแนนจิตพิสัยของผู้เรียน

- ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสัมพันธ์ของความรู้ ทักษะ และจิตพิสัยของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างยนต์ ของวิทยาลัยเทคนิคในเขตภาคตะวันออก

5.2 กลุ่มประชากร

ได้แก่ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขาช่างยนต์ ฝนเขตภาคตะวันออก จำนวน 1,080 คน สังกัดวิทยาลัยเทคนิค จำนวน 10 แห่ง ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ได้แก่ วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี และวิทยาลัยเทคนิคนครนายก กลุ่มที่ 2 ได้แก่ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา วิทยาลัยเทคนิคจุฬาภรณ์ และวิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ กลุ่มที่ 3 ได้แก่ วิทยาลัยเทคนิคระยอง วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี และวิทยาลัยเทคนิคตราด

5.3 เครื่องมือวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

5.3.1 ด้านความรู้และทักษะ เก็บข้อมูลจากผลการเรียนในรายวิชาต่างๆ ของผู้เรียน จำนวน 44 รายวิชา

5.3.2 ด้านจิตพิสัย เก็บข้อมูลจากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผ่านขั้นตอนการตรวจสอบเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน และผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

5.3.3 การเก็บข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง

5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.4.1 วิเคราะห์ระดับ ความรู้ ทักษะ และจิตพิสัยของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างยนต์ ของวิทยาลัยเทคนิคในเขตภาคตะวันออก

5.4.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบระดับ ความรู้ ทักษะ และจิตพิสัย ของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างยนต์ของวิทยาลัยเทคนิคในเขตภาคตะวันออก

5.4.3 วิเคราะห์สัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทักษะ และจิตพิสัย ของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างยนต์ของวิทยาลัยเทคนิคในเขตภาคตะวันออก

การวิเคราะห์ข้อมูล ของคะแนนด้านความรู้ ทักษะ และจิตพิสัย ใช้เกณฑ์ความหมายของคะแนน ดังนี้

คะแนน 3.50 - 4.00 หมายถึง ระดับ ความรู้ / ทักษะ / จิตพิสัย อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

คะแนน 3.00 - 3.49 หมายถึง ระดับ ความรู้ / ทักษะ / จิตพิสัย อยู่ในเกณฑ์ ดี

คะแนน 2.50 - 2.99 หมายถึง ระดับ ความรู้ / ทักษะ / จิตพิสัย อยู่ในเกณฑ์ ค่อนข้างดี

คะแนน 2.00 - 2.49 หมายถึง ระดับ ความรู้ / ทักษะ / จิตพิสัย อยู่ในเกณฑ์ พอใช้

คะแนน 1.50 - 1.99 หมายถึง ระดับ ความรู้ / ทักษะ / จิตพิสัย อยู่ในเกณฑ์ อ่อน

คะแนน 1.00 - 1.49 หมายถึง ระดับ ความรู้ / ทักษะ / จิตพิสัย อยู่ในเกณฑ์ อ่อนมาก

5.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.5.1 ใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการหาค่าระดับความรู้ ทักษะ และจิตพิสัย ของผู้เรียน

5.5.2 ใช้สถิติความแปรปรวนทางเดียว (ANOVA) ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ความรู้ ทักษะ และจิตพิสัย ของกลุ่มวิทยาลัยเทคนิค

5.5.3 ใช้ Scheffe ' s Method เพื่อตรวจสอบความแตกต่างของกลุ่มวิทยาลัยเทคนิคแต่ละกลุ่มสูตรหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6. ผลการวิจัย

6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มประชากร

ตารางที่ 1 แสดง จำนวนและร้อยละของกลุ่มประชากร จำแนกตามสถานภาพและข้อมูลทั่วไป

สถานภาพแสดงข้อมูลทั่วไปของ กลุ่มประชากร	จำนวน N	ร้อยละ
ด้านความรู้		
ผลระดับคะแนนความรู้ระดับดีมาก	280	25.93
ผลระดับคะแนนความรู้ระดับดี	119	11.02
ผลระดับคะแนนความรู้ระดับค่อนข้างดี	624	57.77
ผลระดับคะแนนความรู้ระดับพอใช้	57	5.28
รวม	1,080	100.00
ด้านทักษะ		
ผลระดับคะแนนทักษะระดับดีมาก	152	14.07
ผลระดับคะแนนทักษะระดับดี	136	12.60
ผลระดับคะแนนความรู้ระดับค่อนข้างดี	773	71.57
ผลระดับคะแนนทักษะระดับพอใช้	19	1.76
รวม	1,080	100.00

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สถานภาพแสดงข้อมูลทั่วไปของ กลุ่มประชากร	จำนวน N	ร้อยละ
ด้านจิตพิสัย		
ผลระดับคะแนนจิตพิสัยระดับดีมาก	0	0.00
ผลระดับคะแนนจิตพิสัยระดับค่อนข้างดี	45	4.17
ผลระดับคะแนนความรู้ระดับค่อนข้างดี	1012	93.70
ผลระดับคะแนนจิตพิสัยระดับพอใช้	23	2.13
รวม	1,080	100.00

จากตารางที่ 1 พบว่า กลุ่มประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย เป็นเพศชายทั้งหมด สถานศึกษาประกอบไปด้วยวิทยาลัยเทคนิค 10 แห่ง จำนวนกลุ่มประชากร 1,080 คน มีผลระดับคะแนนความรู้ระดับดีมาก ร้อยละ 25.93 รองลงมา มีผลระดับคะแนนความรู้ระดับดีร้อยละ 11.02 และมีผลระดับคะแนนความรู้ระดับค่อนข้างดีร้อยละ 57.77 และมีผลระดับคะแนนความรู้ระดับพอใช้ร้อยละ 5.28 ส่วนระดับคะแนนด้านทักษะมีผลระดับคะแนนทักษะระดับดีมากร้อยละ 14.07 รองลงมา มีผลระดับคะแนนทักษะระดับดีร้อยละ 12.60 และมีผลระดับคะแนนทักษะระดับค่อนข้างดีร้อยละ 71.57 และมีผลระดับคะแนนทักษะระดับพอใช้ร้อยละ 1.76 ส่วนระดับคะแนนด้านจิตพิสัยมีผลระดับคะแนนจิตพิสัยระดับดีร้อยละ 4.17 รองลงมา มีผลระดับคะแนนจิตพิสัยระดับค่อนข้างดีร้อยละ 93.70 และมีผลระดับคะแนนจิตพิสัยระดับพอใช้ร้อยละ 2.13

6.2 การวิเคราะห์ระดับคะแนนความรู้ ทักษะ และจิตพิสัย

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความรู้ ที่ได้จากผลการเรียน โดยแยกตามวิทยาลัยเทคนิค

วิทยาลัย	N	\bar{X}	S.D.	ระดับความรู้
1.วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว	88	2.90	0.27	ค่อนข้างดี
2.วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี	74	2.86	0.27	ค่อนข้างดี
3.วิทยาลัยเทคนิคนครนายก	89	2.89	0.23	ค่อนข้างดี
4.วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา	87	2.81	0.25	ค่อนข้างดี
5.วิทยาลัยเทคนิคจุฬารักษ์	56	2.89	0.23	ค่อนข้างดี
6.วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี	96	2.90	0.25	ค่อนข้างดี
7.วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร	167	2.87	0.27	ค่อนข้างดี
8.วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี	173	2.85	0.27	ค่อนข้างดี
9.วิทยาลัยเทคนิคตราด	114	2.86	0.27	ค่อนข้างดี
10.วิทยาลัยเทคนิคระยอง	136	2.92	0.24	ค่อนข้างดี
โดยรวม	1,080	2.88	0.25	ค่อนข้างดี

จากตารางที่ 2 พบว่าระดับความรู้ของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาช่างยนต์ของวิทยาลัยเทคนิคในภาคตะวันออกทุกวิทยาลัยเทคนิคมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างดี ($\bar{X} = 2.88$, $SD = 0.25$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายวิทยาลัยเทคนิค พบว่ามีค่าเฉลี่ยของความรู้ค่อนข้างดีทุกวิทยาลัยเทคนิคโดยวิทยาลัยเทคนิคระยอง มีค่าเฉลี่ยระดับความรู้ค่อนข้างดีมากที่สุด ($\bar{X} = 2.92$, $SD = 0.24$) และวิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา มีค่าเฉลี่ยระดับความรู้ค่อนข้างดีน้อยที่สุด ($\bar{X} = 2.81$, $SD = 0.25$)

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับทักษะ ที่ได้จากผลการเรียน โดยแยกตามวิทยาลัยเทคนิค

วิทยาลัย	N	\bar{X}	S.D.	ระดับทักษะ
1.วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว	88	2.88	0.22	ค่อนข้างดี
2.วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี	74	2.84	0.17	ค่อนข้างดี
3.วิทยาลัยเทคนิคนครนายก	89	2.87	0.17	ค่อนข้างดี
4.วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา	87	2.84	0.18	ค่อนข้างดี
5.วิทยาลัยเทคนิคจุฬารักษ์	56	2.81	0.18	ค่อนข้างดี
6.วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี	96	2.88	0.17	ค่อนข้างดี
7.วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร	167	2.89	0.17	ค่อนข้างดี
8.วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี	173	2.88	0.17	ค่อนข้างดี
9.วิทยาลัยเทคนิคตราด	114	2.86	0.19	ค่อนข้างดี
10.วิทยาลัยเทคนิคระยอง	136	2.86	0.18	ค่อนข้างดี
โดยรวม	1,080	2.87	0.18	ค่อนข้างดี

จากตารางที่ 3 พบว่าระดับทักษะของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาช่างยนต์ของวิทยาลัยเทคนิคในภาคตะวันออกทุกวิทยาลัยเทคนิคมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างดี ($\bar{X} = 2.87$, $SD = 0.18$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายวิทยาลัยเทคนิค พบว่ามีค่าเฉลี่ยของทักษะค่อนข้างดีทุกวิทยาลัยเทคนิคโดยวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างดีมากที่สุด ($\bar{X} = 2.89$, $SD = 0.17$) และวิทยาลัยเทคนิคจุฬารักษ์มีค่าเฉลี่ยค่อนข้างดีน้อยที่สุด ($\bar{X} = 2.81$, $SD = 0.18$)

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับจิตพิสัย ซึ่งได้จากนักศึกษาทำแบบสอบถาม โดยแยกตามวิทยาลัยเทคนิคแต่ละแห่ง

วิทยาลัย	N	\bar{X}	S.D.	ระดับจิตพิสัย
1.วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว	88	2.81	0.18	ค่อนข้างดี
2.วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี	74	2.81	0.13	ค่อนข้างดี
3.วิทยาลัยเทคนิคนครนายก	89	2.78	0.12	ค่อนข้างดี
4.วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา	87	2.77	0.12	ค่อนข้างดี
5.วิทยาลัยเทคนิคจุฬารักษ์	56	2.72	0.13	ค่อนข้างดี
6.วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี	96	2.75	0.13	ค่อนข้างดี
7.วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร	167	2.76	0.13	ค่อนข้างดี
8.วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี	173	2.76	0.12	ค่อนข้างดี
9.วิทยาลัยเทคนิคตราด	114	2.76	0.13	ค่อนข้างดี
10.วิทยาลัยเทคนิคระยอง	136	2.78	0.11	ค่อนข้างดี
โดยรวม	1,080	2.77	0.13	ค่อนข้างดี

จากตารางที่ 4 พบว่าระดับจิตพิสัยของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาช่างยนต์ของวิทยาลัยเทคนิคในภาคตะวันออกทุกวิทยาลัยเทคนิคมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างดี ($\bar{X} = 2.77$, $SD = 0.13$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายวิทยาลัยเทคนิค พบว่ามีค่าเฉลี่ยของจิตพิสัยค่อนข้างดีทุกวิทยาลัยเทคนิคโดยวิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรีและวิทยาลัยเทคนิคสระแก้วมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างดีมากที่สุด ($\bar{X} = 2.81$) และวิทยาลัยเทคนิคจุฬารักษ์มีค่าเฉลี่ยค่อนข้างดีน้อยที่สุด ($\bar{X} = 2.72$, $SD = 0.13$)

6.3 การเปรียบเทียบระดับ ความรู้ ทักษะ และจิตพิสัยของนักเรียนในกลุ่มของวิทยาลัยเทคนิค

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความรู้ โดยแยกตามกลุ่มวิทยาลัยเทคนิคแต่ละกลุ่ม

กลุ่มวิทยาลัยเทคนิค	N	\bar{X}	S.D.	ระดับความรู้
1.วิทยาลัยเทคนิคกลุ่มที่ 1	251	2.89	0.25	ค่อนข้างดี
2.วิทยาลัยเทคนิคกลุ่มที่ 2	406	2.87	0.24	ค่อนข้างดี
3.วิทยาลัยเทคนิคกลุ่มที่ 3	423	2.88	0.26	ค่อนข้างดี
โดยรวม	1,080	2.88	0.25	ค่อนข้างดี

จากตารางที่ 5 พบว่าระดับค่าเฉลี่ยความรู้ของนักเรียนในวิทยาลัยเทคนิคเขตภาคตะวันออกอยู่ในระดับ ค่อนข้างดี ($\bar{X} = 2.88$, $SD = 0.26$) เมื่อพิจารณาแยกตามกลุ่มวิทยาลัยเทคนิคพบว่าอยู่ในระดับค่อนข้างดีทุกกลุ่มโดยกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยค่อนข้างดีมากที่สุด ($\bar{X} = 2.89$, $SD = 0.25$) รองลงมา คือกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับทักษะ โดยแยกตามกลุ่มวิทยาลัยเทคนิคแต่ละกลุ่ม

กลุ่มวิทยาลัยเทคนิค	N	\bar{X}	S.D.	ระดับทักษะ
1. วิทยาลัยเทคนิค กลุ่มที่ 1	251	2.89	0.19	ค่อนข้างดี
2. วิทยาลัยเทคนิค กลุ่มที่ 2	406	2.85	0.18	ค่อนข้างดี
3. วิทยาลัยเทคนิค กลุ่มที่ 3	423	2.87	0.18	ค่อนข้างดี
โดยรวม	1,080	2.87	0.18	ค่อนข้างดี

จากตารางที่ 6 พบว่าระดับค่าเฉลี่ยทักษะของนักเรียนในวิทยาลัยเทคนิคเขตภาคตะวันออกอยู่ในระดับค่อนข้างดี ($\bar{X} = 2.87$, $SD = 0.18$) เมื่อพิจารณาแยกตามกลุ่มวิทยาลัยเทคนิค พบว่าอยู่ในระดับค่อนข้างดีทุกกลุ่มโดยกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยค่อนข้างดีมากที่สุด ($\bar{X} = 2.89$, $SD = 0.19$) รองลงมาคือกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ของระดับจิตพิสัย โดยแยกตามกลุ่ม
วิทยาลัยเทคนิคแต่ละกลุ่ม

กลุ่มวิทยาลัยเทคนิค	N	\bar{X}	S.D.	ระดับจิตพิสัย
1. วิทยาลัยเทคนิค กลุ่มที่ 1	251	2.80	0.14	ค่อนข้างดี
2 วิทยาลัยเทคนิค กลุ่มที่ 2	406	2.76	0.13	ค่อนข้างดี
3 วิทยาลัยเทคนิค กลุ่มที่ 3	423	2.77	0.13	ค่อนข้างดี
โดยรวม	1,080	2.78	0.13	ค่อนข้างดี

จากตารางที่ 7 พบว่าระดับค่าเฉลี่ยจิตพิสัยของนักเรียนในวิทยาลัยเทคนิคเขตภาคตะวันออกอยู่ในระดับ ค่อนข้างดี ($\bar{X} = 2.78$, $SD = 0.13$) เมื่อพิจารณาแยกตามกลุ่มวิทยาลัยเทคนิค พบว่าอยู่ในระดับค่อนข้างดีทุกกลุ่มโดยกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยค่อนข้างดีมากที่สุด ($\bar{X} = 2.80$, $SD = 0.14$) รองลงมาคือกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

6.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบ ความรู้ ทักษะ และจิตพิสัย ของนักเรียนในกลุ่มวิทยาลัยเทคนิค

ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบความรู้ ทักษะและจิตพิสัย จำแนกตามกลุ่มวิทยาลัย

ผลการเรียนด้าน	แหล่งความแปรปรวน	Df	SS	MS	F	P
ความรู้	ระหว่างกลุ่ม	2	0.061	0.030	0.47	0.624
	ภายในกลุ่ม	1,077	68.968	0.064	3	
	รวม	1,079	69.029			
ทักษะ	ระหว่างกลุ่ม	2	0.063	0.031	0.97	0.377
	ภายในกลุ่ม	1,077	34.59	0.032	7	
	รวม	1,079	34.65			
จิตพิสัย	ระหว่างกลุ่ม	2	0.327	0.164	9.37	0.00*
	ภายในกลุ่ม	1,077	18.791	0.017	7	
	รวม	1,079	19.118			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 8 พบว่าจิตพิสัยของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรสาขาช่างยนต์ของวิทยาลัยเทคนิคเขตภาคตะวันออก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนผลการเรียนด้านความรู้ และด้านทักษะของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรสาขาช่างยนต์ของวิทยาลัยเทคนิคใน ภาคตะวันออกไม่ แตกต่างกัน

ตารางที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของคะแนนด้านจิตพิสัยจำแนกตามกลุ่มวิทยาลัยเทคนิคเขตภาคตะวันออก ด้วยวิธี Scheffe

จิตพิสัย	\bar{X}	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
		2.80	2.76	2.77
กลุ่มที่ 1	2.80	-	0.046*	0.031 *
กลุ่มที่ 2	2.76	-	-	0.015 *
กลุ่มที่ 3	2.77	-	-	-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 9 พบว่าจิตพิสัยของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาช่างยนต์ของวิทยาลัยเทคนิคเขตภาคตะวันออกกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 2 และ กลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 3และ กลุ่มที่ 2 กับ กลุ่มที่ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

6.5 การวิเคราะห์สัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่าง

ความรู้ ทักษะ และจิตพิสัย

ตารางที่ 10 ตารางแสดงสัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่าง

ความรู้ ทักษะ และจิตพิสัยของนักเรียน
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาช่าง
ยนต์ของวิทยาลัยเทคนิคเขตภาคตะวันออก

ข้อมูล ระดับ	จิต พิสัย	ทักษะ	ความรู้	จำนวน คนที่ ครบทั้ง 3 ด้าน	ร้อยละ
ดีมาก	0	152	280	-	-
ดี	45	136	119	45	4.16
ค่อนข้างดี	1,012	773	624	624	57.77
พอใช้	23	19	57	19	1.75
อ่อน	-	-	-	-	-
รวม	1,080	1,080	1,080		

จากตารางที่ 10 พบว่าสัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่าง
ความรู้ ทักษะ และจิตพิสัยของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตร
วิชาชีพสาขาช่างยนต์ ของวิทยาลัยเทคนิคเขตภาค-
ตะวันออก มีสัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความรู้
ทักษะ และจิตพิสัยอยู่ในระดับดีมากมีจำนวน 45 คน คิดเป็น
ร้อยละ 4.16 มีสัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความรู้
ทักษะ และจิตพิสัยอยู่ในระดับค่อนข้างดีมีจำนวน 624 คน
คิดเป็นร้อยละ 57.77 และ มีสัดส่วนความสัมพันธ์
ระหว่างความรู้ ทักษะ และจิตพิสัยอยู่ในระดับพอใช้มี
จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 1.75

7. สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยครั้งนี้ศึกษาจากประชากรใน
วิทยาลัยเทคนิค จำนวน 10 แห่ง รวมทั้งสิ้น 1080 คน
ซึ่งมีผลคะแนนด้านความรู้อยู่ในระดับดีมากจำนวน

280 คน คิดเป็นร้อยละ 25.93 รองลงมา มีผลคะแนนอยู่
ในระดับดี จำนวน 119 คน คิดเป็นร้อยละ 11.02 มีผล
คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างดี จำนวน 624 คน คิดเป็น
ร้อยละ 57.77 และมีผลคะแนนอยู่ในระดับพอใช้
จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 1.75 ด้านทักษะ นักเรียน
มีคะแนนอยู่ในระดับดีมาก จำนวน 152 คน คิดเป็นร้อยละ
14.07 มีผลคะแนนอยู่ในระดับดี จำนวน 136 คน คิดเป็น
ร้อยละ 12.60 มีผลคะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างดี
จำนวน 773 คน คิดเป็นร้อยละ 71.57 มีผลคะแนนอยู่
ในระดับพอใช้ จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 1.76 ด้าน
จิตพิสัย นักเรียนมีผลคะแนนอยู่ในระดับดี จำนวน 45 คน
คิดเป็นร้อยละ 4.17 มีผลคะแนนค่อนข้างดี จำนวน
1012 คน คิดเป็นร้อยละ 93.70 มีผลคะแนนอยู่ในระดับ
พอใช้ จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 2.13

จากวิเคราะห์เปรียบเทียบระดับคะแนน ของ ความรู้
ทักษะ และจิตพิสัย โดยแยกเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียน
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างยนต์ใน
วิทยาลัยเทคนิค เขตภาคตะวันออกมีคะแนนเฉลี่ยด้าน
ความรู้ อยู่ในระดับค่อนข้างดี ($\bar{X} = 2.88$, $SD = 0.25$)
คะแนนเฉลี่ยด้านทักษะ อยู่ในระดับค่อนข้างดี ($\bar{X} = 2.87$,
 $SD = 0.18$) และมีคะแนนเฉลี่ยด้านจิตพิสัย อยู่ในระดับ
ค่อนข้างดีเช่นกัน ($\bar{X} = 2.77$, $SD = 0.13$)

จากวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนด้านความรู้ ทักษะ
และจิตพิสัย ของนักเรียนในวิทยาลัยเทคนิคกลุ่มที่ 1, 2,
และ 3 พบว่านักเรียนในวิทยาลัยเทคนิคกลุ่มที่ 1 มีผล
คะแนน ด้านความรู้ ทักษะ และจิตพิสัย อยู่ในระดับ
ค่อนข้างดีมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ นักเรียนใน
วิทยาลัยเทคนิค กลุ่มที่ 3 และ 2 ตามลำดับ

จากวิเคราะห์เปรียบเทียบความรู้ ทักษะ และจิตพิสัย
โดยจำแนกตามกลุ่มวิทยาลัยเทคนิค พบว่า จิตพิสัยของ
นักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างยนต์
เขตภาคตะวันออก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนด้านความรู้ และด้านทักษะ ไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อทำการทดสอบด้วยวิธี ของ Scheffe พบว่า นักเรียนในวิทยาลัยเทคนิคกลุ่มที่ 1 กับ กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 1 กับ กลุ่มที่ 3, และ กลุ่มที่ 2 กับกลุ่ม ที่ 3 มีจิตพิสัย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05

จากการวิเคราะห์สัดส่วนความสัมพันธ์ ระหว่าง ความรู้ ทักษะ และจิตพิสัย ของนักเรียนหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างยนต์ เขตภาค ตะวันออก พบว่า มีสัดส่วนของความรู้ ทักษะ และจิต พิสัย สอดคล้องกันอยู่ในระดับ ดี จำนวน 45 คน คิด เป็นร้อยละ 4.16 มีสัดส่วนสอดคล้องกันอยู่ในระดับ ก่อนข้างดีจำนวน 624 คน คิดเป็นร้อยละ 57.77 และมี สัดส่วนสอดคล้องกันอยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 1.75 ส่วนที่เหลือ มีระดับความรู้ ทักษะ และจิตพิสัย ไม่สอดคล้องกัน หรือไม่สัมพันธ์กัน จำนวน 392 คน คิดเป็นร้อยละ 36.32

8. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลวิจัยการศึกษาความสัมพันธ์ ของความรู้ ทักษะ และจิตพิสัย ของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพ สาขาช่างยนต์ในวิทยาลัยเทคนิคเขตภาค- ตะวันออก พบว่านักเรียนในวิทยาลัยเทคนิคมีระดับคะแนน ความรู้ ทักษะ และจิตพิสัย อยู่ในระดับก่อนข้างดี ซึ่ง สอดคล้องกับผลการศึกษาของ วิชัย วงใหญ่ [9] ซึ่งได้ ทำการศึกษาผลการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย พบว่านักเรียนมีผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสอดคล้องกับผลการศึกษานันทน์ทลิน โปร่งทอง [7] ซึ่งได้ศึกษาผลการวิเคราะห์ทักษะทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งพบว่าอยู่ใน เกณฑ์ดี และ สอดคล้องกับ ปรียา ดันวิวัฒน์ [8] ซึ่งได้

ศึกษาถึงคุณลักษณะของนักเรียนช่างอุตสาหกรรมระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พบว่าอยู่ในเกณฑ์ดีเช่นกัน

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม, 2549, แผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคม แห่งชาติฉบับที่ 10, (2550-2554) หน้า 36-42
- [2] Bloom's Taxonomy, 1956, www.nectec.or.th,การจัดการ เรียนรู้ หน้า 1
- [3] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ปรับปรุง 2546) กระทรวงศึกษาธิการ, กรุงเทพฯ
- [4] ภัทรา นิคมานนท์, 2540, คุณลักษณะด้านจิตพิสัย, กรม วิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ, หน้า 15
- [5] อินทรา วัฒนาลิมาพันธ์, 2548, ความพึงพอใจของผู้ประกอบการ ในจังหวัดชลบุรีที่มีต่อคุณสมบัติของลูกจ้าง ที่สำเร็จการศึกษา ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม, วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัย บุรพา, หน้า ข
- [6] พัชรา วงศ์บุญสิน, 2547, ทักษะการทำงานของแรงงาน อุตสาหกรรมสิ่งทอ, วิทยานิพนธ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า ข
- [7] นันทน์ทลิน โปร่งทอง, 2548, การประเมินทักษะการ วิเคราะห์โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, หน้า 45 – 47
- [8] ปรียา ดันวิวัฒน์, 2544, การประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ของนักศึกษาประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม, วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยทักษิณ, หน้า ข
- [9] วิชัย วงษ์ใหญ่ , 2541, ความมีวินัย คุณลักษณะจิตใจ และ พฤติกรรม, กรุงเทพมหานคร หน้า 35

การออกแบบและสร้างชุดทดลองการลดความชื้นในแนวนอน

Design and Construct the Horizontal Desiccant Apparatus

อัศวรัตน์ พูลกระจ่าง¹ และ นพพร เปรมใจ²

¹ สาขาวิชาเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

² ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

E-mail : ¹ akkarat8@hotmail.com , ² nop_preamjai@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างชุดทดลองการลดความชื้นในแนวนอนและเพื่อหาประสิทธิภาพการลดความชื้นในอากาศจากวัสดุธรรมชาติ และวัสดุทางเคมี ซึ่งได้แก่ ซิลิกาเจล ไยมะพร้าว และ แกลบ โดยกำหนดให้มีน้ำหนักเท่ากันจำนวน 100 กรัม ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทดลอง 120 นาที ทดลองที่ความเร็วรอบพัดลม 2 ระดับ คือ 500 rpm และ 1000 rpm วิธีการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ การทดลองแบบอุณหภูมิปกติ และการทดลองแบบเพิ่มความชื้น เพื่อหาค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ค่าอัตราส่วนความชื้น และค่าประสิทธิภาพการลดความชื้น ผลการวิจัย พบว่า การหาค่าความชื้นสัมพัทธ์ ที่ความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm สามารถลดความชื้นได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์โดยใช้วัสดุ 3 ชนิด สารซิลิกาเจล กับใยมะพร้าวสามารถลดความชื้นได้ดีที่สุด โดยสารซิลิกาเจลลดได้เฉลี่ย 69% และใยมะพร้าวลดได้เฉลี่ย 70% จากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องเฉลี่ย 76.5% การหาค่าอัตราส่วนความชื้น ที่ความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm สามารถลดความชื้นได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนความชื้นโดยใช้วัสดุ 3 ชนิด สารซิลิกาเจล กับใยมะพร้าวสามารถลดความชื้นได้ดีที่สุด โดยสารซิลิกาเจลลดได้เฉลี่ย 0.0145 kg/kg และใยมะพร้าวลดได้เฉลี่ย 0.0145 kg/kg จากอัตราส่วนความชื้นของอากาศภายในห้องเฉลี่ย 0.0165 kg/kg และการหาค่าประสิทธิภาพการลดความชื้นโดยการทดลองแบบอุณหภูมิปกติ และการทดลองแบบเพิ่มความชื้น พบว่าใยมะพร้าวจะมีประสิทธิภาพการลดความชื้นมากที่สุด

คำสำคัญ: ชุดทดลอง การลดความชื้น

Abstract

The objective of this research was to design and construct the horizontal desiccant apparatus and to evaluate dehumidify efficiency by natural materials and chemical materials including silica gel, coconut fiber, and rice husk with equal weight of each material 100 gram. Time for collecting experiment data was 120 minutes and two fan speeds were 500 rpm and 1000 rpm. The method was classified into two steps including normal temperature experiment and moisture increasing experiment in order to evaluate relative humidity, humidity ratio, and dehumidify efficiency.

From the results, it was appeared that at fan speed 1000 rpm relative humidity could be reduced maximum. When comparing relative humidity from three types of materials, silica gel and coconut fiber were the best for reducing relative humidity. For silica gel, the average value was 69% while coconut fiber was 70% when the average relative humidity of the test room was 76.5%. At fan speed 1000 rpm humidity ratio could be reduced maximum. When comparing humidity ratio from three types of materials, silica gel and coconut fiber were the best for reducing humidity ratio. For silica gel, the average value was 0.0145 kg/kg while coconut fiber was 0.0145 kg/kg when the humidity ratio of the test room was 0.0165 kg/kg. From both normal temperature and moisture increasing experiment, it was found that the coconut fiber had the highest dehumidify efficiency.

Keywords: Apparatus, Desiccant

1. ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

เนื่องจากภูมิประเทศของประเทศไทยเป็นแบบร้อนชื้น จึงทำให้อากาศบริเวณรอบ ๆ มีความชื้นมาก โดยทั่วไปแล้ว ความชื้นในอากาศ ที่เราเรียกกันสั้น ๆ ว่า ความชื้น ซึ่งมาจากคำเต็ม ๆ ว่า ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) หมายถึง อัตราส่วนระหว่าง ปริมาณความชื้นที่มีอยู่จริงในอากาศ กับปริมาณ ความชื้นที่อากาศขณะนั้น จะรองรับได้เต็มที่ ณ อุณหภูมิเดียวกัน[1] หากปริมาณความชื้น มีมากก็จะ กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ปกติแล้วความชื้นในประเทศไทย ทุกๆพื้นที่ จะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เกินกว่า 60% แต่ ค่าความชื้นที่เหมาะสม ควรมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ 50-55% หรือต่ำกว่านั้น และเมื่อความชื้นมีค่าสูง

มากเกินไป จะก่อให้เกิดปัญหาที่พบเห็นกันคือ จะทำ ให้เกิดความรู้สึกรีดร้อนอึดอัดไม่สบายตัวความชื้นทำให้เกิด ปัญหาอื่นๆ อีก เช่น เกิดกลิ่นอับ เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค เชื้อรา และ คนที่อยู่ในห้องปรับอากาศที่มีการควบคุม ความชื้นไม่เหมาะสมแล้ว มักมีปัญหาสุขภาพเกี่ยวกับ ทางเดินหายใจรวมทั้งเป็นโรคภูมิแพ้ [2]

ปัจจุบันในภาคอุตสาหกรรมมีความต้องการใช้ อุปกรณ์ลดความชื้นมากขึ้นและอุปกรณ์ดังกล่าวมีราคา ที่สูงมาก เนื่องจากต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น จีน อินเดีย เป็นต้น ดังนั้นด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดออกแบบและสร้างชุดทดลอง การลดความชื้นในแนวนอน เพื่อศึกษาค่าประสิทธิภาพ การลดความชื้นจากวัสดุธรรมชาติ และวัสดุทางเคมี

เพื่อให้ได้ทราบถึงวัสดุที่ดีที่สุดสำหรับการลดความชื้นต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างชุดทดลองการลดความชื้นในแนวนอน

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพการลดความชื้นในอากาศจากวัสดุธรรมชาติ และวัสดุทางเคมี

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

3.1 ความชื้นสัมพัทธ์

โดยทั่วไปแล้ว ความชื้นในอากาศ ที่เราเรียกกันสั้น ๆ ว่า ความชื้น ซึ่งมาจากคำเต็ม ๆ ว่า ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity หรือ RH) หมายถึง อัตราส่วนระหว่าง ปริมาณความชื้น(ไอน้ำ) ที่มีอยู่จริงในอากาศ กับปริมาณความชื้น(ไอน้ำ)ที่อากาศขณะนั้น จะรองรับได้เต็มที่ ณ อุณหภูมิเดียวกัน หากปริมาณความชื้น มีมากกว่าก็จะกลั่นตัว เป็นหยดน้ำหน่วยของความชื้นสัมพัทธ์ จึงออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) ฉะนั้นความชื้นสัมพัทธ์ มีค่ามากที่สุดที่ 100 % ส่วนที่เกิน 100 % ของความชื้น จะอยู่ในรูปของเหลวที่เรียกว่าน้ำหรือ หยดน้ำ[1] ประสิทธิภาพความชื้นทางทฤษฎีหาได้ดังนี้

$$\eta_w = \frac{W_{in} - W_{out}}{W_{in}} \times 100$$

3.2 ปัญหาที่เกิดจากความชื้น

ปริมาณความชื้นที่ไม่เหมาะสม อาจก่อให้เกิดปัญหาได้หลายลักษณะ เช่น ถ้าความชื้นในอากาศสูงเกินไปจะทำให้ คนเราเกิดอาการป่วยได้ เช่น เป็นหวัด ปวดบวม และจะทำให้ อาหารเกิดเชื้อราและเน่าเสียได้ง่าย เครื่องใช้ที่เป็นโลหะเกิดสนิม ของสะสมบางอย่างเกิดคราบหม่นหมอง เช่น เครื่องเพชร กำไล สร้อยข้อมือและจะทำ

ให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ บางชนิด ทำงานผิดพลาดในทางกลับกัน ถ้าความชื้นต่ำเกินไปจะทำให้ผิวแห้งของ คนเราแห้งขาดความชุ่มชื้น ส่วนของใช้ที่เกิดความเสียหายได้ ในกรณีที่ความชื้นต่ำกว่าปกติ ส่วนใหญ่ที่พบจะเป็น แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ อีกเช่นกัน ซึ่งทำให้เกิดไฟฟ้าสถิต สร้างความเสียหายให้กับระบบได้นอกจากนี้จะทำให้วัสดุที่เป็นประเภทยางเกิดแข็งตัวทำให้ขาดความยืดหยุ่น สูญเสียคุณสมบัติของมันไป [3]

ตารางที่ 1 สถิติความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) ของประเทศไทยในช่วงฤดูกาลต่างๆ

ภาค	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	เฉลี่ยตลอดปี
เหนือ	73	62	81	74
ตะวันออกเฉียงเหนือ	69	65	80	72
กลาง	71	69	79	73
ตะวันออก	71	74	81	76
ใต้ฝั่งตะวันออก	81	77	78	79
ใต้ฝั่งตะวันตก	77	76	84	80
ค่าเฉลี่ย รวม	74	70.5	80.5	76

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยการออกแบบและสร้างชุดทดลองการลดความชื้นในแนวนอน มีวิธีการดังนี้

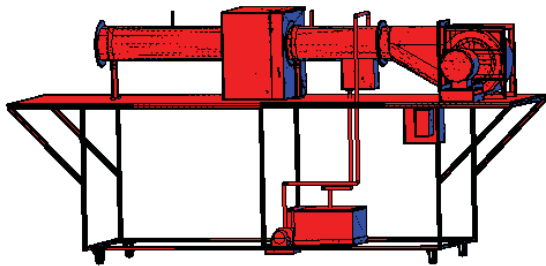
4.1 ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการลดความชื้นจากเอกสารและตำราเรียน เช่น หนังสือ การทำความเย็นและการปรับอากาศ ระบบการทำความเย็นและเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

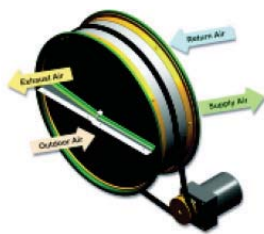
2. ได้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญทั้งในในภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการลดความชื้น รวมถึงได้ปรึกษาอาจารย์ที่มีความรู้เกี่ยวกับการลดความชื้นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

3. ได้ค้นคว้าหาข้อมูลจากทาง Internet เกี่ยวกับการลดความชื้นจาก website เช่น <http://www.powerdry.co.th>
<http://www.dud-d.com>

4.2 ออกแบบชุดทดลองการลดความชื้นในแนวนอน

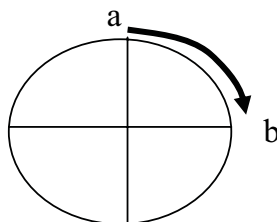


ภาพที่ 1 ชุดทดลองการลดความชื้นในแนวนอน



ภาพที่ 2 กังล้อลดความชื้น

การหาความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้ขับล้อลดความชื้น



ภาพที่ 3 รูปการคำนวณความเร็วรอบมอเตอร์ขับ

แผ่นสารดูดความชื้นที่เคลื่อนที่จากจุด a ถึง b จะต้องใช้เวลา 15 วินาทีเพราะฉะนั้น เมื่อแผ่นสารดูดความชื้นที่จุด a เคลื่อนที่ครบหนึ่งรอบจะใช้เวลาเท่ากับ 15 วินาที

เขตข้อมูล 4 = 60 วินาที ดังนั้นล้อสารดูดความชื้นจะมีความเร็วรอบ = 1 รอบต่อนาทีจะเห็นได้ว่าความเร็วรอบของล้อสารดูดความชื้นช้ามาก

$$\text{จากสูตร} \quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

เมื่อ ผิดพลาด! วัตถุไม่สามารถถูกสร้างจากการแก้ไข
โค้ดเขตข้อมูล = เส้นผ่านศูนย์กลางของมุลเล่ย์ 50 mm

ผิดพลาด! วัตถุไม่สามารถถูกสร้างจากการแก้ไข
โค้ดเขตข้อมูล = เส้นผ่านศูนย์กลางของกังล้อ 220 mm

ผิดพลาด! วัตถุไม่สามารถถูกสร้างจากการแก้ไข
โค้ดเขตข้อมูล = ความเร็วรอบของมอเตอร์ ? rpm

ผิดพลาด! วัตถุไม่สามารถถูกสร้างจากการแก้ไข
โค้ดเขตข้อมูล = ความเร็วรอบของกังล้อ 1 rpm

แทนค่า ผิดพลาด! วัตถุไม่สามารถถูกสร้างจากการแก้ไข
โค้ดเขตข้อมูล

$$n_1 = 4.4$$

ดังนั้นจึงเลือกใช้ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ 5 รอบต่อ นาที

4.3 อุปกรณ์ของการลดความชื้นในแนวนอนจะมีอุปกรณ์ ดังนี้

1. พัดลมแบบ Centrifugal ลมเข้ากังล้อดูดความชื้น ไม่เกิน 3 m/s
2. มอเตอร์พัดลมขนาด 2 HP ความเร็วรอบ 2,860 rpm
3. Invertors 1 ตัว ใช้ปรับความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลม
4. มอเตอร์ขับเคลื่อนกังล้อ มีขนาดความเร็วรอบ 5 rpm
5. มุลเล่ย์มอเตอร์ขับเคลื่อนกังล้อ ขนาด 2 นิ้ว
6. กังล้อดูดความชื้นขนาด 11 นิ้ว
7. Wet – Bulb และ Dry – Bulb จำนวน 3 ชุด

4.4 วิธีการทดลองเก็บข้อมูล

1. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
 - 1) สารดูดความชื้นทางเคมี ได้แก่ ซิลิกาเจล
 - 2) สารดูดความชื้นทางธรรมชาติ ได้แก่ ไยมะพร้าว และ แกลบ
 - 3) เครื่องชั่งน้ำหนัก
 - 4) นาฬิกาจับเวลา
 - 5) ตัวจับความเร็วลม
 - 6) ถังน้ำ จำนวน 1 ถัง
- 7) เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล กระเปาะเปียก กระเปาะแห้ง
2. ขั้นตอนการติดตั้งกล่องลดความชื้น
 - 1) นำสารที่จะทดลองมาชั่งน้ำหนัก 100 กรัม แล้วก็นำมาใส่ในกล่องที่เตรียมไว้



ซิลิกาเจล



ไยมะพร้าว



แกลบ

ภาพที่ 4 การบรรจุวัสดุลดความชื้นในกล่อง

- 2) นำกล่องมาใส่ในกล่องสแตนเลสแล้วยึดกับขาตั้งไว้
- 3) ประกอบท่อทางออกเข้ากับกล่องสแตนเลสและจันทันน็อคซีดไว้

4) ปิดฝาครอบกล่องสแตนเลสและจันทันน็อคซีดรอบๆให้แน่น

3. ขั้นตอนการทดลอง

1) ทดลองแบบอุณหภูมิปกติ

1.1 เปิดสวิตช์ ON ที่ cut-out

1.2 ปรับตั้งค่าที่ Invertor ตามการ

ทดลอง 500 rpm และ 1000 rpm

1.3 เปิดสวิตช์ Run ให้มอเตอร์กับ

พัดลมทำงาน

1.4 เปิดสวิตช์ มอเตอร์จับกล่อง

1.5 จับเวลาทุกๆ 15 นาที แล้วทำการ

บันทึกผล

2) ทดลองแบบเพิ่มความชื้น

2.1 เปิดสวิตช์ ON ที่ cut-out

2.2 ปรับตั้งค่าที่ Invertor ตามการ

ทดลอง 500 rpm และ 1000 rpm

2.3 เปิดสวิตช์ Run ให้มอเตอร์กับพัด

ลมทำงาน

2.4 เปิดสวิตช์ มอเตอร์จับกล่อง

2.5 เปิดปั๊มฉีดน้ำเพื่อเพิ่มความชื้นให้

ระบบ

2.6 จับเวลาทุกๆ 15 นาที แล้วและทำ

การบันทึกผล

4. ตัวแปรที่ต้องการศึกษาในการทดลองครั้งนี้

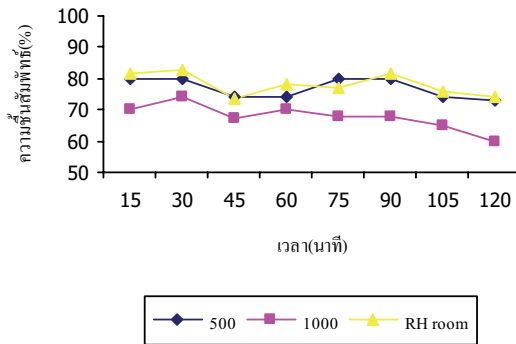
ได้แก่ ประสิทธิภาพการลดความชื้น

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการทดลองการหาค่าความชื้นสัมพัทธ์

1. ซิลิกาเจล

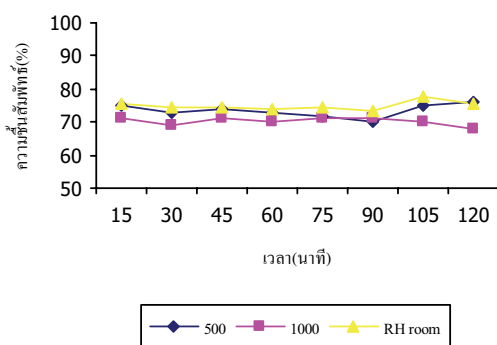
1) การทดลองแบบอุณหภูมิปกติ



ภาพที่ 5 การทดลองหาค่าความชื้นสัมพัทธ์แบบ
อุณหภูมิปกติโดยใช้สารซิลิกาเจล

จากภาพที่ 5 ผลการทดลองหาค่าความชื้นสัมพัทธ์แบบอุณหภูมิปกติโดยใช้สารซิลิกาเจล จำนวน 100 กรัม ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทดลอง 120 นาที โดยทดลองความเร็วรอบพัดลม มี 2 ระดับ คือ 500 rpm และ 1000 rpm ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ว่า ที่ความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm ลดความชื้นได้ดีที่สุด โดยความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศลดลงเฉลี่ยเหลือ 67.7%จากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องเฉลี่ย 78.1%

2) การทดลองแบบเพิ่มความชื้น



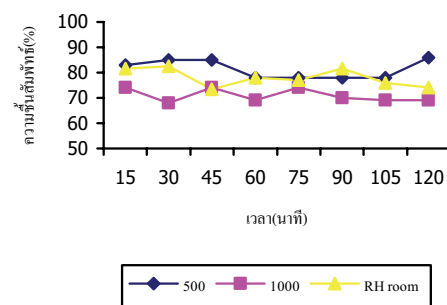
ภาพที่ 6 การทดลองหาค่าความชื้นสัมพัทธ์แบบเพิ่ม
ความชื้นโดยใช้สารซิลิกาเจล

จากภาพที่ 6 ผลการทดลองหาค่าความชื้นสัมพัทธ์แบบเพิ่มความชื้นโดยใช้สารซิลิกาเจล จำนวน 100 กรัม ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทดลอง 120 นาที โดยทดลองความเร็วรอบพัดลม มี 2 ระดับ คือ 500 rpm และ 1000 rpm

ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ว่า ที่ความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm ลดความชื้นได้ดีที่สุด โดยความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศลดลงเฉลี่ยเหลือ 70.1%จากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องเฉลี่ย 75%

2. โยมะพร้าว

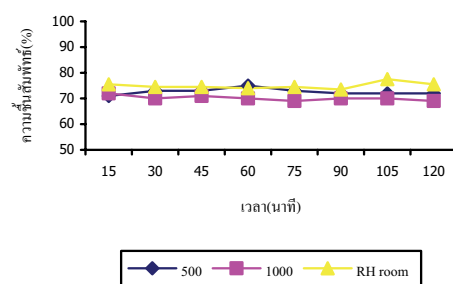
1) การทดลองแบบอุณหภูมิปกติ



ภาพที่ 7 การทดลองหาค่าความชื้นสัมพัทธ์แบบ
อุณหภูมิปกติโดยใช้โยมะพร้าว

จากภาพที่ 7 ผลการทดลองหาค่าความชื้นสัมพัทธ์แบบอุณหภูมิปกติโดยใช้โยมะพร้าว จำนวน 100 กรัม ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทดลอง 120 นาที โดยทดลองความเร็วรอบพัดลม มี 2 ระดับ คือ 500 rpm และ 1000 rpm ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ว่าที่ความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm ลดความชื้นได้ดีที่สุด โดยความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศลดลงเฉลี่ยเหลือ 70.7%จากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องเฉลี่ย 78.1%

2) การทดลองแบบเพิ่มความชื้น

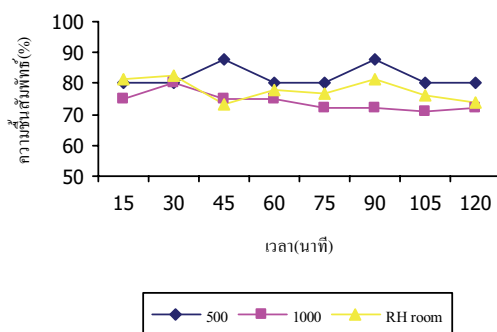


ภาพที่ 8 การทดลองหาค่าความชื้นสัมพัทธ์แบบเพิ่ม
ความชื้นโดยใช้โยมะพร้าว

จากภาพที่ 8 ผลการทดลองหาค่าความชื้นสัมพัทธ์แบบเพิ่มความชื้นโดยใช้ไยมะพร้าวจำนวน 100 กรัม ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทดลอง 120 นาที โดยทดลองความเร็วรอบพัดลม มี 2 ระดับ คือ 500 rpm และ 1000 rpm ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ว่า ที่ความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm ลดความชื้นได้ดีที่สุด โดยความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศลดลงเฉลี่ยเหลือ 70.1% จากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องเฉลี่ย 75%

5.1.3 แกลบ

1) การทดลองแบบอุณหภูมิปกติ



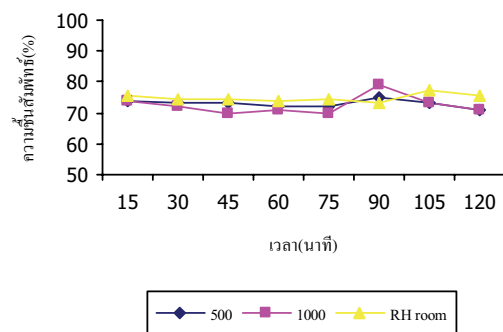
ภาพที่ 9 การทดลองหาค่าความชื้นสัมพัทธ์แบบอุณหภูมิปกติโดยใช้แกลบ

จากภาพที่ 9 ผลการทดลองหาค่าความชื้นสัมพัทธ์แบบอุณหภูมิปกติโดยใช้แกลบจำนวน 100 กรัม ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทดลอง 120 นาที โดยทดลองความเร็วรอบพัดลม มี 2 ระดับ คือ 500 rpm และ 1000 rpm ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ว่าที่ความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm ลดความชื้นได้ดีที่สุด โดยความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศลดลงเฉลี่ยเหลือ 74% จากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องเฉลี่ย 78.1%

2) การทดลองแบบเพิ่มความชื้น

จากภาพที่ 10 ผลการทดลองหาค่าความชื้นสัมพัทธ์แบบเพิ่มความชื้นโดยใช้แกลบจำนวน 100 กรัม ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทดลอง 120 นาที โดยทดลอง

ความเร็วรอบพัดลม มี 2 ระดับ คือ 500 rpm และ 1000 rpm ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ว่า ที่ความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm ลดความชื้นได้ดีที่สุด โดยความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศลดลงเฉลี่ยเหลือ 72.5% จากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องเฉลี่ย 75%

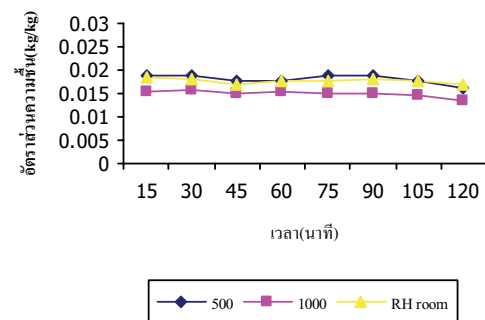


ภาพที่ 10 การทดลองหาค่าความชื้นสัมพัทธ์แบบเพิ่มความชื้นโดยใช้แกลบ

5.2 ผลการทดลองการหาอัตราส่วนความชื้น

1. ซิลิกาเจล

1) การทดลองแบบอุณหภูมิปกติ

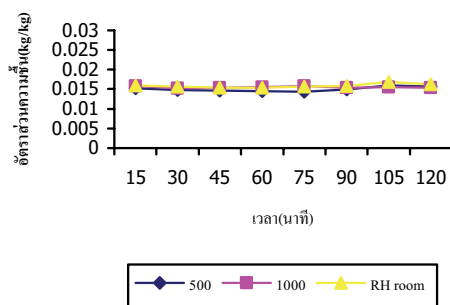


ภาพที่ 11 การทดลองหาค่าอัตราส่วนความชื้นแบบอุณหภูมิปกติโดยใช้สารซิลิกาเจล

จากภาพที่ 11 ผลการทดลองหาค่าอัตราส่วนความชื้นแบบอุณหภูมิปกติโดยใช้สารซิลิกาเจล จำนวน 100 กรัม ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทดลอง 120 นาที โดยทดลองความเร็วรอบพัดลม มี 2 ระดับ คือ 500 rpm และ 1000 rpm ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ว่า ที่ความเร็วรอบ

พัดลม 1000 rpm ลดความชื้นได้ดีที่สุด โดยอัตราส่วนความชื้นลดลงเฉลี่ยเหลือ 0.014 kg/kg จากอัตราส่วนความชื้นของอากาศภายในห้องเฉลี่ย 0.017 kg/kg

2) การทดลองแบบเพิ่มความชื้น

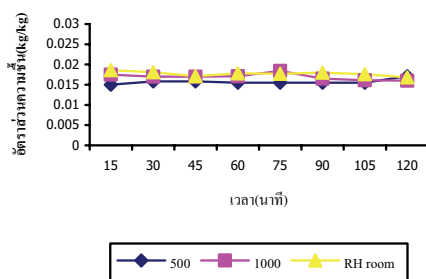


ภาพที่ 12 การทดลองหาค่าอัตราส่วนความชื้นแบบเพิ่มความชื้นโดยใช้สารซิลิกาเจล

จากภาพที่ 12 ผลการทดลองหาค่าอัตราส่วนความชื้นแบบเพิ่มความชื้นโดยใช้สารซิลิกาเจล จำนวน 100 กรัม ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทดลอง 120 นาที โดยทดลองความเร็วรอบพัดลม มี 2 ระดับ คือ 500 rpm และ 1000 rpm ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ว่า ที่ความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm ลดความชื้นได้ดีที่สุด โดยอัตราส่วนความชื้นลดลงเฉลี่ยเหลือ 0.015 kg/kg จากอัตราส่วนความชื้นของอากาศภายในห้องเฉลี่ย 0.0155 kg/kg

2. โยมะพร้าว

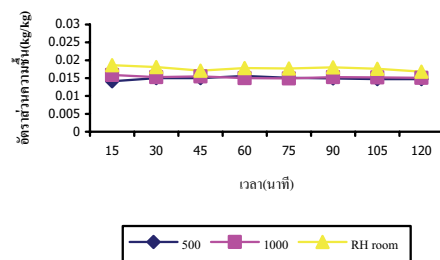
1) การทดลองแบบอุณหภูมิปกติ



ภาพที่ 13 การทดลองหาค่าอัตราส่วนความชื้นแบบอุณหภูมิปกติโดยใช้โยมะพร้าว

จากภาพที่ 13 ผลการทดลองหาค่าอัตราส่วนความชื้นแบบอุณหภูมิปกติโดยใช้โยมะพร้าว จำนวน 100 กรัม ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทดลอง 120 นาที โดยทดลองความเร็วรอบพัดลม มี 2 ระดับ คือ 500 rpm และ 1000 rpm ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ว่า ที่ความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm ลดความชื้นได้ดีที่สุด โดยอัตราส่วนความชื้นลดลงเฉลี่ยเหลือ 0.014 kg/kg จากอัตราส่วนความชื้นของอากาศภายในห้องเฉลี่ย 0.017 kg/kg

2) การทดลองแบบเพิ่มความชื้น

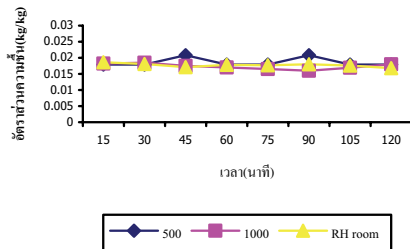


ภาพที่ 14 การทดลองหาค่าอัตราส่วนความชื้นแบบเพิ่มความชื้นโดยใช้โยมะพร้าว

จากภาพที่ 12 ผลการทดลองหาค่าอัตราส่วนความชื้นแบบเพิ่มความชื้นโดยใช้โยมะพร้าว จำนวน 100 กรัม ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทดลอง 120 นาที โดยทดลองความเร็วรอบพัดลม มี 2 ระดับ คือ 500 rpm และ 1000 rpm ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ว่า ที่ความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm ลดความชื้นได้ดีที่สุด โดยอัตราส่วนความชื้นลดลงเฉลี่ยเหลือ 0.014 kg/kg จากอัตราส่วนความชื้นของอากาศภายในห้องเฉลี่ย 0.0155 kg/kg

5.2.3 แกลบ

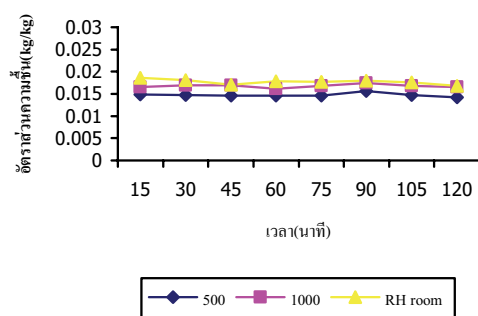
1) การทดลองแบบอุณหภูมิปกติ



ภาพที่ 15 การทดลองหาค่าอัตราส่วนความชื้นแบบอุณหภูมิปกติโดยใช้แกลบ

จากภาพที่ 15 ผลการทดลองหาค่าอัตราส่วนความชื้นแบบอุณหภูมิปกติโดยใช้แกลบ จำนวน 100 กรัม ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทดลอง 120 นาที โดยทดลองความเร็วรอบพัดลม มี 2 ระดับ คือ 500 rpm และ 1000 rpm ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ว่า ที่ความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm ลดความชื้นได้ดีที่สุด โดยอัตราส่วนความชื้นลดลงเฉลี่ยเหลือ 0.017 kg/kg จากอัตราส่วนความชื้นของอากาศภายในห้องเฉลี่ย 0.017 kg/kg

2) การทดลองแบบเพิ่มความชื้น



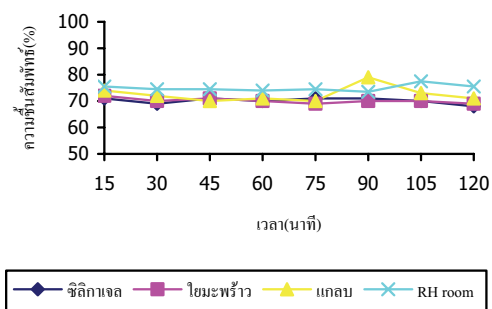
ภาพที่ 16 การทดลองหาค่าอัตราส่วนความชื้นแบบเพิ่มความชื้นโดยใช้แกลบ

จากภาพที่ 16 ผลการทดลองหาค่าอัตราส่วนความชื้นแบบเพิ่มความชื้นโดยใช้แกลบ จำนวน 100 กรัม ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทดลอง 120 นาที โดยทดลองความเร็วรอบพัดลม มี 2 ระดับ คือ 500 rpm และ 1000 rpm ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ว่า ที่ความเร็วรอบพัดลม 500 rpm ลดความชื้นได้ดีที่สุด โดยอัตราส่วนความชื้นลดลงเฉลี่ยเหลือ 0.0147 kg/kg จากอัตราส่วนความชื้นของอากาศภายในห้องเฉลี่ย 0.0155 kg/kg

5.3 การเปรียบเทียบวัสดุลดความชื้นทั้ง 3 ชนิด

การทดลองเปรียบเทียบวัสดุลดความชื้นได้แก่ ซิลิกาเจล ไยมะพร้าว และแกลบ โดยจะนำมาเปรียบเทียบที่ความเร็ว 1000 rpm เนื่องจากเป็นค่าลดความชื้นดีที่สุด

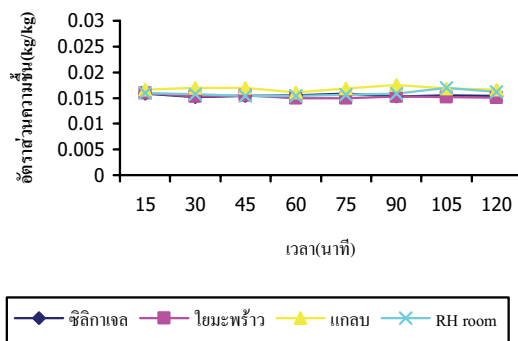
1. ค่าความชื้นสัมพัทธ์



ภาพที่ 17 การเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์

จากภาพที่ 17 ผลการทดลองการเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์แบบเพิ่มความชื้นโดยใช้วัสดุ 3 ชนิด ที่ความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm ผลการทดลองสรุปได้ว่า สารซิลิกาเจล กับไยมะพร้าวสามารถลดความชื้นได้ดีที่สุด โดยสารซิลิกาเจลลดได้เฉลี่ย 69% และไยมะพร้าวลดได้เฉลี่ย 70% จากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องเฉลี่ย 76.5%

2. ค่าอัตราส่วนความชื้น



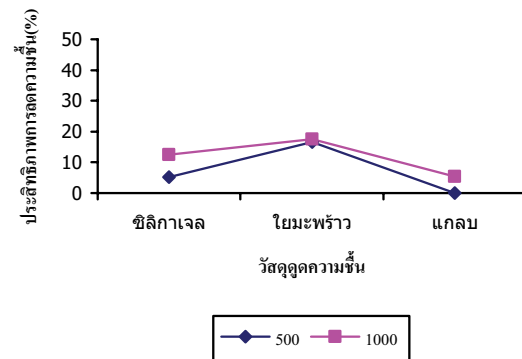
ภาพที่ 18 การเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนความชื้น

จากภาพที่ 18 ผลการทดลองการเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนความชื้นแบบเพิ่มความชื้นโดยใช้วัสดุ 3 ชนิด ที่ความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm ผลการทดลองสรุปได้ว่าสารชิลิกาเจล และ โยมะพร้าวสามารถลดความชื้นได้ดีที่สุด โดยสารชิลิกาเจลลดได้เฉลี่ย 0.0145 kg/kg และโยมะพร้าวลดได้เฉลี่ย 0.0145 kg/kg จากอัตราส่วนความชื้นของอากาศภายในห้องเฉลี่ย 0.0165 kg/kg

5.4 ผลการทดลองการหาประสิทธิภาพการลดความชื้น

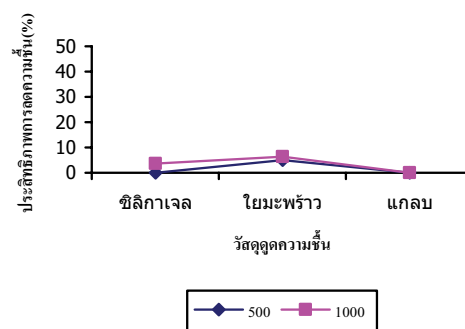
1. การทดลองแบบอุณหภูมิปกติ

จากภาพที่ 19 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพการลดความชื้นทดลองแบบอุณหภูมิปกติโดยใช้วัสดุ 3 ชนิด โดยทดลองความเร็วรอบพัดลม มี 2 ระดับ คือ 500 rpm และ 1000 rpm ผลการทดลองสรุปได้ว่าความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm จะมีประสิทธิภาพการลดความชื้นมากที่สุด โดยโยมะพร้าวจะมีประสิทธิภาพการลดความชื้นมากที่สุดที่ 17.6%



ภาพที่ 19 ประสิทธิภาพการลดความชื้นทดลองแบบอุณหภูมิปกติ

2. การทดลองแบบเพิ่มความชื้น



ภาพที่ 20 ประสิทธิภาพการลดความชื้นทดลองแบบเพิ่มความชื้น

จากภาพที่ 20 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพการลดความชื้นทดลองแบบเพิ่มความชื้นโดยใช้วัสดุ 3 ชนิด โดยทดลองความเร็วรอบพัดลม มี 2 ระดับ คือ 500 rpm และ 1000 rpm ผลการทดลองสรุปได้ว่าความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm จะมีประสิทธิภาพการลดความชื้นมากที่สุด โดยโยมะพร้าวจะมีประสิทธิภาพการลดความชื้นมากที่สุดที่ 6.25%

6. สรุป

6.1 การออกแบบและสร้างชุดทดลองการลดความชื้นในแนวนอน โดยใช้วัสดุลดความชื้น 3 ชนิด ได้แก่ ซิลิกาเจล ไยมะพร้าว และเกลือ โดยให้น้ำหนักเท่ากันที่จำนวน 100 กรัม ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทดลอง 120 นาที ทดลองที่ความเร็วรอบพัดลม 2 ระดับ คือ 500 rpm และ 1000 rpm ขั้นตอนการทดลองมี 2 ขั้นตอน คือ การทดลองแบบอุณหภูมิปกติ และการทดลองแบบเพิ่มความชื้น ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

6.1.1 การทดลองการหาค่าความชื้นสัมพัทธ์ ที่ความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm ลดความชื้นดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความชื้นสัมพัทธ์โดยใช้วัสดุ 3 ชนิด ที่ความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm ผลการทดลองสรุปได้ว่า สารซิลิกาเจล กับไยมะพร้าวสามารถลดความชื้นดีที่สุด โดยสารซิลิกาเจลลดได้เฉลี่ย 69% และไยมะพร้าวลดได้เฉลี่ย 70% จากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องเฉลี่ย 76.5%

6.1.2 การทดลองหาค่าอัตราส่วนความชื้น ที่ความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm ลดความชื้นดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับค่าอัตราส่วนความชื้นโดยใช้วัสดุ 3 ชนิด ที่ความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm ผลการทดลองสรุปได้ว่า สารซิลิกาเจล กับไยมะพร้าวสามารถลดความชื้นดีที่สุด โดยสารซิลิกาเจลลดได้เฉลี่ย 0.0145 kg/kg และไยมะพร้าวลดได้เฉลี่ย 0.0145kg/kgจากอัตราส่วนความชื้นของอากาศภายในห้องเฉลี่ย0.0165 kg/kg

6.2 การหาประสิทธิภาพการลดความชื้น โดยใช้วัสดุ 3 ชนิดโดยทดลองความเร็วรอบพัดลม มี 2 ระดับ คือ 500 rpm และ 1000 rpm ขั้นตอนการทดลองมี 2 ขั้นตอน คือ การทดลองแบบอุณหภูมิปกติ และการทดลองแบบเพิ่มความชื้น ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

6.2.1 การทดลองแบบอุณหภูมิปกติ ผลการทดลองสรุปได้ว่าความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm จะมี

ประสิทธิภาพการลดความชื้นมากที่สุด โดยไยมะพร้าว จะมีประสิทธิภาพการลดความชื้นมากที่สุดที่ 17.6%

6.2.2 การทดลองแบบเพิ่มความชื้นผลการทดลองสรุปได้ว่าความเร็วรอบพัดลม 1000 rpm จะมีประสิทธิภาพการลดความชื้นมากที่สุด โดยไยมะพร้าว จะมีประสิทธิภาพการลดความชื้นมากที่สุดที่ 6.25%

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทดลองครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] Matthes and Rushing,, relative humidity.
http://www.dudd.com/what_hum.htm
- [2] รศ. กำพล ประทีปชัยกูร. การทำความเย็นและการปรับอากาศ. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2543
- [3] ผศ.ดร. ธนัญชัย ลีภักดิ์ปรีดา .การลดความชื้นของอากาศในอุตสาหกรรม. เทคนิคเครื่องกล ไฟฟ้า-อุตสาหกรรม 16 (พฤษภาคม 2542) : 103-105 .

รูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษา

The Promotion Model for Research in Educational Institute

จริยา เอียบสกุล¹ สุราษฎร์ พรหมจันทร์² และ ปิยะ กรกขจินตนาการ³

¹หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและพัฒนาการสอนเทคนิคศึกษา มจพ.

²ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มจพ.

E-mail : ¹jariyar_eab@hotmail.com , ²spr@kmutnb.ac.th , ³piyak@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ ในการปรับใช้รูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีคณะกรรมการส่งเสริมการวิจัยของสถานศึกษา เป็นกลไกหลัก ทำหน้าที่วางแผน อำนาจการ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น จาก 6 กิจกรรม ได้แก่ การประชาสัมพันธ์และจัดทำฐานข้อมูล การบ่มเพาะนักวิจัยและพัฒนา นักวิจัยที่เลี้ยง การดำเนินการสนับสนุนการทำงานวิจัย การพัฒนาศักยภาพนักวิจัยและนักวิจัยที่เลี้ยงอย่างต่อเนื่อง การตรวจสอบคุณภาพงานวิจัยและการสนับสนุนการเผยแพร่ผลงานวิจัย โดยได้นำเสนอรายละเอียดของรูปแบบในที่ประชุม ให้ผู้เกี่ยวข้องซึ่งเป็นผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 7 คน และครูผู้สอนจำนวน 32 คน พิจารณาความเป็นไปได้ในการปรับใช้รูปแบบดังกล่าว

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าผู้บริหารสถานศึกษาและครูผู้สอน เห็นด้วยกับภาพรวมของการดำเนินการตามรูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษาในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.71$ และ 4.59) โดยเสนอแนะเพิ่มเติมว่า ในการบ่มเพาะนักวิจัยควรจัดแยกตามกลุ่มสาขาวิชา และให้หัวหน้าแผนกหรือหัวหน้ากลุ่มเป็นคณะกรรมการส่งเสริมการวิจัยในสถานศึกษาด้วย จึงสรุปได้ว่า รูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษาที่สร้างขึ้นนี้ มีความเป็นไปได้อย่างมากในการปรับใช้ในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

คำสำคัญ: การส่งเสริมงานวิจัย การบ่มเพาะนักวิจัย

Abstract

The purpose of this study was to investigate feasibility of research promotion in educational institutes. The model was developed with the help of research promotion committee who planned, directed, and solved problems occurred. The model included 6 activities; namely, public relations and provision of database; researcher incubation and development of researcher assistants; operation of research promotion; continuous development of researchers and researcher assistants; research quality examination and support of research dissemination. The details of the model were presented in the meeting of related people consisting of 7 institute administrators and 32 teachers all of whom were to consider the feasibility of using the constructed model.

The analysis showed that the institute administrators and the teachers accepted the model at a highest level ($\bar{X} = 4.71$ and 4.59) It was suggested that researchers should be grouped according to fields of study for incubation and heads of division should be appointed as research promotion committee members. It could be said that the developed model was possible to be used in institutes under care of Vocational Education Commission.

Keywords: research promotion, researcher incubation

1. บทนำ

การวิจัย เป็นการแสวงหารูปแบบ หรือคำตอบ ที่เชื่อถือได้ โดยใช้วิธีการทางวิชาการอย่างเป็นระบบ ทำให้ได้องค์ความรู้ใหม่ ๆ ใช้ในการแก้ปัญหาหรือ การพัฒนาสิ่งต่าง ๆ การส่งเสริมงานวิจัยจึงเป็นก้าว สำคัญในการพัฒนาคน และพัฒนางานให้เกิดความ เจริญก้าวหน้ายิ่ง ๆ ขึ้นไป สำนักงานคณะกรรมการการ อาชีวศึกษา ได้กำหนดให้สถานศึกษาในสังกัด ส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการทำวิจัย เพื่อพัฒนา ประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน เพิ่มศักยภาพ การพัฒนาความรู้และเทคโนโลยี ตลอดจนดำเนินการ รวบรวมและจัดการองค์ความรู้ด้านอาชีวศึกษาให้ เป็ดเสร็จ แต่จากรายงานของสำนักติดตามและ ประเมินผลการอาชีวศึกษาสำนักงานคณะกรรมการการ อาชีวศึกษา ในด้านงานวิจัย พบว่าครูในสถานศึกษา ส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ความเข้าใจในกระบวนการ

ทำงานวิจัย เมื่อจัดทำงานวิจัยแล้วยังขาดการ ตรวจสอบความถูกต้อง นอกจากนั้น ครูเองมีภาระงาน สอนและงานพิเศษมาก ไม่มีเวลาเพียงพอในการทำงาน วิจัย สื่อในการทำวิจัยยังไม่เพียงพอ ผู้ที่จะมาช่วยชี้แนะ การทำงานวิจัยก็น้อย ทั้งยังขาดงบประมาณด้านการวิจัย อีกด้วย [1] และจากรายงานของสำนักงานรับรอง มาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษาในปี การศึกษา 2550 ซึ่งให้ข้อมูลอย่างชัดเจนว่า สถานศึกษาใน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มี ผลงานวิจัยน้อยกว่า 1 เรื่อง/คน/ปี ซึ่งงานวิจัย / โครงการงาน/นวัตกรรม/บางชิ้นที่พัฒนาขึ้น ไม่ได้ถูก นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์แต่อย่างใด [2] ในขณะที่ผล การประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาในสังกัด สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา รอบที่สอง พ.ศ. 2549-2551 พบว่า ครูอาจารย์บางส่วนยังขาด คุณภาพและขาดคุณวุฒิ โดยที่ร้อยละ 74 มีวุฒิการศึกษา

เพียงระดับปริญญาตรีและอีกส่วนหนึ่งยังมีวุฒิ การศึกษาค่ากว่าปริญญาตรี ส่งผลให้การผลิตบัณฑิต ไม่ได้คุณภาพ ไม่เป็นธรรมกับผู้สนใจเข้าเรียน [3]

หากครูและบุคลากรทางการศึกษา ยังไม่ได้รับการ สนับสนุนและส่งเสริมให้ทำงานวิจัยเพิ่มขึ้น ก็จะส่งผล ให้สถานศึกษาไม่สามารถเพิ่มปริมาณงานวิจัยที่มี คุณภาพ รองรับการแข่งขันเพื่อรับรองมาตรฐาน คุณภาพการศึกษา จากสำนักงานรับรองมาตรฐานและ ประเมินคุณภาพการศึกษา จะส่งผลโดยตรงต่อความ เชื่อมั่นของสังคม และประชาชนที่จะส่งบุตรหลาน เข้าศึกษาเล่าเรียน ปริมาณผู้เรียนที่ลดลงทำให้ชั่วโมงสอน ของครูไม่เพียงพอกับจำนวนชั่วโมงสอนขั้นต่ำที่ คณะกรรมการข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา กำหนด สำหรับการขอมีหรือเลื่อนวิทยฐานะ ซึ่งจะ ไม่เป็นผลดีกับครูและสถานศึกษานั้น ๆ

จากข้อจำกัดในประเด็นต่าง ๆ ดังกล่าว หาก สถานศึกษาได้จัดให้มีระบบและกลไกที่ดี ในการ ส่งเสริมและสนับสนุนงานวิจัย ที่สามารถบริหารจัดการ ให้เกิดผลในทางปฏิบัติ เป็นประโยชน์ต่อทุกภาคส่วนที่ เกี่ยวข้อง ก็จะทำให้การลงทุนด้านการวิจัยเกิดผลคุ้มค่า เช่น รูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษา ที่มี ผู้รับผิดชอบการดำเนินงานโดยตรง มีการกำหนด บทบาทหน้าที่ของบุคลากร มีการจัดทำแผนงาน จัดหา ปัจจัยดำเนินงานที่เพียงพอเหมาะสม เพื่อใช้ในการ พัฒนาขีดความสามารถด้านการวิจัย สำหรับครูและ บุคลากรทางการศึกษา ที่มีลักษณะการดำเนินการใน เชิงรุก สามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องด้วยศักยภาพ ของสถานศึกษาเอง น่าที่จะเป็นรูปแบบที่มีความยั่งยืน ได้

ทั้งนี้ การดำเนินการที่จะสำเร็จลุล่วงลงไปได้นั้น ต้องอาศัยความเห็นชอบด้วยกันจากทุกฝ่าย การ ส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย ต้องอาศัยความ

ร่วมมืออย่างดียิ่งจากผู้เกี่ยวข้องทุกคน ในขั้นต้น ผู้วิจัย จึงสนใจที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการดำเนินการ ใช้รูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษา สังกัด สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยผลจาก การศึกษาครั้งนี้ จะเป็นข้อมูลที่สำคัญในการปรับใช้ เพื่อพัฒนาการส่งเสริมและสนับสนุนงานวิจัยใน สถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการ อาชีวศึกษา เป็นต้นแบบที่จะขยายผลให้แก่สถานศึกษา ต่าง ๆ ในโอกาสต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ ในการดำเนินการปรับใช้ รูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษา สังกัด สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เป็นพันธกิจที่สำคัญหนึ่งในสี่ของ สถานศึกษาหลายมหาวิทยาลัยได้เน้นภารกิจด้านนี้เป็น หลัก มุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัยแห่งการวิจัย มีผู้สนใจ ศึกษาและเสนอแนะเกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

กัลยา สุบรรณาจ [4] ศึกษาความคิดเห็นของครูต่อ การดำเนินงานส่งเสริมการวิจัยในชั้นเรียน ของ ผู้บริหารโรงเรียนประถมศึกษาในจังหวัดสุรินทร์ พบว่า ผู้บริหารต้องให้การส่งเสริมและสนับสนุน ให้ ความสำคัญต่องานวิจัยในชั้นเรียน ส่งเสริมให้เกิด ความสำเร็จ จัดสรรงบประมาณ ให้ความยอมรับนับถือ แก่ครู ส่งเสริมความก้าวหน้าในตำแหน่งหน้าที่ การงาน วางแผนปรับปรุงการดำเนินงาน และสนับสนุนเผยแพร่ งานวิจัยในชั้นเรียน

นิลอุบล มณีโชติและคณะ [5] ศึกษาคุณลักษณะ และปัจจัยในการพัฒนา เพื่อนำไปสู่มหาวิทยาลัยที่ มุ่งเน้นการวิจัยพบว่า คุณลักษณะของมหาวิทยาลัยที่

มุ่งเน้นการวิจัย มี 6 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการสนับสนุนพัฒนาบุคลากรให้มีศักยภาพด้านการวิจัย การกำหนดมาตรการทางการดำเนินงานให้ชัดเจนและปฏิบัติได้ทุกระดับ การบริหารที่คล่องตัว เน้นการผลิตบัณฑิตระดับปริญญาโทและปริญญาเอกควบคู่กับการวิจัยเพื่อสนับสนุนการสอน กำหนดปรัชญาที่สามารถปฏิบัติได้อย่างมีเป้าหมาย บุคลากรมีอิสระทางวิชาการ มีการกำหนดภารกิจ ขจัดปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนา ไปสู่มหาวิทยาลัยที่มุ่งเน้นการวิจัย อันได้แก่ งบประมาณที่มีจำกัด การบริหารงบประมาณไม่คล่องตัว บุคลากรขาดความสนใจในการพัฒนาตนเอง ให้มีความสามารถทางการวิจัย ขาดผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน บรรยากาศทางวิชาการไม่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาความรู้ใหม่

ปิยะ กรกษจินตนาการ [6] ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคนิคศึกษา พบว่า การติดต่อสื่อสารระหว่างนักวิจัยเครือข่าย กับ นักวิจัยที่เลี้ยงและศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคนิคศึกษามีความล่าช้า ขาดความคล่องตัว คณะกรรมการดำเนินงานศูนย์วิจัยที่จะต้องจัดหาแหล่งทุนสนับสนุนการทำวิจัย ควรมีการจัดให้น่าสนใจ โครงการวิจัยที่สถานศึกษาในเครือข่ายของศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคนิคศึกษา เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักวิจัยเกิดความสนใจการทำวิจัยมากขึ้น

วิจารณ์ พานิช [7] กล่าวถึงบทบาทของมหาวิทยาลัยในการบริหารงานวิจัยว่า ระบบการบริหารมหาวิทยาลัยไทยในปัจจุบัน เป็นการบริหารในรูปแบบที่มองการวิจัยเป็นเรื่องความสมัครใจของผู้ทำวิจัย การอำนวยความสะดวกจะทำเท่าที่ทำได้ โดยไม่กระทบกระเทือนต่อหลักการแบ่งภาระงาน คืออาจารย์แต่ละคนต้องมีการะงานสอน และงานบริการเท่า ๆ กัน ไม่ว่าอาจารย์ผู้นั้นจะมีงานวิจัยหรือไม่ หรือกล่าวอีกนัยว่างานวิจัยเป็นงานส่วนตัวของแต่ละคน ข้อเสียคือนี้จะ

รุนแรงมากน้อยแตกต่างกัน ในต่างมหาวิทยาลัยและในต่างคณะกัน ซึ่งถ้าหากจะให้มหาวิทยาลัยสามารถผลิตผลงานวิจัยได้อย่างแท้จริงแล้ว จะต้องมีการปรับเปลี่ยนทั้งเชิงวัฒนธรรม และระบบบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัยอย่างมากมาย

วิรุพพร แก้วกล้า [8] ได้ศึกษาบทบาทของผู้บริหารในการส่งเสริมการวิจัยในชั้นเรียนตามทัศนะของผู้บริหารและอาจารย์ สังกัดกองวิทยาลัยอาชีวศึกษากรมอาชีวศึกษา กลุ่มภาคเหนือ พบว่า ผู้บริหารเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นและส่งเสริมให้ครูผู้สอนทำวิจัยในชั้นเรียน ให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ ผู้บริหารจะต้องทราบทิศทางการส่งเสริมการวิจัยในชั้นเรียนเป็นอย่างดี เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารงานการวิจัยชั้นเรียนอย่างแท้จริง

ซึ่งจากการศึกษาของบุคคลต่าง ๆ จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าควรมีรูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษา ถึงแม้ว่าจะเป็นหน่วยงานขนาดเล็กมีจำนวนนักวิจัยไม่มาก แต่สามารถส่งเสริมให้บุคลากรสามารถทำงานวิจัยได้อย่างทั่วถึงโดยผู้บริหารสถานศึกษาจะต้องผลักดันให้เกิดงานวิจัยขึ้นสนับสนุนการพัฒนาบุคลากรให้มีศักยภาพด้านการวิจัย มีการบริหารงบประมาณที่คล่องตัว กำหนดมาตรการต่าง ๆ ในการดำเนินงานที่ชัดเจน สามารถปฏิบัติได้ มีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านให้คำปรึกษาแนะนำการทำงานวิจัย มีการวางแผนและปรับปรุงการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งจะต้องให้การสนับสนุนเรื่องการเผยแพร่ผลงานวิจัยอย่างจริงจัง

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ ในการปรับใช้รูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษาที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

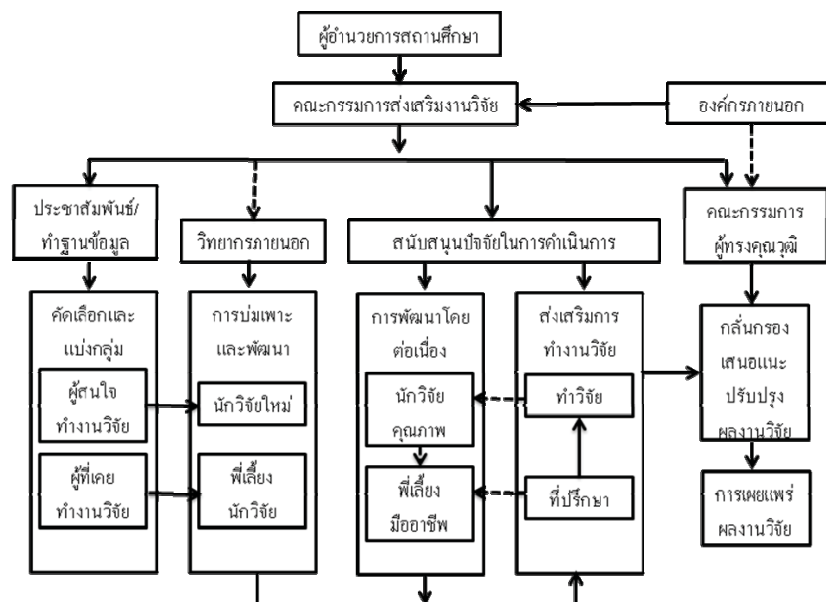
- สร้างรูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษา
- สร้างสื่อนำเสนอรูปแบบและเครื่องมือเก็บข้อมูล
- นำเสนอรูปแบบต่อผู้เกี่ยวข้องและเก็บรวบรวมข้อมูล
- วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

ซึ่งการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การสร้างรูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษา เริ่มจากการศึกษาการดำเนินงานวิจัยของหน่วยงานต่าง ๆ ข้อเสนอแนะจากเอกสารและงานวิจัยที่

เกี่ยวข้อง โดยการวิเคราะห์ข้อจำกัดและความเหมาะสมความเป็นไปได้ในการดำเนินการ กำหนดเป็นรูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษา

การดำเนินงานตามรูปแบบ เริ่มจากการที่ผู้อำนวยการสถานศึกษาแต่งตั้งคณะกรรมการส่งเสริมงานวิจัยจากผู้เกี่ยวข้องภายในสถานศึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ทำหน้าที่วางแผน อำนวยการ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น โดยที่กลไกและกิจกรรมในการดำเนินการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษาตามรูปแบบ แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: รูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษา

การประชุมสัมมนาการส่งเสริมและสนับสนุนงานวิจัย ให้บุคลากรได้ทราบ การจัดทำฐานข้อมูลแบ่งกลุ่มผู้สนใจทำวิจัย และผู้ที่มีประสบการณ์เคยทำงานวิจัยมาแล้ว

การติดต่อวิทยากรจากภายนอก เพื่อบ่มเพาะผู้สนใจทำวิจัย เป็นนักวิจัยรุ่นใหม่ และพัฒนาผู้ที่เคยทำงานวิจัยมาแล้ว ให้มีศักยภาพเป็นนักวิจัยพี่เลี้ยง

การสนับสนุนปัจจัยในการดำเนินการส่งเสริมการทำงานวิจัยของนักวิจัยรุ่นใหม่ โดยมีนักวิจัยพี่เลี้ยงเป็นที่ปรึกษาคอยชี้แนะนักวิจัยรุ่นใหม่

การส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการพัฒนาสมรรถนะนักวิจัยรุ่นใหม่ และนักวิจัยพี่เลี้ยงอย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ที่มีคุณภาพและนักวิจัยพี่เลี้ยงมืออาชีพ

การสรรหาคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษา เป็นผู้กลั่นกรอง ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ เพื่อปรับปรุงผลงานวิจัยให้ได้คุณภาพ

การส่งเสริมและสนับสนุนการเผยแพร่ผลงานวิจัยที่ผ่านการประเมินคุณภาพแล้ว ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ผลงานเป็นที่ยอมรับในวงการนั้น ๆ รวมทั้งการนำผลงานวิจัยไปใช้งานจริง

4.2 การสร้างสื่อนำเสนอรูปแบบและเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้จัดทำเอกสารคู่มือรูปแบบเพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องได้ศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ในการดำเนินการ และจัดสร้างแบบประเมินผลรูปแบบเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลการประเมินผลและข้อคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับรูปแบบดังกล่าว โดยได้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในกรวิจัยร่วมด้วยโดยตลอด

4.3 การนำเสนอรูปแบบต่อผู้เกี่ยวข้องและเก็บรวบรวมข้อมูล ทำโดยการนัดประชุมผู้เกี่ยวข้องซึ่งเป็นตัวแทนครูและบุคลากรทางการศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประกอบด้วยผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 7 คน ครูเชี่ยวชาญ ครูชำนาญการพิเศษ และครูชำนาญการ จากวิทยาลัยเทคนิควิทยาลัยอาชีวศึกษา วิทยาลัยการอาชีพ วิทยาลัยสารพัดช่าง และวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี จำนวน 32 คน รวมทั้งสิ้น 39 คน หลังจากที่ได้ชี้แจงรายละเอียดการดำเนินงานตามรูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษาและตอบข้อซักถามเรียบร้อยแล้ว ได้ให้ผู้เกี่ยวข้องทั้งหมดตอบแบบสอบถาม และแสดงความคิดเห็นต่อรูปแบบ

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย หลังจากที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว ได้วิเคราะห์ข้อมูล

การประเมินของผู้เกี่ยวข้องต่อรูปแบบที่สร้างขึ้นตามขั้นตอนในการดำเนินการ และสรุปความคิดเห็นอื่น ๆ ในลักษณะความเรียง

5. ผลการดำเนินการวิจัย

5.1 ตามรูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ต้องมีคณะกรรมการส่งเสริมงานวิจัย ทำหน้าที่วางแผนอำนวยการดำเนินงาน และแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ในกิจกรรมหลัก 6 กิจกรรม คือ (1) ประชาสัมพันธ์และทำฐานข้อมูลนักวิจัย (2) จัดการบ่มเพาะนักวิจัยรุ่นใหม่และนักวิจัยพี่เลี้ยง (3) สนับสนุนปัจจัยการทำงานวิจัย (4) จัดให้มีการพัฒนานักวิจัยและนักวิจัยพี่เลี้ยงอย่างต่อเนื่อง (5) จัดให้มีคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิทำหน้าที่กลั่นกรองผลงานวิจัย และ (6) สนับสนุนการตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัยในรูปแบบและวิธีการต่าง ๆ

5.2 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ ในการปรับใช้รูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษา พบว่ากลุ่มผู้บริหารสถานศึกษา เห็นด้วยอย่างยิ่ง กับภาพรวมของการดำเนินการตามรูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษามีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.71$)

ในขณะที่เห็นด้วยกับวิธีการจัดหาและบริหารทุนวิจัยที่ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ($\bar{X} = 4.28$) ในภาพรวมเห็นด้วยเฉลี่ย

ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.42$) แสดงให้เห็นว่า ผู้เกี่ยวข้อง

ที่เป็นผู้บริหารสถานศึกษา เห็นด้วยกับรูปแบบดังกล่าว

5.3 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ ในการปรับใช้รูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษาของ

ครูผู้สอน พบว่า เห็นด้วยกับภาพรวมของการดำเนินการตามรูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษา ที่ค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x} = 4.59$) ในขณะที่

โครงสร้างการบริหารและการดำเนินงานตามรูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษา อยู่ในระดับต่ำสุด ($\bar{x} = 4.37$) ความเห็นโดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก (\bar{x}

$= 4.48$) แสดงให้เห็นว่า ครูผู้สอน เห็นด้วยกับการดำเนินการตามรูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษานี้เช่นกัน

5.4 ความคิดเห็นอื่นๆ ผู้เกี่ยวข้อง ได้เสนอความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ในกิจกรรมการบ่มเพาะนักวิจัยควรจัดแยกตามกลุ่มสาขาวิชา และควรจัดให้หัวหน้าแผนก ร่วมเป็นคณะกรรมการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษาด้วย

6. บทสรุป

รูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยในสถานศึกษา มีความเป็นไปได้ในระดับสูง ที่จะนำไปดำเนินการเพื่อให้สถานศึกษาสามารถผลิตผลงานวิจัยที่มีคุณภาพเพิ่มขึ้น เป็นการส่งเสริมให้ครูและบุคลากรทางการศึกษา มีศักยภาพด้านการวิจัย สามารถพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน ที่ส่งผลให้ผู้สำเร็จการศึกษามีความรู้ ความสามารถ และมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการ และสอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ในการเพิ่มขีดความสามารถด้านการวิจัย ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักคิดตามและประเมินผลการอาชีวศึกษา, “รายงานประจำปี 2550,” สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.
- [2] สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, รายงานประจำปี 2550.
- [3] www.matichon.co.th วันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2552.
- [4] กัลยา สุบรรณาจ, “ความคิดเห็นของครูต่อการดำเนินงานส่งเสริมการวิจัยในชั้นเรียน ของผู้บริหาร โรงเรียนประถมศึกษาในจังหวัดสุรินทร์,” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช, 2546.
- [5] นิลอุบล มณีโชติและคนอื่นๆ, “คุณลักษณะและปัจจัยในการพัฒนาเพื่อนำไปสู่มหาวิทยาลัยที่มุ่งเน้นการวิจัย,” การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การศึกษามหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยนเรศวร, 2541.
- [6] ปิยะ กรกชจินตนาการ, “การพัฒนารูปแบบศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคนิคศึกษา” วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.
- [7] วิจารย์ พานิช, “การบริหารงานวิจัย: แนวคิดจากประสบการณ์,” (พิมพ์ครั้งที่ 2), สำนักพิมพ์ดวงกมล, 2540.
- [8] วิรุพพร แก้วกล้า, “บทบาทของผู้บริหารในการส่งเสริมการวิจัยในชั้นเรียน ตามทัศนะของผู้บริหารและอาจารย์สังกัดกองวิทยาลัยอาชีวศึกษา กรมอาชีวศึกษา กลุ่มภาคเหนือ,” วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 2545.

ระบบให้คำปรึกษาและแนะนำ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

A Consulting and Recommendation System

for Professional Experienced Training

สิริพร อังโสภา¹ และ สุราษฎร์ พรหมจันทร์²

¹หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาการสอนเทคนิคศึกษา มจพ.

²ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มจพ.

E-mail : ¹siriporn_rit@hotmail.com , ²spr@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ระบบให้คำปรึกษาและแนะนำนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบที่สร้างขึ้นต่อที่ประชุม ประกอบด้วยนักศึกษา หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 66 คน อาจารย์นิเทศก์ จำนวน 5 คน และครูพี่เลี้ยงประจำวิทยาลัยเทคนิค สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 8 คน หลังจากนั้นให้ผู้เกี่ยวข้องทั้งหมดทำการประเมิน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาเห็นด้วย ต่อรูปแบบในระดับมาก ทุกรายการ ($\bar{x} = 3.93$, $SD = 0.76$) และกลุ่มอาจารย์นิเทศก์และครูพี่เลี้ยงเห็นด้วยต่อรูปแบบในระดับมากทุกรายการ ($\bar{x} = 4.35$, $SD = 0.53$) สรุปได้ว่านักศึกษาและกลุ่มอาจารย์นิเทศก์และครูพี่เลี้ยง เห็นว่ารูปแบบดังกล่าวมีประโยชน์ต่อการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูและ มีความเป็นไปได้อย่างมากที่จะดำเนินงานเพื่อพัฒนาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูให้บรรลุผล สร้างครูที่มีคุณภาพตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรต่อไป

คำสำคัญ: คำปรึกษา/แนะนำ ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ฝึกสอน

Abstract

The purpose of this research was to study the feasibility of A Consulting and Recommendation System for Professional Experienced Training. The developed model was presented to the conference consisting 66 students from the program of Bachelor of Science in Technical Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, 5 supervisors, and 8 mentors from technical college under the Vocational Education Commission. After presentation, all of conference participants assessed the developed model. From evaluation results, it was

found that students strongly agreed with all items in the developed model ($\bar{x} = 3.93$, $SD = 0.76$). The supervisors and mentors strongly agreed with all items in the developed model ($\bar{x} = 4.35$, $SD = 0.53$). It was concluded that students, supervisors and mentors agreed that the model was beneficial to professional experience training. It was feasible to continue developing in order to achieve the objectives.

Keywords: Consulting / Recommendation , Professional Experienced Training

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู (Professional experience) หรือการฝึกสอน เป็นวิชาในหมวดวิชาชีพเฉพาะ ที่นักศึกษาหลักสูตรครูต้องเรียน ซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญในการผลิตครู เนื่องจากการเตรียมนักศึกษาครูให้พร้อมที่จะไปเป็นครูที่ดีในอนาคต [1] โดยสถาบันผลิตครูไม่ว่าจะเป็นกลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏ กลุ่มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล หรือมหาวิทยาลัยการผลิตครูอื่นๆ สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ มีความคิดสอดคล้องและเป็นไปในแนวทางเดียวกัน คือ ต้องการให้นักศึกษาได้นำความรู้ความเข้าใจที่ได้รับจากการเรียนในห้องเรียนไปใช้ในการปฏิบัติ โดยมีความรู้ความสามารถ มีบุคลิกภาพ และมีทัศนคติที่ดีต่อความเป็นครู

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จัดการเรียนการสอนหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต 5 ปี โดยได้ดำเนินการสอนตามมาตรฐานวิชาชีพทางการศึกษาที่คณะกรรมการคุรุสภากำหนดไว้ เพื่อให้นักศึกษาได้บูรณาการความรู้พื้นฐาน วิชาครู และวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมทั้งหมดที่เรียนมาสู่การปฏิบัติในสถานการณ์จริง กับทั้งยังเป็นกิจกรรมที่ปลูกฝังเจตคติความเป็นครูเป็นอย่างดี [2] ซึ่งนักศึกษาครู จะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานวิชาชีพและจรรยาบรรณวิชาชีพ อันประกอบด้วย มาตรฐานความรู้

และประสบการณ์วิชาชีพ มาตรฐานการปฏิบัติการ และมาตรฐานการปฏิบัติตนหรือจรรยาบรรณวิชาชีพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมาตรฐานประสบการณ์วิชาชีพ เป็นมาตรฐานที่คณะกรรมการสำนักงานคุรุสภาให้ความสำคัญและได้กำหนดให้มีการประเมินเพื่อศึกษาถึงผลการจัดการฝึกสอนของสถาบันการศึกษาต่าง ๆ [3]

จากการศึกษาผลการฝึกประสบการณ์วิชาชีพของนักศึกษา หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (2 ปีต่อเนื่อง) และ การฝึกปฏิบัติวิชาชีพระหว่างเรียน 2 ของนักศึกษาหลักสูตร 5 ปี ที่ทำการสังเกตการณ์สอนของครูพี่เลี้ยงและทดลองสอนในสถานศึกษา เป็นเวลา 1 วันต่อสัปดาห์ ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พบว่า [4] นักศึกษามีปัญหาระดับมาก ในเรื่องความมั่นใจในตนเองขณะทำการสอน ความแม่นยำในเนื้อหาที่สอน ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนและทักษะการสอน ความสามารถในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า ความสามารถในการปกครองชั้นเรียน ความสามารถในการปรับตัวเข้ากับบุคคลอื่นในสถานที่ฝึกสอนขาดแหล่งข้อมูลความรู้ที่เพียงพอเกี่ยวกับการฝึกสอน รวมทั้งการให้คำปรึกษาแนะนำในการแก้ปัญหการสอน ส่วนความรู้ในการวัดผลและประเมินผล การเตรียมและผลิตสื่อการสอน และความรู้ในการใช้สื่อประกอบการสอน มีปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง

สำหรับความต้องการคำปรึกษาและแนะนำทุกด้านอยู่ในระดับมาก ยกเว้นด้านความรู้ในการวัดผลและประเมินผล ด้านความรู้ในการเตรียมและผลิตสื่อการสอน และด้านความรู้ในการใช้สื่อประกอบการสอนอยู่ในระดับปานกลาง

จากประเด็นปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าว ย่อมส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษา รวมถึงผู้เรียนที่ได้รับการสอนจากนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ซึ่งจะเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศต่อไปด้วย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องจัดให้มีระบบ กลไก หรือวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อจัดปัญหาที่พบให้หมดสิ้นไปหรือเบาบางลง เสริมสร้างกระบวนการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ของสถานศึกษาให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพมากขึ้น

ด้วยเหตุผลและความจำเป็นจากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างรูปแบบระบบให้คำปรึกษาและแนะนำ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ซึ่งเป็นระบบการให้คำแนะนำหรือความช่วยเหลือในประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของสุทธิดา จันทรมณี ที่กล่าวว่าควรจัดตั้งโครงการคลินิกครู(ศูนย์ให้คำปรึกษาครู) เพื่อให้คำปรึกษาในเรื่องต่าง ๆ เพื่อช่วยพัฒนางานวิชาการของครูให้เข้มแข็ง [5]

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ระบบให้คำปรึกษาและแนะนำ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

กรรมการฝึกหัดครู [6] ให้ความหมายของการจัดประสบการณ์ ฝึกวิชาชีพครูว่าไม่จำกัดเฉพาะการฝึกสอน

เช่นที่เคยทำ แต่ครอบคลุมถึงประสบการณ์ทั้งมวลที่จะเสริมสร้างความรู้ และประสบการณ์วิชาชีพครูให้แก่ผู้เรียน การจัดประสบการณ์วิชาชีพอาจจัดเป็นกิจกรรมหลายรูปแบบและหลายทาง เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างกว้างขวาง และมีความเข้าใจงานของครู เท่าที่ครูผู้เริ่มทำการสอนจะพึงมี

การช่วยเหลือครู [7] จำเป็นต้องใช้กลุ่มบุคคลบทบาท และกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อนำพาครูไปสู่จุดหมายที่พึงประสงค์

เน้นมาตรฐาน	เน้นตามศักยภาพ	
การนิเทศ	การเป็นครูพี่เลี้ยง (Mentoring)	ทั่วไป
การอบรม (Training)	การชี้แนะ (Coaching)	เฉพาะ
ความรู้ ความเข้าใจ จำนวนมาก กลุ่มใหญ่	การนำไปใช้ กลุ่มย่อย รายบุคคล	

ภาพที่ 1: มิติของการช่วยเหลือครู

จากภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่ามีมิติของการช่วยเหลือครูให้พัฒนาการจัดการเรียนการสอน อย่างน้อย 4 มิติ คือ

1. การนิเทศ (Supervision) เป็นการดำเนินการโดยผู้มีประสบการณ์ในการใช้กระบวนการ วิธีการต่าง ๆ ในการให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวก กำกับ ดูแล เพื่อครูสามารถพัฒนาความรู้ความสามารถได้ตามเป้าหมายขององค์กร

2. การเป็นพี่เลี้ยง (Mentoring) เป็นวิธีการให้ผู้ที่มิประสบการณ์ให้ความช่วยเหลือผู้ที่มีประสบการณ์น้อยกว่า ให้ได้รับการพัฒนาทั้งเรื่องวิชาชีพและการดำเนินชีวิต ให้พัฒนาไปสู่เป้าหมายที่ใฝ่ฝันไว้ร่วมกัน

3. การอบรม (Training) เป็นวิธีการให้ความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติงาน โดยมีหลักสูตรและวิธีการในการดำเนินการเฉพาะให้ได้ผลตามมาตรฐานที่วางไว้

4. การชี้แนะ (Coaching) เป็นวิธีการหนึ่งในการพัฒนาสมรรถภาพการทำงานของครู โดยเน้นไปที่การทำงานให้ได้ตามเป้าหมายของงานนั้น หรือ การช่วยให้สามารถนำความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่ได้รับการอบรมมาไปสู่การปฏิบัติได้

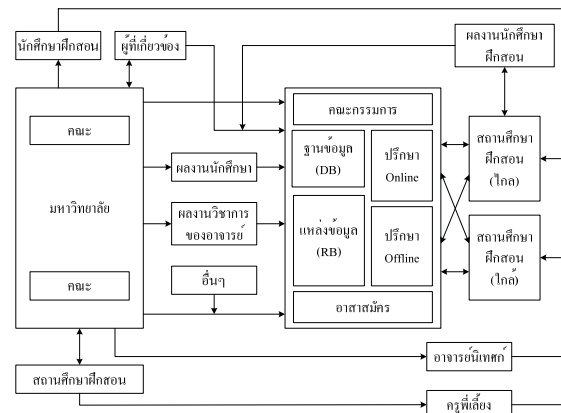
ชาตรี ฝ่ายคำตา และวรรณทิพา รอดแรงคำ [8] ได้ทำการวิจัยเรื่องปัญหาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพของนักศึกษาโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) พบว่า นักศึกษามีปัญหาด้านการเตรียมการสอนในเรื่อง การกำหนดกิจกรรมให้เหมาะสมกับเนื้อหา การเลือกใช้สื่อการสอน แหล่งวิทยาการสำหรับค้นคว้าเตรียมการสอน ปัญหาด้านสื่อการสอน ในเรื่อง การผลิตสื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน ปัญหาด้านการสอน ในเรื่อง การควบคุมชั้นเรียนให้อยู่ในระเบียบขณะสอน การเลือกเทคนิควิธีสอนให้เหมาะสมกับเรื่องที่สอน ปัญหาด้านตัวนิสิตนักศึกษาในเรื่อง ขาดความมั่นใจในเนื้อหาที่สอน ขาดความมั่นใจในตนเองขณะทำการสอน

ซึ่งจากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า การสร้างครูที่มีคุณภาพต้องอาศัยการจัดประสบการณ์วิชาชีพที่ไม่จำกัดเฉพาะการสอนแต่จะครอบคลุมประสบการณ์ทั้งหมดที่จะเสริมสร้างความรู้และประสบการณ์ได้ เป็นภาระหน้าที่ที่สถานศึกษาผลิตครูจะต้องจัดให้ อย่่างไรก็ตามความแตกต่างของนักศึกษา สถานที่ที่นักศึกษาไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู สิ่งแวดล้อมต่าง ๆ รวมถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นในการเตรียมการสอน ก่อให้เกิดข้อจำกัดและปัญหา ควรที่จะได้รับการพัฒนาอีกส่วนหนึ่ง

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ระบบให้คำปรึกษาและแนะนำนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามขั้นตอน เริ่มต้นด้วยการพัฒนารูปแบบและเครื่องมือวิจัยโดยปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและผู้รับผิดชอบการจัดประสบการณ์วิชาชีพครู จากนั้นจึงดำเนินการนำเสนอรูปแบบและเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เกี่ยวข้อง ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ซึ่งมีรายละเอียดในขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

4.1 การพัฒนารูปแบบระบบให้คำปรึกษาและแนะนำนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ทำโดยศึกษาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูจากการดำเนินงานในอดีตและปัจจุบันของสถาบันการผลิตครูต่าง ๆ ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการดำเนินงาน (ดังภาพที่ 2) และเครื่องมือวิจัย



ภาพที่ 2 : รูปแบบระบบให้คำปรึกษาและแนะนำนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

รูปแบบระบบการให้คำปรึกษาและแนะนำนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ประกอบด้วย คณะกรรมการชุดหนึ่ง ในระดับคณะซึ่งเป็นกลไกหลักในการอำนวยความสะดวก ทำหน้าที่กำหนดแผนงาน วิธีการ

อำนวยความสะดวกและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในการดำเนินงาน

การดำเนินงานเป็นภาระหน้าที่ของบุคลากรที่แต่งตั้ง และ อาสาสมัครที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนด จัดการฐานข้อมูล (DB) วัสดุการเรียนการสอน (RS) และระบบการให้คำแนะนำปรึกษา โดยการรวบรวมผลงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากผลงานนักศึกษา ผลงานวิจัยของอาจารย์ รวมถึงผลงานอื่น ๆ จากคณะ ส่วนงานอื่น ๆ ทั้งภายในและภายนอก

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ณ สถานศึกษาที่อยู่ใกล้และไกลจากมหาวิทยาลัย มีความประสงค์จะติดต่อสอบถามหรือค้นคว้าหาข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการเพื่อเตรียมการสอน ขอคำปรึกษาในเรื่องราวต่าง ๆ เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน สามารถติดต่อกับส่วนงานตามรูปแบบได้ ทั้งในระบบ Online และ Offline ได้ตลอดเวลาในช่องทางใดช่องทางหนึ่ง โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายแต่อย่างใด

หลังจากที่ได้สร้างคู่มือรูปแบบเรียบร้อยแล้ว ได้จัดสร้างเครื่องมือวิจัย ซึ่งเป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ [9] เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เกี่ยวข้องต่อไป

4.2 การนำเสนอรูปแบบและเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบการดำเนินงานในที่ประชุม ตอบข้อซักถามต่าง ๆ และเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เกี่ยวข้องในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ประกอบด้วย

4.2.1 นักศึกษา ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต หลักสูตร 5 ปี ชั้นปีที่ 4 จำนวน 66 คน

4.2.2 อาจารย์นิเทศก์ สังกัดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 5 คน

4.2.3 ครูพี่เลี้ยง ประจำวิทยาลัยเทคนิค สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 8 คน

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

เมื่อได้เก็บรวบรวมแบบสอบถามครบถ้วนแล้วได้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนนำไปวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยแบ่งเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มนักศึกษาที่มีประสบการณ์ในการฝึกสอน และกลุ่มอาจารย์นิเทศก์และครู พี่เลี้ยง

5. ผลการดำเนินการวิจัย

5.1 ความคิดเห็นของกลุ่มนักศึกษา

ตารางที่ 1: ความคิดเห็นของนักศึกษาต่อรูปแบบระบบให้คำปรึกษา/แนะนำ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

ข้อที่	รายการ	\bar{X}	SD
1	ผู้ที่ให้คำปรึกษาแนะนำมีความเหมาะสม	4.06	0.78
2	รูปแบบการให้คำปรึกษามีความเหมาะสม	4.08	0.73
3	รูปแบบแหล่งบริการข้อมูลมีความเหมาะสม	3.94	0.68
4	รูปแบบระบบฐานข้อมูลมีความเหมาะสม	4.02	0.67
5	การคัดเลือกผลงานของนักศึกษาเหมาะสม	3.76	0.88
6	การกำหนดคณะกรรมการมีความเหมาะสม	3.76	0.79
7	รูปแบบระบบภาพรวม มีความเหมาะสม	3.89	0.79
ค่าเฉลี่ย		3.93	0.76

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่านักศึกษาเห็นด้วยต่อรูปแบบระบบให้คำปรึกษาและแนะนำ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ในระดับมากทุกรายการ (\bar{X} = 3.76-4.08) และในภาพรวมเฉลี่ยในระดับมาก (\bar{X} = 3.93) เช่นกัน จึงอาจกล่าว ได้ว่านักศึกษาเห็นว่า

รูปแบบดังกล่าวมีประโยชน์ต่อการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

5.2 ความคิดเห็นของอาจารย์นิเทศก์และครูพี่เลี้ยง

ตารางที่ 2: ความคิดเห็นของอาจารย์นิเทศก์และครูพี่เลี้ยงต่อรูปแบบระบบให้คำปรึกษาและแนะนำนักศึกษา ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

ข้อที่	รายการ	\bar{X}	SD
1	ผู้ที่ให้คำปรึกษาแนะนำมีความเหมาะสม	4.46	0.52
2	รูปแบบการให้คำปรึกษามีความเหมาะสม	4.46	0.52
3	รูปแบบแหล่งบริการข้อมูลมีความเหมาะสม	4.39	0.51
4	รูปแบบระบบฐานข้อมูลมีความเหมาะสม	4.23	0.44
5	การคัดเลือกผลงานของนักศึกษาเหมาะสม	4.00	0.71
6	การกำหนดคณะกรรมการมีความเหมาะสม	4.46	0.52
7	รูปแบบระบบภาพรวม มีความเหมาะสม	4.46	0.52
ค่าเฉลี่ย		4.35	0.53

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าอาจารย์นิเทศก์และครูพี่เลี้ยงเห็นด้วยต่อรูปแบบระบบให้คำปรึกษาและแนะนำ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ระดับมาก ทุกรายการ ($\bar{X} = 4.00-4.46$) และในภาพรวมเฉลี่ยในระดับมาก ($\bar{X} = 4.35$) เช่นกัน จึงอาจกล่าวได้ว่าอาจารย์นิเทศก์และครูพี่เลี้ยงเห็นว่ารูปแบบดังกล่าวมีประโยชน์ต่อการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

5.3 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับรูปแบบระบบให้คำปรึกษาและแนะนำ

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู มีดังนี้ คือนักศึกษาจะต้องมีความรู้ความสามารถในการใช้งาน IT โดยไม่มีข้อจำกัด ครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ ควรมีการติดต่อสื่อสารระหว่างกันเพื่อช่วยกันพัฒนานักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน

ในด้านความคาดหวังต่อรูปแบบ ผู้เกี่ยวข้องเห็นว่า เป็นรูปแบบที่ดี เนื่องจากสามารถทราบสถานการณ์ของนักศึกษาที่ออกฝึกประสบการณ์ตลอดเวลาและต่อเนื่อง ทำให้การให้คำปรึกษาแนะนำช่วยเหลือได้ทันที นักศึกษามีช่องทางในการขอคำปรึกษาเพื่อการฝึกสอนมากขึ้น รวมทั้งมีแหล่งค้นคว้าข้อมูลเสริมเพื่อนำไปใช้พัฒนาประสบการณ์การสอนได้หลากหลายขึ้น ทำให้นักศึกษาฝึกสอนมีความมั่นใจในการสอน สามารถนำคำแนะนำมาประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์จริง หรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงานได้ ข้อมูลข่าวสารต้องเป็นปัจจุบันและมีความเคลื่อนไหวในระบบฐานข้อมูลตลอดเวลา

ส่วนในด้านอื่นๆ ผู้เกี่ยวข้องได้ให้เสนอแนะให้นักเรียน นักศึกษา และผู้เกี่ยวข้องเข้ามามีส่วนร่วมในระบบ เพื่อจะได้นำผลป้อนกลับมาเป็นประโยชน์ในโอกาสต่อไป

6. บทสรุป

จากผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ต่อรูปแบบระบบให้คำปรึกษาและแนะนำ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ผลการวิจัยพบว่า ผู้เกี่ยวข้องในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ไม่ว่าจะเป็นตัวนักศึกษา อาจารย์นิเทศ หรือครูพี่เลี้ยง ต่างเห็นด้วยต่อรูปแบบในระดับมาก จึงอาจสรุปได้ว่ารูปแบบระบบให้คำปรึกษาและแนะนำ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูที่สร้างขึ้นนี้ มีความเป็นไปได้อย่างมากที่จะดำเนินงานเพื่อพัฒนาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูให้บรรลุผล สร้างครูที่มีคุณภาพตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรต่อไป

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] วรณทิพา และ ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานนท์, “ปัญหาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์

- คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์” วารสาร
เกษตรศาสตร์ (สังคม) ฉบับที่ 23, หน้า 104-117, 2545.
- [2] สิริพร อังโสภา และ รุ่งอรุณ ศรีปาน, “การพัฒนารูปแบบ
การนิเทศของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู”,
กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,
2551.
- [3] สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา, “คู่มือการดำเนินงานรับรอง
ปริญญาและประกาศนียบัตรทางการศึกษาเพื่อการ
ประกอบวิชาชีพ”, กรุงเทพมหานคร : สำนักงานเลขาธิการ
คุรุสภา, 2549.
- [4] สิริพร อังโสภา, “การศึกษาค้นคว้าในด้านการพัฒนาและ
ความต้องการคำปรึกษา/แนะนำ ของการฝึกประสบการณ์
วิชาชีพครู”, กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระ
นครเหนือ, 2552.
- [5] สุทธิดา จันทรหมื่น, “ตั้งศูนย์ให้คำปรึกษาครู”, หนังสือพิมพ์
ข่าวสด, หน้า 26, 2550.
- [6] กรมการฝึกหัดครู, “คู่มือการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเต็ม
เวลา”, กรุงเทพมหานคร : กรุงเทพมหานคร, 2531.
- [7] เฉลิมชัย พันธุ์เลิศ, “การชี้นำ (coaching) : ยุทธวิธีสำคัญใน
การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของครู”, บทความ
วิชาการ อ้างอิงจาก
<http://www.nsdv.go.th/innovation/coaching.htm>.
- [8] ชาตรี ฝ้ายคำตา และ วรณทิพา รอดแรงคำ, “ปัญหาการฝึก
ประสบการณ์วิชาชีพของนิสิตโครงการส่งเสริมการผลิต
ครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และ
คณิตศาสตร์(สควค.)”, วารสาร
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ฉบับที่ 11, หน้า 151-163,
2548.
- [9] ชุศรี วงศ์ตันนะ, “เทคนิคการเขียนเค้าโครงการวิจัย”,
นนทบุรี : บริษัทไทนรมิตกิจอินเตอร์ โปรดักส์ จำกัด,
2549.

การปรับปรุงและพัฒนาเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก

Improvement and Development of the Cleaning machine

for Ceramic Product's Base

สิทธิชัย วงศ์หน่อ¹ และ นฤเบศร์ หนูใสเพ็ชร²

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนอร์ท – เชียงใหม่

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงและพัฒนาเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก พร้อมประเมินประสิทธิภาพและคุณภาพของเครื่องที่สามารถเพิ่มความเร็วในการทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์ เพื่อนำไปช่วยในการแก้ปัญหาในขั้นตอนการทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก ตามกระบวนการของการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก ก่อนเข้าเตาเผาที่เคยทำให้เกิดความล่าช้าและขาดประสิทธิภาพในการทำงาน ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และมีอัตราการทำความสะอาดต่อชั่วโมงสูง ในการเปรียบเทียบเวลาของการทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก ระหว่างการใช้เครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกที่พัฒนาแล้วกับการใช้แรงงานคน โดยการทดสอบกับผลิตภัณฑ์เซรามิกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 กลุ่มคือ ถ้วยขนาด 5.5 นิ้ว แก้วน้ำขนาด 10 ออนซ์ และจานขนาด 8 นิ้ว ซึ่งทำการทดสอบในช่วงเวลาที่ต่างกันคือ 5, 10 และ 15 นาที ตามลำดับ ปรากฏว่าถ้าใช้เครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกที่พัฒนาแล้วใช้เวลาเฉลี่ย 1 นาทีที่สามารถทำความสะอาดผลิตภัณฑ์เซรามิกที่เป็นถ้วยตราไก่ ขนาด 5.5 นิ้ว ได้ 9 ใบ แก้วน้ำขนาด 10 ออนซ์ ได้ 10 ใบ และจาน ขนาด 8 นิ้ว ได้ 23 ใบ ส่วนการใช้แรงงานคนใช้เวลาเฉลี่ย 1 นาทีที่สามารถทำความสะอาดผลิตภัณฑ์เซรามิกที่เป็นขนมตราไก่ ขนาด 5.5 นิ้ว ได้ 3 ใบ แก้วน้ำขนาด 10 ออนซ์ ได้ 7 ใบ และจาน ขนาด 8 นิ้ว ได้ 17 ใบ และจากการประเมินคุณภาพเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกโดยผู้เชี่ยวชาญและพนักงานที่มีประสบการณ์ในการทำทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก พบว่ามีค่า IOC เท่ากับ 0.89 ซึ่งสูงกว่าค่า IOC ที่กำหนดไว้ตามสมมติฐาน คือ 0.5 แสดงว่าเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก มีคุณภาพและได้มาตรฐานการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ดี และเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมเซรามิก

คำสำคัญ: เครื่องทำความสะอาด ฐาน ผลิตภัณฑ์เซรามิก

Abstract

The research is an experimental research. The objective is to improvement and development of the Cleaning machine for Ceramic Product's Base and also evaluate the efficiency and the quality of the machine in accelerating the speed of machine in cleaning the product's base. This application will save much more time in cleaning process than do it manually before putting them into kiln. In addition, this machine would also provide more effective and productive. For comparing between this cleaning machine and labor cleaning by testing with 3 groups of ceramic product sample which were 5.5 inches "Chicken brand" cup, 10 oz. glass and 8 inches dish. We applied them in different time range. Some are 5, 10 and 15 minutes tests respectively, it was found that average time per 1 minutes of cleaning by the machine in cleaning the product's base was could clean 9 pieces of 5.5 inches "Chicken brand" cup, 10 pieces of 10 ounces glass and 23 pieces 8 inches dish. whereas 3 pieces of 5.5 inches "Chicken brand" cup, 7 pieces of 10 ounces glass and 17 pieces 8 inches dish per 1 minutes by labor cleaning. The evaluation of this cleaning machine by an expert person and the labor who have an experience in growing cleaning process found that IOC was 0.89, It is higher than the hypothesis record. ($IOC \geq 0.5$) When analyze each section. which meant that this cleaning machine has a great quality and the obtain for standard cleaning ceramic product's base and can be useful for Ceramic Industry.

Keywords: Cleaning machine, Base, Ceramic Product's

1. บทนำ

ปัจจุบันการผลิตอุตสาหกรรมเซรามิกของประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการผลิต เพื่อการส่งออกความต้องการผลิตภัณฑ์เซรามิกของตลาดสูงทำให้มีความจำเป็นต้องเพิ่มกำลังการผลิตภายในระยะเวลาจำกัด แรงงานคนก็มีจำนวนจำกัด ส่งผลให้ค่าแรงงานสูง ต้นทุนการผลิตสูง ชิ้นงานที่ผลิตได้เสียเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้โรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกส่งมอบงานให้ลูกค้าล่าช้าได้กำไรน้อยและเสียโอกาสในการขยายตลาด สำหรับกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกในขั้นตอนที่ 8 คือการทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกก่อนนำเข้าเตาเผา

นับว่าเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญมากและต้อง เช็ดทำความสะอาดอย่างดีในขั้นตอนนี้หากฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกไม่สะอาดจะส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์เซรามิกถูกเผาติดกับแผ่นรองเผา ผลิตภัณฑ์จะเสียหายพร้อมกับแผ่นรองเผา ซึ่งแผ่นรองเผามีราคาแพงมาก ดังนั้นจากสภาพข้างต้นจึงเป็นปัญหาของโรงงานทั่วไปของอุตสาหกรรมเซรามิกในพื้นที่จังหวัดลำปาง ที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขโดยด่วน ก่อนที่โรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกในพื้นที่จังหวัดลำปางจะขาดความน่าเชื่อถือจากลูกค้าทั้งในและต่างประเทศ เสียโอกาสในการขยายตลาดการค้า จึงต้องแก้ไขปัญหานี้ในขั้นตอนการทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกก่อน

นำเข้าเตาเผาที่เคลือบซ้ำขาดประสิทธิภาพ ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีอัตราการเชื่อมต่อผลิตภัณฑ์เซรามิกต่อชั่วโมงสูง มีคุณภาพดี และสามารถลดต้นทุนการผลิตได้



ภาพที่ 1: การเชื่อมต่อเซรามิกด้วยมือ

2. วัตถุประสงค์ในการวิจัย

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือปรับปรุงและพัฒนาเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกเพื่อประเมินหาประสิทธิภาพเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกที่สามารถเพิ่มความเร็วในการเชื่อมต่อความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับงานวิจัย

การผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาขั้นตอนในกระบวนการในการผลิตของผลิตภัณฑ์เซรามิกซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 11 ขั้นตอนดังนี้ (1) การจัดเตรียมวัตถุดิบ (2) การจัดเตรียมดิน (3) การเตรียมแม่พิมพ์ (4) การขึ้นรูป (5) การอบในเตาเผาครั้งที่ 1 (6) การเขียนลายผลิตภัณฑ์ (7) การชุบเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ (8) การทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์ (9) การอบเผาครั้งที่ 2 (10) การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ (11) การบรรจุกล่อง ซึ่งจะเห็นว่าในขั้นตอนที่ 8 เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเพราะหากในขั้นตอนนี้มีความ

สะอาดไม่เพียงพอจะทำให้ฐานผลิตภัณฑ์ติดแน่นกับแผ่นรองเตา เกิดความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์และแผ่นรองเผา ดังนั้นในการออกแบบจึงมุ่งสร้างเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกที่สามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกและปลอดภัยต่อการทำงาน โดยการออกแบบชุดทดสอบนี้ต้องพิจารณาคุณสมบัติของฟองน้ำที่นำมาเชื่อมต่อฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ต้องทนต่อสารเคมีที่นำมาเคลือบผลิตภัณฑ์ ความเร็วรอบที่เหมาะสม จึงจะสามารถออกแบบชุดทดสอบที่มีประสิทธิภาพได้ เครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ได้มีขั้นตอนในการออกแบบ ดังภาพที่ 2

และมีส่วนประกอบหลักคือ แผ่นฟองน้ำที่ทนต่อสารเคมีที่ยึดติดกับสายพานยาง แผ่นหินขัด โครงเหล็กตัวเครื่อง โดยมีชุดต้นกำลังคือมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ใช้ไฟ 220 โวลต์ ดังภาพที่ 3

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

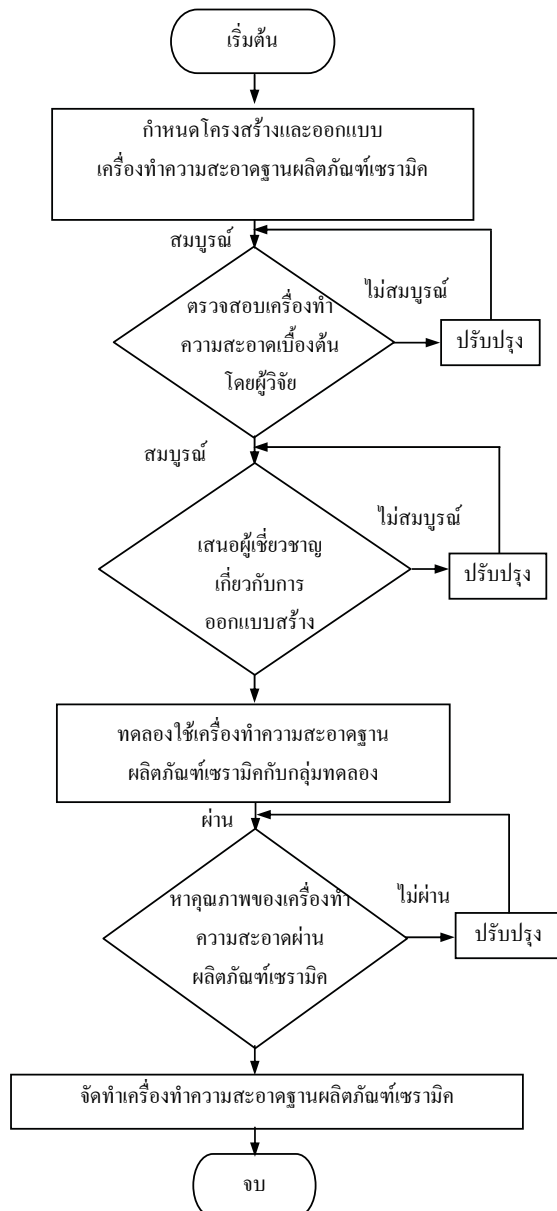
1. ใช้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในด้านการออกแบบเครื่องจักรกลจากสถานศึกษาในจังหวัดเชียงใหม่ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน จำนวน 5 คน ที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 5 ปี
2. กลุ่มตัวอย่างคือผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้ปฏิบัติงานในการทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกในโรงงานมีลายเซรามิก จำนวน 7 คน ที่มีประสบการณ์ในการทำงานไม่น้อยกว่า 5 ปี

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยจำนวน 2 ชุด ดังนี้

1. วิธีการสร้างเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์

เซรามิกผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้าง ตามแผนภูมิ
ดังต่อไปนี้

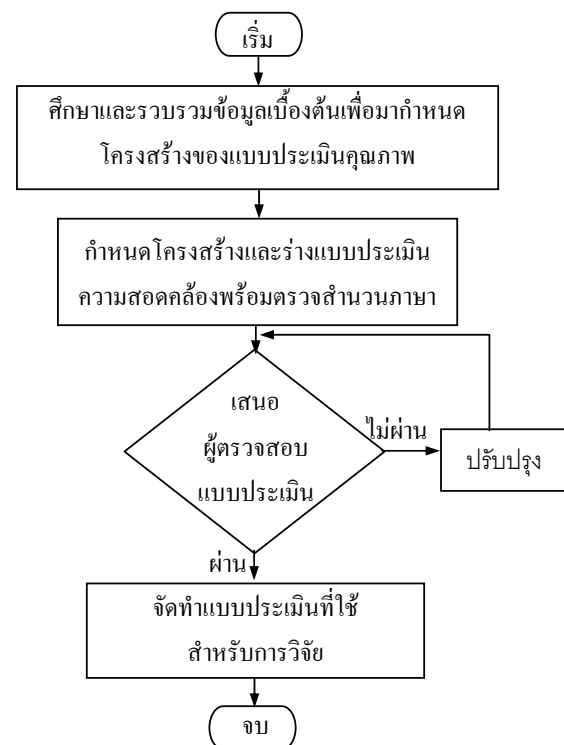


ภาพที่ 2 ลำดับขั้นตอนในการสร้างเครื่อง
ทำความร้อน ฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก



ภาพที่ 3 เครื่องทำความร้อนฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก

2. ใช้แบบประเมินความสอดคล้องของเครื่องทำ
ความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกประเมินโดย
ผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้าง ตามแผนภูมิ
ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4 ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินความ
สอดคล้อง

3.4 การทดสอบและเก็บข้อมูล

ในการทดสอบเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกในครั้งนี้มีปัจจัยในการศึกษาคือชิ้นงานเซรามิกที่ผ่านการวัดค่าความหนาแน่นที่บริเวณชิ้นงาน และต้องทำการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 °C โดยชิ้นงานตัวอย่างที่นำมาทดสอบคือถ้วยตราไก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 นิ้ว แก้วน้ำ ขนาด 10 ออนซ์ และจาน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว ในการทดสอบได้จัดการทดสอบโดยทำการทดสอบในช่วงเวลาที่ต่างกันคือ 5 นาที 10 นาที และ 15 นาที ของแต่ละชิ้นงานตัวอย่าง ค่าที่วัดผลในการทดสอบประกอบด้วย กราฟการเปรียบเทียบระหว่างการทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกโดยใช้เครื่องกับแรงงานคน และกราฟคุณภาพของการใช้เครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณภาพของเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกทำโดยการนำข้อมูลจากแบบประเมิน ที่ได้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์ข้อมูลและ นำเสนอค่าสถิติต่างๆ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก บันทึกผลการพิจารณาลงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 กลุ่ม แล้วหาคะแนนผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญของแต่ละกลุ่ม เป็นรายหัวข้อการประเมิน จากนั้นนำผลที่ได้ไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องแล้วนำค่าที่ได้ไปแปลผลโดยเทียบกับ "เกณฑ์การหาดัชนีความสอดคล้องในหัวข้อประเมินของผู้เชี่ยวชาญ" คำนวณได้จากสูตร ดังนี้ (พิชิต 2544 :154)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (1)$$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องในหัวข้อประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

แปลความหมายดัชนีความสอดคล้องระหว่างเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก กับจุดประเมิน โดยกำหนดคะแนนความคิดเห็นไว้ ดังนี้

ระดับความคิดเห็น +1 หมายถึง แน่ใจว่าจุดประเมินไปตามเงื่อนไข

ระดับความคิดเห็น 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าจุดประเมินนั้นเป็นไปตามเงื่อนไข

ระดับความคิดเห็น - 1 หมายถึง แน่ใจว่าจุดประเมินนั้นไม่เป็นไปตามเงื่อนไข

ส่วนในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกโดยการใช้สถิติร้อยละ

1. ประเมินผลจากคะแนนรวม
2. เปรียบเทียบกับเกณฑ์เป็นร้อยละ

$$P = \left(\frac{F}{N} \right) \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ P คือ ค่าร้อยละ

F คือ ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N คือ จำนวนความถี่ทั้งหมด

การแปลผลคิดเป็นร้อยละ ดังต่อไปนี้

98 % - 100 % หมายถึง ดีมาก

90 % - 97 % หมายถึง ดี

ต่ำกว่า 90 % หมายถึง ควรปรับปรุง

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

การวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก เพื่อช่วยเหลืออุตสาหกรรมเซรามิกในเรื่องของการลดขั้นตอนการทำความสะอาดของฐานผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำให้ลดเวลาของ

ขบวนการผลิตเซรามิกจนสามารถเพิ่มอัตราการผลิตได้ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทดลองโดยใช้ผลิตภัณฑ์เซรามิกจากห้างหุ้นส่วนจำกัดมีลาภเซรามิก อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง แล้วนำเครื่องดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญและพนักงานที่ทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกในพื้นที่ประเมินคุณภาพเครื่อง ซึ่งผลการดำเนินงานมีดังนี้

4.1 ผลการบันทึกเวลาและเปรียบเทียบ

ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกเวลาการทำงานของเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก โดยการทดสอบกับผลิตภัณฑ์เซรามิกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 กลุ่มคือ ถ้วยตราไก่ขนาด 5 นิ้ว แก้วน้ำขนาด 10 ออนซ์ และจานขนาด 8 นิ้วในช่วงเวลาที่ต่างกันคือ 5 นาที 10 นาที และ 15 นาที ได้ปริมาณผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกแล้ว และมีผลการบันทึกทดสอบดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการบันทึกเวลาระหว่างเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกกับการใช้แรงงานคนในการทำความสะอาดด้วยตราไก่ ขนาด 5.5 นิ้ว เฉลี่ย 5 ครั้ง

ช่วงเวลา (นาที)	ผลการบันทึก		เครื่องทำความสะอาด ได้ปริมาณ ผลิตภัณฑ์ มากกว่า
	ใช้ แรงงาน คน (ใบ)	ใช้เครื่อง ทำความสะอาด (ใบ)	
5 นาที	15 ใบ	35 ใบ	20 ใบ
10 นาที	28 ใบ	64 ใบ	36 ใบ
15 นาที	46 ใบ	87 ใบ	41 ใบ
เฉลี่ย 1 นาที	3 ใบ	9 ใบ	6 ใบ

ตารางที่ 2 ผลการบันทึกเวลาระหว่างเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกกับการใช้แรงงานคนในการทำความสะอาดแก้วน้ำ ขนาด 10 ออนซ์ เฉลี่ย 5 ครั้ง

ช่วงเวลา (นาที)	ผลการบันทึก		เครื่องทำความสะอาด ได้ปริมาณ ผลิตภัณฑ์ มากกว่า
	ใช้ แรงงาน คน (ใบ)	ใช้เครื่อง ทำความสะอาด (ใบ)	
5 นาที	24 ใบ	30 ใบ	14 ใบ
10 นาที	40 ใบ	65 ใบ	25 ใบ
15 นาที	76 ใบ	95 ใบ	15 ใบ
เฉลี่ย 1 นาที	7 ใบ	10 ใบ	3 ใบ

ตารางที่ 3 ผลการบันทึกเวลาระหว่างเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกกับการใช้แรงงานคนในการทำความสะอาดจาน ขนาด 8 นิ้ว เฉลี่ย 5 ครั้ง

ช่วงเวลา (นาที)	ผลการบันทึก		เครื่องทำความสะอาด ได้ปริมาณ ผลิตภัณฑ์ มากกว่า
	ใช้ แรงงาน คน (ใบ)	ใช้เครื่อง ทำความสะอาด (ใบ)	
5 นาที	56 ใบ	87 ใบ	31 ใบ
10 นาที	113 ใบ	148 ใบ	35 ใบ
15 นาที	169 ใบ	227 ใบ	58 ใบ
เฉลี่ย 1 นาที	17 ใบ	23 ใบ	6 ใบ

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณภาพ

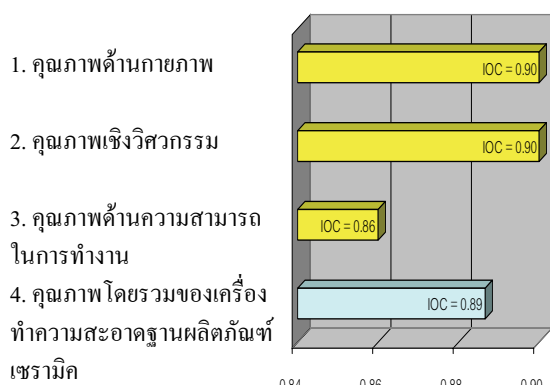
ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากแบบประเมินที่ได้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องจักรกลและพนักงานที่ทำงานเกี่ยวกับการทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก มาวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอค่าสถิติต่าง ๆ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องเกี่ยวกับ

คุณภาพเครื่องทำ ความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก
ซึ่งผลการประเมินสามารถสรุปได้ดังนี้

ข้อมูลการประเมินคุณภาพเครื่องทำความสะอาด
ฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญด้าน
เครื่องจักรกลและพนักงานในโรงงาน

ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องจักรกล 5 คน

พนักงานในโรงงานมีลาภเซรามิก 10 คน



ภาพที่ 5 ค่า IOC ระดับความคิดเห็นเฉลี่ยของ
ผู้เชี่ยวชาญ

จากผลการประเมินความคิดเห็นโดยผู้เชี่ยวชาญและ
พนักงานในโรงงานมีลาภเซรามิกจำนวน 15 คน ต่อ
เครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก ปรากฏว่า
ดัชนีความสอดคล้องระหว่างหัวข้อการประเมินกับ
วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คุณภาพด้านกายภาพ มีค่าเท่ากับ
0.90 คุณภาพด้านเชิงวิศวกรรมมีค่าเท่ากับ 0.90 และ
คุณภาพด้านความสามารถในการทำงานมีค่าเท่ากับ
0.86 ซึ่งสรุปคุณภาพโดยรวมของเครื่องทำความสะอาด
ฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก อยู่ในเกณฑ์ดี ($IOC \geq 0.5$) มีค่า $IOC = 0.89$

5. สรุป

การศึกษาวิจัย เรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่อง
ทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก ซึ่งเป็นการ
ปรับปรุงและพัฒนาจากเครื่องต้นแบบเพื่อนำไปช่วยใน
การแก้ปัญหาในขั้นตอนการเชื่อมฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก
ตามกระบวนการของการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก ก่อน
เข้าเตาเผาที่เคยทำให้เกิดความล่าช้าและขาด
ประสิทธิภาพในการทำงาน ให้สามารถทำงานได้อย่าง
มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และมีอัตราการเชื่อมฐาน
ผลิตภัณฑ์ต่อชั่วโมงสูง ผลการเปรียบเทียบเวลา
ระหว่างการใช้เครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์
เซรามิก ปรากฏว่าถ้าใช้เครื่องทำความสะอาดฐาน
ผลิตภัณฑ์เซรามิกที่พัฒนาแล้วใช้เวลาเฉลี่ย 1 นาที
สามารถทำความสะอาดผลิตภัณฑ์เซรามิกที่เป็นขาม
ตราไก่ ขนาด 5.5 นิ้ว ได้ 9 ใบ แก้วน้ำขนาด 10 ออนซ์
ได้ 10 ใบ และจาน ขนาด 8 นิ้ว ได้ 23 ใบ ส่วนการใช้
แรงงานคนใช้เวลาเฉลี่ย 1 นาทีสามารถทำความสะอาด
ผลิตภัณฑ์เซรามิกที่เป็นขามตราไก่ ขนาด 5.5 นิ้ว ได้ 3
ใบ แก้วน้ำขนาด 10 ออนซ์ ได้ 7 ใบ และจาน ขนาด 8
นิ้ว ได้ 17 ใบ สรุปได้ว่าเครื่องทำความสะอาดฐาน
ผลิตภัณฑ์เซรามิกที่พัฒนาแล้วสามารถทำความสะอาด
ฐานผลิตภัณฑ์ที่นำมาเป็นตัวอย่างในการศึกษาได้เร็ว
กว่าใช้แรงงาน คนเฉลี่ยแล้วจำนวน 5 ใบต่อ 1 นาที
โดยผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ได้มีลักษณะไม่แตกต่างกัน
และจากการประเมินคุณภาพเครื่องทำความสะอาดฐาน
ผลิตภัณฑ์เซรามิก โดยผู้เชี่ยวชาญและพนักงานที่มี
ประสบการณ์ในการทำทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์
เซรามิก พบว่ามีค่า IOC เท่ากับ 0.89 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่
กำหนดไว้ แสดงว่าเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์
เซรามิก มีขนาดที่เหมาะสม มีคุณภาพและได้มาตรฐาน
การเชื่อมฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ดี ประหยัดแรงงาน

และลดต้นทุนในการผลิต และเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมเซรามิกมาก

ส่วนประสิทธิภาพของเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก ผู้วิจัยได้ทำการใช้งานและตรวจสอบเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกที่สร้างขึ้น โดยการใช้ผู้วิจัยสุ่มเอาผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำความสะอาดที่ดีจำนวน 100 ชิ้น มาทำการวิเคราะห์ตรวจสอบความเรียบของฐานผลิตภัณฑ์ พร้อมทั้งเสนอแบบบันทึกผลการทดลองที่ได้ทำการทดลองมาจำนวน 10 ครั้ง ให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินสรุปผลในด้านการใช้งานเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกที่สร้างขึ้นได้ค่าที่ถูกต้อง 94 % แสดงว่าเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิกมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมติฐาน

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงการอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2551 ที่สนับสนุนทุนวิจัยเพื่อจัดโครงการนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] พิชิต ฤทธิ์เจริญ. “หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา” คณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ, 2544
- [2] ณรงค์ ขอนตะวัน. “มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ” พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : เอราวันการพิมพ์, 2531
- [3] วรวิทย์ อึ้งภากรณ์, ชาญ ถนังงาน. “การออกแบบเครื่องจักรกล 1” กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2537
- [4] วรวิทย์ อึ้งภากรณ์, ชาญ ถนังงาน. “การออกแบบเครื่องจักรกล 2” กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2537

[5] นุศักดิ์ ฉั่นไพศาล. “งานซ่อมและบำรุงรักษาอุปกรณ์ส่งกำลังในงานเครื่องจักรกล” กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2543

[6] สมพงษ์ บุญธรรมจินดา “หลักการปฏิบัติงานและซ่อมบำรุงรักษามอเตอร์ไฟฟ้า” กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2538

[7] สามารถ พูพวง “การสร้างเครื่องเซตฐานผลิตภัณฑ์เซรามิก” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ, 2549

การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวัดกำลังม้าเบรกเครื่องยนต์

The construction and Efficient Evaluation of Brake Horse Power Measurement for Engine

ณรงค์ ศิริตระกูล

ภาควิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา มหาวิทยาลัยนครราชสีมาชนครินทร์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวัดกำลังม้าเบรกเครื่องยนต์ และนำไปใช้เป็นชุดทดลองของ วิชางานเครื่องกล สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา ขอบเขตการวิจัยจะทำการเบรกเครื่องยนต์เล็กสูบเดียวให้หยุดด้วย ค้อนน้ำหนัก ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ที่มีประสบการณ์ในการสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี ในสาขาวิชาเครื่องกลและอุตสาหกรรม เป็นผู้ประเมินประสิทธิภาพของชุดทดลอง

ผลการประเมินประสิทธิภาพของชุดทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นในด้านคุณสมบัติของชุดทดลอง ด้านการนำไปใช้งานและด้านคุณภาพของชุดทดลองได้ค่าคะแนนเฉลี่ย (\bar{x}) เท่ากับ 4.57 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.37 แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องอยู่ในเกณฑ์เห็นด้วยอย่างยิ่ง แสดงว่าชุดทดลองที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถนำไปใช้ในการสอนนักศึกษาในวิชางานทดลองเครื่องกลได้

1. บทนำ

ในการศึกษาวิชาทางด้านวิศวกรรมนั้นมีเนื้อหาบทเรียนที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ยาก การเรียนแต่ละครั้งผู้เรียนต้องใช้จินตนาการสูง เมื่อเรียนจบลงจึงไม่เข้าใจเนื้อหาเพียงพอที่จะทำแบบฝึกหัดได้จึงต้องเปิดสอนวิชาเกี่ยวกับการทดลองขึ้นเพื่อให้ นักศึกษาได้ฝึกทำการทดลองเพื่อเปลี่ยนเทียบกับทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาในบทเรียนทางวิศวกรรม ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจง่ายขึ้น แต่ปัจจุบันการสร้างห้องปฏิบัติการทดลองมีอุปสรรคอย่างมากเกี่ยวกับอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองเนื่องจากมี ราคาแพงไม่สามารถจัดซื้อให้เพียงพอกับจำนวนนักศึกษาได้

ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้ทำการสอนวิชางานทดลองเครื่องกล รหัสวิชา 3101-2103 สอนนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในเนื้อหา ราย วิชาได้รวมเอารายวิชาทางวิชาวิศวกรรมต่างๆ เช่น ความแข็งแรงของวัสดุ กลศาสตร์ของไหล เทอร์โมไดนามิกส์ และเครื่องยนต์สันดาปภายในมาฝึกทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่าทฤษฎีต่างๆ ที่อ้างอิงในบทเรียนนั้นเป็นไปตามทฤษฎีหรือไม่ และเพื่อให้ นักศึกษาได้ค้นคว้าทดลองสร้าง สิ่งใหม่ ๆ ให้เกิดขึ้น จากการสอนพบว่าเครื่องมืออุปกรณ์ในการปฏิบัติการทดลองยังขาดแคลน อยู่มาก ทำให้การเรียนการสอนไม่ครบตามจุดประสงค์รายวิชาโดยเฉพาะในการทดลองเกี่ยวกับสมรรถนะของเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นจุดประสงค์ข้อหนึ่งของรายวิชางานทดลองเครื่องกล สมรรถนะของเครื่องยนต์ คือ ค่าปริมาณความร้อนที่ได้รับจากการสันดาปกับพลังงานที่ได้นำไปใช้ประโยชน์หรือสมรรถนะเครื่องยนต์ คืออัตราส่วนระหว่างกำลังงานที่ได้กับกำลังงานที่ให้ซึ่งกำลังงานที่ได้คือกำลังม้าเบรค และกำลังงานที่ให้คือกำลังม้าอินดิเคต เมื่อสอน

เกี่ยวกับสมรรถนะของเครื่องยนต์นักศึกษาจะใช้จินตนาการถึงกำลังม้าต่างๆ

จากการที่ผู้วิจัยรับผิดชอบการสอนในรายวิชานี้ ได้เห็นอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองตามสถาบันต่างๆ พบว่า อุปกรณ์บางอย่างสามารถผลิตและสร้างขึ้นเองได้ โดยเสียงบประมาณและค่าใช้จ่ายน้อยมากเมื่อเทียบกับราคาอุปกรณ์ที่ซื้อมาจากบริษัท จึงคิดแก้ปัญหาโดยการสร้างชุดทดลองวัดกำลังม้าเบรคของเครื่องยนต์ขึ้น โดยใช้วัสดุที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป ซึ่งมีต้นทุนต่ำส่งผลให้ประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อ และให้นักศึกษาได้ฝึกทำการทดลองจริงสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย เห็นภาพชัดเจน ส่งผลให้เกิดการพัฒนาทักษะทาง ด้านสมอง การเรียนการสอนครบตามจุดประสงค์ ของรายวิชางานทดลองเครื่องกล ของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงใน พ.ศ. 2546

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อออกแบบและสร้างชุดทดลอง วัดกำลังม้าเบรคของเครื่องยนต์
- 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวัดกำลังม้าเบรคของเครื่องยนต์โดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ
- 3) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวัดกำลังม้าเบรคของเครื่องยนต์โดยใช้เป็นสื่อการสอน มีประสิทธิภาพ 80/80

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาผลงานวิจัยและงานเขียนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดทดลองวัดกำลังม้าเบรคของเครื่องยนต์ ผู้วิจัยแบ่งรายละเอียดเพื่อศึกษางานวิจัยออกเป็นหัวข้อเรื่อง ดังนี้

- หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล

- การวัดกำลังของเครื่องยนต์
- เครื่องมือวัดกำลังของเครื่องยนต์
- ชุดทดลองวัดกำลังม้าเบรกเครื่องยนต์
- ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

เครื่องยนต์ คือ อุปกรณ์หรือเครื่องจักรกลที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกลแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

2.1.1 เครื่องยนต์สันดาปภายนอก (External combustion engines) เชื้อเพลิงเกิดการเผาไหม้นอกกระบอกสูบ เอาความร้อนจากการเผาไหม้นอกไปทำให้เกิดไอน้ำไปดันลูกสูบในกระบอกได้กำลังงานออกมา

2.1.2 เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal combustion engines) เชื้อเพลิงและออกซิเจนจากอากาศเกิดการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบ ได้แก่ เครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์ดีเซล การเผาไหม้ภายในกระบอกสูบเกิดความดันจากการขยายตัวของแก๊สทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่เกิดกำลังงานออกมา

2.2 การวัดกำลังของเครื่องยนต์

กำลังของเครื่องยนต์แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

2.2.1 กำลังม้าอินดิเคต (Indicated Horse Power หรือ IHP) คือ กำลังงานที่เกิดขึ้นภายในกระบอกสูบหรือห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ กำลังม้าอินดิเคตเป็นกำลังม้าที่ไม่หักความเสียดทานและความสูญเสียความร้อน

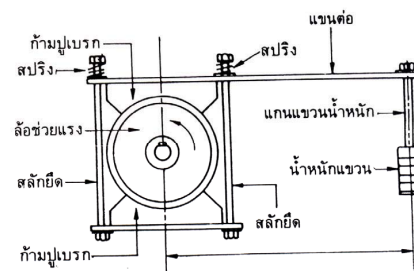
2.2.2 กำลังม้าเสียดทาน (Friction Horse Power หรือ FHP) คือ กำลังที่สูญเสียที่เครื่องยนต์หรือกำลังที่สูญเสียต่อเนื่องจากความเสียดทาน

2.2.3 การวัดกำลังม้าเบรก

การวัดกำลังของเครื่องยนต์มีความสำคัญมาก จึงได้มีการทดลองในห้องปฏิบัติการโดยใช้ไดนาโม

มิเตอร์หาค่ากำลังม้าเบรกนี้ และอาจใช้เครื่องมือทดสอบได้หลายแบบดังนี้

โพรนิเบรก (prony brake) เป็นเครื่องวัดกำลังม้าอย่างง่าย โพรนิเบรกประกอบด้วย ก้ามปูเบรก (brake shoes) ซึ่งทำจากไม้จะทำหน้าที่รัดรอบขอบล้อช่วยแรง โดยยึดไว้ด้วยคานยาวและสามารถปรับให้แน่นด้วยนอตและสปริงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โพรนิเบรก

ทางปลายด้านหนึ่งของคานจะมีแขนและน้ำหนักถ่วงไว้ที่ปลาย สำหรับการคำนวณหาค่าแรงม้าเบรกของเครื่องยนต์ จะนำค่าแรงบิดที่วัดได้ไปใช้

โดยที่ W คือ น้ำหนักที่แขวนไว้ที่ปลายคาน

r คือ ระยะจากศูนย์กลางล้อหมุนถึงน้ำหนักที่แขวน

T คือ แรงบิดที่เครื่องยนต์ส่งได้

ซึ่งจะได้ $T = Wr$

2.2.3.1 การคำนวณหาค่ากำลังม้าเบรก

จากสมการ $Work = F \times r$

งานจากการหมุน 1 รอบของล้อหมุนคือ $2\pi rW$

โดยที่ W คือ น้ำหนักที่ใช้ถ่วงปลายคาน

$2\pi r$ คือ ระยะทางของการหมุน 1 รอบ หรือความยาวของล้อหมุนที่มีรัศมี r

แต่ $T = Wr$

ดังนั้น งาน = $2\pi T$

ถ้าเครื่องยนต์หมุน N rpm

$$\begin{aligned} \text{งานต่อนาที} &= 2\pi TN \\ \text{แต่ค่า 1 hp} &= 4500 \text{ kg.m/min} \\ \text{ดังนั้น BHP} &= \frac{2\pi TN}{4500} \end{aligned}$$

โดยที่ T คือ แรงบิดของเครื่องยนต์
N คือ ความเร็วรอบต่อนาที

2.3 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปราโมทย์ จันทร์เพือก ,(2530) ได้ทำการสร้างชุดสาธิตการทดลองเพื่อหาพลังงานการสูญเสียและการวัดอัตราการไหลของของไหลในท่อ วิชากลศาสตร์ของไหล การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดสาธิตที่สร้างขึ้นได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดสาธิตการทดลองที่สร้างขึ้นเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้คือมีประสิทธิภาพ 87.89 /82.47 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

มนตรี เนียมประเสริฐ และคณะ,(2539) ได้ทำเครื่องมือวัดอัตราการไหลในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างเครื่องมือวัดอัตราการไหลของน้ำประกอบด้วยเครื่องมือวัดคั่นนี้ เวนจูรี (Venturi) โรตารีมิเตอร์ (Rotar Meter) มาตรวัดแบบรูระบาย (orific) อ่างวัดอัตราการไหลจริง(Real bowl flower)เพื่อใช้เป็นเครื่องมือทดลองวัดอัตราการไหลจริงเปรียบเทียบกับอัตราการไหลทางทฤษฎีซึ่งใช้ในห้องทดลองของวิชากลศาสตร์ของไหล โดยจะช่วยให้เราทราบค่า สัมประสิทธิ์อัตราการไหลของเครื่องมือแต่ละแบบในช่วงอัตราการไหล 1,500-2,000 ลิตร/ชั่วโมง ซึ่งจากผลการทดลองทำให้ทราบความแตกต่างของเครื่องมือวัดอัตราการไหลแต่ละแบบในช่วงอัตราการไหลที่กำหนด เพื่อเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้เครื่องมือวัดอัตราการไหลได้ถูกต้องตามอัตราการไหลที่กำหนดด้วยความเหมาะสม

ณรงค์ ฤทธิเดช, (2545) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่อง แรงกระทำและตำแหน่งแรงกระทำบนพื้นผิวเรียบภายใต้ของเหลวที่ระดับต่างๆ ผลการวิจัยปรากฏว่าเป็นไปตามสมมติฐานคือผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกับชุดทดลองที่สร้างขึ้นซึ่งสามารถสรุปได้ว่าด้านการสร้างชุดทดลองผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องอยู่ในระดับเห็นด้วยและเห็นด้วยอย่างยิ่งและในด้านหาประสิทธิภาพชุดทดลองโดยการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองกับผลที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎีผลคือ ประสิทธิภาพอยู่ในระดับ 80.93% ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้

จักรพันธ์ สิงห์สนา,(2547) ได้ทำการสร้างชุดทดลองแรงดลและโมเมนตัมในของเหลว มีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้เป็นชุดทดลองวิชางานทดลองเครื่องกล ขอบเขตของงานวิจัยจะทำการฉีดน้ำจากหัวฉีดไปกระทบแผ่นเพลทในแนวตั้ง โดยใช้หัวฉีด 3 ขนาด แผ่นเพลทที่ใช้ในการทดลองเป็นแบบราบเรียบและแผ่นโค้งที่มีมุม 120 องศา โดยใช้เครื่องชั่งสปริง ในการชั่งน้ำหนัก

ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยมีนัยสำคัญทางสถิติสามารถนำไปใช้สอนนักศึกษาในวิชางานทดลองเครื่องกลได้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดทดลองวัดกำลังม้าแรงกของเครื่องยนต์และหาประสิทธิภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานไว้ว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มีความเห็นสอดคล้องกันในการประเมินคุณภาพของชุดทดลองที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเลือกแบบเจาะจงคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในด้านการสอน อย่างน้อย 5 ปี จำนวน 5 ท่าน ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบเครื่องกล 2 ท่าน ด้านทดลองเครื่องกล 3 ท่าน

2. นักศึกษา ปวส.2 ที่เรียนวิชางาน

ทดลองเครื่องกล จำนวน 10 คน เลือกแบบเจาะจงในจำนวน 23 คน

-การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

1. เชิญผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้เชิญผู้เชี่ยวชาญเป็นการส่วนตัวจำนวน 5 ท่าน และทำการนัดหมาย วันเวลา เพื่อตรวจสอบชุดทดลองที่สร้างขึ้น โดยใช้แบบประเมินความคิดเห็นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. แนะนำวิธีการใช้ชุดทดลองวัดกำลังม้าเบรกของเครื่องยนต์ที่สร้างขึ้น

3. ผู้วิจัยทำการสาธิตการใช้ชุดทดลองวัดกำลังม้าเบรกของเครื่องยนต์ให้ผู้เชี่ยวชาญดู เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตอบแบบสอบถาม

4. ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินผลจากการสาธิตใช้ชุดทดลองของผู้วิจัย

5. เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลต่อไป

- การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

1. เลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยคัดเลือกนักศึกษา ปวส.2 จำนวน 10 คน โดยเลือกแบบเจาะจงเรียนดี 5 คน เรียนปานกลาง 5 คน ในจำนวนทั้งหมด 23 คน

2. แนะนำวิธีการใช้ชุดทดลองและการคำนวณหา กำลังม้า

3. สาธิตการใช้ชุดทดลอง

4. กลุ่มตัวอย่างได้ใช้ชุดทดลอง

5. ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบ

6. เก็บรวบรวมแบบทดสอบเพื่อนำไปวิเคราะห์ผล

- การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอค่าสถิติต่างๆ โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) จุดประเมินที่มีค่าเฉลี่ย 3.51 – 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันในจุดประเมินที่ระบุไว้ (บุญชม, 2543 : 60)

ในการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) สามารถกระทำได้ดังนี้ (บุญชม, 2543 : 102 - 103)

1.วิเคราะห์ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญที่ได้ทำการประเมินชุดทดลองที่สร้างขึ้น แล้วนำคะแนนที่ได้จากใบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร ดังนี้

สูตรการหาค่าเฉลี่ย (Mean)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ \bar{x} = ค่าเฉลี่ยของคะแนนระดับความคิดเห็น

$\sum x$ = ผลรวมคะแนนทั้งหมดของผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.วิเคราะห์ข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญที่ได้ทำการประเมินชุดทดลองที่สร้างขึ้น โดยการวิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นการกระจายของระดับความคิดเห็น โดยใช้สูตร (ผศ. สมนึก, 2541 : 221)

$$SD = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ SD = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

$\sum x$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum x^2$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.3 เกณฑ์การวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญนำมาวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอค่าสถิติต่าง ๆ โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยแบ่งชั้นความคิดเห็นเป็นคะแนนเฉลี่ยที่มีค่าต่ำสุดและสูงสุดออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3.51 – 4.50 หมายถึง เห็นด้วย

2.51 – 3.50 หมายถึง พอใช้

1.51 – 2.50 หมายถึง ไม่แน่ใจ

1.00 – 1.50 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

4. ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดทดลองวัดกำลังม้าเบรกขอรถยนต์และหาคุณภาพของชุดทดลอง โดยผู้เชี่ยวชาญ นำไปแก้ปัญหการขาดแคลนชุดทดลองของรายวิชาการทดลองเครื่องกล ซึ่งผู้วิจัยตั้งสมมติฐานว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มีความเห็นสอดคล้องกันในการประเมินคุณภาพของชุดทดลองที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะดังนี้

5. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านที่ได้ประเมินคุณภาพชุดทดลองวัดกำลังม้าเบรกขอรถยนต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นต่อชุดทดลอง สามารถสรุปผลโดยแบ่งออกเป็น 3 ด้านดังต่อไปนี้

1. ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านสมบัติของชุดทดลองที่สร้างขึ้นทั้ง 4 จุดประเมินผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มีความเห็นสอดคล้องกันในด้านสมบัติของชุดทดลองที่ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) เท่ากับ 4.8 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.36

2. ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการนำไปใช้งานของชุดทดลองที่สร้างขึ้น ทั้ง 3 จุดประเมิน ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มีความเห็นสอดคล้องกัน ในด้านการนำไปใช้งานของชุดทดลองที่ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) เท่ากับ 4.7 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.36

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านคุณภาพ

ของชุดทดลองที่สร้างขึ้นทั้ง 5 จุดประเมิน ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มีความเห็นสอดคล้องกัน ในด้านคุณภาพของชุดทดลองที่ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) เท่ากับ 4.3 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.38

เมื่อนำค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นในแต่ละจุดประเมินมาคิดค่าเฉลี่ยโดยรวม จะได้ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ที่ 4.57 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วง 4.5 – 5 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 ซึ่งมีค่าไม่เกิน 1 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันในด้านของคุณภาพของชุดทดลองที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผล

จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลองเพื่อใช้เป็นชุดทดลองในวิชาการทดลองเครื่องกล ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความเห็นสอดคล้องกันว่า ชุดทดลองที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในวิชาการทดลองเครื่องกลได้จริง โดยเฉลี่ยแล้วผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความเห็นต่อชุดทดลองอยู่ในระดับเห็นด้วยและเห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

จุดประเมินที่ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าเห็นด้วยอย่างยิ่ง คือจุดประเมินที่บอกว่ามีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็น

สื่อการเรียนการสอนในโรงงานทดลองเครื่องกล สามารถนำไปใช้ในการฝึกทักษะสำหรับนักศึกษาได้ และใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในวิชาเครื่องยนต์สันดาปภายใน เรื่องการวัดกำลังม้าเบรกของเครื่องยนต์

ข้อเสนอแนะ

ในการสร้างชุดทดลองเรื่องการวัดกำลังม้าเบรกของเครื่องยนต์ ผู้วิจัยพยายามดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ แต่ในทางปฏิบัติยังต้องปรับปรุงแก้ไข เพื่อพัฒนาชุดทดลองให้สมบูรณ์แบบ ซึ่งสามารถสรุปข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1. ควรทำให้ชุดการทดลองนี้สามารถเป็นสื่อการเรียนการสอนได้หลากหลายวิชาของภาควิชาเครื่องกล
2. ควรพัฒนาชุดทดลองให้สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนและชุดสาริตเพื่อใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน

6. กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำงานวิจัย เรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการวัดกำลังม้าเบรกเครื่องยนต์ ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีครั้งนี้ เพราะผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือจาก ผศ.ดร.สุราษฎร์ พรหมจันทร์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ในโอกาสนี้ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ที่ช่วยให้คำแนะนำ ในเรื่องการปรับปรุงชุดทดลอง และคณะครู-อาจารย์ ในวิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมาที่ไม่ได้เอ่ยนามที่ได้ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน ทั้งทางด้านแรงงานและแนวความคิด

7. เอกสารอ้างอิง

จักรพันธ์ สิงห์เสนา. การสร้างชุดทดลองแรงคลและ

โมเมนต์ในของเหลว วิทยานิพนธ์ มหาบัณฑิต ภาควิชา

ครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547
อุตสาหกรรม จีรากร และเชื้อ ชูจำ. เครื่องยนต์สันดาปภายใน: ซีอีเคยูเคชั่นจำกัด, 2539

การเห็นคุณค่าในตนเองของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ Students' self-esteem at Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi.

อรอนงค์ วิริยานุรักษ์นกร

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี

7/1 หมู่ 1 ถนนนนทบุรี 1 ตำบลสวนใหญ่ อำเภอมะอ้อม จังหวัดนนทบุรี 11000

ornanong@rmutsb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเห็นคุณค่าในตนเองของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี โดยเลือกตัวอย่างโดยสุ่มอย่างง่าย (SRS : Simple Random Sampling) จากนักศึกษา ปวส. ช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม จำนวน 40 คน ที่ลงทะเบียนเรียนเรียนภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 111 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเองของโป๊ป ซึ่งแบ่งเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการศึกษา ด้านครอบครัว ด้านภาพลักษณ์ ด้านสังคม และด้านมุมมองรวม

ผลการวิจัยพบว่านักศึกษามีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองน้อย 3 คน มีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองปานกลาง 32 คน และมีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองสูง 5 คน

คำสำคัญ: การเห็นคุณค่าในตนเอง, การรู้จักตนเอง

Abstract

The purpose of this research was to study the students' self-esteem at Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi. Forty diploma students in Faculty of Industrial Education were selected by simple random sampling from students in academic 2/2008. The research tool were questionnaires consisting of five parts : academic, family, social, body image and global. The finding results were 3 levels of the students' self-esteem : 3 students in low group, 32 students in moderate group and 5 student in high group.

Keywords: Self-esteem, Self awareness

1. บทนำ

การเห็นคุณค่าในตนเองหรือ Self-esteem คือการตระหนักรู้อย่างชัดเจนว่าตนสามารถทำได้สำเร็จและเป็นที่ยอมรับ (ก้องเกียรติ ประวีณกุล, 2552) เป็นสิ่งสำคัญเป็นพลังที่ทำให้สามารถฟันฝ่าอุปสรรคในการดำรงชีวิตได้ (ทักษิณา เครือหงษ์, 2551) แต่การเห็นคุณค่าในตนเองนี้ต้องได้รับการฝึกและพัฒนามาตั้งแต่วัยเด็กโดยการสะสมความรู้สึกว่าตนเป็นที่รักของผู้อื่นหรือตนมีคุณค่าพอที่จะถูกรัก และสะสมความสำเร็จเล็กๆ น้อยๆ มาโดยสม่ำเสมอ จนถึงวัยรุ่นความรู้สึกนี้จะกลายเป็นความมั่นใจที่ส่งผลให้ประสบความสำเร็จและเป็นที่ยอมรับจากผู้อื่น ซึ่งหากได้รับการปฏิบัติตอบจากบุคคลที่มีความสำคัญในชีวิตและเห็นคุณค่าแห่งตนแล้ว จะส่งผลให้สามารถเผชิญกับปัญหาที่ย่างยากอุปสรรคในชีวิต สามารถยอมรับและปรับตัวให้เข้ากับความเป็นจริงที่เกิดขึ้นได้ (เฉลิมพล สวัสดิ์พงษ์, 2551 ; อ้างอิงจาก จงกลณี ดุษฎีเจริญ, 2540) การเห็นคุณค่าในตนเองจึงมีความสำคัญต่อคนทุกวัย (ตั้งแต่วัยทารกถึงวัยรุ่น) ทุกอาชีพ (ทหาร พยาบาล คนไข้ คนรับใช้) รวมทั้งผู้เรียนหรือนักศึกษาซึ่งจัดเป็นวัยรุ่นที่อยู่ในวัยเรียนและเป็นกำลังสำคัญของชาติต่อไป

การเสริมสร้างการเห็นคุณค่าในตนเองให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนไปพร้อมกับการเรียนรู้ มีแนวทางการพัฒนาการเห็นคุณค่าในตนเองที่มีขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน (เฉลิมพล สวัสดิ์พงษ์, 2551 : 4-6 อ้างอิงจาก Lawrence, 2000 : 95) คือ

ขั้นตอนแรก : เป็นการพัฒนาคุณภาพเฉพาะบุคคล การศึกษาผู้เรียนเป็นรายบุคคลในด้านต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงพื้นฐานของตนเองและได้พัฒนาตนเอง

ขั้นตอนที่ 2 : เป็นการเน้นให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงโดยอาศัยทักษะต่าง ๆ ที่เรียนรูมาเพื่อ

เผชิญกับสภาพปัญหาต่างๆ มีการทำงานเป็นกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การดำรงชีวิตในสังคม

ขั้นสุดท้าย : เป็นการสร้างความเข้มแข็งและคุณค่าให้ตนเอง การใช้เป็นรูปแบบในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการเห็นคุณค่าในตนเองของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีการเห็นคุณค่าในตนเองระดับที่สูงขึ้น และส่งผลดีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนต่อไป

ด้วยเหตุดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการเห็นคุณค่าในตนเองของนักศึกษา ปวส.ช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นพื้นฐานในการพัฒนาการเรียนการสอนและเสริมสร้างการเห็นคุณค่าในตนเองของผู้เรียนในโอกาสต่อไป

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เฉลิมพล สวัสดิ์พงษ์ (2551 ; อ้างอิงจาก Coopersmith, 1967 : 4-5 และ Podesta, 2001: 3) กล่าวว่า การเห็นคุณค่าในตนเอง (self-esteem) คือ การประเมินตนเองของแต่ละบุคคล แสดงให้เห็นถึงความเชื่อว่าตนมีความสามารถ มีความสำคัญ มีความสำเร็จ และมีคุณค่า การเห็นคุณค่าในตนเองเป็นสิ่งที่ชี้ให้เห็นถึงการตัดสินใจของตนเอง พร้อมทั้งแสดงเจตคติที่บุคคลนั้นยึดถืออยู่ด้วย เป็นความพึงพอใจในคุณค่าและความสำคัญของตนเอง รวมทั้งมีบุคลิกภาพเป็นที่ยอมรับของตนเอง รับผิดชอบการกระทำของตนเองต่อบุคคลอื่นไม่ว่าจะเป็น พ่อแม่ ครูอาจารย์ กลุ่มเพื่อนหรือบุคคลอื่น ๆ ที่ตนมีส่วนต้องเข้าไปเกี่ยวข้อง

โป๊ป (เฉลิมพล สวัสดิ์พงษ์, 2551 ; อ้างอิงจาก Pope, 1980) ได้เสนอแนวทางการประเมินการเห็นคุณค่าในตนเองออกเป็น 5 ด้าน คือ

1) ด้านสังคม (Social) เป็นความรู้สึกยอมรับที่ได้จากผู้อื่น ความรู้สึกถึงความสามารถในการเป็นเพื่อนกับผู้อื่นของตนเอง

2) ด้านการศึกษา (Academic) เป็นความรู้สึกเกี่ยวกับตนเองในฐานะผู้เรียน ความพอใจในผลการเรียน ซึ่งอาจถูกกำหนดมาตรฐานโดยพ่อแม่ ครู เพื่อน

3) ด้านครอบครัว (Family) เป็นความรู้สึกรับรู้ตนเองในฐานะของสมาชิกคนหนึ่งในครอบครัว ความเป็นที่รักและเป็นคนที่มีความสำคัญของคนในครอบครัว

4) ภาพลักษณ์ (Body image) การมองรูปลักษณ์ของตนเองว่าสูง เตี้ย อ้วน ผอม กำลังดี

5) มุมมองรวม (Global) เป็นมุมมองเกี่ยวกับตนเองโดยทั่ว ๆ ไป เช่น ความรู้สึกเป็นคนดี

ทักษิณา เครือหงส์ (2551 : 156) ได้ทำการวิจัยการเห็นคุณค่าในตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่คาดหวังของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พบว่านักศึกษามีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองน้อย 4 คน มีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองปานกลาง 32 คน และมีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองสูง 7 คน และนักศึกษาส่วนใหญ่คาดหวังผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คือ เกรด B (ร้อยละ 25.58) จึงสมควรให้ความสำคัญกับการศึกษาลักษณะผู้เรียนด้านต่างๆ เพื่อนำไปสู่การจัดประสบการณ์เรียนรู้ที่เหมาะสม

มาลีวัล เลิศสาครศิริ และ สุดารัตน์ สุวารี (2550) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้สมรรถนะของตนเอง การเห็นคุณค่าในตนเอง และพฤติกรรมการปฏิบัติงานทางสุติกรรมของนักศึกษาพยาบาลสถาบันอุดมศึกษาเอกชน พบว่าการรับรู้สมรรถนะของตนเอง การเห็นคุณค่าในตนเองโดยรวมและรายด้านคือ ด้านตนเอง ด้านครอบครัว ด้านสถาบันการศึกษา และด้านกลุ่มเพื่อน มีสหสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรม

การปฏิบัติงานทางสุติกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมศักดิ์ กิจธนวัฒน์ (2547) วิจัยและพัฒนาโปรแกรม 21 วัน สู่การเห็นคุณค่าในตัวเองสำหรับวัยรุ่น โดยใช้หลักการจัดกิจกรรมตามแนวมนุษยนิยมและการเพิ่มพลังอุปนิสัย 7 ประการ กับกลุ่มตัวอย่างวัยรุ่นในจังหวัดอุดรธานี จำนวน 60 คนที่อาสาสมัครเข้าร่วมโปรแกรม โดยรูปแบบการทดลองมี 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัย พบว่าคะแนนการเห็นคุณค่าในตัวเองระยะหลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริกุล อิศรานุกฤษ, นุชลดา โรจนพรหม, ชัยวัฒน์ วงศ์อำย์ และ ณัฐกมล ชาญสาธิตพร (2543) ทำการศึกษาระดับการเห็นคุณค่าในตนเองของวัยรุ่นที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา อำเภอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว รูปแบบการอบรมเลี้ยงดูของบิดามารดา สัมพันธ์ภาพในครอบครัวกับการเห็นคุณค่าในตนเองของวัยรุ่นอำเภอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว พบว่ากลุ่มตัวอย่างร้อยละ 50 เห็นคุณค่าในตนเองระดับสูง และอีกร้อยละ 50 เห็นคุณค่าในตนเองระดับต่ำ และพบว่ารูปแบบการเลี้ยงดู สัมพันธ์ภาพในครอบครัว อายุ และการได้รับการยอมรับจากเพื่อน มีความสัมพันธ์กับระดับการเห็นคุณค่าในตนเอง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาเรื่องการเห็นคุณค่าในตนเองของนักศึกษา ปวส. ช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ปีการศึกษา 2551 ดำเนินการดังนี้

1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราช-มงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ปีการศึกษา 2551

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษา ปวส. ช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม จำนวน 40 คน

2) เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบวัดคุณค่าในตนเองของโป๊ป (เฉลิมพล สวัสดิ์พงษ์, 2551 ; อ้างอิงจาก Pope, 1980)

แบบวัดคุณค่าในตนเองแบ่งการประเมินการเห็นคุณค่าในตนเองออกเป็น 5 ด้าน คือ ด้านสังคม ด้านการศึกษา ด้านครอบครัว ด้านภาพลักษณ์ และด้านมุมมองรวม มาใช้เป็นแนวทางในการประเมิน โดยเครื่องมือได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .74

3) การเก็บรวบรวมข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูลในสัปดาห์แรก ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551

4) การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ คือ ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s.d.)

การเห็นคุณค่าในตนเอง นำคะแนนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แบ่งนักศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองสูง ปานกลาง และน้อยกว่า $\bar{x} = 54.80$ คะแนน และ s.d. = 8.31 โดยมีเกณฑ์ในการแบ่งดังนี้

กลุ่มที่มีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองน้อย คือมีคะแนนน้อยกว่า \bar{x} -s.d. ค่าที่ได้คือมีคะแนนน้อยกว่า 46.49 คะแนน

กลุ่มที่มีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองปานกลาง คือมีคะแนนตั้งแต่ \bar{x} -s.d. ถึง \bar{x} +s.d. ค่าที่ได้คือมีคะแนนตั้งแต่ 46.49 ถึง 63.11 คะแนน

กลุ่มที่มีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองสูง คือมีคะแนนมากกว่า \bar{x} +s.d. ค่าที่ได้คือมีคะแนนมีมากกว่า 63.11 คะแนน

4. ผลการดำเนินการ

หลังจากรวบรวมแบบประเมินการเห็นค่าในตนเองจากกลุ่มตัวอย่างแล้วจึงนำไปบันทึกข้อมูลลงในโปรแกรม SPSS ผลการประเมิน 5 ด้าน ดังนี้ ด้านมุมมองรวม(gs : global) ด้านการศึกษา(as : academic scale) ด้านภาพลักษณ์(bs : body scale) ด้านครอบครัว(fs : family scale) และด้านสังคม(ss : social scale) ผลการดำเนินการสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าคะแนนจากการวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง

No.	gs	as	bs	fs	ss	ls	tot	ความหมาย
1	11	9	5	15	12	11	63	ปานกลาง
2	12	8	5	14	11	9	59	ปานกลาง
3	10	10	1	11	11	9	52	ปานกลาง
4	13	9	6	14	10	7	59	ปานกลาง
5	9	5	5	12	8	11	50	ปานกลาง
6	13	8	6	16	13	10	66	สูง
7	12	10	8	13	10	10	63	ปานกลาง
8	13	10	8	14	12	10	67	สูง
9	9	5	5	13	9	7	48	ปานกลาง
10	9	8	3	15	11	10	56	ปานกลาง
11	12	9	9	14	14	10	68	สูง
12	12	7	9	14	12	9	63	ปานกลาง
No.	gs	as	bs	fs	ss	ls	tot	ความหมาย
13	11	9	9	11	11	10	61	ปานกลาง
14	12	7	6	14	10	5	54	ปานกลาง
15	10	8	5	11	10	10	54	ปานกลาง
16	12	9	7	16	10	11	65	สูง
17	9	8	6	13	10	10	56	ปานกลาง
18	8	9	6	14	11	7	55	ปานกลาง
19	12	6	2	12	9	11	52	ปานกลาง
20	10	6	5	11	9	11	52	ปานกลาง
21	11	7	4	8	9	8	47	ปานกลาง
22	10	8	4	10	8	9	49	ปานกลาง
23	10	8	5	13	9	11	56	ปานกลาง
24	11	8	10	13	8	10	60	ปานกลาง
25	12	11	9	14	9	10	65	สูง
26	8	8	5	9	7	11	48	ปานกลาง
27	5	5	0	8	4	9	31	ต่ำ
28	9	8	5	16	10	9	57	ปานกลาง
29	11	10	4	11	8	6	50	ปานกลาง

ตารางที่ 1 (ต่อ)

30	5	4	1	7	6	8	31	ต่ำ
31	11	5	3	13	10	7	49	ปานกลาง
32	15	10	9	12	9	7	62	ปานกลาง
33	12	7	2	14	8	7	50	ปานกลาง
34	6	6	3	11	11	6	43	ต่ำ
35	9	12	6	9	8	15	59	ปานกลาง
36	8	12	7	7	8	11	53	ปานกลาง
37	9	8	8	11	9	11	56	ปานกลาง
38	10	10	7	10	11	12	60	ปานกลาง
39	8	13	6	8	8	11	54	ปานกลาง
40	10	8	4	12	6	9	49	ปานกลาง

ตารางที่ 2 ค่าคะแนนการวัดการเห็นคุณค่าในตนเองรายด้าน

ด้าน	N	Min	Max	Mean	s.d
การศึกษา	40	4	13	8.20	2.04
ภาพลักษณ์	40	0	10	5.45	2.45
ครอบครัว	40	7	16	12.08	2.47
สังคม	40	4	14	9.48	1.96

จากตารางที่ 1 สรุปได้ว่านักเรียนมีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองน้อย 3 คน มีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองปานกลาง 32 คน และมีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองสูง 5 คน และจากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาคะแนนรวมรายด้านจะพบว่าการเห็นคุณค่าในตนเองด้านครอบครัวมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ 12.08 รองลงมาคือด้านสังคมมีคะแนนเฉลี่ย 9.48 ด้านการศึกษามีคะแนนเฉลี่ย 8.20 และด้านภาพลักษณ์มีคะแนนเฉลี่ย 5.45 ตามลำดับ

5. อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองน้อยจำนวน 3 คน นักเรียนมีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองปานกลางจำนวน 32 คน และนักเรียนมีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองสูงจำนวน 5 คน หากพิจารณารายด้านจะพบว่าการเห็นคุณค่าในตัวเองด้าน

ครอบครัวมีค่าคะแนนสูงสุด $\bar{x} = 12.08$ s.d.=2.47 ซึ่งพอสรุปได้ว่านักศึกษาส่วนใหญ่เห็นคุณค่าในตัวเองในด้านการครอบครัวสูงสุด รองลงมาคือด้านสังคมซึ่งมีค่า $\bar{x} = 9.48$ s.d.=1.96 ด้านการศึกษามีค่า $\bar{x} = 8.20$ s.d.=2.04 และด้านภาพลักษณ์มีค่า $\bar{x} = 5.45$ s.d.=2.45 ตามลำดับ

จากผลการวิจัยที่พบนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่ผู้วิจัยให้ความสำคัญเพื่อนำไปพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปพร้อมกับการส่งเสริมคุณค่าในตนเองในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านสติปัญญาและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งการพัฒนาคนให้เป็นผู้ที่มีความรู้สึกรักคิดทางบวกต่อตนเองมาจากปัจจัยหรือผลของความรักความสัมพันธ์ที่อบอุ่นภายในครอบครัว อันเป็นพื้นฐานการพัฒนาตนเองให้รู้จักตนเอง (Self awareness) เห็นคุณค่าในตนเอง (Self-esteem) และการมีอัตมโนทัศน์ (Self concept) การเรียนรู้ตนเองขึ้นอยู่กับกระบวนการในการกระตุ้น การมีสัมพันธภาพกับบุคคลรอบข้างที่มีต่อผู้เรียน และการเสริมแรงที่เหมาะสม เช่น การเสริมแรงด้วยคำพูด คำชมเชย การยิ้ม การสัมผัส จะพัฒนาผู้เรียนให้สามารถสร้างสัมพันธภาพกับบุคคลอื่นได้โดยผู้เรียนเห็นคุณค่าของตนเองและผู้อื่น มีความรู้สึกเมตตา (Sympathy) เข้าใจ เห็นใจ เป็นบุคคลที่ไม่เห็นแก่ตัว มีศีลธรรม รวมถึงความซื่อสัตย์ (เฉลิมพล สวัสดิ์พงษ์, 2551 อ้างอิงจาก วิชัย วงษ์ใหญ่, 2543 : 85)

ผู้สอนซึ่งมีบทบาทในการจัดการเรียนการสอนจึงควรมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอนและตระหนักว่าการสร้างเสริมการเห็นคุณค่าในตนเองถือเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนการสอนที่ควรทำควบคู่ไปกับการสอนสาระการเรียนรู้ต่างๆ ในชั้นเรียนปกติ ทั้งนี้การเห็นคุณค่าในตนเองมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์อื่นๆ

ในตัวผู้เรียนรวมทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน [3] ส่งผลให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข ซึ่งจะสอดคล้องตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติด้วยประการหนึ่ง

6. ข้อเสนอแนะ

การให้ความสำคัญกับการศึกษาลักษณะผู้เรียนเป็นสิ่งที่ผู้สอนต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง จากงานวิจัยนี้เป็นเพียงแนวทางหนึ่งที่ผู้สนใจสามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในรูปแบบต่างๆ ที่หลากหลาย ได้แก่ การศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปร เพศ อายุ พื้นฐานการศึกษา ขนาดของครอบครัว ฯลฯ การศึกษาความสัมพันธ์ของการเห็นคุณค่าในตนเองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมทั้งการดำเนินการในลักษณะของการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาต่างๆ ที่ส่งเสริมการเห็นคุณค่าในตนเอง โดยอาจจะดำเนินการในลักษณะวิชาเดียวหรือการบูรณาการ รวมถึงการจัดทำให้มีเครือข่ายผู้เรียนนักศึกษาที่มีคุณลักษณะที่ดี มีความเป็นผู้นำที่เห็นคุณค่าในตนเองและผู้อื่น อันจะสามารถสร้างความสมัครสมานสามัคคีเกิดความสามัคคีของคนในชาติต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร.ทักษิณา เครือหงษ์ และคุณบัวทอง ธนาอัสวเดช ผู้ให้คำปรึกษาทางการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- [1] เฉลิมพล สวัสดิ์พงษ์. (2547). รายงานการศึกษาการวิเคราะห์ห่อถักงานวิจัยที่เกี่ยวกับรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียน.
- [2] _____. (2551). การพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศเพื่อเสริมการเห็นคุณค่าในตนเอง

ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปริญาณิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ.

- [3] ทักษิณา เครือหงษ์. (2551). การเห็นคุณค่าในตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ภาคหวังของนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- [4] มาลีวัล เลิศสารศิริ และ สุภารัตน์ สุวารี. (2550. มกราคม - มิถุนายน). “ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้สมรรถนะของตนเอง การเห็นคุณค่าในตนเองและพฤติกรรมการปฏิบัติงานทางสถิติของนักศึกษาพยาบาลสถาบันอุดมศึกษาเอกชน” วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต. 1(1) : 16-27.
- [5] วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). พัฒนาหลักสูตรและการสอน-มิติใหม่. กรุงเทพฯ: ศรีนครินทรวิโรฒ.
- [6] _____. (2537). กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน ภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- [7] _____. (2543). วิสัยทัศน์การศึกษา. กรุงเทพฯ : เอสอาร์ ฟรินดิง
- [8] ศิริกุล อิศรานุรักษ์ นุชดา โรจนพรหม ชัยวัฒน์ วงศ์อาษา ณัฐกมล ชาญสาธิตพร. รูปแบบการอบรมเลี้ยงดูของบิดามารดา สัมพันธภาพในครอบครัวกับการเห็นคุณค่าในตนเองของวัยรุ่น อำเภออรัญ-ประเทศ จังหวัดสระแก้ว. วารสารกุมารเวชศาสตร์ ปีที่ 39 ฉบับที่ 1 มกราคม-มีนาคม 2543.
- [9] สมศักดิ์ กิจชนวัฒน์. การพัฒนาโปรแกรม 21 วันสู่การเห็นคุณค่าในตัวเองสำหรับวัยรุ่น. รายงานวิจัยสำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 2547.

ระบบการจัดสรรช่องสัญญาณแอคเซสพ้อยต์ด้วยแผนผัง 3 มิติ

โดยใช้การอ้างอิงพิกัดจีพีเอสผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

Channel Assignment System for Access Points with 3D

Map by Using Global Positioning System via Internet

อัญชลี เรืองรัตน์¹ และ นริศร แสงกะนอง²

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

²ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : ¹un_ru@hotmail.com, ²nsn@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาในการจัดสรรช่องสัญญาณของแอคเซสพ้อยต์ ที่เกิดจากการติดตั้งแอคเซสพ้อยต์จำนวนมาก และ ไม่มีการจัดสรรช่องสัญญาณที่ดี ทำให้เกิดปัญหาแอคเซสพ้อยต์ใช้ช่องสัญญาณชนกัน โดยการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่ใช้อัลกอริทึมการให้สีในการคำนวณหาแอคเซสพ้อยต์ที่ใช้ช่องสัญญาณชนกัน ซึ่งจะคำนวณจากพิกัดจีพีเอสของแอคเซสพ้อยต์ที่ผู้ใช้งานป้อนเข้ามา และจะจัดสรรช่องสัญญาณใหม่ให้กับแอคเซสพ้อยต์ที่ถูกคำนวณพบ โดยระบบจะรองรับโปรโตคอล SNMP ของแอคเซสพ้อยต์แต่ละรุ่น เพื่อเปลี่ยนช่องสัญญาณที่อุปกรณ์ และแสดงผลการจัดสรรช่องสัญญาณผ่านทางแผนผัง 3 มิติที่สร้างขึ้นมาจากพิกัดจีพีเอสของแอคเซสพ้อยต์ ผลที่ได้จากการทดสอบระบบในกรณีที่มีแอคเซสพ้อยต์ใช้ช่องสัญญาณชนกัน ระบบสามารถคำนวณหาแอคเซสพ้อยต์อย่างแม่นยำ และสามารถจัดสรรช่องสัญญาณได้ทุกช่องสัญญาณ ส่วนผลที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านมีความคิดเห็นว่างระบบสามารถทำงานได้ระดับดีมาก คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.5467

คำสำคัญ: การจัดสรรช่องสัญญาณ แอคเซสพ้อยต์ อัลกอริทึมการให้สี จีพีเอส SNMP

Abstract

This paper presents a method for channel assignment. When many access points installed and they don't get a good channel assigned, a problem is occurred. This problem is the overlapping channel of access points. The paper describes developed the web application system with GPS value (x, y coordinate) and height are use for input. These values are calculated for distances between access points in 3D system. We use the Coloring Algorithm for overlapping channel and rearranging channels. SNMP is used for controlling access points as difference specifications and displayed positions by 3D Map from GPS values. Testing results show accuracy of overlapping channel and correction of channel assignment. The assessment from 5 specialist in computer network, this system is in a good level (total average assessed value = 4.5467)

Keywords: Channel Assignment, Access Point, Coloring Algorithm, GPS, SNMP

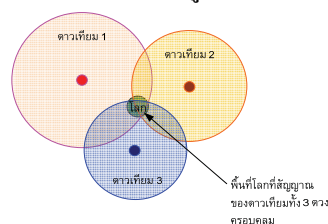
1. บทนำ

ในปัจจุบัน ได้มีการนำเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย หรือไวร์เลสแลน (Wireless LAN) มาใช้ในองค์กร ด้วยข้อดีหลายๆ อย่างของเครือข่ายไร้สาย ทั้งในเรื่องของการติดตั้ง เรื่องของความสะดวกในการใช้งาน แต่การใช้งานแอคเซสพอยต์ก็มีข้อจำกัด เนื่องจากการนำแอคเซสพอยต์หลายๆ ตัวมาใช้ในอาคาร แล้วไม่มีการจัดสรรช่องสัญญาณ (Channel) ที่ดี อาจทำให้ระบบเครือข่ายไร้สายไม่สามารถใช้งานได้ และเนื่องจากแอคเซสพอยต์แต่ละตัวที่นำมาติดตั้ง อาจจะมีหลากหลายยี่ห้อและหลากหลายรุ่น ทำให้วิธีการควบคุมแอคเซสพอยต์เหล่านั้นจึงแตกต่างกัน จึงทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการจัดสรรช่องสัญญาณที่มีอยู่แล้ว ยังไม่สามารถจัดสรรช่องสัญญาณได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้เกิดแนวคิดในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการจัดสรรช่องสัญญาณ เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาแอคเซสพอยต์ที่ช่องสัญญาณได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบ GPS

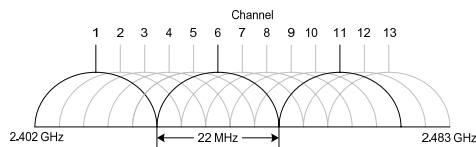
การทำงานของระบบ GPS ในการหาพิกัดตำแหน่งของวัตถุนั้น จะใช้ดาวเทียมอย่างน้อย 3 ดวงที่สามารถส่งสัญญาณซ้อนทับกันได้ทั้ง 3 ดวง ดังภาพที่ 1 ดังนั้นตำแหน่งปัจจุบันก็จะสามารถเป็นจุดใดก็ได้ในจุด Intersect ระหว่างดาวเทียมทั้ง 3 ดวง ตัวอย่างพิกัด GPS ของอาคารนวมินทร์ฯ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ คือ 13° 49' 9.98" N และ 100° 30' 52.02" E โดย N จะเป็นพิกัดในแนว Latitude และ E เป็นพิกัดในแนว Longitude นอกจากนี้ พิกัด GPS ยังสามารถบอกความสูงของวัตถุจากระดับน้ำทะเลหรือพื้นดินได้ (Altitude) เช่น ความสูงจากพื้นดิน 42 ft เป็นต้น



ภาพที่ 1: หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบ GPS

2.2 การจัดสรรช่องสัญญาณ

ช่องสัญญาณของแอสซิงโครนัส จะแบ่งช่องสัญญาณเป็นช่องที่ไม่ซ้อนทับกันได้เพียง 3 ช่อง ส่วนแบนด์วิธที่เหลือระหว่างช่องจะเป็น Guard Band เพื่อป้องกันการรบกวนกันระหว่างช่องสัญญาณต่างๆ มักจะเรียกช่องความถี่ที่ไม่ซ้อนทับกันว่า Non-overlapping channel ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 : Non-Overlapping Channel

จากภาพที่ 2 จะเห็นว่าช่องสัญญาณ 1, 6 และ 11 จะไม่มีการซ้อนทับกันของช่องสัญญาณ แต่ช่องสัญญาณ 2, 3, 4 และ 5 จะซ้อนทับกับช่องสัญญาณ 1 ทำให้ไปรบกวนกันระหว่างช่องสัญญาณ ซึ่งจะเรียกว่า Overlapping Channel

การจัดชุดความถี่ คือการจัดกลุ่มช่องสัญญาณที่ไม่ชนกันให้อยู่ในชุดเดียวกัน ดังตารางที่ 1 จะเห็นว่าช่องสัญญาณ 1, 6 และ 11 จะอยู่ในชุดความถี่เดียวกัน

ตารางที่ 1 : การจัดชุดความถี่

ช่องสัญญาณ	อยู่ในชุดความถี่ที่
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	1
7	2
8	3

ตารางที่ 1 : (ต่อ)

ช่องสัญญาณ	อยู่ในชุดความถี่ที่
9	4
10	5
11	1
12	2
13	3

2.3 Coloring Algorithm

Coloring Algorithm เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ใช้ในการจัดการโหนดที่อยู่ประชิดกัน ไม่สามารถใช้สีเดียวกันได้ โดยลักษณะของการแบ่งแยกนั้น จะใช้หลักการของกราฟสี (Graph Coloring) ในการวางสีไว้ตามจุดยอดของวัตถุ (Vertex Coloring) โดยจะมีเงื่อนไขที่การกำหนดไว้เพื่อการแบ่งแยกสี ดังภาพที่ 3

```

Procedure MColoring(k)
global Integer m, n, X(n) boolean
GRAPH(n,n)
integer k
while (true)
call NEXTVALUE(k)
if x(k) = 0 then
exit
endif
if k=n then
print (x)
else
call MColoring(k+1)
endif
} // end while
} // end MColoring
    
```

ภาพที่ 3 : Coloring Algorithm

2.4 โพรโทคอล SNMP

การจัดการเครือข่ายด้วยโพรโทคอล SNMP จะประกอบด้วยองค์ประกอบหลักอยู่ 4 อย่าง คือแมนเนเจอร์ (Manager) เอเจนต์ (Agent) ชุดคำสั่งที่ใช้สำหรับสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูล และฐานข้อมูลสารสนเทศ (Management Information Base) หรือมีบี (MIB) โดยฐานข้อมูล MIB

จะมีอยู่ทั้งในแมนเนเจอร์และเอเจนต์ ซึ่งภายในฐานข้อมูลนี้จะเก็บตัวแปรของอ็อบเจกต์ต่างๆ ที่มีโครงสร้างข้อมูลการจัดการแบบต้นไม้ เพื่อใช้อ้างอิงข้อมูลของอุปกรณ์ ตัวอย่าง OID หรือตัวแปรของอ็อบเจกต์ที่เก็บอยู่ใน MIB เช่น 1.3.6.1 หรือ iso.org.dod.internet เป็นต้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

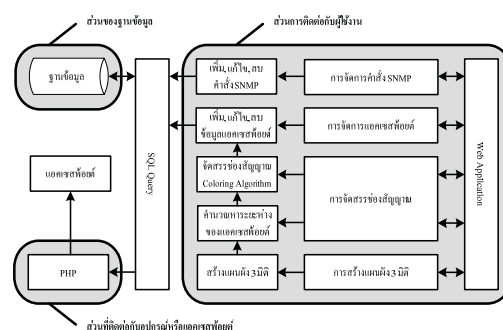
งานวิจัยของ Petri Mahonen, Janne Riihijarvi และ Marina Petrova [1] ได้เสนอการนำอัลกอริทึมแบบการใช้กราฟสีในการจัดสรรช่องสัญญาณให้กับแอคเซสพ้อยต์แต่ละเครื่องภายในเครือข่ายไร้สาย ซึ่งมีการคำนวณและวิเคราะห์หะยะของการส่งสัญญาณของแอคเซสพ้อยต์แต่ละเครื่อง แล้วแสดงผลดังกล่าวเป็นกราฟสีต่างๆ เพื่อแสดงให้เห็นว่าแอคเซสพ้อยต์เครื่องใดเกิดปัญหาการชนกันของช่องสัญญาณ

งานวิจัยของ Li-Hsing Yen และ Tse-Tsung Yeh [2] ได้เสนอการใช้โปรโตคอล SNMP ในการควบคุมการกระจายสัญญาณของแอคเซสพ้อยต์ โดยอ้างอิงตามมาตรฐาน IEEE 802.11 ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับเครือข่ายไร้สาย สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ เป็นตัวอย่างในการนำโปรโตคอล SNMP มาใช้ในการควบคุมแอคเซสพ้อยต์

งานวิจัยของสุวัฒน์ ตปณียากร [3] ได้นำเสนอระบบการจัดสรรช่องสัญญาณโดยใช้ทฤษฎีรังผึ้งในการจัดสรรช่องสัญญาณ และช่องสัญญาณที่ใช้ในการจัดสรรนั้นจะมีเพียงช่องสัญญาณ 1, 3 และ 6 เท่านั้น และใช้โปรโตคอล CLI ในการติดต่อกับอุปกรณ์

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ระบบโดยรวมของการพัฒนาระบบ จะแบ่งการออกแบบการทำงานของระบบออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน ส่วนที่ติดต่อกับอุปกรณ์หรือแอคเซสพ้อยต์ และส่วนของฐานข้อมูล ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 : ระบบโดยรวม

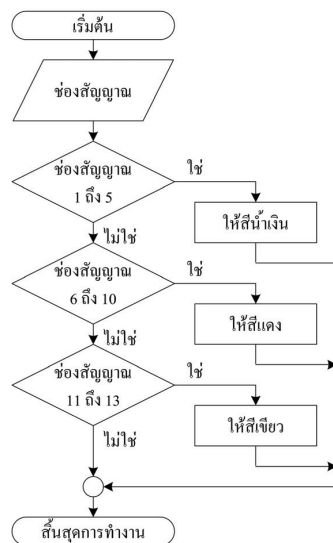
ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน คือ Interface สำหรับผู้ใช้งานที่จะเรียกการทำงานในส่วนต่างๆ ของระบบ ให้ทำงานตามความต้องการ โดยในส่วนนี้จะประกอบด้วย การจัดการคำสั่ง SNMP การจัดการแอคเซสพ้อยต์ การจัดสรรช่องสัญญาณ และการสร้างแผนผัง 3 มิติ

ส่วนที่ติดต่อกับอุปกรณ์หรือแอคเซสพ้อยต์ เป็นส่วนที่ใช้สำหรับในการส่งคำสั่ง OID ของโปรโตคอล SNMP เพื่อขอข้อมูลช่องสัญญาณจากอุปกรณ์ หรือการเปลี่ยนแปลงช่องสัญญาณที่ได้รับจากการจัดสรรช่องสัญญาณแล้ว

ส่วนของฐานข้อมูล คือส่วนที่เก็บข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในระบบ เพื่อใช้สำหรับในกระบวนการต่างๆ ตามเมนูที่ผู้ใช้งานต้องการผ่านทาง Interface

3.1 การให้สีช่องสัญญาณตามอัลกอริทึมการให้สี

การให้สีช่องสัญญาณตามอัลกอริทึมการให้สี คือการให้สีช่องสัญญาณที่อยู่ในแต่ละชุดความถี่ ดังตารางที่ 1 ซึ่งสีที่ได้ จะมี 3 สี โดยช่องสัญญาณที่อยู่ในชุดความถี่เดียวกัน จะใช้สีต่างกัน ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 : การให้สีตาม Coloring Algorithm

3.2 การคำนวณการชนกันในรูปแบบ 3 มิติ

การคำนวณการชนกันในรูปแบบ 3 มิติจะเริ่มจากการนำค่าพิกัดจีทีเอส Latitude, Longitude และ Eleven มาคำนวณเพื่อให้ได้ค่า x, y, z โดยจะเอาเฉพาะค่าฟิลิปดาของพิกัดจีทีเอสมาคำนวณเท่านั้น เนื่องจาก ในการจัดสรรช่องสัญญาณแต่ละครั้ง จะจัดสรรเฉพาะบริเวณพื้นที่ที่ติดตั้งแอสเซสฟอยด์กลุ่มหนึ่ง ดังนี้

$$x = (\text{Latitude} \times 31) \times 2.5$$

$$y = (\text{Longitude} \times 31) \times 2.5$$

$$z = \text{Eleven} \times 2.5$$

โดยที่ Latitude, Longitude, Eleven คือ ค่าพิกัดของแอสเซสฟอยด์แต่ละเครื่อง

x, y, z คือ ค่าที่ได้จากการคำนวณ

การคำนวณหาแอสเซสฟอยด์ที่มีสัญญาณซ้อนทับกัน โดยคำนวณหาระยะห่างระหว่างแอสเซสฟอยด์ที่อยู่ประชิดกัน ซึ่งจะคำนวณจากสมการต่อไปนี้

$$\text{Range} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}$$

โดยที่ x_1, y_1, z_1 คือ ค่า x, y, z ของแอสเซสฟอยด์เครื่องก่อน หน้านี้

x_2, y_2, z_2 คือ ค่า x, y, z ของแอสเซสฟอยด์เครื่องปัจจุบัน

หลังจากที่ได้ระยะห่างระหว่างแอสเซสฟอยด์แล้ว จะนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับสัญญาณซ้อนทับกันหรือไม่ ดังนี้

$$\text{Range} \leq P_1 + P_2$$

โดยที่ P_1 คือ Power ของแอสเซสฟอยด์เครื่องก่อน หน้านี้

P_2 คือ Power ของแอสเซสฟอยด์เครื่องปัจจุบัน

ถ้า Range มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ $P_1 + P_2$ นั้นหมายความว่า สัญญาณของแอสเซสฟอยด์ทั้ง 2 เครื่องซ้อนทับ ก็จะต้องทำการตรวจสอบช่องสัญญาณที่แอสเซสฟอยด์ทั้ง 2 เครื่องใช้งานอยู่ ว่าเป็นช่องสัญญาณในชุดความถี่เดียวกันหรือไม่ ดังนี้

$$\text{Channel}_1 - \text{Channel}_2 < 5$$

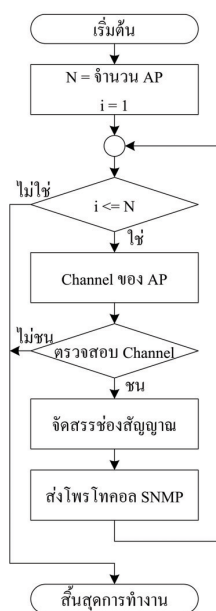
โดยที่ Channel_1 คือ ช่องสัญญาณแอสเซสฟอยด์เครื่องแรก

Channel_2 คือ ช่องสัญญาณแอสเซสฟอยด์เครื่องที่สอง

ซึ่งถ้า $Channel_1 - Channel_2$ มีค่าน้อยกว่า 5 ก็คือ แอ็กเซสพอยต์ทั้ง 2 เครื่องใช้ช่องสัญญาณความถี่ต่างกัน แสดงว่าแอ็กเซสพอยต์ทั้ง 2 เครื่องใช้ช่องสัญญาณชนกัน จึงจะทำการจัดสรรช่องสัญญาณใหม่ ที่แอ็กเซสพอยต์เครื่องที่สอง เพื่อให้แอ็กเซสพอยต์ทั้ง 2 เครื่อง ใช้ช่องสัญญาณที่อยู่ในชุดความถี่เดียวกัน ดังนี้

$$Channel_2 = Channel_1 + 5$$

เมื่อได้ช่องสัญญาณใหม่แล้ว ระบบจะดึงข้อมูลค่า OID จากฐานข้อมูลของแอ็กเซสพอยต์แต่ละรุ่น เพื่อส่งค่า OID ของโปรโตคอล SNMP พร้อมทั้งค่าช่องสัญญาณ ไปเปลี่ยนแปลงช่องสัญญาณที่อุปกรณ์แอ็กเซสพอยต์ ตามที่ได้รับจากการจัดสรรช่องสัญญาณใหม่ ซึ่งขั้นตอนการตรวจสอบว่าแอ็กเซสพอยต์ใช้ช่องสัญญาณชนกันหรือไม่ ดังภาพที่ 6

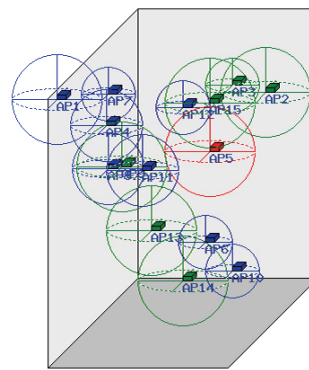


ภาพที่ 6: การจัดสรรช่องสัญญาณ

4. ผลการทดสอบระบบ

ผลที่ได้จากการพัฒนาระบบ จะได้ส่วนของการบริหารจัดการข้อมูลซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ การบริหารข้อมูลสถานะกลุ่มและข้อมูลของแอ็กเซสพอยต์

การบริหารจัดการข้อมูลโมเดลของแอ็กเซสพอยต์และข้อมูลค่าตั้ง SNMP และการจัดสรรช่องสัญญาณซึ่งจะรวมการสร้างแผนผัง 3 มิติไว้ในส่วนนี้ด้วย ส่วนการทดสอบระบบมีทั้งหมด 4 กรณีด้วยกัน โดยแต่ละกรณีจะประกอบด้วยแอ็กเซสพอยต์จำนวน 15 เครื่อง ซึ่งจะอยู่ตำแหน่งต่างๆ โดยไม่เรียงลำดับชื่อ SSID ภายในแผนผัง 3 มิติ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 : แผนผัง 3 มิติ

กรณีที่ 1 เป็นการทดสอบกรณีที่ไม่มีแอ็กเซสพอยต์ใช้ช่องสัญญาณชนกัน และหลังจากการผ่านการจัดสรรช่องสัญญาณแล้ว ช่องสัญญาณที่แอ็กเซสพอยต์ใช้งานอยู่ยังเป็นช่องสัญญาณเดิม

กรณีที่ 2 เป็นกรณีที่แอ็กเซสพอยต์ ใช้ช่องสัญญาณชนกัน จำนวน 2 เครื่อง และระบบสามารถคำนวณและจัดสรรช่องสัญญาณใหม่ โดยเปลี่ยนช่องสัญญาณที่แอ็กเซสพอยต์ AP12 และ AP13

กรณีที่ 3 เป็นการทดสอบกรณีที่แอ็กเซสพอยต์จำนวน 4 คู่ ที่ใช้ช่องสัญญาณชนกัน ซึ่งหลังจากผ่านการจัดสรรช่องสัญญาณแล้ว ระบบสามารถคำนวณพบและจัดสรรช่องสัญญาณใหม่ได้เช่นกัน

กรณีที่ 4 คือการทดสอบกรณีที่แอ็กเซสพอยต์ทั้ง 15 เครื่องใช้ช่องสัญญาณเดียวกันทั้งหมด คือ ช่องสัญญาณ 2 เพราะฉะนั้น การทดสอบนี้จะมีแอ็กเซสพอยต์จำนวน

มากที่ใช้ช่องสัญญาณชนกัน ซึ่งหลังจากผ่านการจัดสรรช่องสัญญาณแล้ว ระบบสามารถคำนวณพบและจัดสรรช่องสัญญาณได้เช่นกัน

โดยในการทดสอบแต่ละกรณีนั้น จะมีแอสเซสพ้อยต์ที่ใช้ช่องสัญญาณชนกันจำนวนที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2 ส่วนตารางที่ 3 คือช่องสัญญาณที่แอสเซสพ้อยต์แต่ละเครื่องใช้ในการทดสอบ และตารางที่ 4 คือ ช่องสัญญาณใหม่ที่ได้จากการทดสอบทั้ง 4 กรณี

ตารางที่ 2: แอสเซสพ้อยต์ที่ชนกันในแต่ละกรณี

คู่ที่	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4
1	-	AP9,AP12	AP8,AP1	AP3,AP2
2	-	AP12,AP13	AP9,AP11	AP5,AP6
3	-	-	AP10,AP8	AP9,AP11
4	-	-	AP12,AP13	AP10,AP8
5	-	-	-	AP15,AP4
6	-	-	-	AP12,AP13

ตารางที่ 3: ช่องสัญญาณที่ใช้ในการทดสอบทั้ง 4 กรณี

AP	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4
AP1	6	1	1	2
AP2	1	6	6	2
AP3	11	1	4	2
AP4	1	11	3	2
AP5	1	1	1	2
AP6	6	1	1	2
AP7	1	6	6	2
AP8	11	11	11	2
AP9	6	6	2	2
AP10	6	6	12	2
AP11	11	7	4	2

ตารางที่ 3 : (ต่อ)

AP	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4
AP12	6	6	6	2
AP13	11	7	10	2
AP14	1	1	1	2
AP15	11	11	11	2

ตารางที่ 4: ผลการทดสอบทั้ง 4 กรณี

AP	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4
AP1	6	1	1	2
AP2	1	6	6	7
AP3	11	1	8	2
AP4	1	11	3	7
AP5	1	1	1	2
AP6	6	1	1	7
AP7	1	6	6	2
AP8	11	11	4	7
AP9	6	6	2	2
AP10	6	6	12	2
AP11	11	11	7	7
AP12	6	6	6	2
AP13	11	11	11	7
AP14	1	1	1	2
AP15	11	11	11	2

ส่วนผลจากการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มีความคิดเห็นว่าระบบสามารถทำงานได้ในระดับดีมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.5467 ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 : ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผลการประเมิน	
	\bar{X}	ระดับ
ผลการประเมินด้าน Usability	4.6000	ดีมาก
ผลการประเมินด้าน Function	4.6400	ดีมาก
ผลการประเมินด้าน Performance	4.4000	ดี
สรุปผลการประเมิน	4.5467	ดีมาก

5. สรุป และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากปัญหาการจัดสรรช่องสัญญาณ ที่เกิดจากการติดตั้งแอสเซสฟอยด์จำนวนมาก และไม่มีการจัดสรรช่องสัญญาณที่ดี อีกทั้งแอสเซสฟอยด์ต่างก็มีหลากหลายยี่ห้อ หลากหลายรุ่น ทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการจัดสรรยังไม่สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ จึงทำให้เกิดแนวคิดในการพัฒนาเครื่องมือที่นำเอา Coloring Algorithm เข้ามาช่วยในการคำนวณหาแอสเซสฟอยด์ ที่ใช้ช่องสัญญาณชนกัน และแสดงผลผ่านทางแผนผัง 3 มิติ ซึ่งจะทำให้สามารถมองเห็นตำแหน่งของการติดตั้งแอสเซสฟอยด์แต่ละเครื่องได้เหมือนกับความเป็นจริง และผลที่ได้จากการจัดสรรช่องสัญญาณผ่านระบบที่ได้พัฒนาขึ้นมานั้นระบบสามารถคำนวณหาแอสเซสฟอยด์ ที่มีสัญญาณซ้อนทับกัน และใช้ช่องสัญญาณชนกันได้อย่างแม่นยำ และระบบสามารถจัดสรรช่องสัญญาณให้กับแอสเซสฟอยด์ได้ทุกช่องสัญญาณ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับจำนวนของแอสเซสฟอยด์ด้วย อีกทั้งยังสามารถรองรับคำสั่งโปรโตคอล SNMP ในการติดต่อกับอุปกรณ์ได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ ได้ใช้แผนผัง 3 มิติ ที่สร้างขึ้นมาจากพิกัดจีพีเอสของแอสเซสฟอยด์ ซึ่งสามารถพัฒนาเครื่องมือนี้ต่อ โดยการพัฒนาให้ใช้งานร่วมกับระบบจีไอเอส (GIS) เพื่อให้เครื่องมือสามารถใช้งานได้อย่าง

สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ เนื่องจากระบบปัจจุบันยังมีปัญหาที่ระบบจีพีเอสไม่สามารถระบุความสูงภายในอาคารได้ จึงต้องให้ผู้ใช้งานป้อนเข้ามาเอง ซึ่งปัญหานี้ สามารถที่จะพัฒนาต่อเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นเช่นกัน โดยการเลือกใช้เทคโนโลยีอื่นแทนระบบจีพีเอส

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Petri Mahonen, Janne Riihijarvi and Marina Petrova. "Automatic Channel Allocation for Small Wireless Local Area Networks Using Graph Coloring Algorithm Approach", *IEEE*, 2004.
- [2] Li-Hsing Yen and Tse-Tsung Yeh. "SNMP-Based Approach to Load Distribution in IEEE 802.11 Networks", *IEEE*, 2006.
- [3] สุวัฒน์ คปนิยากร, "การพัฒนาระบบจัดการช่องสัญญาณกลุ่ม Access Point แบบกระจายผ่านแอปพลิเคชัน", ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2007.

การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะของโซ่ลำเลียงแบบแผ่นระนาดในงานลำเลียงกล่องเบียร์

The Study Performance Compare of Slat Chain in Beer Box Conveying

พันคำ ศรีอุทัย

ภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: art_kmutnb@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะการลำเลียงในการทำงานจริงเทียบกับทฤษฎีเพื่อ โดยการออกแบบ และสร้างชุดโซ่ลำเลียงแบบแผ่นระนาดขนาดกว้าง 400 มม. ยาว 3000 มม. สูง 600 มม. เพื่อใช้ขนถ่ายกล่องบรรจุเบียร์ ขนาดกว้าง 250 มม. ยาว 290 มม. สูง 320 มม. น้ำหนัก 13.5 กก. ไปตามแนวระดับ

โซ่ลำเลียงแบบแผ่นระนาดที่สร้างใช้ไม้ตั้งเป็นแผ่นรองรับวัสดุ ส่งกำลังขับเคลื่อนผ่านโซ่จำนวนสองเส้นอุปกรณ์ช่วย ยึดชนิด K ระยะพิชชิ่งของโซ่ 0.625 นิ้ว ออกแบบให้ลูกกลิ้งของโซ่เคลื่อนที่หมุนกลิ้งไปบนรางทั้งด้านบนและ ด้านล่างใช้เฟืองขับขนาด 38 ฟันและใช้กำลังขับเคลื่อนจากมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้าขับเคลื่อนด้วยความเร็ว 16.54 ฟุตต่อนาที

จากการทดลองขนถ่ายวัสดุโดยการนำกล่องเบียร์วางลงบนแผ่นระนาดมีระยะห่างของการวาง 10 ซม. ตลอดความ ยาวของอุปกรณ์ลำเลียง เริ่มการทดลองใช้นาฬิกาจับเวลาที่แต่ละช่วงเวลา คือ 1,2,3,4 และ 5 นาที โดยแต่ละช่วงเวลา ทดลองจำนวน 3 ครั้ง แล้วนำค่าการทดลองจำนวนกล่องต่อนาทีไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้

คำสำคัญ: โซ่ลำเลียงแบบแผ่นระนาด กล่องเบียร์

Abstract

This research is comparing study the performance between theorem design and practical for slat conveyor. In this thesis is design and construction slat conveyor with dimension wide 400 mm. length 3000 mm. high 600 mm. use for carry the beer boxes with dimension wide 250 mm. length 290 mm. high 320 mm. weight 13.5 kg. to the horizontal.

Slat conveyor can be construction by member of wood for support unit load. The project is double strand chain K attachment by space of pitch chain 0.625 inch. Use design moving generally support tracks are unloaded strands of conveyor chain slide are required for both on the top and under tracks slide of chain use sprocket size 38 teeth and motor power 1 Hp. Speed drive 16.54 ft/min

From test material handling by beer box put on slat conveyor it has space 10 cm. always the length of conveyor start test on time 1,2,3,4 and 5 minute by from a continuous three times and bring the result from test number box/min commensurate with statistics.

Keywords: Slat chain, Beer Box

1. บทนำ

ในปัจจุบันนี้เครื่องจักรกลได้มามีบทบาทสำคัญในงานอุตสาหกรรมมากขึ้นซึ่งทำให้เครื่องมือเครื่องใช้หรือสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เข้ามามีบทบาทในการปฏิบัติงาน ยกตัวอย่างเช่น การยกของที่มีน้ำหนักมาก เมื่อก่อนต้องใช้คนยกหลายคนช่วยกัน แต่ในปัจจุบันสามารถใช้คนเพียงคนเดียวกับเครื่องมือลำเลียงอีกหนึ่งชิ้นก็สามารถยกของหนักนั้นได้แล้ว หรือในการลำเลียงวัสดุหากเป็นในสายการผลิตก็ต้องใช้คนงานในการลำเลียงกล่องบรรจุภัณฑ์แต่ในปัจจุบันเครื่องมือลำเลียงจะทำให้ลดจำนวนคนงานลงได้และยังสามารถลดการตกหล่นได้อีกด้วยจะเห็นได้ว่าระบบการขนถ่ายวัสดุเป็นสิ่งที่สามารถอำนวยความสะดวกให้แก่วงการอุตสาหกรรมต่างๆ เป็นอันมาก

2. วัตถุประสงค์ของการทำโครงการ

จัดทำปริญญานิพนธ์การติดตั้งและศึกษาระบบการทำงานของเครื่องมือลำเลียงแบบลูกกระพอนซึ่งมีวัตถุประสงค์ดังนี้

2.1 เพื่อศึกษาระบบการทำงานของโซ่ลำเลียงแบบลูกกระพอนเพื่อให้ทราบถึงลักษณะรูปร่างและการทำงานของระบบลำเลียงชนิดนี้

2.2 เพื่อการศึกษาออกแบบโซ่ลำเลียงให้สามารถใช้งานได้

2.3 เพื่อศึกษาการติดตั้งโซ่ลำเลียงแบบลูกกระพอนเพื่อให้ทำงานตรงตามวัตถุประสงค์

2.4 เพื่อศึกษาโซ่ลำเลียงแบบลูกกระพอนนำไปประยุกต์ใช้งานให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์

3. ขอบเขตของการทำโครงการ

เพื่อให้เป็นวัตถุประสงค์แนวทางการศึกษาอาจลำดับเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

3.1 ศึกษาการทำงานของเครื่องมือลำเลียงแบบลูกกระพอน

3.2 คำนวณโครงสร้างการทำงาน ความสามารถในการรับภาระ

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงการ

4.1 สามารถทราบถึงชนิดของโซ่ลำเลียงที่จะนำไปใช้ที่จะนำไปใช้ลำเลียงในงานต่างๆ

4.2 สามารถทราบถึงระบบโซ่ลำเลียงที่ใช้ลำเลียงวัสดุแบบหน่วย

4.3 สามารถออกแบบลูกกระพอนลำเลียงได้

4.4 สามารถใช้ความรู้ที่ได้จากการศึกษาถูกระนาด
ลำเลียงนี้ไปเป็นประสบการณ์ในการทำงานต่อไปใน
อนาคต

5. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ

ระบบการขนถ่ายวัสดุชุดโซ่ลูกระนาด (Slat Conveyor) เป็นเครื่องมือลำเลียงส่วนใหญ่ใช้กับงานขนถ่ายเป็นช่วง ๆ หรือในบางครั้งอาจใช้กับงานขนถ่ายอย่างต่อเนื่องได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการทำงานของวัสดุเข้าโดยใช้โซ่เป็นเครื่องส่งกำลังและพาให้เคลื่อนที่โดยการนำวัสดุแผ่นบาง, รูปแท่ง หรือขึ้นรูปให้เหมาะสมกับการรองรับวัสดุที่ขนถ่ายที่ทำด้วยโลหะ, พลาสติกหรือวัสดุที่มีความแข็งแรงไปติดบนข้อโซ่ในแนวขวางของทิศทางการเคลื่อนที่ของโซ่โดยติดทุกข้อโซ่หรืออาจเว้นระยะติดเป็นช่วงๆ ลักษณะคล้ายกับลูกระนาดข้อสำคัญคือ แผ่นวัสดุที่นำไปติดทับข้อโซ่จะต้องมีความกว้างไม่เกินระยะพิชของโซ่นั้นๆ โซ่ที่รองรับติดแผ่นวัสดุจะใช้ตั้งแต่สองเส้นหรือมากกว่าเพื่อให้เหมาะสมกับการลากจูงที่เกิดขึ้นเมื่อติดแผ่นวัสดุบนโซ่เรียบร้อยแล้วจะมองดูคล้ายสายพานลำเลียงแบบแบนราบมีข้อดีกว่าสายพานคือรับน้ำหนักได้มากกว่าขนวัสดุขึ้นที่ลาดชันได้วัสดุที่ขนถ่ายและโซ่จะไม่ตกออกนอกทางวิ่งข้อเสียคือมีเสียงดัง, การบำรุงรักษาสูง, มีน้ำหนักมาก, ขนวัสดุที่เป็นชิ้นเล็ก ๆ หรือมีฝุ่นผงไม่ได้ เพราะจะเกิดการรบกวนได้

- โซ่แบบลิ้นไถล (Chain Sliding)
- โซ่แบบลูกกลิ้ง (Roller Chains)
- โซ่แบบลูกกลิ้ง (Roller Chains)

6. อัตราขนถ่าย (Capacity)

อัตราขนถ่ายแสดงถึงปริมาณหน่วยต่อเวลาอันได้แก่จำนวนชิ้นต่อเวลา, ปริมาณต่อเวลา, จำนวนเที่ยวบรรทุกต่อเวลาหรือน้ำหนักต่อเวลาโดยทั่วไปอัตราการ

ขนถ่ายจะเป็นการวัดต่อผลงาน (Production) ที่เครื่องมือขนถ่ายทำได้ในบางครั้งอัตราขนถ่ายที่มีปริมาณเท่ากันแต่หน่วยเรียกอัตราการขนถ่ายอาจแตกต่างกันหรือขึ้นอยู่กับท้องถิ่นที่นิยมเรียกกันตัวอย่างเช่น รถบรรทุกบรรทุก 10 เที่ยวแต่ละเที่ยวมีน้ำหนัก 20 ตันในเวลา 10 ชั่วโมงอาจกล่าวได้ว่ามีอัตรา 1 เที่ยวรถต่อชั่วโมงซึ่งต่างก็มีปริมาณอัตราขนถ่ายที่เท่ากันเป็นต้นจากตัวอย่างนี้เป็นการพิจารณาในระยะเวลาการทำงานเฉลี่ยใน 1 ชั่วโมงความจริงแล้วในการทำงานจริงในแต่ละเที่ยวรถบรรทุกจะเสียเวลากับการหยุด ณ จุดจ่ายวัสดุ, ทำความสะอาด ดังนั้นใน 1 ชั่วโมงอาจใช้

- อัตราขนถ่ายทำงาน (Operating Capacity)
- อัตราความสามารถในการขนถ่ายวัสดุ
- อัตราการขนถ่ายสูงสุด
- อัตราการขนถ่ายที่ใช้ในการออกแบบ

ในการออกแบบหรือเลือกขนาดเครื่องมือขนถ่ายวัสดุนั้นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงตลอดเวลาคือต้องขนถ่ายวัสดุนั้นได้และขนได้ในอัตราที่ต้องการ ดังนั้นการพิจารณาเพียงอัตราการขนถ่ายเพียงอย่างเดียวยังไม่พอจะต้องพิจารณาถึงการขนวัสดุนั้นไปได้ด้วย นั่นคือต้องพิจารณาคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของวัสดุด้วย เช่น ขนาดก้อนวัสดุและการยึดเกาะตัวเป็นก้อนของวัสดุซึ่งการขนถ่ายวัสดุแต่ละชนิดแต่ละขนาดก็จะมีข้อจำกัดขนาดของวัสดุที่ขนได้แตกต่างกันออกไป

6.1 การคำนวณออกแบบและสร้างการคำนวณอัตราการขนถ่ายวัสดุ

ข้อมูล

วัสดุขนถ่าย	:	กล่องเบียร์
ตัวรับโหลด	:	ลักษณะกล่อง
		กว้าง 25 เซนติเมตร (9.84 นิ้ว)
		สูง 29 เซนติเมตร (11.41 นิ้ว)
		ยาว 32 เซนติเมตร (12.59 นิ้ว)

อัตราขนถ่าย 600 กล้องต่อชั่วโมง, น้ำหนักกล้องเบียร์ 13.5 kg (29.75 ปอนด์)

ลักษณะใช้งานระนาบแนวนอน, ความยาวระนาบลำเลียง 300 เซนติเมตร (9.84 ฟุต) วางแต่ละกล้องห่างกัน 10 เซนติเมตร (3.94 นิ้ว) ได้ทั้งหมด 7 กล้อง และสามารถวางกล้องได้มากที่สุด 10 กล้อง แผ่นระนาบหนัก 0.3 กิโลกรัม (0.66 ปอนด์) 1 ฟุตมี 6 แผ่น น้ำหนักแผ่นระนาบ (0.66 x 6 = 3.96) ปอนด์ต่อฟุต

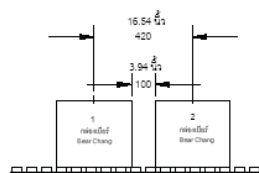
ความเร็วในการขนถ่ายอยู่ในช่วง 10-50 ฟุตต่อนาที ข้อมูลค่าต่างดังนี้

ระยะพิชโช = 0.625 นิ้ว เบอร์ 50 ดัดปีกนอกแบบ “K2” ขั้วเว้นข้อ

พื้นที่ล้อขับ = 38 ฟิน

พื้นที่ล้อตาม = 38 ฟิน

จากกล้องต้องวางห่างกันอย่างน้อย 100 มิลลิเมตร (3.94 นิ้ว) แสดงว่าระยะพิชชากล้อง 420 มิลลิเมตร (16.54 นิ้ว) และสามารถวางได้ทั้งหมด 7 กล้อง



ตรวจสอบข้อมูลความเป็นไปได้จากการขน 600 กล้องต่อชั่วโมง

อัตราการขนถ่ายออกแบบเพื่อ 20%

$$= 1.2 \times 600$$

$$= 720 \text{ กล้องต่อชั่วโมง}$$

$$\text{ความเร็ว (V)} = \frac{720 \times 16.54}{60 \times 12}$$

$$= 16.54 \text{ ฟุตต่อนาที}$$

ความเร็วรอบที่เหมาะสมในการขนอยู่ที่ 10 – 50 ฟุตต่อนาที

ดังนั้น 16.54 < 50 มีความเหมาะสม

6.2 การคำนวณแรงดึงโซ่

การคำนวณน้ำหนักเบี่ยงดัน จากสมการที่ (2.3)

$$W = 29.75 \times 10$$

$$= 297.50 \text{ ปอนด์}$$

น้ำหนักเบี่ยงดันคิดต่อฟุต

$$= \frac{297.50}{9.84}$$

$$= 30.234 \text{ ปอนด์ต่อฟุต}$$

น้ำหนักรวมของโซ่

$$= 0.66 \text{ ปอนด์ต่อฟุต}$$

น้ำหนักแผ่นระนาบ

$$= 0.3 \text{ กิโลกรัม (0.66 ปอนด์)}$$

ระยะพิชโช 0.625 นิ้ว

ดังนั้นจำนวนข้อโซ่ต่อฟุต

$$\frac{12}{0.625} = 19 \text{ ข้อโซ่}$$

$$= 0.66 \times \frac{19}{2}$$

$$= 6.27 \text{ ปอนด์ต่อฟุต}$$

น้ำหนักรวม (w_A) =

น้ำหนักประเมนรวมของโซ่ + น้ำหนักรวมแผ่นระนาบ

$$= 0.66 + 6.27$$

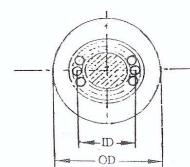
$$w_A = 6.93 \text{ ปอนด์ต่อฟุต}$$

น้ำหนักประเมนรวมของโซ่และแผ่นระนาบที่ความ

ยาว 3 เมตร (9.84 ฟุต)

$$= 6.93 \times 9.84$$

$$= 68.19 \text{ ปอนด์}$$



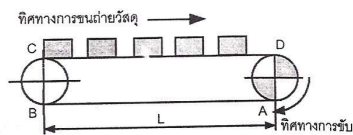
การคำนวณหาความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียด

ทาน μ_R

$$\mu_R = \frac{24\mu_{R1} + (\mu_{S4} \times ID)}{OD}$$

$$= \frac{24(0.005) + (0.15 \times 0.375)}{0.4}$$

$$= 0.44$$



$$T_{AB} = \mu_R w_A L$$

$$= 0.44 \times 6.93 \times 9.84$$

$$= 30.00 \text{ ปอนด์}$$

$$T_{BC} = 0.05 T_{AB} = 0.05 \mu_R w_A L$$

$$= 0.05(30.00)$$

$$= 1.50 \text{ ปอนด์}$$

$$T_{CD} = \mu_R W + \mu_R w_A L$$

$$= 0.44(297.5) + 0.44(6.93 \times 9.84)$$

$$= 505.75 + 30.00$$

$$= 160.90 \text{ ปอนด์}$$

ดังนั้น หาแรงดึงรวมได้จากสมการ

$$T_{total} = T_{AB} + T_{BC} + T_{CD}$$

$$= 30.00 + 1.50 + 160.90$$

$$= 192.40 \text{ ปอนด์}$$

7. การคำนวณหาค่ากำลังขับ

$$\text{หาค่ากำลังม้า (P)} = \frac{T_{total} \times v}{33000}$$

$$= \frac{192.40 \times 16.54}{33000}$$

$$= 0.096 \text{ Hp}$$

ประสิทธิภาพ (η) การส่งกำลังทางกลประมาณ 2.5 – 3 เท่า

$$\text{กำลังม้า (P)} = 0.096 \times 3 \text{ เท่า}$$

$$= 0.288 \text{ Hp}$$

ต้องการหาความเร็วรอบ

$$\text{ความเร็ว (V)} = \frac{38 \times 0.625 \times \text{ความเร็วรอบ (n)}}{12}$$

$$= \frac{16.54 \times 12}{38 \times 0.625}$$

$$= 8.35 \approx 9 \text{ รอบต่อนาที}$$

ต้องการหาทอร์ก (T)

$$P = 2\pi T n$$

$$T = \frac{P}{2\pi n}$$

$$= \frac{0.288}{2 \times \pi \times 9}$$

$$= 0.005 \text{ ปอนด์·ฟุต}$$

การแปลงหน่วย

$$1 \text{ ปอนด์·ฟุต} = 1.355818 \text{ นิวตัน·เมตร}$$

$$= 0.020 \times 1.355818$$

$$= 0.006 \text{ นิวตัน·เมตร}$$

การแปลงหน่วย

$$1 \text{ แรงม้า} = 0.76 \text{ กิโลวัตต์}$$

$$= 0.288 \times 0.76$$

$$= 0.218 \text{ กิโลวัตต์}$$

เลือกขนาดมอเตอร์จากตารางที่ 16

$$0.25 \text{ kW (0.33 Hp)}$$

รุ่นของมอเตอร์ตามมาตรฐาน VARVEL

$$\text{MRC-230 69 20 33 2.2 13}$$

ต้องการหาอัตราทดรวม (i)

$$\text{อัตราทดรวม} = \frac{69 \text{ รอบต่อนาที}}{9 \text{ รอบต่อนาที}}$$

$$= 7.66 \approx 8$$

8. การคำนวณหาขนาดของแผ่นระนาบ

การโค้งตัวขณะที่ยาววัสดุบนแผ่นระนาบกำหนดให้

ไม่เกิน $\theta_{all} = 30'$ หรือ 0.0087 Radians

$$\theta_{max} = \frac{5WL^3}{284EI}$$

เมื่อ W = แรงที่กระทำรวมของวัสดุลำเลียง(N)

L = ช่วงหน้ากว้างระบบลำเลียงหรือความยาว
(mm)

E = ค่ายังโมดูลัสของวัสดุที่ใช้ทำแผ่นระนาบ
 $\left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)$

I = ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่หน้าตัดขวาง
(mm⁴)

$$W = \frac{13.5 \times 10}{5} = 27 \text{ N}$$

$$I = \frac{42 \times 38^3}{12} = 19250 \text{ mm}^4$$

$$E = 131000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 131 \times 10^2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$L = 400 \text{ mm}$$

$$Y = \frac{5 \times 27 \times 381^3}{284 \times 192052 \times 131 \times 10^2} = 0.00773 \text{ mm}$$

9. สรุปผลการทดลอง

การออกแบบโซ่จำเป็นต้องทราบข้อมูลที่จำเป็นให้ครบถ้วนตั้งแต่ลักษณะการกระทำของแรง, ชนิดของโซ่จะมีอยู่หลายชนิดขึ้นอยู่กับลักษณะที่จำแนก เช่น จำแนกตามลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่นไถลหรือกลิ้งไปด้วยชุดลูกกลิ้ง, จำแนกตามลักษณะการบำรุงรักษา, จำแนกตามวิธีการผลิต เป็นต้น ประเภทของโซ่ก็มีอยู่หลายแบบผู้ออกแบบจะกำหนดคุณลักษณะเพื่อช่วยในการเลือกประเภทของโซ่

ชุดโซ่ลำเลียงแบบลูกกระพอนเป็นอุปกรณ์แบบหนึ่งที่ใช้ขนถ่ายวัสดุแบบหน่วยรวมวัสดุ (Unit Load) ได้ทั้งในแนวระดับและแนวลาดเอียง พึงสังเกตว่าลักษณะการสร้างชุดโซ่เล่นของระบบขนถ่ายชุดนี้กระทำได้ด้วยลักษณะที่หมุนเป็นวงรอบ ชุดโซ่ลูกกระพอนส่วนใหญ่ใช้กับงานขนถ่ายวัสดุเป็นช่วงๆ หรือในบางครั้งอาจใช้กับงานขนถ่ายแบบต่อเนื่องได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน ป้อนวัสดุเข้า โดยความเร็วของการขนถ่ายของระบบนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการใช้งาน

ได้มีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับชุดโซ่ลูกกระพอนและคำนวณออกแบบการทำงานเพื่อใช้งานลำเลียงกล่องเบียร์ ลักษณะการใช้งานแนวราบความยาวชุดโซ่ลำเลียง 300 เซนติเมตรใช้โซ่เบอร์ 50 ระยะพิชโซ่ 0.625 นิ้ว ติดปีกแบบดัดโค้งงอแบบข้อเหวี่ยงข้อความกว้างแผ่นระนาบ 40 เซนติเมตร วางกล่องบนชุดโซ่ 7 กล่องโดยวางห่างกัน 10 เซนติเมตร โดยผลการทดลองการทำงานสามารถใช้งานได้ตรงตามทฤษฎีที่ได้ออกแบบไว้

10. ปัญหาของการทำโครงการ

10.1 ปัญหาที่พบและการแก้ไขปัญหา (ปัญหาที่พบและทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว)

10.2 เมื่อยึดติดแผ่นไม้เข้ากับอุปกรณ์ช่วยยึดของโซ่ การเคลื่อนที่ตามรางเล่นไม้ค่อยขยับนานกันจะเกิดการแกว่งซ้าย-ขวา

10.3 เมื่อติดตั้งแผ่นไม้เป็นวงรอบแล้วขณะที่โซ่เคลื่อนที่ไปตามรางจะมีเสียงของการบิดตัวของไม้แผ่นระนาบ

10.4 ปัญหาและการแก้ไขปัญหา (ปัญหาที่พบและยังไม่ได้แก้ไข)

10.5 มอเตอร์ที่นำมาใช้เป็นของเก่าเมื่อใช้งานแล้วทำให้เกิดความร้อนขึ้น

10.6 ชุดลูกปืนที่นำมาใช้เป็นของเก่าจึงมีปัญหาในการหมุนไม่ราบเรียบและค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

11. ข้อเสนอแนะ

11.1 ข้อเสนอสำหรับโครงการหรือข้อเสนอแนะทั่วไป

11.2 ตรวจสอบอุปกรณ์ที่จะใช้ภายในโรงประลองก่อนที่จะ

11.3 ออกแบบและเครื่องมือที่ต้องใช้สำหรับ
ปฏิบัติงาน

11.4 ปรึกษาเจ้าหน้าที่โรงประลองก่อนการ
ปฏิบัติงาน

11.5 พื้นที่ในโรงประลองเหมาะสมกับโครงการ
หรือไม่ควรเลือกผู้ร่วมทำโครงการที่มีความรู้
ความสามารถและมีความรับผิดชอบ

11.6 ศึกษาหัวข้อของโครงการให้ดี ศึกษาข้อมูล
อย่างละเอียดหากมีข้อสงสัยควรปรึกษาอาจารย์ที่ทำ
ปริญญานิพนธ์เพื่อการทำโครงการราบรื่นและไม่เกิด
ปัญหา

12. เอกสารอ้างอิง

- [1] ศ. ทนศักดิ์ แสงวันนะชัย. การออกแบบโครงสร้างไม้
และเหล็ก พิมพ์ครั้งที่ 2, โรงพิมพ์ หน่วยสารบรรณ
งานบริหารและธุรการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น
พ.ศ. 2536
- [2] ผศ. ณรงค์ โมกขวิสุทธิ์ “การออกแบบและบำรุงรักษา
ระบบโซ่ลำเลียง” 2547
- [3] ผศ. ณรงค์ โมกขวิสุทธิ์ “เอกสารประกอบคำสอนวิชา
153101 Material Handling System” 2541
- [4] วารสาร “เครื่องกลไฟฟ้า-อุตสาหกรรม” ปีที่ 17 ฉบับที่ 184
เดือน พฤษภาคม 2543 หน้าที่ 130-144
- [5] วารสาร “เครื่องกลไฟฟ้า-อุตสาหกรรม” ปีที่ 19 ฉบับที่ 213
เดือน สิงหาคม 2545 หน้าที่ 151-164
- [6] วารสาร “เครื่องกลไฟฟ้า-อุตสาหกรรม” ปีที่ 20 ฉบับที่ 230
เดือน ธันวาคม 2546 หน้าที่ 142-148
- [7] คู่มือดัดลูกปืนเม็ดกลมและเม็ดยาว “Ball and Roller
Bearings” NTN Bearing สิ่งพิมพ์ CAT.NO.2201/T
ประเทศไทย
- [8] เอกสารเผยแพร่ “Renold”, Conveyor Chains, Attachments
& Wheels.

การศึกษาพฤติกรรมของสกรูลำเลียงแบบอะคิเมดิส

The Study Behavior of Acemedis Screw

พินคำ ศรีอุทัย

ภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail art_kmutnb@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมของสกรูลำเลียงแบบอะคิเมดิส เริ่มจากการสร้างสกรูลำเลียงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 444.4 mm ยาว m ระยะพิชช์มาตรฐาน ศึกษาหาค่าสิ่งที่ใช้ขับเคลื่อนทั้งอัตราการขนถ่ายของสกรูที่มุมเอียงแตกต่างกัน 3 มุมคือ 0, 2.5 และ 5 องศา และความเร็วรอบแตกต่างกัน 4 ค่าคือ 15, 20, 25 และ 30 รอบต่อนาที โดยใช้วัสดุทดลอง 2 ตัวอย่างคือทรายแม่น้ำที่มีความหนาแน่น 2550 kg/m³ และซีลี้อยที่มีความหนาแน่น 340 kg/m³

ผลจากการทดลองวัสดุทรายพบว่าที่มุมเอียง 0 องศา ความเร็วรอบ 15, 20, 25 และ 30 ได้อัตราการขนถ่ายสูงขึ้นจาก 123.32 - 281.80 kg/min กำลังงานไฟฟ้าที่ใช้สูงขึ้นจาก 0.92 - 1.04 kW ตามลำดับ และผลจากการทดลองวัสดุซีลี้อยพบว่าที่มุมเอียง 0 องศา ความเร็วรอบ 15, 20, 25 และ 30 ได้อัตราการขนถ่าย 12.31 - 24.36 kg/min กำลังงานไฟฟ้าที่ใช้เป็น kW ตามลำดับ พิจารณาที่มุมเอียงขึ้น 2.5 และ 5 องศา พบว่าการเปลี่ยนแปลงอัตราการขนถ่ายวัสดุและกำลังไฟฟ้าเป็นเส้นตรงเช่นเดียวกับการทดลองที่มุมเอียง 0 องศา สำหรับผลการทดลองกับทรายที่มุม 5 องศา ความเร็วรอบ 15, 20, 25 และ 30 ได้อัตราการขนถ่ายสูงขึ้นจาก 107.32 - 250.42 kg/min กำลังงานไฟฟ้าที่ใช้สูงขึ้นจาก 1.25 - 1.88 kW ตามลำดับ และซีลี้อยที่มุมเอียง 5 องศา ความเร็วรอบ 15, 20, 25 และ 30 อัตราการขนถ่าย 7.99 - 14.74 kg/min กำลังงานไฟฟ้าที่ใช้เป็น 0.79 - 0.95 kW ตามลำดับ

คำสำคัญ: สกรูลำเลียงแบบอะคิเมดิส อัตราการขนถ่าย สกรูระยะพิชช์มาตรฐาน

Abstract

This paper present the study of behavior of Acemedis Screw start from design and construct conveyor screw size 444.4 mm diameter and m long. To evaluate for power and capacity in several 3 incline angle at 0, 2.5 and 5

degree and 4 several screw revolution at 15,20,25 and 30 rpm. Uses wet sand and saw dust with density and kg/m^3 respectively.

Result of sand 0 degree conveyor incline and speed at 15,20,25 and 30 rpm receive capacity rate from 123.32-281.80 kg/min and electrical power from kW respectively and result of saw dust 0 degree conveyor incline and speed at 15,20,25 and 30 rpm receive capacity rate from 12.31- 24.36 kg/min and electrical power from kW respectively. Consider at 2.5 and 5 degree conveyor upper incline appear rate of bulk capacity and electrical power are vary concisely follow to 0 degree experimental. Thus for 5 degree conveyor incline and speed at 15,20,25 and 30 rpm receive capacity rate from 107.32- 250.42 kg/min and electrical power from kW respectively and result of saw dust 5 degree conveyor incline and speed at 15,20,25 and 30 rpm receive capacity rate from 7.99-14.74 kg/min and electrical power from kW respectively.

1. บทนำ

หลักการและเหตุผล

ก่อนคริสต์ศักราช 212-287 ปี ได้มีการเริ่มออกแบบสกรูลำเลียงอย่างเป็นรูปเป็นร่าง โดยอาร์คิมิดีส ซึ่งเป็นนักคณิตศาสตร์ นักประดิษฐ์ และนักฟิสิกส์ชาวกรีก ได้ออกแบบสร้างสกรูลำเลียงเพื่อใช้สูบน้ำออกจากเรือของกษัตริย์แห่งไซราคิวส์ (Syracuse) ประกอบด้วยท่อที่มีผนังด้านในติดใบเกลียวแบบแถบรีว (Ribbon) ซึ่งสกรูลำเลียงแบบเดียวกับอาร์คิมิดีสปัจจุบันก็ยังมีใช้อยู่ในอุตสาหกรรม เช่น เครื่องผสมปูนซีเมนต์คอนกรีตที่ติดอยู่บนรถบรรทุก เป็นต้น

ในการขนถ่ายวัสดุปริมาณมวลนั้นมักประสบปัญหาด้านมลภาวะคือ ฝุ่นละออง กลิ่น ความชื้นที่เกิดขึ้นระหว่างขนถ่ายวัสดุ มีผลให้วัสดุที่แห้งฟุ้งกระจาย วัสดุที่มีความชื้นจะทำให้เนื้อวัสดุเกาะติดกับอุปกรณ์และต้องการผสมผสานคลุกเคล้าวัสดุ 2 ชนิดให้เข้ากันระหว่างลำเลียง ดังนั้นจึงเลือกที่ศึกษาและสร้างสกรูแบบอาร์คิมิดีส เนื่องจากสามารถใช้ในงานที่มีอุณหภูมิสูงหรือในงานอบแห้งของวัสดุที่มีความเร็วรอบต่ำๆ และงานที่มีระยะทางยาวๆ โดยที่ไม่ต้องการใช้แสงเกอร์หรือหุ้

2 วัตถุประสงค์

- 2.1. เพื่อศึกษาทฤษฎีของสกรูลำเลียงไร้แกนเพลลาแบบท่อหมุน
- 2.2. เพื่อออกแบบและสร้างสกรูลำเลียงไร้แกนเพลลาแบบท่อหมุน
- 2.3. เพื่อทดสอบการทำงานของสกรูลำเลียงไร้แกนเพลลาแบบท่อหมุน

3. ขอบเขตของโครงการ

- 3.1. ออกแบบและสร้างสกรูไร้เพลลาแบบท่อหมุน ซึ่งใช้ระยะพิตช์มาตรฐาน เส้นผ่านศูนย์กลาง 400-500 mm ความยาว 2400 mm
- 3.2. ทดสอบหาอัตราการทำงานที่มุมเอียง 0 , 2.5 , 5 องศา โดยใช้วัสดุทดสอบคือทรายและจีเลื้อย ที่ความเร็ว 15 , 20 , 25 และ 30 รอบต่อนาที
- 3.3. วัดค่ากำลังทางไฟฟ้า เพื่อหาค่าตั้งขับ

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 4.1. ได้ความรู้เกี่ยวกับอัตราการขนถ่ายและกำลังขับในสกรูลำเลียงไร้แกนเพลลาแบบท่อหมุน

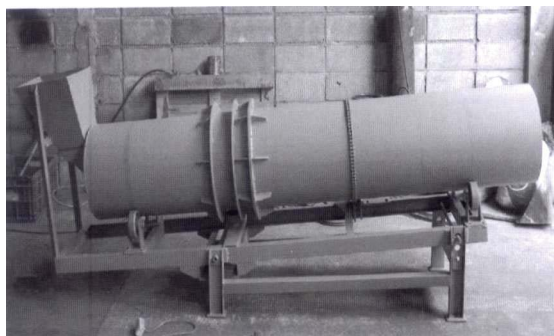
4.2. เป็นการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับสกรูไร้เฟลาแบบ
ทอหมุน

4.3. เป็นแนวทางในการศึกษาและสามารถนำไป
ประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ขนถ่ายชนิดอื่นได้

4.4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานและ
ออกแบบเครื่องจักรกลเพิ่มมากขึ้น

5. การทดลอง

การทำการทดลองใช้งานสกรูขนถ่ายไร้เฟลา
แบบทอหมุนนี้เพื่อหาความสัมพันธ์ต่างๆที่มีผลต่ออัตรา
การขนถ่าย โดยการใช้การปรับมุมเอียงที่แตกต่างกัน
และผลที่ได้จากการทดลองนี้ จะเป็นตัวบ่งชี้ทำให้
ทราบว่ามีมุมเอียงเปลี่ยนไปมีผลต่ออัตราการขนถ่าย
เพิ่มขึ้นหรือลดลง



ภาพที่ 1 อุปกรณ์ทดลองชุดสกรูขนถ่ายไร้เฟลาแบบทอ
หมุน สามารถปรับมุมในการขนถ่ายได้ 0.2 – 5.5
องศา



ภาพที่ 2 วัสดุที่ใช้ในการทดลองได้แก่ขี้เลื่อย



ภาพที่ 3 วัสดุที่ใช้ในการทดลองได้แก่ขี้เลื่อย

6. ขั้นตอนในการทดลอง

- 6.1 จัดเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ในการทดลอง
- 6.2 นำภาชนะรองรับวัสดุไปวางที่ช่องทางออก
- 6.3 ทำการชั่งน้ำหนักวัสดุทดลองก่อนเทลงในถังจ่าย
วัสดุ
- 6.4 เทวัสดุทดลองลงในถังวัสดุ
- 6.5 กดสวิตช์ให้มอเตอร์ทำงาน
- 6.6 ทำการวัดค่าทางไฟฟ้าโดยใช้อุปกรณ์คลิป์แอมป์
- 6.7 เปิดแผ่นกั้นให้วัสดุไหลลงในท่อลำเลียง
- 6.8 ทำการจับเวลาประมาณ 1 นาทีเมื่อวัสดุทดลอง
ไหลลงมา

ในสกรูขนถ่ายไรแกนเพลแบบทอหมุนอย่างสม่ำเสมอ

6.8 ทำการวัดค่าทางไฟฟ้าอีกครั้งโดยใช้อุปกรณ์คลิปแอมป์

6.9 นำวัสดุทดลองที่ได้จากการขนถ่ายไปชั่งน้ำหนักแล้วนำ

ไปคำนวณหาอัตราการขนถ่ายวัสดุต่อไป

7. ผลการทดลอง

7.1 ผลของการทดลองการใช้สกรูขนถ่ายวัสดุแบบไรแกนเพลแบบทอหมุนขนถ่ายวัสดุทดลองทรายใช้ใบสกรูระยะพิตช์มาตรฐาน โดยทำการขนถ่ายที่ความเร็วรอบแตกต่างกันและองศาต่างกัน

ตารางที่ 1 ผลการทดลองสกรูขนถ่ายวัสดุทรายเปียก ที่ความเร็ว 15 รอบต่อนาที

มุมเอียง องศา	ปริมาณการขนถ่าย กิโลกรัม/นาที					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย
5	107.83	107.25	106.95	107.95	107.55	107.316
2.5	116.5	115.95	116.7	116.5	116.46	116.42
0	123.4	123.5	123.0	123.1	123.6	123.23

ตารางที่ 2 ผลการทดลองสกรูขนถ่ายวัสดุทรายเปียก ที่ความเร็ว 30 รอบต่อนาที

มุมเอียง องศา	ปริมาณการขนถ่าย กิโลกรัม/นาที					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย
5	250.6	250.0	250.1	250.4	251.0	250.42
2.5	268.	268.3	268.9	268.3	268.3	268.51
0	261.83	261.79	281.81	281.8	281.8	261.80

7.2 ผลของการทดลองการใช้สกรูขนถ่ายวัสดุแบบไรแกนเพลแบบทอหมุนขนถ่ายวัสดุทดลองจี๋เลี้ยงใช้ใบสกรูระยะพิตช์มาตรฐาน

ตารางที่ 3 ผลการทดลองสกรูขนถ่ายวัสดุจี๋เลี้ยงที่

ความเร็ว 15 รอบต่อนาที

มุมเอียง องศา	ปริมาณการขนถ่าย กิโลกรัม/นาที					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย
5	8.1	7.9	7.85	8.0	8.1	7.99
2.5	11.25	11.5	11.0	11.3	11.0	11.21
0	12.6	12.3	12.45	12.2	12.2	12.31

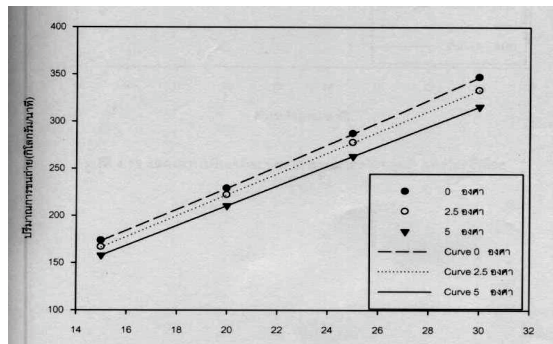
ตารางที่ 4 ผลการทดลองสกรูขนถ่ายวัสดุจี๋เลี้ยงที่

ความเร็ว 30 รอบต่อนาที

มุมเอียง องศา	ปริมาณการขนถ่าย กิโลกรัม/นาที					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย
5	14.85	14.75	14.65	14.75	14.7	14.74
2.5	17.7	17.4	17.3	17.6	17.2	17.44
0	24.1	24.5	24.4	24.9	23.9	24.36

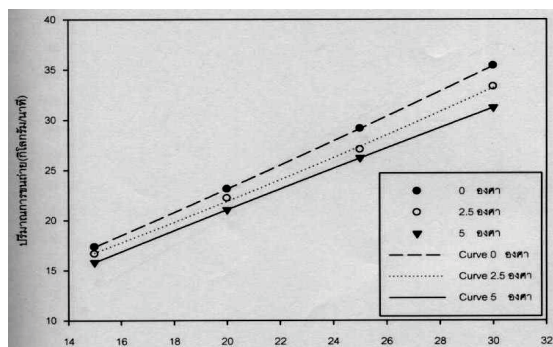
8. กราฟเปรียบเทียบอัตราการขนถ่าย

8.1 กราฟเปรียบเทียบค่าผลการคำนวณของวัสดุ อัตราการขนถ่ายจากการคำนวณหาอัตราการขนถ่ายทางทฤษฎีของวัสดุทราย

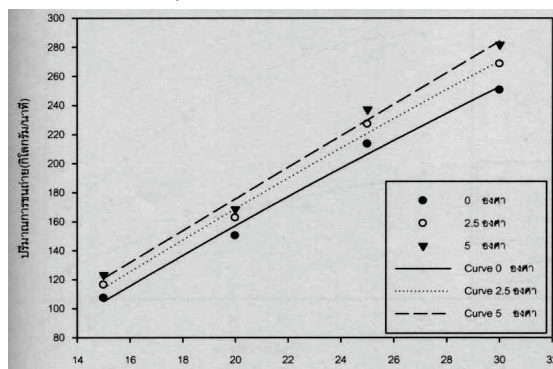


ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบอัตราการขนำทางทฤษฎีของวัสดุทราย

8.3 จากผลการทดลองหาอัตราการขนำของวัสดุทราย ผู้ออกแบบได้นำค่าตัวแปรต่างๆที่ได้มาทำการเปรียบเทียบกัน



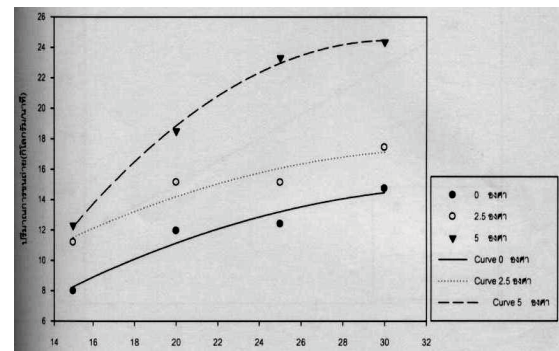
ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบอัตราการขนำทางทฤษฎีของวัสดุขี้เลื่อย



ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบอัตราการขนำ

ค่าทดลอง ของวัสดุทราย

8.2 จากผลการทดลองหาอัตราการขนำของวัสดุขี้เลื่อยผู้ออกแบบได้นำค่าตัวแปรต่างๆที่ได้มาทำการเปรียบเทียบ



ภาพที่ 7 การเปรียบเทียบอัตราการขนำค่าทดลองของวัสดุขี้เลื่อย

จากการทดลองสกรูไร้แกนเพลแบบท่อนูน ซึ่งใช้ระยะพิตช์มาตรฐาน ขนาดความยาวของท่อ 2400 mm เส้นผ่านศูนย์กลาง 444.4 mm และความสูงของสกรู 60 ทำการขนำวัสดุประเภท คือ ทรายและขี้เลื่อย โดยการทดลองขนำวัสดุที่มุม 0.25 และ 5 องศาที่ความเร็ว 15,20,25.30 รอบต่อนาที สามารถสรุปได้ดังนี้

8.3 จากการทดลองขนำวัสดุทรายปรากฏว่า ได้ปริมาณการขนำที่ความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที ที่มุม 0 องศาได้ปริมาณการขนำมากที่สุด 281.80 กิโลกรัมต่อนาที แต่การขนำวัสดุที่มุม 2.5 และ 5 องศาปริมาณการขนำก็จะลดลงตามลำดับ ที่ความเร็ว 25, 20 และ 15 รอบต่อนาที ปริมาณการขนำจะลดลงเช่นกันและได้ปริมาณการขนำน้อยที่สุด

ที่มุม 5 องศา ที่ความเร็วรอบ 15 รอบต่อนาทีได้ ปริมาณการขนถ่ายเท่ากับ 107.316 กิโลกรัมต่อนาที

8.4 จากการทดลองขนวัสดุที่เลื่อยปรากฏว่า ได้ ปริมาณการขนถ่ายที่ความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที ที่ มุม 0 องศาได้ปริมาณการขนถ่ายมากที่สุด 24.36 กิโลกรัมต่อนาที แต่การขนถ่ายวัสดุที่ความเร็ว 25 ,20, และ 15 รอบต่อนาที ปริมาณการขนถ่ายก็จะลดลง ตามลำดับ ที่มุมเอียง 2.5, และ 5 องศา ปริมาณการ ขนถ่ายจะลดลงเช่นกันและได้ปริมาณการขนถ่ายน้อยที่ ความเร็วรอบ 15 รอบต่อนาที ที่มุม 5 องศา ได้ปริมาณ การขนถ่ายเท่ากับ 7.99 กิโลกรัมต่อนาที

9. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองขนวัสดุที่ระดับมุมเอียงแตกต่างกัน วัสดุที่ทำการทดลองคือทรายและขี้เลื่อย ที่มุม 0 องศา ความเร็ว 30 รอบต่อนาทีจะมีปริมาณการขนถ่าย มากที่สุด และที่มุม 5 องศา ความเร็ว 15 รอบต่อนาที จะมีปริมาณการขนถ่ายน้อยที่สุด

จากค่าทฤษฎีและค่าทดลองของวัสดุทราย จะได้ ปริมาณการขนถ่ายที่แตกต่างกันประมาณ 23 เปอร์เซ็นต์ และวัสดุขี้เลื่อย จะได้ปริมาณการขนถ่ายที่ แตกต่างกันประมาณ 37 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าทางทฤษฎี จะมีปริมาณการขนถ่ายที่มากกว่า ดังนั้นมุมเอียงที่ เปลี่ยนแปลงและความเร็วรอบที่แตกต่างกัน จะมีผลทำ ให้ปริมาณการขนถ่ายเพิ่มขึ้นและลดลง

10. อุปสรรคในการทดลอง

10.1. ชุดสกรูไร้เฟลาแบบท่อนมูนมีน้ำหนักมาก และรูปแบบเป็นแบบปรับมุมเอียง ทำให้กระทำการ ปรับมุมได้ค่อนข้างยาก

10.2. ช่องทางเข้าของวัสดุที่ปลายของท่อเกิดการรั่ว ของวัสดุ จึงทำให้การจ่ายของวัสดุไม่สม่ำเสมอ ดังนั้น ปริมาณขนถ่ายที่ได้จึงน้อยลงไปด้วย

11. ข้อเสนอแนะ

11.1. ชุดสกรูไร้เฟลาแบบท่อนมูนมีน้ำหนักมาก ดังนั้นจึงควรศึกษาหาวิธีการทำให้น้ำหนักลดน้อยลง

11.2. เนื่องจากสกรูไร้เฟลาแบบท่อนมูนเป็น เครื่องต้นแบบ ทำการทดลองที่มุมเอียงแตกต่างกัน เล็กน้อยและทดลองวัสดุต่างชนิดกันเพียง 2 ชนิด ผล การทดลองที่ได้จึงเป็นเพียงแนวทางเท่านั้น

12. เอกสารอ้างอิง

- 1.บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ, ศจ.เครื่องกลขนถ่าย “อนุกรมขนถ่าย วัสดุ2”. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ ศูนย์ผลิตตำรา เรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2524,
2. บรรเลง ศรีนิล ตารางงานโลหะ , กรุงเทพมหานคร :โรง พิมพ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2524,
3. วรวิทย์ อิงภากรณ์ และ ชาญ ถัดงาน , การออกแบบเครื่องจักรกล 2 , กรุงเทพมหานคร :โรงพิมพ์ บริษัท เอช. เอ็ม
4. A.W. Roberts “Predicting the Volumetric and Torque Characteristics of Screw feeders”: Bulk solids handling, Vol. 16, No 2, April/June 1996. Page 233.
5. ANSI/CEMA 350-1988. “Screw conveyors CEMA book No. 350”: Conveyor Equipment Manufacturers Association.
6. DIN 15262. Screw conveyors for loose bulk solid materials. January 1983

การศึกษาผลของมุมเอียงของสกรูลำเลียง

The Study of an Incline Screw Conveyor

พันคำ ศรีอุทัย

ภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

e-mail art_kmutnb@hotmail.com

บทคัดย่อ

ในภาคอุตสาหกรรมปัจจุบันนี้เทคโนโลยีการขนถ่ายวัสดุได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับขั้นตอนต่างๆในสายการผลิตอยู่ไม่น้อย การศึกษาวิจัยนี้ได้จัดขึ้นเพื่อศึกษาลักษณะความเป็นไปของการขนถ่ายและการขนถ่ายวัสดุปริมาณมวลเพื่อที่จะได้เห็นถึงลักษณะการทำงานในลักษณะต่างๆในระบบขนถ่ายวัสดุนำมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสม จึงได้ทำการสร้างสกรูลำเลียงวัสดุขึ้นซึ่งมีใบสกรู 3 แบบ คือ สกรูใบเต็มพิชช์มาตรฐาน, สกรูใบเต็มพิชช์สั้น 1/2 และสกรูใบเต็มพิชช์สั้น 2/3 ซึ่งสามารถทำการปรับเปลี่ยนมุมเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการขนถ่ายของแต่ละใบที่มุมเอียงต่างๆตามทฤษฎีเพื่อสามารถนำไปใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน จากการทดลองใช้สกรูใบเต็มขนาด 6 นิ้ว ยาว 10 ฟุต ซึ่งออกแบบตามมาตรฐาน CEMA โดยใช้ใบสกรู 3 แบบคือสกรูใบเต็มระยะพิชช์มาตรฐาน, สกรูใบเต็มระยะพิชช์สั้น 1/2 และสกรูใบเต็มระยะพิชช์สั้น 2/3 ทำการทดลองขนวัสดุคือ ข้าวเปลือกและทรายโดยขนทำมุมตั้งแต่ 0 – 45 องศา

Abstract

The material handling technology is now playing a role in several sequences of production lines in present industries. The project objective was to study characteristics of material handling and bulk solids in order to get great insight into functional aspects of material handling systems and appropriately apply them to diverse utilization. We had constructed a screw conveyor with three types of flight, i.e. a standard slid flight screw, short pitch solid flight screw 1/2 and short pitch solid flight screw 2/3 with capability of angle adjustment so as to make a comparison of material handling efficiency of each screw flight at different angles according to the theoretical principle so that they could be appropriate to applications by testing on three types of these solid flight screw with

size of 6 inches in diameter and 10 feet in length which was designed according to the CEMA standard. The tested material were paddy and sandy with handling angles between 0-45 degrees

1. บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

การขนถ่ายวัสดุ ซึ่งแปลมาจากภาษาอังกฤษว่า Materials Handling หมายถึง การนำเอาวิทยาศาสตร์ และศิลปะ (Science and Art) มาประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อจัดการในเรื่องการเคลื่อนย้าย (Moving) การบรรจุหีบห่อ (Packaging) และการเก็บรักษา (Warehousing) ของวัสดุทั้งหมดเพื่อให้เกิดการประหยัด และเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงาน ทั้งนี้ถ้าเป็นอุตสาหกรรมการผลิตจะครอบคลุมตั้งแต่การรับวัตถุดิบเข้ามาในโรงงาน การนำวัสดุผ่านกระบวนการผลิต จนเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปส่งออกจำหน่ายทั้งหมดที่จะต้องเกี่ยวข้อง กับการจัดเก็บวัสดุถือเป็น Materials Handling ทั้งสิ้น ดังนั้นราคาของผลิตภัณฑ์จึงมีราคาของการขนถ่ายวัสดุแฝงอยู่ด้วยส่วนหนึ่งมากขึ้นอยู่กับลักษณะของวัสดุและกรรมวิธีการผลิต ซึ่งค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุนี้จำเป็นที่จะต้องตัดลงให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะน้อยได้

เริ่มต้นสกรูขนถ่ายวัสดุ (Screw Conveyors) เป็นอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุที่มีใช้งานมานานกว่า 2000 ปีแล้ว โดยมีชื่อเรียกทั่วไปว่า “ระหัดเกลียว” (Archimedean screws) ใช้สำหรับขนถ่ายของเหลวและสิ่งปฏิกูล ประกอบด้วยรางสกรูและใบเกลียวกันห้อยที่ยึดติดกัน และหมุนไปพร้อมกันปลายด้านล่างจะจมอยู่ในน้ำ การหมุนจะทำให้ น้ำซึ่งอยู่ระหว่างช่องว่างของเกลียวเคลื่อนตัวขึ้น และเลื่อนไหลไปบนใบเกลียว ถึงแม้ว่าสกรูขนถ่ายวัสดุจะมี ประสิทธิภาพทางกลสูงแต่จะมีขีดจำกัดในเรื่องของมุมเอียงที่ใช้ในการขนถ่ายวัสดุ ซึ่ง

ถ้ามุมเอียงในการขนถ่ายวัสดุมากเกินไปจะทำให้วัสดุไม่สามารถ เคลื่อนที่ไปตามใบเกลียวของสกรูได้ ดังนั้นขนาดของใบเกลียว ระยะพิตช์ และมุมเอียงในการขนถ่ายวัสดุจะเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อประสิทธิภาพการขนถ่ายวัสดุปัจจุบันจะ นิยมทำให้ใบเกลียวของสกรูขนถ่ายวัสดุหมุนอยู่ภายในรางที่อยู่กับที่ และจะนิยมใช้กับการขนถ่ายวัสดุปริมาณมวล สำหรับการใช้งานของสกรูขนถ่ายวัสดุในอุตสาหกรรม เริ่มแรกมีการใช้ใบพัดไม้ยึดเข้ากับเพลากลวง โดยใบพัดยึดต่อเรียงกันเป็นลักษณะคล้ายใบเกลียว เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุในแนวระดับ สำหรับการขนถ่ายข้าวโพดและแป้ง ต่อมาได้มีการสร้างใบเกลียวแบบต่อเนื่องด้วยเหล็ก ซึ่ง จะมีความแข็งแรงมากขึ้นแต่ยังคงใช้หลักการและเทคนิคการขนถ่ายวัสดุแบบเดิมอยู่

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษาทฤษฎีการออกแบบสกรูลำเลียง
- 2.2 เพื่อออกแบบและสร้างสกรูลำเลียงแบบปรับเปลี่ยนมุมการขนถ่ายได้
- 2.3 เพื่อทดสอบหาอัตราการขนถ่ายที่มุมเอียงต่างๆ

3 ขอบเขตของการวิจัย

- 3.1 ออกแบบและสร้างสกรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว ยาว 3 เมตร เปลี่ยนมุมในการขนถ่ายได้
- 3.2 ใช้ใบสกรูขนาดใบพิชต์มาตรฐาน, ใบพิชต์สัน 2/3 และใบพิชต์สัน 1/2
- 3.3 เขียนแบบสกรูลำเลียงแนวเอียงด้วยโปรแกรม SolidWorks
- 3.4 ออกแบบสกรูลำเลียงโดยอ้างอิงตามมาตรฐาน CEMA

3.5 ทดสอบหาอัตราการขนถ่ายที่มุมเอียง 0,15,30,45 องศาโดยใช้วัสดุทดลองข้าวเปลือกและทราย

4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับวิจัย

4.1 เป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างสกรูลำเลียงแนวเอียงเพื่อใช้งานจริง

4.2 เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยและพัฒนาสกรูลำเลียงต่อไป

5. วิธีการทดสอบ

การทดลองและผลการทดลอง

การทำการทดลองใช้งานสกรูขนถ่ายวัสดุแนวเอียงนี้เพื่อหาความสัมพันธ์ต่างๆที่มีผลต่ออัตราการขนถ่าย โดยใช้การปรับมุมเอียงที่แตกต่างกัน และผลที่ได้จากการทดลองนี้ จะเป็นตัวบ่งชี้ทำให้ทราบว่าเมื่อมุมเอียงเปลี่ยนไปมีผลต่ออัตราการขนถ่ายเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไร

5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

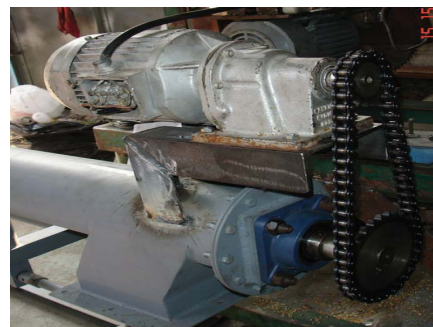
1. ชุดสกรูลำเลียงปรับมุมได้ 3 ระดับคือ 15,30,45 องศา
2. ชุดใบสกรูแบบ พิตช์มาตรฐาน, พิตช์ 1/2 และ พิตช์ 2/3
3. วัสดุทดลอง ทรายและข้าวเปลือก
4. นาฬิกาจับเวลา
5. ภาชนะรองรับวัสดุ
6. เครื่องชั่งน้ำหนัก
7. คลิปแอมป์



ภาพที่ 1 แสดงสกรูขนถ่ายแนวเอียงแบบต่างๆ



ภาพที่ 2 แสดงรูปอุปกรณ์ทดลองชุดสกรูลำเลียงสามารถปรับมุมในการขนถ่ายได้ 15,30,45 องศา



ภาพที่ 3 แสดงอุปกรณ์มอเตอร์เป็นต้นกำลังในการขับใบสกรู

6. ขั้นตอนในการทดลอง

6.1 จัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วให้พร้อมที่จะใช้งาน

6.2 นำภาชนะรองรับวัสดุไปวางที่ช่องทางออกของวัสดุ

6.3 ทำการชั่งน้ำหนักวัสดุทดลองก่อนเทลงในถัง
จ่ายวัสดุ

6.4 เทวัสดุทดลองลงในถังจ่ายวัสดุ

6.5 กดสวิทช์ให้มอเตอร์ทำงาน

6.6 ทำการวัดค่าทางไฟฟ้าโดยใช้อุปกรณ์คลิป
แอมป์

6.7 เปิดแผ่นกั้นให้วัสดุไหลลงในรางสกรู

6.8 ทำการจับเวลาประมาณ 1 นาทีเมื่อวัสดุทดลอง
ไหลลงในรางอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง

6.9 ทำการวัดค่าทางไฟฟ้าอีกครั้งโดยใช้อุปกรณ์
คลิปแอมป์

6.10 นำวัสดุทดลองที่ได้จากการขนถ่ายไปชั่ง
น้ำหนัก แล้วนำไปคำนวณหาอัตราการขนถ่ายวัสดุ
ต่อไป

7. ผลการทดลอง

ผลของการทดลองการใช้สกรูขนถ่ายวัสดุแนวเอียง
ขนถ่ายวัสดุทดลองข้าวเปลือกโดยใช้ใบสกรูระยะพิทช์
มาตรฐาน, พิทช์ 2/3 และ พิทช์ 1/2

ตารางที่ 1: ผลการทดลองสกรูขนถ่ายวัสดุแนวเอียง
โดยใช้ใบสกรูระยะพิทช์มาตรฐานขนข้าวเปลือก

มุมเอียง (องศา)	ปริมาณการขนถ่าย กิโลกรัม/นาที					ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
45	3.8	3.7	3.8	3.7	3.7	3.74
30	5.3	5.3	5.2	5.3	5.2	5.26
15	7.8	7.8	7.5	7.8	7.7	7.72
0	10.1	10	10.1	10	10	10.04

ตารางที่ 2: ผลการทดลองสกรูขนถ่ายวัสดุแนวเอียงโดย
ใช้ใบสกรูระยะพิทช์ 2/3 ขนข้าวเปลือก

มุมเอียง (องศา)	ปริมาณการขนถ่าย กิโลกรัม/นาที					ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
45	2.2	2.2	2.1	2.2	2.1	2.16
30	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2	3.18
15	5.8	5.6	5.6	5.7	5.6	5.66
0	7.8	7.7	7.7	7.7	7.5	7.68

ตารางที่ 3: ผลการทดลองสกรูขนถ่ายวัสดุแนวเอียงโดย
ใช้ใบสกรูระยะพิทช์ 1/2 ขนข้าวเปลือก

มุมเอียง (องศา)	ปริมาณการขนถ่าย กิโลกรัม/นาที					ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
45	0.9	0.9	1	1	0.9	0.94
30	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.78
15	3.7	3.7	3.8	3.7	3.7	3.72
0	5	5.1	5	5.1	5.1	5.06

ตารางที่ 4: ผลการทดลองสกรูขนถ่ายวัสดุแนวเอียงโดย
ใช้ใบสกรูระยะพิทช์มาตรฐานขนทราย

มุมเอียง (องศา)	ปริมาณการขนถ่าย กิโลกรัม/นาที					ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
45	2.2	2.2	2.1	2.2	2.1	2.16
30	3.4	3.3	3.4	3.4	3.3	3.36
15	5.2	5	5	5.1	5	5.06
0	8.2	8	8.1	8	8	8.06

ตารางที่ 5: ผลการทดลองสกรูขนถ่ายวัสดุแนวเอียงโดย
ใช้ใบสกรูระยะพิทช์ 2/3 ขนทราย

มุมเอียง (องศา)	ปริมาณการขนถ่าย กิโลกรัม/นาที					ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
45	1.7	1.7	1.6	1.6	1.7	1.66
30	2.8	2.8	2.8	2.7	2.8	2.78
15	3.7	3.7	3.8	3.7	3.7	3.72
0	5.2	5.2	5.2	5.1	5.2	5.18

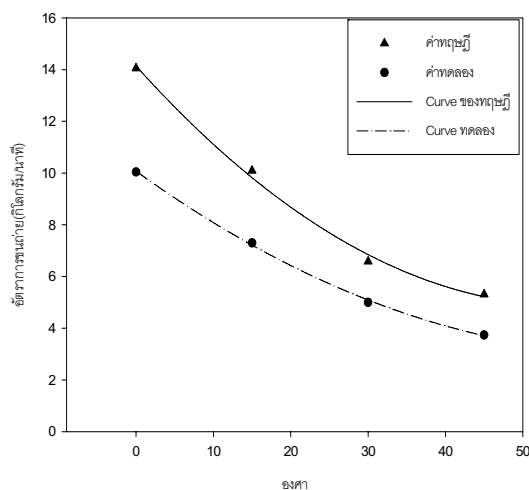
ตารางที่ 6: ผลการทดลองสกรูขนถ่ายวัสดุแนวเอียง

โดยใช้ใบสกรูระยะพิตช์ 1/2 นิ้ว

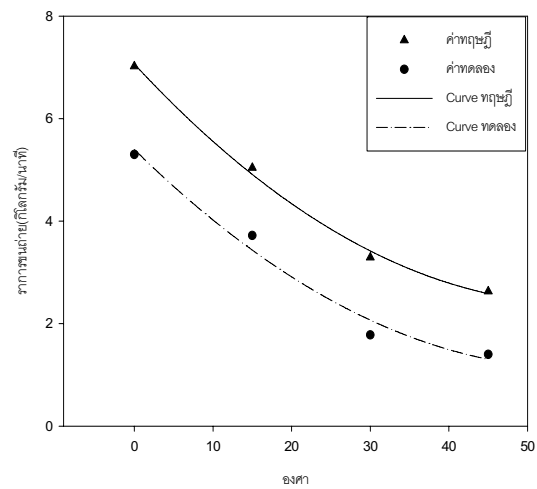
มุมเอียง (องศา)	ปริมาณการขนถ่าย กิโลกรัม/นาที					ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
45	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.78
30	1.9	1.8	1.8	1.9	1.8	1.84
15	2.5	2.3	2.3	2.5	2.3	2.56
0	3.7	3.7	3.8	3.7	3.7	3.72

8. กราฟเปรียบเทียบอัตราการขนถ่าย

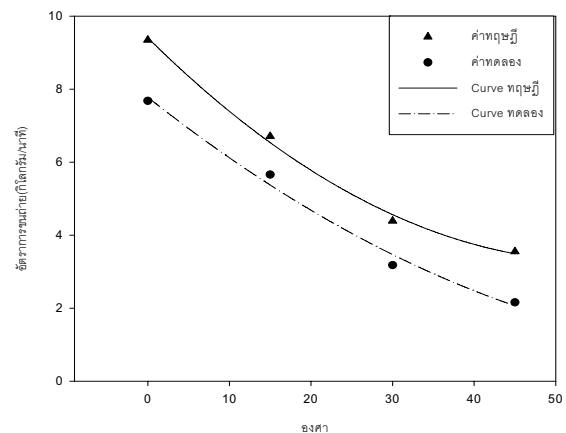
กราฟเปรียบเทียบผลการทดลองของการใช้
ใบสกรูระยะพิตช์ต่างๆ ขั้วเปลือก



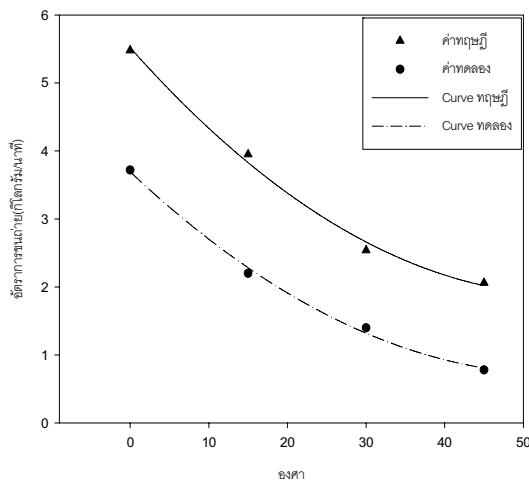
ภาพที่ 4: กราฟ แสดงการเปรียบเทียบอัตราการขนถ่ายทาง
ทฤษฎีกับผลการ ทดลองวัสดุทดลองขั้วเปลือก
ใบสกรูระยะพิตช์มาตรฐาน



ภาพที่ 5: แสดงการเปรียบเทียบอัตราการขนถ่ายทาง
ทฤษฎีกับผลการทดลอง วัสดุ ทดลองขั้วเปลือก
ใบสกรูระยะพิตช์ 1/2



ภาพที่ 6: แสดงการเปรียบเทียบอัตราการขนถ่ายทางทฤษฎี
กับผลการทดลอง วัสดุทดลองขั้วเปลือก ใบสกรู
ระยะพิตช์ 2/3



ภาพที่ 7 การเปรียบเทียบอัตราขนถ่ายทางทฤษฎีกับผลการทดลองวัสดุทดลองทราย ใบสกรูระยะพิตช์ $1/2$

9. สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลจากการทดลอง

จากการทดลองใช้สกรูใบเต็มขนาด 6 นิ้ว ยาว 10 ฟุต ซึ่งออกแบบตามมาตรฐาน CEMA โดยใช้ใบสกรู 3 แบบคือสกรูใบเต็มระยะพิตช์มาตรฐาน, สกรูใบเต็มระยะพิตช์สั้น $1/2$ และสกรูใบเต็มระยะพิตช์สั้น $2/3$ ทำการทดลองขนวัสดุคือ ข้าวเปลือกและทราย โดยขนท่ามมตั้งแต่ 0 – 45 องศา สามารถสรุปได้ดังนี้

9.1 การทดลองใช้สกรูใบเต็มระยะพิตช์มาตรฐานปรากฏว่า ได้ปริมาณการขนถ่ายข้าวเปลือกสูงสุดที่ 10.1 kg/min แต่มุม 30-45 องศา จะมีข้าวเปลือกตกค้างในปริมาณมากจากการทดลองพบว่าที่มุม 45 องศา มีข้าวเปลือกตกค้าง 4 kg และได้ปริมาณขนถ่ายทรายสูงสุดที่ 8.2 kg/min แต่มุม 45 องศา จะมีทรายตกค้างประมาณ 5 kg

9.2 การทดลองใช้สกรูใบเต็มระยะพิตช์สั้น $2/3$ ได้ปริมาณการขนถ่ายข้าวเปลือกสูงสุดที่ 7.8 kg/min แต่มุม 30-45 องศา จะมีข้าวเปลือกตกค้างในปริมาณมากจากการทดลองพบว่าที่มุม 45 องศา มีข้าวเปลือกตกค้าง 5 kg และได้ปริมาณขนถ่ายทรายสูงสุดที่ 5.2 kg/min แต่มุม 45 องศา จะมีทรายตกค้างประมาณ 6.5 kg

9.3 การทดลองใช้สกรูใบเต็มระยะพิตช์สั้น $1/2$ ได้ปริมาณการขนถ่ายข้าวเปลือกสูงสุดที่ 5.1 kg/min แต่มุม 30-45 องศา จะมีข้าวเปลือกตกค้างในปริมาณมากจากการทดลองพบว่าที่มุม 45 องศา มีข้าวเปลือกตกค้าง 3.8 kg และได้ปริมาณขนถ่ายทรายสูงสุดที่ 7 kg/min แต่มุม 45 องศา จะมีทรายตกค้างประมาณ 7 kg นอกจากนี้ยังพบว่าการขนวัสดุที่มุมมากๆจะทำให้เกิดการตกค้างของวัสดุภายในท่อวัสดุที่ตกค้างนั้นจะเกิดการขัดสีกับใบสกรูและท่อทำให้วัสดุทดลองเสียหายเป็นจำนวนมาก

10. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองทำให้ได้ทราบว่า การใช้สกรูลำเลียงชนิดใบเหมือนกันที่มุมการขนต่างกันจะทำให้ปริมาณการขนถ่ายและกำลังขับที่ได้แตกต่างกันพบว่าที่มุมเอียงสูงขึ้นปริมาณการขนถ่ายวัสดุจะค่อยๆลดลงจนกระทั่งวัสดุไม่ขึ้นและถ้าเปรียบเทียบกับใบต่างชนิดกันปริมาณการขนถ่ายที่ได้ก็ไม่เท่ากันพบว่าจากการเปรียบเทียบจากผลการทดลองใบสกรูระยะพิตช์มาตรฐานสามารถขนวัสดุได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับใบระยะพิตช์ $2/3$ และใบระยะพิตช์ $1/2$ จากผลการสร้างกราฟเปรียบเทียบอัตราการขนถ่ายกับมุมในการขนถ่ายด้วยโปรแกรม SigmaPlot แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มค่า

ของตัวแปร θ ซึ่งเป็นค่ามุมในการขนถ่ายลงในสมการ จะทำให้ค่าอัตราการขนถ่ายน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลอง

12. อุปสรรคในการทดลอง

- รูปแบบการลำเลียงเป็นการลำเลียงปรับเปลี่ยนมุมทำให้การป้อนวัสดุและการรองรับวัสดุกระทำได้ค่อนข้างยาก
- ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนมุมเอียงในการขนถ่ายกระทำได้ยากเนื่องจากสกรุนั้นมีน้ำหนักมากทำให้เคลื่อนย้ายลำบาก

13. ข้อเสนอแนะ

- ชุดสกรูลำเลียงที่สามารถปรับมุมได้ นี่เป็นการทดลองเพื่อให้ทราบเกี่ยวกับ ความแตกต่างของใบสกรู ในการนำไปใช้ให้เหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด
- ชุดสกรูลำเลียงที่สามารถปรับเปลี่ยนมุมได้ นี่เป็นการทดลองเพื่อให้ทราบเกี่ยวกับความแตกต่างของมุมการขนถ่ายว่ามีผลต่อปริมาณการขนถ่ายและกำลังขับเคลื่อนหรือไม่เพื่อวิเคราะห์เลือกชนิดใบสกรูได้เหมาะสมทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุที่จะขนถ่ายเป็นสำคัญ
- ในทางปฏิบัติจริงนิยามกำหนดมุมการขนถ่ายคงที่ เพื่อง่ายต่อการออกแบบและสร้าง

14. เอกสารอ้างอิง

- (1). บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ, ศจ.เครื่องกลขนถ่าย “อนุกรมขนถ่ายวัสดุ”. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2524

- (2) A.W. Roberts “Predicting the Volumetric and Torque Characteristics of Screw feeders”. Bulk solids handling, Vol. 16, No 2, April/June 1996. Page 233.
- (3). ANSI/CEMA 350-1988. “Screw conveyors CEMA book No. 350”. Conveyor Equipment Manufacturers Association.
- (4.) DIN 15262. Screw conveyors for loose bulk solid materials. January 1983

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การใช้งาน PLC SIEMENS S7 – 300

Development and Evaluate the Efficiency of the Training Package in PLC SIEMENS S7 – 300

จิระศักดิ์ วิตตะ, อัยฎาฐ ปิยะนันท์

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10800 โทร (02)9132500

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดฝึกอบรม เรื่อง การใช้งาน PLC SIEMENS S7 – 300 และหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด วิธีดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้นำชุดฝึกอบรม เรื่อง การใช้งาน PLC SIEMENS S7 – 300 ที่สร้างขึ้น ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็น วิศวกร และช่างเทคนิคที่ปฏิบัติงาน ในการควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติ ที่ทำงานด้วย PLC SIEMENS S7 – 300 โดยการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจงจากผู้สมัครเข้ารับการฝึกอบรม จำนวน 20 คน โดยระหว่างการฝึกอบรมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบฝึกหัด และใบงาน เพื่อวัดความก้าวหน้าของการฝึกอบรม และเมื่อจบการฝึกอบรมแล้วให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกอบรมอีกครั้งหนึ่ง หลังจากนั้นจึงนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด และใบงาน กับแบบทดสอบ มาคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมผลการทดลองปรากฏว่า ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 93.88/85.06 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

คำสำคัญ : โปรแกรม PLC SIEMENS S7 – 300, ชุดฝึกอบรม

Abstract

The objective of this research is to construct a training package in PLC SIEMENS S7 – 300. Its efficiency evaluation was based on the criteria of 80/80. The researcher was used the constructed Training Package to test. The sampling group is Engineers and Technicians from industry which PLC SIEMENS S7 – 300 is used in automation control system. The specifically 20 people from the training application were selected as the sampling

group. During the learning process, they had to do the exercises which were divided into two parts: theoretical part and practical part. After finishing each lesson, they were tested both parts. Scores from the exercises and the tests were used to calculate the training package efficiency. In terms of efficiency, the result of training package shows 93.88/85.06, which is better than the established criteria.

Keywords: Program PLC SIEMENS S7 – 300, training package

1. บทนำ

1.1 ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการแข่งขันทางการค้าอย่างเสรี

ทำให้มีนักลงทุนทั้งในประเทศและต่างประเทศ ต่างสนใจที่จะลงทุนในประเทศไทย เพราะนอกจากข้อดีที่การค้าของไทยแข่งขันแบบเสรี นอกจากนี้เสถียรภาพทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ในระยะยาวก็อยู่ในระดับความเชื่อมั่นที่นักลงทุนกล้าตัดสินใจลงทุน โดยเฉพาะการขยายตัวของเศรษฐกิจภาคอุตสาหกรรม [1] ซึ่งบริษัทจำเป็นต้องทำสิ่งที่จะต้อง ปรับตัวเองให้สินค้าที่ผลิตมีคุณภาพและราคาถูก เทียบตรงรวดเร็วทันเวลา สินค้าได้มาตรฐาน สามารถแข่งขันกับตลาดภายในประเทศและทั่วโลกได้ ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรมสมัยใหม่หลายแห่ง จึงได้นำเอาเทคโนโลยีทางด้านระบบอัตโนมัติเข้า มาใช้ควบคุมเครื่องจักรอุตสาหกรรม ซึ่งเป้าหมายในการควบคุมในงานอุตสาหกรรมคือ การรักษาปริมาณต่างๆ อันได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน ระดับอัตราการไหล และการตรวจจับตำแหน่ง ฯลฯ ให้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่กำหนดไว้ แม้ว่าสภาวะการทำงาน และสภาพแวดล้อมจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ให้ได้ผลผลิตที่ถูกต้อง มีความสะดวกรวดเร็วในการผลิต ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับในตลาดทั่วโลก อีกทั้งยังสามารถเก็บข้อมูลการปฏิบัติงานได้ตลอดเวลา ระบบควบคุมอัตโนมัติที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม โดยส่วนใหญ่ได้แก่ ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ PLC และไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้

โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ได้นำเข้าเครื่องจักรอัตโนมัติ มาใช้ในการผลิตเป็นจำนวนมาก เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตให้ได้มาตรฐาน ตรงตามความต้องการของตลาดโลก ผลจากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี จากกระบวนการผลิตที่ใช้แรงงานไปเป็นเครื่องจักร ที่มีเทคโนโลยีสูงทันสมัยทำให้เกิดปัญหาขาดช่างผู้ปฏิบัติงานที่มีความรู้ตรงตามความต้องการของสถานประกอบการ [2] จากความสำคัญดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาปัญหาในเรื่องระบบอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานด้วย PLC จึงทำการสำรวจสภาพปัญหาในการใช้งานของผู้ที่เกี่ยวข้องในโรงงานอุตสาหกรรม

จากการสำรวจข้อมูล ในโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 10 โรงงาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกันคือ โรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลาง 5 โรงงาน และ โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ 5 โรงงาน พบว่า โรงงานอุตสาหกรรมทั้ง 2 กลุ่ม มีการใช้งาน PLC กันเป็นจำนวนมาก และยี่ห้อที่มีความนิยมในการใช้งานได้แก่ SIEMENS และ OMRON ส่วนปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการใช้งานเครื่องจักรที่ควบคุมการทำงานด้วย PLC ของพนักงานระดับปฏิบัติงาน มีดังนี้

1. พนักงานไม่มีความรู้ในการใช้งานเครื่องจักรที่ควบคุมการทำงานด้วย PLC
2. ไม่มีความรู้ในเรื่อง PLC ระดับพื้นฐาน

3. ไม่มีความรู้ในการใช้งาน Function และการเขียนคำสั่งควบคุม PLC

4. ไม่มีความรู้ในการใช้งาน PLC รุ่นใหม่ๆ

5. ไม่มีความรู้ในเรื่อง ระบบกลไก และการเดินสาย

6. ไม่สามารถซ่อมบำรุง PLC ได้

จากผลการสำรวจความคิดเห็นดังกล่าว จะเห็นได้ว่าพนักงานยังขาดความรู้ ในเรื่องการใช้งาน PLC ในระดับ พื้นฐาน การประยุกต์ใช้และการซ่อมบำรุงแนวทางที่จะให้พนักงานมีความรู้และทักษะในด้านต่างๆ จึงจำเป็นต้องได้รับการฝึกอบรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างชุดฝึกอบรม การใช้งาน PLC ให้กับวิศวกร และช่างเทคนิคที่ปฏิบัติงาน ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานด้วย PLC โดยผู้วิจัยจะเลือกใช้ของบริษัท SIEMENS รุ่น S7-300 เนื่องจากเป็นรุ่นที่มีขนาดกลางสามารถต่อเพิ่มขยายฟังก์ชันได้ และเป็นที่ยอมรับใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 สร้างชุดฝึกอบรม การใช้งาน PLC SIEMENS S7-300 สำหรับพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรม

1.2.2 หาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

ชุดฝึกอบรม การใช้งาน PLC SIEMENS S7 – 300 ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรม ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

1.4 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้กำหนดขอบเขตไว้ดังนี้

1.4.1 ชุดฝึกอบรมประกอบด้วย

1.4.1.1 คำแนะนำในการใช้

1.4.1.2 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.4.1.3 แผนการสอน

1.4.1.4 ใบเนื้อหาหรือ ใบความรู้

1.4.1.5 แบบทดสอบท้ายบทเรียนพร้อมเฉลย

1.4.1.6 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนพร้อมเฉลย

1.4.2 เนื้อหาในการอบรม ประกอบด้วย

1.4.2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ PLC

1.4.2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ PLC

SIEMENS S7-300

1.4.2.3 การใช้งานโปรแกรม SIMATIC

Manager

1.4.2.4 คำสั่งการปฏิบัติการของ S7 -300

1.4.2.5 การใช้งานโปรแกรม SIMATIC Manager ร่วมกับ โปรแกรม FluidSimP V.4

1.4.2.6 การทดลอง กับสถานีจำลอง FMS

50

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.5.1 ศึกษาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่เป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ ในเขตนิคมอุตสาหกรรมภาคตะวันออก

1.5.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการอบรมได้มาจากการคัดเลือกจากผู้สมัคร ตามคุณสมบัติที่กำหนดในหลักสูตรฝึกอบรม เรื่อง การใช้งาน PLC SIEMENS S7-300

1.5.3 ชุดจำลองการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ ในการฝึกอบรมนี้จะใช้ชุด FMS 50 ของบริษัท FESTO

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1.1 ประชากรในการวิจัย ได้แก่ ผู้ที่ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรอัตโนมัติที่อยู่ในโรงงานอุตสาหกรรม ในเขตนิคมอุตสาหกรรมภาคตะวันออก

2.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ วิศวกร และช่างเทคนิคที่ปฏิบัติงาน ในการควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติ ที่ทำงานด้วย PLC SIEMENS S7 – 300 โดยการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจงจากผู้สมัครเข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 20 คน

2.2 ศึกษาความต้องการในการจัดทำหลักสูตรฝึกอบรม

2.2.1 ศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

ในการหาความต้องการ เพื่อสร้างหลักสูตรฝึกอบรมนั้น จำเป็นที่จะต้องรู้ถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ในโรงงานอุตสาหกรรมว่ามีปัญหาตรงกับหัวข้อที่กำลังทำศึกษาอยู่หรือไม่ และปัญหาที่เกิดขึ้นมีเรื่องใดบ้างที่แก้ไขได้ด้วยการฝึกอบรม เพื่อที่จะได้สร้างแบบสอบถามหาความต้องการในการจัดทำหลักสูตรฝึกอบรม

2.2.2 ศึกษาความต้องการในการจัดทำหลักสูตรฝึกอบรม

เมื่อทราบถึงสภาพปัญหาจากการปฏิบัติงานแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการสำรวจหาความต้องการในการจัดทำหลักสูตรฝึกอบรม โดยการสร้างแบบสอบถามเพื่อใช้เก็บข้อมูล กับวิศวกรและช่างเทคนิค ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ทำงานเกี่ยวกับระบบอัตโนมัติควบคุมการทำงานด้วย PLC

2.3 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สร้างขึ้น คือ ชุดฝึกอบรมการใช้งานโปรแกรม PLC SIEMENS S7-300 ประกอบด้วย ใบเนื้อหา สื่อการสอน แบบฝึกหัด และแบบทดสอบโดยยึดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่ได้จากการวิเคราะห์ผลจากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์เป็นหลัก โดยรวบรวมหัวข้องานจากการศึกษาข้อมูลในเรื่องความรู้และความสามารถที่จำเป็นต้องใช้ในการ ใช้งาน PLC SIEMENS S7 – 300 การสร้างชุดฝึกอบรมแบ่งออกเป็น ส่วน ๆ ดังนี้

2.3.1 ด้านเนื้อหาแบ่งออกเป็น ส่วน ๆ ดังนี้

หน่วยที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ PLC

หน่วยที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ PLC SIEMENS

S7-300

หน่วยที่ 3 การใช้งาน โปรแกรม SIMATIC

Manager

หน่วยที่ 4 คำสั่งการปฏิบัติการของ S7 -300

หน่วยที่ 5 การใช้งานโปรแกรม SIMA

Managerร่วมกับ โปรแกรม FluidSim P V.4

หน่วยที่ 6 การเขียนโปรแกรมควบคุม ชุด

จำลองการทำงาน FMS 50

2.3.2 สื่อประกอบการฝึกอบรม ประกอบด้วย

2.3.2.1 สื่อคอมพิวเตอร์ PowerPoint

2.3.2.2 ของจริง

2.3.2.3 แบบฝึกหัด เป็นใบประเมินผลสำหรับวัดความก้าวหน้าของการฝึกอบรม ในระหว่างการฝึกอบรมแต่ละหัวข้อเรื่องพร้อมเฉลย

2.3.2.4 แบบทดสอบ การสร้างแบบทดสอบสำหรับใช้วัดผลสัมฤทธิ์

2.3.2.5 คู่มือวิทยากรที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นเพื่อให้แนวทางฝึกอบรมครอบคลุมวัตถุประสงค์

2.3.3 แบบสอบถามความคิดเห็น ของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ผู้วิจัยได้สร้างข้อคำถาม เกี่ยวกับการฝึกอบรม ชุดฝึกอบรม สื่อ วิทยากรและประโยชน์ที่ได้รับจากการฝึกอบรม จำนวน 26 ข้อ

2.3.4 ผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยมีจำนวน 5 ท่าน โดยคัดเลือกมาจากประสบการณ์ทำงานในด้านการสอนที่เกี่ยวกับ PLC SIEMENS S7 – 300 อย่างน้อย 5 ปี แบ่งกลุ่มผู้เชี่ยวชาญออกเป็น 2 กลุ่มคือ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษา จำนวน 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคนิค 2 ท่าน

2.4 การคัดเลือกผู้เข้ารับการฝึกอบรม

คุณสมบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

2.4.1 ผู้เข้ารับการฝึกอบรมต้องเป็นวิศวกร หรือช่างเทคนิคที่มีความรู้ และปฏิบัติงาน กับเครื่องจักรอัตโนมัติที่ใช้ PLC SIEMENS ในการควบคุมการทำงาน

2.4.2 มีความรู้และความสามารถในการใช้งาน Computer ได้

2.4.3 ผู้เข้ารับการฝึกอบรมต้องมีอายุงานไม่น้อยกว่า 2 ปี

2.5 ทดลองใช้หลักสูตรฝึกอบรม

ในการทดลองใช้หลักสูตรฝึกอบรม กับนักศึกษาแมคคาทรอนิกส์ชั้นปีที่ 3 เพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาด ของชุดฝึกอบรมพร้อมทั้งแบบทดสอบว่ามีคำถามข้อใดไม่ชัดเจนและทำการปรับปรุงแก้ไข

2.6 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2.6.1 กำหนดประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

2.6.2 คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง จาก วิศวกร และช่างเทคนิคที่ปฏิบัติงาน ในการควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติ ที่ทำงานด้วย PLC SIEMENS S7 – 300 โดยการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจงจากผู้สมัครเข้ารับการฝึกอบรม จำนวน 20 คน เมื่อวันที่ 20 มีนาคม 2552 โดยจำแนกเป็น กลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร จำนวน 5 คน กลุ่มเครื่องใช้ไฟฟ้าจำนวน 2 คน กลุ่มอุตสาหกรรมพลาสติกจำนวน 8 คน และกลุ่มอุตสาหกรรมโลหะมูลฐานจำนวน 5 คน

2.6.3 ดำเนินการฝึกอบรมตามหลักสูตร โดยกำหนดวันเวลาสถานที่ พร้อมกับเตรียมเอกสารประกอบการอบรม

2.6.4 ประเมินผลการฝึกอบรม โดยให้มีการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน ทุกหัว พร้อมทั้งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนครบทุกหัวเรื่อง เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

2.6.5 นำผลคะแนนที่ได้จากการทำ

แบบทดสอบท้ายบทเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครบทุกหัวเรื่อง มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์จากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนทุกหัวเรื่องรวมกันมาเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครบทุกหัวเรื่องคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 80 หรือ กำหนดเกณฑ์ไว้ที่ 80/80

2.6.6 ดำรงความคิดเห็นของผู้เข้ารับการฝึกอบรม และการใช้ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของชุดฝึกอบรม ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.7.1 หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์การสอน

2.7.2 หาความยากง่ายของแบบทดสอบ

2.7.3 หาอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

2.7.4 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

2.7.5 หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

2.7.6 ประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการฝึกอบรมโดยหาค่าเฉลี่ยของคำถามแต่ละข้อ

3. สรุปผลการวิจัย

3.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับ ข้อสอบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ในการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของข้อสอบทั้งหมด 40 ข้อ พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.9 แสดงว่าแบบฝึกหัดกับวัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกัน

3.2 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพแบบทดสอบของชุดฝึกอบรม

จากการนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในการฝึกอบรม ไปทดลองกับกลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน เพื่อหาคุณภาพข้อสอบ แต่เนื่องจากมีผู้เข้ารับการฝึกอบรม 2 คน ไม่สามารถอยู่อบรมจนครบทั้ง 3 วันได้ ทำให้ไม่มีคะแนนแบบทดสอบหลังฝึกอบรม จึงจำเป็นต้องวิเคราะห์หาคุณภาพแบบทดสอบของชุดฝึกอบรมเพียง 18 คน พบว่า

- 3.2.1 ข้อสอบมีความยากง่ายระหว่าง 0 – 0.80 ข้อสอบมีความยากง่ายเฉลี่ย 0.76
- 3.2.2 ข้อสอบมีค่าอำนาจการจำแนกระหว่าง 0 – 0.25 ข้อสอบมีอำนาจการจำแนกเฉลี่ย 0.28
- 3.2.3 ข้อสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.77

3.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

ผู้วิจัยได้นำชุดฝึกอบรม การใช้งาน PLC SIEMENS S7-300 ที่สร้างขึ้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพ แต่เนื่องจากมีผู้เข้ารับการฝึกอบรม 2 คน ไม่สามารถอยู่อบรมจนครบทั้ง 3 วันได้ ทำให้คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังฝึกอบรมมีไม่ครบตามจำนวนที่กำหนด จึงจำเป็นต้องวิเคราะห์ผลการฝึกอบรมเพียง 18 คน

ตารางที่ 3-1 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

รายการ	คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	คิดเป็นร้อยละ
คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด	2,197	122.05	93.88
คะแนนจากการทำแบบทดสอบ	2,067	114.83	85.06

จากตารางสามารถสรุปได้ว่า คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดหลังฝึกอบรมแต่ละหน่วยเรียน มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 93.88 ส่วนคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังฝึกอบรมมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 85.06 ซึ่งเมื่อเทียบกับเกณฑ์ 80/80 พบว่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

3.4 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินการฝึกอบรมจากความคิดเห็นของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

จากการสอบถามความคิดเห็นหลังฝึกอบรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 18 คน ที่มีต่อการฝึกอบรมที่ดำเนินการตามชุดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ปรากฏผลด้านหลักสูตรอยู่ในเกณฑ์ มาก ส่วนระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรมอยู่ในเกณฑ์ ปานกลาง ด้านวิทยากรที่ดำเนินการฝึกอบรม อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ด้านเอกสารและสื่อประกอบการอบรมอยู่ในเกณฑ์ มาก ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเข้าร่วมอบรม พบว่า สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการทำงานของตนเองได้ นอกจากนี้ความรู้ที่ได้สามารถนำไปพัฒนาการทำงานในองค์กรของผู้เข้ารับการฝึกอบรมอยู่ในเกณฑ์ มาก นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและผู้ร่วมงานมากที่สุด ด้านการอำนวยความสะดวกและบริการอื่นๆ พบว่าห้องประชุม บรรยากาศ โสตทัศนูปกรณ์ และอุปกรณ์ประกอบ เช่น คอมพิวเตอร์ อยู่ในเกณฑ์ มากที่สุด

4. ข้อเสนอแนะ

4.1 ข้อเสนอแนะจากการนำผลการวิจัยไปใช้

4.1.1 ควรมีการกำหนดขอบเขตอายุหรือทักษะการใช้งานด้านคอมพิวเตอร์ และ พื้นฐานความรู้ที่มีเกี่ยวกับระบบอัตโนมัติเพื่อง่ายต่อการฝึกอบรม

4.1.2 ควรเพิ่มระยะเวลาออกไปอีกจาก 3 วัน เป็น 4-5 วัน ทั้งนี้การเพิ่มวันอบรมให้มีระยะเวลายาวนานขึ้นต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น จึงควรเก็บค่าใช้จ่ายในการเข้าอบรมอาจจะเป็นค่าเอกสาร หรือวัสดุสิ้นเปลืองต่างๆ

4.1.3 การนำไปใช้ต้องปรับในเรื่องแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ให้ครอบคลุมกับเนื้อหา

4.1.4 ควรเพิ่มเนื้อหาเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนการทำงานของวงจร เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติ

4.1.5 ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นประกอบด้วยเนื้อหาจำนวนมาก ทำให้บุคคลที่เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการเบื่อหน่าย ถ้ามีการสอนแต่ทฤษฎี ดังนั้นควรนำปฏิบัติเข้ามาช่วยในการสอนเพื่อเพิ่มแรงจูงใจ และปรับเนื้อหาทางทฤษฎีให้น้อยลง

4.1.6 ควรมีการจัดทำชุดฝึกอบรม Train the Trainer เพื่อให้ผู้สอนได้มีมาตรฐานการสอนชุดฝึกอบรมนี้ไปในทางเดียวกัน

4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะทำงานวิจัยต่อไป

4.2.1 ควรมีการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม ที่มีระดับความรู้ที่สูงกว่าชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น เช่น การใช้งาน แบบเครือข่าย Profibus, SCADA

4.2.2 ควรมีการทำวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม PLC ของบริษัทอื่นๆ เช่น OMRON, MISUBISHI หรือ HITACHI เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] เสริมฐกิจ ปริทธิรศน์. ฉบับที่ 31 /2550 :26 กรกฎาคม - 1 สิงหาคม, หน้า 12 -15
- [2] ณัฐวัฒน์ ตะก้อง. การสร้างชุดฝึกอบรมระบบ พีแอลซีพื้นฐานสำหรับช่างซ่อมบำรุงในโรงงานอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.

การพัฒนาและสร้างชุดทดลอง Gyroscope

Development and Assembly of the Gyroscope Apparatus

ทวีเดช ศิริธนาพิพัฒน์¹ และ ถนอม ช่างทองคำ²

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ² บัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail : taweedej.s@ku.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอผลการพัฒนาและสร้างชุดทดลองปรากฏการณ์ Gyroscope เพื่อใช้ทดแทนอุปกรณ์ตัวเดิมที่บรรจุในการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล เพื่อทดแทนการสั่งซื้อ โดยในการออกแบบมุ่งเน้นที่ใช้อุปกรณ์ที่ทำซื้อได้โดยทั่วไปไม่จำเป็นต้องเป็นของใหม่ ชุดทดลองปรากฏการณ์ Gyroscope นี้ได้ถูกออกแบบให้สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์เพิ่มเติม เช่น stroboscope ซึ่งใช้วัดความเร็วรอบ และ ชุดควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์พร้อมสวิตช์ควบคุมทิศทาง ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้เป็นอุปกรณ์เสริมที่ต้องสั่งเพิ่มเติมจากชุดทดลองหลัก ชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นนี้ใช้มอเตอร์กระแสตรงที่ใช้งานแล้ว มี tachometer สำหรับวัดความเร็วรอบของมอเตอร์โรเตอร์ ส่วนหน้าสัมผัสสำหรับไฟป้อนมอเตอร์โรเตอร์และสัญญาณจาก tachometer ถูกออกแบบโดยใช้แปรงถ่านสำหรับส่วนมอเตอร์สัมผัสกับแผ่นลายปรี้นทั่วทั้งจร ชุดควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ทั้งสองตัวถูกออกแบบให้รวมอยู่กับชุดทดลองหลักพร้อมกับสวิตช์กลับทิศทางการหมุน ส่วนความเร็วรอบของมอเตอร์โรเตอร์สามารถเทียบหาได้จากกราฟระหว่างความต่างศักย์และความเร็วรอบ และความต่างศักย์ที่วัดได้จาก tachometer ถึงแม้จะมีการเปลี่ยนทิศทางการหมุนก็สามารถอ่านได้จากหน้าปัดความต่างศักย์ด้านบวกตลอดเวลา เพราะวงจร bridge rectifier ฝาครอบพลาสติกพร้อมคอนแทกสวิตซ์ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์นิรภัย ชุดทดลองปรากฏการณ์ Gyroscope ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถใช้ทดแทนชุดทดลองเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ชุดทดลองปรากฏการณ์ Gyroscope มอเตอร์กระแสตรง การควบคุมทิศทางและความเร็วรอบมอเตอร์

Abstract

This paper presents the development and assembly the gyroscope apparatus intend to replace the old one in a mechanical engineering department laboratory class. The design stresses on using the local parts or used devices to assemble this apparatus. This apparatus is designed to integrate all important elements on the single unit, no need for such the stroboscope and DC. Motor control units. Such the devices are optional and are required to order with the main unit. This designed apparatus applies two used DC motor. The rotor (tail) motor is equipped with tachometer for voltage output related to the angular velocity. The contacts between the input voltage to the motor and the output tachometer signal apply the carbon brush and the custom-made print circuit board. The motor speed and direction control units are integrated onto the main unit. A calibration curve for finding the rotational speed according to the output tachometer voltage is provided. Safety guard is interlocked with the contact switch for safe operation. As a result, the development and assemble of the gyroscope apparatus is effectively replaced the costly imported system.

Keywords: gyroscope apparatus, DC motor, motor speed and direction control

1. บทนำ

อุปกรณ์ gyroscope มีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในระบบควบคุมทั้งอากาศยาน สถานีอวกาศ เรือดำน้ำ และหุ่นยนต์ สามารถใช้ในการนำวิถี แสดงทิศทางของการเคลื่อนที่ของวัตถุ การเปลี่ยนแปลงความเร็วหรือการวางตำแหน่งของวัตถุได้ ตัวเซนเซอร์ gyroscope ทางกลประกอบด้วยมวลที่หมุนอยู่ตลอดเวลา ซึ่งอาศัยหลักการทางฟิสิกส์ของนิวตัน

ในการศึกษาวิชากลศาสตร์ทางวิศวกรรม ปรากฏการณ์ gyroscope จัดว่ายากต่อการทำความเข้าใจ ทฤษฎีที่ใช้อธิบายประกอบไปด้วยคณิตศาสตร์ชั้นสูง ดังนั้นการทำความเข้าใจปรากฏการณ์นี้จากการทดลองจึงก่อให้เกิดความเข้าใจแก่ผู้เรียนดีที่สุด ในภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ได้บรรจุอุปกรณ์นี้ในการศึกษาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกลแก่นิสิตชั้นปีที่ 3 มาเป็นเวลากว่าสิบปี และปัจจุบันอุปกรณ์ทดลองนี้อยู่ในสภาพเก่า อุปกรณ์เสริมมีการ

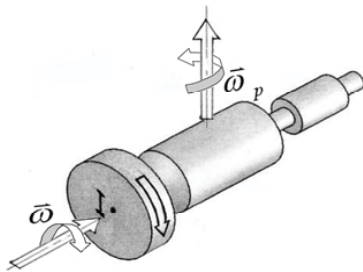
เสื่อมสภาพ ไม่สามารถบำรุงรักษาเองได้ ทำให้การทดลองของนิสิตเกิดความคลาดเคลื่อน ไม่มีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ [1]

บทความนี้จึงนำเสนอการพัฒนาและสร้างชุดทดลองปรากฏการณ์ gyroscope เพื่อทดแทนชุดทดลองเดิมที่เสื่อมสภาพและไม่คุ้มต่อการบำรุงรักษา ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีวัตถุประสงค์เช่นเดียวกับที่มีการขายในต่างประเทศ [4] คือต้องเป็นสื่อเรียนรู้ที่ดี มีประสิทธิภาพต่อผู้ทำการทดลอง ปลอดภัย และมีข้อเด่นคือ ต้นทุนถูกกว่าเนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบและสามารถหาได้ในประเทศ การทำการทดลองไม่มีความซับซ้อน การดูแลรักษาสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ทฤษฎี

ปรากฏการณ์ Gyroscope สามารถอธิบายได้โดยกฎการเคลื่อนที่หรือกฎข้อที่สองของนิวตัน ที่มาโดยละเอียดของการคำนวณสามารถดูได้จาก [3]

ในการนำเสนอทฤษฎีในบทความนี้จะอ้างอิงจาก [1] และ [3] ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 : ทิศทางการหมุนทั้งสองแกน

จากภาพที่ 1 แสดงทิศทางของ ω ตามกฎมือขวา และทิศทางของการส่าย (precession) ω_p บนมอเตอร์โรเตอร์หรือส่วนที่หมุนตลอดเวลาของอุปกรณ์ gyroscope

สำหรับการเคลื่อนที่เชิงมุม คำกล่าวโดยทั่วไปของกฎข้อที่สองของนิวตัน คือ โมเมนต์จะมีค่าเท่ากับอัตรา

$$\vec{M} = \dot{\vec{H}} \quad (1)$$

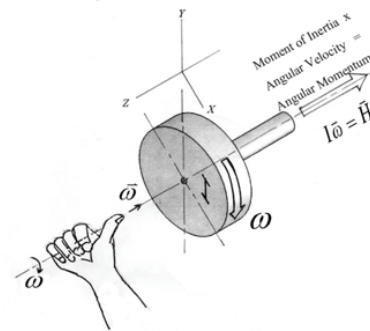
โดยโมเมนตัมเชิงมุม (Angular momentum : \vec{H}) คือ ผลคูณแบบเวกเตอร์ของโมเมนต์ของความเฉื่อย (I) และความเร็วเชิงมุม (ω)

เนื่องจากโมเมนต์ของความเฉื่อยเป็นปริมาณสเกลาร์ ผลคูณของมันกับความเร็วเชิงมุม ซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ จึงเป็นเวกเตอร์ที่มีทิศทางตามทิศของ ω ดังแสดงในภาพที่ 2

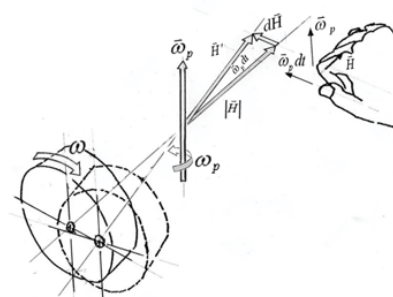
จากกฎของการหาอนุพันธ์ของปริมาณเวกเตอร์อาศัยแผนภาพของเวกเตอร์ของโมเมนตัมเชิงมุม \vec{H} ดังแสดงในภาพที่ 3 เราสามารถหาอนุพันธ์ของโมเมนตัมเชิงมุมได้ดัง (2)

$$\frac{d\vec{H}}{dt} = \dot{\vec{H}} = \vec{\omega}_p \times \vec{H} \quad (2)$$

$$\text{จาก (1)} \quad \vec{M} = \dot{\vec{H}}$$



ภาพที่ 2: ความเร็วรอบมอเตอร์ที่ระดับแรงดันไฟฟ้าต่าง ๆ



ภาพที่ 3: การหาอนุพันธ์ของโมเมนตัมเชิงมุม

$$\vec{H}$$

$$\vec{M} = \dot{\vec{H}} = \vec{\omega}_p \times \vec{H}$$

แต่

$$\vec{H} = I \vec{\omega}$$

ดังนั้น

(3)

$$\vec{M} = \dot{\vec{H}} = \vec{\omega}_p \times I \vec{\omega}$$

แสดงว่าถ้าจะให้มอเตอร์โรเตอร์ซึ่งหมุนด้วยความเร็ว $\vec{\omega}$ และส่ายไปด้วยความเร็ว $\vec{\omega}_p$ จะต้องพ่วงมันด้วยโมเมนต์ \vec{M}

เป็นที่น่าสังเกตว่า ถ้า Rotor หมุนรอบแกนหนึ่ง สมมุติว่าแกน X แล้วแกนหมุนจะต้องเปลี่ยนทิศทางรอบแกนหนึ่งซึ่งตั้งฉากกับแกนหมุน สมมุติว่าเป็นแกน Y จะต้องมียโมเมนต์ รอบแกนอีกแกนหนึ่ง ซึ่งตั้งฉากกับแกนทั้งสองคือแกน X กับ Y เรียกแกนโมเมนต์นี้ว่า Z

$$\vec{M}_z = \vec{\omega}_p \times I\vec{\omega}$$

ในการทำการทดลอง นิสิตจะสังเกตปรากฏการณ์การกระดกขึ้นลงของมอเตอร์โรเตอร์ในส่วนการทดลองที่ 1 และจะทำการถ่วงมอเตอร์โรเตอร์นี้ให้อยู่ในสมดุลด้วยมวลที่ปลายข้างหนึ่งซึ่งมีค่าเท่ากับปริมาณโมเมนต์ใน (3) นั่นเอง

3. การออกแบบอุปกรณ์การทดลอง

ในการออกแบบชุดทดลองได้พัฒนาข้อด้อยของชุดทดลองเดิมที่ใช้มาเป็นเวลานานของภาควิชา และจากการสำรวจจากผู้ผลิตในปัจจุบันปรากฏว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบไปจากเดิมแต่อย่างใด [1],[4] ผู้แต่งบทความและ [2] จึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาการออกแบบในแง่ต่าง ๆ ดังนี้คือ

ต้นทุนต่ำ

โดยการหาอุปกรณ์มอเตอร์เป็นมอเตอร์กระแสตรงทั้งสองตัว เพื่อการควบคุมที่สะดวกพร้อมกันด้วย จึงรวมชุดควบคุมความเร็วรอบและทิศทางไว้บนชุดทดลองเดียวกัน ซึ่งผู้ขาย [4] ได้ขายแยกชุดควบคุม ซึ่งต้องใช้ถึงสองตัว ชุดไฟป้อนมอเตอร์พร้อมสายไฟและยังต้องซื้ออุปกรณ์วัดความเร็วรอบของมอเตอร์โรเตอร์แบบ stroboscope ซึ่งในการพัฒนานี้ออกแบบใช้มอเตอร์ซึ่งมี tachometer เพื่อส่งสัญญาณ voltage ที่เป็นสัดส่วนกับความเร็วรอบของมอเตอร์

ดูแลรักษาง่าย

ชุดควบคุมความเร็วรอบและทิศทางถูกติดตั้งบนชุดทดลองเดียวกัน และมีฟิวส์ป้องกันการเสียหายเมื่อป้อน

voltage เกิน ไม่ต้องคอยจับเก็บ stroboscope ซึ่งเสียหายได้ง่าย และที่สำคัญคือส่วน contact ที่ฐานของมอเตอร์ หมุนสายจะมีส่วนสึกหรอซึ่งผู้ผลิตออกแบบไว้ให้มีการบำรุงรักษาโดยยาก

ปลอดภัยและมีความแม่นยำในการทดลอง

ชุดทดลองได้ติดตั้งฝาครอบพลาสติกเพื่อป้องกันอันตรายจากชิ้นส่วนที่อาจเกิดการหลุดและเหวี่ยงออกเนื่องจากการหมุน จากการตรวจรายงานของนิสิตที่ทดลองผ่าน ๆ มา ปรากฏว่าเกิดความผิดพลาดจากการหาความเร็วรอบของมอเตอร์โรเตอร์เป็นอันมากเนื่องมาจากความยุ่งยากในการใช้ stroboscope เนื่องจากอาศัยจังหวะแสงตกกระทบตัวสะท้อนที่ท้ายของมอเตอร์โรเตอร์ โดยฝาครอบพลาสติกทำให้เกิดการสะท้อนผิดพลาดและการตั้งหน่วยความถี่ที่เกิด harmonics



ภาพที่ 4: ชุดทดลอง Gyroscope หลัก ที่ขายโดย [4]

ไม่ได้แสดงชุดไฟเลี้ยงมอเตอร์พร้อมสายไฟ ชุดควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ 2 ตัวและ stroboscope

4. ผลการออกแบบ

จากการออกแบบตาม [2] เพื่อวัตถุประสงค์ตามแง่ต่าง ๆ ที่ได้แสดงในหัวข้อที่ผ่านมา ชุดทดลองสำเร็จที่จัดสร้างแสดงตามภาพที่ 5 ซึ่งเป็นโครงสร้างตู้เหล็กจากการพับขึ้นรูปสามารถจัดเก็บอุปกรณ์เพิ่มเติม อะไหล่ หรือ เอกสารประกอบการสอนได้ตู้เก็บได้ ต่างจากผู้ผลิตที่สร้างเป็นชุดตั้งโต๊ะตามภาพที่ 4



ภาพที่ 5: ชุดทดลองพร้อมครอบป้องกันและแขนสำหรับแขวนมอเตอร์เพื่อหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อย

หากต้องมีการบำรุงรักษาหรือซ่อมแซมก็สามารถทำได้โดยง่าย ภาพที่ 6 แสดงหม้อแปลงไฟฟ้าและการเดินสายไฟ วงจรไฟฟ้าที่ใช้ มอเตอร์หมุนสาย (มอเตอร์นี้ใช้มอเตอร์เกียร์ซึ่งใช้อยู่ในปั๊มน้ำฝนของรถยนต์)



ภาพที่ 6: หม้อแปลงไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าและมอเตอร์สาย ω_p



ภาพที่ 7: ชุดแปลงถ่านและแผ่นลายปริ้นท์ทองแดงเชื่อมต่อสัญญาณไฟ



ภาพที่ 8: แผ่นลายปริ้นท์ทองแดงหน้าสัมผัสกับแปลงถ่าน

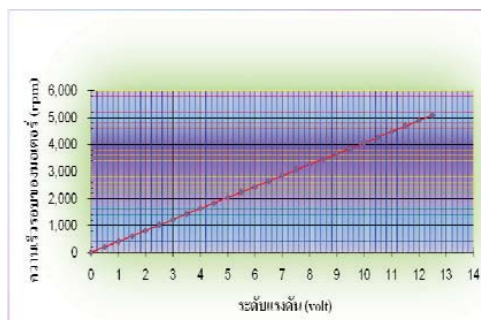
ภาพที่ 7 และภาพที่ 8 แสดงส่วนสีกหรือที่สำคัญที่ก่อให้เกิดความผิดพลาดต่อการทดลองเนื่องจากการส่งผ่านสัญญาณไฟไม่ราบเรียบซึ่งผู้ผลิตได้ใช้แปลงถ่านที่ออกแบบเฉพาะทำให้ไม่สามารถหาอะไหล่ทดแทนได้ ผู้แต่งจึงออกแบบโดยใช้แปลงถ่านที่ใช้ในส่วนไฟฟ้า ซึ่งเป็นอะไหล่ที่จัดหาได้ง่ายและทำการออกแบบตัวเรือนสำหรับบรรจุแปลงถ่านให้เท่าจำนวนสัญญาณที่ต้องการ เพื่อสัมผัสกับแผ่นลายปริ้นท์ที่ออกแบบตามแสดงในภาพที่ 8

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ทั้งสองตัวอาศัย voltage ที่ป้อน ตามหลักการของมอเตอร์กระแสตรง และสามารถกลับทิศทางการหมุนโดยการกลับขั้วของไฟป้อน ซึ่งในการพัฒนาได้ใช้สวิทช์กลับทิศทางได้ทันที ไม่ต้องสลับสายของไฟป้อน ภาพที่ 9 แสดงชุดควบคุมมอเตอร์ ซึ่งทำงานเช่นเดียวกันทั้งสองตัวพร้อมหน้าปัทม์เพื่อแสดงไฟป้อนมอเตอร์



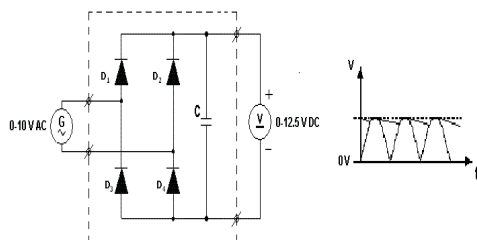
ภาพที่ 9: หน้าปัทม์ควบคุมความเร็วและทิศทางมอเตอร์พร้อมสวิทช์ ฟิลส์ มิเตอร์แสดง voltage ป้อน

การวัดความเร็วของมอเตอร์หมุนสาย ω_p อาศัยการจับเวลาเพราะหมุนด้วยรอบที่ช้า แต่มอเตอร์โรเตอร์หมุนด้วยความเร็ว ω ที่สูง ออกแบบเลือกใช้มอเตอร์ที่มี tachometer ซึ่งได้ voltage ออกมาเป็นสัดส่วนกับความเร็วรอบซึ่งได้ทำการทดลองเบื้องต้นเพื่อสร้าง calibration curve ดังแสดงในภาพที่ 10 และคิดไว้กับเพื่อให้หาค่าเทียบหาความเร็วรอบ ω_p



ภาพที่ 10: ความเร็วรอบมอเตอร์ ω_p ที่ voltage ต่าง ๆ

สังเกตว่าสัญญาณจาก tachometer เป็นได้ทั้งบวกและลบ ตามทิศทางของการหมุน ซึ่งนิสิตสามารถทดสอบทิศทางของการกระดกขึ้นลงของมอเตอร์โรเตอร์เนื่องจากโมเมนต์ที่หาจากสมการที่ (3) สัญญาณ voltage ที่ได้จาก tachometer ถูกแสดงเป็นสัญญาณไฟบวกทิศทางเดียวที่หน้าปัทม์ ดังกลางของภาพที่ 5 เพียงตัวเดียวเพื่อใช้หาความเร็วรอบมอเตอร์ ซึ่งอาศัยหลักการของวงจร bridge rectifier ตามแสดงในภาพที่ 11 ที่สามารถเปลี่ยนให้ไฟที่ออกมาเป็นไฟบวกทิศทางเดียวได้นั่นเอง



ภาพที่ 11: วงจร bridge rectifier

5. สรุป

ชุดทดลองปรากฏการณ์ gyroscope ที่ออกแบบและสร้างขึ้นสามารถใช้แทนอุปกรณ์เดิมที่ใช้อยู่ในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้ทันที โดยมีการดัดแปลงการทดลองเล็กน้อยเนื่องจากอุปกรณ์มอเตอร์โรเตอร์ที่ใช้หาได้เพียงตัวเดียว แต่ไม่ได้ทำให้การเรียนรู้ปรากฏการณ์ gyroscope กระทบกระเทือนแต่อย่างใด ชุดทดลองที่พัฒนาและสร้างขึ้นนี้มีข้อได้เปรียบกว่าชุดทดลองที่ต้องสั่งซื้อเป็นอันมาก เนื่องจากอุปกรณ์ที่ต้องใช้ถูกออกแบบให้อยู่ร่วมกัน มีความถูกต้องแม่นยำในการทดลองมากกว่าเดิม พร้อมอุปกรณ์ที่ใช้สามารถหาทดแทนได้ภายในประเทศ มีการดูแลรักษาง่าย หางอะไหล่ทดแทนสามารถสร้างหรือจัดหาได้ภายในประเทศ และสามารถจัดสร้างเพิ่มเติมได้ไม่จำกัด

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] เอกสารประกอบวิชาปฏิบัติการเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- [2] ถนน ช่างทองคำ, 2551 .การออกแบบและสร้างเครื่องมือไจโรสโคปเพื่อการทดลอง เอกสารประกอบการค้นคว้าอิสระ สาขาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [3] Robert M. Beal : Derivation Of The Equations Of Gyroscopic Motion :Gyroscopes - Everything you needed to know, <http://www.gyroscopes.org/math2.asp>
- [4] TM104 Gyroscope, TM104-0908.pdf, www.tequipment.com

การออกแบบและสร้างชุดจำลองการวัดกระบวนการและควบคุมระบบ

Design and Assembly of the Measurement and Process Control Plant

ทวีเดช ศิริธนาพิพัฒน์¹ และ ชาวฤทธิ์ พลวัฒน์²

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล, ² สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail : ¹ taweedej.s@ku.ac.th, ² chaowarit@thaisheetmetal.com

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบและสร้างชุดจำลองการวัดและควบคุมกระบวนการเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเรื่องระบบควบคุมและการวัด โดยในการออกแบบมุ่งเน้นที่ใช้อุปกรณ์จริงในอุตสาหกรรมและเป็นอุปกรณ์ที่หาซื้อได้โดยทั่วไปไม่จำเป็นต้องเป็นของใหม่ ชุดจำลองการวัดและควบคุมกระบวนการนี้ได้ถูกออกแบบให้สามารถต่อพ่วงกับอุปกรณ์ควบคุมแบบสำเร็จรูปที่ใช้ในอุตสาหกรรม และสามารถต่อกับระบบคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการ วิธีการควบคุมที่ออกแบบในการทำการทดลองเบื้องต้นจะเป็นการควบคุมแบบเปิด-ปิด (ON/OFF) และการควบคุมแบบ PID (Proportional Integral Derivative) และกระบวนการทดลองสามารถทำได้ทั้งแบบตัวแปรเดียว (Single Input Single Output) และการควบคุมแบบมากกว่าหนึ่งตัวแปร (Multi Input Multi Output) ในบทความได้นำเสนอการคัดเลือกอุปกรณ์ให้เหมาะกับชุดจำลองการวัดและควบคุมกระบวนการ ซึ่งมีการจำลองการไหล, ระดับ, อุณหภูมิ และมีการออกแบบสร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้ชุดจำลองการวัดและควบคุมกระบวนการนี้สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้ ผลการทดลองการจำลองควบคุมกระบวนการ แสดงให้เห็นว่าชุดจำลองการวัดและควบคุมกระบวนการที่ออกแบบสร้างสามารถทำงานได้จริงทำให้ผู้เรียนเรื่องระบบควบคุมสามารถเข้าใจระบบควบคุมได้ดียิ่งขึ้นและชุดจำลองการวัดและควบคุมกระบวนการสามารถทดแทนการนำเข้าซึ่งมีราคาสูงกว่ามากได้

คำสำคัญ: ชุดจำลองการวัดและควบคุมกระบวนการ การควบคุมแบบเปิด-ปิด การควบคุมแบบ PID ระบบ

SISO ระบบ MIMO

Abstract

This paper presents results from the design and assembly the measurement and process control plant intend to use in a mechanical engineering department laboratory section of measurement and control class. The design stresses on using the used industrial devices and instruments. The process control plant is designed to connect both industrial controller and PC computer control. The control law demonstrations in this paper are ON/OFF and PID control which implemented on both single input single output (SISO) system and couple system (MIMO). The process control plant selects the devices capable for flow, level and temperature control. The signal conditioning and electrical interfaces are developed for computer control interaction. As a result, the measurement and process control plant presented in this paper is practically suitable for the control students and perfectly replaced the costly imported system.

Keywords : measurement and process control plant, ON/OFF control, PID control, SISO, MIMO

1. บทนำและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมที่เป็นการผลิตที่มีลักษณะการทำงานอย่างต่อเนื่อง (Continuous process) เช่น โรงไฟฟ้า หรือ อุตสาหกรรมปิโตรเคมีส่วนใหญ่จะเป็นการควบคุมแบบอัตโนมัติซึ่งกระบวนการผลิตส่วนใหญ่จะเป็นการควบคุมทางด้านอัตราการไหล ระดับ อุณหภูมิและความดันของกระบวนการ โดยใช้วิธีการควบคุมทั้งแบบ เปิด-ปิด(ON/OFF) และแบบ PID ในการควบคุมกระบวนการ

ในส่วนของการศึกษาชุดฝึกที่จำลองการควบคุมกระบวนการ ผลิตส่วนใหญ่ที่นำเข้ามาจะมีราคาค่อนข้างสูงและใช้อุปกรณ์ที่ใช้งานสำหรับห้องทดลองในการออกแบบสร้างซึ่งไม่ค่อยมีความทนทานในการใช้งาน ผู้วิจัยจึงได้สนใจในการสร้างชุดฝึกหรือชุดทดลองให้มีลักษณะเทียบเคียงกับการใช้งานจริงในภาคอุตสาหกรรมอีกทั้งยังมีราคาที่ถูกลงโดยการใช้รูปแบบอุตสาหกรรมจริงมือสองและ

อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จัดจำหน่ายในท้องตลาด เพื่อให้ผู้ที่ศึกษาได้เรียนรู้ในเรื่องของการวัดและควบคุมกระบวนการอัตราการไหล ระดับและอุณหภูมิมองเห็นลักษณะการทำงานจริงและมีความเข้าใจได้ง่ายเพื่อทดแทนการนำเข้าชุดฝึกจากต่างประเทศ

2. การออกแบบชุดจำลองกระบวนการ

ในการออกแบบชุดจำลองกระบวนการได้ศึกษาจากชุดฝึกทดลองที่จัดจำหน่ายโดยทั่วไปโดยได้ออกแบบให้ชุดจำลองกระบวนการมีลักษณะเป็นแบบ Compact เป็นชุดทดลองซึ่งสามารถทำการทดลองวัดและควบคุมอัตราการไหล ระดับ และอุณหภูมิซึ่งในการออกแบบแบ่งออกเป็น 3 กระบวนการดังนี้

2.1 การออกแบบกระบวนการวัดและควบคุมอัตราการไหล

ในการออกแบบกระบวนการ[1] โดยการใช้สมการพลังงานในการคำนวณหาขนาดของปั๊มน้ำที่ต้องการใช้

ในกระบวนการและอัตราการไหลสูงสุดที่กระบวนการสามารถทำได้

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + h_f + h_L \quad (1)$$

โดยที่

P_1, P_2 = คือ แรงดัน

V_1, V_2 = คือ ความเร็ว

γ = คือ น้ำหนักจำเพาะ

Z_1, Z_2 = คือ ความสูงของท่อ

h_f = คือ อัตราการสูญเสียหลัก

h_L = คือ อัตราการสูญเสียรอง

โดยจากการออกแบบโดยเลือกใช้ปั๊มมือสองที่มีอยู่แล้วขนาด 0.17 แรงม้า เมื่อทำการเดินท่อภายในกระบวนการซึ่งมีลักษณะแสดงดังภาพที่ 1 ทำให้ได้อัตราการไหลสูงสุดในกระบวนการเท่ากับ 25 l/min

โดยในการตรวจวัดอัตราการไหลโดยใช้อุปกรณ์ Transmitter แบบ smart type โดยอาศัยหลักการสนามแม่เหล็ก (Electromagnetic Flow Meter) วัดความเร็วของของเหลวที่ไหลผ่านตามสมการ[7]

$$e = Blv \quad (2)$$

โดยที่

e = แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (V)

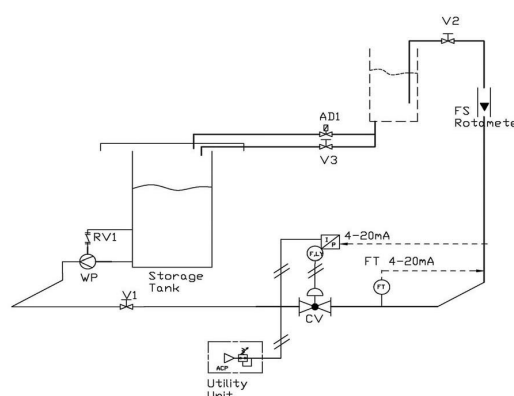
B = ความเข้มของเส้นแรงแม่เหล็ก

l = ความยาวของตัวนำ

v = ความเร็วของตัวนำ

เมื่อมีของเหลวไหลผ่านจะทำให้เกิดสัญญาณไฟฟ้าเป็นแรงดันแต่อุปกรณ์ที่ใช้เป็น แบบ Smart type ซึ่งมีส่วนปรับปรุงสภาพสัญญาณเปลี่ยนจาก แรงดันเป็นสัญญาณ กระแส 4 – 20 mA และภายในกระบวนการ

ได้ติดตั้งอุปกรณ์วัดแบบโรตาริเตอร์เข้าโดยตรงกับท่อเพื่อเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าจริงโดยการออกแบบระบบท่อการวัดและควบคุมอัตราการไหลได้ติดตั้งอุปกรณ์ Safety Relieve Valve เพื่อลดแรงดันภายในท่อขณะที่ Actuator Valve ทำงานทำให้การควบคุมอัตราการไหลทำได้ง่ายขึ้น [4] แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 : กระบวนการวัดและควบคุมอัตราการไหล

2.2 การออกแบบกระบวนการวัดและควบคุมระดับ

ในการออกแบบกระบวนการวัดและควบคุมระดับโดยใช้ถังอะคลิลิกไซขนาด 35 ลิตรและกระบวนการที่ออกแบบเป็นลักษณะ Compact ซึ่งกระบวนการจะทำงานพร้อมกันทั้ง 2 ตัวแปรคือระดับและอุณหภูมิ ในการออกแบบการตรวจวัดระดับได้เลือกใช้ หลักการวัดโดยวิธีวัดความดันดิฟเฟอเรนเชียลเนื่องจากสามารถใช้กับของเหลวที่มีความดันหรืออุณหภูมิสูงได้ โดยใช้หลักการวัดตามสมการเบื้องต้นดังนี้ [2]

$$P = h * SG_m \quad (3)$$

โดยที่

P = คือ ค่าความดัน

h = ความสูงของของเหลว

SG_m = ค่าน้ำหนักจำเพาะของน้ำ

ในการตรวจวัดระดับในกระบวนการโดยการใช้ อุปกรณ์ (Level Transmitter) ตรวจวัดระดับแบบ Smart type ต่อจุดตรวจวัดด้านล่างจะต่อเข้ากับท่อ วัดความดันสูง (High pressure port) ของอุปกรณ์ และ ท่อวัดความดันต่ำต่อเข้ากับความดันบรรยากาศลักษณะ ตามภาพที่ 2 โดยสัญญาณเอาต์พุตที่ออกจากอุปกรณ์ จะอยู่ในรูปแบบของกระแสเอาต์พุต 4 – 20mA ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสเอาต์พุต ระดับความสูง และความดันของของเหลวแต่เนื่องจากจุดติดตั้ง อุปกรณ์การวัด อยู่ต่ำกว่าระดับจุดตรวจวัดด้านล่างของ ถัง เป็นระยะ d ซึ่งในการหาค่ากระแสเอาต์พุต จะต้อง นำระยะ d มาพิจารณาด้วยซึ่งกระแสเอาต์พุตจะได้

$$4\text{mA} = (L_{\min} + d) * SG \quad (4)$$

$$20\text{mA} = (L_{\max} + d) * SG \quad (5)$$

โดยที่

4mA = กระแสเอาต์พุตที่ระดับต่ำสุด

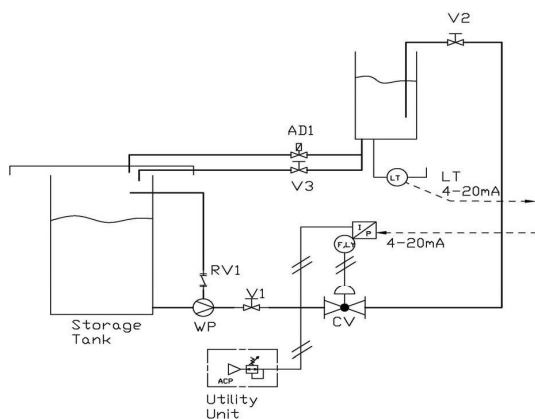
20mA = กระแสเอาต์พุตที่ระดับสูงสุด

L_{\min} = จุดตรวจวัดด้านล่างของถัง

L_{\max} = จุดตรวจวัดด้านบนของถัง

d = ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ตรวจวัด

กับด้านล่างของถัง



ภาพที่ 2 : กระบวนการวัดและควบคุมระดับ

2.3 การออกแบบกระบวนการวัดและควบคุมอุณหภูมิ

จากการออกแบบกระบวนการวัดระดับซึ่งได้ เลือกใช้ถังขนาด 35 ลิตร ดังนั้น ในการออกแบบการ กระบวนการวัดและควบคุมอุณหภูมิจะต้องพิจารณาถึง ขนาดของกำลังงานความร้อนที่จ่ายให้กับตัวแปร (น้ำ) ภายในกระบวนการโดยในการออกแบบกำหนดให้ทำ อุณหภูมิตั้งแต่ 30 °C ถึง 60 °C ในขณะที่น้ำเต็มถึง ภายในระยะเวลา 1 ชั่วโมงแสดงดังภาพที่ 3 ซึ่งในการ กำหนดหาขนาดของ ฮีตเตอร์ ดังนี้ [6]

$$E = \frac{M \times C_p \times \Delta T}{H \times \text{eff} \times t} \quad (6)$$

โดยที่

E = พลังงานไฟฟ้าที่ต้องการ

M = มวล

C_p = ค่าความจุความร้อนของน้ำ 4.187 kJ/kg°C

ΔT = ค่าความต่างของอุณหภูมิ

H = พลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงไฟฟ้า

(3600 J/Kwh)

eff = ประสิทธิภาพการเปลี่ยนรูปพลังงาน (คำนวณที่ 95%)

t = เวลา

จากการคำนวณได้เลือกใช้ ฮีตเตอร์ขนาด 1500 W ในกระบวนการ

การตรวจวัดค่าอุณหภูมิเลือกใช้ RTD (Resistance Temperature Detector) เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดโดยอาศัย หลักการ ค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงลักษณะผันตรงกับอุณหภูมิ ซึ่ง RTD ที่ใช้คือชนิด PT 100 ค่าอุณหภูมิ 0 °C จะมีค่าความต้านทานเท่ากับ 100 Ω ความสัมพันธ์ ระหว่างค่าความต้านทานของ RTD กับอุณหภูมิ [3] คำนวณได้จากสมการ

$$R_T = R_{ref}(1 + \alpha\Delta T) \quad (7)$$

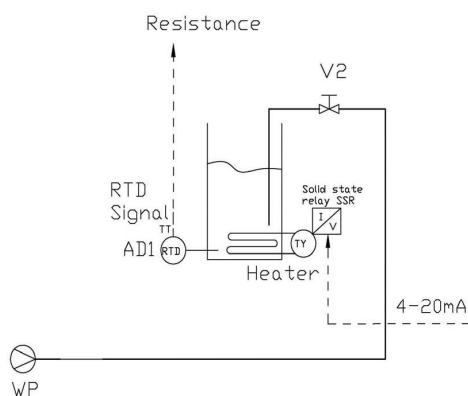
โดยที่

R_T = ค่าความต้านทานของตัวนำที่อุณหภูมิ

R_{ref} = ค่าความต้านทานของตัวนำที่อุณหภูมิอ้างอิง

α = ค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทานต่ออุณหภูมิโลหะ

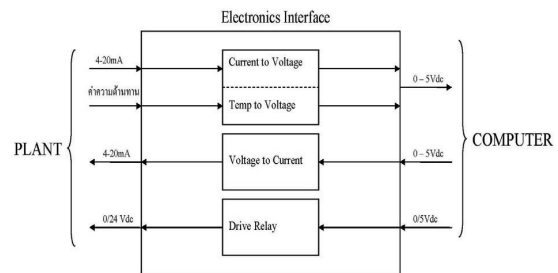
ΔT = ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิกับอุณหภูมิอ้างอิง



ภาพที่ 3 : กระบวนการวัดและควบคุมอุณหภูมิ

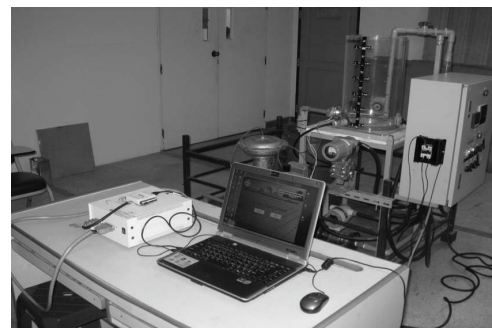
3. การควบคุมกระบวนการ

ในการควบคุมกระบวนการได้ออกแบบให้กระบวนการสามารถต่อร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมแบบสำเร็จรูป(Controller) ที่จัดจำหน่ายทั่วไปและการควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งในการเชื่อมต่อระหว่างกระบวนการกับระบบคอมพิวเตอร์พิจารณาตามลักษณะของสัญญาณที่ได้จากการวัดค่าตัวแปรของกระบวนการคือ สัญญาณกระแสมาตรฐาน 4 – 20 mA และค่าความดัน จึงได้ทำการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เชื่อมต่อระหว่างชุดจำลองกระบวนการให้สามารถรับและประมวลผลและสั่งการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วยระบบคอมพิวเตอร์แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 : ส่วนเชื่อมต่อระหว่างชุดจำลองกระบวนการกับคอมพิวเตอร์

โดยการควบคุมตัวแปรภายในกระบวนการ จะใช้อุปกรณ์รับสัญญาณแบบ I/P converter เปลี่ยนจากกระแสเป็นสัญญาณแรงดันลมเพื่อควบคุมการเปิด-ปิดวาล์ว ในการควบคุมอัตราการไหลและระดับและ ใช้อุปกรณ์ Solid state relay แบบรับสัญญาณกระแสมาตรฐาน 4-20 mA เปลี่ยนเป็นแรงดันไฟฟ้าเพื่อควบคุมแรงดันที่จ่ายให้กับฮีตเตอร์ ในการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งชุดทดลองที่สมบูรณ์พร้อมระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 : การต่อชุดฝึกจำลองควบคุมกระบวนการร่วมกับระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

4. การทดลอง

ในการทดลองนี้ทำการทดลองทั้งลักษณะการควบคุมแบบ เปิด-ปิด (ON/OFF) และแบบ PID จากระบบควบคุมเพื่อทดสอบลักษณะการทำงานของชุดจำลองการวัดและควบคุมกระบวนการโดยการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

4.1 การทดลองควบคุมกระบวนการโดยการควบคุมแบบเปิด-ปิด (ON/OFF Control) โดยเป็นการแก้ไขค่าความคลาดเคลื่อนของกระบวนการตามสมการ

$$e = SP - PV \quad (8)$$

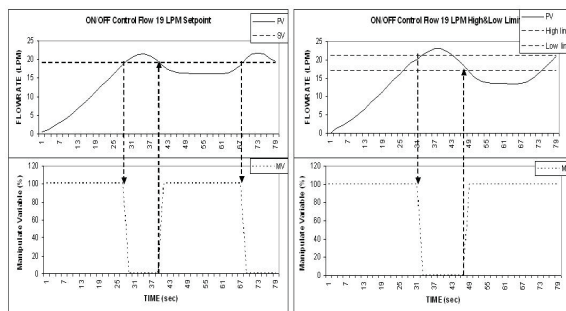
โดยที่

e = ค่าความผิดพลาด

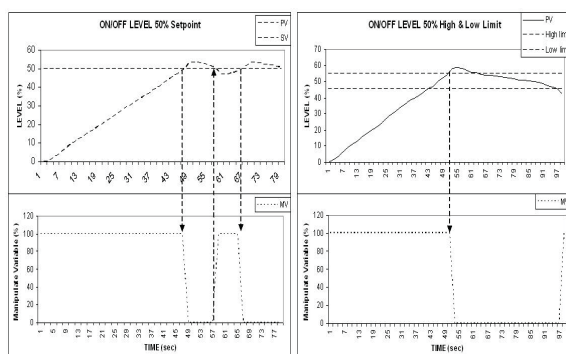
SP = ค่าเป้าหมายที่ต้องการ

PV = ค่าสภาพกระบวนการ

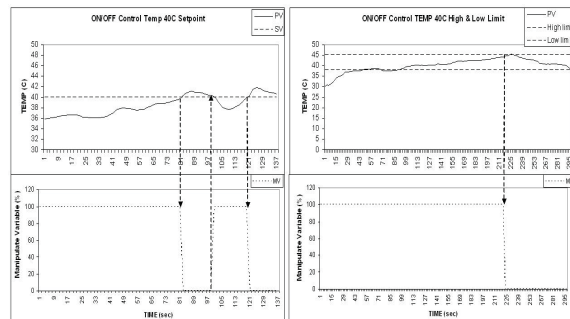
โดยการทดลองแบบ เปิด-ปิดแบ่งการทดลองออกเป็น 2 แบบคือการควบคุมแบบ set point และการควบคุมแบบกำหนดช่วงการควบคุม (High & Low Limit)



ภาพที่ 6: ผลการทดลองควบคุมอัตราการไหลแบบเปิด-ปิด แบบไม่มีช่วงการควบคุมและแบบชนิดมีช่วงการควบคุม



ภาพที่ 7: ผลการทดลองควบคุมระดับแบบเปิด-ปิด แบบไม่มีช่วงการควบคุมและแบบชนิดมีช่วงการควบคุม



ภาพที่ 8: ผลการทดลองควบคุมอุณหภูมิแบบเปิด-ปิดแบบไม่มีช่วงการควบคุมและแบบชนิดมีช่วงการควบคุม

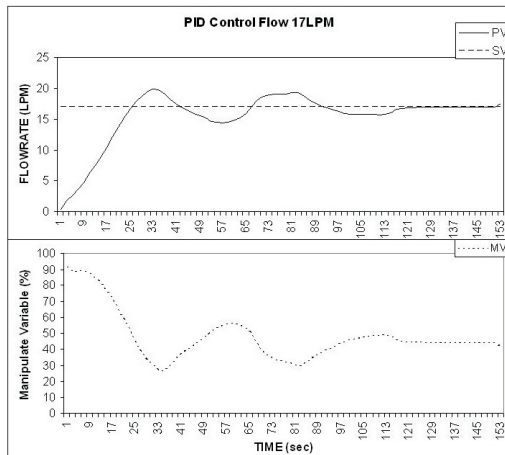
4.2 การทดลองควบคุมกระบวนการแบบ PID เป็นการกำหนดสัญญาณเอาต์พุตเพื่อแก้ไขค่า error ของกระบวนการโดยสัญญาณเอาต์พุตจะเท่ากับ

$$u(t) = MV(t) = K_p e(t) + K_I \int_0^t e(\tau) d\tau + K_D \frac{de}{dt} \quad (9)$$

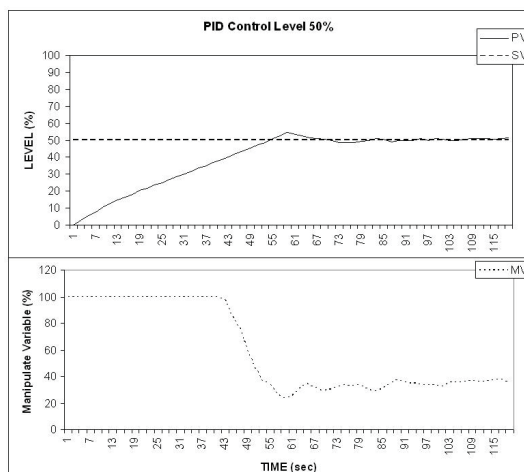
โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนคือการทดลองควบคุมกระบวนการแบบตัวแปรเดียว และการควบคุมกระบวนการแบบ 2 ตัวแปรพร้อมกัน ซึ่งในส่วนแรกจะทำการทดลองควบคุมอัตราการไหลโดยทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการควบคุม PID จากระบบควบคุม และทำการกำหนด ค่า set point ที่ต้องการผ่านระบบควบคุมและทำการ run กระบวนการเพื่อทดสอบการวัดและควบคุมในส่วนของการอัตราการไหลและหลังจากนั้นทดลองในส่วนของการระดับและอุณหภูมิต่อไปซึ่งผลการทดลองจะเป็นไปตามภาพที่ 9 - 11

ในส่วนที่ 2 จะเป็นการทดลองควบคุมกระบวนการแบบ 2 ตัวแปรพร้อมกันซึ่งแบ่งการทดลองออกเป็น 2 รูปแบบคือการควบคุมอัตราการไหลกับอุณหภูมิ และระดับกับอุณหภูมิเพื่อทดสอบดูความสัมพันธ์ของการทำงานควบคุมทั้ง 2 รูปแบบซึ่งผลการทดลองการ

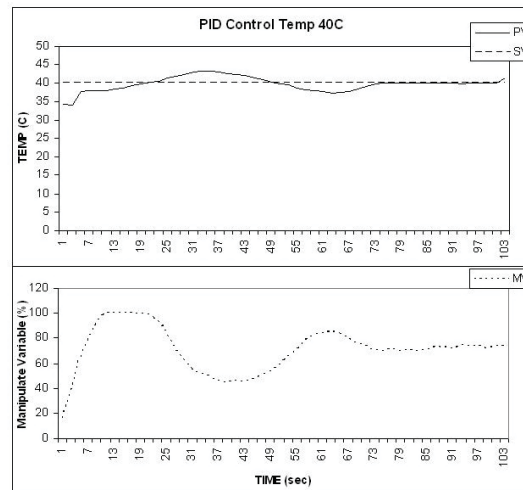
ควบคุมกระบวนการแบบ Couple กระบวนการจะเป็นไปตามภาพที่ 12 - 13



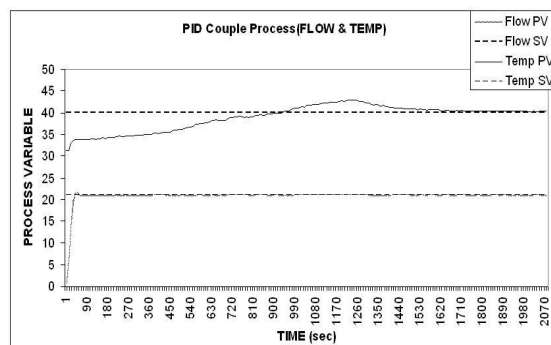
ภาพที่ 9: ผลการทดลองควบคุมอัตราการไหลแบบ PID



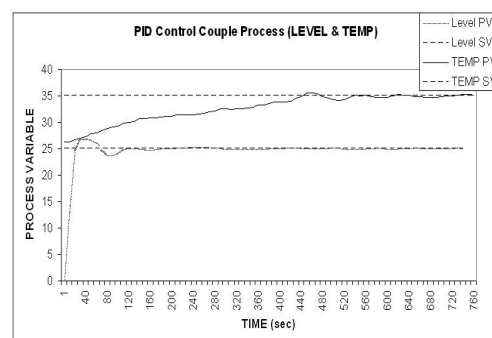
ภาพที่ 10 : ผลการทดลองควบคุมระดับแบบPID



ภาพที่ 11 : ผลการทดลองควบคุมอุณหภูมิแบบPID



ภาพที่ 12 : ผลการทดลองควบคุมอัตราการไหลและอุณหภูมิ



ภาพที่ 13 : ผลการทดลองควบคุมระดับและอุณหภูมิ

5. ผลการทดลอง

ชุดทดลองการวัดและควบคุมกระบวนการสามารถทำงานในลักษณะต่อร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมสำเร็จรูปทางอุตสาหกรรม (Industrial Controller) และระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ได้ โดยในกระบวนการสามารถวัดสัญญาณจากตัวแปรต่าง ๆ ภายในกระบวนการได้อย่างถูกต้อง อุปกรณ์การวัดสามารถส่งสัญญาณให้กับส่วนของระบบควบคุมในการประมวลผล และอุปกรณ์ส่วน Final Control สามารถรับสัญญาณควบคุมจากระบบควบคุมในการควบคุมค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในกระบวนการ โดยผลของการควบคุมค่าตัวแปรภายในกระบวนการทั้ง 2 รูปแบบ จะเป็นไปตามทฤษฎีของทางด้านระบบควบคุม

6. บทสรุป

การออกแบบสร้างชุดจำลองการวัดและควบคุมกระบวนการ เพื่อให้มีลักษณะเทียบเคียงกับอุตสาหกรรมที่มีลักษณะการผลิตแบบต่อเนื่องจริงเป็นการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในลักษณะงานจริงของอุตสาหกรรม ที่วางขายในลักษณะสินค้ามือสอง มาทำการใช้งานทั้งนี้เพื่อทดแทนการส่งนำเข้าชุดทดลองจากต่างประเทศซึ่งมีราคาที่สูง และใช้อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับห้องทดลองซึ่งมีความทนทานที่ต่ำกว่า โดยการออกแบบชุดจำลองกระบวนการได้ออกแบบให้สามารถต่อร่วมกับแบบชุดควบคุมแบบสำเร็จรูป (Industrial Controller) และระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยในการทดลองจะใช้หลักการควบคุมแบบเปิด-ปิดและแบบPID ในการทดลองการทำงานของกระบวนการซึ่งผลการทดลองอุปกรณ์ต่าง ๆ ในกระบวนการสามารถทำการวัดและควบคุมค่าตัวแปรเป็นไปตามทฤษฎีของการวัดและควบคุม ซึ่งทำให้

ชุดจำลองสามารถใช้ในลักษณะของการเรียนทางด้าน การวัดและควบคุมกระบวนการได้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ขวลิต กิตติชัยกร .2549. **กลศาสตร์ของไหล**. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- [2] วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์, รศ.ดร. 2550. **การวัดและควบคุมกระบวนการ**. ครั้งที่ 1.สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), ห้างหุ้นส่วนจำกัด ที.เอส.บี. โปรดักส์, กรุงเทพฯ
- [3] วิสรุต ศรีรัตนะ, รศ. 2550. **เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ในงานอุตสาหกรรม**. ครั้งที่ 1. บริษัท ซีอีดูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ
- [4] นิรันดร์. 2521. **ปั๊ม, ระบบท่อ วาล์ว ปั๊ม**. บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น, กรุงเทพฯ
- [5] ศักดิ์ชัย ทักขิณเสถียร.2521. **วาล์วป้องกันความดัน, ระบบท่อวาล์ว ปั๊ม**. บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น, กรุงเทพฯ
- [6] พิสิษฐ์ราชมงคล.2550. **ค่าความจุความร้อนของน้ำ. ปริมาณของความร้อน**. แหล่งที่มา http://www.electron.rmutphysic.com/physic/charud/Scibook/electronic_physic/word/chap13, 26 กันยายน 2551
- [7] สมศักดิ์ กิตติวุฒิสเรษฐ.2546. **หลักการและการใช้งานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม**. พิมพ์ครั้งที่ 18 สำนักพิมพ์ ส.ส.ท บริษัทดวงกมลจำกัด, กรุงเทพฯ

การสร้างชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การควบคุมสายพานลำเลียงด้วย PLC

อุดม บุญเฮ้า¹ และ ธเนศ ธนิตย์ธีรพันธ์²

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

E-mail : ¹Udom_Boonhao@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดฝึกทดลองการควบคุมสายพานลำเลียงด้วย PLC เพื่อศึกษาคุณภาพของชุดทดลองและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้เรียน โดยใช้ชุดทดลองเป็นสื่อในการเรียนการสอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย (1) ชุดทดลองการควบคุมสายพานลำเลียงด้วย PLC พร้อมใบงานประกอบการทดลอง 4 ใบงาน และ 4 แผนการจัดการเรียนการสอน (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประชากรเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส) ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้าของวิทยาลัยเทคนิคหลวงพ่อกุณ ปริสุทฺธิ จำนวน 28 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยใช้การสุ่มแบบง่ายเป็นนักศึกษา จำนวน 15 คน กลุ่มตัวอย่างได้รับการสอบวัดก่อนเรียนและหลังการเรียนด้วยชุดทดลอง เปรียบเทียบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการทดสอบค่าที (T-Test) และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนด้วยค่า E1/E2

ผลการวิจัยพบว่าชุดทดลองการควบคุมสายพานลำเลียงด้วย PLC ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.16/82.83 ผู้เรียนที่เรียนด้วย ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

คำสำคัญ: การสอนปฏิบัติ การพัฒนาชุดทดลอง ชุดทดลองระบบควบคุมสายพานลำเลียง

Abstract

This research has 3 objectives: to develop The Controlled Conveyor System Laboratory Instruction set using PLC, to study the quality of The Experiment Set and to compare the students' academic achievement by using these Experiment sets as media. The instrument is used in this study is divided into 2 parts : (1) The Controlled Conveyor System Laboratory set using PLC including 4 manual sheets and 4 teaching plans (2) The Achievement Tests . The 28 students of Electrical Power Department in Higher Vocational, Luang Phorkhoon Parisutho Technical College and the other 15 students are used in the Sample Random. These students will be tasted before and after by The Experiment sets. These compared their achievement by The T-Test Statistic Equipment. The E1/E2 Teaching set are analyzed to find efficiencies.

The result found that the effective of The Controlled Conveyor System Laboratory Set with PLC is 83.16/82.83. The students post test scores are significant higher than pretest score at the level of 0.01.

Keywords: Laboratory instructional, Development of laboratory instructional set, Laboratory instructional set for conveyor control system

1. บทนำ

โลกปัจจุบันมีความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะทางด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ทั้งในภาครัฐและเอกชนมีการใช้ระบบการควบคุมการทำงานของกระบวนการผลิตโดยชุดสายพานลำเลียงด้วยอุปกรณ์รีเลย์ ปัจจุบันได้เปลี่ยนการควบคุมการทำงานของรีเลย์มาใช้เครื่องควบคุมแบบ อัตโนมัติ คือ PLC (Programmable Logic Controller) สิ่งเหล่านี้เป็น การพัฒนางานด้านอุตสาหกรรม ที่ทำให้การผลิตสินค้ามีประสิทธิภาพเพื่อการส่งออก การนำชุดสายพานลำเลียงเข้ามามีบทบาทในงานด้านอุตสาหกรรมจึงนำมาสู่การลดค่าใช้จ่ายได้

ด้วยงานวิจัยที่มีอยู่ในปัจจุบันยังไม่มีงานวิจัยใดที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนรายวิชาระบบ

ควบคุมในงานอุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ในด้านกระบวนการควบคุมสายพานลำเลียงด้วย PLC

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาเหล่านี้ ทำให้ผู้วิจัยมีความตระหนักถึงความสำคัญในการสอนภาคปฏิบัติช่างอุตสาหกรรม จึงได้จัดทำงานวิจัยขึ้นมาใหม่มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการสร้างชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการควบคุมสายพานลำเลียง ด้วย PLC นักเรียนนักศึกษาสามารถใช้ความรู้จากทฤษฎีไปประยุกต์สร้างสรรค์ทำสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง อย่างคิดเป็นทำเป็นและสามารถแก้ปัญหาได้ เสริมคุณภาพของผู้เรียนให้เป็นที่ต้องการของตลาดแรงงานด้านอุตสาหกรรมต่อไป

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและศึกษาประสิทธิภาพของชุดทดลอง ภายใต้เนื้อหาวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม โดยใช้ชุดทดลอง การควบคุมสายพานลำเลียงด้วย PLC เป็นสื่อการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถให้แก่ผู้เรียน งานวิจัยนี้ได้แบ่ง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องออกเป็น 8 ส่วน คือ

2.1 การสอนปฏิบัติการทดลอง

ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู [1] ได้ให้ความหมายของการ สอนปฏิบัติการทดลอง ไว้ว่าการทดลอง เป็นการให้ การศึกษาโดยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสัมผัสและได้รับ ประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ และวัสดุด้วยการ ลงมือปฏิบัติเป็นการให้ประสบการณ์หลายมิติที่พัฒนา ความสามารถของมนุษย์หลายประการ

2.2 องค์ประกอบการสอนปฏิบัติการทดลอง

พิสิฐและธีรพล [2] ได้จัดองค์ประกอบการสอน ปฏิบัติการทดลองดังนี้ บทบาทของผู้สอนในการเรียน การสอนปฏิบัติการทดลอง การจัดกิจกรรมปฏิบัติการ ทดลอง และขั้นตอนของการปฏิบัติการทดลองการสอน ปฏิบัติการทดลอง เช่น ขั้นตอนนิเทศ การสร้าง แรงจูงใจ ขั้นตอนปฏิบัติ ขั้นสรุปผล

2.3 ใบบางการทดลอง

ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู [1] ที่กล่าวว่าใบบางการทดลอง หมายถึงเอกสารที่ใช้เป็นคำสั่งให้ปฏิบัติงานแนะนำ ผู้เรียนให้สามารถดำเนินการทดลองให้เป็นไปตาม จุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งมีทั้งใบบางการทดลองผู้ที่ สอนสร้างขึ้นมาใช้เองและประเภทใบบางการทดลองที่ ผลิตโดยบริษัทผู้สร้างอุปกรณ์สำหรับการทดลอง โดยเฉพาะ หรือจากผู้ผลิตตำราเอกสารสอนเป็นอาชีพ

2.4 การสร้างใบบางการทดลอง

มีขั้นตอนดังนี้คือ การวิเคราะห์เนื้อหา การตั้งชื่อใบบาง การวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิบัติงานย่อย การกำหนดวัตถุประสงค์การทดลอง การ เขียนใบบาง การสร้างอุปกรณ์ทดลอง การทดลองเบื้องต้น การสร้าง คู่มือใบบางการทดลอง

2.5 การออกแบบการสร้างสื่อการเรียนการสอนชุดทดลอง

วัลลภ จันทรตระกูล [3] ได้อธิบายขั้นตอนการ สร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดทดลองดังนี้ กำหนดวัตถุประสงค์และหน้าที่ในการนำชุดทดลองไป ใช้ในการสอน การวิเคราะห์และตั้งสัจใจเลือกชิ้นส่วน ของอุปกรณ์ การสร้างต้นแบบและตรวจสอบ และการ เตรียมเอกสารประกอบ

2.6 เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างชุดทดลอง

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา ระบบควบคุมใน งานอุตสาหกรรม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สาขาช่างไฟฟ้า ศึกษาทฤษฎีที่ เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณและคำสั่งที่ใช้ใน PLC รวมถึงการสร้างระบบสายพานลำเลียงที่มีความ มั่นคงและถูกต้อง

2.7 การสร้างเครื่องมือในการวัดและประเมินผล

โดยการอธิบายของ สุมาลี จันทรชอล [4] ที่ว่า การ วัดและประเมินผล เป็นกระบวนการต่อเนื่องจากการ เรียนการสอน กล่าวคือ การวัดผลต้องวัดจาก วัดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และวัดในสิ่งที่ผู้สอนได้จัด กิจกรรมการเรียนการสอน ผลจากการวัดจะให้ข้อมูล แก่ผู้สอน เพื่อการปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนการ สอน ข้อสอบควรใช้ประเมินจุดประสงค์ที่สำคัญของ การสอน ข้อสอบควรเหมาะสมกับระดับความสามารถ ของผู้อ่าน

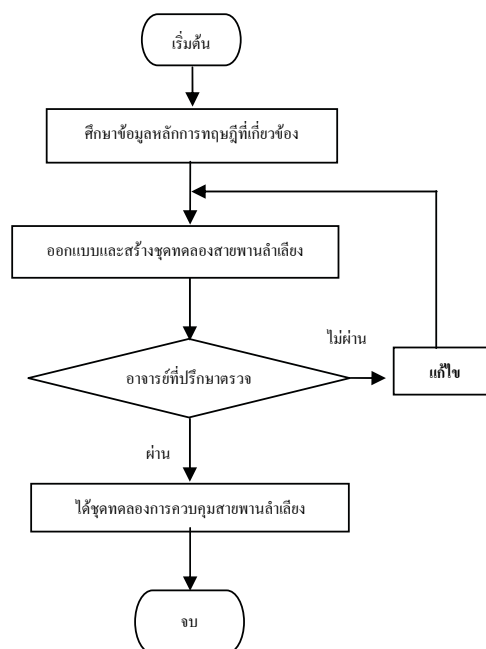
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อิทธิพล ชาติจอหอ [5] ได้จัดทำงานวิจัยเรื่อง การออกแบบและสร้างชุดจำลองการทำงานของมือกลโดย ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงควบคุมด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ มีเนื้อหาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้สร้างสื่อในการจัดการเรียนการสอนวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมได้ เพราะสามารถที่จะออกแบบโปรแกรมใช้ร่วมกับอุปกรณ์ตรวจจับได้ แต่ชุดจำลองนี้มีการควบคุมให้มอเตอร์หมุนซ้ายขวาใน แกน x และแกน y เท่านั้น อีกทั้งกระบวนการควบคุมแบบอัตโนมัติ ในกระบวนการเรียนการสอนยังใช้ เครื่อง PLC ได้ ซึ่งในครุภัณฑ์ของสำนักงานการ อาชีวศึกษา จะใช้เครื่อง PLC เป็นหลัก ผู้วิจัยจึงเลือก สร้างชุดทดลองสายพานลำเลียงขึ้นมาเพื่อพัฒนาให้ สามารถใช้ร่วมกับเครื่อง PLC หลายรูปแบบได้

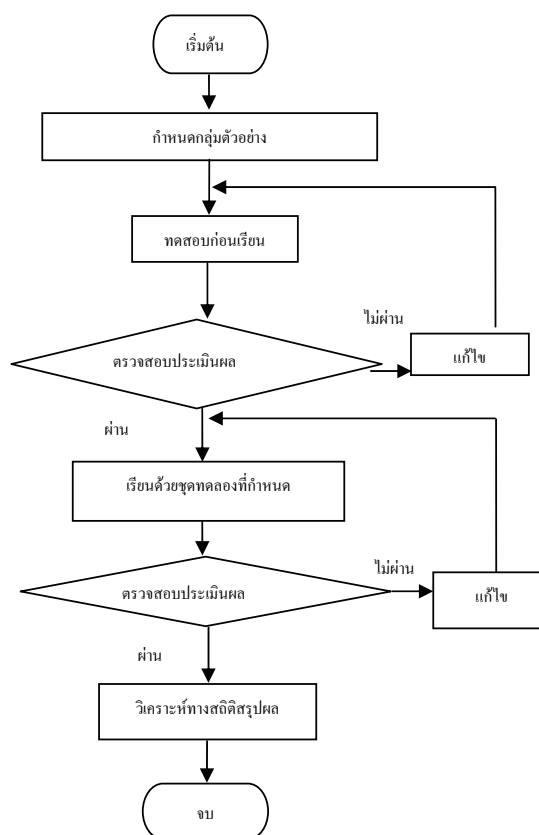
อรอนงค์ วิริยานุรักษ์นคร[6] ได้จัดทำงานวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาการ วิเคราะห์และออกแบบวงจรดิจิทัล จากเนื้อหาใน งานวิจัยนี้สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลของวิธีการหา ประสิทธิภาพของชุดทดลองในงานวิจัยที่จัดทำขึ้นได้

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ ศึกษาและรวบรวมข้อมูล ทำการ กำหนดกลุ่มตัวอย่างเดียวทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) และหลังเรียน (Post-Test) เพื่อหาประสิทธิภาพ และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งสอนด้วยชุด ทดลองที่สร้างขึ้นตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง ช่างไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการ อาชีวศึกษาโดย ขั้นตอนแสดงดังในรูปที่ 1



ภาพที่ 1: แสดงการดำเนินการสร้างชุดทดลอง

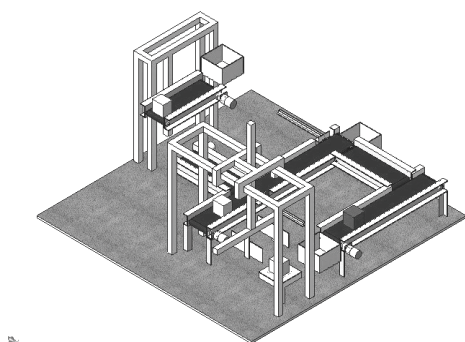


ภาพที่ 2: แสดงลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอนการดำเนินการวิจัยได้ดังนี้

- กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- จัดทำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- ดำเนินการสร้างเครื่องมือในการวิจัย
- ดำเนินการทดลอง และเก็บข้อมูล
- ทำการวิเคราะห์สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบแผนการวิจัยโดยทำการสุ่มตัวอย่างจากนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้าวิทยาลัยเทคนิคหลวงพ่อกุณ ประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 15 คน วิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม วิธีการดำเนินการวิจัยเริ่มจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับกลุ่มตัวอย่างก่อนที่ทำการเรียนด้วยชุดทดลอง ซึ่งให้ผู้เรียน เรียนจากชุดทดลองในแต่ละใบงานพร้อมทำแบบ ทดสอบวัดผลการเรียนรู้หลังจบการเรียนทดลองในใบงานนั้น หลังจากผู้เรียนทำการเรียนทดลองครบทุกใบงานแล้ว ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการเรียนทดลองอีกครั้งโดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับการวัดผลก่อนเรียน



๒๔

ภาพที่ 3: การออกแบบชุดทดลองสายพานลำเลียง

ในการจัดทำงานวิจัยนี้ต้องทำการออกแบบโครงสร้างชุดทดลองสายพานลำเลียงให้ตรงกับ

เป้าหมายในการทดลอง การวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาการวิจัยทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ โดยให้ผู้เรียนทำการทดลองใน 1 เรื่องครั้งละ 4 คาบต่อ 1 สัปดาห์ จากนั้นศึกษาผลของการจัดกระทำตัวแปรทดลองที่มีต่อตัวแปรตาม จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลการสอบครั้งหลังกับการสอบครั้งแรกนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติลำดับขั้นดำเนินการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

- สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดทดลอง

สูตร

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

และสูตร

$$E_1 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 = แทนค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบท้ายการทดลองทั้งหมด

E_2 = แทน ค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบรวมการทดลองทั้งหมด

$\sum X$ = แทนคะแนนรวมของแบบทดสอบท้ายการทดลอง

$\sum F$ = แทนคะแนนรวมของแบบทดสอบรวม

A = แทนคะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายการทดลอง

B = แทนคะแนนเต็มของแบบทดสอบรวม

N = แทนจำนวนนักเรียนทั้งหมด

- การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวิเคราะห์เพื่อทดสอบนัยสำคัญของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่เป็นคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนชุดทดลอง และหลังเรียนชุดทดลองโดย

จากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{(n-1)}}}$$

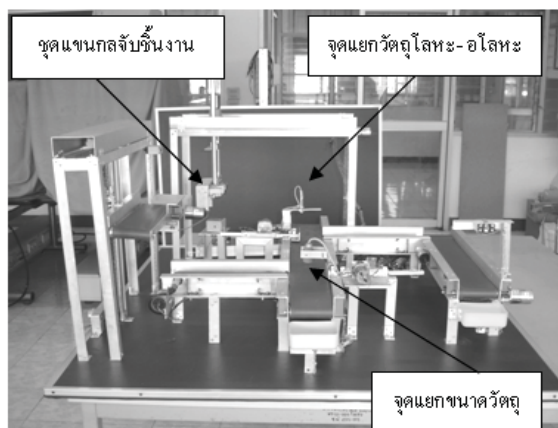
เมื่อ t = แทนค่าสถิติที่จะใช้เปรียบกับค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D = แทนค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

n = แทนจำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

4. ผลการดำเนินงาน

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดทดลองเรื่องการควบคุมสายพานลำเลียงด้วย PLC



ภาพที่ 4: ชุดทดลองสายพานลำเลียง

การศึกษาหาประสิทธิภาพของชุดทดลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียน โดยใช้ชุดทดลองสายพานลำเลียงควบคุมด้วย PLC เป็นสื่อการเรียนการสอน ผลการวิจัยจากการสร้างและศึกษาผลการวิจัย นำเสนอผลดังนี้คือ

4.1 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ข้อมูลที่ได้คือคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและคะแนนการทดสอบหลังเรียนด้วยชุดทดลองสายพานลำเลียงควบคุมด้วย PLC ทำการปฏิบัติของแต่ละชุดทดลองทั้งหมด 4 การทดลอง ซึ่งผลของคะแนนนี้ได้จากการทำแบบทดสอบรวมหลังการเรียนครบทุกการทดลอง ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน ดังนี้

$$E_1 = 83.16 \%$$

$$E_2 = 82.83 \%$$

ผลลัพธ์จากการคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาการระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม เรื่องการประยุกต์อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณชุดสายพานลำเลียง ใช้ร่วมกับ PLC ปรากฏว่ามีประสิทธิภาพ 83.16/82.83

4.2 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุดทดลองสายพานลำเลียงควบคุมด้วย PLC เป็นสื่อการเรียนการสอน ในรายวิชาการระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม โดยเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน และคะแนนทดสอบหลังเรียน ได้ค่า t จากการคำนวณเท่ากับ 10.25 มากกว่าค่า t จากตารางที่ $df=14$, $\alpha = 0.01$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.977 แสดงว่าผลของคะแนนสอบ ของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผลคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียนของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ย 33.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.73 สูงกว่าผลคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียนของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ย 24.26 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.65 ซึ่งสรุปได้ว่าการเรียนด้วยชุดทดลองสายพานลำเลียงควบคุมด้วย PLC มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

5. บทสรุป

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาและทดลอง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดทดลองการควบคุมสายพานลำเลียงด้วย PLC ใช้เป็นสื่อการสอนในการเรียนทดลอง วิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมในรูปแบบการสอนทดลองหลังการเรียนทฤษฎี เพื่อพิสูจน์สมมุติฐานที่ว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นจะมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทำให้ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองนี้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ชุดทดลองการควบคุมสายพานลำเลียงด้วย PLC พร้อมใบงานประกอบการทดลอง 4 ใบงาน 2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 5 ตัวเลือกจำนวน 40 ข้อ ผู้วิจัยมีการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ทั้ง 3 ข้อ คือ

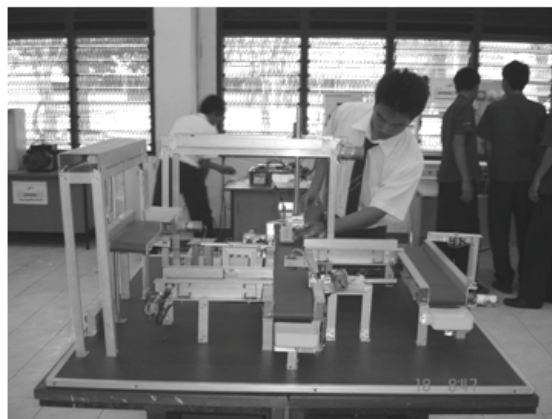
- เพื่อสร้างชุดฝึกทดลองการควบคุมสายพานลำเลียงด้วย PLC
- เพื่อศึกษาคุณภาพชุดฝึกทดลองการควบคุมสายพานลำเลียงด้วย PLC
- เพื่อศึกษาผลการเรียนของผู้เรียนที่ได้เรียนจากชุดฝึกทดลองการควบคุมสายพานลำเลียงด้วย PLC

ผลการหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยสำหรับทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) และคะแนนของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2) ดังนั้นค่าที่ได้หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง (E_1/E_2) จากสมมติฐานคือ 80/80 ผ่านเกณฑ์ ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 83.16/82.83 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุดทดลองสายพานลำเลียงควบคุมด้วย PLC โดยเปรียบเทียบจากการทดสอบก่อนเรียน และการทดสอบหลังเรียน มาทำการหา ค่า T-Test จากการคำนวณเท่ากับ 10.25 มากกว่าค่า T-Test จากตาราง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.977 แสดงว่าผลของคะแนนสอบก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ปรากฏว่าผู้เรียนที่เรียนด้วย ชุดทดลองการควบคุมสายพานลำเลียงด้วย PLC มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ทางสถิติ



ภาพที่ 5: การทดลองชุดทดลองสายพานลำเลียง

6. บรรณานุกรม

- [1] ชุติศักดิ์ เปลี่ยนภู, หลักการจัดการเรียนการสอนช่างอุตสาหกรรม หลักการสอนภาคปฏิบัติ, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2551
- [2] พิสิฐ เมธภัทรและธีรพล เมธิกุล, ยุทธวิธีการเรียนการสอนเทคนิค, คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2531
- [3] วัลลภ จันทระตระกูล, การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอน, วารสารครู ศาสตร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2529
- [4] สุมาลี จันทระชโล, การวัดและประเมินผล, ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพฯ, 2542
- [5] อิทธิพล ขาดใจหา, การออกแบบและสร้างชุดจำลองการทำงานของมอดูลใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์, วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546
- [6] อรอนงค์ วิริยานุรักษ์นคร, การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาการวิเคราะห์และออกแบบวงจรดิจิทัล, วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545
- [7] Jonstenson, Fundamentals of Programmable Logic Controllers, Second edition, 1999

**การพัฒนาโปรแกรมจำลองการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น
โดยโปรแกรม Matlab/Simulink ประกอบการเรียนรู้วิชาเครื่องกลไฟฟ้า 1
The Development on D.C. Motor Fundamental Experiment Simulation
by Matlab/Simulink program for the subject “Electrical Machine 1”**

มารุต รุ่งเรือง

ศูนย์บริการเทคโนโลยี

สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : marutrung@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินคุณภาพโปรแกรมจำลองการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้นโดยโปรแกรม Matlab/Simulink ประกอบการเรียนรู้วิชาเครื่องกลไฟฟ้า 1 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียน โดยใช้โปรแกรมจำลองการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้นเป็นสื่อเสริมในการเรียนแบบปกติ กับการเรียนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขางานเครื่องกลไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี ปีการศึกษา 2551 จำนวน 20 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 10 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ คู่มือครู คู่มือนักศึกษา ใบประกอบ และโปรแกรมจำลองการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น การเก็บข้อมูลใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้ว นำข้อมูลนำมาทำวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาที่เรียนแบบปกติโดยมีสื่อเสริมเป็นโปรแกรมจำลองการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น กับการเรียนแบบปกติ ไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยกลุ่มที่เรียนแบบปกติโดยมีสื่อเสริมเป็นโปรแกรมจำลองการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น จะให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงกว่า สำหรับการประเมินคุณภาพของโปรแกรมจำลองการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า มีคุณภาพในระดับเหมาะสมดี

คำสำคัญ: เครื่องกลไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง คู่มือครู ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Abstract

This experimental research is aimed for the development and quality assessment of the experimental of fundamental D.C. electrical motor with Matlab/Simulink Program, a part of the subject “Electrical Machine 1”. The learning achievement was tested and compared between the classes that use this simulation program and the class that does not use the program. The sample groups are 20 students who are the first year students in the Electrical Machine department of Prachinburi Technical College in the year 2008. They are divided into 2 groups equally. The research tools are teacher manual, student manual, experimental labsheets and the simulation program on the experiment of fundamental D.C. electrical motor. The data collection was conducted from achievement test and quality assessment form. Later, the results were analyzed to find arithmetic average, standard deviation, and t-test. The result shows that there was no difference on the statistically significant level at .05 of achievement test between the two sample groups. The group using the simulation program has go higher learning achievement than the group using regular program. Moreover the quality assessment done by the experts has considerable quality level.

Keywords: Electrical Machine, Direct Current Electrical Motor, Instruction manual, Learning achievement.

1. บทนำ

ในหลักสูตรทางด้านวิศวกรรมและช่างเทคนิค นั้นรูปแบบของการเรียนการสอนมีทั้งการเรียนภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติที่มีความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัตินั้น การศึกษาด้วยการทดลอง (Laboratory) จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติงานทดลองตามที่ผู้สอนได้กำหนดไว้ให้ การจัดให้มีการทดลองภายหลังการเรียนเนื้อหาทฤษฎีนั้น นับว่ามีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่ง แต่เนื่องจากขณะนี้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองที่มีอยู่ตามสถาบันการศึกษาภายในประเทศยังจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดซื้ออย่างมาก จึงทำให้บางสถานศึกษาขาดแคลนเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและยังมีปัญหาในเรื่องของอันตรายที่ผู้เรียนอาจ

ได้รับจากการทดลองจริง ตลอดจนข้อจำกัดทางด้านเวลาซึ่งจะทำให้ผู้เรียนไม่ได้รับความรู้อย่างเต็มที่ อีกทั้งในการทดลองจริงผู้เรียนยังไม่สามารถเห็นผลลัพธ์ออกมาในรูปของพลศาสตร์ (Dynamic) โดยเฉพาะในเรื่องของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จึงได้มีนักวิชาการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศได้คิดค้นที่จะนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนแบบทำการทดลอง โดยสร้างสถานการณ์จำลองซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของรุ่งอรุณ[1] สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการทดลองจริงได้ ผู้จัดทำจึงได้ทำการพัฒนาโปรแกรมจำลองการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้นโดยโปรแกรม Matlab/Simulink ประกอบการเรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้าซึ่งส่งผลให้การเรียนรู้ในภาคปฏิบัติของผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น กล่าวคือนักศึกษาได้ใช้ความคิด ได้มีการศึกษาด้วย

ตนเองและมีเวลาในการทำงานมากขึ้นเป็นการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนมากยิ่งขึ้นทั้งด้านเนื้อหาในส่วนของคุณลักษณะการใช้งานและการทำงานของเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรงประกอบกับการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผลการวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ โดย โชน [2] ได้ทำการวิจัยเพื่อรวมทฤษฎีการสอนสำหรับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อหาความสัมพันธ์ของเหตุผลในการสอนโดยการทดสอบการทดลองของตัวอย่างการสอนที่ผ่านมา วิธีการที่ใช้ในการรวมทฤษฎีโดยใช้การสืบค้นและปรับปรุงทฤษฎีที่มีพื้นฐานบนหลักการของเหตุผลในวิชาฟิสิกส์ โดยผลที่จะได้เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานบนหลักการของเหตุผลในวิชาฟิสิกส์ โดยผลที่จะได้เป็นทฤษฎีการสอนสำหรับการออกแบบคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เป็นการทดลองโดยมีการสังเกตและการสัมภาษณ์นักเรียนระดับมัธยมปลายในเกาหลีที่ใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ในการเรียน โดยสรุปผลการวิจัยเสนอทฤษฎีที่จะทำให้การใช้เครื่องมือออกแบบได้ดี ถ้าปรับปรุงดังต่อไปนี้

1. สรุปการนำเสนอในตอนท้ายของการสอน
2. การปฏิบัติสำหรับงานที่ง่าย กำหนดสิ่งที่คาดหวังไปสู่ประสบการณ์ที่ได้ ให้มีตัวเลือกในการปฏิบัติหลากหลาย รวมทั้งการแยกสาขาของสถานการณ์ไปสู่ผลลัพธ์ทำให้นักเรียนพึงพอใจในการเรียนและกำหนดให้ยากกว่าระดับที่ปฏิบัติ
3. การป้อนกลับสำหรับการปฏิบัติงานง่ายๆ โดยให้มีการป้อนกลับข้อมูลอย่างเพียงพอดีกว่าการป้อนกลับโดยธรรมชาติ

4. วิธีการค้นพบกับวิธีการชี้แจง กำหนดการเข้าถึงการอธิบายในกรณีประสบการณ์ผู้เรียนยากในการหาความสัมพันธ์ของเหตุผล

5. รูปแบบการอธิบายเพื่อช่วยความเข้าใจของผู้เรียน กำหนดให้เห็นภาพหลากหลายเป็นรูปที่เกิดขึ้นพร้อมๆ กัน แสดงการเปลี่ยนแปลงในความสัมพันธ์ของหลักการ ทำให้การสอนมีปฏิสัมพันธ์ให้มากโดยการกำหนดสัญลักษณ์ไอคอนให้เพียงพอให้สามารถ

6. การจูงใจ การใช้เสียงช่วยให้น่าสนใจและเป็นคุณสมบัติหนึ่งที่ผู้เรียนชอบ

สรุปผลการวิจัยได้เป็นทฤษฎีสำคัญ 5 ประการใหญ่ๆ คือ

1. การใช้กระบวนการค้นพบต้องร่วมกับการอธิบาย
2. การจัดการให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการกระทำ
3. ประยุกต์ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้
4. การใช้รูปแบบอธิบายที่หลากหลาย
5. ประยุกต์ใช้การอธิบายของแผนการและคำแนะนำส่วนสำคัญอื่นๆ ยังประกอบด้วย การใช้คำชี้แจงการคาดการณ์ และลำดับขั้นการแก้ปัญหา การควบคุมโดยผู้เรียน และการปฏิบัติ โดยสรุปแล้ว ผู้เรียนส่วนใหญ่ให้ข้อคิดเห็นว่าเป็นผลดีอย่างมาก เกี่ยวกับการเรียน หลักการอย่างมีเหตุผล โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์

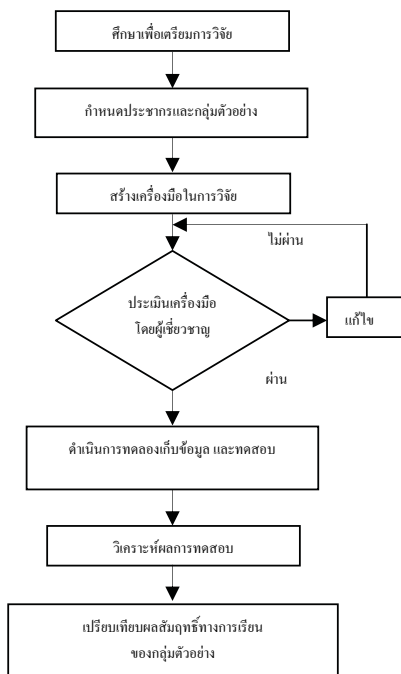
3. วิธีดำเนินการ

การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน ดังแสดงในภาพที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นหาข้อมูลเพื่อเตรียมการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลเพื่อเตรียมการวิจัย

3.1.1 ศึกษาเนื้อหาวิชาเครื่องกลไฟฟ้า1 เรื่องคุณลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยยึดตาม

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสำนักงาน
คณะกรรมการการอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2546



ภาพที่ 1: ภาพรวมของการดำเนินการงานวิจัย

3.1.2 ศึกษาวิธีการสร้างโปรแกรมจำลองทางคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมแมทแล็บ ซึ่งมีเครื่องมือ (Tool) ที่เรียกว่า ซิมูลิงค์จำลองการทำงานของ คุณลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่าง ๆ

3.1.3 ศึกษาหลักการ และวิธีการสร้าง คู่มือครู คู่มือนักศึกษา จากเอกสารตำรางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา รวมทั้ง ผู้เชี่ยวชาญประเมินสื่อ

3.1.4 ศึกษาวิธีการออกแบบ แบบทดสอบ การวัดผล ระเบียบวิธีการวิจัยจากหนังสือ และเชี่ยวชาญ ทางสถิติทางการวิจัย

3.2 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 กลุ่มประชากร คือ นักศึกษาแผนกช่างไฟฟ้ากำลัง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ที่

ลงทะเบียนเรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า 1 รหัส 3104 - 2003 หลักสูตรสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2546

3.2.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคปราชญ์บุรี ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา เครื่องกลไฟฟ้า 1 รหัส 3104 - 2003 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 20 คน ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีเลือก แบบเจาะจง (Purposive Sampling)

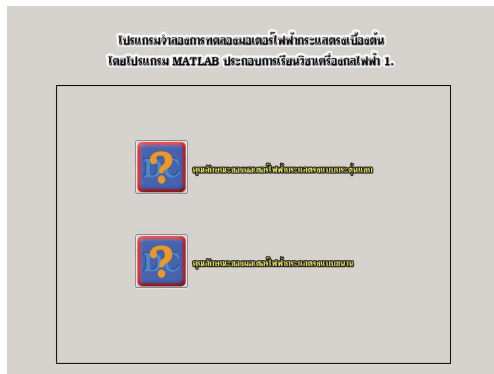
3.3 สร้างเครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น ส่วนที่สำคัญ 5 ส่วน คือ

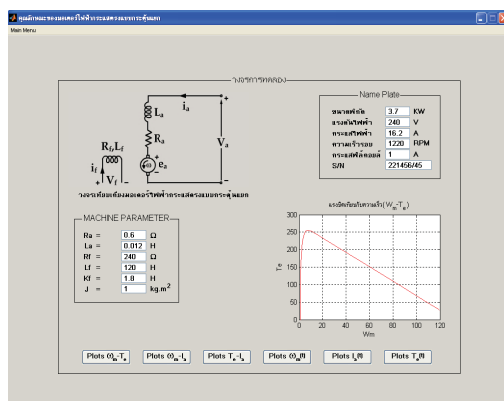
1. คู่มือครู
2. คู่มือนักศึกษา
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. ออกแบบสร้างโปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์โดยโปรแกรม Matlab/Simulink [3]
5. คู่มือการใช้งานโปรแกรม

3.4 ประเมินเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ

3.4.1 นำโปรแกรมจำลองการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้นโดย Matlab/Simulink ประกอบการเรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า 1 ดังแสดงในภาพที่ 2 ที่สร้างขึ้นให้ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่านทำการประเมิน โดยในการประเมินนี้ได้สร้างแบบประเมิน มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ เหมาะสมดีมาก เหมาะสมดี ปานกลาง พอใช้ ควรปรับปรุง



(ก) เมนูโปรแกรมจำลองการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เบื้องต้นโดยโปรแกรม Matlab/Simulink



(ข) ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดเทียบกับความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นแยก

ภาพที่ 2 : โปรแกรมจำลองการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้นโดยโปรแกรม Matlab/Simulink

การวิเคราะห์ผลของการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อ โปรแกรมจำลองการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น โดยโปรแกรม Matlab/Simulink ประกอบการเรียนรู้วิชาเครื่องกลไฟฟ้า 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาอยู่ที่ระดับ 4.28 และค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมอยู่ที่ระดับ 4.20 ซึ่งทั้งสองค่าอยู่ในระดับเห็นด้วยดี สรุปได้ว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าโปรแกรมจำลองการทดลองมอเตอร์

ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้นโดยMatlab/Simulink ที่ผู้วิจัยมีผู้สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับเหมาะสมดี ทั้งทางด้านเนื้อหาและด้านโปรแกรม

3.4.2 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน ตรวจสอบเพื่อพิจารณาถึงความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาผลจากการวิเคราะห์แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมาพบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.4 ถึง 0.7 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 หมายความว่าแบบทดสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.3 ถึง 0.7 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.48 หมายความว่าแบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระดับสูง คุณภาพของแบบทดสอบดีมากดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : แสดงค่าความยากง่าย (P), ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบ

แบบทดสอบ	จำนวนข้อ	P	D	(r_{tt})
กลุ่มทดลอง	20	0.40-0.70	0.30-0.70	87.21

3.5 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง(Experimental Research) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ว่ามีผลต่างกันหรือไม่ และแบบแผนในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ Group Posttest only Design [4] โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.5.1 กลุ่มทดลองสอนโดยการเรียนรู้ด้วยวิธีการประลองแบบปกติ โดยมีกิจกรรมเสริมหลังจากการทดลองเสร็จสิ้นแล้ว โดยให้ศึกษาจากโปรแกรมจำลองทางคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น

3.5.2 กลุ่มควบคุม สอนโดยการเรียนรู้ด้วยวิธีการ
ประลองแบบปกติ ตามใบประลองของกลุ่มควบคุม

3.5.3 ดำเนินการสอนกับกลุ่มควบคุมและกลุ่ม
ทดลอง

3.5.4 ให้กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มทำการ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนรู้หลังจาก
ประลองเสร็จสิ้นแล้วทั้ง 2 ใบงาน และสำหรับกลุ่ม
ทดลองต้องศึกษาจากโปรแกรมจำลองทางคอมพิวเตอร์
หลังจากทำการทดลองแบบปกติเสร็จสิ้น

3.5.5 นำผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและ
ทดสอบค่า (t – test)

4. ผลของการวิจัย

ผลของการวิจัย ได้นำเสนอไว้ 2 ข้อดังนี้ คือ

4.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักศึกษากลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้โปรแกรม
จำลองการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นสื่อ
เสริมในการเรียนควบคู่กับการเรียนแบบปกติ มีคะแนน
เฉลี่ยเท่ากับ 16.80 และค่า S.D. เท่ากับ 2.251 นักศึกษา
กลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.90
และ ค่า S.D. เท่ากับ 2.767 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการทดลอง	N	\overline{X}	(s) ²	t
กลุ่มทดลอง	10	16.80	5.066	7.004
กลุ่มควบคุม	10	8.90	7.655	
Df = 18 , P = .05 , t = 2.101				

4.2 การวิเคราะห์การประเมินคุณภาพของโปรแกรม

จำลองการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

จากการที่ได้นำโปรแกรมจำลองการทดลองมอเตอร์
ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น โดย โปรแกรม
Matlab/Simulink ประกอบการเรียนรู้วิชาเครื่องกลไฟฟ้า
1 ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน ตรวจสอบ
ความถูกต้องเหมาะสม และนำมาปรับปรุงแก้ไข ได้ผล
การวิเคราะห์หาค่าประเมินคุณภาพของโปรแกรม
จำลองด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 และด้าน
โปรแกรมเท่ากับ 4.20 ซึ่งทั้งสองค่าอยู่ในระดับ
เหมาะสมดี ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ผลการวิเคราะห์การประเมินคุณภาพ
โปรแกรมจำลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
เบื้องต้น

ผู้เชี่ยวชาญ	N	\bar{X}	ระดับความ คิดเห็น
ด้านเนื้อหา	7	4.28	เหมาะสมดี
ด้านโปรแกรม	7	4.20	เหมาะสมดี

5.สรุปผล

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการ
ประลอง เรื่องคุณลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
แบบขนานและคุณลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้า
กระแสตรงชนิดกระตุ้นแยกเบื้องต้น เป็นสื่อเสริมใน
การเรียนควบคู่กับการเรียนแบบปกติ มีผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนโดยวิธีแบบปกติที่ระดับ
ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการประเมินคุณภาพของโปรแกรมจำลองการ
ทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้นจาก

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่าน พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นค่าโปรแกรมจำลองการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้นโดยโปรแกรม Matlab/Simulink ประกอบการเรียนรู้วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับเหมาะสมดี ทั้งทางด้านเนื้อหาและด้านโปรแกรม

5.2 ปัญหา อุปสรรค และข้อจำกัดของการวิจัย

5.2.1 การสั่งให้โปรแกรม Matlab ประมวลผลเอ็มไฟล์ (m-file) แต่บางครั้งต้องตรวจสอบที่หน้าต่างพาทบราวเซอร์ (Path Browser) ก่อนทุกครั้งว่า เอ็มไฟล์ (m-file) ที่จะใช้งานอยู่ในไดเรกทอรี (Directory) ปัจจุบันหรือไม่เพราะโปรแกรม Matlab อาจประมวลผลผิดพลาดอันเนื่องมาจาก เอ็มไฟล์ (m-file) อาจเป็นชื่อเดียวกันแต่อยู่ต่างไดเรกทอรี (Directory) กัน ส่งผลให้ผลที่ได้ออกมาต่างกัน

5.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้โปรแกรมจำลองส่วนใหญ่ ไม่มีความรู้เกี่ยวกับการใช้โปรแกรม Matlab เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ไม่อยู่ในหลักสูตรการเรียนการสอน ส่งผลให้ผู้วิจัยต้องให้การอบรม และสอนโปรแกรม Matlab พื้นฐานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรมจำลอง เพื่อให้ผู้ทดลองสามารถทำการทดลองจากโปรแกรมจำลองได้อย่างราบรื่น

5.3 ข้อเสนอแนะจากผลของการวิจัย

ข้อเสนอแนะในการวิจัยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ข้อดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไปจากการวิจัยในครั้งนี้

5.3.1.1 จากการวิจัยพบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการสอนโปรแกรม Matlab เบื้องต้น นั้นมีระยะเวลาน้อยเกินไป ทำให้นักศึกษาใช้งานโปรแกรมจำลองได้ไม่คล่องเท่าที่ควร

5.3.1.2 คอมพิวเตอร์ที่ใช้งานร่วมกับโปรแกรมจำลองมีความเร็วของตัวประมวลผลและหน่วยความจำ

น้อยจึงทำให้ใช้เวลานานในการทดสอบการจำลองการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ควรปรับปรุงคอมพิวเตอร์ที่จะนำมาใช้งานในการจำลอง ให้มีหน่วยความจำเพียงพอกับโปรแกรม Matlab

5.3.1.3 จากการวิจัยพบว่า ควรเพิ่มจำนวนของคอมพิวเตอร์ให้มีจำนวนเพียงพอต่อนักศึกษา 1 คน ต่อ 1 เครื่อง เพื่อที่จะได้สะดวกและรวดเร็วรวมทั้งนักศึกษาจะได้ความรู้และทักษะเพิ่มมากขึ้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป

5.3.2.1 จากกลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง คณะวิชาช่างไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี ดังนั้นเพื่อขยายผลการวิจัยให้กว้างขวางยิ่งขึ้น จึงควรทำการทดลองกับกลุ่มประชากรหลายๆ แห่ง

5.3.2.2 ควรทำวิจัยอีกหลายๆ ครั้ง ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลาย เพราะงานวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และจำนวนกลุ่มตัวอย่างน้อยเกินไป

5.3.2.3 จากการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่เรียน โดยใช้โปรแกรมจำลองทางคอมพิวเตอร์เป็นสื่อเสริมควบคู่กับการเรียนปกติ มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักศึกษาที่เรียนแบบปกติ ดังนั้น จึงควรมีการวิจัยให้โปรแกรมจำลองทางคอมพิวเตอร์ในวิชาอื่นๆ ด้วย

5.3.2.4 ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้สอนในการสอนแบบการใช้โปรแกรมจำลองทางคอมพิวเตอร์ เป็นสื่อเสริมควบคู่กับการเรียนปกติกับการสอนแบบปกติว่ามีความคิดเห็นอย่างไร เพื่อนำไปพัฒนาสื่อการเรียนการสอนต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] รุ่งอรุณ ศรีปาน. การสร้างและหาประสิทธิภาพโปรแกรมจำลองเรื่อง ระบบการมอดูเลตเชิงขนาดและเชิงความถี่, วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรบัณฑิตมหาวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.
- [2] Shon,Mi “Formative Rescarch On an Instructional Theory for the Design of Computer- Based Simulation for Teaching Causal Principles.” Doctoral Dissertation, Indiana University, 1996. Dissertation Abstracts International 57 (1997) : 5124.
- [3] Chee-mun,ong. “Dynamic Simulation of Electric Machinery” New Jersy USA: Asimon&Shuster Company, 1995.
- [4] ล้วน สายยศ, อังคณา สายยศ. “เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.” กรุงเทพมหานคร : สุวีริสาส์น, 2538.

การศึกษาการใช้โคมไฟหลอดแอลอีดี ทดแทนหลอดไฟทั่วไปบนทางพิเศษของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย

สุมิตร คงโสธานนท์¹ และ ปัญญา บุญญาวีวัฒน์²

สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
E-mail : ¹sumit_thu@exat.co.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาการใช้โคมไฟชนิดหลอด Light Emitting Diode (LED) 180 และ 250 วัตต์ ทดแทนโคมไฟส่องสว่างที่ใช้บนทางพิเศษบูรพาวิถีของการทางพิเศษแห่งประเทศไทยจำนวน 4,263 โคม ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ HPS High Pressure Sodium Lamp (HPS) 250 วัตต์ จำนวน 410 โคม Mercury Vapor Lamp (Mercury) จำนวน 250 โคม และ HPS 400 วัตต์ ทั้งหมด 3,553 โคม จากการศึกษาพบว่าเมื่อเปลี่ยนมาใช้หลอด LED 180 วัตต์ ทดแทนหลอด HPS 250 วัตต์ และหลอด Mercury 250 วัตต์ จะมีระยะเวลากู้ทุนที่ 4 และ 7.96 ปี ตามลำดับ ส่วนการใช้หลอด LED 250 วัตต์ แทนหลอด HPS 400 วัตต์ มีระยะเวลากู้ทุนที่ 3.76 ปี

คำสำคัญ: Light Emitting Diode (LED), High Pressure Sodium Lamp (HPS), Mercury Vapor Lamp (Mercury), ทางพิเศษบูรพาวิถี

Abstract

The objective of this research was to study the 180 and 250 Watts of Light Emitting Diode (LED) headlamp to replace 4,263 light headlamps on Burapavithi Expressway that Expressway Authority of Thailand is supervision. The Burapavithi's headlamps were divided three types such as 410 pieces of High Pressure Sodium Lamp (HPS) with 250 Watts, 250 headlamps of Mercury Vapor Lamp (Mercury) and 3,553 pieces of 400 Watts HPS. It was found that when 250 Watts HPS and 250 Watts Mercury were replaced with 180 Watts of LED; LED had the break-even time at 4 and 7.96 year, respectively. However, used 250 Watts LED to compensate 400 Watts HPS; obtained LED had 3.76 year of break-even time.

Keywords: Light Emitting Diode (LED), High Pressure Sodium Lamp (HPS), Mercury Vapor Lamp (Mercury), Burapavithi Expressway

1. บทนำ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (Expressway Authority of THAILAND) มีตัวย่อว่า กทพ. หรือ EXAT เป็นรัฐวิสาหกิจ สังกัดกระทรวงคมนาคม จัดตั้งขึ้นตั้งแต่ปีพ.ศ.2515 ตามประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 290 ลงวันที่ 27 พฤศจิกายน พ.ศ.2515 และต่อมาได้มีการปรับปรุงกฎหมายโดยการประกาศใช้บังคับพระราชบัญญัติการทางพิเศษแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2550 วันที่ 9 มกราคม 2551 ปัจจุบันนี้ กทพ. มีอำนาจหน้าที่สร้างหรือจัดให้มีทางพิเศษด้วยวิธีใด ๆ ตลอดจนบำรุงและรักษาทางพิเศษและดำเนินงานหรือธุรกิจเกี่ยวกับทางพิเศษและธุรกิจอื่นที่เกี่ยวข้องกับทางพิเศษหรือ

ที่เป็นประโยชน์แก่ กทพ. เนื่องจากลักษณะของการดำเนินงานของ กทพ. เป็นการดำเนินงานในรูปแบบของการอำนวยความสะดวกในการคมนาคมขนส่งซึ่งจำเป็นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยด้านการจราจรเป็นหลักและมีการกำหนดให้ต้องมีแสงสว่างบนทางพิเศษเพื่อความปลอดภัยในการคมนาคมของผู้ใช้ทางพิเศษ

ไม่น้อยกว่า 20 ลักซ์ (Lux) ไปตลอดแนวของทางพิเศษ [1] จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ กทพ. ต้องรับภาระค่าใช้จ่ายด้านการส่องสว่างเป็นจำนวนมหาศาล กับการไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จากการศึกษาข้อมูลที่ผ่านมา [2] - [6] พบว่า หลอดแอลอีดี (Light Emitting Diode) มีชื่อย่อเรียกว่า LED ที่สามารถผลิตแสงสว่างได้เท่ากับหลอด High Pressure Sodium Lamp (HPS) และ Mercury Vapor Lamp (Mercury) ซึ่งทาง กทพ. ใช้ในการส่องสว่างอยู่ ณ ปัจจุบัน [1] มีความประหยัดพลังงาน อายุการใช้งานที่ยาวนาน แต่ราคาต่อหน่วยสูงกว่า จึงเกิดปัญหาและข้อสงสัยถกเถียงที่เกิดขึ้นในกลุ่มนักวิชาการ วิศวกร ช่างเทคนิค และบุคคลที่เกี่ยวข้องในการนำหลอด LED มาใช้เพื่อการส่องสว่างบนทางพิเศษของ กทพ.

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาการใช้โคมไฟหลอดแอลอีดีทดแทนหลอดไฟทั่วไปบนทางพิเศษของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย เพื่อศึกษาแนวทางการเป็นไปได้ในการลดค่าใช้จ่าย และการประหยัดพลังงานเพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของ กทพ.

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาเปรียบเทียบการใช้หลอด LED กับหลอดไฟ HPS และ Mercury ในด้านค่าไฟฟ้า อายุการใช้งาน ความร้อนที่เกิดขึ้น น้ำหนักของโคมไฟและเงินทุนที่จะต้องลงทุนของ หลอด LED เปรียบเทียบกับหลอดไฟทั่วไปโดยทำการศึกษาข้อมูลในช่วงเดือนมิถุนายน 2551 ถึงเดือนกันยายน 2551

3. สมมุติฐานการวิจัย

1. สามารถใช้งานหลอด LED แทนหลอดไฟทั่วไปบนทางพิเศษของ กทพ. ได้
2. สามารถให้แสงสว่างได้เทียบเคียงกับหลอดไฟทั่วไปบนทาง พิเศษของ กทพ. ได้
3. อายุการใช้งานของหลอด LED และอุปกรณ์ต่างๆ มีอายุไม่น้อยกว่า 2,500 วัน บนทางพิเศษของ กทพ.
4. ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างได้ไม่น้อยกว่า 10%
5. สามารถคุ้มทุนต่อการลงทุนในระยะเวลา 5 ปี

4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

4.1 การส่องสว่าง [7]

เมื่อความสูงของดวงโคมฉายเปลี่ยนแปลงไป ตำแหน่งเส้นโค้งของจุดที่มีปริมาณแห่งการส่องสว่างเท่ากับพื้นงานของดวงโคมฉายยังคงเหมือนเดิมทุกประการ แต่ค่าปริมาณแห่งการส่องสว่างจะเปลี่ยนแปลงไปโดยจะแปรผกผันกับระยะความสูงของดวงโคมฉายยกกำลังสองหรืออาจจะกล่าวได้ว่าเมื่อความสูงเพิ่มขึ้นค่าปริมาณแห่งการส่องสว่างจะลดลงหรือเมื่อความสูงลดลงค่าปริมาณแห่งการส่องสว่างจะเพิ่มขึ้นซึ่งจะเป็นไปตาม

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{(MH_2)^2}{(MH_1)^2} \quad (1)$$

เมื่อ E_1 = ปริมาณแห่งการส่องสว่างเริ่มแรก (ฟุต – แคนเดิล)

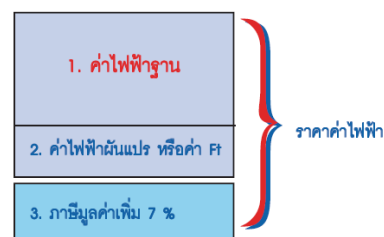
E_2 = ปริมาณแห่งการส่องสว่างใหม่ (ฟุต – แคนเดิล)

MH_1 = ความสูงของดวงโคมฉายเดิม (ฟุต)

MH_2 = ความสูงของดวงโคมฉายใหม่ (ฟุต)

4.2 การคิดค่าไฟฟ้า

การคิดค่าไฟฟ้ามีองค์ประกอบ 3 ส่วนดังภาพ



ภาพที่ 1: องค์ประกอบ 3 ส่วนของการคิดค่าไฟฟ้า [8]

4.2.1 ค่าไฟฟ้าฐาน

การไฟฟ้านครหลวง ได้คิดอัตราค่าไฟฟ้าคิดค่าบริการต่อ กทพ. ในแบบที่ 2 อัตรา 2.2 (อัตรา TOU) ได้มีการกำหนดช่วงของเวลา On Peak และ Off Peak สำหรับ กทพ. ดังนี้

On Peak : เวลา 18.00 – 22.00 น. วันศุกร์-วันจันทร์ และวันพืชมงคล จำนวน 4 ชั่วโมง

On Peak : เวลา 22.00 – 06.00 น. วันศุกร์-วันจันทร์ และวันพืชมงคล จำนวน 8 ชั่วโมง

: เวลา 18.00 - 06.00 น. วันเสาร์ – วันอาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ และวันหยุดราชการ ตามปกติ (ไม่รวมวันพืชมงคล และวันหยุดชดเชย)

4.2.2 ค่าไฟฟ้าแปรผัน Ft

ค่าไฟฟ้าแปรผัน หรือ ค่า Ft การไฟฟ้านครหลวงได้คิดในอัตรา 77.70 สตางค์ต่อหน่วย ค่าไฟฟ้าแปรผัน Ft คือการจัดทำโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าฐาน จะอยู่บนข้อสมมติฐานราคา

เชื้อเพลิง อัตราเงินเฟ้อระดับอัตราแลกเปลี่ยน การปรับปรุงประสิทธิภาพของกิจการระบบผลิต (Generation) กิจการระบบส่ง (Transmission) กิจการระบบจำหน่าย (Distribution) และกิจการค้าปลีก (Retail) ในระดับหนึ่ง ดังนั้น เพื่อให้อัตราค่าไฟฟ้าสะท้อนถึงต้นทุนที่แท้จริง และลดผลกระทบของความผันผวนของราคาเชื้อเพลิงต่อฐานะการเงินของการไฟฟ้า เรียกเก็บในใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้าต่อเดือน

4.3 เพาเวอร์แฟกเตอร์ (Power Factor) [7]

เพาเวอร์แฟกเตอร์ (Power Factor) เป็นตัวประกอบกำลัง เป็นค่าของ $\cos\theta$ เมื่อ θ เป็นมุมเฟสระหว่างทิศทางกระแสไฟฟ้ากับทิศทางของความต่างศักย์ ซึ่งค่า $\cos\theta$ นี้จะมีผลต่อค่าของกำลังไฟฟ้าในวงจรและเกิดขึ้นเมื่อมีตัวเก็บประจุหรือตัวเหนี่ยวนำอยู่ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับดังสมการ

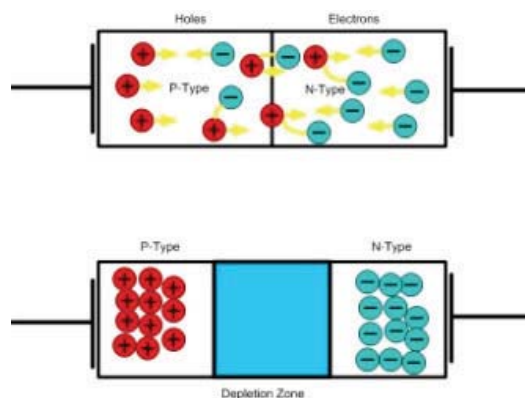
$$P = VI \cos\theta \quad (2)$$

เมื่อ P = Power Factor
 V = แรงเคลื่อนไฟฟ้า
 I = กระแสไฟฟ้า
 $\cos\theta$ = ตัวประกอบกำลัง

4.4 หลอด LED (Light Emitting Diode)

หลอด LED หรือไดโอดเปล่งแสง กำเนิดแสงด้วยการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระจาก N เคลื่อนที่ข้ามรอยต่อปลงหลุมที่ P และขณะที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ระหว่างรอยต่อของ N

กับ P จะเกิดแสงขึ้นมาแบบกระจาย ทำให้ต้องใช้พลาสติกหุ้มและเรียงให้แสงสามารถสะท้อนออกไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้



ภาพที่ 3: การทำงานของอิเล็กตรอนอิสระจาก N เคลื่อนที่ข้ามรอยต่อปลงหลุมที่ P [2]

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการใช้โคมไฟหลอดแอลอีดีทดแทนหลอดไฟทั่วไปบนทางพิเศษของการทางพิเศษแห่งประเทศไทยซึ่ง กทพ. เป็นองค์กรที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่มากพอสมควร โดยเฉพาะด้านแสงสว่าง โดยขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย

5.1 การศึกษาการใช้โคมไฟหลอดแอลอีดีทดแทนหลอดไฟทั่วไป

การศึกษการใช้โคมไฟหลอดแอลอีดีทดแทนหลอดไฟปกติทั่วไปบนทางพิเศษ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ บริษัท เอเชียน สแตนเลย์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ซึ่งเป็นผู้ผลิตโคมไฟหลอดแอลอีดีเป็นผลิตภัณฑ์อ้างอิง และได้กำหนดขั้นตอนในการศึกษาวิจัยดังนี้

1. ศึกษาลักษณะเฉพาะของโคมไฟแต่ละชนิด
2. ศึกษาราคาของโคมไฟและอุปกรณ์
3. ศึกษาอัตราค่าไฟฟ้าของโคมไฟแต่ละชนิด

4. ศึกษาเปรียบเทียบการประมาณราคาบำรุงรักษา โคมไฟฟาส่องสว่าง บนทางพิเศษ บูรพาวิถีของ กทพ.

5. ศึกษาการลงทุนเปลี่ยนโคมไฟส่องสว่าง เพื่อทดแทนโคมไฟฟาส่องสว่างเดิมที่หมดอายุการใช้งาน บนทางพิเศษบูรพาวิถีของ กทพ.

6. เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของโคมไฟเมื่อใช้งานอยู่บนทางพิเศษบูรพาวิถีของ กทพ.

7. ศึกษาระยะเวลาคุ้มทุนเมื่อลงทุนเปลี่ยนมาใช้โคมไฟหลอด LED

5.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้โคมไฟหลอดแอลอีดีของบริษัท เอเชียน สแตนเลย์ อินเตอร์เนชันแนล จำกัด ซึ่งได้ได้กำหนดคุณลักษณะและคุณสมบัติของการใช้งานต่อหลอดแอลอีดีแต่ละหลอดไว้ดังนี้

ตารางที่ 1: คุณสมบัติหลอดแอลอีดีแต่ละหลอด

อัตราสิ้นเปลือง	5 W
กระแสไฟฟ้า	350-450 mA
ความเข้มแสง	120 lm
มุมสว่าง(°) / ความสว่างสูงสุด(cd)	90° /120

จากคุณลักษณะที่ผู้ผลิตกำหนดไว้ นั้น ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลเป็นเกณฑ์ในการดำเนินการวิจัย โดยใช้สถิติเชิงบรรยายในรูปแบบของตารางพร้อมกับคำบรรยายประกอบเกณฑ์ ตลอดจนการแปลความหมายและการนำข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ กล่าวคือกำหนดให้ตัวแปรคงที่ตามข้อกำหนดของผู้ผลิต

6. ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

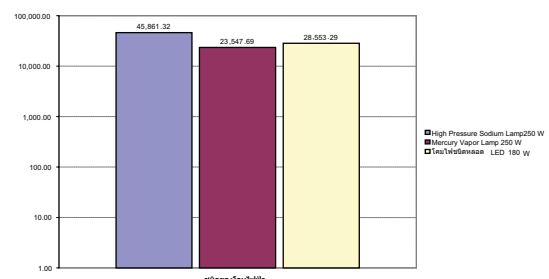
ผลการวิจัย เรื่อง การศึกษาการใช้โคมไฟหลอดแอลอีดีทดแทนหลอดไฟทั่วไปบนทางพิเศษของการ

ทางพิเศษแห่งประเทศไทย นั้น มีจำนวนโคมไฟส่องสว่างที่ใช้งานอยู่บนทางพิเศษบูรพาวิถีของกทพ. ซึ่งมีระยะทางใช้ในการศึกษาวิจัยเป็นทางพิเศษทั้งสิ้น 55 กิโลเมตร ประกอบไปด้วยอาคารด่านเก็บค่าผ่านทาง 15 ด่าน มีการใช้โคมไฟ 3 ชนิด คือโคมไฟชนิดหลอด HPS 250 วัตต์ จำนวน 410 โคม โคมไฟชนิดหลอด Mercury 250 วัตต์ จำนวน 300 โคม โคมไฟชนิดหลอด HPS 400 วัตต์ จำนวน 3,553 โคม ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้โคมไฟชนิดละ 10 โคม ต่อชนิดของโคมไฟ และเปิดใช้งานวันละ 12 ชั่วโมงต่อวัน

6.1 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าของโคมไฟแต่ละชนิด

เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าของโคมไฟแต่ละชนิด ต่อโคมไฟหลอด LED 4,166 วัน ซึ่งเป็นอายุการใช้งานของโคมไฟหลอด LED แบ่งออกเป็นสองแบบดังนี้

เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าโคมไฟหลอด LED ขนาด 180 วัตต์ 4,166 วัน ต่อโคมไฟชนิดหลอด HPS ขนาด 250 วัตต์ และโคมไฟชนิดหลอด Mercury ขนาด 250 วัตต์

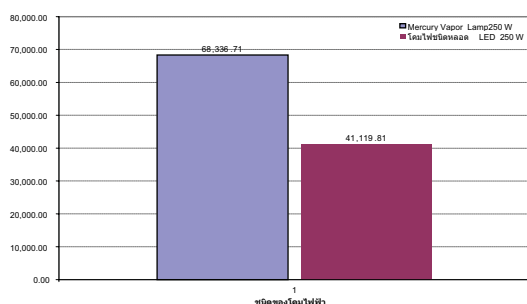


ภาพที่ 4 : เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าโคมไฟหลอด LED ขนาด 180 วัตต์ 4,166 วัน ต่อโคมไฟชนิดหลอด HPS ขนาด 250 วัตต์ และโคมไฟชนิดหลอด Mercury ขนาด 250 วัตต์

จากภาพที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าของโคมไฟหลอด LED ขนาด 180 วัตต์ 4,166 วัน กับโคมไฟชนิด

หลอด HPS ขนาด 250 วัตต์ และโคมไฟชนิดหลอด Mercury ขนาด 250 วัตต์ พบว่า โคมไฟชนิดหลอด Mercury ขนาด 250 วัตต์ มีค่าไฟฟ้าที่น้อยกว่าโคมไฟหลอด LED ขนาด 180 วัตต์เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าโคมไฟหลอด LED

ขนาด 250 วัตต์ 4,166 วัน ต่อโคมไฟชนิดหลอด HPS ขนาด 400 วัตต์

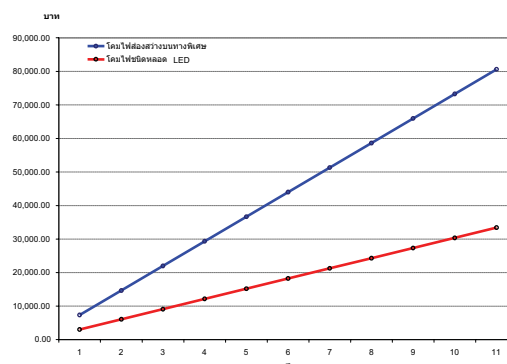


ภาพที่ 5: เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าโคมไฟหลอด LED ขนาด 250 วัตต์ 4,166 วัน ต่อโคมไฟชนิดหลอด HPS ขนาด 400 วัตต์

จากภาพที่ 5 เมื่อเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าของโคมไฟหลอด LED ขนาด 250 วัตต์ 4,166 วัน กับโคมไฟชนิดหลอด HPS ขนาด 400 วัตต์ พบว่า โคมไฟชนิดหลอด HPS ขนาด 400 วัตต์ มีค่าไฟฟ้าที่มากกว่าโคมไฟหลอด LED ขนาด 250 วัตต์

6.2 เปรียบเทียบการประมาณการบำรุงรักษาโคมไฟส่องสว่าง กับอายุการใช้งานของโคมไฟชนิดหลอด LED

การเปรียบเทียบการประมาณการบำรุงรักษาโคมไฟส่องสว่างของโคมไฟส่องสว่างที่ใช้งานบนทางพิเศษบูรพาวิถีของ กทพ. กับโคมไฟชนิดหลอด LED โดยอ้างอิงกับอายุการใช้งานของโคมไฟหลอด LED สามารถสรุปการเปรียบเทียบในรูปของกราฟดังนี้



ภาพที่ 6: แสดงการเปรียบเทียบการประมาณการบำรุงรักษาโคมไฟส่องสว่างบนทางพิเศษบูรพาวิถีของ กทพ. กับโคมไฟชนิดหลอด LED

6.3 ศึกษาระยะเวลาคุ้มทุนเมื่อลงทุนเปลี่ยนมาใช้โคมไฟชนิดหลอด LED

ระยะเวลาคุ้มทุนเมื่อลงทุนเปลี่ยนจากโคมไฟชนิดเดิมมาใช้โคมไฟชนิดหลอด LED เพื่อทดแทนโคมไฟที่ใช้งานอยู่เดิมบนทางพิเศษบูรพาวิถีของ กทพ. โดยเปรียบเทียบจากค่าไฟฟ้าและค่าบำรุงรักษาสามารถอธิบายได้ดังนี้

- โคมไฟชนิดหลอด LED ขนาด 180 วัตต์ เมื่อเปลี่ยน
- ทดแทนโคมไฟชนิดหลอด HPS ขนาด 250 วัตต์ จำนวน 410 โคม มีระยะเวลาคุ้มทุนที่ 4 ปี
- โคมไฟชนิดหลอด LED ขนาด 180 วัตต์ เมื่อเปลี่ยน
- ทดแทนโคมไฟชนิดหลอด Mercury ขนาด 250 วัตต์ จำนวน 300 โคม มีระยะเวลาคุ้มทุนที่ 7.96 ปี
- โคมไฟชนิดหลอด LED ขนาด 250 วัตต์ เมื่อเปลี่ยน
- ทดแทนโคมไฟชนิดหลอด HPS ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 3,553 โคม มีระยะเวลาคุ้มทุนที่ 3.76 ปี

7. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการใช้โคมไฟหลอด LED ทดแทนหลอดไฟทั่วไปบนทางพิเศษของ กทพ. พบว่า ค่าไฟฟ้า

โคมไฟหลอด HPS ขนาด 250 วัตต์ และ 400 วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าไฟฟ้าของโคมไฟหลอด LED มีค่าไฟฟ้าที่สูงกว่าโคมไฟหลอด LED และโคมไฟหลอด Mercury ขนาด 250 วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าไฟฟ้าของโคมไฟหลอด LED มีค่าไฟฟ้าน้อยกว่าโคมไฟหลอด LED

การประมาณราคาบำรุงรักษาโคมไฟส่องสว่างของโคมไฟส่องสว่างที่ใช้งานบนทางพิเศษ บรูพาวิลีของ กทพ. กับโคมไฟชนิดหลอด LED โดยอ้างอิงกับอายุการใช้งานของโคมไฟหลอด LED สรุปว่า การบำรุงรักษาของโคมไฟหลอด LED มีค่าบำรุงรักษาที่น้อยกว่าโคมไฟส่องสว่างที่ใช้งานอยู่บนทางพิเศษ บรูพาวิลีของ กทพ.

ระยะเวลาคุ้มทุนเมื่อลงทุนเปลี่ยนจากโคมไฟในลักษณะเดิมมาใช้โคมไฟชนิดหลอด LED เพื่อทดแทนโคมไฟที่ใช้งานอยู่เดิมบนทางพิเศษ บรูพาวิลีของ กทพ. สรุปว่าโคมไฟชนิดหลอด LED ขนาด 250 วัตต์ และ 400 วัตต์ มีระยะเวลาคุ้มทุนที่เหมาะสมต่อการลงทุนเปลี่ยนมาใช้โคมไฟหลอด LED

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณอภิชาติ ลีอิสสระนุกูล บริษัท เอเชียเอสเตทส์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ที่อนุเคราะห์ โคมไฟหลอด LED เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัย การทางพิเศษแห่งประเทศไทย และขอขอบคุณ ดร.ปัญญา บุญญาภิวัฒน์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ช่วยเหลือให้คำปรึกษาการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (2551) ความเป็นมาขององค์กร [Online]. Available www.exat.co.th :กรุงเทพฯ.

- [2] จรัส บุญชมรรมา. (2551) หลอด LED. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. [Online]. Available : ปทุมธานี.
- [3] สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น. 2550. LED. กรุงเทพฯ.
- [4] งานหลอด LED: www.electron.rmutphysics.com. Available: <http://203.158.100.100/charud/howstuffwork/LED/thaiLED1.htm> (2551) [Online]. Available: กรุงเทพฯ.
- [5] NECTEC. (2550) www.nectec.or.th (NECTEC's Web Based Learning)) [Online]. Available: ปทุมธานี.
- [6] San Diego Regional Energy Office Public Agency Energy Partnership Program. 2003. Technology Assessment of Light Emitting Diodes (LED) for Street and Parking Lot Lighting Applications. San Diego.
- [7] ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์ .(2545) เทคนิคการออกแบบระบบแสงสว่าง (ปรับปรุง): กรุงเทพฯ.
- [8] การไฟฟ้านครหลวง (2551) การคิดค่าไฟฟ้าแบบที่ 2 อัตรา 2.2 [Online]. Available www.mea.or.th :กรุงเทพฯ.

การสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย RLC เพียงอย่างเดียว

A Construction and Efficiency Validation of Computer – Basic Learning Packages via the Internet on Pure R L C in Alternating Current Circuit

จรัญ คนแรง

E-mail : idt_jaral@cru.in.th

บทคัดย่อ

การจัดทำโครงการครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของสื่อเสริมการสอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย วิชาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย RLC เพียงอย่างเดียว สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย โดยในการสร้างสื่อเสริมการสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย จำนวน 1 เรื่อง คือ วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย RLC เพียงอย่างเดียว กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ปีการศึกษา 2550 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบคือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย วิชาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า แบบฝึกหัดและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ผลจากการจัดทำโครงการพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายนั้นทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยทุกคนมีความก้าวหน้าทางการเรียนตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ อีกทั้งยังให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความรู้ของตัวเองได้ตลอดเวลาและยังทบทวนเนื้อหาได้ตามต้องการด้วย

คำสำคัญ: วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ บทเรียนคอมพิวเตอร์

Abstract

The research was aimed at construction and validate the efficiency of Computer – Basic Learning Packages via the Internet on Pure R L C in Alternating Current Circuit for Bachelor of Science in Faculty of Industrial Technology Chiangrai Rajabhat University by constructing teaching support media ; Computer – Basic Learning Packages via the Internet in 1 item : Pure R L C in Alternating Current Circuit. The sample is students in Bachelor

of Science in Faculty of Industrial Technology, 2007 of 30 people. The instrument that we used for testing is Computer – Basic Learning Packages in Technology . an achievement test and an opinion questionnaire in Wbi. The information is analyzed for finding out an average, and percent. The result for this project are Computer – Basic Learning Packages. The students have more achievement and advance in learning according to the objective.

Keywords: Alternating Current Circuit, Computer – Basic Learning

1 วัตถุประสงค์ของการทำวิจัย

1.1 เพื่อสร้างบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย R L C เพียงอย่างเดียว

1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย ที่สร้างขึ้น

2 สมมติฐานการวิจัย

2.1 บทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย R L C เพียงอย่างเดียวที่

สร้างขึ้นจะมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไม่น้อยกว่า 75/75

3 ขอบเขตของการวิจัย

3.1 ขอบเขตด้านกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการทดลองเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

3.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการจัดทำบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย R L C เพียงอย่างเดียว เป็นเนื้อหาในรายวิชา วิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ระดับปริญญาตรีคณะ

เทคโนโลยีอุตสาหกรรม โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ดังนี้

1) วงจรที่ประกอบด้วยความต้านทานเพียงอย่างเดียว

2) วงจรที่ประกอบด้วยตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว

3) วงจรที่ประกอบด้วยตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว

3.3 ขอบเขตด้านสื่อ

สื่อที่ใช้ในการจัดทำบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย R L C เพียงอย่างเดียว สร้างโดยใช้โปรแกรม Microsoft Office PowerPoint 2003 , Cool Edit Pro , Microsoft Producer for PowerPoint 2003

4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 ได้บทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายเรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย RLC เพียงอย่างเดียวสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

4.1 เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย RLC เพียงอย่างเดียวแก่ผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในเนื้อหาวิชาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น

4.3 เป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพของบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายในวิชาและสาขาวิชาอื่นๆ

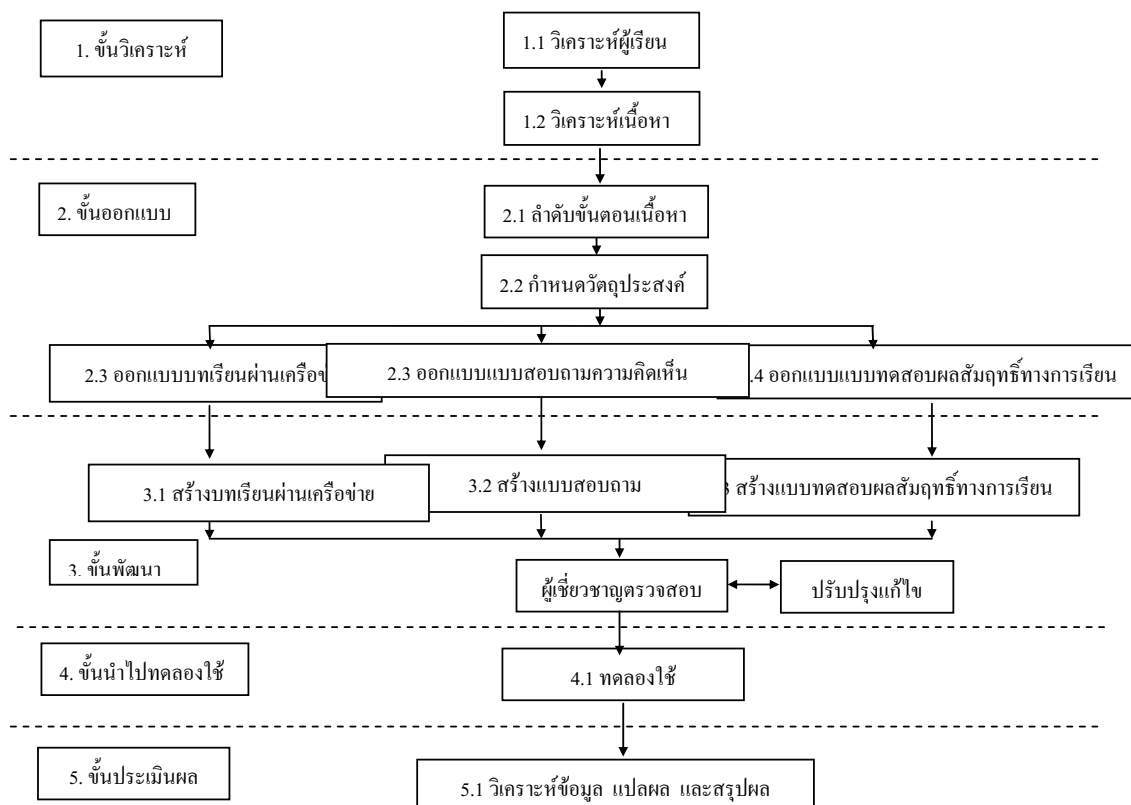
4.4 เพิ่มทางเลือกในการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้า กระแสสลับที่ประกอบด้วย RLC เพียงอย่างเดียว สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยี วิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายได้มากขึ้น

4.5 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้า กระแสสลับที่ประกอบด้วย RLC เพียงอย่างเดียว สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยี

อุตสาหกรรม โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย นอกเวลาเรียนได้โดยไม่ต้องอยู่ในเวลาเรียน

4.6 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้า กระแสสลับที่ประกอบด้วย RLC เพียงอย่างเดียว สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยี วิศวกรรม โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ได้ด้วยตนเอง

5 วิธีระบบที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย



แผนภูมิที่ 1 วิธีระบบที่ใช้ในการดำเนินงานโครงการ

ผลการวิเคราะห์

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

หน่วยเรียนที่ 1 เรื่อง วงจรที่ประกอบด้วย R – L – C เพียงอย่างเดียว

คะแนน หน่วยที่ คนที่	ระหว่างเรียน		หลังเรียน	
	1 วงจรที่ประกอบด้วย R – L – C เพียงอย่างเดียว			
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
1	16	80.00	16	80.00
2	15	75.00	13	65.00
3	16	80.00	17	85.00
4	17	85.00	17	85.00
5	19	95.00	20	100.00
6	14	70.00	13	65.00
7	14	70.00	14	70.00
8	18	90.00	17	85.00
9	17	85.00	18	90.00
10	16	80.00	18	90.00
11	11	55.00	13	65.00
12	16	80.00	17	85.00
13	18	90.00	13	65.00
14	19	95.00	15	75.00
15	17	85.00	17	85.00
16	9	45.00	6	30.00
17	11	55.00	17	85.00
18	14	70.00	12	60.00
19	12	60.00	14	70.00
20	20	100.00	20	100.00
21	15	75.00	14	70.00

ตารางที่ 2 (ต่อ) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย
หน่วยเรียนที่ 1 เรื่อง วงจรที่ประกอบด้วย R – L – C เพียงอย่างเดียว

คะแนน		ระหว่างเรียน		หลังเรียน	
หน่วยที่		1 วงจรที่ประกอบด้วย R – L – C เพียงอย่างเดียว			
คนที่	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	
24	17	85.00	14	70.00	
25	18	90.00	18	90.00	
26	20	100.00	19	95.00	
27	15	75.00	17	85.00	
28	17	85.00	19	95.00	
29	16	80.00	17	85.00	
30	15	75.00	18	90.00	
คะแนนเฉลี่ย		15.77		17.40	
ร้อยละ		78.83		79.17	

จากตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย หน่วยเรียนที่ 1 เรื่อง วงจรที่ประกอบด้วย R – L – C เพียงอย่างเดียวพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายนั้นมีประสิทธิภาพ 78.83/79.17 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 75/75 ทำให้เห็นได้ว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพสูงเพราะผู้เรียนสามารถที่จะพัฒนาตนเองได้มาก

ตารางที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียน
ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

คะแนน คนที่	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน		ความก้าวหน้า	
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
1	5	25.00	16	80.00	11	55.00
2	8	40.00	15	75.00	7	35.00
3	6	30.00	19	95.00	13	65.00
4	9	45.00	19	95.00	10	50.00
5	10	50.00	19	95.00	9	45.00

ตารางที่ 3 (ต่อ) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

คะแนน คนที่	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน		ความก้าวหน้า	
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
6	8	40.00	18	90.00	10	50.00
7	7	35.00	15	75.00	8	40.00
8	4	20.00	15	75.00	11	55.00
9	5	25.00	19	95.00	14	70.00
10	9	45.00	17	85.00	8	40.00
11	3	15.00	16	80.00	13	65.00
12	10	50.00	15	75.00	5	25.00
13	8	40.00	17	85.00	9	45.00
14	7	35.00	9	45.00	2	10.00
15	11	55.00	12	60.00	1	5.00
16	9	45.00	13	65.00	4	20.00
17	5	25.00	18	90.00	13	65.00
18	8	40.00	13	65.00	5	25.00
19	8	40.00	16	80.00	8	40.00
20	7	35.00	16	80.00	9	45.00
21	5	25.00	19	95.00	14	70.00
22	9	45.00	17	85.00	8	40.00
23	4	20.00	18	90.00	14	70.00
คะแนนเฉลี่ย		35.17		82.50		47.33

จากตารางที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษานั้นดีขึ้นซึ่งสามารถสังเกตได้จากตารางโดยในตารางนั้นจะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.17 ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 82.50 แสดงได้ว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

6 สรุป

ในการจัดทำโครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิเคราะห์วงจรไฟฟ้า เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย R L C เพียงอย่างเดียว สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายนั้นคือนักศึกษา ระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ซึ่งทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 30 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ (1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายวิชา วิเคราะห์วงจรไฟฟ้า เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย R L C เพียงอย่างเดียว (2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน การบรรยายผลของโครงการสรุปได้ดังนี้

6.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย วิเคราะห์วงจรไฟฟ้า เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย R L C เพียงอย่างเดียว สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สร้างโดยใช้ Microsoft Office PowerPoint 2003 , Cool Edit Pro , Microsoft Producer for PowerPoint 2003 เสนอเนื้อหาบทเรียนโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยคำแนะนำการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย หัวข้อบทเรียน ซึ่งในแต่ละบทเรียนจะนั้นประกอบด้วย เสียงบรรยาย ข้อความ ภาพกราฟิกและเสียงดนตรีประกอบเพื่อเป็นแรงเสริมและช่วยกระตุ้น

ให้นักศึกษามีความสนุกสนาน ไม่ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนโดยอาศัยหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายที่ประยุกต์มาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของการ์เย่ (Gagne) (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2537) ภายหลังจากการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายและ ทำการวิเคราะห์ผลคะแนน พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายวิชา วิเคราะห์วงจรไฟฟ้า เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วย R L C เพียงอย่างเดียว สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์นั้นช่วยทำให้นักศึกษาสนใจในบทเรียนและสนุกสนานกับการเรียนเพิ่มมากขึ้น

6.2 สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย พบว่านักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งสามารถดูได้จาก ผลคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยนักศึกษามีความก้าวหน้าทางการเรียนทุกคนโดยมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 82.50 จากตัวเลขที่แสดงให้เห็นนั้นจะเห็นได้ว่าเมื่อเรียนด้วยบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายแล้วนักศึกษามีความสามารถที่จะพัฒนาตนเองได้ตรวจสอบตัวเองได้ทุกเวลาตามที่ต้องการโดยไม่ต้องมีใครคอยควบคุมรวมทั้งยังสามารถที่จะประเมินตนเองได้นั้นก็แสดงว่าบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายที่สร้างนั้น ส่งผลให้นักศึกษาเกิดความก้าวหน้าและความกระตือรือร้นในการเรียนเพิ่มมากขึ้น

การพัฒนาโปรแกรมจำลองสำหรับวิเคราะห์รูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แพร่กระจาย
ในกล่องโลหะสำหรับการสอนด้านวิศวกรรมไมโครเวฟ
A Development of Simulation Program of Electromagnetic
Waveform Analysis to Propagated in Metallic Box for
Microwave Engineering Education

อลงกรณ์ พรหมที¹ และ สมศักดิ์ อรรถทิมากุล²

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีและวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

²ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Email : ¹alongorn@yahoo.com, ²ssa@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมจำลองสำหรับวิเคราะห์การแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในกล่องตัวนำที่เรียกว่า EPS Version 1.0 เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน ในวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ รูปแบบโปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้นทำงานด้วยโปรแกรม MATLAB 7.0 ในฟังก์ชัน GUI (Graphic User Interface) ซึ่งโปรแกรมจำลองสามารถวิเคราะห์หารูปร่างของคลื่นที่เกิดขึ้นในโหมดต่าง ๆ เมื่อมีแพร่กระจายในกล่องโลหะ ทั้งนี้โปรแกรมจำลองดังกล่าวสามารถปรับเปลี่ยนจำนวนโหมดของคลื่นที่แพร่กระจายได้ เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้น และจากการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าระดับความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.97$, $S.D. = 0.65$)

คำสำคัญ: โปรแกรมจำลอง รูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การศึกษาวิศวกรรมไมโครเวฟ

Abstract

The objective of this research was to study and develop simulation program (EPS version 1.0) of electromagnetic propagation for using in the teaching of microwave engineering course. The construction of model works under the GUI (Graphic User Interface) of MATLAB[®] Program in version 7.0. This program can show the electromagnetic waveforms on metallic layer in the variation of usable mode number. The average opinion of the five experts on the quality of the simulation program was good ($\bar{x} = 3.97$, S.D. = 0.65).

Keywords: Simulation Program, Electromagnetic Waveform, Microwave Engineering Education

1. บทนำ

การจัดการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี และ ปริญญาโท ด้านสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ได้บรรจุ รายวิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้าไว้ในหลักสูตร[4],[5],[6] โดยลักษณะรายวิชา มีเนื้อหาที่มุ่งเน้นถึงทฤษฎีของ สนามแม่เหล็กไฟฟ้า สมการของคลื่น การแพร่กระจาย คลื่น และการคำนวณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่เคลื่อนที่ ผ่านตัวกลางต่าง ๆ ในวงจรความถี่สูง ซึ่งเป็นเนื้อหา พื้นฐานที่สำคัญสำหรับนำไปใช้ศึกษารายวิชาอื่นๆ เช่น วิศวกรรมสาขาอากาศ วิศวกรรมไมโครเวฟ เป็นต้น

จากการศึกษาการจัดการเรียนการสอนในรายวิชา ดังกล่าว พบว่าวิธีการคำนวณในทางทฤษฎีมีความ ซับซ้อนมาก ถึงแม้ว่าผู้สอนจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เช่น ADS , IE3D , Sonnet มาช่วยประกอบการสอน แต่ ยังพบปัญหาถึงขีดความสามารถสำหรับการออกแบบ อีกทั้งผู้เรียนไม่สามารถที่จะเห็นพฤติกรรม หรือ รูปภาพ ที่เกิดจากการคำนวณของการแพร่กระจายคลื่น ได้ ทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจเนื้อหาอย่างแท้จริง ส่งผลให้ ผู้เรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ นอกเหนือจากปัญหาข้างต้นแล้ว จากการสอบถาม ผู้สอนในรายวิชาดังกล่าว ได้ให้ข้อมูลว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ยังขาดความสนใจ ไม่มีความกระตือรือร้นในการ เรียนเท่าที่ควร เนื่องจากเป็นรายวิชาที่ยาก มีการคำนวณ

มาก ตลอดจนมีตัวแปรต่าง ๆ ที่มาก และยากต่อการจำ ของผู้เรียน อีกทั้งไม่มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ ขาดสื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ

ในปัจจุบันงานวิจัยทางการศึกษาได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในการศึกษาในรายวิชาต่างๆ ออกมาเป็นจำนวนมาก [2] ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าว สามารถที่จะให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายกับเนื้อหา ที่สอน [8],[9] แต่อย่างไรก็ตามสื่อที่สามารถนำมาใช้ จัดการเรียนการสอนในรายวิชาทางด้านวิศวกรรม สนามแม่เหล็กไฟฟ้าพบว่ามีจำนวนไม่มากนัก และ ไม่สามารถตอบสนองกับเนื้อหาบางเนื้อหาของรายวิชา ที่แตกต่างกันได้ครบถ้วน

สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างเป็นโปรแกรม จำลองการทำงาน เป็นสื่อการเรียนการสอนอีกประเภท หนึ่ง [7] ที่สามารถสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนเป็น อย่างมาก เพราะสามารถทำให้ผู้เรียนได้เห็นภาพ เข้าใจ เนื้อหาที่ซับซ้อนได้อย่างถ่องแท้ และรวดเร็วขึ้น จาก การศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ มีนักวิจัย จำนวนมากได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการนำโปรแกรม คอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอนในรายวิชา ต่าง ๆ [10] ตลอดจนพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่สามารถใช้เพื่อออกแบบและวิเคราะห์ระบบ[1] ที่ นำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมได้อีกด้วย

จากการสำรวจงานวิจัยภายในประเทศพบว่ามีการพัฒนาน้อยมาก ที่มีการพัฒนารูปแบบการคำนวณการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่สร้างเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมไมโครเวฟ และที่สามารถประยุกต์ไปใช้ออกแบบวงจรความถี่สูงต่าง ๆ และจากการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนที่สอนในรายวิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจำนวน 3 ท่าน จากมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ วิทยาเขตสกลนคร จังหวัดสกลนคร 2 ท่าน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตสกลนคร จังหวัดสกลนคร 1 ท่าน และ ผู้เรียนจำนวน 100 คน พบว่าการเรียนการสอนวิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ยังขาดสื่อการเรียนการสอน[11] ที่เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถจำลองการทำงานที่สามารถแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สำหรับวงจรความถี่สูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และพบว่าสื่อการเรียนการสอนดังกล่าวอาจมีอยู่บ้างแต่ยังมีจำนวนน้อยและไม่ครอบคลุมเนื้อหาการเรียนที่จำเป็นและสำคัญต่อการนำไปใช้ศึกษาในรายวิชาอื่น ๆ

จากความสำคัญและที่มาของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อุปกรณ์การจัดการเรียนการสอน เรื่อง การแพร่กระจาย ในวงจรความถี่สูง โดยจะศึกษาการแพร่กระจายคลื่นที่เกิดขึ้นภายในกล่องโลหะ และการคำนวณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สำหรับวงจรความถี่สูง ซึ่งวิเคราะห์โดยอาศัยหลักการของทฤษฎีของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างโปรแกรมจำลองสำหรับการวิเคราะห์ในวงจรความถี่สูง ที่ใช้หลักการของการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
2. เพื่อทดสอบหาคุณภาพของโปรแกรมจำลองที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ

1.2 สมมติฐานของการวิจัย

1. การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ที่ได้จากโปรแกรมการจำลองที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับผลทางทฤษฎี
2. โปรแกรมการจำลองที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ออกแบบและสร้างโปรแกรมจำลองการแพร่กระจายคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า
 - 1.1) โครงสร้างโปรแกรมใช้ GUI ของโปรแกรม MATLAB 7.0
 - 1.2) คำนวณการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับวงจรความถี่สูง เพื่อใช้ประกอบในการเรียนวิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า
 - 1.3) เปรียบเทียบผลการทำงานโดยใช้ทฤษฎีและโปรแกรมจำลองอื่น
2. วิเคราะห์คุณภาพของโปรแกรมที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

2. การดำเนินการวิจัย

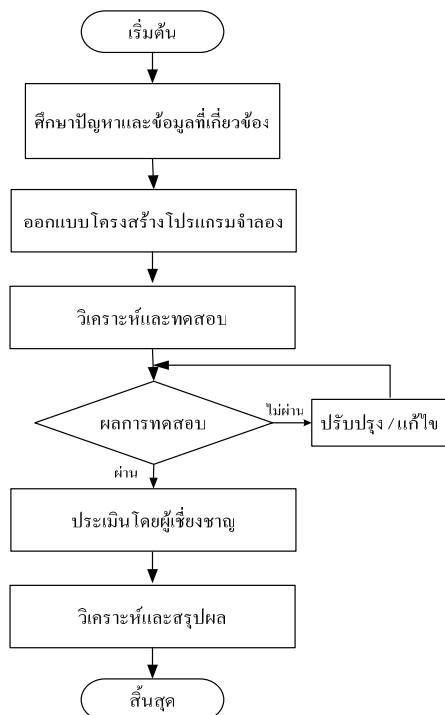
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยจะกำหนดกระบวนการของการวิจัย มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: ศึกษาสภาพปัญหา ของการเรียนการสอน วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและวิชาที่เกี่ยวข้อง โดยการสัมภาษณ์ ใช้แบบทดสอบกับผู้สอน และใช้แบบทดสอบกับผู้เรียนวิชาดังกล่าว เพื่อวิเคราะห์ความสำคัญของสภาพปัญหา

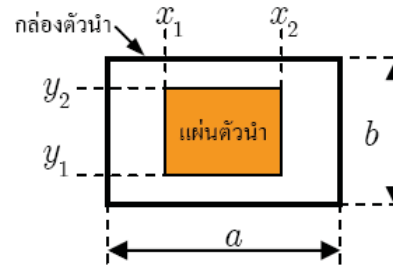
ขั้นตอนที่ 2: สร้างสื่อการสอนได้แก่ โปรแกรมจำลองการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นภายในกล่องโลหะ เป็นการออกแบบโดยใช้หน้าที่ของ GUI (Graphic User Interface) ของโปรแกรม MATLAB[®] โดยแบ่งหน้าต่างออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. Main Menu สำหรับ เลือกรูปแบบการคำนวณ
2. Setup Menu สำหรับ กำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ
3. Display Menu สำหรับ แสดงผลลัพธ์ที่ได้

วิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ที่ใช้วิเคราะห์สนามแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นการออกแบบโดยใช้วิธีของโมเมนต์ (Method of Moments) ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่แพร่กระจายภายในกล่องโลหะ ที่มีองค์ประกอบของโหมด TE และโหมด TM ที่มีลำดับเป็น p, k โดยที่ p, k มีค่าตั้งแต่ $0, 1, 2, \dots, \infty$ ดังนั้นการคำนวณหาขนาดของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าบนพื้นที่ของแผ่นตัวนำ (S_m : Surface of metal) และพื้นที่ไดอิเล็กทริก รอบๆแผ่นตัวนำ (S_d : Surface of dielectric) ในกล่องโลหะ ที่แสดงในภาพที่ 2 สามารถหาค่าได้ด้วยสมการแบบบูรณาการ (Integration equation) ที่หาค่าของสนามในรูปของโหมด หรือโดเมนทางสเปกตรัม (Spectrum domain)



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 2 แผ่นตัวนำในกล่องโลหะ

สมการของตัวกระทำทางโหมดในรูปของเมตริกซ์บนพื้นที่ของแผ่นตัวนำแบบจัสตริส สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\hat{H}m = \begin{bmatrix} \langle f_0 | \hat{H}m | f_0 \rangle & \dots & \langle f_0 | \hat{H}m | f_p \rangle \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \langle f_k | \hat{H}m | f_0 \rangle & \dots & \langle f_k | \hat{H}m | f_p \rangle \end{bmatrix}$$

โดยที่สมการของแต่ละตัวกระทำของตัวนำ แสดงได้ดังนี้

$$\langle f_k | \hat{H}m | f_p \rangle = \int_{S_m} f_k^*(x, y) \cdot f_p(x, y) ds$$

ในกรณีที่ค่าของ $k = p = 0$ จะได้ดังนี้

$$\langle f_0 | \hat{H}m | f_0 \rangle = \frac{1}{a} \left\{ a + x_1 - x_2 + \frac{a}{\pi} \sin \left\{ (x_2 - x_1) \frac{\pi}{2a} \right\} \cos \left\{ (x_1 + x_2) \frac{\pi}{2a} \right\} \right\}$$

ในกรณีที่ค่าของ $k = p \neq 0, a = b$ จะได้ดังนี้

$$\langle f_k | \hat{H}m | f_p \rangle = \frac{1}{a} \left\{ a + x_1 - x_2 + \frac{a}{p\pi} \sin \left\{ (x_2 - x_1) \frac{p\pi}{2a} \right\} \cos \left\{ (x_1 + x_2) \frac{p\pi}{2a} \right\} \right\}$$

และโดยที่สมการของแต่ละตัวกระทำของไดอิเล็กทริก มีดังนี้

$$\langle f_k | \hat{H}d | f_p \rangle = \int_{S_d} f_k^*(x, y) \cdot f_p(x, y) ds$$

$$\hat{H}d = \begin{bmatrix} \langle f_0 | \hat{H}d | f_0 \rangle & \dots & \langle f_0 | \hat{H}d | f_p \rangle \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \langle f_k | \hat{H}d | f_0 \rangle & \dots & \langle f_k | \hat{H}d | f_p \rangle \end{bmatrix}$$

ในกรณีที่ค่าของ $k = p = 0$ จะได้ดังนี้

$$\langle f_0 | \hat{H}_d | f_0 \rangle = \frac{1}{a} \left\{ x_2 - x_1 - \frac{a}{\pi} \sin \left\{ (x_2 - x_1) \frac{\pi}{2a} \right\} \cos \left\{ (x_1 + x_2) \frac{\pi}{2a} \right\} \right\}$$

ในกรณีที่ค่าของ $k = p \neq 0$, $a = b$ จะได้ดังนี้

$$\langle f_k | \hat{H}_d | f_p \rangle = \frac{1}{a} \left\{ x_2 - x_1 - \frac{a}{p\pi} \sin \left\{ (x_2 - x_1) \frac{p\pi}{2a} \right\} \cos \left\{ (x_1 + x_2) \frac{p\pi}{2a} \right\} \right\}$$

เมื่อ

a, b คือความกว้างและความยาวของแผ่นตัวนำตามลำดับ

p, k คือ ลำดับของโหมด มีค่าตั้งแต่ 0, 1, 2, ..., ∞

จากสมการดังกล่าวข้างต้น สามารถหาค่าของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กในรูปของโหมด และสามารถแปลงสภาพเป็นค่าของขนาดของสนามที่ปรากฏบนพื้นที่แผ่นตัวนำและพื้นที่ของตัวกลางได้อิเล็กทรอนิกส์ได้

ขั้นตอนที่ 3: ประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านโดย ประเมินผลใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน และ ด้านการเรียนการสอน

ขั้นตอนที่ 4: รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยด้านคุณภาพของโปรแกรมจำลองที่สร้างขึ้น และสรุปผล

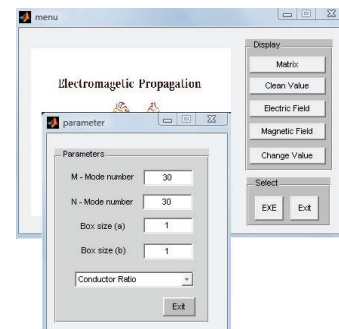
3. ผลของการวิจัย

จากการดำเนินงานวิเคราะห์ ออกแบบ และ สร้างโปรแกรมจำลองการแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จะได้ผลของการวิจัย ดังนี้

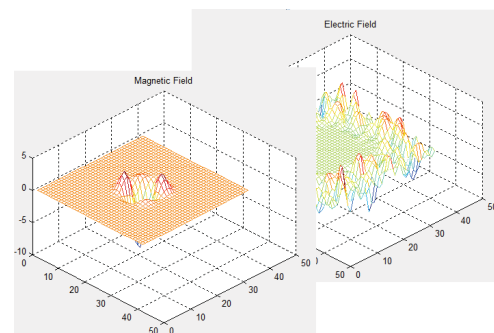
3.1 โปรแกรมจำลอง EPS (Electromagnetic Propagation Simulation) Version 1.0

โปรแกรมจำลองที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย 3 หน้าต่าง ได้แก่ หน้าต่างหลัก ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้ใช้สามารถเลือกหน้าที่ในการวิเคราะห์ค่าต่างๆ ตามที่ต้องการ ได้แก่ การวิเคราะห์ค่าของสนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้าที่ปรากฏบนโครงสร้างตัวนำ หน้าต่างที่สองใช้กำหนดค่า

เริ่มต้นเพื่อให้ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าขนาดที่ใช้ในการคำนวณ จำนวนของโหมด และ โครงสร้างของชิ้นส่วนตัวนำที่วางอยู่ในกล่องโลหะได้ ดังแสดงในภาพที่ 3 และหน้าต่างสุดท้ายใช้แสดงผลผลลัพธ์ที่วิเคราะห์ได้จากหน้าต่างหลัก ดังแสดงในภาพที่ 4



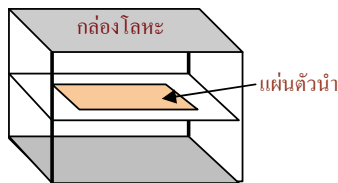
ภาพที่ 3 หน้าต่างหลักและกำหนดค่าเริ่มต้นของโปรแกรม



ภาพที่ 4 หน้าต่างการแสดงผลลัพธ์

3.2 การวิเคราะห์สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

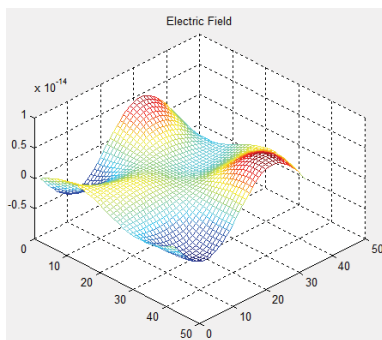
การทดสอบโปรแกรมจำลองจะกำหนดขนาดของกล่องโลหะ เท่ากับ 1×1 ตารางเมตรและอัตราส่วนของตัวนำกับพื้นที่ว่าง (Conductor Ratio) เท่ากับ 1:1 หรือ 50% ดังแสดงในภาพที่ 5



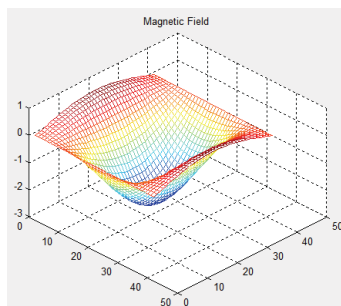
ภาพที่ 5 แผ่นตัวนำในกล่องโลหะ

การพิจารณาผลของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายในกล่องโลหะในพื้นที่แผ่นตัวนำ ตามการเปลี่ยนแปลงของจำนวนโหมดที่ใช้ มีการกำหนดเงื่อนไขการทดสอบ ดังนี้

ก.) เมื่อจำนวนโหมดเท่ากับ 9 โหมด



ภาพที่ 6 สนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นรอบแผ่นตัวนำ

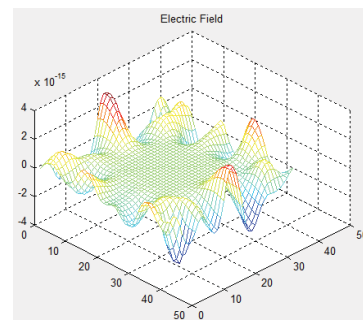


ภาพที่ 7 สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนแผ่นตัวนำ

จากภาพที่ 6 แสดงรูปคลื่นของสนามไฟฟ้าที่ปรากฏอยู่รอบๆ แผ่นตัวนำที่วางอยู่ในกล่องโลหะ ที่การคำนวณขนาดของคลื่นจะประกอบด้วยโหมด TE และ

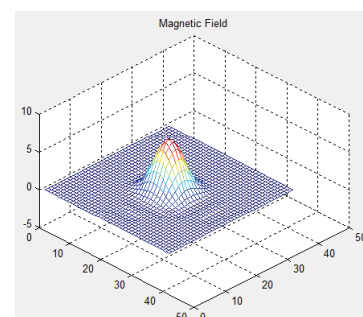
TM จำนวน 9 โหมดเท่านั้น ดังนั้นที่โหมดที่ลำดับสูงๆ จะไม่มีพลังงานภายในกล่องโลหะและ ภาพที่ 7 แสดงรูปคลื่นของสนามแม่เหล็กที่พลังงานส่วนใหญ่จะปรากฏอยู่บนแผ่นตัวนำ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะมีความสอดคล้องกับทฤษฎีของการแพร่กระจายคลื่น

ข.) เมื่อจำนวนโหมดเท่ากับ 100 โหมด



ภาพที่ 8 สนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นรอบแผ่นตัวนำ

จากภาพที่ 8 แสดงรูปคลื่นของสนามไฟฟ้าที่ปรากฏอยู่รอบๆ แผ่นตัวนำที่วางอยู่ในกล่องโลหะ ที่การคำนวณขนาดของคลื่นจะประกอบด้วยโหมด TE และ TM จำนวน 100 โหมดเท่านั้น ดังนั้นที่โหมดที่ลำดับสูงมากๆ จะไม่มีพลังงานภายในกล่องโลหะและ ภาพที่ 9 แสดงรูปคลื่นของสนามแม่เหล็กที่พลังงานส่วนใหญ่จะปรากฏอยู่บนแผ่นตัวนำ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะมีความสอดคล้องกับทฤษฎีของการแพร่กระจายคลื่น



ภาพที่ 9 สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนแผ่นตัวนำ

3.3 การประเมินโปรแกรมจำลองโดยผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินโปรแกรมจำลองโดยผู้เชี่ยวชาญที่สอนหรือมีประสบการณ์และความรู้ในสาขาที่เกี่ยวข้องจำนวน 5 ท่าน ผลที่ได้จากแบบสอบถาม แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ความคิดเห็น	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1.	ด้านโครงสร้างของโปรแกรม	3.77	0.64	มาก
2.	ด้านการใช้งานของโปรแกรม	3.85	0.84	มาก
3.	ด้านการเรียนการสอน	4.28	0.48	มาก
เฉลี่ยรวมทุกด้าน		3.97	0.65	มาก

ผลการประเมินเพื่อหาคุณภาพของโปรแกรมจำลองโดยผู้เชี่ยวชาญ มีความคิดเห็นดังนี้ 1) ด้านโครงสร้างของโปรแกรมมีผลเฉลี่ยเท่ากับ 3.77 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก 2) ด้านการใช้งานของโปรแกรม มีผลเฉลี่ยเท่ากับ 3.85 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และ 3) ด้านการเรียนการสอนมีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดมาก โดยค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดทั้ง 3 ด้าน มีผลเฉลี่ยเท่ากับ 3.97 (S.D.=0.65) ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก แสดงว่าโปรแกรมจำลองที่สร้างขึ้นมีคุณภาพที่สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอโปรแกรมจำลอง การแพร่กระจายคลื่น ที่เกิดขึ้นในกล่องโลหะ ซึ่งเป็นรูปแบบการคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยโปรแกรม MATLAB 7.0 ที่ช่วยในการวิเคราะห์สมการของคลื่น และคำนวณหา

ขนาดของรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ โดยผู้ใช้สามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้ตามความต้องการ และโปรแกรมจำลองที่สร้างขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนในวิชาวิศวกรรมแม่เหล็กไฟฟ้า ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] สมศักดิ์ อรรถทิมากุล, “การวิเคราะห์สนามแม่เหล็กไฟฟ้าแบบใหม่สำหรับวงจรไมโครเวฟโดยใช้หลักการของคลื่น.” ประชุมวิชาการ วิศวกรรมไฟฟ้า (EECON) ครั้งที่ 25 สงขลา 2545.
- [2] ดร.สุณิดา ปุสุรินทร์, “การเรียนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ”. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 2551.
- [3] คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. ปฏิรูปการเรียนรู้เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด. กรุงเทพฯ. 2546.
- [4] โปรแกรมวิชาเทคโนโลยี และวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์. คู่มือหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี. อุดรธานี. 2551.
- [5] งานพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยนเรศวร. คู่มือนิสิตระดับปริญญาตรี. พิษณุโลก. 2546.
- [6] งานพัฒนาและกิจการนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร. คู่มือนักศึกษา. กรุงเทพฯ. 2550.
- [7] สมมารถ จำเกลี้ยง. สมศักดิ์ อรรถทิมากุล และ มงคล หวังสถิตวงษ์. รายงานการวิจัย การพัฒนาการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง การออกแบบและวิเคราะห์วงจรคลื่นระนาบไมโครเวฟ. ประชุมวิชาการเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47, 2551.
- [8] รศ.ดร.สุวิมล ว่องวาณิช คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ. 2550.
- [9] นางเกลียวทิพย์ นันทะบัน. รายงานวิจัย การพัฒนาการเรียนรู้อย่างร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิกซอร์. ศรีสะเกษ. 2550.
- [10] Hermann, Barry. “Teaching and Learning with Computers: A Guide for College Faculty and Administrators” San Francisco : Jossey-Bass Publishers, 1988.

การพัฒนารูปแบบการจำลองแบบใหม่สำหรับศึกษาคุณสมบัติของ สายส่งเชื่อมต่อคู่ขนาน

A Development of Novel Simulation Model for Parallel Coupled Line Characteristic Education

สมศักดิ์ ธนพุทธิวิโรจน์¹ อธิวัฒน์ ประมวลสุข² และ สมศักดิ์ อรรถทิมากุล³

¹สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการอิเล็กทรอนิกส์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น

^{2,3}ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : ¹Somsak.ta@rmuit.ac.th, ³ssa@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนารูปแบบการจำลองคุณสมบัติของสายส่งเชื่อมต่อคู่ขนาน ที่อาศัยหลักการวนรอบของคลื่น เพื่อนำไปประยุกต์ใช้เป็นสื่อประกอบการสอนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ รูปแบบการจำลองที่สร้างขึ้นออกแบบภายใต้ GUI (Graphic User Interface) ของโปรแกรม MATLAB[®] ที่สามารถวิเคราะห์และแสดงค่าของพารามิเตอร์การกระจาย และแสดงลักษณะของรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ปรากฏบนวงจรสายส่งได้ ซึ่งผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ที่ได้ จะให้ค่าใกล้เคียงกับการคำนวณทางทฤษฎี และมีความสอดคล้องกับผลของการจำลองของโปรแกรม Sonnet Lite และจากการนำไปประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่ารูปแบบจำลองที่ได้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.57$) สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: รูปแบบการจำลอง สายส่งเชื่อมต่อคู่ขนาน วิธีการวนรอบของคลื่น

Abstract

The objective of this research was to study and develop simulation model of characteristic of parallel coupled line by using Wave Iteration Method (WIM) for apply in the teaching of microwave engineering course. The construction of model works under the GUI (Graphic User Interface) of MATLAB[®] Program. The microwave circuit analysis which consists of parallel coupled line can show the scattering parameters and the electromagnetic

waveforms on the coupled line circuit. The analysis results are agreement with theory approach and Sonnet Lite program. After the evaluation by 5 experts, the average opinion on the quality of simulation model was very high ($\bar{X} = 4.57$) thus, this model can be used efficiency in the teaching of engineering education.

Keywords: Simulation model, Parallel coupled line, Wave Iteration Method

1. บทนำ

การจัดการเรียนการสอน [1] ที่ต้องการบุคลากรที่มีคุณภาพ และเป็นไปตามความต้องการของสังคม จะเป็นกระบวนการศึกษาที่มุ่งพัฒนาและเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคล ในด้านความรู้ ความเข้าใจ (Cognitive Domain) ทักษะ หรือความเชี่ยวชาญในวิชาชีพ (Psychomotor Domain) และเจตคติ (Affective Domain) เพื่อให้สามารถประกอบอาชีพที่ตนเลือก ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผู้สอนต้องมีวิธีการจัดการเรียนการสอน [2] ตามลักษณะของเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร และเลือกวิธีการสอนที่เหมาะสมในการถ่ายทอดเนื้อหานั้นๆ ให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการนำเทคโนโลยี และสารสนเทศมาใช้ในการเรียนการสอน กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศนโยบายส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารเพื่อการศึกษา มีการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนด ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย ผู้สอนเป็นแบบอย่าง และใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นเครื่องมือในการออกแบบ และจัดกิจกรรมในการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในรูปแบบที่หลากหลาย ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ตามความสนใจ มีทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างมีคุณธรรม จริยธรรม และมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามหลักสูตรการศึกษาที่กำหนด

ในการเรียนการสอน รายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ ที่มีเนื้อหาทางด้านทฤษฎีเกี่ยวกับคลื่น การแพร่กระจายคลื่น และวงจรสื่อสาร อุปกรณ์แอกทีฟ/พาสซีฟ สายอากาศ และการประยุกต์ใช้งานของความถี่ไมโครเวฟ ซึ่งในการเรียนการสอนในรายวิชานี้ ผู้เรียนไม่สามารถจะมองเห็นพฤติกรรมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านความถี่ไมโครเวฟ ทำให้ผู้เรียนต้องใช้จินตนาการค่อนข้างสูง ในการศึกษาพฤติกรรมของคลื่น ทำให้ผู้เรียนไม่สนใจและไม่ตั้งใจเรียน ก่อให้เกิดความเบื่อหน่ายกับการเรียน และเนื่องจากเนื้อหาเหล่านี้จะต้องใช้ทฤษฎีในการคำนวณที่ซับซ้อน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนในรายวิชานี้ค่อนข้างต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับแบบสอบถามต่อคณาจารย์จำนวน 5 ท่าน พบว่าการเรียนการสอนในรายวิชานี้ ยังคงใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย ถามตอบ และสื่อการเรียนจะใช้เฉพาะสื่องานนำเสนอ หรือกระดานชอล์กเท่านั้น ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจในเนื้อหาการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ พบว่าแนวทางที่สามารถจะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว คือการใช้รูปแบบหรือโปรแกรมจำลองการทำงานของคลื่นไมโครเวฟ [3, 4] ซึ่งสามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการหรือทฤษฎีที่ซับซ้อน ได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ โดยที่โปรแกรมจำลองการทำงานนี้ เป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ทฤษฎี ทดสอบแนวคิด พัฒนาองค์ความรู้ใหม่ และทำงานเชิงลึกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งโปรแกรม

จำลอง การทำงานสำเร็จรูปของคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านไมโครเวฟที่นิยมใช้งานโดยทั่วไป เช่น โปรแกรม Sonnet, Zeland's, IE3D, ADS (Advanced Design System) และ Microwave Office เป็นต้น แต่เนื่องจากโปรแกรมที่กล่าวมานี้มีราคาสูงมาก ทำให้นักวิจัย [5] ทำการวิจัย คิดค้น พัฒนา และออกแบบโปรแกรมจำลองที่ใช้แสดงการทำงานของคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านความถี่ไมโครเวฟ โดยใช้วิธีการวนรอบของคลื่น (Wave Iteration Method) ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ง่ายต่อการคำนวณ สะดวก และผู้เรียนสามารถศึกษาและเข้าใจพฤติกรรมของรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในวงจรที่ทำงานในย่านความถี่ไมโครเวฟได้เป็นอย่างดี

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและสร้างรูปแบบการจำลองการทำงานของสายส่งเชื่อมต่อคู่ขนานด้วยวิธีการวนรอบของคลื่น
2. เพื่อเปรียบเทียบผลการจำลองของรูปแบบที่สร้างขึ้น กับทฤษฎีและการทำงานของโปรแกรม Sonnet
3. เพื่อทดสอบหาค่าคุณภาพของรูปแบบการจำลองที่สร้างขึ้นโดยผู้ใช้งาน

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1. โปรแกรมจำลองที่สร้างขึ้น มีผลการทำงานที่ได้ใกล้เคียงกับทฤษฎี และการทำงานของโปรแกรม Sonnet
2. คุณภาพของรูปแบบการจำลองที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสม โดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยในระดับมาก

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ออกแบบและสร้างโปรแกรมจำลองคุณสมบัติของสายส่งเชื่อมต่อคู่ขนานที่ทำงานภายใต้โปรแกรม MATLAB® และมีโครงสร้างโปรแกรมเป็นการทำงาน

แบบเมนูเลือก โดยใช้หลัก การของ Graphic User Interface (GUI)

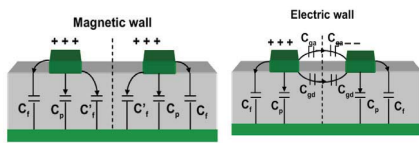
2. วิเคราะห์หาคุณสมบัติทางไฟฟ้าของสายส่งเชื่อมต่อคู่ขนาน โดยใช้วิธีการวนรอบของคลื่น
3. วิเคราะห์วงจรสายส่งเชื่อมต่อคู่ขนานเพื่อคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ และแสดงรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
4. เปรียบเทียบผลการคำนวณที่ได้กับการคำนวณทางทฤษฎี และการทำงานของโปรแกรม Sonnet

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานจะเริ่มจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ออกแบบรูปแบบการจำลองที่ใช้การวนรอบของคลื่น และสร้างโปรแกรมจำลองที่ทำงานภายใต้ GUI (Graphic User Interface) ของโปรแกรม MATLAB® เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติของวงจรเชื่อมต่อคู่ขนานไมโครเวฟ จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้มาวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้โดยใช้โปรแกรมจำลอง Sonnet Lite

2.1 สายส่งเชื่อมต่อคู่ขนาน

สายนำสัญญาณไมโครสตริปที่อยู่บนโครงสร้างฐานรอง ได้ถูกนำมาใช้ในการประยุกต์ในการออกแบบวงจรไมโครเวฟต่างๆ จากลักษณะการเชื่อมโยงของสายนำสัญญาณ จำนวน 2 เส้น จะมีการคับปลิงในทางขนานของสายนำสัญญาณ (Parallel-coupled) และการเชื่อมโยงทางด้านปลายของสายนำสัญญาณ (Edge-coupled) ซึ่งจะทำให้เกิดโหมดในการเชื่อมโยงของสายนำสัญญาณเป็นสองโหมด คือ โหมดคู่ (Even Mode) และ โหมดคี่ (Odd Mode) ดังแสดงในภาพที่ 1



(ก) โหมดคู่

(ข) โหมดคี่

ภาพที่ 1 โหมดในการเชื่อมโยงของสายนำสัญญาณ

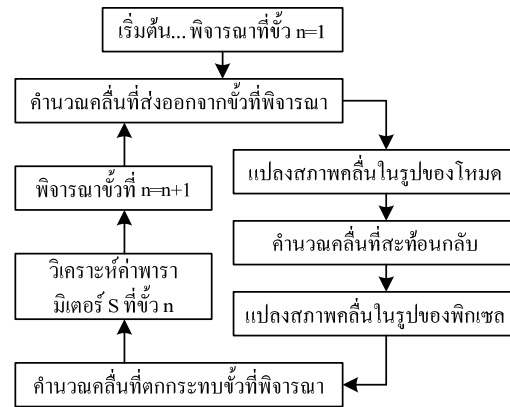
สำหรับโหมดคู่ ขั้วของแรงดันไฟฟ้า ของสายไมโครสตริปทั้งสองด้านจะเป็นขั้วเดียวกันคือขั้วบวก ซึ่งเส้นแบ่งขอบเขตระหว่างสตริปทั้งสองในโหมดนี้จะเรียกว่า “กำแพงสนามแม่เหล็ก” (Magnetic wall) และสำหรับโหมดคี่ ขั้วของแรงดันไฟฟ้าของสายไมโครสตริปทั้งสองด้าน จะมีขั้วตรงกันข้าม และเส้นแบ่งขอบเขตระหว่างสายไมโครสตริปทั้งสองในการคัปปลิงของคลื่นเรียกว่า “กำแพงสนามไฟฟ้า” (Electric wall) ซึ่งเส้นแบ่งขอบเขตทั้งสองโหมดจะพิจารณาเป็นลักษณะสมมาตรกันทั้งสองด้านของเส้นขอบเขต

โดยทั่วไปโหมดทั้งสองจะเกิดขึ้นพร้อมกัน ในเวลาเดียวกันแต่แตกต่างกันทางด้านความเร็วของเฟส เนื่องจากโครงสร้างไมโครสตริป ที่ทำให้เกิดลักษณะของการแพร่กระจายของคลื่น เป็นแบบ Quasi-TEM นั่นเอง

2.2 พัฒนารูปแบบการจำลอง

การพัฒนารูปแบบการจำลองคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ทำได้โดยการศึกษาแบบการคำนวณแบบเดิม [5] ที่อาศัยการวน รอบของคลื่นที่มีนักวิจัยได้ศึกษา และทดสอบคุณภาพในการใช้งานกับวงจรไมโครเวฟที่มีโครงสร้างเป็นข่ายงานสองขั้ว (Two ports network) แต่เนื่องจากการวิเคราะห์โครงสร้างของสายเชื่อมต่อคู่ขนานจำเป็นต้องวิเคราะห์โครงข่ายขนาดสี่ขั้ว (Four ports network) ดังนั้นรูปแบบที่พัฒนาใหม่ ดังแสดงในภาพที่ 2 ที่แสดงถึงขั้นตอนการคำนวณที่กระทำ โดย

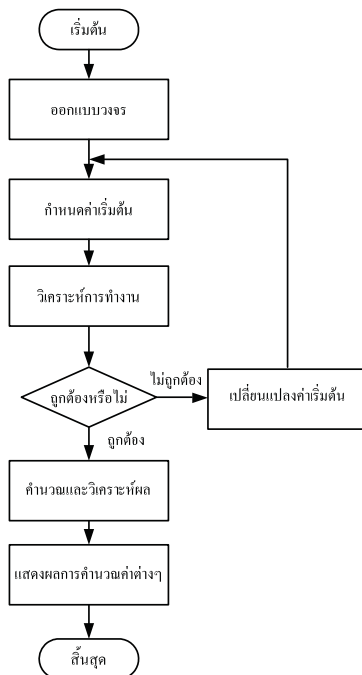
พิจารณาทีละขั้วในลำดับที่ 1 จนถึงลำดับที่ 4 ซึ่งพบว่า มีขั้นตอนที่ซับซ้อนมากกว่าการคำนวณแบบ โครงข่ายสองขั้ว



ภาพที่ 2 รูปแบบการจำลองโดยใช้วิธีการวนรอบของคลื่น

2.3 ออกแบบโปรแกรมจำลอง

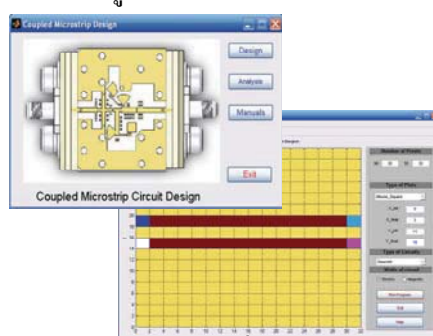
การออกแบบโปรแกรมจำลอง จะอาศัยรูปแบบที่ได้ ออกแบบไว้ในข้อ 2.2 โดยทำงานภายใต้รูปแบบของ GUI (Graphic User Interface) ของโปรแกรม MATLAB® โดยมีหลักการดังแสดงในภาพที่ 3 เริ่มจากที่โปรแกรมหลัก ผู้ใช้สามารถออกแบบโครงสร้างของวงจรไมโครเวฟ โดยใช้สายส่งเชื่อมต่อคู่ขนาน จากนั้นกำหนดค่าเริ่มต้นของวงจร ได้แก่ ขนาด ความกว้าง ความยาว ความถี่ที่ใช้งาน และจำนวนรอบการคำนวณ เป็นต้น จากนั้นโปรแกรมจะคำนวณด้วยรูปแบบของวิธีการวนรอบของคลื่น วิเคราะห์และแสดงผลลัพธ์ที่ได้



ภาพที่ 3 การทำงานของโปรแกรมจำลองที่สร้างขึ้น

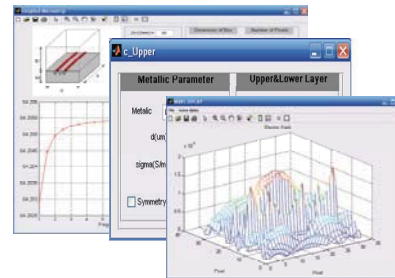
3. ผลของการวิจัย

3.1 โปรแกรมจำลองของวงจรสายส่งเชื่อมต่อคู่ขนานผลของโปรแกรมจำลองที่สร้างขึ้น จะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ คือ ส่วนแรกเป็นส่วนของโปรแกรมหลัก ที่มีหน้าต่างของเมนูหลัก ที่ใช้สำหรับการเลือกหน้าที่การวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ของวงจรสายส่งเชื่อมต่อคู่ขนาน และหน้าต่างของการออกแบบวงจรไมโครเวฟที่ผู้ต้องการ ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 โปรแกรมหลักที่ใช้รูปแบบการจำลองที่สร้างขึ้น

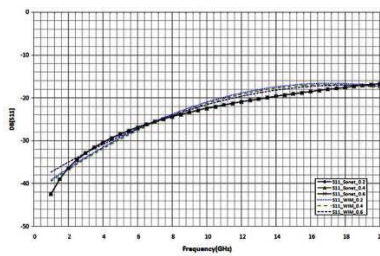
ส่วนที่สอง เป็นส่วนของโปรแกรมการกำหนดค่าเริ่มต้นและและรูปแบบการคำนวณคุณลักษณะต่างๆ และมีหน้าต่างของการแสดงผลลัพธ์ต่างๆ ได้แก่ กราฟการตอบสนองตามความถี่ และรูปคลื่นของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ดังแสดงในภาพที่ 5



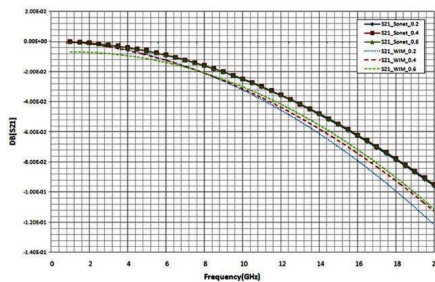
ภาพที่ 5 หน้าต่างการกำหนดค่าเริ่มต้นและแสดงผลลัพธ์

3.2 การวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์กระจาย

การทดสอบโปรแกรมจำลอง โดยใช้รูปแบบการจำลองที่สร้างขึ้นในภาพที่ 4 และภาพที่ 5 การวิเคราะห์ผล จะทำงานในช่วงความถี่ 1-20 GHz และเปรียบเทียบกับผลการจำลองกับโปรแกรม Sonnet Lite Version 11.53 สายส่งที่ออกแบบให้อยู่ในกล่องโลหะปิดขนาด $0.32\text{ mm} \times 0.32\text{ mm}$ โดยฐานรองมีความสูง $h_1 = 0.32\text{ mm}$ และมีค่า $\epsilon_{r1} = 1$ สำหรับส่วนบนเป็นชั้นอากาศมีความสูง $h_2 = 0.01\text{ mm}$ และมีค่า $\epsilon_{r2} = 11$ โดยกำหนดให้ความต้านทานของสายไมโครสตริป $Z_0 = 50\Omega$ และค่าความกว้างของสายไมโครสตริป $w = 0.02\text{ mm}$ และใช้ระยะห่างระหว่างสายไมโครสตริปมีค่า $s = 0.02\text{ mm}$



(ก) dB(S11)



(ข) dB(S21)

ภาพที่ 6 พารามิเตอร์การจัดกระจายของวงจรสายส่ง
เชื่อมต่อกู่ขนาน

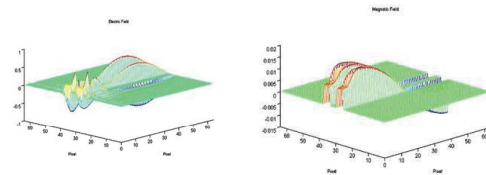
ภาพที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบของพารามิเตอร์การจัดกระจาย dB(S11) ที่แสดงค่าของกำลังไฟฟ้าที่สะท้อนกลับในข้อที่ 1 หรือการสูญเสียย้อนกลับ (Return Losses) และ dB(S21) ที่แสดงค่าของกำลังไฟฟ้าที่ส่งผ่านจากข้อที่ 1 ไปยังข้อที่ 2 หรือ Insertion Losses ที่วิเคราะห์โดยโปรแกรมจำลองที่สร้างขึ้นกับโปรแกรมจำลอง Sonnet Lite ซึ่งพบว่าค่าของผลลัพธ์ที่ได้มีความสอดคล้องและใกล้เคียงกัน

3.3 วิเคราะห์สนามแม่เหล็กไฟฟ้าบนวงจรสายส่ง

สายส่งไมโครสตริปถูกออกแบบ จะวางอยู่ในกล่องโลหะปิดขนาด $0.64\text{ mm} \times 0.64\text{ mm}$ โดยฝากช่องทั้งด้านบนและล่างมีคุณสมบัติที่ไม่มีการสูญเสีย ส่วนที่เป็นฐานรองมีค่าความสูง $h_1 = 0.32\text{ mm}$ มีค่า $\epsilon_{r1} = 1$

สำหรับส่วนบนเป็นชั้นอากาศมีความสูง $h_2 = 0.01\text{ mm}$ และมีค่า $\epsilon_{r2} = 11$ โดยกำหนดให้ความต้านทานของสายไมโครสตริป $Z_0 = 50\Omega$ และค่าความกว้างของสายไมโครสตริป $w = 0.02\text{ mm}$ และใช้ระยะห่างระหว่างสายไมโครสตริปมีค่า $s = 0.02\text{ mm}$

3.3.1 วิเคราะห์สนามแม่เหล็กไฟฟ้าในโหมดคู่

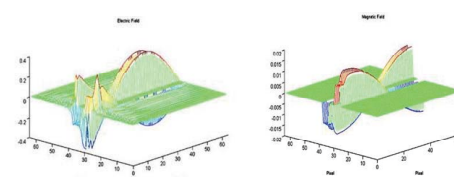


(ก) สนามไฟฟ้า (ข) สนามแม่เหล็ก

ภาพที่ 7 สนามแม่เหล็กไฟฟ้าในโหมดคู่

จากผลการคำนวณจากโปรแกรม แสดงให้เห็นว่าในโหมดคู่ศักย์ไฟฟ้าบนแผ่นตัวนำทั้งสองเส้น มีเครื่องหมายเหมือนกันทำให้กระแสที่ไหลบนแผ่นตัวนำทั้งสองมีขนาดเท่ากัน และมีทิศทางการไหลของกระแสไปในทางเดียวกัน ดังแสดงในภาพที่ 7 ซึ่งเป็นการแสดงค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีทิศทางการไหลไปในทิศทางเดียวกัน

3.3.2 การวิเคราะห์สนามแม่เหล็กไฟฟ้าในโหมดคี่



(ก) สนามไฟฟ้า (ข) สนามแม่เหล็ก

ภาพที่ 8 สนามแม่เหล็กไฟฟ้าในโหมดคี่

จากผลการคำนวณจากโปรแกรม แสดงให้เห็นว่าในโหมดคี่ศักย์ไฟฟ้าบนแผ่นตัวนำทั้งสองเส้น มีเครื่องหมายตรงกันข้ามทำให้กระแสที่ไหลบนแผ่น

ตัวนำทั้งสอง มีทิศทางการไหลของกระแสไปในตรงกันข้าม ดังแสดงในภาพที่ 8 ซึ่งเป็นการแสดงค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีทิศทางการไหลไปในทางตรงกันข้าม

3.4 การประเมินโปรแกรมจำลองโดยผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินโปรแกรมจำลองโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งผลการประเมินโปรแกรมจำลองโดยผู้เชี่ยวชาญ มีความคิดเห็นดังนี้ ด้านโครงสร้างของโปรแกรมมีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ด้านการใช้งานของโปรแกรมมีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดด้านการเรียนการสอนมีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดมาก โดยค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดทั้ง 3 ด้านมีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ความคิดเห็น	\bar{X}	S.D	ระดับความเหมาะสม
1.	ด้านโครงสร้างของโปรแกรม	4.42	0.55	มาก
2.	ด้านการใช้งานของโปรแกรม	4.51	0.47	มากที่สุด
3.	ด้านการเรียนการสอน	4.77	0.46	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมทุกด้าน		4.57		มากที่สุด

3.5 การประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้งาน

เมื่อนำโปรแกรมจำลองวงจรสายส่งเชื่อมต่อคู่ขนานไปใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนกับกลุ่มผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานจำนวน 5 ท่าน ประเมินความพึงพอใจต่อโปรแกรมจำลองที่สร้างขึ้น โดยผลการประเมินแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ลำดับ	ความคิดเห็น	\bar{X}	S.D	ระดับความเหมาะสม
1.	ด้านโครงสร้างของโปรแกรม	4.05	0.54	มาก
2.	ด้านการใช้งานของโปรแกรม	4.00	0.58	มาก
3.	ด้านการเรียนการสอน	4.14	0.58	มาก
เฉลี่ยรวมทุกด้าน		4.06		มาก

ผลการประเมินโปรแกรมจำลอง โดยผู้ใช้งานมีความเห็น ดังนี้ ด้านโครงสร้างของโปรแกรมมีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.05 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ด้านการใช้งานของโปรแกรม มีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ด้านการเรียนการสอนมีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดทั้ง 3 ด้านมีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.06 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ดังนั้นสรุปได้ว่าโปรแกรมการจำลองที่สร้างขึ้นมีคุณภาพดีสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ

4. สรุปผลการวิจัย

บทความนี้ได้นำเสนอรูปแบบการจำลอง สำหรับวิเคราะห์คุณสมบัติของวงจรสายส่งเชื่อมต่อคู่ขนาน โดยใช้วิธีการวน รอบของคลื่น ซึ่งเป็นรูปแบบการคำนวณทางคณิตศาสตร์วิธีหนึ่งที่สามารถแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวงจร และแสดงลักษณะรูปคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ที่เกิดขึ้นบนชั้นตัวนำได้ ตลอดจนสามารถใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน ในรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] ธีรวุฒิ บุญยโสภณ. การบริหารอาชีพและเทคนิคศึกษาเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2536.
- [2] สุทธนู ศรีไสย์ และคณะ. "รายงานการวิจัยการประเมินประสิทธิภาพการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน" กรุงเทพมหานคร : ศูนย์บริการวิชาการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
- [3] Scott W. Wedge, and David B. Rutledge. "Wave Computation for Microwave Education." IEEE Transaction on Education. Vol. 36, No. 1, February 1993.
- [4] Z. Stanimirovic, M. M. Jevtic, and I. Stanimirovic. "Computer Simulation of Thick-Film Resistors Based on 3D Planar RRN Model." Computer as a Tool, 2005. EUROCON 2005. The International Conference on Volume 2, 2005.
- [5] สมศักดิ์ อรรถทิมากุล, "การวิเคราะห์สนามแม่เหล็กไฟฟ้าแบบใหม่สำหรับวงจรไมโครเวฟโดยใช้หลักการของคลื่น" ประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 25, สงขลา, พฤศจิกายน 2545.

การวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวเหนี่ยวนำในวงจรคลื่นระนาบ

Planar Inductor Characteristics Analysis

สยาม นิพนพานิชย์ และสมศักดิ์ อรรถทิมากุล

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: sayamn@tot.co.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาและวิเคราะห์ตัวเหนี่ยวนำไมโครเวฟ เพื่อหาลักษณะคุณสมบัติของ ตัวเหนี่ยวนำไฟฟ้าแบบไมโครสตริป (Microstrip) แบบมีแอนเดอร์ (Meander) และแบบก้นหอย (Spiral) ที่อยู่ในวงจรคลื่นระนาบ (Planar Circuit) วิธีการคำนวณอาศัยหลักการของการวนรอบของคลื่นที่ประกอบด้วยคลื่นตกกระทบ คลื่นสะท้อนและคลื่นส่งผ่านที่แพร่กระจายภายในกล่องโลหะปิด และใช้ตัวแปลงฟูเรียร์ความเร็วสูง (Fast Fourier Transform) ในการวิเคราะห์คลื่นในโดเมนจริงหรือฟิกเชล และโดเมนทางสเปกตรัม หรือโหมด โดยทำการออกแบบเป็นโปรแกรมการจำลองที่ทำงานภายใต้โปรแกรม MATLAB[®] ผลของงานวิจัย ได้แก่ การวิเคราะห์พารามิเตอร์ S การหาคุณสมบัติของตัวเหนี่ยวนำ และการวิเคราะห์ผลของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ที่นำไปเปรียบเทียบกับโปรแกรม SONNET Lite Version 11.54 ซึ่งพบว่าผลลัพธ์ ที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกัน สามารถนำเอาวิธีการคำนวณนี้ไปใช้ประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางไฟฟ้าของวงจรรวมไมโครเวฟอื่นๆได้

คำสำคัญ : ตัวเหนี่ยวนำไมโครสตริป ตัวเหนี่ยวนำมีแอนเดอร์ ตัวเหนี่ยวนำก้นหอย การวนรอบของคลื่น

Abstract

This research presents the study and analysis of microwave inductor characteristics of microstrip, meander and spiral inductor of planar circuit. The method of analysis based on a wave iterative concept will calculate the incident, reflected and transmitted waves, propagated in a closed metallic box. The amplitude of waves presents in the real domain (Pixel) and spectrum domain (Modes) by using fast Fourier transform. In this work we designed the graphic user interface using MATLAB[®] program. The results are the S parameter analysis, the characteristics of inductors and electromagnetic waveform on the inductor circuits. The compared results between WIM and SONNET Lite Version 11.54. Program are good agreement. The advantage of this research can be used efficiently in the microwave circuit analysis and design.

Keywords : Micro strip Inductor, Meander Inductor, Spiral Inductor, Wave iterative method

1. บทนำ

โครงข่ายทั่วไปประกอบด้วยอุปกรณ์ประเภท พาสซีฟ และอุปกรณ์แอ็คทีฟ การวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อหาคุณสมบัติทางไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งต่อการวิเคราะห์และออกแบบระบบ โดยส่วนใหญ่จะใช้การคำนวณทางคณิตศาสตร์ หรือทฤษฎีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แพร่กระจายในวงจรคลื่นระนาบ ซึ่งเทคนิคคำนวณทางคณิตศาสตร์สามารถทำได้หลายวิธี เช่น FDTD, TLM และ Method of Moment เป็นต้น แต่ละเทคนิคอาจมีความยุ่งยากซับซ้อนแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน เทคนิคการคำนวณวิธีหนึ่งที่มีการศึกษาและพัฒนาขึ้น คือ การวิเคราะห์สนามแม่เหล็กไฟฟ้าบนคลื่นระนาบที่อาศัยหลักการของคลื่นที่มีการกระทำซ้ำ (WCIP : Wave Iterative Procedure) ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งช่วยลดเวลาที่ใช้ในการคำนวณได้มาก และได้พัฒนาเป็นวิธีการคำนวณแบบใหม่ที่เรียกว่าการวนรอบของคลื่น (WIM : Wave Iterative Method) เป็นการคำนวณหาค่าขนาดของคลื่นสลับไปมาระหว่างค่าขนาดของคลื่นในโดเมนค่าจริงกับค่าขนาดของคลื่นในโดเมนสเปกตรัม ทั้งนี้เป็นการคำนวณค่าของสนามบนชั้นของวงจรตัวนำกับชั้นตัวกลางไดอิเล็กตริกย่านความถี่ไมโครเวฟภายในกล่องปิด ที่กายภาพของวงจรภายในมีลักษณะเป็นพิกเซลจัดรูขนาดเล็กลงของตัวนำและพิกเซลที่เป็นไดอิเล็กตริก ผลของการออกแบบและวางพิกเซลในโครงสร้างต่างๆ จะทำให้ได้คุณสมบัติทางไฟฟ้าของวงจรตามความต้องการ

ตัวเหนี่ยวนำเป็นอุปกรณ์พาสซีฟที่สำคัญชนิดหนึ่งของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยตัวเหนี่ยวนำย่านความถี่ไมโครเวฟที่สร้างอยู่บนฐานรองจะมีรูปร่างได้หลายแบบ

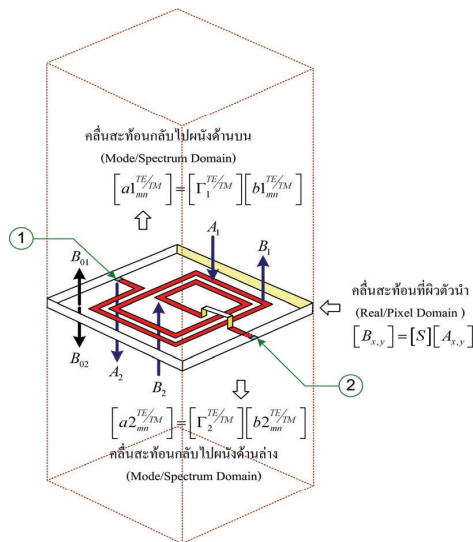
เช่น แบบไมโครสตริป (Microstrip) แบบมีแอนเดอร์ (Meander) และแบบก้นหอย (Spiral) เป็นต้น โดยที่แบบมีแอนเดอร์จะสร้างขึ้นโดยการวางตัวนำให้เป็นเส้นโค้งหักงอไปมา ส่วนแบบก้นหอยเป็นการสร้างตัวนำขดเรียงรอบจากด้านนอกเข้าสู่ด้านในเป็นรูปคล้ายก้นหอย และสร้างสะพานอากาศข้าม (Air bridge) ออกมาที่ขั้วต่อกับวงจรภายนอก ดังนั้นจะทำให้การวิเคราะห์หาคุณสมบัติของตัวเหนี่ยวนำค่อนข้างยุ่งยากและมีความซับซ้อนเพราะต้องมีการคำนวณในส่วนที่เป็นสะพานข้ามเพิ่มเติม

จากเหตุข้างต้นจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาและวิเคราะห์ตัวเหนี่ยวนำย่านความถี่ไมโครเวฟโดยวิธีวนรอบของคลื่น เพื่อหาคุณสมบัติทางไฟฟ้าประกอบด้วย ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง เช่น พารามิเตอร์ S ค่าความเหนี่ยวนำ พารามิเตอร์แอบแฟง (Parasitic Parameter) และค่าตัวประกอบคุณภาพ (Q Factor) การแสดงภาพของสนามไฟฟ้า (Electric Field) และภาพสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) ที่เกิดขึ้นบนตัวเหนี่ยวนำ เพื่อแสดงให้เห็นปรากฏการณ์ และคุณสมบัติการทำงานในย่านคลื่นความถี่ไมโครเวฟ สิ่งเหล่านี้เป็นประโยชน์ โดยนำไปประยุกต์ใช้กับวงจรที่มีความซับซ้อนมากขึ้นได้และช่วยเสริมให้ผู้สนใจสามารถเข้าใจปรากฏการณ์อันเป็นจริงได้มากขึ้นกว่าการศึกษาเฉพาะสมการ หรือ สูตรคำนวณทางคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว

2. การคำนวณแบบวนรอบของคลื่น

หลักการแพร่กระจายของคลื่นในโครงสร้างวงจรไมโครเวฟที่เรียกว่า WIM (Wave Iterative Method) เป็นการคำนวณขนาดของคลื่นในค่าจริงหรือโดเมน

พิกเซล (Pixel) ที่ปรากฏบนพื้นที่ของตัวนำ และ โดเมนทางโหมดหรือสเปกตรัมที่แพร่กระจายในอากาศว่าง และตัวกลางไดอิเล็กตริก ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การแพร่กระจายคลื่นในกล่องปิด

จากภาพที่ 1 คลื่น $B_{x,y}$ ที่สะท้อนออกจากผิวตัวนำจะเปลี่ยนเป็นค่าในรูปของโหมดหรือสเปกตรัมโดยการแปลงสภาพฟูเรียร์ความเร็วสูง (FFT) และคลื่น $(b_{mn}^{TE/TM})$ จะแพร่กระจายไปสะท้อนกลับที่ผนังด้านบนของกล่องโลหะด้วยสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ $(\Gamma_{mn}^{TE/TM})$ ดังนั้นจะได้คลื่นที่ตกกระทบบนชั้นของตัวนำในรูปของโหมดหรือสเปกตรัมเท่ากับ $a_{mn}^{TE/TM} = \Gamma_{mn}^{TE/TM} b_{mn}^{TE/TM}$ ซึ่งที่ชั้นตัวนำคลื่นจะถูกแปลงสภาพกลับในรูปของค่าจริงหรือพิกเซล โดยใช้การแปลงสภาพฟูเรียร์ความเร็วสูงย้อนกลับ (FFT⁻¹) เป็นคลื่น $A_{x,y}$ ที่ปรากฏบนพิกเซลตัวนำ ซึ่งคลื่นดังกล่าวจะสะท้อนกลับขึ้นไปสู่อากาศด้านบนอีกครั้ง และจะมีคลื่นอีกส่วนหนึ่งส่งผ่านชั้นไดอิเล็กตริกไปด้านล่าง โดยการเคลื่อนที่ผ่านชั้นตัวนำจะใช้สมการของ

ความสัมพันธ์ของโครงข่ายสองขั้วของวงจรตัวนำในการอธิบายผลของเงื่อนไขขอบของรอยต่อ (Boundary condition) ของคลื่นที่เกิดขึ้นหรือแพร่กระจายในบริเวณรอยต่อ นั่นเอง

ผลรวมของขนาดจริงของสนามไฟฟ้า ($\vec{E}(x,y)$) ที่ปรากฏบนพื้นที่ตัวนำในเทอมของฟังก์ชันของสนามไฟฟ้าทางสเปกตรัมในโหมด TE และโหมด TM ที่เคลื่อนที่ผ่านชั้นตัวนำ เป็นดังนี้

$$\vec{E}(x,y) = \sum_{m,n} a_{m,n}^\alpha f_{m,n}^\alpha(x,y) \quad (1)$$

ผลรวมของฟังก์ชันของสนามแม่เหล็ก ($\vec{H}(x,y)$) ที่ปรากฏบนพื้นที่ตัวนำในเทอมของฟังก์ชันของสนามไฟฟ้าและแอดมิตแตนซ์ เป็นดังนี้

$$\vec{H}(x,y) = \sum_{m,n} a_{m,n}^\alpha Y_{m,n}^\alpha f_{m,n}^\alpha(x,y) \quad (2)$$

เมื่อ $A_{x,y}$ คือคลื่นตกกระทบในโดเมนค่าจริง

$B_{x,y}$ คือคลื่นสะท้อนในโดเมนค่าจริง

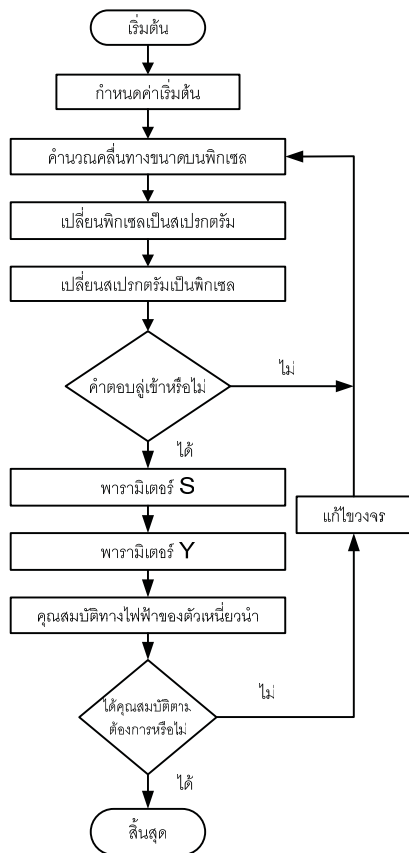
$b_{mn}^{TE/TM}$ คือคลื่นสะท้อนในโดเมนสเปกตรัม

$a_{mn}^{TE/TM}$ คือคลื่นตกกระทบในโดเมนสเปกตรัม

Y_{mn}^α คือคลื่นแอดมิตแตนซ์ของวงจรแม่เหล็กไฟฟ้าในโดเมนสเปกตรัม

$f_{mn}^\alpha(x,y)$ คือสมการของฟังก์ชันการทดสอบหรือสมการพื้นฐานของสนามไฟฟ้าตามขวางในกล่องตัวนำ

แผนภูมิการคำนวณเพื่อหาคุณสมบัติของตัวเหนี่ยวนำเป็นดังภาพที่ 2



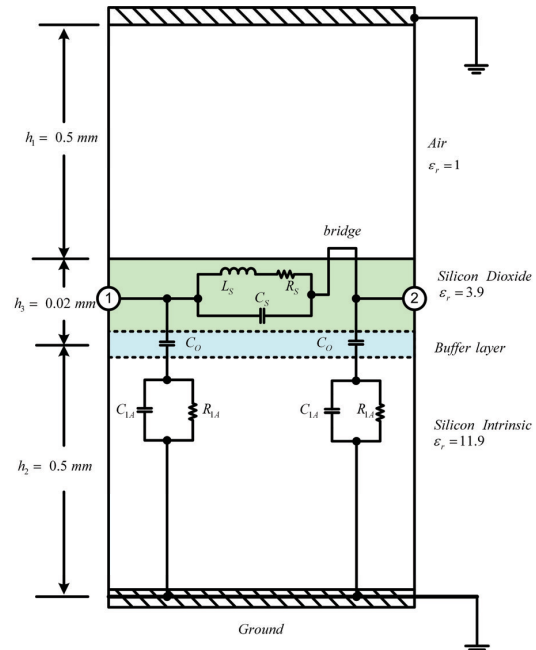
ภาพที่ 2 ขั้นตอนของการคำนวณแบบวนรอบ

3. การออกแบบตัวเหนี่ยวนำ

การออกแบบตัวเหนี่ยวนำ พิจารณาจากตัวนำสตริปที่วางเรียงกันในกล่องตัวนำ ซึ่งจะเห็นว่าวงจรเทียบเคียงทางไฟฟ้า ดังแสดงในภาพที่ 3 ในส่วนชั้นตัวนำจะมีลักษณะเป็นตัวนำสตริปทำให้เกิดค่าความเหนี่ยวนำ (L_s) และความต้านทาน (R_s) สำหรับวงจรไฟฟ้าในชั้นรอยต่อ (Buffer Layer) เกิดขึ้นจากรอยต่อของชั้นกลางกับชั้นล่าง เนื่องจากวัสดุไดอิเล็กตริกด้านบนเป็นคอนเดนเซอร์กับไดอิเล็กตริกชั้นล่าง ผลของรอยต่อเล็กๆ ที่แนบอยู่ใกล้กันทำให้เกิดค่าความจุไฟฟ้า C_0 ขึ้น และสำหรับวงจรไฟฟ้าในชั้นล่าง เกิดขึ้นจากตัวกลางไดอิเล็กตริก ที่คั่นกลางระหว่างสายส่งไมโคร

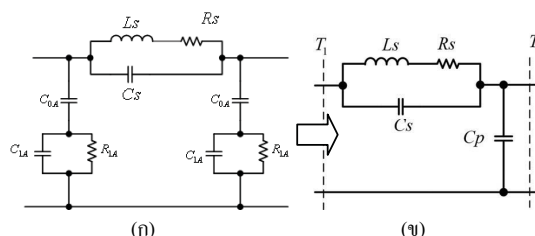
สตริปและวัสดุไดอิเล็กตริก กับแผ่นโลหะที่ต่อลงกราวด์ทำให้เกิดค่าความจุไฟฟ้า C_{1A} และค่าความต้านทาน

R_{1A}



ภาพที่ 3 วงจรเทียบเคียงของตัวเหนี่ยวนำในกล่องปิด

สำหรับการวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางไฟฟ้าของตัวเหนี่ยวนำในกล่องโลหะปิด ดังแสดงในภาพที่ 4 จะเห็นว่าจะประกอบด้วยส่วนของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ตัวต้านทานอนุกรม (R_s) ตัวเหนี่ยวนำอนุกรม (L_s) ตัวเก็บประจุอนุกรม (C_s) ตัวต้านทานขนาน (R_p) และตัวเก็บประจุขนาน (C_p) นอกจากนั้นสามารถหาค่าของตัวประกอบคุณภาพ (Q) ได้อีกด้วย



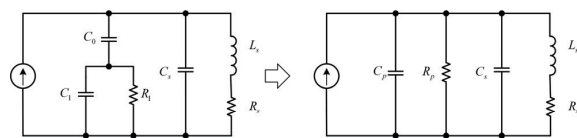
ภาพที่ 4 วงจรไฟฟ้าของตัวเหนี่ยวนำ

จากภาพที่ 4 (ข) จะได้สมการของตัวเก็บประจุขนานและตัวต้านทานขนานจากความสัมพันธ์ที่ได้จากการลดรูปของวงจรในภาพที่ 4 (ก) ดังนี้

$$R_p = \frac{1}{\omega^2 R_{1A} C_{0A}^2} + \frac{R_{1A} (C_{0A}^2 + 2C_{0A} C_{1A} + C_{1A}^2)}{C_{0A}^2} \quad (3)$$

$$C_p = (\omega^2 R_{1A}^2) \left\{ \frac{C_{0A}^2 C_{1A} + C_{0A} C_{1A}^2}{(C_{0A} + C_{1A})^2} \right\} \quad (4)$$

ตัวประกอบคุณภาพ(Q)เป็นค่าตัวเลขที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของระดับการสะสมและคายพลังงานที่เกิดขึ้นและการสูญเสียในวงจรโครงข่ายงาน ซึ่งสิ่งที่มีผลต่อการสะสมพลังงานประกอบด้วยค่าของ L_s , C_p และ C_s และโดยสิ่งที่พลังงานเกิดการสูญเสียคือ R_s และ R_p โดยปกติค่าตัวเลขของตัวประกอบคุณภาพยังมีมาก จะทำให้วงจรมีประสิทธิภาพสูงในการออกแบบตัวเหนี่ยวนำต้องคำนึงถึงค่าตัวประกอบคุณภาพด้วย



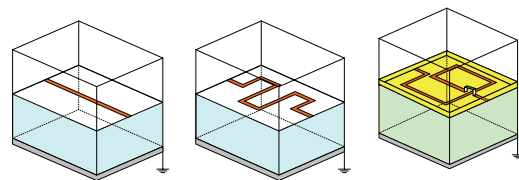
ภาพที่ 5 วงจรไฟฟ้าสำหรับคำนวณค่าตัวประกอบคุณภาพ

จากภาพที่ 5 โครงสร้างของตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุทำให้เกิดเป็นการสะสมพลังงานขึ้นในโครงข่ายงาน และตัวความต้านทานทำให้เกิดพลังงานสูญเสียในรูปของความร้อน ดังนั้นการคำนวณค่าตัวประกอบคุณภาพ จะได้ดังนี้

$$Q = \frac{\omega L_s}{R_s} \left\{ \frac{R_p}{R_s \left[\left(\frac{\omega L_s}{R_s} \right)^2 + 1 \right] + R_p} \right\} \left\{ 1 - \frac{R_s^2}{L_s} (C_s + C_p) - \omega^2 L_s (C_s + C_p) \right\}$$

$$Q = (2\pi) \left(\frac{E_{\text{magnetic}} - E_{\text{electric}}}{E_{\text{heat}}} \right) \quad (5)$$

ดังนั้นในบทความนี้ได้ออกแบบตัวเหนี่ยวนำวางในกล่องโลหะปิดขนาด 64×64 พิกเซล ใช้ไดโอดเล็กตริกเป็นชนิด Silicon มีค่า ϵ_{r2} เท่ากับ 11.9 มีค่า Dielectric Loss Tan เท่ากับ 0.004 และมีค่า Dielectric Conductance เท่ากับ 4.4×10^{-4} S/m ชั้นของอากาศด้านบนมีค่า ϵ_{r1} เท่ากับ 1 ตัวนำแบบสตริปเป็นทองแดงมีค่าความนำไฟฟ้าเท่ากับ 5.8×10^7 S/m ความหนาเท่ากับ 0.1 μm โดยจะออกแบบตัวเหนี่ยวนำจำนวน 3 แบบ ได้แก่ แบบไมโครสตริป แบบมีแอนเดอร์ และแบบกันหอย ดังแสดงในภาพที่ 6



(ก) แบบไมโครสตริป (ข) แบบมีแอนเดอร์ (ค) แบบกันหอย

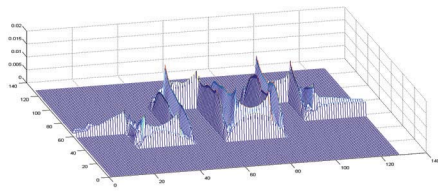
ภาพที่ 6 ตัวเหนี่ยวนำแบบต่างๆ

4. ผลของการวิจัย

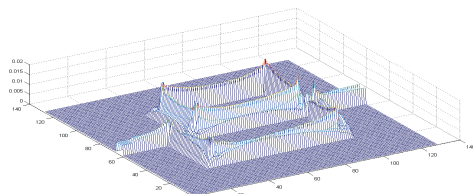
การศึกษาคูสมบัติทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในตัวเหนี่ยวนำแบบต่างๆ ในวงจรคลื่นระนาบ (Planar Circuit) และปรากฏการณ์ของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กบนวงจรตัวเหนี่ยวนำแบบต่างๆ โดยวิธีการวนรอบของคลื่น (WIM) มีดังนี้

4.1 การวิเคราะห์สนามแม่เหล็กไฟฟ้าของตัวเหนี่ยวนำ

ตัวเหนี่ยวนำที่ออกแบบวางอยู่ในกล่องโลหะปิด จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่ตัวนำของวงจร โดยการแสดงลักษณะของสนามแม่เหล็กของตัวเหนี่ยวนำแบบมีแอนเดอร์ และแบบกันหอยที่ใช้ตัวนำขนาด 1 รอบ แสดงรายละเอียดดังในภาพที่ 7



(ก) แบบมีแอนเดอร์



(ข) แบบกันหอย

ภาพที่ 7 สนามแม่เหล็กของตัวเหนี่ยวนำแบบมีแอนเดอร์และแบบกันหอย

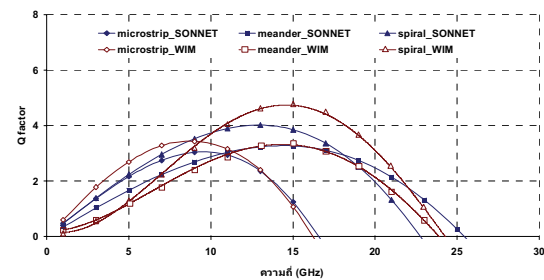
4.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวเหนี่ยวนำแบบต่างๆ

การวิเคราะห์ผลเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางไฟฟ้าจากการที่ตัวนำมีความยาวกายภาพเท่ากับ 1.712 mm มีความกว้างตัวนำ (w) เท่ากับ 24 μm มีความหนา (t) เท่ากับ 0.1 μm เช่นกันผลของการเปรียบเทียบด้วยโปรแกรม WIM และ Sonnet Lite ของตัวเหนี่ยวนำแบบไมโครสตริป แบบมีแอนเดอร์ และแบบกันหอย ในย่านความถี่ใช้งาน 1–30 GHz ดังแสดงในตารางที่ 1

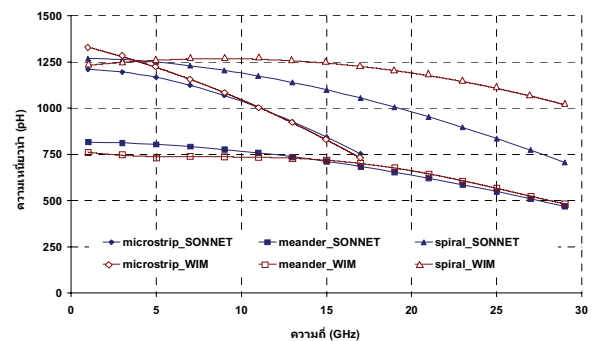
ตารางที่ 1 ผลของการเปรียบเทียบของตัวเหนี่ยวนำแบบต่างๆ

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าผลของการวิเคราะห์ที่ได้โดยวิธีของ WIM จะให้ผลที่ใกล้เคียงกันโดยพบว่าตัวเหนี่ยวนำแบบกันหอยจะให้ค่าของความเหนี่ยวนำและตัวประกอบคุณภาพสูงที่สุด ซึ่งเหมาะสมต่อการออกแบบใช้งานย่านความถี่ไมโครเวฟ

ผลของการเปรียบเทียบค่าตัวประกอบคุณภาพ และค่าความเหนี่ยวนำของวงจรตัวเหนี่ยวนำแบบต่างๆ ในย่านความถี่ใช้งาน 10–30 GHz ดังในภาพที่ 8 และภาพที่ 9 ตามลำดับ



ภาพที่ 8 ตัวประกอบคุณภาพของวงจรตัวเหนี่ยวนำแบบต่างๆ



ภาพที่ 8 ค่าความเหนี่ยวนำของตัวเหนี่ยวนำแบบต่างๆ

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบตัวเหนี่ยวนำแบบไมโครสตริป แบบมีแอนเดอร์ และแบบกันหอย ที่มีความยาวกายภาพเท่ากับ 1.712 มม. โดยพบว่า ตัวเหนี่ยวนำ

ชนิด	วิธีการคำนวณ	R_s (Ω)	C_p (fF)	L_s (pH)	Q_m	f_{Q_m} (GHz)
Micro strip	SONNET	12	100	1,069	3	9
	WIM	10	104	1,080	3.4	9
Meander	SONNET	12	62	712	3.3	15
	WIM	10	68	720	3.4	15
Spiral	SONNET	14	48	1,139	4	13
	WIM	15	36	1,249	4.8	15

แบบกันหอยให้ค่าความเหนี่ยวนำและค่าตัวประกอบคุณภาพสูงสุด และมีค่ามากกว่าแบบไมโครสตริป และแบบมีแอนเดอร์ และสรุปได้ว่าตัวเหนี่ยวนำแบบกันหอยสามารถทำงานที่ย่านความถี่สูงๆ ได้ดีกว่าตัวเหนี่ยวนำแบบอื่นๆ สำหรับผลการเปรียบเทียบกับโปรแกรม Sonnet Lite จะให้ค่าที่สอดคล้องกันอย่างมาก

5. สรุปผลของการวิจัย

การวิเคราะห์คุณสมบัติตัวเหนี่ยวนำในวงจรคลื่นระนาบโดยวิธีวนรอบของคลื่น เพื่อศึกษาคุณสมบัติที่เกิดขึ้นในตัวเหนี่ยวนำแบบต่างๆ ได้แก่ แบบไมโครสตริป แบบมีแอนเดอร์ และแบบกันหอย ผลการเปรียบเทียบกับโปรแกรม SONNET Lite Version 11.54 พบว่าจะให้ผลการคำนวณที่สอดคล้องใกล้เคียงกันมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5% ตลอดจนผลที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถแสดงให้เห็นค่าสนามไฟฟ้าและค่าสนามแม่เหล็กบนตัวเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในกล่องโลหะปิดได้ และมีความสอดคล้องกับทางทฤษฎี

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในการประสานงาน การสอบวิทยานิพนธ์และให้ทุนอุดหนุนในการทำวิจัย

7. บรรณานุกรม

- [1]. สมศักดิ์ อรรถทิมากุล. การออกแบบวงจรไมโครเวฟและวงจรขยาย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.
- [2]. David M. Pozar, Microwave Engineering. United States of America: John Willy and Sons, 2005.
- [3]. I. A. Glover, S. R. Pennock, P. R. Shepherd, Microwave Devices, Circuits and Subsystems for Communications Engineering. London : John Willy and Sons, 2005.
- [4]. Jia Shen G. Hong, M. J. Lancaster, Microstrip Filters for RF/Microwave Applications. United States of America : John Willy and Sons, 2001.

- [5]. James C. Rautio, Fellow, Veysel Demir, Microstrip Conductorloss Models for Electromagnetic Analysis. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Mach 2003.
- [6]. Max W. Medley, Microwave and RF Circuits : Analysis, Synthesis and Design. London : Artech House, 1993.
- [7]. Rqinee N. Simons, Coplanar Waveguide Circuit, Components and System. United States of America : John Willy and Sons, 2001.
- [8]. S. Akatimagool, Electromagnetic Software Tools of Microwave Multi-layer Integrated Circuits and Components. King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 2005.
- [9]. Samir M. Hammadi, Samir M. El-Ghazaly, Air Bridged Gate MESFET: A New Structure to Reduce Wave Propagation Effects in High Frequency Transistors. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 47, N0.6, June 1999.
- [10]. T. Koryu Ishii. Handbook of Microwave Technology. Calofornia : Academic Press, 2001
- [11]. Thomas Becks, Ingo Wolff, Fellow, Analysis of 3 D Metallization Structures by a Full Wave Spectral Domain Technique. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 40, No.12, December 1992.

การพัฒนาโปรแกรมจำลองวงจรมาโครพิกเซลเพื่อใช้ในการสอน ด้านวิศวกรรมไมโครเวฟ

A Development of Simulation Program of Macro Pixel Circuit in the Teaching of Microwave Engineering

รัฐพล จินะวงศ์¹ สุภโชค แก้วบัวดี² และ สมศักดิ์ อรรถกิตติมากุล³

¹สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

^{2,3}ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Email : ¹J_Rattapon@hotmail.com, ³ssa@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมจำลองวงจรมาโครพิกเซลเพื่อใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์หาคุณสมบัติของวงจรมาโครพิกเซลและประยุกต์ใช้ในการออกแบบวงจรไมโครเวฟย่านความถี่สูง และเพื่อใช้ประกอบในการเรียนการสอนวิชาการออกแบบวงจรไมโครเวฟสำหรับการเรียนการสอนระดับสูง โปรแกรมการออกแบบที่สร้างขึ้นนี้ทำงานภายในโปรแกรม MATLAB[®] ที่ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ ส่วนของเมนูหลัก ส่วนของการออกแบบ ส่วนของการกำหนดค่าเริ่มต้น และส่วนของการแสดงผล ผลของการทดสอบโปรแกรมจำลองจะให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับทางทฤษฎี และเมื่อนำไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่ามีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x} = 4.46$) และประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้อย่างน้อย 5 ท่าน พบว่ามีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x} = 4.00$) สรุปได้ว่าโปรแกรมจำลองนี้สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: โปรแกรมจำลอง วิธีการวนรอบของคลื่น มาโครพิกเซล

Abstract

This research presents the development of simulation program of macro pixel circuit. The capacity of simulation program is the characteristic analysis of the macro pixel, design of the high frequency microwave circuit and the usefulness of the teaching in microwave circuit design course for higher education. This program working on the MATLAB® software consists of the 4 parts : main menu , design menu , parameter setup and display menu for the convenience of usage. The simulation shows good agreement by comparing with the theory. The evaluation of simulation program by 5 experts was very quality ($\bar{x} = 4.46$) and the evaluation by 5 users was very satisfaction of usage ($\bar{x} = 4.00$). This simulation program can be used efficiently in the teaching for higher education.

Keywords: Simulation Program, Wave Iterative Method, Macro Pixel

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการวิเคราะห์หาสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับวงจรความถี่สูงย่านไมโครเวฟ มีการศึกษา ค้นคว้าและพัฒนาออกแบบจำลองวงจรมากมายเช่น วงจรไมโครสตริป [1] วงจรคัปเปิลอร์ วงจรช่องแคบ (Iris) [2] วงจรคลื่นระนาบ เป็นต้น โดยใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีหลายวิธีเช่น FDTD (Finite Differential Time Domain) , TLM (Transmission Line Matrix) และ Method of Moment ซึ่งในปัจจุบันนี้ได้มีการนำวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ต่างๆ มาสร้างเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่รู้จักกันทั่วไป ได้แก่โปรแกรม Sonnet และ ADS เป็นต้น แต่เนื่องจากมีขีดจำกัดในการออกแบบ ความยุ่งยากในการคำนวณจึงได้มีการคิดค้น พัฒนา และออกแบบวิธีการคำนวณแบบใหม่เพื่อคำนวณหาคุณสมบัติทางไฟฟ้าของวงจรรวมไมโครเวฟ ตัวอย่าง การวิเคราะห์โครงสร้างหลายมาตราส่วนของวงจรคลื่นระนาบโดยใช้วิธีการวนรอบของคลื่น [3] เพื่อวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางไฟฟ้าของวงจรคลื่นระนาบ โดยอาศัย

การแพร่กระจายของคลื่นสนามแม่เหล็กและคลื่นสนามไฟฟ้าอย่างไรก็ตามงานวิจัยที่สร้างขึ้นทำงานภายใต้โปรแกรม MATLAB® เมื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอน จะมีปัญหาในด้านความสะดวกและรวดเร็วในการป้อนคำสั่งและเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ตลอดจนการแสดงผลภาพฟิสิกของผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ

ปัจจุบันการเรียนการสอนในหลักสูตรของระดับปริญญาตรี/ปริญญาโท ด้านโทรคมนาคมได้มีเนื้อหาการเรียนการสอนทางด้านทฤษฎีเป็นการวิเคราะห์หาคุณสมบัติของวงจรคลื่นระนาบและพารามิเตอร์ต่างๆ ของวงจรไมโครเวฟย่านความถี่สูงในการเรียนการสอนในวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ วิชาการออกแบบวงจรไมโครเวฟ พบว่าการเรียนการสอนนั้นใช้วิธีการบรรยายจากผู้สอนจึงทำให้เกิดการขาดการมองเห็นภาพผู้วิจัยจึงคิดว่าวิธีการสอนโดยใช้โปรแกรมจำลองการทำงานของวงจรจัดว่าเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการวิเคราะห์โครงสร้างหลายมาตราส่วนของวงจรคลื่นระนาบ และสามารถเข้าใจในเนื้อหาการออกแบบ คำนวณ และวิเคราะห์ผลของวงจร

ต่างๆได้และมองเห็นภาพกราฟฟิคต่างๆ ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในโครงสร้างหลายมาตราส่วนของวงจรคลื่นระนาบได้มากขึ้น

โปรแกรมจำลอง คือ โปรแกรมที่สร้างขึ้นมาเพื่อกระทำการป้อนค่าอินพุตให้กับระบบที่สร้างขึ้นแล้วดูเอาท์พุตที่ต้องการจากระบบ โปรแกรมจำลองสามารถสร้างขึ้นได้บนโปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆที่มีใช้งานกันอยู่เช่นโปรแกรม Fortran , Borland c/c++, Microsolf visual c++ เป็นต้น การสร้างโปรแกรมจำลองบนโปรแกรมดังกล่าว มีการใช้งานที่ยุ่ยากและซับซ้อนเนื่องจากภาษาที่ใช้ในการเขียนคำสั่งนั้นยุ่งยากซับซ้อน และขั้นตอนของการประมวลผลไม่เหมาะสมกับการวิเคราะห์ด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม จากการที่ได้ศึกษางานวิจัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในวงจรไมโครเวฟความถี่สูงนั้น ในงานวิจัยหลายๆงานวิจัยได้ทำการเขียนโปรแกรมคำสั่งบนโปรแกรม MATLAB[®] ซึ่งมีข้อดีที่สามารถจำแนกได้ดังนี้

- 1.) มีฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ให้เลือกใช้ในการคำนวณมากมายตลอดจนสามารถสร้างฟังก์ชันขึ้นมาใช้งานได้เองตามที่ต้องการ
- 2.) Algorithm พัฒนาได้ง่ายไม่ยุ่งยาก สามารถแก้ไขปัญหาทางด้านคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้ง่ายและรวดเร็วกว่าโปรแกรมอื่นๆ
- 3.) มีโครงสร้างแบบจำลอง (Simulink) ซึ่งเป็น package ที่นำไปสร้างบล็อกไดอะแกรมเพื่อใช้ทดสอบและประเมินผลระบบ Dynamic ต่างๆก่อนนำไปใช้งานจริง
- 4.) สามารถวิเคราะห์ข้อมูลและตรวจสอบได้ง่ายและรวดเร็ว
- 5.) สามารถนำไปใช้งานทางด้านกราฟฟิคได้เป็นอย่างดีทั้งในด้านการแสดงภาพตั้งแต่สองมิติที่เป็น

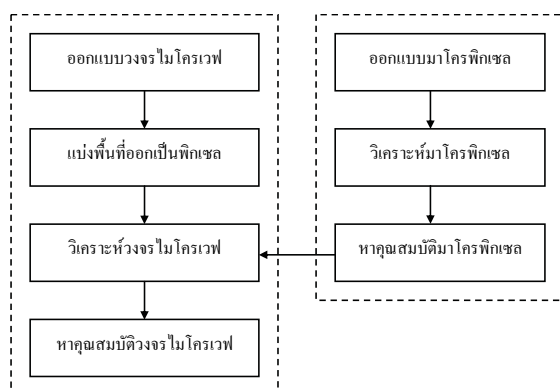
Rectangular polar stair bar รวมทั้งภาพสามมิติในรูปพื้นผิว (surface) และระดับสูงต่ำ (contour)

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยมีแนวความคิดที่จะพัฒนาโปรแกรมจำลองวงจรมาโครฟิสิกเซลล์เพื่อใช้สำหรับการคำนวณและวิเคราะห์หาคุณสมบัติของวงจรคลื่นระนาบและพารามิเตอร์ต่างๆของวงจร ไมโครเวฟย่านความถี่สูงและเพื่อใช้ประกอบในการเรียนการสอนในวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ วิชาการออกแบบวงจรไมโครเวฟ หรือรายวิชาอื่นๆที่เกี่ยวข้องสำหรับใช้ในการเรียนการสอนระดับสูงต่อไป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

วิธีการจะอาศัยหลักการของคลื่น (Wave Concept) ที่มีการสะท้อนไปมาในโครงสร้างของวงจรในแต่ละขบวนการที่มีการกระทำซ้ำๆ กัน (Iterative procedure) ซึ่งหลักการนี้สามารถที่จะคำนวณหาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ปรากฏบนพื้นผิววงจรทั้งส่วนที่เป็นตัวนำแบบโลหะ (Metal) และส่วนที่เป็นฉนวน หรือส่วนที่ไม่ใช่ตัวนำ โดยใช้สมการของคลื่น (Wave Equation) และจากคุณสมบัติของคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ประกอบไปด้วยโหมดต่างๆ ทั้งแบบ TE และ แบบ TM การคำนวณที่ใช้ส่วนใหญ่จึงเป็นการหาค่าในรูปของโดเมนทางสเปกตรัม (Spectral Domain) โดยอาศัยสมการของการรวมแบบอนุกรม (Series Integration Equation) ในการคำนวณค่าของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า แต่การคำนวณด้วยสมการดังกล่าว จะเขียนในรูปของเมตริกที่พบว่าจำนวนของตัวแปรของตัวกระทำ (Operators) จะมีขนาดใหญ่เมื่อจำนวนโหมดของคลื่นมีค่ามากซึ่งก่อให้เกิดปัญหาในด้านเวลาและความซับซ้อนในการคำนวณ ซึ่งในวงจรที่มีโครงสร้างที่ซับซ้อนมากอาจจะต้องใช้เวลาในการคำนวณมาก

ในการวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะคำนวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้า โดยอาศัยหลักการของคลื่นที่มีการกระทำซ้ำ (WIM : Wave Iterative Method) โดยการคำนวณขนาดและทิศทางของคลื่นตกกระทบ (Incident Wave) คลื่นสะท้อน (Reflected Wave) และคลื่นส่งผ่าน (Transmitted Wave) ในโครงสร้างของวงจรไมโครเวฟที่จำแนกออกเป็นสองโดเมนซึ่งได้แก่โดเมนทางขนาด (Spatial Domain) หรือ พิกเซล (Pixel) ซึ่งเป็นการแบ่งวงจรออกเป็นส่วนเล็กๆ ในลักษณะพื้นที่สี่เหลี่ยมสำหรับคลื่นที่สัมผัสผิวของวงจร (Surface of Circuit) และโดเมนของสเปกตรัม (Spectrum Domain) หรือ โหมด (Modes) ของคลื่น สำหรับคลื่นที่ปรากฏอยู่ภายนอกของวงจรหรือในชั้นของ ไดอิเล็กทริก (Dielectric) การเชื่อมโยงหรือการแปลงสภาพระหว่างคลื่นทั้งสองโดเมนนี้ จะอาศัยตัวแปลงสภาพของโหมดความเร็วสูง (Fast Modal Transform) ซึ่งอาศัยหลักการของฟูเรียร์ทรานสฟอร์มความเร็วสูง (FFT : Fast Fourier Transform) เพื่อคำนวณหาคลื่นที่ตกกระทบและสะท้อนไปมาในวงจรโดยแบ่งเป็นโหมด TE และ โหมด TM โดยการออกแบบโปรแกรมการคำนวณแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ไคอะแกรมของโปรแกรมการจำลองมาโครพิกเซล

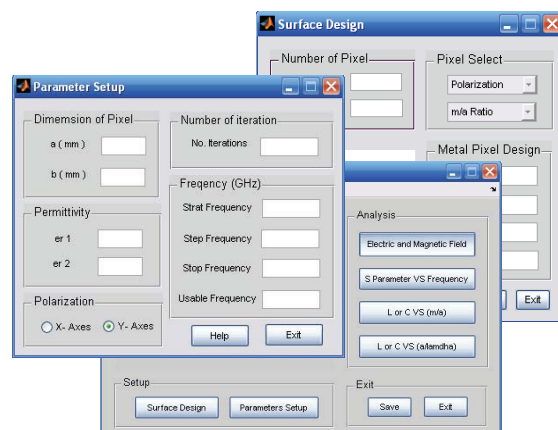
จากภาพที่ 1 แสดงส่วนไคอะแกรมของโปรแกรมการออกแบบวงจรมาโครพิกเซล ที่สามารถออกแบบและวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางไฟฟ้าได้

3. ผลของการวิจัย

จากผลการทดลองวิเคราะห์วงจรมาโครพิกเซลด้วยโปรแกรม MATLAB โดยจะทำการเปรียบเทียบผลกับทฤษฎี

3.1 ผลโปรแกรมจำลองการออกแบบมาโครพิกเซล

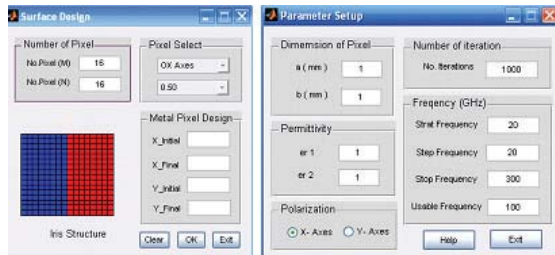
โปรแกรมจำลองมาโครพิกเซลออกแบบและคำนวณภายใต้โปรแกรม MATLAB ใช้ในการแสดงผลของคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ค่า S Parameter ค่าตัวเหนี่ยวนำ (L) และค่าตัวเก็บประจุ (C) ของวงจร โดยจะแสดงผลในรูปภาพ 3 มิติและกราฟ แบ่งออกได้เป็น 4 หน้าต่างหลักแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โปรแกรมจำลองการออกแบบมาโครพิกเซล

โปรแกรมจำลองการออกแบบมาโครพิกเซล แสดงการคำนวณหาคุณสมบัติของวงจรคลื่นระนาบในลักษณะโครงสร้างหลายมาตราส่วน ของวงจรคลื่นระนาบโดยใช้วิธีการวนรอบของคลื่นจากการ ออกแบบสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วน โดยในส่วนแรกแสดงถึงการหาค่าสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าของวงจร ส่วนที่สองหาค่า S Parameter ส่วนที่สาม วิเคราะห์ค่า

าตัวเหนี่ยวนำ (Inductance) และค่าตัวเก็บประจุ (Capacitance) ในเทอมของพื้นที่ตัวนำ (m/a) ส่วนสุดท้าย เป็นการหาค่าอินดักแตนซ์และคาปาซิแตนซ์ในเทอมของพื้นที่ตัวนำ (a/λ) โปรแกรมจำลองการออกแบบมาโครฟิเซลจะต้องมีการกำหนดค่าเริ่มต้น ดังแสดงภาพที่ 3

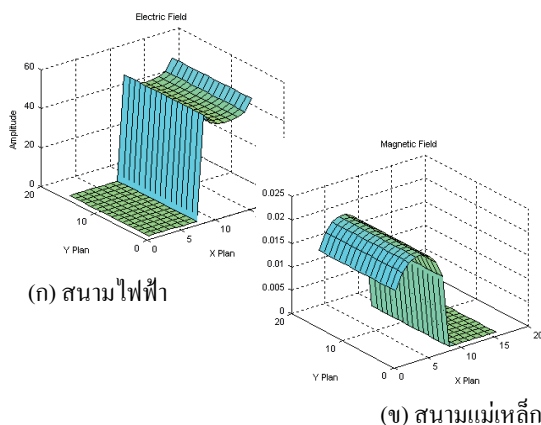


ภาพที่ 3 การกำหนดค่าเริ่มต้นของโปรแกรม

3.2 การวิเคราะห์วงจรมาโครฟิเซล

3.2.1 การวิเคราะห์สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า

การวิเคราะห์วงจรมาโครฟิเซลในหัวข้อนี้จะทำการคำนวณหาค่าของสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า โดยกำหนดค่าเริ่มต้นของโปรแกรมหาดังแสดงในภาพที่ 3 ขนาดของตัวนำและฉนวนสามารถกำหนดให้มีขนาดกว้างขึ้นหรือเล็กลงได้ตามที่ต้องการ



(ก) สนามไฟฟ้า

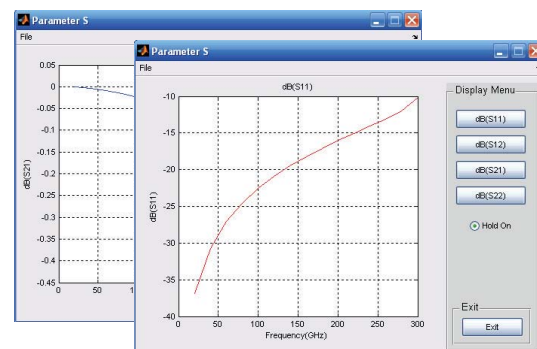
(ข) สนามแม่เหล็ก

ภาพที่ 4 สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กของวงจรมาโครฟิเซล

จากภาพที่ 4 (ก) สนามไฟฟ้าจะเกิดขึ้นตรงบริเวณรอยต่อพื้นผิวของมาโครฟิเซลที่เป็นไดอิเล็กตริกตามทฤษฎีเงื่อนไขขอบเขต (Boundary condition) ซึ่งพบว่าบนผนังตัวนำจะมีเฉพาะสนามแม่เหล็ก ดังภาพที่ 4 (ข) และในช่องว่างจะมีเฉพาะสนามไฟฟ้าเท่านั้น และสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนวงจรมาโครฟิเซลทั้งบนส่วนที่เป็นไดอิเล็กตริกและตัวนำแสดงให้เห็นว่าวิธีการคำนวณแบบการวนรอบของคลื่น (Wave Iterative Method) ให้ผลลัพธ์เป็นไปตามทฤษฎีของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

3.2.2 การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ S ของมาโครฟิเซล

ผลของการคำนวณโดยใช้โปรแกรมจำลองสามารถแสดงค่าพารามิเตอร์ S ที่เปลี่ยนแปลงตามความถี่ใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 5

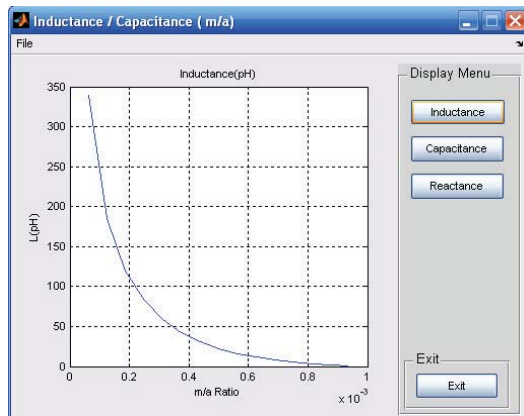


ภาพที่ 5 พารามิเตอร์ S11 และ S21 ของมาโครฟิเซล

จากภาพที่ 5 แสดงผลของการคำนวณด้วยโปรแกรมจำลอง ซึ่งสามารถวิเคราะห์หาค่า S11 และ S21 ในเทอมของความถี่ใช้งานตั้งแต่ 0-300 GHz เมื่อค่า S11 หมายถึงสัมประสิทธิ์ของการสะท้อนกลับของคลื่น และ S21 ของหมายถึงสัมประสิทธิ์ของการส่งผ่านของคลื่น

3.2.3 ค่าความเหนี่ยวนำและค่าความจุเมื่อความกว้างตัวนำ (m/a) เปลี่ยนแปลง

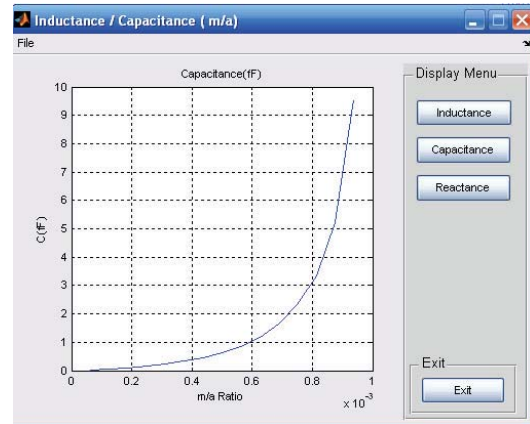
การวิเคราะห์ค่าความเหนี่ยวนำและค่าความจุที่เปลี่ยนแปลงตามขนาดพื้นที่ตัวนำของมาโครฟิสิกเซลล์ ดังนั้นการคำนวณหาคุณสมบัติของวงจรมาโครฟิสิกเซลล์นี้จะกำหนดให้ขนาดความกว้างของตัวนำมีการเปลี่ยนแปลงและกำหนดให้ทิศทางการแพร่กระจายของคลื่นอยู่ในแนวแกน x และแกน y ดังแสดงในภาพที่ 6 และภาพที่ 7



รูปที่ 6 ค่าความเหนี่ยวนำในเทอมของขนาดพื้นที่ตัวนำ

เมื่อกำหนดให้ขั้วคลื่นอยู่ในทิศทางของแกน y โครงสร้างของวงจรมาโครฟิสิกเซลล์มีคุณสมบัติเป็นตัวเหนี่ยวนำ (Inductor) ผลที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 6 จะสังเกตว่าค่าความเหนี่ยวนำจะเปลี่ยนแปลงตามขนาดพื้นที่ของตัวนำของมาโครฟิสิกเซลล์ ถ้าพื้นที่ตัวนำมาก ค่าความเหนี่ยวนำจะมีค่าน้อย

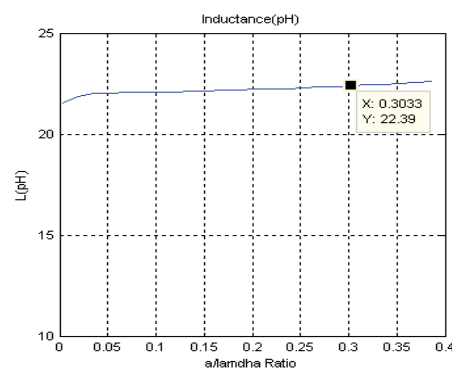
เมื่อกำหนดให้ขั้วคลื่นอยู่ในทิศทางของแกน x โครงสร้างของวงจรมาโครฟิสิกเซลล์มีคุณสมบัติเป็นค่าตัวเก็บประจุ (Capacitor) ผลที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 7 จะสังเกตว่า ค่าความจุจะเปลี่ยนแปลงตามขนาดของพื้นที่ตัวนำ โดยถ้าพื้นที่ตัวนำมีมาก ค่าความจุจะมีค่ามาก ซึ่งผลที่ได้มีความสอดคล้องกับผลทางทฤษฎีสถานแม่เหล็กไฟฟ้า



รูปที่ 7 ค่าความจุในเทอมของขนาดพื้นที่ตัวนำ

3.2.4 ค่าความเหนี่ยวนำและค่าความจุเมื่อ (a/λ) เปลี่ยนแปลง

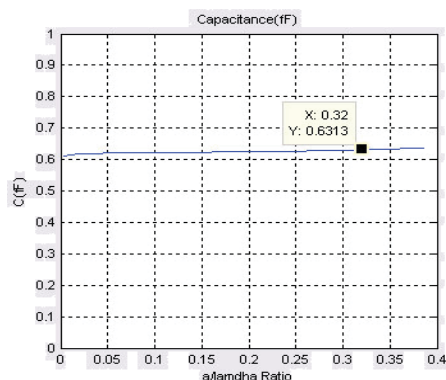
การคำนวณค่าคุณสมบัติของวงจรมาโครฟิสิกเซลล์ในหัวข้อนี้ เป็นการวิเคราะห์ผลของตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุเมื่อขนาดของฟิสิกเซลล์ (a) หรือค่าความถี่ใช้งาน (a/λ) ของ มาโครฟิสิกเซลล์มีการเปลี่ยนแปลง โดยกำหนดให้ทิศทางการแพร่กระจายคลื่นอยู่ในแนวแกน y และแกน x ตามลำดับ



ภาพที่ 8 ค่าความเหนี่ยวนำของวงจรมาโครฟิสิกเซลล์ (a/λ)

พิจารณาจากภาพที่ 8 พบว่าการเปลี่ยนแปลงของขนาดฟิสิกเซลล์ (a) หรือความถี่ใช้งาน (a/λ) ในช่วงของ $\lambda/20 < a < \lambda/3$ มีผลให้ค่าความเหนี่ยวนำมี

ค่าคงที่ ดังนั้นสามารถใช้ขนาดมาโครฟิเคเซลดังกล่าว ในการออกแบบวงจรได้



ภาพที่ 9 ค่าความจุของวงจรมาโครฟิเคเซล (a/λ)

พิจารณาจากภาพที่ 9 พบว่าการเปลี่ยนแปลงของ ขนาดฟิเคเซล (a) หรือความถี่ใช้งาน (a/λ) ในช่วง ของ $\lambda/20 < a < \lambda/3$ มีผลให้ค่าความจุมีค่าคงที่ ดังนั้น สามารถใช้ขนาดมาโครฟิเคเซลดังกล่าว ในการออกแบบวงจรได้

3.3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้

การประเมินโปรแกรมจำลองวงจรมาโครฟิเคเซล สำหรับใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนจะ นำไปให้กับผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ จำนวนกลุ่มละ 5 ท่าน เพื่อพิจารณาผลในด้านโปรแกรม/โครงสร้าง ด้าน เนื้อหาและคู่มือการใช้งาน และด้านการใช้งาน โดยมี ผลการประเมิน ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ	ข้อคำถาม	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
1	ด้านโปรแกรมและโครงสร้าง	4.40	0.58	มาก
2	ด้านเนื้อหาและคู่มือการใช้งาน	4.56	0.55	มาก
3	ด้านการใช้งาน	4.44	0.53	มาก
	ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.46		มาก

จากตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินโปรแกรม จำลองโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีความเห็นดังนี้ ด้านโปรแกรมและโครงสร้างมีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ด้านเนื้อหาและคู่มือการใช้งานมีผลเฉลี่ย 4.56 มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด ด้านการใช้งานมีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

ข้อที่	ข้อคำถาม	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
ด้านโปรแกรมและโครงสร้าง				
1	การจัดวางตำแหน่งต่างๆ	4.20	0.44	มาก
2	รูปแบบของรูปภาพ	4.00	0.71	มาก
3	สีและขนาดตัวอักษร	3.80	0.45	มาก
4	ขนาดเหมาะสมมองเห็นได้	4.00	0	มาก
5	การแสดงผล	3.80	0.45	มาก
	ค่าผลเฉลี่ย	3.96		มาก
ด้านเนื้อหาและคู่มือการใช้งาน				
1	การเรียงลำดับและขั้นตอน	4.20	0.84	มาก
2	การใช้ภาษา	3.60	0.55	มาก
3	รูปภาพประกอบ	4.00	0	มาก
4	เนื้อหามีความถูกต้อง	4.20	0.45	มาก
5	เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.00	1	มาก
	ค่าผลเฉลี่ย	4.00		มาก
ด้านการใช้งาน				
1	การใช้งานทำได้ง่าย	4.20	0.45	มาก
2	ความสะดวกในการใช้งาน	3.60	0.55	มาก
3	ผลลัพธ์ของโปรแกรม	4.20	0.45	มาก
4	ความรวดเร็วในการคำนวณ	4.00	0	มาก
5	เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	4.20	0.45	มาก
	ค่าผลเฉลี่ย	4.04		มาก
	ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.00		มาก

จากตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้งาน 5 คน มีความเห็นดังนี้ ด้านโปรแกรมและโครงสร้างมีผลเฉลี่ยเท่ากับ 3.96 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ด้านเนื้อหาและคู่มือการใช้งานมีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ด้านการใช้งานมีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.04 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และความพึงพอใจเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ 4.00 มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ดังนั้นสรุปได้ว่าโปรแกรมจำลองที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดี

4. สรุปผล

บทความวิจัยนี้ได้นำเสนอโปรแกรมจำลองวงจรมาโครฟิสิกเซลล์เพื่อวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางไฟฟ้าของวงจรโดยอาศัยวิธีการคำนวณแบบวนรอบของคลื่น (Wave Iterative Method) โปรแกรมคำนวณได้ออกแบบโดยใช้ GUI (Graphic User Interface) ทำให้สามารถแสดงค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในภาพ 3 มิติและค่าพารามิเตอร์ต่างๆ สะดวก ผลจากการวิจัย สามารถสรุปได้ว่าค่าของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้มีผลใกล้เคียงกับทางทฤษฎี

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] สมศักดิ์ อรรถทิมากุล, “การวิเคราะห์สนามแม่เหล็กไฟฟ้าแบบใหม่สำหรับวงจรไมโครเวฟโดยใช้หลักการของคลื่น”, ประชุมวิชาการ วิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 25 , สงขลา , พฤศจิกายน 2545.
- [2] สมศักดิ์ อรรถทิมากุล, ศุภลักษณ์ บุญสนิท “การศึกษาและวิเคราะห์คลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในวงจร ช่องแคบแบบตัวเหนี่ยวนำ”, การประชุมวิชาการ วิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 27, ขอนแก่น, 2547. 2548.
- [3] สุภทัต บุพพวงส์ “การศึกษาและวิเคราะห์โครงสร้างหลายมาตราส่วนของวงจรคลื่นระนาบโดยใช้วิธีการวนรอบของ

คลื่น”, วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ , 2549.

**การพัฒนาโปรแกรมจำลองสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายในท่อนำคลื่น
สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ
A Development of Electromagnetic Simulation Program
of Waveguide for Microwave Engineering Education**

ศรัณย์ ชุกดี¹ และ สมศักดิ์ อรรถทิมากุล²

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Email : ¹sarun_kmitnb@hotmail.com , ²ssa@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการใช้โปรแกรมจำลองสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายในท่อนำคลื่นโดยใช้หลักการทางทฤษฎีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าร่วมกับวิธีการคำนวณแบบวนรอบ เพื่อประยุกต์ใช้สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ โดยการทำงานของโปรแกรมจะมีลักษณะเป็นหน้าต่างเมนูเลือก โดยใช้ GUI (Graphic User Interface) ของโปรแกรม MATLAB[®] แบ่งการทำงานของโปรแกรมออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนรับข้อมูล ส่วนประมวลผล และส่วนแสดงผล และจากการสำรวจโดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักสูตรวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าเนื้อหาในรายวิชาดังกล่าวมีการคำนวณที่ซับซ้อนควรมีสื่อการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจพฤติกรรมในการคำนวณ ดังนั้นโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่สำคัญที่สามารถนำมาใช้ออกแบบและวิเคราะห์ค่าต่างๆ ได้สะดวกและรวดเร็ว เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น

คำสำคัญ: คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โปรแกรมจำลอง วิธีการวนรอบ วงจรท่อนำคลื่น

Abstract

This paper presents an electromagnetic simulation of waveguide by using electromagnetic theory with wave iterative method for applied microwave engineering education. This program is divided into three parts: input, output, and processing part. The input and output parts are displayed by GUI (Graphic User Interface) of MATLAB[®]. After the surveying of questionnaire in the microwave engineering course by five experts, they see that the microwave engineering is the subject to have complexity of calculation. Thus we should have a simulation program to use in the teaching of microwave engineering. This simulation can be used in design and analysis easily. The students can understand the behavior of analysis method with effective learning.

Keywords: Electromagnetic, Program simulation, Wave iterative method, Waveguide

1. บทนำ

การเรียนการสอนในเนื้อหาทางด้านวิศวกรรม โดยเฉพาะรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ [1] ที่มีเนื้อหาทางด้านทฤษฎีที่มุ่งเน้นถึงการออกแบบ การคำนวณ และการวิเคราะห์ผลของวงจรไมโครเวฟ โดยในการออกแบบ และวิเคราะห์วงจรดังกล่าวนี้มีขั้นตอนและการคำนวณในทางทฤษฎีที่ซับซ้อน อีกทั้งผู้เรียนไม่สามารถที่จะเห็นพฤติกรรมที่เกิดจากการคำนวณ ดังนั้น สิ่งที่สำคัญคือต้องมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำมาออกแบบ และวิเคราะห์วงจร ที่สามารถแสดงผลของสนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก และค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้งานได้ง่าย มีการคำนวณที่รวดเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยต่างๆ ที่ได้นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอนวิชาทางวิศวกรรมไมโครเวฟ [2-3]

จากการศึกษาสภาพการเรียนการสอนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟในปัจจุบัน โดยใช้แบบสอบถามและบทสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากอาจารย์ผู้สอน จำนวน 10 ท่าน และผู้เรียน จำนวน 40 คน ในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องพบว่า ความสำคัญและความจำเป็นในการเรียนวิชานี้มีความต้องการอยู่ในระดับมากที่สุด และสิ่งที่ต้องการ

พัฒนาในรายวิชานี้คือด้านสื่อการเรียนการสอนที่มีความต้องการอยู่ในระดับมาก

ในปัจจุบันการเรียนการสอนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟจะใช้รูปแบบที่เน้นผู้สอนเป็นสำคัญ โดยจะให้เนื้อหาด้วยวิธีการบรรยาย รูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนจะขึ้นอยู่กับผู้สอน ซึ่งส่วนมากจะใช้การถามตอบกับผู้เรียนเป็นครั้งคราว ไม่มีรูปแบบการเรียนการสอนที่ชัดเจน ส่วนสื่อที่ใช้จะเป็นกระดานดำ มีการนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์หรือแผ่นใส และการประเมินผลจะใช้ข้อสอบแบบอัตนัยเป็นหลัก สำหรับปัญหาในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ ขาดสื่อที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์การทำงานของวงจรที่ซับซ้อน ผู้เรียนไม่มีกิจกรรมร่วมกับผู้สอน ดังนั้นผู้สอนจึงมีความต้องการสื่อการสอนที่สามารถอธิบายถึงปรากฏการณ์การทำงานของวงจรที่ออกแบบ และสื่อที่ใช้คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อพิสูจน์ทฤษฎีที่ได้จากการออกแบบที่ใช้งานง่ายและคำนวณได้รวดเร็ว

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการพัฒนาการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมไมโครเวฟ เรื่องท่อนำคลื่น

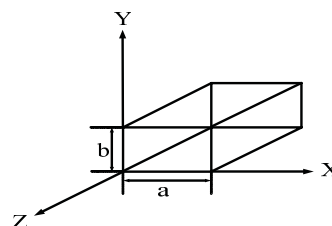
และการออกแบบประยุกต์ใช้งาน โดยมีความสนใจที่จะพัฒนาสื่อการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมการจำลองสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายในท่อนำคลื่น โดยโปรแกรมดังกล่าวสามารถออกแบบ และวิเคราะห์วงจรในท่อนำคลื่นที่สามารถแสดงผลของสนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก และค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้งานได้ง่าย มีการคำนวณที่รวดเร็ว เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงพฤติกรรมของวงจรสามารถนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

สายนำสัญญาณที่ใช้ได้ดีในย่านความถี่ไมโครเวฟก็คือ ท่อนำคลื่น ซึ่งมีโครงสร้างเป็นรูปท่อโลหะกลวง โดยที่พื้นที่หน้าตัดอาจเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า วงกลม หรือวงรีก็ได้ ขนาดด้านหน้าตัดของท่อมักจะอยู่ในช่วง $\lambda/2$ ถึง λ ซึ่งในย่านความถี่ไมโครเวฟจะมีขนาดไม่ใหญ่นัก ข้อดีของท่อนำคลื่นคือ ไม่จำเป็นต้องใช้สารไดอิเล็กตริกซึ่งส่งผลให้มีการสูญเสียต่ำ และสามารถรับกำลังคลื่นได้สูง

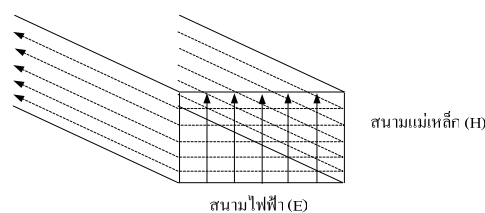
2.1 ท่อนำคลื่นแบบสี่เหลี่ยม (Rectangular Waveguide)

ท่อนำคลื่นแบบสี่เหลี่ยม เป็นสายส่งชนิดหนึ่ง โดยทั่วไป จะมีรูปหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง a สูง b และมีความยาวไปตามแนวแกน z ดังแสดงไว้ในภาพที่ 1 ซึ่งจัดว่าเป็นสายนำสัญญาณของคลื่นไมโครเวฟที่ความถี่ตั้งแต่ 1 GHz ถึง 40 GHz ท่อนำคลื่นแบบนี้มักใช้เป็นส่วนประกอบในอุปกรณ์ เช่น ตัวลดทอน (Attenuator) ตัวเชื่อมต่อ (Coupler) และ สล็อตไลน์ (Slotted Line) เป็นต้น โดยการวิจัยจะกล่าวถึงคุณสมบัติของท่อนำคลื่นแบบสี่เหลี่ยม โดยพิจารณาท่อนำคลื่นที่ภายในเป็นอากาศ แกนของท่อเป็นเส้นตรงไม่คดงอ และรูปร่างหน้าตัดของท่อนำคลื่นไม่เปลี่ยนแปลงตามแนวแกน z



ภาพที่ 1 โครงสร้างท่อนำคลื่นแบบสี่เหลี่ยม

ท่อนำคลื่นแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า จะเกิดคุณลักษณะเฉพาะของสนามไฟฟ้า (E-Field) และสนามแม่เหล็ก (H-Field) ที่ประกอบกันเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ดังภาพที่ 2



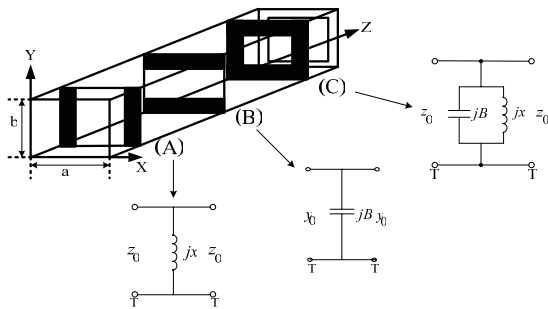
ภาพที่ 2 สนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายในท่อนำคลื่นแบบสี่เหลี่ยม

2.1.1 สนามไฟฟ้า ที่เกิดอยู่ภายในท่อนำคลื่น มีจุดความเข้มสูงสุดอยู่ที่กึ่งกลางของด้านยาวของท่อนำคลื่น และมีความเข้มของสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ที่ผนังหรือด้านกว้างของท่อนำคลื่น (สนามไฟฟ้า ที่ขนานกับผิวตัวนำมีค่าความเข้มเป็นศูนย์)

2.1.2 สนามแม่เหล็ก ที่เกิดขึ้นภายในท่อนำคลื่นจะต่อเนื่องกัน และวนไปรอบท่อนำคลื่น โดยที่เวกเตอร์ของสนามแม่เหล็ก จะไม่ตั้งฉากกับผนังของตัวนำด้านใดเลย สนามแม่เหล็กจะวนต่อกันเป็นวงรอบ (Complete loop) และจะขนานไปกับผนังทุกๆ ด้าน ดังภาพที่ 2

2.2 วงจรกรองความถี่ในท่อนำคลื่นแบบสี่เหลี่ยม (Waveguide Filter Circuit)

โครงสร้างของวงจรกรองความถี่ในท่อนำคลื่นที่มีโครงสร้างของวงจรช่องแคบในลักษณะต่างๆ [4-6] สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3

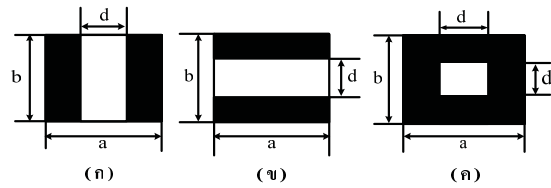


ภาพที่ 3 โครงสร้างวงจรกรองความถี่ในท่อนำคลื่น

วงจรกรองความถี่มีบทบาทและความสำคัญต่อการออกแบบวงจรประเภทต่างๆ มีหน้าที่สำคัญคือ ขอมให้สัญญาณความถี่ที่ต้องการผ่านไปได้ ในขณะที่ความถี่ที่ไม่ต้องการจะกีดกันหรือลดทอนความถี่อื่น ที่นอกเหนือจากความถี่ที่ต้องการ

2.3 วงจรกรองความถี่แบบช่องแคบหรือไอริส (Iris)

วงจรช่องแคบหรือไอริส คือ แผ่นโลหะลักษณะบางๆ วางขวางที่ผนังด้านในของท่อนำคลื่น ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อการแมตช์โหลด (Matching Load) ของท่อนำคลื่น โดยคลื่นที่ส่งเข้าไปในท่อนำคลื่นเป็นโหมดโดมิแนนท์ TE_{10} ซึ่งการวางตัวของไอริสในท่อนำคลื่นนั้นมีหลายรูปแบบด้วยกัน ซึ่งแต่ละแบบนั้น ความสมมูลทางไฟฟ้าเทียบได้กับการต่อตัวเหนี่ยวนำหรือตัวเก็บประจุแบบขนาน หรือเป็นทั้งตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุต่อกันในแบบขนาน หรืออนุกรมก็ได้



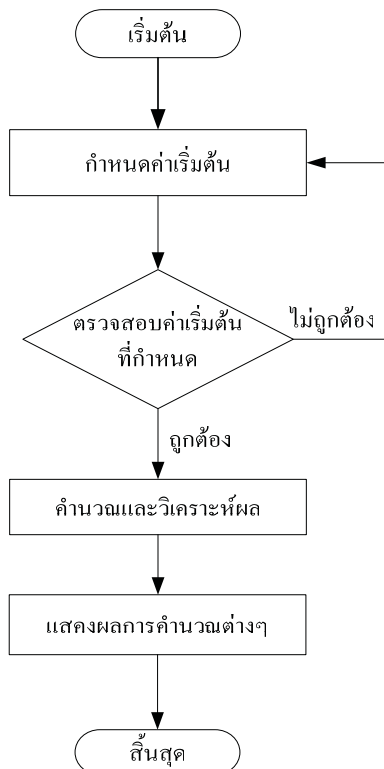
ภาพที่ 4 วงจรกรองความถี่แบบช่องแคบชนิดต่างๆ

ลักษณะการวางตัวของไอริสแสดงได้ดังภาพที่ 4 (ก) เป็นการวางตัวของไอริสที่ทำให้ความสมมูลทางไฟฟ้าเทียบได้กับตัวเหนี่ยวนำ การวางไอริสในลักษณะที่แสดงความสมมูลทางไฟฟ้าแบบตัวเหนี่ยวนำอาศัยหลักการที่ว่าถ้ามีความไม่ต่อเนื่องอยู่ในท่อนำคลื่นจะมีโหมดอันดับสูงซึ่งเป็นโหมดจางหาย (Evanescent Mode) ถูกกระตุ้นให้เกิดขึ้น และพลังงานของโหมดจางหายนี้จะสะสมอยู่รอบๆ บริเวณที่มีความไม่ต่อเนื่องซึ่งทำให้เกิดค่ารีแอคแตนซ์โดยทั่วไป จากหลักการนี้ทำให้สามารถสร้างชิ้นส่วนรีแอคแตนซ์ที่มีค่าตัวเหนี่ยวนำได้โดยกระตุ้นให้เกิดโหมดจางหายที่พลังงานส่วนใหญ่อยู่ในสนามแม่เหล็ก ในทำนองเดียวกันการวางไอริสดังภาพที่ 4 (ข) ซึ่งแสดงความสมมูลทางไฟฟ้าเทียบได้กับตัวเก็บประจุก็จะทำได้โดยอาศัยการกระตุ้นให้เกิดโหมดจางหายที่พลังงานส่วนใหญ่อยู่ในสนามไฟฟ้า และในภาพที่ 4 (ค) แสดงการวางตัวของวงจรช่องแคบแบบสี่เหลี่ยมที่มีวงจรเทียบเคียงทางไฟฟ้าเป็นวงจรของตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุต่อขนานกันก่อให้เกิดสถานะเรโซแนนซ์ ที่แถบความถี่หนึ่งๆ ที่ส่งผลให้วงจรทำหน้าที่กรองให้ความถี่แถบนั้นผ่านไป

3. การพัฒนาโปรแกรมจำลองสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายในท่อนำคลื่น

การออกแบบโปรแกรมจำลองการคำนวณที่ทำงานภายใต้โปรแกรม MATLAB[®] ซึ่งมีลักษณะเป็นรายการ

ให้เลือกหรือใส่ค่าลงไป โดยใช้ Graphic User Interface (GUI) ในโปรแกรมของ MATLAB[®] เพื่อเป็นส่วนในการติดต่อระหว่างโปรแกรมและผู้ใช้งาน ซึ่งง่ายในการแสดงผล โดยลักษณะการทำงานของโปรแกรมแสดงดังภาพที่ 5



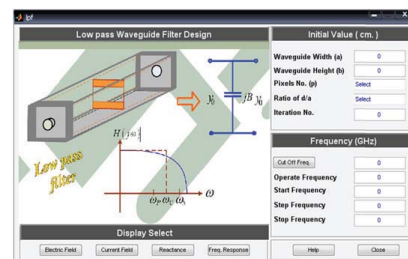
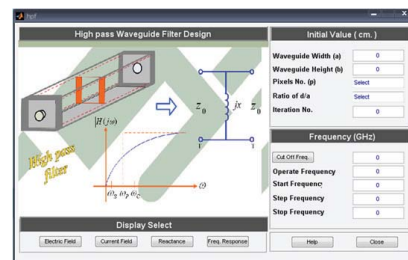
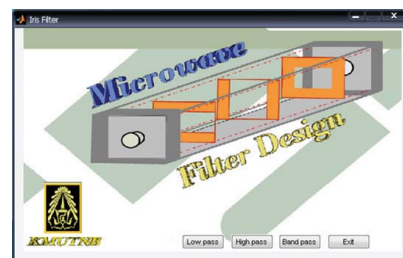
ภาพที่ 5 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมจำลอง

4. ผลของการวิจัย

ผลของงานวิจัยที่นำเสนอในบทความนี้ จะประกอบด้วยส่วนของโปรแกรมการออกแบบวงจรกรองความถี่ภายในท่อนำคลื่น และผลการประเมินโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ

4.1 โปรแกรมการออกแบบวงจรกรองความถี่

โปรแกรมการออกแบบวงจรกรองความถี่ภายในท่อนำคลื่น จะทำงานภายใต้โปรแกรม MATLAB[®] ที่ออกแบบเป็นหน้าต่าง GUI (Graphic User Interface) โดยสามารถกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบวงจรช่องแคบ และสามารถคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของวงจรข่ายงานสองขั้ว ดังแสดงในภาพที่ 6

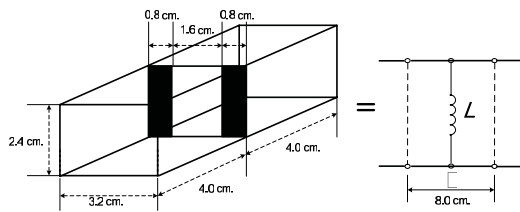


ภาพที่ 6 โปรแกรมการออกแบบวงจรกรองความถี่

4.2 การวิเคราะห์วงจรช่องแคบแบบตัวเหนี่ยวนำ

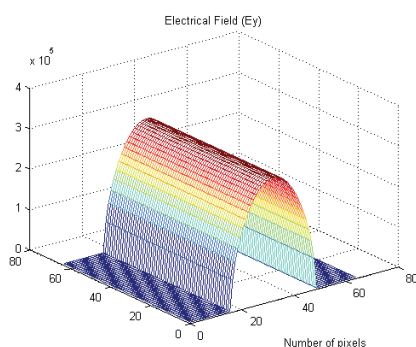
เป็นการวิเคราะห์วงจรช่องแคบแบบตัวเหนี่ยวนำเพียงตัวเดียว โดยใช้โปรแกรมการออกแบบวงจรกรองความถี่ภายในท่อนำคลื่นไมโครเวฟที่สร้างขึ้น สำหรับ

ใช้จำลองการคำนวณวงจรช่องแคบแบบตัวเหนี่ยวนำ เพื่อหาลักษณะคุณสมบัติของวงจรช่องแคบความถี่สูง โดยใช้วิธีการวนรอบของคลื่น จากการออกแบบ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน โดยในส่วนแรกแสดงถึงการหาความสัมพันธ์แม่เหล็กไฟฟ้าในช่องแคบของวงจร (E) ส่วนที่สองหาความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าในช่องแคบ (J) ส่วนสุดท้ายเป็นการหาค่ารีแอคแตนซ์ของวงจรช่องแคบแบบตัวเหนี่ยวนำ โดยกำหนดให้ ท่อนำคลื่นมีขนาด $3.2 \times 2.4 \text{ cm}^2$ และส่วนของวงจรช่องแคบมีความกว้างเท่ากับ 1.6 cm ที่มีลักษณะเป็นตัวเหนี่ยวนำแสดงดังภาพที่ 7



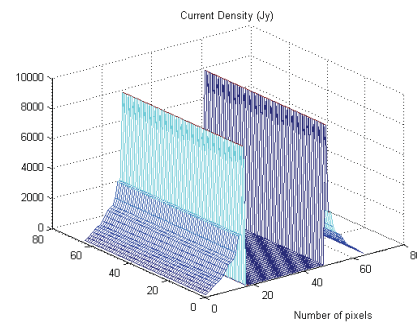
ภาพที่ 7 วงจรช่องแคบแบบตัวเหนี่ยวนำ

4.2.1 ผลของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในช่องแคบเป็นการจำลองเพื่อศึกษาและเรียนรู้พฤติกรรมของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ปรากฏบนวงจรช่องแคบในท่อนำคลื่น



ภาพที่ 8 สนามไฟฟ้าในช่องแคบ

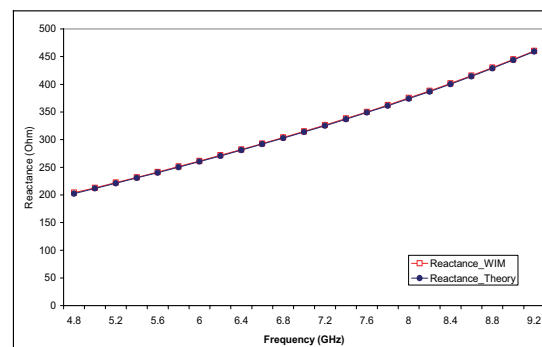
จากภาพที่ 8 จะเห็นได้ว่าเมื่อส่วนของพื้นที่ของช่องแคบจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของสนามไฟฟ้าโดยมีค่าสูงสุดที่กึ่งกลางและจะมีค่าเป็นศูนย์ที่พื้นที่ตัวนำ



ภาพที่ 9 ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าในช่องแคบ

จากภาพที่ 9 จะเห็นว่าสนามแม่เหล็กจะปรากฏอยู่บนพื้นที่ตัวนำของวงจรช่องแคบที่แสดงค่าในรูปของค่าความหนาแน่นของกระแส โดยบริเวณขอบของแผ่นตัวนำจะมีค่าสูงสุดและมีค่าต่ำสุดที่ผนังติดกับท่อนำคลื่น

4.2.2 ผลของค่ารีแอคแตนซ์ของวงจรช่องแคบ เป็นการวิเคราะห์หาค่ารีแอคแตนซ์ของวงจรช่องแคบที่เปลี่ยนแปลงตามความถี่ใช้งานในช่วง 4.8-9.2 GHz



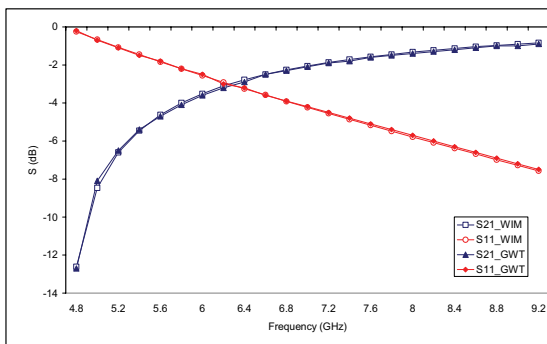
ภาพที่ 10 การเปรียบเทียบค่ารีแอคแตนซ์ของตัวเหนี่ยวนำ

จากภาพที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบค่ารีแอคแตนซ์ของวงจรช่องแคบตัวเหนี่ยวนำด้วยโปรแกรมออกแบบวงจรกรองความถี่ภายในท่อนำคลื่นและค่าทางทฤษฎี

ที่ความถี่ตั้งแต่ 4.8 - 9.2 GHz ซึ่งจะได้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณที่มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 0.5 \%$

4.2.3 ผลการตอบสนองทางความถี่ของวงจรกรองความถี่สูงผ่าน

เป็นการวิเคราะห์หาผลการตอบสนองทางความถี่ของวงจรช่องแคบที่มีลักษณะเป็นวงจรกรองความถี่สูงผ่าน



ภาพที่ 11 การตอบสนองของวงจรกรองความถี่สูงผ่าน

จากภาพที่ 11 แสดงผลตอบสนองตามความถี่ของวงจรกรองความถี่สูงผ่านที่ใช้วงจรช่องแคบตัวเหนี่ยวนำเพียงตัวเดียว โดยมีความถี่ตัดผ่านของวงจรที่ค่าเท่ากับ 6.2 GHz ที่ระดับ -3 dB

4.3 ผลการประเมินโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผลจากการใช้แบบประเมินในการใช้งานโปรแกรมสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ที่สอนรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ ในแต่ละด้านมีดังนี้

4.3.1 ความเหมาะสมด้านโปรแกรม/โครงสร้าง มีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

4.3.2 ความเหมาะสมด้านเนื้อหา/คู่มือการใช้งาน มีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

4.3.3 ความเหมาะสมด้านการใช้งานของโปรแกรม มีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

โดยค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดทั้ง 3 ด้านมีผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด แสดงในตารางที่ 1 นอกจากนั้นได้นำเอาโปรแกรมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ 12 พบว่า นักเรียนมีความสนใจเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน และตั้งใจเรียนมากขึ้น

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ความคิดเห็น	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1.	ความเหมาะสมด้านโปรแกรม/โครงสร้าง	4.60	0.51	มากที่สุด
2.	ความเหมาะสมด้านเนื้อหา/คู่มือการใช้งาน	4.40	0.53	มาก
3.	ความเหมาะสมด้านการใช้งาน	4.52	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมทุกด้าน		4.51		มากที่สุด



ภาพที่ 12 การนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ดังนั้นสรุปได้ว่าโปรแกรมการจำลองที่สร้างขึ้นมีคุณภาพดีมาก สามารถใช้งานในการออกแบบและวิเคราะห์วงจรความถี่ภายในท่อนำคลื่นได้ และนำมาใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ เรื่องท่อนำคลื่นและการออกแบบประยุกต์ใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

5. สรุปผลการวิจัย

บทความนี้เป็นการนำเสนอการใช้โปรแกรมจำลองสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายในท่อนำคลื่นโดยใช้หลักการทางทฤษฎีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าร่วมกับวิธีการคำนวณแบบวนรอบ เพื่อประยุกต์ใช้สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ ซึ่งจะเห็นว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมานั้น สามารถแสดงผลของสนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก และค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่มีความถูกต้องตามทฤษฎีของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า มีการใช้งานง่ายและการคำนวณที่รวดเร็ว

ประโยชน์ของงานวิจัยนี้คือสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการคำนวณของวงจรภายในท่อนำคลื่นไมโครเวฟได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, “หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า พ.ศ.2544”. กรุงเทพฯ, 2544.
- [2] Wolfgang J.R. Hoefer, “A Visual Electromagnetic Laboratory for Microwave Education Using TLM”. European Microwave Conference, 1990. 20th Volume 2, Oct. 1990 Page(s):1663 – 1668.
- [3] Wolfgang Menzel, “Microwave Education Supported by Animations of Wave Propagation Effects.” IEEE

Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol.51, No.4, April 2003.

- [4] A.Mediavilla , A.Tazon , J.A.Pereda , et al. “Neuronal Architecture for Waveguide Inductive Iris Bandpass Filter Optimization.” IEEE-INNS-ENNS International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN'00)-Vol.4, 2000.
- [5] สมศักดิ์ อรรถทิมากุล,ทวีศักดิ์ เชียรวิชัย, “การออกแบบวงจรกรองความถี่ในท่อนำคลื่นโดยใช้วิธีการวนรอบของคลื่น.” ประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 30 ,กาญจนบุรี , 2550.
- [6] ศรัณย์ ชูคดี,สมศักดิ์ อรรถทิมากุล, “การวิเคราะห์วงจรกรองความถี่ในท่อนำคลื่นแบบช่องแคบด้วยการจำลองการวนรอบของคลื่น.” ประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 31 , นครนายก , 2551.

การวิเคราะห์การแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในโดเมนทางเวลา สำหรับการศึกษาวงจรไมโครเวฟ

Analysis of Wave Propagation of Electromagnetic in Time Domain for Microwave Circuit Education

สมภารธ ขำเกลี้ยง¹ สมศักดิ์ อรรถกิติมากุล² และ มงคล หวังสติชัย³

¹ภาควิชาการอาชีวศึกษาและพัฒนาสังคม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

^{2,3}ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : ¹sommartk@bua.ac.th, ²ssa@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการวิเคราะห์การแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในโดเมนทางเวลา โดยใช้วิธีการวนรอบของคลื่น เพื่ออธิบายลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้น สำหรับการเรียนการสอนวิชาการวิเคราะห์และออกแบบวงจรไมโครเวฟ เครื่องมือการจำลองถูกพัฒนาด้วยรูปแบบการคำนวณที่ใช้หลักการของการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและวิธีการวนรอบ โดยสร้างขึ้นเป็นโปรแกรมการออกแบบวงจรคลื่นระนาบไมโครเวฟ เรียกว่า MPD2008a ซึ่งผลของการวิจัยพบว่าโปรแกรมสามารถแสดงปรากฏการณ์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นภาพเคลื่อนไหว ตามแกนของคาบของเวลา และแกนของความถี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อจำนวนรอบของกระบวนการคำนวณมีความเหมาะสม จะได้ค่าของผลลัพธ์ผู้เข้าหาคำตอบที่ถูกต้องและรูปคลื่นของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ปรากฏจะมีค่าที่ถูกต้องและสอดคล้องกับทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งผลของการวิจัยสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาการวิเคราะห์และออกแบบวงจรไมโครเวฟได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า วิธีการวนรอบของคลื่น โดเมนทางเวลา

Abstract

This research paper presents a analysis of wave propagation of electromagnetic wave in time domain by using Wave Iterative Method (WIM) in the teaching of microwave circuit analysis and design course. The research tool was developed by using the wave propagated conception and iterative method which is called Microwave Planar

Circuit Design (MPD2008a). The simulated results have shown efficiently the electromagnetic field distribution in time domain on the microwave circuit layer. When the number of iteration is satisfied, the simulated results converged and the electromagnetic field is displayed. The simulated results are agreement with the electromagnetic theory. This research can be used in the teaching of microwave circuit analysis and design.

Keywords: Wave propagation, Wave iterative method, Time domain.

1. บทนำ

การจำลองสนามแม่เหล็กไฟฟ้าบนโครงสร้างของวงจรคลื่นระนาบไมโครเวฟ โดยใช้วิธีการเชิงตัวเลข)Numerical Method([1]-[3] มีความสำคัญมากในการศึกษาและพัฒนาวงจรความถี่สูง เนื่องจากสามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผลซึ่งจะมีความเร็วในการคำนวณสูง และยังสามารถนำผลการจำลองคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปคำนวณหาค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของโครงข่ายได้ ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการวนรอบของคลื่น)Wave Iterative Method([4] เป็นวิธีการคำนวณเชิงตัวเลขวิธีการหนึ่ง ที่อาศัยหลักการของการแพร่กระจายของคลื่น [5] ร่วมกับกระบวนการวนรอบ โดยที่การวนรอบของคลื่นจะสิ้นสุดลง เมื่อค่าของผลลัพธ์มีค่าการลู่เข้า)convergence (และสามารถแสดงรูปคลื่นของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงรูปคลื่นในช่วงเวลาต่าง ๆ นั้น เป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการที่ผู้ออกแบบสามารถสังเกตถึงขบวนการของการทำงาน และเรียนรู้ถึงพฤติกรรมการแพร่กระจายของคลื่น ตลอดจนส่งเสริมในการเรียนรู้ขบวนการคิดและการคำนวณที่มีความซับซ้อนให้เข้าใจง่ายและรวดเร็วขึ้น

วิชาการวิเคราะห์และออกแบบวงจรไมโครเวฟมีเนื้อหาที่มุ่งเน้นถึงทฤษฎี หลักการของการออกแบบการคำนวณ และการวิเคราะห์วงจรไมโครเวฟ โดยเฉพาะหัวข้อการออกแบบวงจรคลื่นระนาบไมโครเวฟ ซึ่งเป็นเนื้อหาพื้นฐานที่สำคัญสามารถ

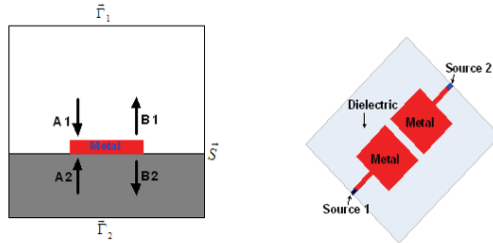
ประยุกต์ใช้งานในด้านอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย โดยในการออกแบบและวิเคราะห์วงจรดังกล่าวพบว่า มีขั้นตอนและการคำนวณที่ยุ่งยากและซับซ้อน อีกทั้งขาดสื่อที่สามารถเห็นพฤติกรรมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในวงจรได้

ดังนั้นเพื่อให้เห็นถึงพฤติกรรมของคลื่นที่มีการแพร่กระจายบนโครงสร้างของวงจรไมโครเวฟ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องมือสำหรับการจำลองการแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในวงจรคลื่นระนาบ โดยใช้วิธีการวนรอบของคลื่น ที่สามารถนำผลของการวิจัยไปใช้ในการศึกษาและอธิบายปรากฏการณ์การแพร่กระจายของคลื่นสำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาการวิเคราะห์และออกแบบวงจรไมโครเวฟต่อไป

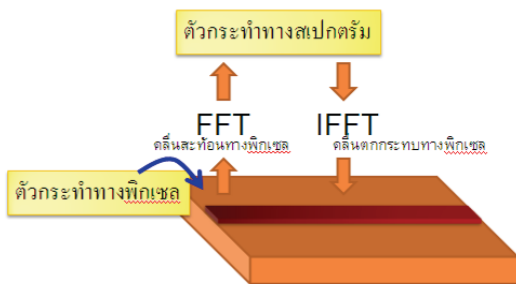
2. การแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

การจำลองการแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในงานวิจัยนี้ จะใช้วิธีการวนรอบของคลื่น [4], [5] ซึ่งอาศัยหลักการของคลื่นที่ตกกระทบ (Incident Wave) คลื่นสะท้อน (Reflected Wave) และคลื่นส่งผ่าน (Transfer Wave) บนโครงสร้างของวงจรคลื่นระนาบที่อยู่ภายในกล่องตัวนำดังภาพที่ 1 โดยกระบวนการคำนวณจะใช้สมการตัวกระทำทางพิกเซล (pixel operation) และสมการตัวกระทำทางสเปกตรัม (spectrum operation) โดยมีการเชื่อมโยงระหว่างทั้งสองโดเมน

โดยใช้ฟูริเยร์อย่างเร็ว (Fast Fourier Transform) แสดง
ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1: วงจรคลื่นระนาบในกล่องตัวนำ



ภาพที่ 2: กระบวนการของการคำนวณ

2.1 สมการตัวกระทำทางฟิสิกส์

จากภาพที่ 1 กำหนดให้พื้นที่ใด ๆ ที่มีคลื่นเคลื่อนที่
ผ่านสมการของคลื่นในเทอมความสัมพันธ์ของสนามไฟฟ้า
และสนามแม่เหล็กสามารถเขียนได้ดังนี้

$$A = \frac{1}{2\sqrt{Z_0}}(E + Z_0 H) \quad (1)$$

$$B = \frac{1}{2\sqrt{Z_0}}(E - Z_0 H) \quad (2)$$

โดยที่ A คือ คลื่นตกกระทบ และ B คือ คลื่น
สะท้อนกลับ โดยที่ E และ H แทนเวกเตอร์สนามไฟฟ้า
และสนามแม่เหล็ก Z_0 คือ อิมพีแดนซ์ของคลื่น

จากความสัมพันธ์ของคลื่นในสมการที่ (1) และ (2)
สามารถใช้หลักการของเงื่อนไขขอบ [6] นำมาวิเคราะห์
หาสมการตัวกระทำทางฟิสิกส์ได้ดังนี้

ที่พื้นผิวโลหะ (Metal) มีค่า

$$S_M = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

ที่พื้นผิวไดอิเล็กทริก (Dielectric) มีค่า

$$S_D = \begin{bmatrix} \frac{1-n^2}{1+n^2} & \frac{2n}{1+n^2} \\ \frac{2n}{1+n^2} & \frac{n^2-1}{1+n^2} \end{bmatrix} \quad (4)$$

และที่พื้นผิวแหล่งจ่าย (Source) มีค่า

$$S_S = \begin{bmatrix} \frac{-1+n_1-n_2}{1+n_1+n_2} & \frac{2m}{1+n_1+n_2} \\ \frac{2m}{1+n_1+n_2} & \frac{-1-n_1+n_2}{1+n_1+n_2} \end{bmatrix} \quad (5)$$

เมื่อ

$$n = \sqrt{\frac{Z_{01}}{Z_{02}}}, \quad m = \frac{Z_0}{\sqrt{Z_{01}Z_{02}}}, \quad n_1 = \sqrt{\frac{Z_0}{Z_{01}}}, \quad n_2 = \sqrt{\frac{Z_0}{Z_{02}}}$$

และ 1, 2 คือ ชั้นของตัวกลางด้านบน และตัวกลาง
ด้านล่าง

2.2 สมการตัวกระทำทางสเปกตรัม

เมื่อพิจารณาคลื่นที่สะท้อนออกจากผิวตัวนำ
ดังภาพที่ 2 จะเปลี่ยนสภาพอยู่ในรูปของโดเมนทางสเปกตรัม
โดยใช้การแปลงสภาพฟูเรียร์ความเร็วสูง (FFT) และ
คลื่นจะแพร่กระจายไปสะท้อนกลับที่ผนังด้านบนของ
กล่องโลหะ ด้วยสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ $\Gamma_{m,n}$ ตาม
สมการดังนี้

$$\Gamma_{mn}^{TE/TM} = \frac{Y_0 - Y_{mn}^{TE/TM}}{Y_0 + Y_{mn}^{TE/TM}} \quad (6)$$

เมื่อ

$$Y_{m,n}^{TE} = \frac{\gamma_{m,n}}{j\omega\mu}, \quad Y_{m,n}^{TM} = \frac{j\omega\epsilon}{\gamma_{m,n}}$$

จากสมการข้างต้นสามารถนำมาคำนวณหาค่าของ
สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กได้โดยใช้ความสัมพันธ์
ของสมการดังนี้

$$E(x, y) = \sqrt{Z_0}(A + B) \quad (7)$$

$$H(x, y) = \frac{1}{\sqrt{Z_0}}(A - B) \quad (8)$$

ดังนั้นจะเห็นว่า ในแต่ละรอบของการคำนวณ สามารถแสดงค่าของสนามบนวงจรไมโครเวฟได้ นอกจากนั้นสามารถวิเคราะห์ห้วงจรซึ่งแทนวงจรด้วยขั้วงานสองขั้ว (Two ports network) โดยจะได้คำตอบในรูปของพารามิเตอร์แบบอิมพีแดนซ์ (Z) หรือแบบแอดมิตแตนซ์ (Y) หรือแบบสแกตเตอร์ริง (S) โดยพิจารณาจากจำนวนพิกเซลพื้นที่ทั้งหมดของแหล่งจ่ายในแต่ละพอร์ต ตามสมการความสัมพันธ์ ดังนี้

$$[Z] = [Y]^{-1} = \begin{bmatrix} \sum_{x,y} \left(\frac{E_{x,y}(1)}{H_{x,y}(1)} \right) & \sum_{x,y} \left(\frac{E_{x,y}(1)}{H_{x,y}(2)} \right) \\ \sum_{x,y} \left(\frac{E_{x,y}(2)}{H_{x,y}(1)} \right) & \sum_{x,y} \left(\frac{E_{x,y}(2)}{H_{x,y}(2)} \right) \end{bmatrix} \quad (9)$$

และสมการความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์แบบสแกตเตอร์ริงกับพารามิเตอร์แบบอิมพีแดนซ์ มีดังนี้

$$[S] = [Z - I][Z + I]^{-1} \quad (10)$$

2.3 การคำนวณการแพร่กระจายคลื่นในขอบเขตของเวลา

จากสมการที่ (7) และ (8) เป็นสมการแสดงการคำนวณสนามไฟฟ้า และสนามแม่เหล็กบนพื้นที่วงจรตัวนำในแต่ละรอบของการคำนวณที่ความถี่ใด ๆ ซึ่งในแต่ละความถี่จะมีเวลาในการคำนวณที่ต่างกัน [7] เนื่องจากความละเอียดของพิกเซลในแต่ละวงจรแตกต่างกัน โดยที่สามารถแสดงการคำนวณสนามไฟฟ้า และสนามแม่เหล็กตามคาบเวลาที่เกิดขึ้นจากการวนรอบของคลื่นที่ความถี่ใด ๆ ได้ดังนี้

$$E_{(x,y)}^f = \sqrt{Z_0}(A + B) \quad (11)$$

$$H_{(x,y)}^f = \frac{1}{\sqrt{Z_0}}(A - B) \quad (12)$$

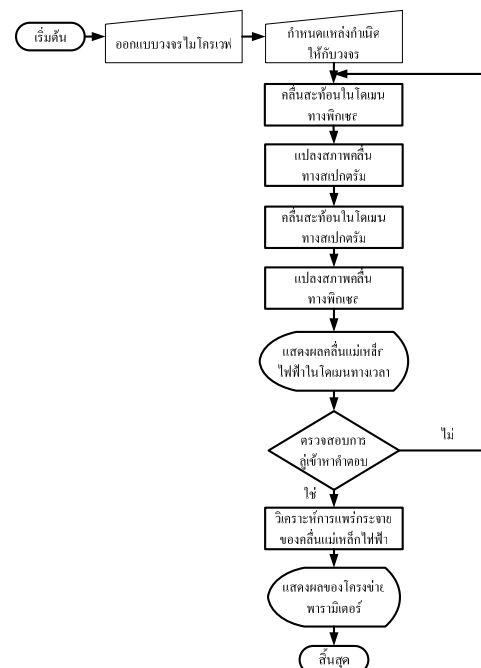
โดยที่ f คือความถี่ และ t คือเวลา

3. เครื่องมือการจำลองการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

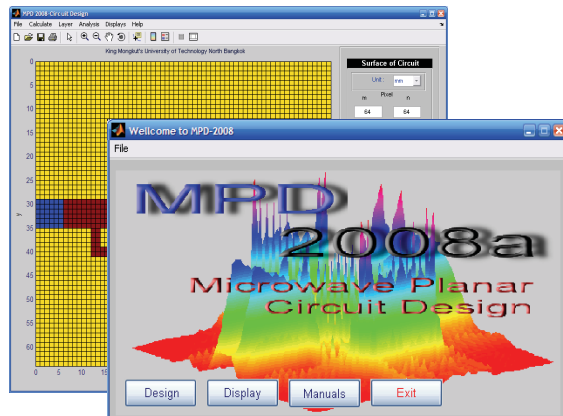
การพัฒนาเครื่องมือจำลองสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะอาศัยหลักการแพร่กระจายของคลื่นร่วมกับวิธีการวนรอบที่สามารถติดต่อกับผู้ใช้งานโดยใช้รูปแบบของ Graphic User Interface ภายใต้โปรแกรม MATLAB โดยกระบวนการคำนวณแสดงดังภาพที่ 3

จากภาพที่ 4 ประกอบด้วยส่วนหน้าต่างหลัก (Main) ส่วนการออกแบบวงจร (Design) ส่วนการแสดงผล (Display) และส่วนแนะนำการใช้งาน (Manuals)

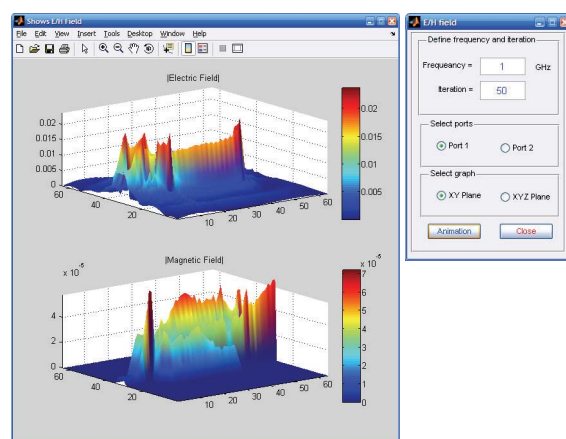
ขั้นตอนการใช้งานมีดังนี้เริ่มต้นด้วยการเปิดหน้าต่างหลัก แล้วพิมพ์ >mpd2008 ใน Command window ของ MATLAB Version 7.1 จะปรากฏหน้าต่างหลักดังภาพที่ 4 (ก) ต่อไปเลือกปุ่ม Design จะปรากฏหน้าต่างการออกแบบวงจร และสามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์เบื้องต้นของวงจรที่ออกแบบได้ เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์เรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม Analyze โปรแกรมจะทำการประมวลผลตามกระบวนการของวิธีการวนรอบของคลื่นและสามารถแสดงผลสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของแต่ละความถี่ของการคำนวณโดยแสดงเป็นภาพเคลื่อนไหวตามการเปลี่ยนแปลงของเวลาได้ดังภาพที่ 4 (ข)



ภาพที่ 3: กระบวนการคำนวณการแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



(ก) หน้าต่างเมนูหลักและหน้าต่างการออกแบบ

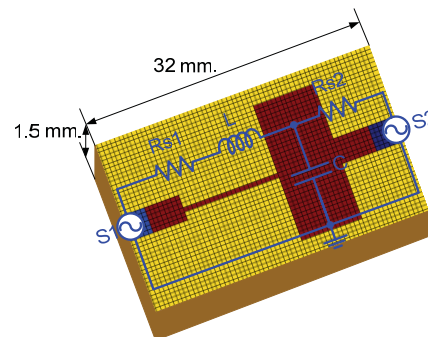


(ข) หน้าต่างการแสดงผลภาพเคลื่อนไหวที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

ภาพที่ 4: เครื่องมือการจำลองการแพร่กระจายของคลื่น

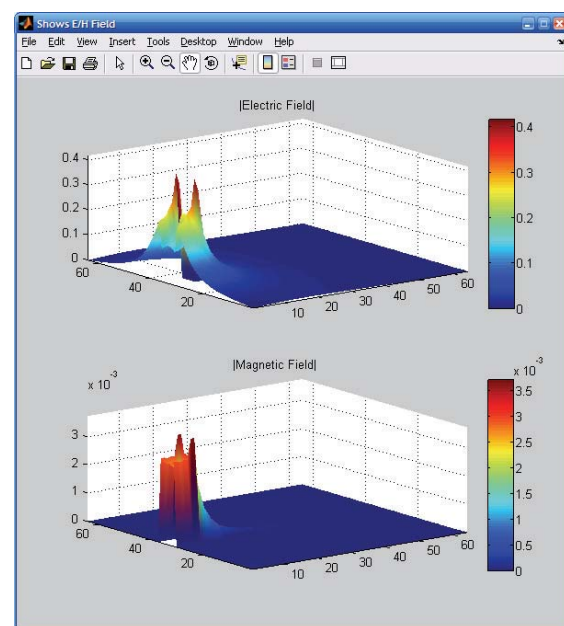
4. ผลการทดสอบ

การทดสอบเครื่องมือการจำลองการแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า บนโครงสร้างของวงจรคลื่นระนาบไมโครเวฟ ในบทความนี้จะยกตัวอย่าง การแพร่กระจายของคลื่นบนวงจรทรงความถี่ต่ำไมโครสตริปที่ 1.5 กิกะเฮิร์ต แบบสเต็ปอิมพีแดนซ์ (step impedance) แสดงดังภาพที่ 5

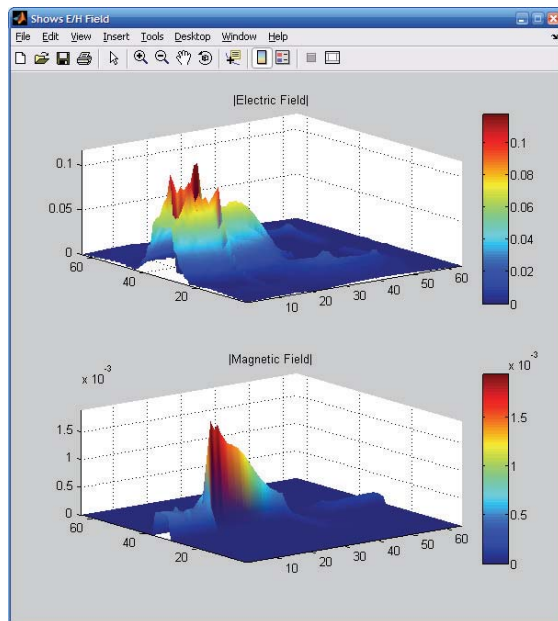


ภาพที่ 5: วงจรทรงความถี่ต่ำและวงจรเทียบเคียง

การออกแบบจะใช้แผ่นวงจรพิมพ์ชนิด FR-4 ที่มีค่าไดอิเล็กตริกสัมพัทธ์ (ϵ_r) เท่ากับ 4.2 และความหนาของชั้นฐานรองเท่ากับ 1.5 มิลลิเมตร



(ก) การแพร่กระจายของคลื่นที่ความถี่ 1.5 GHz ที่เวลา 118 ns

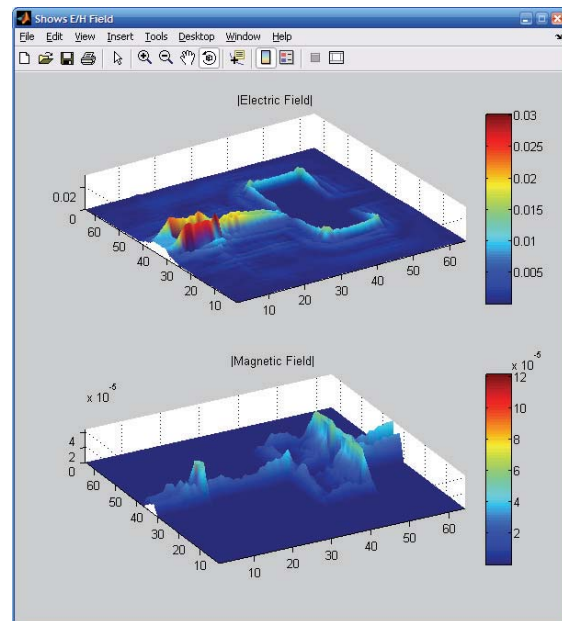


(ก) การแพร่กระจายของคลื่นที่ความถี่ 1.5 GHz
ที่เวลา 473 ns

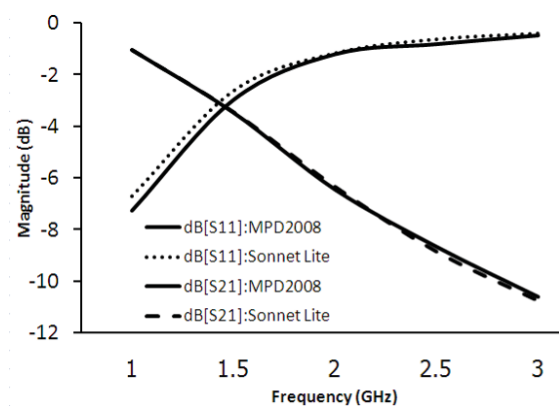
ภาพที่ 6: การแพร่กระจายคลื่นของวงจรความถี่ต่ำ
ตามคาบเวลา

จากภาพที่ 6 จะสังเกตได้ว่าการแพร่กระจายของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแต่ละคาบเวลาของการคำนวณจะมีค่าการแพร่กระจายของคลื่นบนวงจรที่แตกต่างกันไปเมื่อกระบวนการของการคำนวณมีค่าดูเข้าหาค่าตอบจะทำให้ค่าของสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามีความถูกต้องคือมีการแพร่กระจายของคลื่นเต็มพื้นที่ของวงจรตัวนำแสดงดังภาพที่ 7

ภาพที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบผลของการคำนวณค่าพารามิเตอร์เอส ระหว่างโปรแกรม MPD2008 กับ Sonnet Lite ที่ความถี่ 1–3 GHz ผลปรากฏว่า เครื่องมือทั้งสองให้ผลการคำนวณมีค่าที่สอดคล้องกันในทุกย่านความถี่



ภาพที่ 7: การแพร่กระจายของคลื่นที่ความถี่ 1.5 GHz
ที่เวลา 5.97 μs



ภาพที่ 8: การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์เอส ระหว่าง
MPD2008a กับSONNET Lite

5. สรุปผลการวิจัย

จากปัญหาในการขาดสื่อการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงพฤติกรรมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในวงจรคลื่นระนาบไมโครเวฟ ผู้วิจัยได้นำเสนอเครื่องมือการจำลองการแพร่กระจายของคลื่น

ในคาบของเวลา โดยการออกแบบและวิเคราะห์สมการทางคณิตศาสตร์ร่วมกับวิธีการวนรอบของคลื่น และสร้างส่วนติดต่อการใช้งานเพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้งานได้สะดวก ผลการวิจัยพบว่าเครื่องมือการจำลองการแพร่กระจายของคลื่นที่สร้างขึ้นสามารถแสดงภาพการเคลื่อนไหวของคลื่นที่เปลี่ยนไปตามคาบเวลา และสามารถคำนวณค่าพารามิเตอร์เอส ได้อย่างถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบผลการคำนวณกับ SONNET Lite ซึ่งสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนทางด้านการออกแบบวงจรไมโครเวฟได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] P.Russer, B.Bader, "The alternating Transmission Line Matrix (ATLM) Scheme", IEEE MTT-S Intern. Microwave Sym. Digest., Orlando FL, USA, May 1995.
- [2] W.H.Yu and R.Mitra, "A New Sub-girding Method for the Finite Difference Time Domain (FDTD) Algorithm", Microwave Opt. Tech. Letter, Vol. 21, pp. 330-333, June 1999.
- [3] Yan Zhang, Ben-Qing Gao et al. "Analysis and Application of New Quasi-Network Characteristics of Nonuniform Mesh in FDTD Simulation", IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques, Vol. 50, No 11, pp. 2519-2526, November, 2002.
- [4] Sommart Khamkleang and Somsak Akatimagool, "Microwave Planar Circuit Design Tool in the Teaching of Microwave Engineering", Electrical Engineering /Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON 2009), Pattaya, Thailand, 5-7 May 2009.
- [5] Stephen F. Adam. "Microwave Theory and Applications", Hewlett Packard Company, 1969.
- [6] 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: PPMS-WCIP". Information and Communication Technologies: From Theory to Applications, ICTTA 2008, Page(s):1- 6 7-11 April 2008
- [7] สมมาตร ขำเกลี้ยง สมศักดิ์ อรรถทิมากุล และรัฐพล จินะวงศ์. การศึกษาการหาคำตอบของวิธีการวนรอบของคลื่น สำหรับการจำลองสนามแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างรวดเร็ว. การประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าแห่งประเทศไทย, นครนายก, 2551.

**การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องท่อนำคลื่น อุปกรณ์พาสซีฟ
และสายอากาศไมโครเวฟ วิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต**

**A Construction and Efficiency Validation of an Instructional
Package on Waveguide Passive Device and Microwave Antenna
Microwave Engineering, Curriculum of Bachelor Degree
in Engineering**

ศิวดล นวลนภดล มานิตย์ ลิทธิชัย และ สมศักดิ์ อรรคทิมากุล

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : tee_2546@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดการสอน ทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนที่สร้างขึ้น และเปรียบเทียบผลการเรียน วิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอน และแบบทดสอบ จากนั้นนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเลือกแบบเจาะจง เป็นนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้ลงทะเบียนเรียน วิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 21 คน โดยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน และเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนในแต่ละครั้งให้นักศึกษาทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนครบทุกครั้ง หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพชุดการสอน และวิเคราะห์หาความก้าวหน้าทางการเรียนโดยใช้สถิติค่าที่ผลวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ ร้อยละ 79.90/78.66 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80/80 และจากการทดสอบด้วยสถิติค่าที่โดยเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบ หลังเรียน พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักศึกษาที่มีความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากเรียนด้วยชุดการสอนนี้

คำสำคัญ: ชุดการสอน วิศวกรรมไมโครเวฟ

Abstract

This research aimed to construct and validate the efficiency of an instructional package on Microwave Engineering, Curriculum of Bachelor Degree in Engineering, Rajamangala University of Technology. An instructional package was constructed, which consist of teachers' handbook, teaching aids, exercises and test. Sample were 21 students registering in the second semester and in academic year 2008 at Rajamangala University of Technology Pranakorn. They did the pre-test before taking the course and worked on the test after each unit then the post-test. The scores were computed for its efficiency. Then, there was analysis to determine the learning achievement using t-test. The results were shown that this instructional package have the efficiency was 79.90/78.66 which lower than the set criterion 80/80. However, the comparison between pre-test and post-test scores reported statistic significant difference at .05. Learning achievement after using the developed instructional package was higher than before using it so it revealed that student had more knowledge after using this instructional package.

Keywords: Instructional Package, Microwave Engineering

1. บทนำ

เทคโนโลยีในโลกปัจจุบัน มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา การศึกษาเรียนรู้จึงมีความสำคัญเพื่อให้ก้าวทันเทคโนโลยี โดยเฉพาะเทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคม มีการเติบโตและพัฒนาอย่างรวดเร็ว ฉะนั้นการจัดการศึกษาให้มีประสิทธิภาพนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้ผู้เรียนมีการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ [1]

กระบวนการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพนั้นจึงมีความสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ตลอดจนความพยายามที่จะให้ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสได้รับคุณภาพของการสอนเท่าเทียมกัน ประหยัดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา จะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะชุดการสอน ซึ่งถือว่าเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่กำลัง

ได้รับความสนใจ ดังเช่นตัวอย่างการวิจัย [2] ชุดการสอนสามารถช่วยให้ครูดำเนินการสอนที่มีคุณภาพเท่าเทียมกัน อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเดียวกันและยังทำให้ประหยัดเวลา ในการเตรียมการสอน ทำให้การสอนในเรื่องนั้นๆ บรรลุวัตถุประสงค์เดียวกันด้วยวิธีการเดียวกัน และสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อีกด้วย [3]

ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามอาจารย์ผู้สอนจำนวน 5 ท่าน เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอน วิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย พบว่าการจัดการเรียนการสอนของวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟยังขาดความพร้อม ซึ่งสามารถสรุปปัญหาได้ดังนี้ คือ ขาดคู่มือครูที่เป็นแนวทางเพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ใบเนื้อหาขาดคุณภาพ เช่น ขาดภาพที่สัมพันธ์กับคำบรรยาย ขาดสื่อการสอนที่ทำให้ผู้เรียน

เข้าใจง่ายและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ สอดคล้องกับการสัมมนาอาจารย์ผู้สอนประจำวิชา ดังกล่าว ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระ นคร วิทยาเขตพระนครเหนือ พบว่าปัญหาที่สำคัญในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟคือ ผู้เรียนส่วนมากมีความเข้าใจเนื้อหาได้น้อย เพราะ ผู้เรียนไม่สามารถจินตนาการเนื้อหาอย่างเป็นรูปธรรม เนื่องจากผู้เรียนขาดพื้นฐานที่ดี และแสดงความเห็นว่า น่าจะมีสื่อการสอนที่เป็นรูปธรรมมาประกอบการเรียน การสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงขึ้น

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ตระหนักถึงความสำคัญในการหา แนวทางและวิธีการแก้ไขปัญา โดยการสร้างชุดการ สอน (Instructional Package) ซึ่งประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอน และแบบทดสอบ ในเรื่อง ท่อนำคลื่น อุปกรณ์พาสซีฟและสายอากาศไมโครเวฟ วิชา วิศวกรรมไมโครเวฟ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร บัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อสร้างชุดการสอนเรื่องท่อนำคลื่น อุปกรณ์พาสซีฟ และสายอากาศไมโครเวฟ วิชา วิศวกรรมไมโครเวฟ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร บัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

1.1.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนที่สร้างขึ้น

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนของนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียนจากชุดการสอนที่สร้างขึ้น

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 ชุดการสอน เรื่องท่อนำคลื่น อุปกรณ์ พาสซีฟ และสายอากาศไมโครเวฟ วิชาวิศวกรรม

ไมโครเวฟ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ กำหนด 80/80

1.2.2 ผลการเรียนของนักศึกษา ที่ได้ศึกษาโดย ใช้ชุดการสอนเรื่องท่อนำคลื่น อุปกรณ์พาสซีฟ และ สายอากาศไมโครเวฟ วิชาวิศวกรรมไมโครเวฟสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น .05

1.2.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา กลุ่ม สูง กลุ่มกลางและกลุ่มต่ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น .05

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

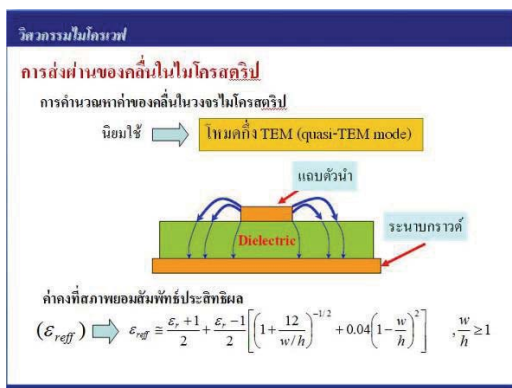
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นชุดการสอนซึ่ง ประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอน และแบบทดสอบ โดยเริ่มต้นจากการศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร วิชา วิศวกรรมไมโครเวฟ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร บัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล นำมา กำหนดรายละเอียดของเนื้อหาและให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านประเมินน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหา และพฤติกรรม แล้วนำมาเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม โดยมีเนื้อหาครอบคลุมเรื่องท่อนำคลื่น อุปกรณ์พาสซีฟ และสายอากาศไมโครเวฟ

นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้จากการ วิเคราะห์หลักสูตรมาเป็นแนวทางในการสร้างชุดการ สอนประกอบด้วย คู่มือครู ซึ่งมีวัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม จำนวน 29 ข้อ ใบบนเนื้อหาจำนวน 110 แผ่น แบบร่างกระดาน ใบบายการถาม-ตอบ แบบทดสอบ ทำียบทเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จำนวน 50 ข้อ สื่อการเรียนการสอนประกอบด้วย โปรแกรม นำเสนอเพาเวอร์พอยต์ร่วมกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยวิเคราะห์และออกแบบสื่อการเรียนการสอน เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและ

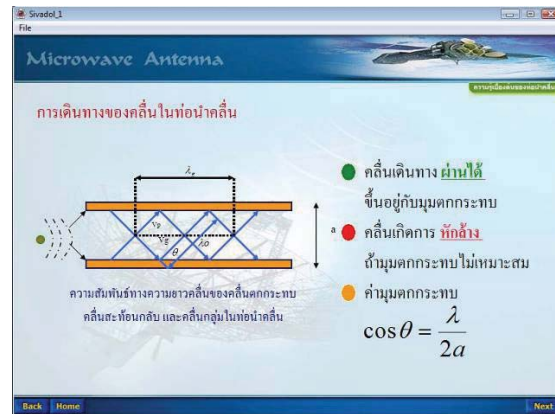
ใบเนื้อหา สามารถนำมาใช้งานได้สะดวก เก็บรักษา
ง่าย และมีความเหมาะสมกับสิ่งอำนวยความสะดวก
เพื่อให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงสุด

การสร้างสื่อการสอนโดยใช้โปรแกรมนำเสนอ
เพาเวอร์พอยต์ ครอบคลุม 4 หน่วยเรียน ประกอบด้วย
หน่วยที่ 1 เรื่องคุณสมบัติท่อนำคลื่น จำนวน 61 เฟรม
หน่วยที่ 2 เรื่องอุปกรณ์และวงจรท่อนำคลื่น จำนวน 52
เฟรม หน่วยที่ 3 เรื่อง อุปกรณ์พาสซีฟ จำนวน 40
เฟรม หน่วยที่ 4 เรื่อง สายอากาศไมโครเวฟ จำนวน
55 เฟรม รวมทั้งหมด 208 เฟรม แสดงตัวอย่างดังภาพ
ที่ 1 มีข้อดีคือช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพ
ชัดเจน และเพื่อช่วยให้เข้าใจเนื้อหาที่ยากได้ง่ายขึ้น
การสร้างสื่อการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
แสดงดังภาพที่ 2 มีข้อดีคือช่วยเสริมการเรียนรู้ของ
ผู้เรียนภายนอกห้องเรียน สามารถเรียนด้วยตัวเองและ
ทบทวนเนื้อหาที่เรียนผ่านมาได้ โดยมีเนื้อหา
ครอบคลุมทั้ง 4 หน่วยเรียน แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 1
และภาพที่ 2

การสร้างแบบทดสอบ จากน้ำหนักระเบียบที่ได้จาก
ตารางวิเคราะห์หลักสูตรซึ่งประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 5 ท่าน สรุปข้อสอบตามตารางวิเคราะห์
หลักสูตร จำนวน 70 ข้อ



ภาพที่ 1 ตัวอย่างการนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์ เนื้อหาเรื่อง
ไมโครสตริป



ภาพที่ 2 ตัวอย่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในหน้า
เนื้อหา

เมื่อสร้างแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงนำ
แบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประเมินความ
สอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับ
แบบทดสอบ (IOC) ทั้งหมด 70 ข้อ จากนั้นนำ
แบบทดสอบที่ผ่านการประเมิน มาทดลองใช้กับ
นักศึกษาที่เคยผ่านการเรียนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ
โดยกลุ่มทดลองคือนักศึกษาที่เรียนหลักสูตร คุ
รศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
แขนงวิชาโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
จำนวน 20 คนทดลองทำแบบทดสอบ เพื่อหาคุณภาพ
ของแบบทดสอบ

ทำการหาคุณภาพของชุดการสอนโดยให้
ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของชุดการสอน
แบ่งการประเมินออกเป็น 5 ด้าน ประกอบด้วย ด้าน
แผนการสอน ด้านใบเนื้อหา ด้านสื่อการสอนเพาเวอร์
พอยต์ ด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านแบบทดสอบ

และทำการปรับปรุงชุดการสอนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นจึงนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลงานวิจัย โดยนำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 21 คน ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 แนะนำการใช้ชุดการสอนให้กับอาจารย์ผู้สอนทราบในแต่ละบทเรียน และปฐมนิเทศนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง เพื่อชี้แจงถึงวัตถุประสงค์และวิธีการที่จะเรียนรู้ด้วยชุดการสอนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ

3.2 ทำการทดสอบผู้เรียนก่อนเรียน ในทุกหน่วยการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 50 ข้อ ชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบหลังเรียน

3.3 ดำเนินการสอนโดยการใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้น จำนวน 4 หน่วยเรียน เป็นจำนวน 4 ครั้งๆละ 3 คาบ หลังจากจบบทเรียนในทุกหน่วยการเรียนรู้ ทำการทดสอบผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบท้ายบทเรียนรวมทั้งหมด 50 ข้อ

3.4 หลังจากเรียนครบทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้แล้ว เว้นระยะไปอีก 1 สัปดาห์ จึงทำการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เพื่อนำผลที่ได้ไปหาประสิทธิภาพของชุดการสอนต่อไป

4. ผลของการวิจัย

4.1 ผลการสร้างชุดการสอนวิชาวิศวกรรม

ไมโครเวฟ แสดงดังภาพที่ 3

รายละเอียดของชุดการสอน ประกอบด้วย คู่มือครู ซึ่งมีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 29 ข้อ ใบเนื้อหาจำนวน 110 แผ่น แบบร่างกระดาน ใบรายการถาม-ตอบ แบบทดสอบท้ายบทเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จำนวน 50 ข้อ สื่อเพาเวอร์พอยต์จำนวน 208 เฟรม และสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ 3 ส่วนประกอบของชุดการสอน

ผลจากการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยสรุปผลได้ดังนี้คือ ผลจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ (IOC) ค่าความสอดคล้องวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบทั้งหมด 70 ข้อ อยู่ในช่วง 0.6 ถึง 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.837 แสดงว่าข้อสอบแต่ละข้อเป็นตัวแทนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ ดำเนินการโดยนำข้อสอบจำนวน 70 ข้อไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เคยเรียนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ จำนวน 20 คน เพื่อหาอำนาจการจำแนกของแบบทดสอบและนำค่าคะแนนที่ได้ มาวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของ

คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) หรือ KR-20 ได้
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ $r_{tt} = 0.871$

นำข้อสอบให้ผู้เรียนที่ผ่านการเรียนวิชา วิศวกรรม
ไมโครเวฟ จำนวน 20 คน ข้อสอบมีค่าความยากง่ายอยู่
ในช่วง 0.35 ถึง 0.95 และค่าอำนาจการจำแนกอยู่
ในช่วง -0.20 ถึง 1.00

4.2 ผลการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

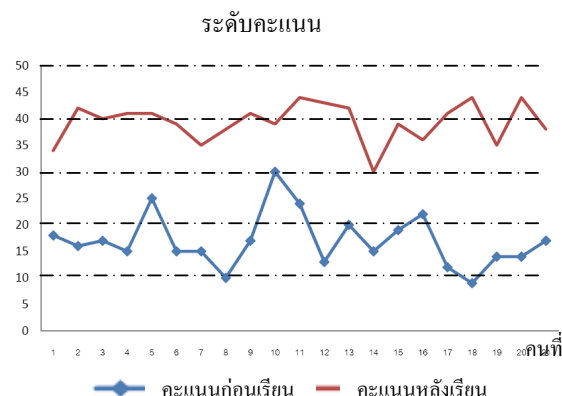
กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3
สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
พระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียน
วิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา
2551 จำนวน 21 คน สรุปผลได้ดังตารางที่ 1 และ 2
จากภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่าผลการเรียนของ
นักศึกษาสูงขึ้นหลังจากได้เรียนกับชุดการสอนวิชา
วิศวกรรมไมโครเวฟ

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบท้าย
บทเรียน

รายการ	จำนวน นักศึกษา	คะแนน เต็ม	คะแนน รวม	ค่า เฉลี่ย	ร้อยละ
แบบทดสอบที่ 1	21	13	225	10.71	82.41
แบบทดสอบที่ 2	21	14	245	11.66	83.33
แบบทดสอบที่ 3	21	10	157	7.47	74.76
แบบทดสอบที่ 4	21	13	212	10.09	77.65
รวม	21	50	839	39.93	79.90

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการสอน

แบบทดสอบ	N	\bar{X}	ร้อยละ
แบบทดสอบหลังบทเรียน (E_1)	21	39.95	79.90
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2)	21	39.33	78.66



ภาพที่ 4 ผลวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
จากตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุด
สอน (E_1 / E_2) แสดงให้เห็นว่าชุดการสอนวิชา
วิศวกรรมไมโครเวฟ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ
79.90/78.66 ซึ่งต่ำกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ 80/80

คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนและหลัง
เรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อน
เรียน

ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา กลุ่มสูง
กลุ่มกลางและกลุ่มต่ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่
ระดับความเชื่อมั่น .05 นั่นคือ กลุ่มสูงกับกลุ่มกลาง
และกลุ่มสูงกับกลุ่มต่ำ มีความก้าวหน้าทางการเรียน
แตกต่างกัน

5. สรุป และอภิปรายผลการวิจัย

5.1 สรุปผลของการวิจัย

ชุดการสอนเรื่อง ท่อนำคลื่น อุปกรณ์พาสซีฟ และสายอากาศไมโครเวฟ วิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 79.90/78.66 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีที่กล่าวไว้ว่า การยอมรับประสิทธิภาพชุดการสอนให้ถือค่าความแปรปรวน 2.5–5% เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5% ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ [4] เมื่อทำการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน แสดงว่าการเรียนโดยใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถสูงขึ้น และความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา กลุ่มสูงกับกลุ่มกลาง และกลุ่มสูงกับกลุ่มต่ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น .05 โดยกลุ่มสูงมีความก้าวหน้าทางการเรียนมากกว่ากลุ่มกลางและกลุ่มต่ำ

5.2 อภิปรายผลของการวิจัย

จากค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ ที่ได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 79.90 และคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 78.66 ซึ่งต่ำกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ ร้อยละ 80/80 สาเหตุที่ทำให้คะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียน และคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. จากการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียน ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 79.90 พบว่า ใน

หน่วยที่ 1 และ 2 นักศึกษามีผลคะแนนสูงกว่าในหน่วยที่ 3 และ 4 คือหน่วยที่ 1 ร้อยละ 82.41 หน่วยที่ 2 ร้อยละ 83.33 หน่วยที่ 3 ร้อยละ 74.76 และหน่วยที่ 4 ร้อยละ 77.65 เนื่องจากเนื้อหาในหน่วยที่ 3 เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับอุปกรณ์พาสซีฟ และหน่วยที่ 4 เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับสายอากาศไมโครเวฟ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยากและซับซ้อน และต้องใช้เวลาในการทำ ความเข้าใจ จึงทำให้นักศึกษาทำคะแนนในหน่วยที่ 3 และ 4 ได้น้อย ส่งผลให้คะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. จากการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 78.66 เนื่องจากการวัดผลทั้ง 4 หน่วยรวมกัน ปริมาณเนื้อหาค่อนข้างมากและเป็นเรื่องที่ซับซ้อน ส่งผลให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างทำคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

การเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา กลุ่มสูง กลุ่มกลาง และกลุ่มต่ำ พบว่าคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนด้วยชุดการสอนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ มีนักศึกษาน้อย 1 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างรายคู่ พบว่า กลุ่มสูงและกลุ่มกลาง และกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือความก้าวหน้าในการเรียนด้วยชุดการสอนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟมีนักศึกษากลุ่มที่คะแนนแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้

5.3 ข้อเสนอแนะของการวิจัย

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

5.3.1.1 แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 3 และแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 4 นักศึกษาทำ

คะแนนเฉลี่ยได้ต่ำกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 80 เนื่องจากเนื้อหาค่อนข้างยากและซับซ้อน ควรจะเพิ่มเวลาเรียน และเพิ่มโจทย์ตัวอย่างให้มากขึ้น เพื่อให้เข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น

5.3.1.2 ก่อนใช้ชุดการสอนผู้สอนควรมีการศึกษาทำความเข้าใจให้พร้อม ทั้งด้านเนื้อหา วิธีการสอน และสื่อที่ใช้ประกอบการสอน เนื่องจากประสิทธิภาพของชุดการสอนไม่ได้ขึ้นอยู่กับชุดการสอนเพียงอย่างเดียว หากแต่ขึ้นอยู่กับอาจารย์ผู้สอนและผู้เรียนประกอบกัน

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 เนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเป็นไปอย่างรวดเร็ว และต่อเนื่อง ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุง และเพิ่มเติมเนื้อหาให้ทันสมัยและเหมาะสม ตลอดจนสามารถสร้างสื่อการเรียนการสอนต่างๆ ที่มีความหลากหลาย เช่น สื่อแบบบูรณาการ เป็นต้น

5.3.2.2 เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการนำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ เพียงแห่งเดียว ดังนั้นจึงควรมีการนำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับสถาบันอื่นๆ ที่ใช้หลักสูตรเดียวกันเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนในภาพรวมให้ชัดเจนขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานกฤษฎีกา. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. จัดพิมพ์โดย บริษัทพรักหวานกราฟฟิค จำกัด, 2543.
- [2] ศรีชัย ชูคดี. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาการระบบโทรศัพท์ หลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล , วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาไฟฟ้า

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.

- [3] เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.
- [4] ชัยยงค์ พรหมวงศ์. เทคโนโลยีและสื่อทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2526.

การออกแบบและวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของวงจรความถี่ไมโครเวฟ

โดยใช้วิธีการวนรอบของคลื่น

Analysis and Design of Microwave Filter Characteristics

Using Wave Iterative Method

ไพฑูรย์ สุวรรณโณ¹ สมศักดิ์ อรรถทิมากุล² และ สมมาตร จำเกลี้ยง³

^{1,2}ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

³ภาควิชาการอาชีวศึกษาและพัฒนาสังคม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

E-mail : ¹spaitoon11@hotmail.com, ²sommark@bua.ac.th, ³sommark@bua.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาและวิเคราะห์วงจรความถี่ไมโครเวฟ เพื่อหาคุณสมบัติของวงจรความถี่ไมโครเวฟ ชนิดวงจรกรองผ่านต่ำ และวงจรกรองผ่านแถบความถี่ โดยวงจรที่ออกแบบจะมีลักษณะเป็นฟิสิกส์วงจรในวงจรคลื่นระนาบ (Planar Circuit) โดยอาศัยทฤษฎี การคำนวณของคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่แพร่กระจายภายในกล่องโลหะปิด ที่ใช้ตัวแปลง ฟูเรียร์ความเร็วสูง (Fast Fourier Transform) ร่วมกับการคำนวณแบบการวนรอบ (Iterative Method) ที่นำมาวิเคราะห์ภายใต้โปรแกรมจำลอง MPD2008 (Microwave Planar Circuit Design Program) ผลการวิจัย ได้แก่ การวิเคราะห์พารามิเตอร์เอส การหาคุณสมบัติของวงจรความถี่ไมโครเวฟ และการวิเคราะห์ผลของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ที่นำไปเปรียบเทียบกับโปรแกรม SONNET Lite Version 11.54 ซึ่งพบว่าผลลัพธ์ ที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกัน สามารถนำเอาวิธีการคำนวณนี้ไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบวงจรคลื่นระนาบไมโครเวฟแบบต่าง ๆ และยังเป็นสื่อการเรียนการสอนในวิชาการออกแบบและวิเคราะห์วงจรไมโครเวฟ

คำสำคัญ : วงจรความถี่ไมโครเวฟ วิธีการวนรอบของคลื่น

Abstract

This research presents a study and analysis of the stepped-impedance lowpass filter and bandpass filter using open-circuited stubs. These circuits were designed on square pixel in the planar circuit and using electric and magnetic wave theory that can calculate the propagation of electromagnetic wave in the closed metal box. We design the MPD (Microwave Planar Circuit Design Program) simulation program by using the wave Iterative Method and the Fast Fourier Transform. Finally the filter properties are analyzed. Electric field, Magnetic field and S-parameter of two structure filters are analyzed. The results are in good agreement with Sonnet Lite and experimental results. The results are the S parameter analysis, the characteristics of inductors and electromagnetic waveform on the inductor circuits. The compared results between WIM and SONNET Lite Version 11.54. Program are good agreement. The advantage of this research can be used efficiently in the microwave circuit analysis and design.

Keywords: Microwave Filter, Wave Iterative Method

1. บทนำ

ในปัจจุบันการออกแบบและวิเคราะห์วงจรกรองความถี่ย่านความถี่ไมโครเวฟมีความสำคัญต่อการใช้งานในระบบสื่อสารเป็นอย่างมาก โดยในการออกแบบและวิเคราะห์วงจรดังกล่าว [1] และ [2] มีขั้นตอนและการคำนวณในทางทฤษฎีที่มีความซับซ้อนและใช้เวลาในการคำนวณมาก และจากสภาพการจัดการเรียนการสอน [3] วิชาการออกแบบและวิเคราะห์ วงจรไมโครเวฟหรือวิชาที่เกี่ยวข้อง เป็นการศึกษาด้านทฤษฎีที่ใช้การวิเคราะห์และอธิบายด้วยสมการคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเห็นถึงผลตอบแทนของความถี่ และสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ปรากฏในวงจรกรองความถี่ รวมถึงมีความยุ่งยากซับซ้อนในการเรียนรู้ด้วยตนเอง และทำให้ผู้เรียนขาดความสนใจต่อการเรียน

จากเหตุข้างต้นจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาและวิเคราะห์วงจรกรองความถี่ไมโครเวฟโดยใช้วิธีวนรอบของคลื่น [4] และ [5] เพื่อหาคุณสมบัติของ

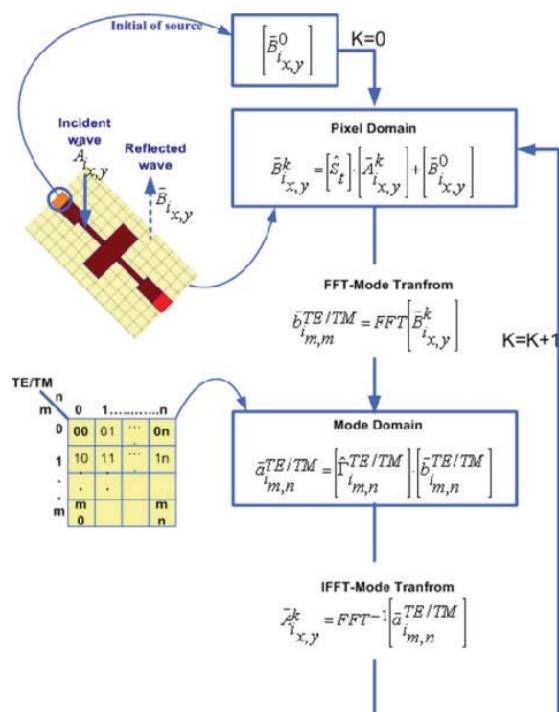
วงจรกรองความถี่ประกอบด้วย ค่าพารามิเตอร์เอส (S-parameter) ค่าความถี่ตัด (cutoff frequency) แถบความถี่ (Bandwidth) และการแสดงภาพของสนามไฟฟ้า (Electric Field) ภาพสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) ที่เกิดขึ้นบนวงจรกรองความถี่ เพื่อแสดงให้เห็นปรากฏการณ์ และคุณสมบัติการทำงานในย่านคลื่นความถี่ไมโครเวฟ สิ่งเหล่านี้เป็นประโยชน์อย่างมากในการนำไปประยุกต์ใช้กับวงจรที่มีความซับซ้อนมากขึ้นได้และช่วยเสริมให้ผู้สนใจสามารถเข้าใจปรากฏการณ์อันเป็นจริงได้มากขึ้นกว่าการศึกษาเฉพาะสมการ หรือ สูตรการคำนวณทางคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ คุณสมบัติของวงจรกรองความถี่ไมโครเวฟ ด้วยวิธีการวนรอบของคลื่น
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการวิเคราะห์กับโปรแกรมการคำนวณหรือผลทางทฤษฎี

3. เพื่อเป็นสื่อในการเรียนวิชาการออกแบบและวิเคราะห์วงจรไมโครเวฟ หรือวิชาที่เกี่ยวข้อง

2. การคำนวณโดยใช้วิธีการวนรอบของคลื่น

วิธีการวนรอบของคลื่น [4] และ [5] จะอาศัยหลักของคลื่นที่ตกกระทบ (Incident Wave) คลื่นสะท้อน (Reflected Wave) และคลื่นส่งผ่าน (Transfer Wave) บนโครงสร้างของวงจรคลื่นระนาบที่อยู่ภายในกล่องตัวนำ แสดงกระบวนการดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การแพร่กระจายคลื่นในกล่องปิด

การกำหนดค่าเริ่มต้นของแหล่งกำเนิดที่ส่งเข้าไปภายในกล่องตัวนำสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\bar{B}_{i,x,y}^{(0)} = \frac{1}{n + n_1 + 1} \left[\frac{E_0}{\sqrt{Z_{0i}}} \right] \text{ ให้ } E_0 = 1 \quad (1)$$

เมื่อ $n = \frac{Z_0}{Z_{01}}, n_1 = \frac{Z_0}{Z_{02}}, Z_{0i}$ หรือ Z_{01} และ Z_{02} คืออิมพีแดนซ์คุณลักษณะของสายส่งชั้นที่ 1 และ 2 โดยให้ $Z_0 = 50\Omega$

เมื่อส่งคลื่นเข้าไปในวงจรกล่องตัวนำกระบวนการคำนวณก็จะเริ่มต้นขึ้น โดยที่คลื่นที่สะท้อนบนวงจรตัวนำที่ประกอบไปด้วยส่วนของตัวนำ ไดอิเล็กทริก และแหล่งกำเนิด สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\bar{B}_{i,x,y}^{(k)} = \hat{S}_i \bar{A}_{i,x,y}^{(k)} + \bar{B}_{i,x,y}^{(0)} \quad (2)$$

เมื่อ $\bar{A}_{i,x,y}^{(k)}$ คือคลื่นที่ตกกระทบบนตัวนำบนระนาบแกน x และ y , $\bar{B}_{i,x,y}^{(0)}$ คือค่าเริ่มต้นของแหล่งกำเนิด, i คือ ชั้นที่ 1 หรือชั้นที่ 2 ของแผ่นวงจรพิมพ์, k คือจำนวนรอบของการคำนวณและ \hat{S}_i คือพารามิเตอร์การกระจายกระจายของคลื่นบนวงจรตัวนำที่ประกอบไปด้วยส่วนของตัวนำ ไดอิเล็กทริก และแหล่งกำเนิด ซึ่งมีค่าเท่ากับ

$$[\hat{S}_i] = \begin{bmatrix} -M + \frac{(1-n^2)D}{1+n^2} + \frac{(-1+n_1-n_2)S}{1+n_1+n_2} & M + \frac{(2n)D}{1+n^2} + \frac{(2n_{12})S}{1+n_1+n_2} \\ M + \frac{(2n)D}{1+n^2} + \frac{(2n_{12})S}{1+n_1+n_2} & -M + \frac{(1-n^2)D}{1+n^2} + \frac{(-1+n_1-n_2)S}{1+n_1+n_2} \end{bmatrix} \quad (3)$$

เมื่อ $n_2 = \frac{Z_0}{\sqrt{Z_{01}Z_{02}}}$, \hat{M} คือตำแหน่งในส่วนของพื้นที่ตัวนำ, \hat{D} คือตำแหน่งในส่วนของไดอิเล็กทริก และ \hat{S} คือตำแหน่งในส่วนของแหล่งกำเนิด

เมื่อคลื่น $\bar{B}_{i,x,y}^k$ สะท้อนออกมาจากพื้นผิวของวงจรตัวนำหรือโดเมนทางขนาด (Pixel domain) จะถูกแปลงสภาพด้วยฟูริเยร์อย่างเร็ว (FFT) กลายเป็นคลื่นในโดเมนทางโหมด (Mode domain) คือ

$$\bar{b}_{i,m,n}^{TE/TM} = FFT[\bar{B}_{i,x,y}^k] \quad (4)$$

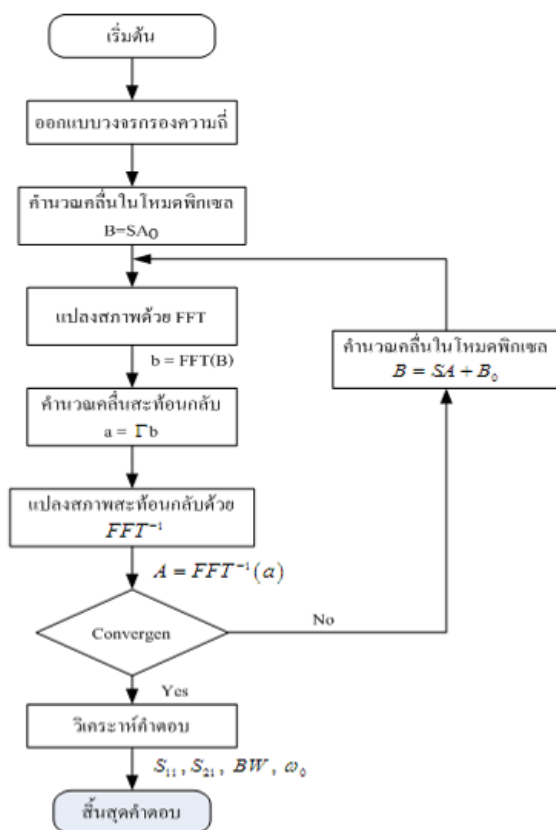
คลื่น $\hat{b}_{i_{m,n}}^{TE/TM}$ จะตกกระทบกับฟลักก่องตัวนำที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนเท่ากับ

$$\hat{\Gamma}_{i_{m,n}}^{TE/TM} = \sum_{m,n} \left| f_{m,n} > \frac{Y_0 - Y_{m,n}^{TE/TM}}{Y_0 + Y_{m,n}^{TE/TM}} < f_{m,n} \right| \quad (5)$$

เมื่อ Y_0 คือแอดมิแตนซ์ของสายส่ง หรือส่วนกลับของอิมพีแดนซ์

$Y_{m,n}$ คือแอดมิแตนซ์ของโหมด TE (Transverse Electric) และ TM (Transverse Magnetic) ในลำดับของจำนวนโหมดคลื่น(m,n) เมื่อ m,n มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง ∞

$f_{m,n}$ คือฟังก์ชันพื้นฐานของคลื่นที่ประกอบไปด้วยฟังก์ชัน cos และฟังก์ชัน sin



ภาพที่ 2 การคำนวณแบบวนรอบของคลื่น

ซึ่งจะได้คลื่นสะท้อนกลับที่ฟลักก่องตัวนำในโดเมนทางโหมด คือ

$$\vec{a}_{i_{m,n}}^{TE/TM} = [\hat{\Gamma}_{i_{m,n}}^{TE/TM}] [\vec{b}_{i_{m,n}}^{TE/TM}] \quad (6)$$

ทำการแปลงสภาพจากโดเมนทางโหมด (Mode domain) ไปเป็นโดเมนทางขนาด (Pixel domain) โดยใช้ฟูเรียร์อย่างเร็วย้อนกลับ (FFT^{-1}) ดังนี้

$$\vec{A}_{i_{x,y}} = FFT^{-1} [\vec{a}_{i_{m,n}}^{TE/TM}] \quad (7)$$

กระบวนการของการคำนวณในแต่ละรอบจะสามารถแสดงค่าของสนามไฟฟ้า $\vec{E}_{i_{x,y}}$ และสนามแม่เหล็ก $\vec{H}_{i_{x,y}}$ ที่ปรากฏบนพื้นที่ของชั้นวงจรตัวนำได้ดังนี้

$$\vec{E}_{i_{x,y}} = \sum_{m,n} E_{m,n}(x,y) f_{m,n}(x,y) \quad (8)$$

$$\vec{H}_{i_{x,y}} = \sum_{m,n} E_{m,n}(x,y) Y_{m,n} f_{m,n}(x,y) \quad (9)$$

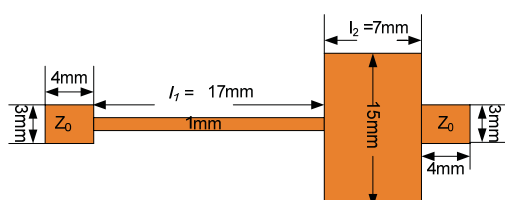
ซึ่งกระบวนการของการคำนวณจะกระทำซ้ำ ๆ จนกระทั่งผลลัพธ์ที่ได้มีการลู่เข้าหาคำตอบที่ถูกต้อง แผนภูมิการคำนวณเพื่อหาคุณสมบัติของวงจรองความถี่ไมโครเวฟ แสดงดังภาพที่ 2

3. การออกแบบวงจรองความถี่ไมโครสตริป

3.1 การออกแบบวงจรองความถี่ต่ำ

ทำการออกแบบวงจรองความถี่ต่ำอันดับที่ 2 แบบบัตเตอร์เวิร์ท [1] และ [2] โดยกำหนดค่าอิมพีแดนซ์ (Z_0) เท่ากับ 50 โอห์ม ที่ความถี่ตัด (f_c) = 1.5 กิกะเฮิร์ตซ์ โดยใช้แผ่นวงจรพิมพ์ชนิด FR-4 ที่มีค่าคงที่ ไดอิเล็กตริกเท่ากับ 4.2 มีค่าความหนาของชั้นฐานรองเท่ากับ 1.5 มิลลิเมตร จากภาพที่ 2 กำหนดให้อิมพีแดนซ์ของสายไมโครสตริปที่ ℓ_1 เท่ากับ 87 โอห์ม และอิมพีแดนซ์ของสายไมโครสตริปที่ ℓ_2 เท่ากับ 47

โอห์ม สามารถคำนวณ ความกว้างของสายไมโครสตริป
ได้เท่ากับ 1 มิลลิเมตร และ 15 มิลลิเมตร และค่าความยาว
ของสายไมโครสตริปมีค่าเท่ากับ 17 มิลลิเมตร และ 7
มิลลิเมตร ตามลำดับ ผลการออกแบบแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 วงจรกรองความถี่ต่ำไมโครสริป

3.2 การออกแบบวงจรหยุดแตรบทความ

การออกแบบวงจรหยุดแถบความถี่ที่ใช้สลับแบบเปิดลำดับที่ 3 มีความถี่กลาง (f_0) เท่ากับ 2 กิกะเฮิรตซ์ ความถี่หยุดแถบ (f_1) เท่ากับ 1.5 กิกะเฮิรตซ์ ความถี่หยุดแถบ (f_2) เท่ากับ 2.5 กิกะเฮิรตซ์ มีแถบกว้าง (Δ) เท่ากับร้อยละ 50 และเลือกใช้แผ่นวงจรพิมพ์ชนิด FR4 ที่มีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกเท่ากับ 4.6 ความหนาเท่ากับ 1.6 มิลลิเมตร เมื่ออิมพีแดนซ์คุณลักษณะ (Z_0) เท่ากับ 50 โอห์ม สามารถคำนวณหาค่าอิมพุท อิมพีแดนซ์ [1] และ [2] ของสลับที่ 1 2 และ 3 เมื่อค่าองค์ประกอบ (g_n) มีค่าเท่ากับ 1.4635 3.0315 และ 1.4635 ตามลำดับได้จากสมการ

$$Z_{0n} = \frac{4Z_0}{\pi g_{\infty}} \quad (10)$$

จากผลการคำนวณ ได้ค่าอิมพีแดนซ์คุณลักษณะ
ของสตาปที่ 1 และ 3 ($Z_{01} = Z_{03}$) เท่ากับ 87 โอห์ม
และสตาปที่ 2 เท่ากับ 42 โอห์ม

การสังเคราะห์หาความกว้างต่อความหนาในกรณีที่มีความกว้างต่อความหนา (w/h) น้อยกว่าเท่ากับ 2 สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\frac{w}{h} = \frac{8e^A}{e^{2A} - 2} \quad (11)$$

เมื่อ

$$A = \frac{Z_c}{60} \left\{ \frac{\varepsilon_r + 1}{2} \right\}^{0.5} + \frac{\varepsilon_r - 1}{\varepsilon_r + 1} \left\{ 0.23 + \frac{0.11}{\varepsilon_r} \right\} \quad (12)$$

จะได้ค่าความกว้างของสตัปที่ 1 สตัปที่ 2 และสตัปที่ 3 เท่ากับ 1.4 และ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ และสามารถคำนวณหาสายนำสัญญาณที่อิมพีแดนซ์คุณลักษณะเท่ากับ 50 โอห์ม มีค่าความกว้างเท่ากับ 3 มิลลิเมตร

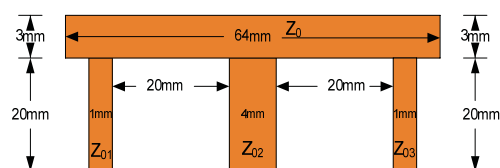
คำนวณความยาว (ℓ) ของสตั๊ป โดยใช้สมการ

$$\ell = v_p / 4f_0 \quad (13)$$

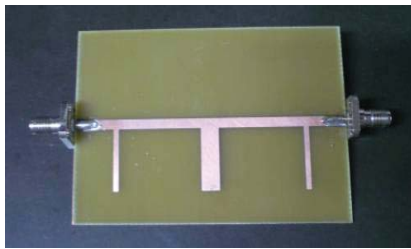
โดยที่

v_p คือค่าความเร็วเฟส ที่หาได้จากจำนวนเปอร์เซ็นต์
ของความถี่แสง ($C = 3 \times 10^8$) โดยกำหนดให้ความเร็ว
เฟส $v_p = 54\%C$ จะได้ $v_p = 0.54 \times 3 \times 10^8 = 1.62 \times 10^8$

จากสมการที่ 13 สามารถคำนวณหาค่าความยาว และระยะห่างของสตั๊ปได้เท่ากับ 20 มิลลิเมตร ซึ่งผลการออกแบบวงจรหยุดแถบความถี่โดยใช้สตั๊ปแบบเปิดแสดงดังภาพที่ 4 และผลการสร้างวงจรแสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 4 วงจรกรองหยุดแถบความถี่โดย
ใช้สลับแบบเปิด

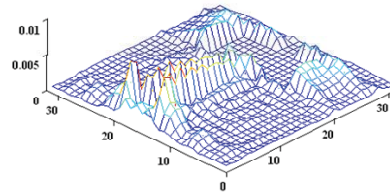


ภาพที่ 5 วงจรกรองหยุดแถบความถี่โดยใช้สตัปแบบเปิดที่สร้างตามขนาดจากแบบจำลอง

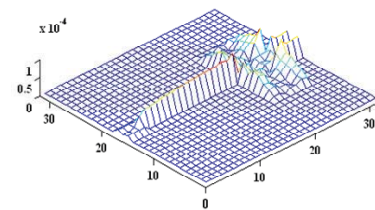
4. ผลของการวิจัย

4.1 การวิเคราะห์วงจรกรองความถี่ต่ำ

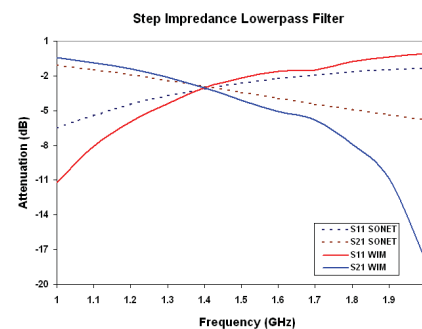
ผลจากการออกแบบและวิเคราะห์วงจรกรองความถี่ต่ำไมโครสตริปด้วยโปรแกรม MPD จากภาพที่ 5 จะสังเกตได้ว่าขนาดของสนามไฟฟ้าจะมีค่ามากที่สุดบริเวณมุมหักงอของรอยต่อระหว่างตัวนำกับไดอิเล็กตริก และจะไม่มีค่าของสนามไฟฟ้าปรากฏบนพื้นผิวของตัวนำ และจากภาพที่ 6 สนามแม่เหล็กจะปรากฏที่พื้นผิวของตัวนำเท่านั้น โดยที่ค่าของสนามแม่เหล็กจะมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับค่าของสนามไฟฟ้า ซึ่งเมื่อนำค่าของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กมาคำนวณเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ของคลื่นที่ตกกระทบ คลื่นสะท้อน และคลื่นส่งผ่านโดยแสดงในรูปของพารามิเตอร์การกระจัดกระจาย (S-Parameter) แสดงดังภาพที่ 7 พบว่าโปรแกรม MPD และโปรแกรม Sonnet Lite ให้ค่าความถี่ตัดที่ 1.4 GHz มีค่า Magnitude เท่ากับ -3.08 dB โดยที่ค่าความถี่ตัดของทั้งสองโปรแกรมมีค่าคลาดเคลื่อนไปจากผลการออกแบบ เนื่องจากการปรับขนาดความกว้างและความยาวจากค่าที่คำนวณได้ให้มีความเหมาะสมต่อการสร้างเป็นแบบจำลอง จึงทำให้ผลของการจำลองมีค่าคลาดเคลื่อนเล็กน้อย โดยที่ผลลัพธ์ของทั้งสองโปรแกรมมีความสอดคล้องกับค่าความถี่ที่ออกแบบไว้คือ 1.5 GHz



ภาพที่ 5 สนามไฟฟ้าที่ความถี่ 1.2 GHz



ภาพที่ 6 สนามแม่เหล็กที่ความถี่ 1.2 GHz

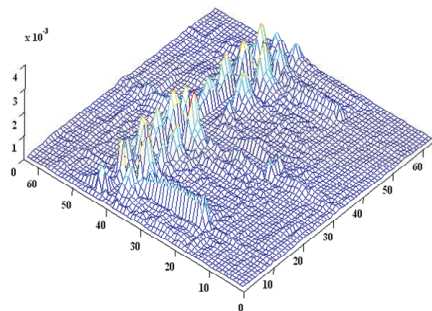


ภาพที่ 7 การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์เอส ระหว่าง MPD กับ Sonnet Lite

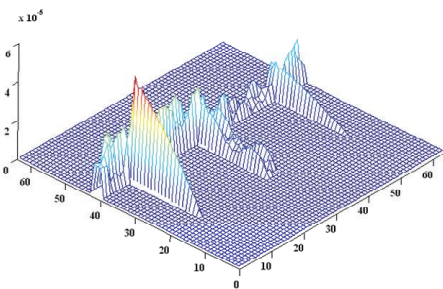
4.2 การวิเคราะห์วงจรหยุดแถบความถี่

ผลจากการออกแบบและวิเคราะห์วงจรกรองหยุดแถบความถี่ไมโครสตริปด้วยวิธีการคำนวณที่พัฒนาขึ้น จากภาพที่ 5 จะสังเกตได้ว่าขนาดของสนามไฟฟ้าจะมีค่ามากที่สุดบริเวณมุมหักงอของรอยต่อระหว่างตัวนำกับไดอิเล็กตริก และจะไม่มีค่าของสนามไฟฟ้าปรากฏบนพื้นผิวของตัวนำ และจากภาพที่ 6 สนามแม่เหล็กจะปรากฏที่พื้นผิวของตัวนำเท่านั้น โดยที่ค่าของสนามแม่เหล็กจะมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับค่าของ

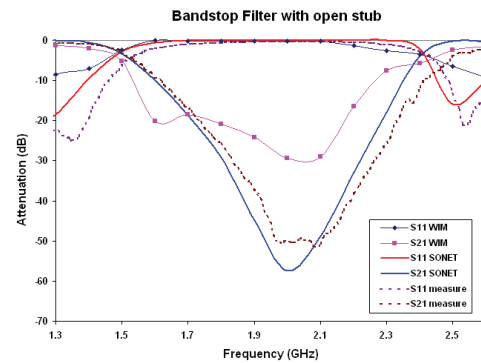
สนามไฟฟ้า ซึ่งเมื่อนำค่าของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กมาคำนวณเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ของคลื่นที่ตกกระทบ คลื่นสะท้อนและคลื่นส่งผ่านโดยแสดงในรูปของพารามิเตอร์การกระจาย (S-Parameter) แสดงดังภาพที่ 7 พบว่าผลลัพธ์มีความสอดคล้องกับค่าความถี่ที่ออกแบบไว้คือ ความถี่ต้น (f_1) เท่ากับ 1.5 กิกะเฮิร์ตซ์ (GHz) ความถี่กลาง (f_0) เท่ากับ 2 กิกะเฮิร์ตซ์ (GHz) ความถี่ปลาย (f_2) เท่ากับ 2.5 กิกะเฮิร์ตซ์ (GHz) มีแถบหยุดความถี่ 1 กิกะเฮิร์ตซ์ (GHz)



ภาพที่ 5 สนามไฟฟ้าที่ความถี่ 1.9 กิกะเฮิร์ตซ์



ภาพที่ 6 สนามแม่เหล็กที่ความถี่ 1.9 กิกะเฮิร์ตซ์



ภาพที่ 7 การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์เอส ระหว่างกระบวนการคำนวณที่พัฒนาขึ้น โปรแกรม Sonnet Lite เวอร์ชัน 11.54 และเครื่องมือวัดสัญญาณ

5. สรุปผลของการวิจัย

การศึกษาและวิเคราะห์วงจรกรองความถี่ย่านไมโครเวฟ โดยใช้หลักการของการแพร่กระจายคลื่นแบบวนรอบ เป็นการศึกษาคุณสมบัติของวงจรกรองความถี่ไมโครเวฟ โดยอาศัยหลักการการเคลื่อนที่ของคลื่น ที่ผ่านพื้นที่ตัวนำและพื้นที่ไดอิเล็กตริก ปรากฏสภาพเป็นตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำ ที่เกิดการรีโซแนนซ์ที่ความถี่ที่ต้องการ แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยการคำนวณแบบวิธีการวนรอบซ้ำ (Wave Iterative Method) ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่า มีความสอดคล้องกับการคำนวณของโปรแกรม SONNET Lite เวอร์ชัน 11.54 และเครื่องมือวัดสัญญาณ โดยที่สามารถนำผลของการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบวงจรคลื่นระนาบไมโครเวฟแบบต่างๆ และยังเป็นสื่อการเรียนการสอนในรายวิชาการออกแบบและวิเคราะห์วงจรไมโครเวฟหรือรายวิชาอื่นๆที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้อง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นพฤติกรรมของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนวงจรในแต่ละความถี่ได้เป็นอย่างดี

6. เอกสารอ้างอิง

- [1]. David M. Pozar, Microwave Engineering. United States of America: John Willy and Sons, 2005.
- [2]. Jia Shen G. Hong, M. J. Lancaster, Microstrip Filters for RF/Microwave Applications. United States of America : John Willy and Sons, 2001.
- [3]. สมมาตร ข้าเกลี้ยง, สมศักดิ์ อรรถทิมากุล และมงคล หวังสถิตย์วงศ์. การพัฒนาการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่องการออกแบบและวงจรคลื่นระนาบไมโครเวฟ. การประชุมวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 47 กรุงเทพฯ, 2552.
- [4]. สมศักดิ์ อรรถทิมากุล, “การวิเคราะห์สนามแม่เหล็กไฟฟ้าแบบใหม่สำหรับวงจรไมโครเวฟโดยใช้หลักการของคลื่น”, ประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าแห่งประเทศไทย (EECON) ครั้งที่ 25 สงขลา, 2545.
- [5]. สมมาตร ข้าเกลี้ยง, สมศักดิ์ อรรถทิมากุล “การจำลองสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ด้วยวิธีการวนรอบของคลื่นและการประยุกต์ใช้งานสำหรับวิเคราะห์วงจรความถี่ไมโครสตริป” , การประชุมวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 46 กรุงเทพฯ, 2551.

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการวัดและควบคุมระดับของเหลว

A Construction and Validation of a Demonstration Set

On Liquid Level Control and Measurement

กัณตภณ มะหาหมัด

โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

E-mail : Kuntapon_jet1@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการวัดและควบคุมระดับของเหลว วิชา การวัด และควบคุมทางอุตสาหกรรม และประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนและหลังเรียน วิธีการดำเนินการ ผู้วิจัยได้สร้างชุดสาธิตการวัดและควบคุมระดับของเหลว พร้อมคู่มือการใช้งาน แบบฝึกหัดและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดสาธิตและนำไปทดลองใช้สอนกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ในระหว่างการเรียนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดและทำแบบทดสอบหลังเรียนทุกหน่วย หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพชุดสาธิต $E1/E2$ และนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์หาความก้าวหน้าทาง การเรียน โดยใช้สถิติที่ แบบข้อมูล 2 ชุดมีความสัมพันธ์กัน ผลการวิจัยพบว่า ชุดสาธิตที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.17.80/33 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80ที่กำหนดไว้และนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดสาธิตนี้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: ชุดสาธิตการวัดและควบคุมระดับของเหลว แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Abstract

The purposes of this study were to construct and validation of the demonstration set on Liquid Level Control and Measurement for use as an instructional media in a course called Industrial Control and Measurement, and to find out achievement of the students between before and after studying with the demonstration set . The subjects of this study were 20 third year students. The set consisted of technical tool, user manual, exercises and

achievement test ;all item were improved by 5 expert. During the study, 20 students made the progress of pre-test, activity, quizzes and post-test respectively. The E1/E2 formula and T-statistic with two-tail correlation were used to compute their scores. The evaluation score showed at 80.17/80.33 efficiency level which were higher than the criterion level (at 80/80). It was mentioned students who used this demonstration set got higher achievement at significantly difference ($P < .05$)

Keywords: A demonstration set on Liquid Level Control and Measurement, Achievement test

1. บทนำ

การเรียนการสอนในรายวิชา 5574103 การวัดและควบคุมทางอุตสาหกรรม เป็นวิชาในหลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา [1] นักศึกษาไม่สามารถเข้าใจวิธีการวัดและควบคุมระบบในงานอุตสาหกรรมได้ เนื่องจากระบบ ในงานอุตสาหกรรม มีกระบวนการที่ซับซ้อน แนวทางหนึ่งในการปรับ กระบวนการเรียนการสอนช่างอุตสาหกรรมคือการมีสื่อการสอนที่ดี สอดคล้องกับหลักสูตรและผู้สอนนำไปใช้ได้อย่างถูกวิธี จะเป็นผลให้คุณภาพการสอนของผู้สอนดีขึ้น [2] แต่เนื่องจากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มีงบประมาณจำกัดยังไม่สามารถจัดซื้อครุภัณฑ์ประเภทนี้ได้ นักศึกษายังต้องเรียนด้วยภาพและใช้จินตนาการในการรับรู้ ในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นอาจารย์สอนในรายวิชานี้ ได้หาวิธีการในการช่วยเพิ่มความเข้าใจในการเรียนผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาการเรียนการสอนโดยทำการออกแบบและสร้างชุดสาธิตการวัดและควบคุมระดับของเหลวเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการวัดและควบคุมระดับของเหลว ใช้กับการเรียนการสอนใน

รายวิชา 5574103 การวัดและควบคุมทางอุตสาหกรรม ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2.2 เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุดสาธิตที่สร้างขึ้น

3. สมมติฐาน

3.1 ชุดสาธิตการวัดและควบคุมระดับของเหลวที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ร้อยละ 80/80

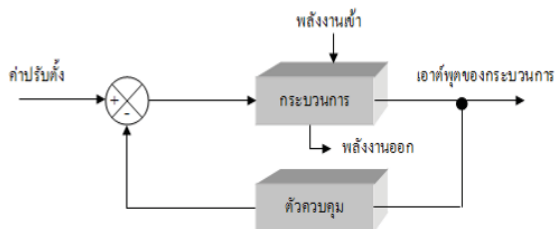
3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ได้เรียนโดยใช้ชุดสาธิตการวัดและควบคุมระดับของเหลว สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการสร้างชุดสาธิตและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยใช้ชุดสาธิตการวัดและควบคุมระดับของเหลวดังนี้

4.1 การควบคุมแบบแบบป้อนกลับ

การควบคุมแบบป้อนกลับ(Close-loop Control System) [3] เป็นระบบควบคุมที่ต้องการให้ผลของกระบวนการเป็นไปตามต้องการ การควบคุมแบบป้อนกลับ แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การควบคุมแบบลูปปิด

จากภาพที่ 1 จะเห็นว่าการควบคุมแบบลูปปิดมีส่วนประกอบหลักสองส่วนคือ บล็อกของกระบวนการที่ต้องการควบคุม (Process Block) และบล็อกของตัวควบคุม (Controller) ซึ่งเป็นกระบวนการควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control)

4.2 ทฤษฎีด้านการสอน

การพัฒนาความสามารถให้กับผู้เรียนซึ่งการจัดการเรียนนั้นจำเป็นจะต้องใช้วัสดุและอุปกรณ์จริงประกอบ การสอน อาจารย์ ใจเที่ยง [4] ได้กล่าวไว้ว่าวิธีสอน คือ การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนเพื่อให้เกิดความเจริญงอกงามและพัฒนาการไปในทางที่พึงประสงค์สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการจัดการศึกษา ชาญชัย ยมคิษฐ์ [5] ได้กล่าวถึงวิธีการสอนแบบสาธิตไว้ว่า เป็นการแสดงให้เห็นถึงประสบการณ์ในการทำงานในด้านใดด้านหนึ่งอย่างถ่องแท้ให้กับผู้เรียน วิธีการสอนแบบนี้สามารถใช้ประกอบการสอนทักษะได้อย่างดี

5. วิธีการดำเนินงาน

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเพื่อเตรียมการวิจัย กำหนดประชากรที่ใช้ในการวิจัย แล้วจึงดำเนินการสร้างเครื่องมือ จากนั้นนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน นำเครื่องมือซึ่งผ่านการประเมินมาทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง พร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ผล

5.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเพื่อเตรียมการวิจัย

5.1.1 ศึกษาคำอธิบายรายวิชา 5574103 การวัดและควบคุมทางอุตสาหกรรม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เพื่อกำหนดรายละเอียดหัวข้อเรื่อง และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

5.1.2 ประมวลเอกสารตำรา หลักการทำงานของระบบ การควบคุมกระบวนการ วิธีการควบคุมระบบ โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมในงานอุตสาหกรรม

5.1.3 ศึกษาคุณลักษณะและคุณสมบัติของวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้สร้างชุดสาธิต

5.1.4 ศึกษาระเบียบวิธีวิจัย ตลอดจนวิธีการเก็บข้อมูล วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล จากตำราและผู้เชี่ยวชาญ

5.2 การกำหนดประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร ได้แก่ นักศึกษาที่เรียนวิชาการวัดและควบคุมทางอุตสาหกรรม รหัสวิชา 5574103 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการวัดและควบคุมทางอุตสาหกรรม รหัสวิชา 5574103 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 20 คน ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

5.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ที่ผู้วิจัยดำเนินการสร้างขึ้นคือชุดสาธิตประกอบด้วย ชุดสาธิตส่วนโครงสร้าง (Hardware) คู่มือการใช้งาน แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แบบฝึกหัดและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3.1 การออกแบบและสร้างชุดสาธิตการวัดและควบคุมระดับของเหลว ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเพื่อสร้าง

ชุดสาธิต โดยคำนึงถึงหลักในการออกแบบชุดสาธิตของ วัลลภ จันทรตระกูล [2] โดยที่ชุดสาธิตประกอบด้วย ส่วนโครงสร้าง (Hardware) โดยสามารถแสดงการควบคุมระดับของเหลวภายในถังเก็บ โดยใช้อุปกรณ์วัดระดับส่งสัญญาณ ให้ตัวควบคุมอัตโนมัติและแสดงผลค่าการวัดระดับด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม LabVIEWTM [6] พร้อมคู่มือประกอบการใช้งาน

5.3.2 การสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถาม 2 ส่วนได้แก่

ก. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินคุณภาพของชุดสาธิตการวัดและควบคุมระดับของเหลว วิเคราะห์ลักษณะของข้อมูลที่ต้องการในการวิจัย กำหนดโครงสร้างของเนื้อหา เป็นข้อมูลแบบสอบถาม ความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) กำหนดน้ำหนักคะแนน (Weight) ออกเป็น 5 ระดับ

ข. แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

5.3.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบที่ใช้ คือแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน ซึ่งใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม การสร้างแบบทดสอบนั้นผู้วิจัยได้ใช้ขอบเขตของเนื้อหาและวัตถุประสงค์มาเป็นแนวทางในการออกข้อสอบ โดยการวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา ในหัวข้อเรื่องการวัดและควบคุมระดับ และออกข้อสอบให้ ครอบคลุมกับวัตถุประสงค์ โดยแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.69 ด้วยวิธีหาค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์- ริชาร์ดสัน (KR-20) [7] แบบทดสอบรวมจะใช้แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก กำหนดไว้ 30 ข้อ ซึ่งครอบคลุมกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมทุกหัวข้อ

5.4 การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

การดำเนินการทดลองใช้ชุดสาธิตและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้เชิญผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินคุณภาพของชุดสาธิต โดยให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินผลตามแบบสอบถามเป็นข้อ ๆ ให้ระดับคะแนนเป็น 5 ระดับ ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอค่าสถิติต่างๆ โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

การแปลความหมายของแบบประเมินความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านความเหมาะสม [8] มีรายละเอียดดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง ระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง ระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง ระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง ระดับ น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง ระดับ ควรปรับปรุง

5.5 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อปรับปรุงและแก้ไขชุดสาธิตตามที่คุณผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยการนำชุดสาธิตไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การทดลองแบบกลุ่มเดียว ตัวอย่างเดียว (One-Group Pre test – Post test Design) โดยกำหนดขั้นตอนดังนี้

5.5.1 จัดเรียงรายละเอียดการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน การเตรียมอุปกรณ์ในการเรียนและการทำแบบทดสอบ แก่ผู้เรียน

5.5.2 ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.5.3 ดำเนินการสอนตามกำหนดการสอน เมื่อจบแต่ละหน่วยแล้วให้ทำแบบฝึกหัด และทดสอบอีกครั้งหนึ่งเพื่อวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.6.1 การวิเคราะห์ผลจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องโดยใช้สูตรดังนี้ [9]

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

5.6.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอนจากสูตรดังนี้ [10]

$$E1 = \frac{(\sum X / N)}{A} \times 100$$

$$E2 = \frac{(\sum X / N)}{B} \times 100$$

5.6.3 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ผู้วิจัยได้นำผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม SPSS for Window [11]

6. ผลการวิจัย

ผลของการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการวัดและควบคุมระดับของเหลว นำเสนอเป็น 2 ส่วนดังนี้

6.1 ผลการสร้างชุดสาธิต

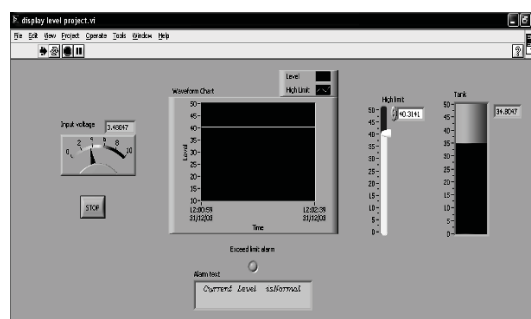
ชุดสาธิตที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นประกอบด้วย ชุดสาธิตการวัดและควบคุมระดับของเหลวพร้อมคู่มือการใช้งาน แบบฝึกหัดหลังบทเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชุดสาธิตการวัดและควบคุมระดับของเหลว แสดงดังภาพ ที่ 2



ภาพที่ 2 ชุดสาธิตการวัดและควบคุมระดับของเหลว

จากภาพที่ 2 ชุดสาธิตการวัดและควบคุมระดับของเหลว สามารถควบคุมระดับของของเหลวในถังเก็บได้ตั้งแต่ 0-50 cm. โดยสามารถปรับระดับสูงสุดและต่ำสุดได้ตามค่าที่กำหนด และสามารถต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์เพื่อการแสดงผลขณะทำงาน แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 หน้าจอโปรแกรมขณะทำงาน

6.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

6.2.1 ผลการประเมินชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้เชิญผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประเมินคุณภาพของชุดสาธิต ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการสร้างชุดสาธิตการวัดและควบคุมระดับของเหลว แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการ สร้างชุดสัทธิการวัดและควบคุมระดับ ของเหลว

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D	แปลผลความหมาย
1.ด้านการออกแบบ	4.52	0.18	ดีมาก
2.ด้านวิชาการ	4.40	0.20	ดี
3.ด้านคุณลักษณะ	4.64	0.22	ดีมาก
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.52	0.10	ดีมาก

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินการสร้างชุดสัทธิการวัดและควบคุมระดับของเหลวมีคุณภาพในระดับดีมาก โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.52 จากคะแนนเต็ม 5 และเมื่อแยกพิจารณาแต่ละด้านอธิบายได้ดังนี้

ด้านการออกแบบ พบว่ามีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.52

ด้านวิชาการ พบว่ามีผลการประเมินอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 4.40

ด้านคุณลักษณะ พบว่ามีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.64

6.2.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบฝึกหัด เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนจบในแต่ละหน่วย โดยนำคะแนนจากแบบฝึกหัดมาหาค่าคะแนนเฉลี่ยแล้วคิดเป็นร้อยละ ซึ่งมีผลคะแนนแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนแบบฝึกหัดของนักศึกษา

รายการ	คะแนนเต็ม	N	ΣX	\bar{X}	ร้อยละ
แบบฝึกหัดที่ 1	15	20	227	11.35	75.67
แบบฝึกหัดที่ 2	15	20	254	12.70	84.67
รวม	30	20	481	24.05	80.17

จากตารางที่ 2 ค่าคะแนนเฉลี่ยแบบฝึกหัดที่ 1 มีค่า 11.35 คิดเป็นร้อยละ 75.67 และแบบฝึกหัดที่ 2 มีค่า 12.70 คิดเป็นร้อยละ 84.67 ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยรวมทั้งสอง 24.05 คิดเป็นร้อยละ 80.17

6.2.3 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อให้ผู้เรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นจึงทำการสอนโดยใช้ชุดสัทธิตามกำหนดการสอน และทำแบบทดสอบหลังเรียนสรุปค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าร้อยละ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษา

รายการ	N	\bar{X}	ร้อยละ
คะแนนทดสอบก่อนเรียน	20	19.45	64.83
คะแนนทดสอบหลังเรียน	20	24.10	80.33

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คะแนน กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียนมีค่าคะแนนอยู่ระหว่าง 14-23 มีค่าคะแนนเฉลี่ย 19.45 คิดเป็นร้อยละ 64.83 และกลุ่มตัวอย่าง ทำแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าคะแนนอยู่ระหว่าง 20-28 มีค่าคะแนนเฉลี่ย 24.10 คิดเป็นร้อยละ 80.33

6.2.4 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดสัทธิคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดแต่ละหน่วยและคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดสัทธิ

รายการ	N	\bar{X}	ร้อยละ
คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด	20	24.05	80.17
คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	20	24.10	80.33

จากตารางที่ 4 กลุ่มตัวอย่างทำข้อสอบในแบบฝึกหัด ได้ถูกต้องเฉลี่ย ร้อยละ 80.17 และทำข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ย ร้อยละ 80.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ของสมมติฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม จึงเป็นผลแสดงว่าชุดสาธิตที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ร้อยละ 80.17/80.33

6.2.5 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยการนำผลคะแนนการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และคะแนนทดสอบหลังเรียน (Post-test) นำมาวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน

รายการ	N	\bar{X}	S.D.	P
คะแนนทดสอบก่อนเรียน	20	19.45	2.66	0.00
คะแนนทดสอบหลังเรียน	20	24.10	2.59	

จากตารางที่ 5 ผลคะแนนทดสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 19.45 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.66 และผลคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 24.10 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.59 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.00 ซึ่งน้อยกว่า .05 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

7. บทสรุป

7.1 ชุดสาธิตการวัดและควบคุมระดับของเหลว ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชา 5574103 การวัดและควบคุมทางอุตสาหกรรม หลักสูตรวิทยา

ศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีประสิทธิภาพ เท่ากับร้อยละ 80.17/80.33 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80/80

7.2 คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าหลังจากที่เรียนด้วยชุดสาธิตที่สร้างขึ้นแล้ว นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. คู่มือนักศึกษา ประจำปี การศึกษา 2551 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา : เหมการพิมพ์, 2551.
- [2] วัลลภ จันทรตระกูล. “ การเลือกใช้สื่อการสอน” .วารสารครุศาสตร์และเทคโนโลยี, 4 (มิถุนายน 2529) , 40-49.
- [3] ชีรศิลป์ ทุมวิภาต และสุภาพร จำปาทอง. เรียนรู้ PLC ขั้นกลางด้วยตนเอง . กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น , 2547.
- [4] อารมณ์ ใจเที่ยง . หลักการสอน . กรุงเทพมหานคร : โอเดียน สโตร์, 2540.
- [5] ชัญชัย ชมดิษฐ์.เทคนิคการสอนและวิธีการร่วมสมัย . สำนักพิมพ์หลักพิมพ์. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์, 2548.
- [6] National Instrument Coporation. Getting Start with LabVIEW TM Version 8.2 . National Instrument Corporation. 2006.
- [7] ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา . กรุงเทพมหานคร : สุริยวิสาสน์, 2538.
- [8] ชูศรี วงศ์รัตน์ะ . เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย . กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เจริญผล, 2544.
- [9] สุมาลี จันทรชะลอ . การวัดประเมินผล. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สื่อกรุงเทพ , 2542.
- [10] เสาวนีย์ สีขำบัณฑิต. หน่วยการเรียนรู้การสอน . กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2526.
- [11] ชานินทร์ ศิลป์จารุ. การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วย SPSS. พิมพ์ครั้งที่ 4 . กรุงเทพมหานคร: วี อินเตอร์ ปรีน, 2548.

วงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ในโหมดกระแส ที่ปรับค่า Q ได้อย่างอิสระ

โดยใช้ MO-CCCCTA

Independent Tunable-Q Current-Mode MO-CCCCTA Universal Biquadratic Filter

ประเสริฐ กมลภพตระกูล¹ และ สุรัชย์ สุขสกุลชัย²

ภาววิชาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

E-mail : ¹Prasert20@hotmail.com, ²Surahai suk@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ในโหมดกระแส ที่ปรับค่า Q ได้อย่างอิสระ โดยใช้ Multiple-output Current Controlled Current Conveyor Transconductance Amplifiers (MO-CCCCTA) วงจรกรองความถี่ที่ใช้ประกอบไปด้วยวงจรขยาย MO-CCCCTAs และตัวเก็บประจุต่อลงกราวด์ 2 ตัว วงจรสามารถให้ตอบสนองทางความถี่พร้อมกันทั้งกรองความถี่สูงผ่าน (Highpass filter) กรองความถี่ต่ำผ่าน (Lowpass filter) และกรองความถี่แถบผ่าน (Bandpass filter) นอกจากนี้วงจรที่นำเสนอปรับแต่งได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมให้ตอบสนองทางความถี่เชิงมุม (ω_0) และค่าควอลิตี้แฟกเตอร์ (Q_0) อย่างอิสระด้วยกระแสไบอัสของวงจรขยาย MO-CCCCTA คุณสมบัติของวงจรที่นำเสนอจำลองทำงานได้เป็นด้วยโปรแกรม PSPICE เพื่อยืนยันทางทฤษฎี

คำสำคัญ: วงจรกรองความถี่ ความถี่เชิงมุม ควอลิตี้แฟกเตอร์

Abstract

This article presents a current-mode universal biquadratic filter using Multiple-output Current Controlled Current Conveyor Transconductance Amplifiers (MO-CCCCTA). The filter circuit is constructed with a MO-CCCCTAs, multiple current output MO-CCCCTAs and two grounded capacitors. It can simultaneously realize highpass filter, lowpass filter and bandpass filter current responses. Moreover, the filter also offers an independent electronic control of the natural frequency (ω_0) and the quality factor (Q_0) through adjusting the bias current of the MO-CCCCTA. The characteristics of the proposed circuit are simulated using PSPICE to confirm the theory.

Keywords: Filter circuit, Natural frequency, Quality factor

1. บทนำ

วงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ได้รับความนิยมในการทำวิจัยและนำเสนอมาแล้วหลายบทความโดยใช้วงจรสายพานกระแสแบบควบคุมด้วยกระแส [1] โดยหลักพื้นฐานของวงจรความถี่หลายหน้าที่ในบทความเหล่านี้จะใช้วงจรอินทิเกรตเตอร์สองตัว ต่อเป็นลูปป้อนกลับ [2] เพื่อเกิดไบควอดราติกทรานสเฟอ์ฟังก์ชันจะนำไปสู่ทรานสเฟอ์ฟังก์ชันของวงจรกรองสัญญาณชนิดต่างๆ และในที่สุดก็มีความพยายามที่จะลดแรงดันไฟเลี้ยง และการบริโภคกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์น้อยลง เนื่องมาจากความต้องการที่จะนำมาใช้กับอุปกรณ์แบบพกพา หรืออุปกรณ์สื่อสารแบบไร้สายที่ต้องใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายกำลังงานต่ำ ดังนั้นจึงมีการพัฒนาให้วงจรกรองความถี่วงจรหนึ่งๆ ที่สามารถทำงานได้หลายหน้าที่โดยใช้เทคนิคการทำงานในโหมด กระแส (Current-Mode) ซึ่งมีข้อดีหลายประการได้แก่ มีช่วงพลวัตกว้าง (Larger Dynamic Range) มีแบนด์วิดท์กว้าง ทำงานที่แรงดันต่ำได้ดี [3],[4]

ดังนั้นในบทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่ต้องการที่ออกแบบวงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ในโหมดกระแสที่ปรับค่า Q ได้อย่างอิสระโดยใช้ MO-CCCCTA ให้ผลตอบสนองความถี่พร้อมกันทุกจุด [5],[6] และ [7] โดยให้ผลทางความถี่ที่เอาต์พุต กรองความถี่สูงผ่าน (Highpass filter) กรองความถี่ต่ำผ่าน (Lowpass filter) และกรองความถี่แถบผ่าน (Bandpass filter) โดยที่ไม่ต้องเปลี่ยนโครงสร้างวงจร เมื่อวงจรประกอบขึ้นด้วยวงจรขยาย MO-CCCCTA เพียง 2 ตัวและ ตัวเก็บประจุที่ต่อลงกราวด์ 2 ตัว และวงจรที่เสนอในบทความนี้ยังสามารถควบคุม ค่าความถี่เชิงมุม ω_0 และควอลิตี้แฟกเตอร์ Q_0 ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ [8],[9] และ [10] โดยการควบคุมของกระแสไบอัสวงจร ที่เป็นอิสระจากกัน

สมรรถนะในการทำงานของวงจรที่นำเสนอนี้ได้ถูกทดสอบด้วยผลจำลองด้วยโปรแกรม PSPICE ซึ่งปรากฏผลเป็นไปตามหลักทฤษฎี

2. วงจรและหลักการทำงานของวงจร

2.1 หลักการทำงานของวงจร MO-CCCCTA

เนื่องวงจรที่นำเสนอ นั้นใช้โครงสร้างของวงจร CCCCTA (Current-Controlled Current Conveyor Transconductance Amplifier) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างและอาศัยคุณสมบัติของ CCCCTA [11] ความสัมพันธ์ ของกระแสและแรงดันของวงจร CCCCTA แสดงด้วยสมการเชิงเมตริกซ์ได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} v_x \\ I_y \\ I_{z1,z2} \\ I_{o1,o2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & R_x & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \pm 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \pm g_m & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_y \\ I_x \\ v_z \\ v_o \end{bmatrix}$$

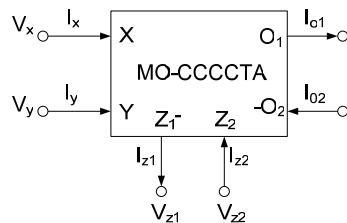
ส่วนคุณสมบัติของ MO-CCCCTA (Multiple Current-Controlled Current Conveyor Transconductance Amplifier) มีลักษณะคล้าย CCCCTA มีขั้วหนึ่งคือขั้ว x เมื่อ R_x เป็นค่าความต้านทานเส้นทางด้านอินพุตขั้ว x [12] และ R_x สามารถควบคุมด้วยการกระแสไบอัส I_{B1} ดังสมการต่อไปนี้

$$R_x = \frac{V_T}{2 I_{B1}} \quad (1)$$

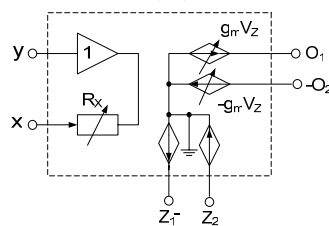
เมื่อ g_m เป็นอัตราขยายค่าความนำของ MO-CCCCTA ซึ่งขึ้นกับกระแสไบอัสจากภายนอก I_{B2} สำหรับกรณีของ MO-CCCCTA ใช้ไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ จะมีอัตราขยายค่าความนำ g_m เท่ากับ

$$g_m = \frac{I_{B2}}{2 V_T} \quad (2)$$

และ V_T เป็นศักดาความร้อน ($V_T \cong 26 \text{ mV}$ ที่อุณหภูมิห้อง) สำหรับวงจร MO-CCCCTA มีสัญลักษณ์และวงจรสมมูลดังภาพที่ 1 (ก) และ (ข) ตามลำดับ

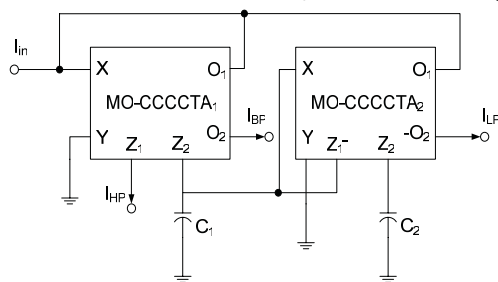


(ก)



(ข)

ภาพที่ 1: MO-CCCCTA (ก) สัญลักษณ์ (ข) วงจร สมมูล



ภาพที่ 2: วงจรกรองสัญญาณความถี่หลายหน้าที่ในโหมดกระแส ที่นำเสนอ

2.2 วงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ ที่นำเสนอ

โครงสร้างของวงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ในโหมดกระแส ที่ได้นำเสนอดังในภาพที่ 2 ซึ่งประกอบไปด้วย MO-CCCCTA จำนวน 2 ตัว และตัวเก็บประจุต่อลงกราวด์จำนวน 2 ตัวโดย ปราศจากการใช้ตัวต้านทานพาสซีฟจากภายนอกในการสังเคราะห์วงจร เมื่อทำการวิเคราะห์วงจรในภาพที่ 2 โดยอาศัยคุณสมบัติของวงจร MO-CCCCTA จะได้ฟังก์ชันถ่าย

โอนกระแสดังสมการที่ (3),(4),(5) ของวงจรฟังก์ชันถ่ายโอนกระแส (Current Transfer Function)

$$\frac{I_{HP}}{I_{in}} = \frac{S^2}{S^2 + S \frac{g_{m1}}{C_1} + \frac{g_{m2}}{R_{x2} C_1 C_2}} \quad (3)$$

$$\frac{I_{LP}}{I_{in}} = \frac{g_{m2} / R_{x2} C_1 C_2}{S^2 + S \frac{g_{m1}}{C_1} + \frac{g_{m2}}{R_{x2} C_1 C_2}} \quad (4)$$

$$\frac{I_{BP}}{I_{in}} = - \frac{S g_{m1} / C_1}{S^2 + S \frac{g_{m1}}{C_1} + \frac{g_{m2}}{R_{x2} C_1 C_2}} \quad (5)$$

จะเห็นได้ว่าวงจรที่นำเสนอสามารถสังเคราะห์ฟังก์ชันกรองความถี่อยู่ในรูป วงจรกรองความถี่สูงผ่าน กรองความถี่ต่ำผ่านและ กรองความถี่แถบผ่าน นอกจากนี้ สมการที่ (3),(4)และ (5) สามารถหาฟังก์ชันวงจรกรองความถี่หยุดผ่านและกรองความถี่ผ่านทุกความถี่จากฟังก์ชัน $I_{BS} = I_{HL} + I_{LP}$ และ $I_{AL} = I_{BS} - I_{BP}$ ในกรณีค่าความถี่เชิงมุม ค่าควอลิตี้แฟกเตอร์ และค่าแบนด์วิดจ์จะได้

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g_{m2}}{R_{x2} C_1 C_2}} \quad (6)$$

$$Q_0 = \frac{1}{g_{m1}} \sqrt{\frac{g_{m2} C_1}{R_{x2} C_2}} \quad (7)$$

$$BW = \frac{\omega_0}{Q_0} = \frac{g_{m1}}{C_1} \quad (8)$$

เมื่อแทนค่าจากสมการที่ (1), (2) ความต้านทานแฝง R_x ที่ ขั้ว x และค่าอัตราขยายความนำ g_m จะได้

$$\omega_0 = \frac{1}{V_T} \sqrt{\frac{I_{B3} I_{B4}}{C_1 C_2}} \quad (9)$$

$$Q_0 = \frac{2}{I_{B2}} \sqrt{\frac{I_{B3} I_{B4} C_1}{C_2}} \quad (10)$$

$$BW = \frac{\omega_0}{Q_0} = \frac{I_{B2}}{2 V_T C_1} \quad (11)$$

เราสามารถควบคุม ความถี่เชิงมุม โดยกระแสไบอัสของวงจรเมื่อให้ $I_{B3} = I_{B4} = I_B$ และควอลิตี้แฟกเตอร์กำหนดกระแสไบอัสให้ I_{B2} ได้ดังสมการ

$$\omega_0 = \frac{I_B}{V_T} \sqrt{\frac{1}{C_1 C_2}} \quad (12)$$

$$Q_0 = \frac{2}{I_{B2}} \sqrt{\frac{I_B C_1}{C_2}} \quad (13)$$

สมการ (7) จะพบว่า ควอลิตี้แฟกเตอร์ สามารถปรับค่าได้โดยการควบคุมค่า g_{m1} (หรือ I_{B2})

2.3 ค่าความไวของวงจร

เมื่อพิจารณาถึงค่าความไวของวงจร คือ ความเปลี่ยนแปลง ที่เกิดขึ้นต่อคุณสมบัติของวงจร สามารถยืนยันประสิทธิภาพของวงจรกรองความถี่ที่นำเสนอคือค่าความไวของอุปกรณ์แอคทีฟ และแพสซีฟ ที่มีผลตอบสนอง ความถี่เชิงมุม $S_{\omega_0}^x$ และควอลิตี้แฟกเตอร์ $S_{Q_0}^x$ เมื่อ x คือค่าอุปกรณ์ แอคทีฟ และแพสซีฟของแต่ละตัว ดังนั้นค่าความไวต่อการเบี่ยงเบนค่าอุปกรณ์ประเภทแอคทีฟและแพสซีฟได้ดังนี้

$$S_{I_{B3}}^{\omega_0} = S_{I_{B4}}^{\omega_0} = \frac{1}{2}; S_{C_1}^{\omega_0} = S_{C_2}^{\omega_0} = -\frac{1}{2}; S_{V_T}^{\omega_0} = -1 \quad (14)$$

$$S_{I_{B3}}^{Q_0} = S_{I_{B4}}^{Q_0} = S_{C_1}^{Q_0} = \frac{1}{2}; S_{C_2}^{Q_0} = -\frac{1}{2}; S_{I_{B2}}^{Q_0} = -1 \quad (15)$$

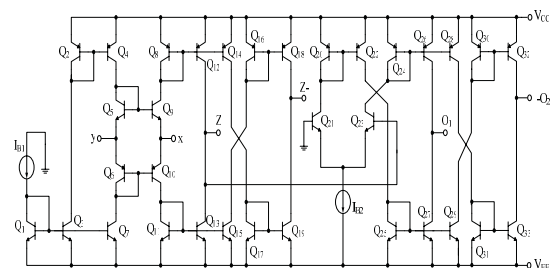
และ

$$S_{I_{B2}}^{BW} = 1; S_{V_T}^{BW} = S_{I_{B2}}^{BW} = S_{C_1}^{BW} = -1 \quad (16)$$

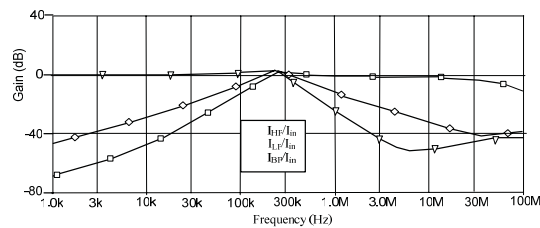
จะเห็นได้ว่าค่าความไวทั้งหมดมีค่าไม่เกินหนึ่ง

3. ผลจำลองการทำงาน

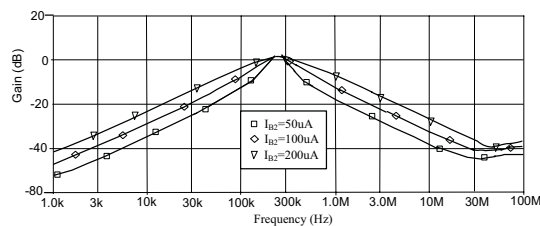
จากการจำลองเพื่อยืนยันและ ทดสอบการทำงานของวงจร โดยจำลองการทำงานผ่านโปรแกรม PSPICE สำหรับ ในการจำลองนี้ได้ใช้พารามิเตอร์ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และ PNP เบอร์ NR200N และ PR200N ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์อาร์เรย์ ATA400 ของ AT&T [13] ใช้ใน MO-CCCCTA มีโครงวงจรสร้างดังภาพที่ 3 ใช้ในจำลองผลการทำงานของวงจร และให้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรที่ $\pm 1.5V$ กำหนดให้ค่าตัวเก็บประจุ $C_1 = C_2 = 1nF$ ให้กระแสไบอัส $I_{B1} = I_{B2} = 100\mu A$ และให้กระแสไบอัส $I_{B3} = I_{B4} = 50\mu A$ สามารถให้ผลตอบสนองทางความถี่เชิงมุม ผลทางความถี่เท่ากับ $282.49kHz$ และ ผลจากการคำนวณจากสมการที่ (9) ได้ความถี่กับ $306.07 kHz$ จากวงจรกรองความถี่ดังในภาพที่ 2 เราจะพบว่าวงจรสามารถให้ผลการตอบสนองทางความถี่พร้อมกันทั้งสามจุด โดยให้ผลทางความถี่ความถี่สูงผ่าน ความถี่ต่ำผ่านและความถี่แถบผ่าน ดังภาพที่ 4 ส่วน ในภาพที่ 5 ผลจากการตอบสนองทางความถี่แถบผ่าน เมื่อมีการปรับค่า I_{B2} ให้มีความแตกต่างกัน จากสมการที่ (13) จะพบว่าเป็นการปรับค่าควอลิตี้แฟกเตอร์ของวงจร และในภาพที่ 6 ผลจากการตอบสนองทางความถี่แถบผ่าน เมื่อมีการปรับค่า I_B ถ้าให้มีการปรับกระแสไบอัสให้มีความแตกต่างกัน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตอบสนองทางความถี่เชิงมุม ซึ่งจะเห็นว่าไม่มีผลกระทบต่อควอลิตี้แฟกเตอร์



ภาพที่ 3: โครงสร้างวงจร MO-CCCCTA

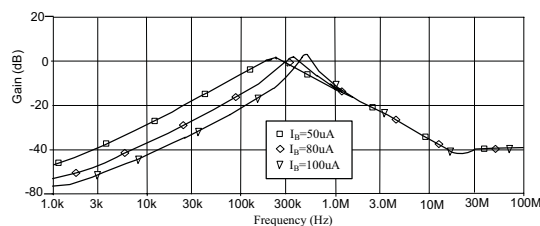


ภาพที่ 4: ผลตอบสนองทางความถี่ของวงจรกรองความถี่



ภาพที่ 5: ผลตอบสนองทางความถี่แถบผ่าน เมื่อปรับ

ไบอัสกระแส I_{B2}



ภาพที่ 6: ผลการตอบสนองทางความถี่แถบผ่าน เมื่อปรับ I_B

4. บทสรุป

บทความนี้ได้นำเสนอ วงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ในโหมดกระแส โดยใช้โดยใช้ MO-CCCCTA ประกอบวงจรด้วย MO-CCCCTA 2 ตัวและตัวเก็บประจุ 2 ตัวต่อลงกราวด์ ซึ่งวงจรที่นำเสนอสามารถให้ฟังก์ชันการถ่ายโอนได้ 3 รูปแบบในเวลาเดียวกันสามจุด ฟังก์ชันกรองความถี่สูงผ่าน ฟังก์ชัน กรองความถี่ต่ำผ่าน และฟังก์ชันกรองแถบความถี่ผ่านโดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงโครงสร้างวงจรแต่อย่างใด และวงจรที่นำเสนอยังมีการปรับค่าของ ความถี่เชิงมุม และควอลิตี้แฟกเตอร์ อิสระไม่มีผลกระทบต่อกัน โดยยืนยันผลการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม PSPICE ให้ความสอดคล้องกับทฤษฎี

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] A. Fabre, O. Saaïd, F. Wiest, and C. Boucheron, "Current controllable bandpass filter based on traslinear conveyor" Electron. Lett., vol 31, no.20, pp. 1727-1728, 1995
- [2] Shahram Minaei and Sait Turkoz "Current-Mode Electronically Tunable Universal Filter Using Only Plus-Type Current Controlled Conveyor and Grounded Capacitors " ETRI journal, Volume 26, Number 4, August 2004
- [3] C. Toumazou, F. J. Lidgey, and D. G. High, Analogue IC design: the current-mode approach, London Peter Peregrinus, 1990
- [4] D. R. Bhaskra, V. K. Sharma, M. Monis and S. M. I. Rizvi, "New current-mode universal biquad filter" Microelectronics Journal, vol. 30, pp 837-839, 1990
- [5] A. Fabre and M. alami, "Universal Current Mode Biquad Implemented From Two second Generation current conveyors," IEEE Trans. Circuit Syst-L: Fundamental Theory and Applications, vol. 42, 1995, pp. 383-385
- [6] S. Minaei and S. Türköz "New Current-Mode Current-Controlled Universal Filter with SingleInput and Three Outputs," Int'l J. Electronics, vol. 88, 2001, pp.333-337.
- [7] S. Oszguz and C. Acar, "Single-Input and Three-output Current-Mode Universal Fliter Using aReduced Number of Active Element," Electron. Lett., vol.34 No.7., pp.605-606, 1998
- [8] C.M. Chang, "Universal Active CurrentFilter with Single Input and Three output Using CCII," Electronics Lett., vol. 29, 1993 pp. 1932-1933
- [9] C.M. Chang "Novel Universal Current-Mode Filter with Single Input and Three output Using Five Current conveyor," Electronics Lett., vol. 29 ,1993, pp. 2005-2007.
- [10] R. Senani "A Simple Approach of D eriving Single-Input Multiple-Output Current-Mode Biquad Filter," Frequenz, vol. 50, 1996, pp. 124-127
- [11] M.Siripruchyanun and W. Jaikla "Current Controlled Current Conveyor Transconductance Amplifier (CCCCTA): a building block for Analog signal Processing," of ISCIT 2007, Sydney, Australia, pp 1072-1075, 2007
- [12] A. Fabre, O. Saaïd, F. Wiest, and C. Boucheron, "High frequency applications based on a new current controlled conveyor," IEEE Trans.Circuits Syst.–I, vol. 43, pp. 82–91, Feb. 1996.
- [13] D. R. Frey "Log-domain filtering an approach to current-mode filtering" IEE Proc Current Devices System, vol. 140, pp. 406-316., 1993

โปรแกรมแปลคำสั่งภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษ และภาษายาวี สำหรับตำรวจสายตรวจ โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

A Software for Translating Thai Patrol Police Commands to English and Yawi Languages based on Neural Network

อารัมภ์ กิตติพงษ์วัฒนา¹ และ พุฒศักดิ์ โกษียาภรณ์²

¹ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

²ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอซอฟต์แวร์แปลคำสั่งภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษ และภาษายาวีสำหรับตำรวจสายตรวจ โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งมีจำนวนคำสั่งทั้งหมด 29 คำสั่ง กระบวนการทำงานของซอฟต์แวร์ประกอบไปด้วยหลายขั้นตอน แต่ส่วนที่สำคัญที่สุดคือ การหาเอกลักษณ์ของสัญญาณเสียงแต่ละคำสั่ง หลังจากที่ได้เอกลักษณ์ของสัญญาณเสียงแล้ว โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) จะถูกใช้เป็นตัวจำแนก ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ได้ทำการออกแบบ และพัฒนาโดยใช้ภาษา C++ จากผลการทดลองความถูกต้องที่โปรแกรมสามารถแปลคำสั่งของตำรวจสายตรวจพบว่าเหมาะสมกับเฉพาะบุคคล ซึ่งได้ถูกนำสัญญาณเสียงมาทำการจัดการเรียนรู้ให้โครงข่ายประสาทเทียม

คำสำคัญ : โครงข่ายประสาทเทียม ภาษายาวี

Abstract

This article presents a software for translating Thai patrol police commands to English and Yawi languages based on neural network. This software has several processes where the most important process is the process of extracting features of the commands which will be fed to neural network for command classifying later. The software is developed under c++ language. The experimental results show that this software is appropriate to the person who has been trained to use.

Keywords: Neural Network, Yawi languages

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศที่ต้องส่งออกและนำเข้าสินค้าด้านการเกษตร และอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก ทำให้มีชาวต่างชาติหลาย ๆ ชาติเข้ามาเป็นจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นการเข้ามาทำธุรกิจ เข้ามาทำงาน หรือแม้แต่เข้ามาท่องเที่ยวก็ตาม ซึ่งชาวต่างชาติที่เข้ามาเหล่านี้ก็ไม่สามารถพูดภาษาไทยได้ทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นชาวอังกฤษ ญี่ปุ่น จีน พม่า กัมพูชา หรือแม้แต่คนไทยบางส่วนที่ไม่สามารถพูดภาษาไทยได้ เช่น คนมุสลิมที่พูดภาษาอูรดู คนไทยภูเขาที่ใช้ภาษาที่แตกต่างกันตามแต่ละเผ่า เป็นต้น จะเห็นได้ว่าการติดต่อสื่อสารระหว่างคนไทยที่พูดภาษาไทยและชาวต่างชาติหรือคนไทยที่ไม่สามารถพูดภาษาไทยได้จึงมีความยากลำบาก โดยเฉพาะกับผู้ที่ประกอบอาชีพที่ต้องพบปะกับผู้คนเหล่านี้บ่อยครั้ง ซึ่งบางคนก็ไม่มีพื้นฐานทางด้านภาษาเหล่านี้เลยตัวอย่างเช่น พ่อค้าแม่ค้า คนขับรถโดยสารไม่ว่าจะเป็น รถแท็กซี่ รถประจำทาง รถสามล้อ หรือแม้แต่ตำรวจสายตรวจก็ตาม และในอาชีพตำรวจที่เป็นสายตรวจนี้เอง การสื่อสารหรือพูดคุยจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะในบางเหตุการณ์จะต้องมีการสื่อสาร หรือพูดคุยกับบุคคล หรือผู้ต้องสงสัยที่เป็นชาวต่างชาติหรือคนไทยบางส่วน ที่ไม่มีความสามารถที่จะเข้าใจในภาษาไทย ตัวอย่างของเหตุการณ์ เช่น การตรวจค้นตัวบุคคล การตรวจค้นขณะที่คนร้ายอยู่ในรถ การติดตามคนร้ายขณะหลบหนี เป็นต้น ฉะนั้นจะเห็นได้ว่าการสื่อสารหรือพูดคุยระหว่างตำรวจสายตรวจกับผู้ต้องสงสัยที่ไม่มีความสามารถที่จะเข้าใจในภาษาไทย จึงสร้างความยากลำบากหากการสื่อสารกันไม่เข้าใจ และอาจก่อให้เกิดผลร้ายตามมาได้

นอกจากนี้การรู้จำเสียงพูดโดยเฉพาะภาษาไทยได้มีการศึกษา และวิจัยเป็นจำนวนมาก [1-5] พร้อมทั้งได้มีการนำไปประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น การระบุ

ตัวบุคคล [4] การระบุตัวเพื่อเข้าถึงอีเมล [5] เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้หลักการค้นหาเอกลักษณ์ของสัญญาณเสียง เช่น จำนวนพยางค์ ความถี่ฟอร์แมน คาบเวลาพิตช์ สัมประสิทธิ์การประมาณค่าเชิงเส้นสเปกตรัม เป็นต้น เพื่อให้โครงข่ายประสาทเทียมทำหน้าที่จำแนก หรือตัดสินใจว่า บุคคลที่พูดคือใคร หรือประโยคนั้นคือประโยคอะไร [1-4] เนื่องจากความสามารถของโครงข่ายประสาทเทียมที่สามารถเรียนรู้จดจำ และจำแนก คัดแยกได้ ดังนั้นบทความนี้จึงได้นำโครงข่ายประสาทเทียมมาประยุกต์ใช้ เพื่อการแปลคำสั่งของตำรวจสายตรวจที่เป็นภาษาไทยจำนวน 29 คำสั่งเป็นภาษาอังกฤษ และภาษาอูรดู

บทความนี้ประกอบไปด้วย หลักการที่ใช้ในบทความได้แก่ ตัวกรอง IIR การแปลงฟูเรียร์แบบ FFT โครงข่ายประสาทเทียม และการค้นหาเอกลักษณ์ของคำและประโยคในส่วนที่ 2 ผลการทดลองในส่วนที่ 3 และส่วนสุดท้ายคือสรุป และวิจารณ์

2. หลักการ

2.1 ตัวกรอง IIR (Infinite Impulse Response Filter)

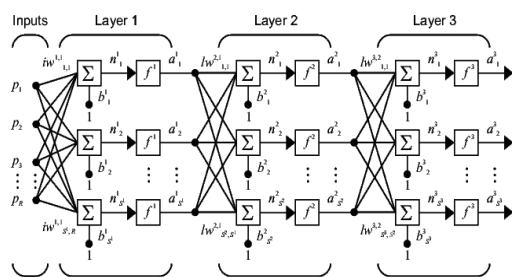
โดยทั่วไปการประมวลผลสัญญาณใดๆ ก็ตามสิ่งแรกที่จะต้องปฏิบัติก็คือ การปรับปรุงสัญญาณให้สมบูรณ์ที่สุด เพื่อลดข้อผิดพลาด และเวลาที่ใช้ในการประมวลผล ซึ่งสามารถทำได้ด้วยการใช้ตัวกรองความถี่เพื่อลดข้อมูลที่ไม่จำเป็น และกำจัดสัญญาณรบกวน นอกจากนี้ถ้าทำการพิจารณาสัญญาณที่มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง ดังนั้นตัวกรองที่ใช้จะต้องเป็นชนิดตัวกรองดิจิทัล ซึ่งมีด้วยกันสองแบบคือ FIR และ IIR เนื่องจากในโครงงานนี้ได้ทำการประมวลผลสัญญาณ ที่ไม่ต่อเนื่อง ดังนั้นจึงใช้ตัวกรองดิจิทัลแบบ IIR เพราะให้ผลตอบสนองที่ดีกว่า FIR ในด้านความคม และ รีบเปิ้ล

2.2 FFT (Fast Fourier Transform)

วิธีการหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์สัญญาณไม่ต่อเนื่อง เพื่อหาส่วนประกอบของสัญญาณหนึ่งๆ นั้นเกิดจากการ รวมกันของสัญญาณไซน์ความถี่ใดบ้าง สามารถทำได้ ด้วยการใช่วิธีแปลงฟูเรียร์แบบ DFT (Discrete Fourier Transform) แต่วิธีการนี้จะสิ้นเปลืองเวลาในการคำนวณ มาก มักไม่ได้รับความนิยมโดยเฉพาะเมื่อมีข้อมูลเป็น จำนวนมาก ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนากระบวนการ การหาส่วนประกอบของสัญญาณให้เกิดประสิทธิภาพเมื่อ เทียบกับการคำนวณแบบ DFT ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้มาก นั้นคือแปลงฟูเรียร์แบบ FFT (Fast Fourier Transform) โดยอาศัยการลดทอนทางเวลา (DIT FFT)

2.3 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks)

โครงข่ายประสาทเทียมมีแนวคิดการจำลอง กระบวนการคิดจากสมองมนุษย์ โครงข่ายประสาท เทียมมีคุณสมบัติ 2 ชนิดเช่นเดียวกับสมองมนุษย์คือ การเรียนรู้ และการระลึก หรือการจดจำ



ภาพที่ 1: โครงข่ายประสาทเทียม

ข้อมูลที่ใช้เป็นส่วนประกอบ และสร้างโครงข่าย ประกอบไปด้วย ข้อมูลเข้า ข้อมูลออก ค่าน้ำหนัก อัตรา การเรียนรู้ ฟังก์ชันผลรวม ฟังก์ชันโอนย้าย เป็นต้น ซึ่ง ได้แสดงดังภาพที่ 1. กระบวนการจัดการเรียนรู้ให้ โครงข่ายประสาทเทียมนั้นสามารถทำได้หลายวิธี แต่วิธี

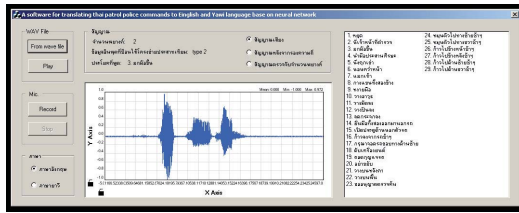
ที่นิยมใช้กันทั่วไปคือ การใช้อัลกอริทึม Back Propagation ซึ่งประกอบไปด้วยสองขั้นตอน ขั้นตอนแรกคือการแพร่กระจายแบบไปหน้า และขั้นตอนที่สอง คือการแพร่กระจายแบบย้อนกลับ

2.4 การค้นหาเอกลักษณ์ของคำ และประโยค

โดยปกติแล้วในการทำการจดจำเสียงพูด สิ่งสำคัญ ที่สุดของกระบวนการนั้นการค้นหาเอกลักษณ์ของ สัญญาณเสียงที่ต้องการให้จดจำ เนื่องจากบทความนี้ได้ ทำการจดจำคำสั่งของตำรวจสายตรวจ ซึ่งประกอบไปด้วย 29 คำ และประโยค เอกลักษณ์เสียงที่ใช้ใน บทความนี้สามารถแบ่งได้ 6 ประเภทดังนี้ จำนวน พยางค์ ความกว้างของพยางค์ ระยะห่างระหว่างพยางค์ ขนาดของสัญญาณ สเปกตรัม และอื่นๆ

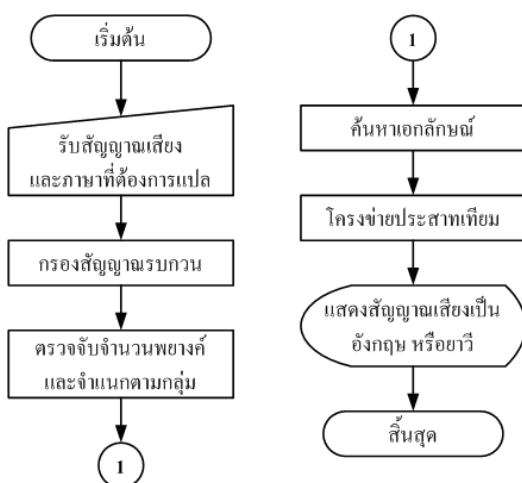
3. ผลการทดลอง

การพัฒนาซอฟต์แวร์แปลคำสั่งภาษาไทยเป็น ภาษาอังกฤษ และภาษาอาวี สำหรับตำรวจสายตรวจใน บทความนี้ถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษา C++ บน Visual C++ 6.0 ประกอบไปด้วย 5 ส่วน 1) ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน ซึ่งยังสามารถแบ่งออกเป็น 6 ส่วนย่อยดังนี้ ส่วนแรก ควบคุมรับสัญญาณเสียงจากไมโครโฟน ส่วนที่สองรับ สัญญาณเสียงจากไฟล์เสียง ส่วนที่สามการเลือกภาษาที่ ต้องการแปล ส่วนที่สี่การแสดงผลข้อมูลที่ป้อนให้ โครงข่ายประสาทเทียม จำนวนพยางค์ และประโยคที่ ได้ทำการแปล ส่วนที่ห้าเป็นส่วนที่ผู้ใช้สามารถเลือก แสดงสัญญาณเสียงที่แปลแล้วได้โดยตรง สุดท้ายคือ ส่วนของกราฟแสดงสัญญาณเสียง และตัวควบคุมกราฟ ดังรูปที่ 2.



ภาพที่2: ส่วนติดต่อกับผู้ใช้

2) ส่วน Preprocessing เป็นส่วนการจัดเตรียมข้อมูลที่เป็นสัญญาณเสียงให้เหมาะสมด้วยการกรองสัญญาณรบกวนที่ไม่ต้องการด้วยตัวกรองดิจิทัล IIR 3) ส่วนของกระบวนการดึงเอกลักษณ์ของสัญญาณเสียงดังที่ได้กล่าวก่อนหน้านี้ 4) ส่วนของโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งทำหน้าที่จำแนก และตัดสินใจว่าเอกลักษณ์ของสัญญาณเสียงอินพุตที่ได้รับมาคือคำสั่งใดของตำรวจสายตรวจ 5) ส่วนของการแสดงผลสัญญาณเสียงที่ได้ผ่านการแปลเป็นอังกฤษ และภาษาขาวี ผ่านทางลำโพง นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผังงานการทำงานของซอฟต์แวร์ดังภาพที่ 3



ภาพที่3: ผังงานการทำงานของซอฟต์แวร์

ตารางที่ 1: คำสั่งของตำรวจสายตรวจ

จำนวนพยางค์	คำสั่งของตำรวจสายตรวจ	
1	หยุด	
2	แยกเท้า	หงายมือ
3	ยกมือขึ้น	นั่งคุกเข่า
	นอนคว่ำหน้า	ดับเครื่องยนต์
	อย่าขยับ	วางอาวุธ
	วางอาวุธ	วางมีดลง
	วางปืนลง	อย่าขยับ
	วางบนพื้น	
4	ถอดกุญแจรถ	ลดกระจกกลง
	วางบนหลังคา	
5	นำมือประสานศีรษะ	กางแขนทั้งสองข้าง
6	ก้าวลงจากรถช้าๆ	ก้าวไปข้างหน้าช้าๆ
	ก้าวไปข้างหลังช้าๆ	ก้าวไปด้านซ้ายช้าๆ
	ก้าวไปด้านขวาช้าๆ	นี่เจ้าหน้าที่ตำรวจ
	ขออนุญาตตรวจค้น	
7	หมุนตัวไปทางขวาช้าๆ	เปิดประตูด้านนอกตัวรถ
	หมุนตัวไปทางซ้ายช้าๆ	
8	ยื่นมือทั้งสองออกมานอกรถ	
9	กรุณาจอดรถขอบทางด้านซ้าย	กรุณาจอดรถขอบทางด้านขวา

ในส่วนของการขั้นตอนการพัฒนาซอฟต์แวร์ส่วนสำคัญที่สุดของการจดจำเสียงพูดคือ การจัดการเรียนรู้ให้กับโครงข่ายประสาทเทียมด้วยเอกลักษณ์ของเสียงคำสั่งของตำรวจสายตรวจ ประกอบด้วยจำนวนพยางค์ ความกว้างของพยางค์ ระยะห่างระหว่างพยางค์ ขนาดของสัญญาณ สเปกตรัม และอื่นๆ ซึ่งมีจำนวนคำสั่งของตำรวจสายตรวจทั้งหมด 29 คำสั่ง ตัวอย่างสัญญาณที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วยสองส่วน ส่วนแรกคือเสียงของผู้พัฒนาซอฟต์แวร์คำสั่งละ 30 ตัวอย่าง ส่วนที่สองคือบุคคลอื่นจำนวน 7 คนคำสั่งละ 10 ตัวอย่าง เพื่อให้สะดวกต่อการพัฒนา และง่ายต่อการ

ประมวลผล สัญญาณเสียงจะถูกแบ่งออกเป็น 9 กลุ่มตามจำนวนพยางค์ดังตารางที่ 1. และได้พบว่ากลุ่ม 1, 2, 8, 9 สามารถเปรียบเทียบเอกลักษณ์กันได้โดยตรง ดังนั้นจะทำการสร้างโครงข่ายประสาทเทียม และทำการจัดการเรียนรู้ให้โครงข่ายเฉพาะกลุ่ม 3 ถึง 7 ซึ่งสามารถแสดงตัวแปรที่ใช้ และผลของการจัดการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลของการจัดการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

กลุ่ม	โครงข่ายประสาทเทียม		ค่า MSE ที่กำหนด	ค่า MSE ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้
	จำนวนนิวรอนแต่ละชั้น	อัตราการเรียนรู้		
7	3, 13, 6, 3, 1	0.2	10^{-14}	4.88×10^{-15}
6	4, 13, 6, 3, 1	0.2	10^{-14}	3.77×10^{-15}
5	2, 6, 1	0.2	10^{-14}	9.99×10^{-15}
4	3, 6, 1	0.2	10^{-14}	8.66×10^{-15}
3	6, 12, 7, 4, 2, 1	0.2	10^{-14}	6.28×10^{-15}

นอกจากนี้ยังได้ทำการทดสอบความถูกต้องของซอฟต์แวร์ที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกคือเสียงของผู้พัฒนาซอฟต์แวร์คำสั่งละ 50 สัญญาณเสียง ส่วนที่สองคือบุคคลอื่นจำนวน 3 คน คำสั่งละ 10 สัญญาณเสียงจาก และสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ผลการทดสอบการแปลภาษาของซอฟต์แวร์ที่ได้พัฒนา

บุคคลที่	ความถูกต้อง (%)
1 (ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์)	86.06%
2	68.27%
3	64.83%
4	66.21%

4. สรุปและวิจารณ์

บทความนี้ได้เสนอการพัฒนาซอฟต์แวร์แปลคำสั่งภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษ และภาษายาวีสำหรับตำรวจสายตรวจโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ทำหน้าที่สื่อสารระหว่างตำรวจสายตรวจกับบุคคลต้องสงสัยชาวต่างชาติ หรือคนไทยที่ไม่สามารถเข้าใจภาษาไทยได้ ประกอบไปด้วยคำ หรือประโยคคำสั่งทั้งหมด 29 คำสั่งถูกพัฒนาโดยใช้ภาษา C++ ซึ่งแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆตามขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมดังที่กล่าวมาข้างต้น โดยได้ทำการออกแบบ และพัฒนาเป็นคลาส ในส่วนของผลการทดลองการแปลภาษาของซอฟต์แวร์ โดยการทดลองด้วยเสียงของผู้ชายจำนวนซอฟต์แวร์สามารถแปลคำสั่งจากเสียงของผู้พัฒนาได้ถูกต้อง 86.06% และบุคคลอื่นประมาณ 60% เท่านั้นซึ่งแสดงให้เห็นว่าซอฟต์แวร์นั้นเหมาะสมกับเฉพาะบุคคล

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนบทความขอขอบคุณ พ.ต.ต. วีระยุทธ นันตา ได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับคำสั่งของตำรวจสายตรวจข้อมูลเกี่ยวกับทางด้านวิชาการ คุณ บากอริ มูเซ ที่ช่วยให้เสียงคำสั่งของตำรวจสายตรวจในภาษายาวี และสุดท้ายคือเพื่อนนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ไฟฟ้า รุ่น 36 ที่ให้กำลังใจ และสัญญาณเสียงตัวอย่าง

เอกสารอ้างอิง

- [1] พิชัย ชูกาญจนพิทักษ์, ไชยันต์ สุวรรณชีวะศิริ, มนัญ พ่วงพูล, “การรู้จำเสียงพูดภาษาไทยต่อเนื่องจำนวนคำศัพท์ปานกลางเฉพาะบุคคล.”, NCSEC, 2002.
- [2] ไชยันต์ สุวรรณชีวะศิริ, “การรู้จำเสียงพูดตัวเลขภาษาไทยแบบหลายผู้พูดด้วยนิวรัลเน็ตเวิร์ค”, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2540.

- [3] ไชยันต์ สุวรรณชีวะศิริ, “การรู้จำเสียงพูดภาษาไทยจำนวนคำศัพท์ 500 คำเฉพาะบุคคลโดยใช้ลักษณะแบ่งความต่างหน่วยเสียงของพยางค์โดดและโครงข่ายสมองเทียม.” Proceeding of the Fifth National Computer Science and Engineering Conference, 2544: 59-69.
- [4] Chularat Tanprasert, Chai Wutiwiwatchai, Sutat Sae-tang, "Text-dependent Speaker Identification Using Neural Network On Distinctive Thai Tone Marks.", NECTEC technical journal vol.1, No.6 January - February, 2000.
- [5] Satyapanich T. and A. Kawtrakul a “Speakerdependent continuous Thai speech recognition system for e-mail accessing.”, Proceeding of National Computer Science and Engineering Conference 2003, Chonburi, Thailand, pp. 223-228. 2003.
- [6] Tejpal Singh Chhabra, “Back-propagation Neural Net”, <http://www.codeproject.com>
- [7] นิรุช อำนวยศิลป์. “คู่มือการเขียนโปรแกรม Visual C++ Version 6.0.”, ฉบับใช้งานจริง, บริษัท ชัคเชส มีเดีย จำกัด : 2542
- [8] ยุทธนา สีสาวพัฒนกุล. คู่มือการเขียนโปรแกรมด้วย Visual C++ 6.0 ฉบับโปรแกรมเมอร์, กรุงเทพฯ, อินโฟเพรส : 2544
- [9] ภาณี น้อยยิ่ง. “การสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ทางเวลา ระหว่างสัญญาณ ECG และ PCG โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม.”, วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

อารัมภ์ กิตติพงษ์วัฒนา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจาก

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปัจจุบันศึกษาในระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรม

โทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์

พลศักดิ์ โกษียาภรณ์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จาก Vanderbilt University, Nashville,

USA ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำ

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ งานวิจัยทางด้านวงจรไฟฟ้า, ระบบและโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และการประมวลผลสัญญาณดิจิทัล

ฮาร์โมนิกต่อบัลลาสต์ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง Harmonic in Ballast for Illumination system

ชนากร จารุลักษณ์¹ อนุวัตร สุวรรณลักษณ์² อิศมาแอ ยามา³ ไพฑูรย์ หะแว⁴ และ สลักจิตร์ นิลบวร⁵

โปรแกรมเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

E-mail: n.salakchit@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการทดลองวัดค่าฮาร์โมนิกในวงจรแสงสว่างซึ่งเกิดจากบัลลาสต์ที่มีขายในท้องตลาดมีพิกัดกำลัง 36 วัตต์ โดยเปรียบเทียบค่าความเพี้ยนของสัญญาณ กำลังงานไฟฟ้า สัญญาณรบกวนย่านฮาร์โมนิกส์ทำการทดลองโดยใช้ Fluke 434 Three Phase Power Quality Analyzer อ้างอิงผลตามมาตรฐาน EN 50160 ซึ่งเป็นมาตรฐานควบคุมระบบไฟฟ้า และรองรับมาตรฐาน EMC ในโหนดสำหรับระบบไฟฟ้า 1 เฟสพิกัดกระแสต่ำกว่าหรือเท่ากับ 16 แอมแปร์ ซึ่งฮาร์โมนิกเป็นสาเหตุทำให้เกิดความร้อน ลดอายุการใช้งานของมอเตอร์และหม้อแปลงไฟฟ้า ส่งผลต่อกระแสในสายนิวทรัล และลดประสิทธิภาพการทำงานของหม้อแปลง

คำสำคัญ : ฮาร์โมนิก 434 Three phase power quality analyzer, EN 50160, มาตรฐาน EMC

Abstract

This paper is present measuring harmonics in ballast of illumination circuit. The power rate is 36 Watt. The test compare the effect on total harmonic distortion, electric power and harmonics of each ballasts. For results are referred to standard EN 50160 Voltage characteristics of public distribution systems with those of the EMC standards EN61000 series. In public low voltage (LV) single phase for operating current less than 16 A. Harmonics cause heating and reduced life in motor windings and transformers, excessive neutral current, and reduced transformer efficiency.

Keywords: Harmonic, 434 Three phase power quality analyzer, EN 50160, EMC standards

1. บทนำ

ในปัจจุบันการไฟฟ้าหรือผู้ใช้ไฟฟ้าได้ให้ความสำคัญกับคุณภาพไฟฟ้ามากขึ้น เนื่องจากได้มีการใช้อุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีสูงกว่าเดิมในอดีต ซึ่งคุณลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ดังกล่าวจะไวต่อการเปลี่ยนแปลงต่อกระแสและแรงดันคือถ้ามีขนาดและรูปร่างผิดเพี้ยนไปจากสภาพการจ่ายไฟปกติอาจจะทำให้อุปกรณ์มีการทำงานผิดพลาดหรือเกิดการชำรุดเสียหายขึ้นได้ โดยส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์ที่มีการทำงานแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Non-linear load) ซึ่งในวงจรแสงสว่างอุปกรณ์ที่เป็นแหล่งกำเนิดฮาร์มอนิกก็คือบัลลาสต์ โดยบัลลาสต์ก็มีทั้งแบบบัลลาสต์ชนิดหลอดแก๊สและบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหลอดแก๊สประสิทธิภาพสูง และบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งแต่ละชนิดก็มีทั้งข้อดีและข้อเสียที่ทำให้ความนิยมในการเลือกใช้มีการเปลี่ยนแปลง แต่การศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดจากปัญหาฮาร์มอนิกก็เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้ทราบถึงปัญหาและป้องกันระบบไฟฟ้าในบ้านเราให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

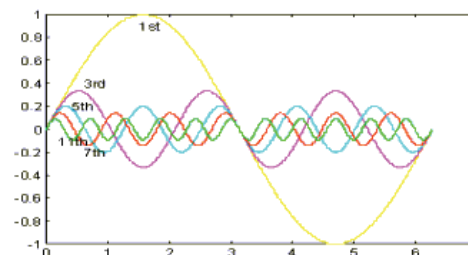
เพื่อหารายละเอียดการวัดและวิเคราะห์คุณภาพของระบบไฟฟ้าโดยใช้ Fluke 434 Three Phase Power Quality Analyzer แสดงค่าแรงดัน (rms และ peak) กระแส (rms และ peak) ความถี่ ฮาร์มอนิกที่ความถี่ต่างๆ ค่าความเพี้ยนของสัญญาณ เป็นต้น

2.1 คำนิยามฮาร์มอนิก

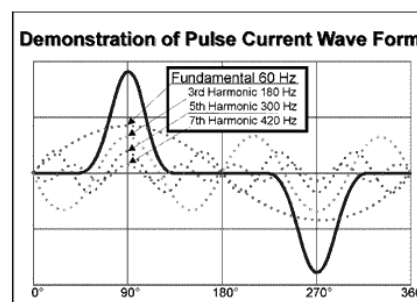
ฮาร์มอนิก (Harmonic) คือส่วนประกอบในรูปสัญญาณคลื่นไซน์ (Sine wave) ของสัญญาณหรือปริมาณเป็นคาบใดๆ ซึ่งมีความถี่เป็นจำนวนเต็มเท่าของความถี่หลักมูล (Fundamental Frequency ในระบบไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 50 Hz) เช่น ฮาร์มอนิกลำดับที่ 3 มี

ค่าความถี่เป็น 150 Hz และฮาร์มอนิกลำดับที่ 5 มีค่าความถี่เป็น 250 Hz แสดงดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 สัญญาณคลื่นไซน์ (Sine Wave) ที่ฮาร์มอนิกลำดับต่างๆ



และผลของฮาร์มอนิกเมื่อรวมกับสัญญาณความถี่หลักมูลทางขนาด (Amplitude) และมุมเฟส (Phase Angle) ทำให้สัญญาณที่เกิดขึ้นมีขนาดเปลี่ยนไปและมีรูปสัญญาณเพี้ยนไปจากสัญญาณคลื่นไซน์ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงถึงฮาร์มอนิกลำดับที่ 3, 5 และ 7 ที่มุมต่างๆ ทำให้สัญญาณไซน์มีรูปร่างผิดเพี้ยน

เมื่อ T คือ 1 คาบของสัญญาณและ n คือเลขจำนวนเต็มบวก ในกรณีที่ $n = 0$ จะเป็นความถี่มูลฐาน (Fundamental

Frequency) หรือกรณีที่ n มีค่ามากกว่าศูนย์เราเรียกความถี่นี้ว่าฮาร์มอนิกลำดับที่ n ซึ่งเป็นได้ทั้งลำดับคู่และคี่ ในทางคณิตศาสตร์สามารถใช้อินทิกรัลฟูเรียร์

อธิบายคุณลักษณะของฮาร์มอนิกได้ โดยสัญญาณหรือฟังก์ชัน ที่เป็นคาบใดๆ สามารถกระจายให้อยู่ในรูปผลรวมของฟังก์ชันตรีโกณมิติที่มีความถี่ต่างๆเป็นฟังก์ชันคาบที่เขียนแทนด้วย $f(t)$ ดังสมการ

$$f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(n\omega_0 t) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin(n\omega_0 t)$$

$$a_0 = \frac{1}{T} \int f(t) dt$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int f(t) \cos n\omega_0 t \cdot dt$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int f(t) \sin n\omega_0 t \cdot dt$$
(1)

2.2 ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิก %THD (Total Harmonic Distortion) เป็นค่าบอกระดับความเพี้ยนฮาร์มอนิกโดยเทียบจากอัตราส่วนระหว่างค่ารากที่สองของผลบวกกำลังสองของส่วนประกอบฮาร์มอนิก กับค่าของส่วนประกอบความถี่มูลฐานเทียบเป็นร้อยละ ซึ่งจะแยกออกเป็น ค่าความเพี้ยนกระแสฮาร์มอนิกรวม และค่าความเพี้ยนแรงดันฮาร์มอนิกรวม ดังสมการที่ 2 เป็นค่าความเพี้ยนแรงดันฮาร์มอนิกรวม

2.3 มาตรฐาน EN 50160 [1]

มาตรฐาน EN 50160 เป็นมาตรฐานกำหนดพารามิเตอร์ในระบบไฟฟ้าทั้งในระบบส่งจ่ายและระบบผู้ใช้งานที่ได้มีการกำหนดลิมิตในการวัดค่าของเครื่องมือไว้หลายค่า ซึ่งจะขอกล่าวถึงเฉพาะค่า: แรงดันฮาร์มอนิก (Harmonic voltage) เป็นแรงดันไซน์ชอยด์ที่มีความถี่คงที่ใด ๆ คูณด้วยความถี่มูลฐานของแหล่งจ่ายแรงดันซึ่งจำแนกออกเป็น 2 แบบคือ

ตารางที่ 1 : ค่าฮาร์มอนิกแรงดันที่ลำดับต่างๆ ถึงลำดับที่ 25 โดยมีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ของแรงดันปกติ U_h

Odd harmonics				Even Harmonics	
Order h	Relative voltage (%)	Order h	Relative voltage (%)	Order h	Relative voltage (%)
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1.5	4	1
11	3.5	15	0.5	6....24	0.5
13	3	21	0.5		
17	2				
19	1.5				
23	1.5				
25	1.5				

1. Individually จากความสัมพันธ์ของแอมพลิจูดแรงดัน U_h และแรงดันเริ่มต้น U_1 เมื่อ h คือลำดับฮาร์มอนิก
2. Globally ปกติแสดงด้วยค่าความเพี้ยนของสัญญาณ (Total Harmonic Distortion factor THD_u) คำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$THD_u = \sqrt{\frac{\sum_{h=2}^n (U_h)^2}{U_1^2}}$$
(2)

โดยปกติแล้วตามมาตรฐาน EN 50160 ได้กำหนดพิสัยของค่าฮาร์มอนิกไว้ ดังตารางที่ 1

3. วิธีการทดลอง


การวัดและบันทึกค่าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง โดยใช้อุปกรณ์ที่มีการทำงานแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Non-linear Load) ซึ่งในการทดลองนี้คือบัลลาสต์ [2] ภายใต้รายละเอียดดังตารางที่ 2 ซึ่งมีค่าสัมพันธ์กับข้อมูลผลการทดลอง

ตารางที่ 2 : ข้อมูลพื้นฐานการวัด [3]

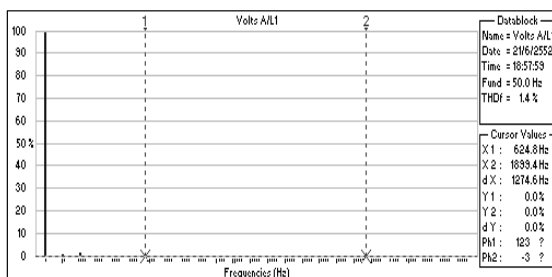
Voltage Measurements	Phase voltage 220 V 50 Hz
Harmonic Sequences	1-100 orders
Display information	Bar graph, Table
Voltage Harmonics	Phase Voltage THD

4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

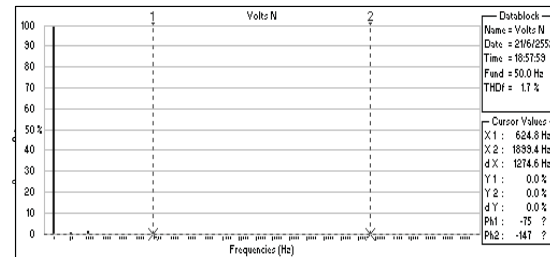
ผลการทดลองแสดงผลแบบตารางและฮาร์มอนิกสเปกตรัม (Harmonic spectrum) เปรียบเทียบฮาร์มอนิกโวลต์เตจในสายนิวทรอลและฮาร์มอนิกโวลต์เตจ A/L1 ในบัลลาสต์ทั้งสามประเภท

HARMONICS TABLE			
		0:01:21	
Volt	L1	N	
THD%f	1.4	1.4	
H3%f	0.3	0.4	
H5%f	1.3	1.3	
H7%f	0.2	0.2	
Amp	L1	N	
H3%f	10.3	8.8	
H5%f	0.7	1.5	
H7%f	1.6	2.2	
06/21/09 18:59:21		230V 50Hz 1Ø	EN50160
U A W	HARMONIC GRAPH		TREND
U&A			HOLD RUN


ภาพที่ 3.1 : ฮาร์มอนิกแรงดัน / กระแสหลอดฟลูออเรสเซนต์ใช้บัลลาสต์แกนเหล็ก



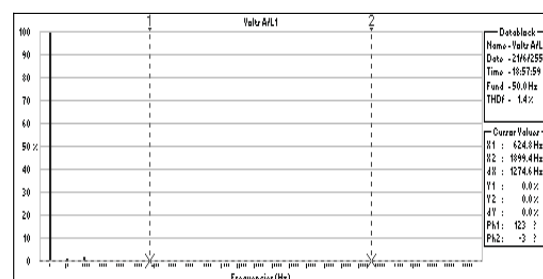
ภาพที่ 3.2 : Frequency Spectrum Volts A/L1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ใช้บัลลาสต์แกนเหล็ก



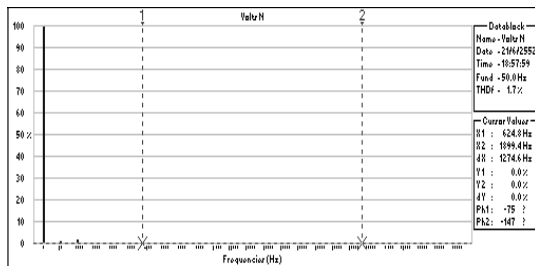
ภาพที่ 3.1 ตารางแสดงผลฮาร์มอนิกใน บัลลาสต์แกนเหล็กทั้งค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิก %THD ฮาร์มอนิกกระแสและฮาร์มอนิกแรงดันในสายส่งและสายนิวทรอลเฉพาะลำดับที่ ภาพที่ 3.2 และภาพที่ 3.3 ค่าแรงดันเฉลี่ยกำลังสอง (rms) ในแนวแกน Y และลำดับฮาร์มอนิกในแนวแกน X ทั้งหมด 100 ลำดับ

HARMONICS TABLE			
		0:03:31	
Volt	L1		N
THD%f	1.4		1.4
H3%f	0.4		0.4
H5%f	1.2		1.2
H7%f	0.3		0.2
Amp	L1		N
H3%f	12.8		11.5
H5%f	0.2		1.0
H7%f	1.6		2.1
06/21/09 19:01:31		230V 50Hz 1Ø	EN50160
U A W		HARMONIC GRAPH	TREND
U&A			HOLD RUN

ภาพที่ 4.1 : ฮาร์มอนิกแรงดัน / กระแสหลอดฟลูออเรสเซนต์ใช้บัลลาสต์โลว์ลอส



ภาพที่ 4.2 : Frequency Spectrum Volts A/L1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ใช้บัลลาสต์โลว์ลอส

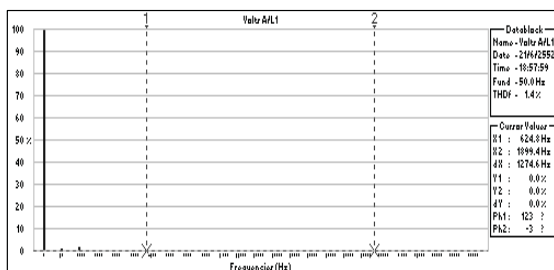


ภาพที่ 4.3 : Frequency Spectrum Volts N หลอด
ฟลูออเรสเซนต์ใช้บัลลาสต์โลว์ลอส

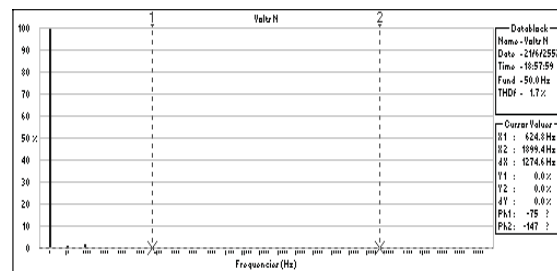
สำหรับภาพที่ 4.1 ถึง 4.3 ก็เช่นเดียวกันเป็นผลการทดลองวัดค่าฮาร์มอนิกในบัลลาสต์โลว์ลอสแสดงค่าของความเพี้ยนฮาร์มอนิก %THD ฮาร์มอนิกกระแสและฮาร์มอนิกแรงดันในสายส่งและสายนิวทรอล

HARMONICS TABLE			
⊕ 0:07:31		☰ 🔋	
Volt	L1	N	
THD%f	1.5	1.8	
H3%f	0.4	0.5	
H5%f	1.4	1.6	
H7%f	0.2	0.2	
Amp	L1	N	
H3%f	78.4	75.8	
H5%f	55.3	53.7	
H7%f	40.2	38.0	
06/21/09 19:05:31		230V 50Hz 1Ø EN50160	
U A W	HARMONIC GRAPH	TREND	HOLD RUN
U&A			

ภาพที่ 5.1 : ฮาร์มอนิกแรงดัน / กระแสหลอด ฟลูออ
เรสเซนต์ใช้บัลลาสต์ อิเล็กทรอนิกส์



ภาพที่ 5.2 : Frequency Spectrum Volts A/L1 หลอด
ฟลูออเรสเซนต์ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์



ภาพที่ 5.3 : Frequency Spectrum Volts N หลอด
ฟลูออเรสเซนต์ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

ภาพที่ 5.1 ถึง 5.3 ตารางแสดงผลฮาร์มอนิกในบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิก %THD ฮาร์มอนิก กระแสและฮาร์มอนิกแรงดันในสายส่งและในสายนิวทรอลเฉพาะลำดับที่

ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิก % THD มีค่าอยู่ที่ประมาณ 5% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ THD<8% สำหรับฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้นที่ลำดับต่าง ๆ เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองค่าฮาร์มอนิกที่ลำดับต่างๆ ดังตารางที่ 1 จากผลการทดลองฮาร์มอนิกโวลต์เตจ ในบัลลาสต์แกนเหล็กมีค่าเพียง 3.98 % ในบัลลาสต์โลว์ลอสมีค่าเพียง 4.46 % และในบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีค่าเป็น 4.46% ที่ฮาร์มอนิกลำดับที่ 3rd ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ทั้งสิ้น

ในด้านของกำลังไฟฟ้าจะเห็นว่า บัลลาสต์แกนเหล็กมีการสูญเสียกำลังไฟฟ้าสูงที่สุดเมื่อรวมกับพิกัดกำลังของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ส่วนบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ถ้าพิจารณาถึงการสูญเสียกำลังไฟฟ้า, ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิก %THD และค่ากระแสไฟฟ้าแล้วจะเห็นว่า บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นอุปกรณ์ที่มีแนวโน้มว่าจะมีความนิยมมากขึ้น

ลำดับ	ชนิดของบัลลาสต์	คุณสมบัติสินค้า			ค่าจากการวัด		
		พิกัดกำลัง (W)	กระแส (A)	pf	พิกัดกำลัง (W)	กระแส (A)	THD _u (%)
1.	บัลลาสต์แกนเหล็ก	36	0.42	0.52	42.95	0.45	1.4
2.	บัลลาสต์โลว์ลอส	36	0.43	0.45	41.18	0.43	1.4
3.	บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	36	0.27	-	28.09	0.17	1.5

5. สรุป

ฮาร์มอนิกที่อยู่ในระบบไฟฟ้าเป็นปัญหาคุณภาพไฟฟ้าสำคัญเรื่องหนึ่ง เพราะปัจจุบันการใช้โหลดประเภทที่ไม่เป็นเชิงเส้นที่เป็นแหล่งจ่ายฮาร์มอนิกและโรงงานอุตสาหกรรมและในอาคารพาณิชย์นับวันมีการใช้โหลดดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น ผลทำให้รูปคลื่นของแรงดันและกระแสเพี้ยนไปจากรูปคลื่นไซน์ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อให้อุปกรณ์มีการทำงานผิดพลาด หรืออาจเกิดการเสียหายได้ ซึ่งผลกระทบของฮาร์มอนิกที่มีผลต่ออุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าหลัก แล้วแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ

ทำให้อุปกรณ์ในระบบมีการทำงานผิดพลาดด้วยผลของค่าแรงดันและกระแสฮาร์มอนิกที่มีขนาดและรูปคลื่นสัญญาณไซน์ผิดเพี้ยนไป

ทำให้อุปกรณ์ในระบบมีอายุการใช้งานน้อยลงหรือเกิดการชำรุดเสียหาย เนื่องจากมีค่า rms ของแรงดันหรือกระแสสูงขึ้นที่เกิดจากค่าฮาร์มอนิกหรือมีการขยายของแรงดันและกระแสฮาร์มอนิกที่เกิดจากฮาร์มอนิกรีโซแนนซ์

เอกสารอ้างอิง

- [1] EN 50160, Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems, 1999.
- [2] ศุภี บรรจงจิตร. วิศวกรรมการส่องสว่าง. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2538.
- [3] นภัทร วัฒนเทพินทร์. เทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2542.
- [4] ชีระวัฒน์ หนูแนค. Electrical & IR Product Manager. คู่มือการใช้งาน Fluke 433/434 Three Phase Quality Analyzer. บริษัท เมเซอร์โทรนิคส์ จำกัด, 2551.

การศึกษาการสร้างรถขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า

The Study of the Designed Electric Drive Vehicle

วิชาญ เพ็ชรทอง

โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

E-mail: wichan_ting@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสร้างรถขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า และเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่สร้างขึ้นกับชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในท้องตลาด เพื่อศึกษาความเร็วและระยะทางสูงสุดในการขับเคลื่อนสำหรับการชาร์จประจุ 2 ครั้ง ผู้วิจัยได้ออกแบบโดยใช้ชุดเพลาลังของรถ YAMAHA VILAGO เป็นส่วนขับเคลื่อนล้อหลัง ตัวโครงรถใช้โครงรถ HONDA BEAT นำมาดัดแปลงเพื่อติดตั้ง มอเตอร์กระแสตรง 4 V ขนาด 750W แบตเตอรี่ 22V ขนาด 17AH จำนวน 4 ก้อน ใช้ชุดคอนโทรลวงจร PWM คอนโทรลความเร็วมอเตอร์ จากการทดลองโดยใช้ค่าเฉลี่ยในการขับ 5 ครั้ง รถใช้เวลา 10 วินาทีในการออกตัวจนถึงความเร็วสูงสุด 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อบรรทุกน้ำหนัก 70 กิโลกรัม ประสิทธิภาพของชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่สร้างขึ้นมีความใกล้เคียงกันกับชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป เวลาในการชาร์จประจุแบตเตอรี่ 8 ชั่วโมง วิ่งได้เป็นระยะทาง 40 กิโลเมตร รวมเวลาวิ่ง 2 ชั่วโมง 50 นาทีต่อการเก็บประจุหนึ่งครั้ง

คำสำคัญ: รถขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า ชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

Abstract

The paper aims to conduct an electric drive vehicle in order to examine and compare the efficiency between the designed DC motor controller and the commercial DC motor controller. The full range of speeds and a maximum driving range for a single charge are also investigated. The researcher has taken YAMAHA VILAGO's rear axle as a part of rear wheel drive. The HONDA BEAT body was adapted to install 48V/750W D.C. motor which is required 12V/17AH of 4 batteries. PWM circuit was used as a motor speed controller. The results show that, the

vehicle, with 70 kg load, takes 10 seconds to climb up to a top speed of 20 km/h. Thus, there is no significantly difference between the designed DC motor controller and all commercial one in terms of fuel efficiency. The batteries take a full eight-hour recharge, giving a maximum driving range of 40 kilometers or 2 hours and 50 minutes long for a single charge.

Keywords: Electric drive vehicle, DC motor controller

1. บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานในการพัฒนาประเทศทั้งในด้านเศรษฐกิจ และสังคม การบริโภคพลังงานของประเทศไทยจาก พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ. 2573 พบว่าพลังงานขั้นต้นซึ่งได้แก่ น้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ และพลังงานน้ำมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยอัตราการบริโภคพลังงานส่วนใหญ่อยู่ในภาคอุตสาหกรรม และขนส่ง [1]

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการนำเข้าพลังงานเชื้อเพลิงจากต่างประเทศเป็นจำนวนมากและเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ปี โดยเฉพาะน้ำมันดิบซึ่งเป็นเชื้อเพลิงพลังงานที่มีความสำคัญต่อภาคอุตสาหกรรม การคมนาคมขนส่ง และการผลิตไฟฟ้า ดังนั้นในแต่ละปีรัฐจึงต้องสูญเสียงบประมาณในการนำเข้าน้ำมันดิบเป็นจำนวนมาก ซึ่งราคาน้ำมันดิบระหว่าง พ.ศ. 2541 ถึง พ.ศ. 2549 มีการปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง [2, 3] ซึ่งส่งผลกระทบต่อกิจการพลังงานในประเทศเป็นอย่างมากทั้งด้านการผลิตพลังงานไฟฟ้า และการใช้พลังงานในสาขาการผลิตต่างๆ จากผลกระทบที่เกิดขึ้นประเทศไทยจึงได้เริ่มสำรวจหาแหล่งพลังงานภายในประเทศเพื่อให้เกิดการพึ่งพาตนเองทางด้านพลังงาน รวมถึงเป็นการสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน จึงเป็นจุดเริ่มต้นของการกำหนดแผนนโยบายและมาตรการประหยัดพลังงาน และเริ่มมีการกระจายแหล่งพลังงานโดยเริ่ม

หันมาใช้แหล่งพลังงานทดแทน ส่งผลให้เกิดการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพลังงานไฟฟ้า และเทคโนโลยีการแปรรูปพลังงานแบบต่าง ๆ เพื่อลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศลง [4]

พลังงานไฟฟ้าเป็นอีกแหล่งพลังงานหนึ่งซึ่งถูกนำมาแปรรูป พัฒนาและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้พลังงานจากน้ำมันที่มีราคาแพงและก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างของพลังงานไฟฟ้าที่นำมาใช้ในปัจจุบันได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy) และการใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนยานพาหนะ ประเทศที่เป็นผู้นำทางด้านเทคโนโลยีหลายประเทศได้พัฒนาการใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนยานพาหนะให้มีขีดความสามารถและประสิทธิภาพที่สูงขึ้น เช่นเดียวกับประเทศไทยที่มีนโยบายด้านการประหยัดพลังงานและรณรงค์ให้มีการใช้พลังงานทดแทนขึ้นในปัจจุบัน

เพื่อตอบรับกับนโยบายด้านพลังงานของประเทศข้างต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบรถขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าพร้อมชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ที่มีราคาถูกและประสิทธิภาพใกล้เคียงกับชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป แทนการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อน เพื่อนำไปใช้เป็นยานพาหนะภายในมหาวิทยาลัย และใช้เป็นต้นแบบที่จะพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นต่อไป

1.1 วัดคุณสมบัติของการวิจัย

1.1.1 เพื่อศึกษาการสร้างรถขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่สร้างขึ้นกับชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป

1.1.3 เพื่อศึกษาความเร็วและระยะทางสูงสุดในการขับเคลื่อนสำหรับการเก็บประจุหนึ่งครั้ง

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 รถขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพวิ่งด้วยความเร็วไม่ต่ำกว่า 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และวิ่งได้ระยะทางไม่ต่ำกว่า 40 กิโลเมตรต่อการเก็บประจุหนึ่งครั้ง

1.2.2 ชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

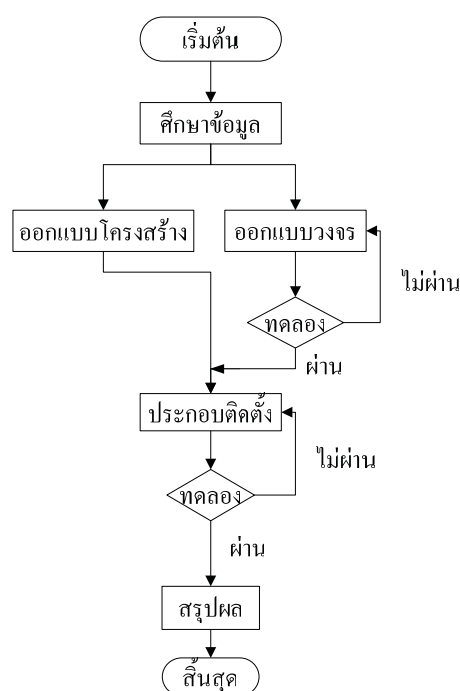
1.3.1 โครงสร้างของรถขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้ามีสองล้อ ใช้มอเตอร์ 48 V 750 W ควบคุมด้วยชุด DC drive motor 48 V 1000 W ใช้แบตเตอรี่ 12 V 17 AH จำนวน 4 ก้อนเป็นแหล่งจ่าย

1.3.2 ทดสอบหาประสิทธิภาพของรถขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าโดยหาค่าเฉลี่ยความเร็วเปรียบเทียบกับเวลา และหาค่าเฉลี่ยระยะทางเปรียบเทียบกับ การเก็บประจุหนึ่งครั้ง จากการขับ 5 ครั้ง

1.3.3 ทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างการใช้ชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่สร้างขึ้นกับชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในท้องตลาด จากการทดลองขับ 5 ครั้ง

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานเริ่มจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ออกแบบโครงสร้างของรถและออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ ทดลองใช้งานเพื่อเปรียบเทียบระหว่างวงจรที่สร้างขึ้นกับวงจรที่มีจำหน่าย ในท้องตลาดทั่วไป โดยอธิบายขั้นตอนการดำเนินงานได้ดังนี้



ภาพที่ 1: วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงด้วย PWM

มอเตอร์กระแสตรงมีความนิยมใช้กันมาก ก็เนื่องจากว่าสามารถปรับอัตราเร็วได้พิสัยกว้างมาก จึงทำให้เรามองข้ามข้อเสียในการที่มีคอมมิวเตเตอร์กับการที่มีขนาดใหญ่กว่ามอเตอร์กระแสสลับที่มีกำลังม้าเท่ากัน อย่างไรก็ตามถ้าเป็นระบบที่มีกำลังใหญ่มากเราก็จำเป็นต้องหันไปใช้มอเตอร์กระแสสลับ

เมื่อเราเลือกใช้มอเตอร์กระแสตรง เราก็สามารถทำได้เช่นกันด้วยการปรับค่าแรงดันกระแสตรงเลี้ยงวงจร (DC voltage supply) ที่ป้อนเข้าวงจรอาร์เมเจอร์หรือวงจรฟิลด์ ซึ่งสามารถต่อวงจรได้หลายแบบตามชนิดของมอเตอร์

ดังนั้นในการสาร์ทและการปรับอัตราเร็วจะขึ้นอยู่กับ การปรับกระแสและแรงดันที่ป้อนให้มอเตอร์ ซึ่งอาจทำได้ด้วยการต่อความต้านทานเข้าไปในวงจรที่ต้องการแล้วปรับค่าความต้านทานตัวนั้น แต่มีข้อเสีย ที่มีกำลังสูญเสียในความต้านทาน และขณะเปลี่ยนค่าความต้านทานจะมีการขัดสีและประกายไฟทำให้ความต้านทานเสียได้ทำให้ต้องเสียค่าซ่อมบำรุง ดังนั้นในปัจจุบันนิยมใช้ไทรสเตอร์เข้ามาต่อแทนตัวต้านทาน แล้วควบคุมการนำกระแสของไทรสเตอร์สามารถปรับค่าแรงดันและกระแสที่ป้อนให้มอเตอร์ได้ ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งเราจะใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าเป็นกระแสตรงหรือกระแสสลับก็ได้ ไทรสเตอร์จะเรียงกระแสให้ไหลได้ทางเดียวเสมอเมื่อบังคับให้ไทรสเตอร์ปิดและเปิดการนำกระแสให้มีลักษณะขาดความต่อเนื่องต่าง ๆ ด้วยความถี่ของการปิดเปิดเร็วมากก็จะให้ค่าเฉลี่ยระดับแรงดันต่าง ๆ ซึ่งอัตราเร็วของมอเตอร์จะขึ้นอยู่กับค่าของระดับเฉลี่ยนี้ที่ป้อนเข้ามอเตอร์ วิธีการที่ควบคุมแรงดันไฟฟ้ารูปแบบต่าง ๆ ให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงนี้เรียกว่า “การมอดูเลตแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง” (modulation)

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมี 3 วิธี

1. ปรับค่าของ t_{on} แต่รักษาคาบ T (หรือความถี่) ให้คงที่
2. รักษา t_{on} ให้คงที่ แต่ปรับค่าของคาบ T
3. ปรับค่าของ t_{on} และของคาบ T ทั้งคู่

เมื่อ t_{on} เป็นช่วงเวลาที่ไทรสเตอร์เปิดให้กระแสไหล

t_{off} เป็นช่วงเวลาที่ไทรสเตอร์ปิดให้กระแสหยุดไหล

$$T = t_{on} + t_{off} \text{ เป็นคาบ}$$

และ $f = 1/T$ เป็นความถี่ของการที่ทำให้ไทรสเตอร์เปิด-ปิดการนำกระแส [5,6]

2.2 ออกแบบโครงสร้างรถและออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์

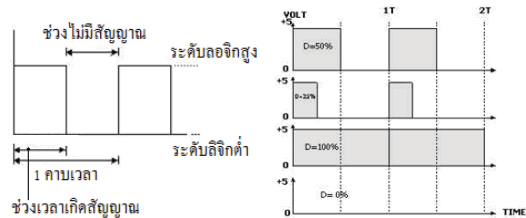
2.2.1 ออกแบบโครงสร้างรถ

โครงสร้างรถออกแบบโดยดัดแปลงมาจากรถจักรยานยนต์ Honda รุ่น Beat ใช้เฟลาหลังของรถ Yamaha Vilago เป็นตัวขับเคลื่อนล้อหลัง

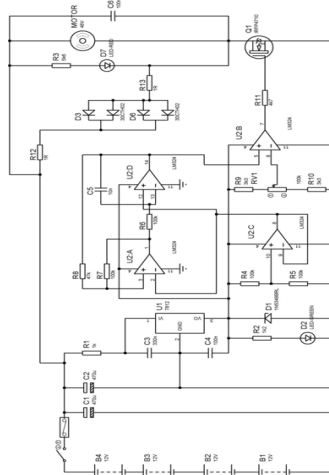
2.2.2 ออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์

หลักการการทำงานของ PWM การควบคุมความกว้างของพัลส์หรือ PWM จากภาพที่ 2 เป็นวิธีการมอดูเลชันทางความกว้างของพัลส์ (PWM) การมอดูเลชันทางความกว้างของพัลส์ PWM (Pulse Width Modulation) จะเป็นการปรับเปลี่ยนที่สัดส่วน และความกว้างของสัญญาณพัลส์ โดยความถี่ของสัญญาณพัลส์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ค่าของดีวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) นั่นเอง ซึ่งค่าของดีวตี้ไซเคิลคือช่วงความกว้างของพัลส์ที่มีสถานะลอจิกสูง โดยคิดสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์จากความกว้างของพัลส์ทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหากค่าดีวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับ 50% ก็หมายถึงใน 1 รูปสัญญาณพัลส์จะมีช่วงของสัญญาณที่เป็นสถานะลอจิกสูงอยู่ครึ่งหนึ่ง และสถานะลอจิกต่ำอยู่อีกครึ่งหนึ่ง ดังภาพที่ 2 และในทำนองเดียวกันถ้าหากค่าดีวตี้ไซเคิลมีค่ามาก หมายความว่าความกว้างของพัลส์ที่เป็นสถานะลอจิกสูงจะมีความกว้างมากขึ้น หากค่าดีวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับ 100% ก็หมายความว่าไม่มีสถานะลอจิกต่ำเลย ซึ่งค่าดีวตี้ไซเคิลสามารถจะหาได้จากค่าความสัมพันธ์ดังนี้

ค่าดีวีไอเคิล = (ช่วงของสัญญาณพัลส์/คาบเวลา
ทั้งหมดของสัญญาณ (X 100%) [5,6]



ภาพที่ 2: แสดงความกว้างของพัลส์ขนาดต่าง ๆ และ
ค่าดีวีไอเคิล ของช่วงพัลส์ที่มีความถี่คงที่



ภาพที่ 3: วงจร PWM ที่ออกแบบ

2.2.3 ทดสอบวงจรควบคุมมอเตอร์

นำวงจรที่ออกแบบไปทดสอบ เพื่อวัดสัญญาณ
เปรียบเทียบกับวงจรที่สร้างขึ้นกับวงจรในห้องตลาด
กับมอเตอร์ DC 48 V 750 W



ภาพที่ 4: สัญญาณ PWM จากการทดลอง

จากภาพที่ 4 กราฟเส้นบนเป็นสัญญาณ PWM
ของวงจรที่มีจำหน่ายทั่วไป กราฟเส้นล่างเป็นสัญญาณ
PWM ที่สร้างขึ้น สังเกตว่าวงจรที่สร้างขึ้นมีความถี่สูงกว่า
วงจรที่มีจำหน่ายในห้องตลาดทั่วไป

2.2.4 ประกอบ ติดตั้งอุปกรณ์

เมื่อคัดแปลง โครงสร้างที่ได้นำมาประกอบกับ
ชุดเพลาลัง และติดตั้งวงจรควบคุมมอเตอร์พร้อม
แบตเตอรี่จะได้รถขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: รถขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าที่สร้างขึ้น

2.2.5 การทดลองขับ

ผู้วิจัยทดสอบหาประสิทธิภาพของรถขณะบรรทุก
และไม่บรรทุกน้ำหนักจากการขับ 5 ครั้ง โดยหาค่าเฉลี่ย
ความเร็วเปรียบเทียบกับเวลา และหาค่าเฉลี่ยระยะทาง

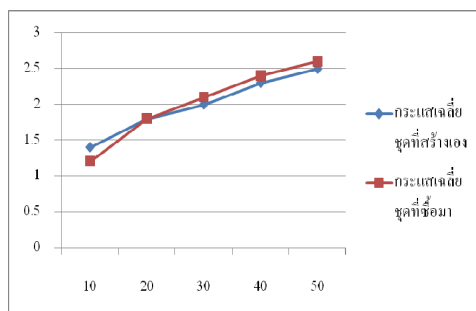
เปรียบเทียบกับ การเก็บประจุหนึ่งครั้ง และผู้วิจัยเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างวงจรควบคุมมอเตอร์ที่สร้างขึ้นกับวงจรควบคุมมอเตอร์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป ทั้งขณะบรรทุกและไม่บรรทุกน้ำหนัก โดยหาค่าเฉลี่ยจากการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง

3. ผลการวิจัย

ผลการทดลองแยกเป็น 2 ส่วนคือค่าเฉลี่ยที่ได้จากการขับโดยไม่บรรทุกน้ำหนักและค่าเฉลี่ยที่ได้จากการขับโดยบรรทุกน้ำหนัก ดังนี้

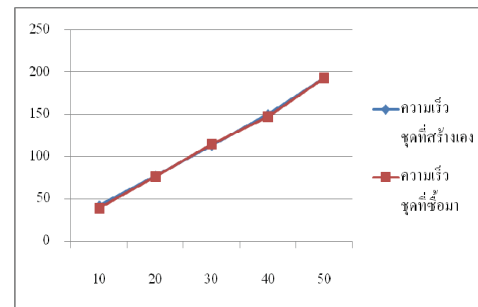
3.1 ผลการทดลองขับขณะไม่มีโหลด

ค่าเฉลี่ยกระแสจากการทดลองขับ 5 ครั้ง ขณะไม่บรรทุกน้ำหนักและผู้ขับ ได้ผลว่าขณะมอเตอร์เริ่มทำงานวงจรควบคุมมอเตอร์ที่สร้างขึ้นกินกระแสมากกว่าวงจรควบคุมมอเตอร์ที่ซื้อมา และขณะที่อัตราเร่งเพิ่มขึ้นวงจรควบคุมมอเตอร์ที่สร้างขึ้นกินกระแสมากกว่าวงจรควบคุมมอเตอร์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป และขณะที่อัตราเร่งเพิ่มขึ้นวงจรควบคุมมอเตอร์ที่สร้างขึ้นกินกระแส น้อยกว่าวงจรควบคุมมอเตอร์ในท้องตลาดทั่วไป ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6: ค่าเฉลี่ยกระแส

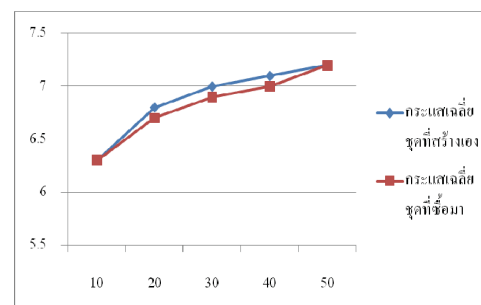
ค่าเฉลี่ยความเร็วของรถซึ่งควบคุมด้วยวงจรที่สร้างขึ้น มีผลเท่ากับความเร็วเฉลี่ยของรถที่ควบคุมด้วยวงจรที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป จากการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง ขณะไม่บรรทุกน้ำหนัก ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7: ค่าเฉลี่ยความเร็วของรถ

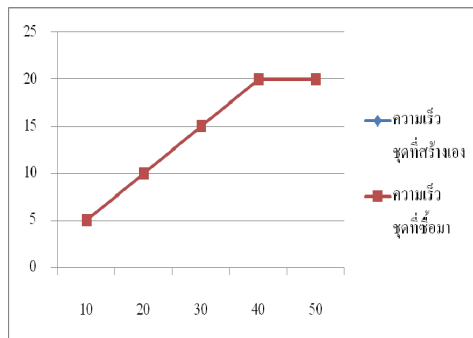
3.2 ผลการทดลองขับขณะมีโหลด

ค่าเฉลี่ยกระแสจากการทดลองขับ 5 ครั้ง ขณะบรรทุกน้ำหนักและผู้ขับรวม 150 กิโลกรัม ได้ผลว่าขณะมอเตอร์เริ่มทำงานวงจรควบคุมมอเตอร์ที่สร้างขึ้นกินกระแสมากกว่าวงจรควบคุมมอเตอร์ที่ซื้อมา และขณะที่อัตราเร่งเพิ่มขึ้นวงจรควบคุมมอเตอร์ที่สร้างขึ้นกินกระแสมากกว่าวงจรควบคุมมอเตอร์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8: ค่าเฉลี่ยกระแส

ค่าเฉลี่ยความเร็วของรถซึ่งควบคุมด้วยวงจรที่สร้างขึ้น มีผลเท่ากับความเร็วเฉลี่ยของรถที่ควบคุมด้วยวงจรที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป จากการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง ขณะบรรทุกน้ำหนัก ดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9: ค่าเฉลี่ยความเร็วของรถ

3.3 ผลการทดลองเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะเวลาขับรถกับค่าเฉลี่ยระยะเวลาเก็บประจุ

ค่าเฉลี่ยของผลการทดลองในการเก็บประจุแล้วขับรวม 5 ครั้ง แบตเตอรี่ใช้เวลาในการเก็บประจุ 8.24 ชั่วโมง เวลาใช้งาน 2.5 ชั่วโมง และระยะทาง 39.62 กิโลเมตร ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ค่าเฉลี่ยระยะเวลาขับกับค่าเฉลี่ยระยะเวลาเก็บประจุ

การเปรียบเทียบผลการทดลอง						
ครั้งที่	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
ระยะเวลาชาร์จ (ชม.)	7.9	8.5	8.2	8.52	8.1	8.24
ระยะเวลาขับ (ชม.)	2.51	2.7	2.3	2.5	2.4	2.5
ระยะทาง (กม.)	40.1	41.4	37.6	40	39	39.62

4. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการสร้างรถขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าขึ้นนี้ รถที่สร้างขึ้นวิ่งได้ความเร็ว 20 กม./ชม. เป็นระยะทาง 40 กม. ใช้เวลาในการวิ่ง 2 ชั่วโมง 50 นาที ใช้เวลาในการเก็บประจุ 8.24 ชั่วโมง ประสิทธิภาพของวงจรควบคุมมอเตอร์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพต่ำกว่าวงจรควบคุมที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป

อย่างไรก็ตาม การวิจัยครั้งนี้เป็นเพียงต้นแบบในการพัฒนารถขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าเท่านั้น ผู้วิจัย

มองเห็นปัญหาและแนวทางในการแก้ไข ออกแบบรถเพื่อการวิจัยในอนาคตต่อไป

4.1.1 ควรออกแบบตัวรถให้มีน้ำหนักเบาเพื่อเพิ่มความเร็วของรถ

4.1.2 ควรศึกษาวิจัยทางด้านแบตเตอรี่ที่นำมาใช้ให้มีการเก็บประจุได้มากขึ้นและ โครงสร้างเล็กลงเพื่อลดน้ำหนักของรถ

4.1.3 ควรออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ให้กินกระแสน้อยแต่ยังคงความเร็วเท่าเดิม

4.1.4 ควรพัฒนาให้มีระบบควบคุมพลังงานกลับคืนขณะรถเบรกหรือชะลอตัวมาเก็บประจุ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Asia Pacific Energy Research Center, “ APEC Energy Demand and Supply Outlook 2006”, Institute of Energy Economics, Japan, 2006.
- [2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, “รายงานพลังงานของประเทศไทย พ.ศ. 2545”, กระทรวงพลังงาน, กรุงเทพฯ, 24 น. 2545.
- [3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, “รายงานพลังงานของประเทศไทย พ.ศ. 2545”, กระทรวงพลังงาน, กรุงเทพฯ, 24 น. 2549.
- [4] นเรศ สัตยารักษ์และคณะ, “ทิศทางพลังงานไทย”, กระทรวงพลังงาน, กรุงเทพฯ, 2549.
- [5] ภัทรียา กิตติเดชาชาญ. อิเล็กทรอนิกส์ในงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: บริษัทวีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, 2542.
- [6] ศิวะ หงส์นภา. หลักการและการใช้งาน ดิจิไทรฟ์. กรุงเทพฯ: บริษัท กู๊ดวิลไลด์เร็กซ์ จำกัด, 2547.

การออกแบบตัวควบคุมฟัซซีอย่างง่ายที่มีการปรับละเอียดอัตโนมัติ Design of Simple Fuzzy Logic Controller with Fine Auto-Tuning

อาคม ลักษณะสกุล¹ และ พูลศักดิ์ โกษียาภรณ์²

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: ¹ luksanasakul@hotmail.com, ² pks@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบตัวควบคุมแบบฟัซซีแบบมีตัวช่วยปรับละเอียดสำหรับระบบไม่เป็นเชิงเส้น เพื่อลดข้อจำกัดเกี่ยวกับความจำเป็นที่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบตัวควบคุม ในการควบคุมด้วยฟัซซีลอจิก การออกแบบตัวควบคุมวิธีนี้ใช้การออกแบบตัวฟัซซีอย่างง่ายจำนวน 3 ตัว ที่ทำหน้าที่แตกต่างกัน ประกอบด้วยตัวควบคุมและตัวปรับละเอียดสองตัวโดยนำไปทดสอบกับระบบไม่เชิงเส้นและเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรมจำลอง ผลการทดลองพบว่าระบบควบคุมที่สร้างขึ้นสามารถแก้ไขค่าผิดพลาดในช่วงอยู่ตัวได้ดีทั้งระบบไม่เชิงเส้นและระบบเชิงเส้น โดยสามารถลดข้อจำกัดในการใช้ผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบตัวควบคุมได้

คำสำคัญ: ปรับตัวอัตโนมัติ ฟัซซีลอจิก ระบบไม่เชิงเส้น

Abstract

This article proposes a design of self-fine tuner fuzzy logic controller applied to a nonlinear system. By using of the designed controller, the fuzzy logic control expertise of the designer becomes unnecessary. The method of this article employed three simple fuzzy logic modules. The first part is for main control. The rest are for fine-tuning of proportional gain and derivative gain. The designed controller was tested for both linear and nonlinear under simulation environment. The results showed that the controller can improve the performance of both systems in term of steady state error. Furthermore, the proportional gain can be roughly selected with less effect of system knowledge.

Keywords: Auto-Tuning, Fuzzy Logic, Nonlinear System

1. บทนำ

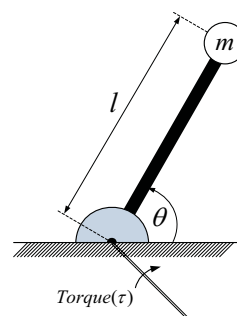
ประสิทธิภาพของระบบควบคุม ในอุตสาหกรรมเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ออกแบบระบบควบคุมและผู้วิจัยทั่วไปสนใจที่จะพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ดังจะเห็นได้จากมีความพยายามที่จะพัฒนารูปแบบการควบคุมต่าง ๆ มากมาย ได้แก่ การปรับอัตราขยายตัวของการควบคุม PID โดยใช้ฟuzzyลอจิก [1] - [3] การทำระบบ Auto-Tuning โดยใช้ระบบฟuzzyลอจิก [2] - [6] ซึ่งการนำระบบฟuzzy มาใช้งานเป็นที่ทราบว่าเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบกฎและฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ดังจะเห็นได้จากการนำฟuzzyลอจิกไปใช้ในด้านต่าง ๆ มีการนำเสนอการออกแบบตัวควบคุมฟuzzy หลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ การออกแบบฟังก์ชันความเป็นสมาชิกให้อินพุตเป็นแบบเกาส์เซียน (Gaussian membership function) และเอาต์พุตเป็นแบบระฆังคว่ำ (Bell shaped membership function) [7] การออกแบบระบบโดยใช้ Crisp Value Input เท่ากับ -7.2 ถึง 7.2 และ Crisp Value Output เท่ากับ -4.2 ถึง 4.2 และ -1.5 ถึง 1.5 [3] การออกแบบการกระจายของพจน์ภาษา (Linguistic Term) ของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอินพุตและเอาต์พุตที่แตกต่างกัน [8] หรือแม้กระทั่งการปรับปรุงทรงของสมาชิกในพจน์ภาษา [9] เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าการออกแบบโครงสร้าง กฎและตัวแปรต่าง ๆ ของการควบคุมแบบฟuzzyไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ขึ้นอยู่กับผู้เชี่ยวชาญเป็นหลัก การสร้างระบบฟuzzy โดยปราศจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านอาจทำให้การสร้างระบบอาจไม่สัมฤทธิ์ผลตามความต้องการได้ [1] การออกแบบระบบให้ทำงานสัมฤทธิ์ผลตามต้องการต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ออกแบบ จำเป็นต้องใช้เวลาในการลองผิดลองถูกเพื่อปรับองค์ประกอบต่างๆของตัวควบคุมฟuzzyให้เหมาะสม จากข้อจำกัดดังกล่าว

บทความนี้จึงนำเสนอการออกแบบตัวควบคุมแบบฟuzzyลอจิกอย่างง่าย สำหรับระบบที่ไม่เชิงเส้นที่สามารถลดค่าความผิดพลาดช่วงคงตัวซึ่งฟuzzyลอจิกตัวเดียวทำได้ยาก โดยนำเสนอการออกแบบฟังก์ชันความเป็นสมาชิกอย่างง่ายและการตั้งฐานกฎที่เหมือนกันทั้งระบบ

2. แบบจำลองระบบ

2.1 แบบจำลองระบบแบบไม่เชิงเส้น



ภาพที่ 1: แสดงแกนกลหนึ่งแกนที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

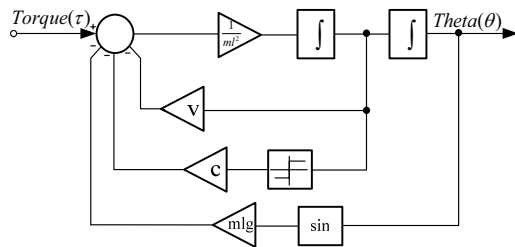
จากภาพที่ 1 สามารถเขียนเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ดังสมการที่ 1

$$t = m l^2 \ddot{q} + v \dot{q} + c \operatorname{sgn}(\dot{q}) + m l g \sin(q) \quad (1)$$

โดยที่

- t คือ แรงบิด (Torque)
- m คือ มวลของแกนกล (Mass)
- l คือ ความยาวของแกนกล (Length)
- v คือ ความเสียดทานจากความหนืด (Viscous Friction)
- q คือ ตำแหน่งของแกนกล
- c คือ Coulomb Friction level
- $\operatorname{sgn}(\cdot)$ คือ Sig-num Function

จากสมการที่ 1 สามารถสร้างบล็อกไดอะแกรมของแบบจำลองได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: แสดงแบบจำลองของระบบ

2.2 แบบจำลองระบบแบบเชิงเส้น

การทดสอบระบบควบคุมที่ออกแบบขึ้นใช้ฟังก์ชันโอนย้ายของระบบเชิงเส้นอันดับสองสำหรับการทดสอบ ซึ่งระบบดังกล่าวเป็นไปตามสมการที่ 2 (โดเมนลาปลาซ) โดยมีค่าตัวประกอบการหน่วง $z = 2.5$

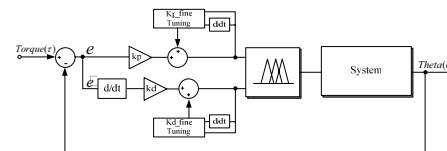
$$T(s) = \frac{w_n^2}{(s^2 + 2zw_n s + w_n^2)} \quad (2)$$

3. การออกแบบระบบควบคุม

3.1 ตัวควบคุม

การออกแบบตัวควบคุมใช้ฟuzzyลอจิกทั้งหมด 3 ตัว ประกอบด้วย ฟuzzyสำหรับตัวควบคุมหลัก 1 ตัว (FLC) อีกสองตัวเป็นฟuzzyสำหรับปรับอัตราขยายอย่างละเอียดทางด้านอินพุตของฟuzzyหลัก คือ Kp_fine Tuning และ Kd_fine Tuning โดยตัวควบคุมฟuzzyสำหรับปรับละเอียดออกแบบให้ทำงานเป็นตัวช่วยแก้ค่าผิดพลาดในสถานะคงตัว ซึ่งฟuzzyหลักตัวเดียวทำได้ยาก โดยการออกแบบตัวควบคุมฟuzzyทั้ง ตัวควบคุมหลักและตัวปรับละเอียดทั้งสองตัว ใช้หลักการออกแบบอย่างง่าย ใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกและฐาน

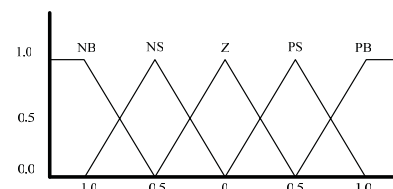
กฎที่เหมือนกัน ใช้สัญญาณอินพุตของตัวควบคุมหลักเป็นอินพุตของตัวปรับละเอียดทั้งสองตัว ดังแสดงในภาพที่ 3 แล้วนำผลที่ได้จากเอาต์พุตของฟuzzyตัวปรับละเอียดมารวมกับผลคูณของค่าผิดพลาดกับค่าอัตราขยายเพื่อใช้เป็นอินพุตของตัวควบคุมหลัก



ภาพที่ 3: บล็อกไดอะแกรมการออกแบบตัวควบคุมและระบบ

3.2 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกและกฎฟuzzy

การออกแบบฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของตัวควบคุมทั้ง 3 ตัว ใช้การออกแบบอย่างง่าย โดยใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแบบสามเหลี่ยม (Triangular membership function) และฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal membership function) โดยมีจำนวนฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอินพุตและเอาต์พุตเท่ากับ 5 เหมือนกันทั้ง 3 ตัว และมีขอบเขตอยู่ในช่วง -1 ถึง 1 เท่ากัน ดังภาพที่ 4 สำหรับการตั้งกฎฐานของฟuzzyใช้ระบบกฎฟuzzyแบบ Mamdani โดยทั้งสามตัวใช้กฎฐานที่เหมือนกันเช่นเดียวกัน ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 4: ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟuzzyทั้งสามตัว

	NB	NS	Z	PS	PB
NB	PB	PB	PS	PS	Z
NS	PB	PS	PS	Z	Z
Z	PS	PS	Z	NS	NS
PS	Z	Z	NS	NS	NB
PB	Z	NS	NS	NS	NB

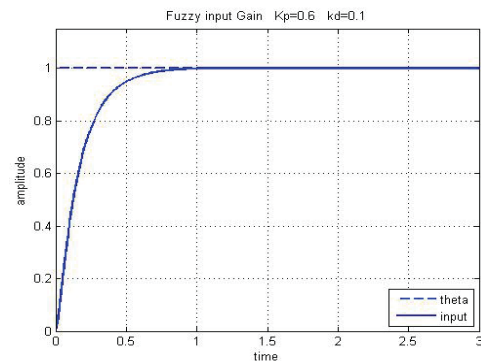
ภาพที่ 5: กฎฟัซซี่ของตัวควบคุมหลัก FLC
(Fuzzy Logic Control)

4. ผลการทดลอง

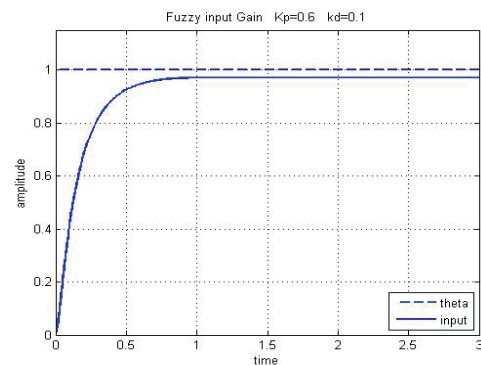
การทดลองตัวควบคุมที่ออกแบบขึ้น นำไปทดลองควบคุมระบบไม่เชิงเส้น และเพื่อยืนยันผลได้นำไปทดสอบกับระบบเชิงเส้นแบบเทียบกับการควบคุมแบบ PID ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 ผลการทดลองกับระบบไม่เชิงเส้น

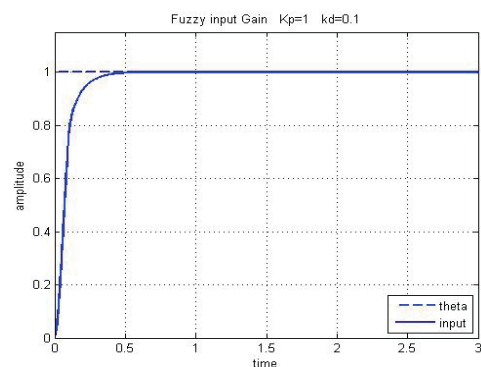
เนื่องจากตัวควบคุมออกแบบให้มี ตัวปรับอัตราขยายทางด้านอินพุตของฟัซซี่ควบคุมระบบ (FLC : Fuzzy Logic Control) และมีตัวปรับอัตราขยายทางด้านเอาต์พุตของฟัซซี่ปรับละเอียดทั้งสองตัวคือ Kp_Fine Tuning และ Kd_Fine-Tuning จากการทดลองพบว่าค่าอัตราขยายทาง ด้านอินพุตของ (FLC) มีงานทำงานที่กว้างกว่าคือสามารถปรับตั้งค่าอัตราขยาย Kp ได้ระหว่าง 0.5-1.5 สำหรับตัวปรับละเอียดเป็นตัวที่ออกแบบให้ทำหน้าที่ ปรับค่าอัตราขยายอย่างละเอียดเพื่อช่วยแก้ไขค่าผิดพลาด ซึ่งช่วงที่สามารถปรับและระบบสามารถทำงานได้ดีอยู่ระหว่าง 0.03-0.05 ดังแสดงผลการตอบสนองเปรียบเทียบระหว่างระบบที่ใช้การปรับอัตราขยายละเอียดกับระบบที่ไม่ใช่ ที่ค่าอัตราขยายต่างๆ ดังภาพที่ 6 ถึงภาพที่ 11 ซึ่งจากการทดลองพบว่าการใช้ตัวควบคุมด้วยวิธีการดังกล่าวนี้ทำให้ลดความยุ่งยากในการปรับ ตัวควบคุมฟัซซี่ลงได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการปรับฟังก์ชันความเป็นสมาชิกให้เหมาะสมและไปแก้ไขกฎฐานของฟัซซี่



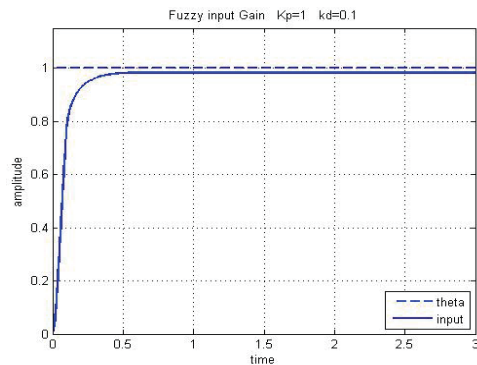
ภาพที่ 6: ผลตอบสนองเมื่ออัตราขยาย Kp = 0.6
แบบใช้ตัวช่วยปรับอัตโนมัติ



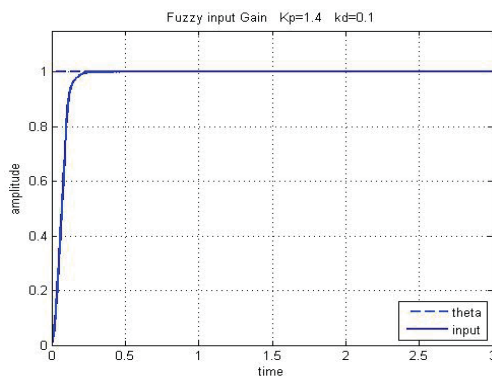
ภาพที่ 7: ผลตอบสนองเมื่ออัตราขยาย
Kp = 0.6 แบบไม่ใช้ตัวช่วย



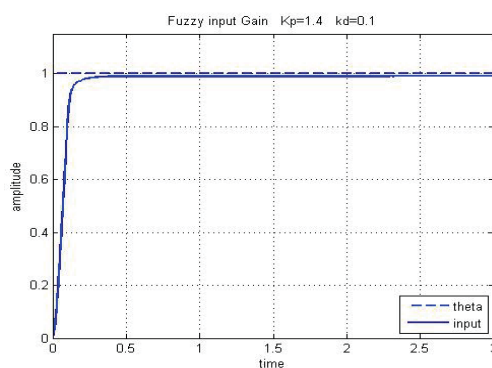
ภาพที่ 8 ผลตอบสนองเมื่ออัตราขยาย Kp = 1.0
แบบใช้ตัวช่วยปรับอัตโนมัติ



ภาพที่ 9: ผลตอบสนองเมื่ออัตราขยาย $K_p = 1.0$
แบบไม่ใช้ตัวช่วย

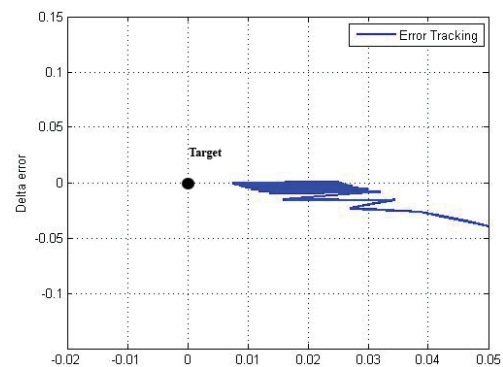


ภาพที่ 10: ผลตอบสนองเมื่ออัตราขยาย $K_p = 1.4$
แบบใช้ตัวช่วยปรับอัตราโนมิต

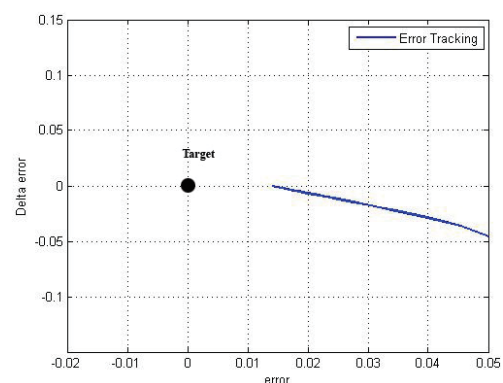


ภาพที่ 11: ผลตอบสนองเมื่ออัตราขยาย $K_p = 1.4$
แบบไม่ใช้ตัวช่วยปรับอัตราโนมิต

จากการตอบสนองของระบบ ทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดพลาด e และอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าผิดพลาด $D e$ ของระบบแบบใช้ตัวช่วยปรับอัตราขยายอัตราโนมิต ดังภาพที่ 9 (ก) และแบบไม่ใช้ตัวช่วยปรับอัตราขยายอัตราโนมิตดังภาพที่ 9 (ข) จะเห็นได้ว่าระบบที่ควบคุมโดยใช้ตัวช่วยปรับอัตราขยายอัตราโนมิตจะมีการเข้าสู่ศูนย์ของค่าผิดพลาดดีกว่าการควบคุม โดยไม่ใช้ตัวช่วยปรับอัตราขยายอัตราโนมิต ทั้งนี้เนื่องจากตัวช่วยปรับอัตราขยายอัตราโนมิตถูกออกแบบให้ทำงานในย่านที่ละเอียด ซึ่งตัวควบคุมปกติไม่สามารถจัดการได้



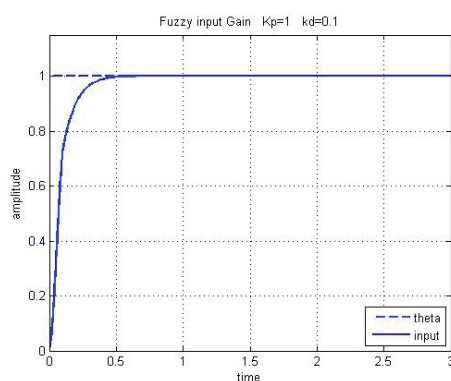
ภาพที่ 12: แสดงความสัมพันธ์ของค่า e และ $D e$
ทั้งสองแบบแบบใช้ตัวช่วยปรับอัตราขยายอัตราโนมิต



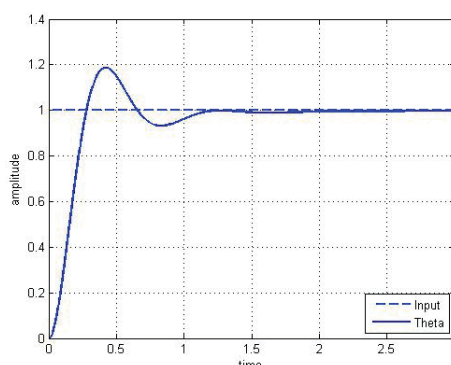
ภาพที่ 13: แสดงความสัมพันธ์ของค่า e และ $D e$
ทั้งสองแบบแบบไม่ใช้ตัวช่วยปรับอัตราขยายอัตราโนมิต

4.2 การเปรียบเทียบกับตัวควบคุมที่เป็นเชิงเส้น

การทดลองสำหรับระบบเชิงเส้น โดยป้อนอินพุตที่เป็น Unit-Step แล้วสังเกตการตอบสนองพบว่าผลการตอบสนองของระบบที่ใช้ตัวควบคุมฟัซซี่ที่ออกแบบขึ้นมีผลการตอบสนองดีกว่า เมื่อเทียบกับการควบคุมแบบ PID ที่คำนวณค่าอัตราขยายตามหลักการของ CHR Compensation [10] ดังแสดงในภาพที่ 14 และ 15 ตามลำดับ กล่าวคือผลการตอบสนองของระบบที่ใช้ตัวควบคุมฟัซซี่ ที่ออกแบบขึ้นการตอบสนองของระบบไม่มีการแกว่งและมีค่า Setting time ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่ใช้ตัวควบคุมแบบ PID ดังกล่าว



ภาพที่ 14: ผลการตอบสนองเมื่อระบบเชิงเส้นควบคุมแบบฟัซซี่แบบปรับตัวอัตโนมัติ



ภาพที่ 15: ผลการตอบสนองของระบบเชิงเส้นเมื่อใช้การควบคุมแบบ PID: CHR Compensation

5. สรุปผล

บทความนี้นำเสนอการออกแบบตัวควบคุมอย่างง่ายโดยใช้ฟัซซี่ลอจิก โดยออกแบบฟังก์ชันความเป็นสมาชิกในช่วง -1 ถึง 1 แบบเต็มช่วงจำนวน 5 สมาชิก และใช้การสร้างฐานกฎอย่างง่ายเหมือนกันทั้ง 3 ส่วน เพื่อลดข้อจำกัดด้านผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบกฎฐาน และการปรับฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่เหมาะสมของตัวควบคุม สำหรับการควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิก จากการทดลองจะเห็นได้ว่าระบบสามารถที่จะทำงานลดค่าผิดพลาดในสถานะคงตัว ได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ในช่วงที่กว้าง นั่นคือสามารถกำหนดอัตราขยายทางด้านอินพุตของตัวควบคุม FLC ค่าใดค่าหนึ่งระหว่าง 0.5-1.5 ระบบก็สามารถปรับตัวให้สามารถทำงานได้ โดยมีค่าผิดพลาดในสถานะคงตัวน้อย โดยผู้ใช้สามารถปรับความละเอียดได้จากตัวปรับอัตราขยายของตัวปรับละเอียด ซึ่งหากใช้ตัวควบคุมฟัซซี่ลอจิกเพียงตัวเดียวสามารถลดค่าผิดพลาดในช่วงดังกล่าวได้ยาก อีกทั้งเมื่อเปรียบเทียบกับระบบเชิงเส้นก็สามารถให้ผลตอบสนองที่ดีกว่า โดยไม่จำเป็นต้องทราบ System parameter ของระบบในการออกแบบทำให้ง่ายต่อการนำตัวควบคุมดังกล่าวไปใช้งาน

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] พยุง มีสัจ, "ระบบฟัซซี่และโครงข่ายประสาทเทียม" คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.
- [2] Q. P. Ha and M. Negnevitsky, "Fuzzy tuning in electric power generation control," in Advances in Power System Control, Operation and Management, 1997. APSCOM-97. Fourth International Conference on (Conf. Publ. No. 450), 1997, pp. 662-667 vol.2.

- [3] W. Jiun-Ming, J. Ching-Huei, P. Ching-Huang, and C. Chun-Chyuan, "Auto-tuning Fuzzy Power Control for Multi-rate WCDMA Systems," in *Innovative Computing, Information and Control*, 2007. ICICIC '07. Second International Conference on, 2007, pp. 338-338.
- [4] V. D. Kalanovic, "Fuzzy tuned nonlinear rate controller for manipulators," in *Systems, Man and Cybernetics*, 1993. 'Systems Engineering in the Service of Humans', Conference Proceedings., International Conference on, 1993, pp. 340-344 vol.4.
- [5] I. Miki, T. Kumano, and T. Yamada, "Auto-tuning method based on fuzzy reasoning for speed controller in vector-controlled induction motor drives," in *Industry Applications Society Annual Meeting, 1993., Conference Record of the 1993 IEEE*, 1993, pp. 718-723 vol.1.
- [6] G. Vachkov, "Fuzzy tuning method for simulation of dynamic processes," in *Artificial Neural Networks and Expert Systems*, 1995. Proceedings., Second New Zealand International Two-Stream Conference on, 1995, pp. 149-152.
- [7] M. G. McArdle, D. J. Morrow, P. A. J. Calvert, and O. Cadel, "A fuzzy tuning PID automatic voltage regulator for small salient pole alternators," in *Power System Technology, 2000. Proceedings. PowerCon 2000. International Conference on*, 2000, pp. 103-108 vol.1.
- [8] A. R. Sadeghian and J. D. Lavers, "Application of adaptive fuzzy logic systems to model electric arc furnaces," in *Fuzzy Information Processing Society, 1999. NAFIPS. 18th International Conference of the North American*, 1999, pp. 854-858.
- [9] Y. Maeda, "Fuzzy adaptive Q-learning method with dynamic learning parameters," in *IFSA World Congress and 20th NAFIPS International Conference, 2001. Joint 9th*, 2001, pp. 2778-2780 vol.5.
- [10] C. J. S. Raymond T.stefani, Bahram Shahian, Gene H. Hostetter, "Design of Feedback Control Systems," p. 192, 1994.

การอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม ชิ้นส่วนพลาสติก

Integrated-Based Energy Conservation for Plastic Parts Industry

กิตติ จันทรา¹ และ ศิริพรรณ ชงชัย²

¹ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี

² ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: ²srp@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอเทคนิคและวิธีการอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการในโรงงานอุตสาหกรรมชิ้นส่วนพลาสติก โดยเน้นเรื่อง วิธีการอนุรักษ์พลังงานร่วมกับกิจกรรมที่ปฏิบัติในโรงงานอุตสาหกรรม และสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการ เพื่อให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ โดยเริ่มจากการศึกษาการใช้พลังงานภายในโรงงาน การวิเคราะห์และพัฒนาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานสำหรับโรงงาน เพื่อสร้างมาตรการ ด้านการอนุรักษ์พลังงาน แล้วทดลองแนวทางการอนุรักษ์พลังงานที่ได้ และสรุปผลนำมาถ่ายทอดอย่างเหมาะสมให้กับพนักงานทั่วไป และเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน จากการดำเนินกิจกรรม การอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการ ซึ่งเป็นการบูรณาการเทคนิคการอนุรักษ์พลังงานควบคู่กับการจัดการ โดยเลือกกิจกรรมซ่อมบำรุง ซึ่งทางโรงงานดำเนินการอยู่ พบว่ากิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการ ที่เน้นกิจกรรมซ่อมบำรุงที่ทางโรงงานดำเนินการ ทำให้เกิดการมีส่วนร่วมของพนักงานด้านซ่อมบำรุงอย่างเป็นระบบส่งผลต่อการประหยัดพลังงาน ซึ่งได้มีการดำเนินการตามมาตรการต่าง ๆ ทำให้เกิดการ ลดการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมกันได้ 103,664.048 kWh ต่อปี ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าแนวทางนี้สามารถนำไปปฏิบัติในโรงงานอุตสาหกรรมชิ้นส่วนพลาสติก ได้จริง

คำสำคัญ : การอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการ อุตสาหกรรมพลาสติก

Abstract

This paper presents the development of the integrated-based energy conservation for using in the plastic parts industry. The method is integrated the energy conservation techniques and management techniques which include the energy conservation awareness. The activity will let all people are participated. There are four main parts of this study, 1) study the energy consuming within the factory, 2) analyze and develop the energy conservation techniques for plastic parts industry, 3) construct and implement the energy conservation techniques in the factory, and 4) summarize. The results showed that the integrated-based energy conservation technique which integrates the energy conservation and technical maintenance can help the factory decrease amount of energy consumption at 103,664 kWh per year. Therefore, this technique can be implemented in the plastic parts industry.

Keywords: Integrated-based energy conservation, plastic parts industry.

1. บทนำ

จากสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ การเมือง และสังคมโลก มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงมีความสลับซับซ้อนแตกต่างไปจากอดีตที่ผ่านมา ทำให้ภาคอุตสาหกรรมซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศต้องเผชิญหน้ากับการแข่งขันที่ทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้นในหลาย ๆ ด้าน รวมถึงการแข่งขันทางการค้า อันเกิดจากกระแสการเปิดเสรีทางการค้า และการรวมกลุ่มทางเศรษฐกิจทั้งในระดับภูมิภาคจนถึงระดับโลก [3]

การพัฒนาอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันจึงเป็นหนทางหนึ่งที่ภาคอุตสาหกรรมเลือกใช้เป็นวิธีการในการปรับตัวให้สามารถอยู่ได้ท่ามกลางกระแสการแข่งขันที่เกิดขึ้น ภาคอุตสาหกรรมในแต่ละสาขาก็พยายามหาแนวทางในการเพิ่มขีดความสามารถให้เหมาะสมกับอุตสาหกรรมของตน โดยในการพัฒนาอุตสาหกรรมนั้นมีแนวทางเกี่ยวข้องกับการพัฒนาในหลายๆ ด้าน เช่น การพัฒนาอุตสาหกรรมที่เป็นฐานความรู้ การพัฒนาเพื่อไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน

การพัฒนาทางด้านพลังงาน เป็นต้น แต่จากสภาพการณ์ในปัจจุบัน การเตรียมความพร้อมของภาคอุตสาหกรรมเพื่อรองรับต่อการแข่งขันทางการค้าโลกที่สำคัญที่สุดคือการจัดทำแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม อันเนื่องมาจากราคาพลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง

พลังงานนับได้ว่าเป็นปัจจัยพื้นฐานของการดำรงชีพของมนุษย์ในยุคปัจจุบัน แต่แหล่งที่ใช้ผลิตพลังงานนั้นกลับลดน้อยลงไป พลังงานบางประเภทก็ใช้แล้วหมดไปไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก แต่พลังงานบางประเภทถึงแม้จะนำมาหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ ก็ยังไม่คุ้มค่ากับการลงทุนในเชิงพาณิชย์ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้พลังงานที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมประเภทการผลิต หรืออุตสาหกรรมบริการก็ตาม และในภาพการณ์ปัจจุบันนี้ ค่าใช้จ่ายของพลังงานที่ใช้ นับว่าเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงมากอย่างหนึ่ง ดังนั้นการใช้พลังงานที่ไม่เหมาะสมจึงก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายที่สูงเกินความจำเป็น หากทำการลดต้นทุนใน

ส่วนนี้ลงไปได้ โดยที่ไม่กระทบกระเทือนกับระบบการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์แล้ว จะส่งผลให้กำไรที่ได้มีมากกว่าคู่แข่งที่ไม่มีระบบ การจัดการพลังงานที่ดีพอ ทำให้สามารถดำเนินงาน และแข่งขันกับคู่ต่อสู้ทางธุรกิจได้ ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ จำเป็นจะต้องมีการผลักดัน แนะนำ ส่งเสริม และกระตุ้นเพื่อให้มีการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานอย่างเป็นระบบ [1]

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาและทดลองแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน ร่วมกับบริษัท ที.กรุ๊ปไทย อุตสาหกรรม จำกัด (มหาชน) โรงงานกบินทร์บุรี ซึ่งมีการใช้พลังงานอย่างสม่ำเสมอและมีจำนวนมาก เพื่อให้เกิดผลการอนุรักษ์พลังงานที่สามารถแสดงผลการประหยัดได้จริง โดยเริ่มจากการศึกษาการใช้พลังงานและวิเคราะห์การสูญเสียพลังงาน เพื่อพัฒนาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานให้เหมาะสมในแนวทางที่สามารถปฏิบัติได้จริง ลดการใช้พลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้กับอุตสาหกรรมพลาสติกต่อไป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการ[6]

การอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการ เป็นกิจกรรมที่สามารถนำมาปฏิบัติได้ โดยบุคลากรทุกคนในสถานประกอบการ ที่มีการดำเนินกิจกรรมด้านการจัดการอยู่แล้ว [6,8] ทำให้เกิดแนวทางการอนุรักษ์พลังงานอย่างยั่งยืนเพิ่มขึ้น ดังนั้น การอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการจึงเป็นกิจกรรมที่ไม่ปล่อยให้เป็นภาระหรือหน้าที่ ที่ทำเฉพาะฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง หรือแผนกใดแผนกหนึ่ง แต่เป็นการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน ในรูปแบบที่ไม่จำเจ และสามารถปรับเปลี่ยนได้ตลอดเวลาตามรูปแบบของกิจกรรมนั้นๆ ทำให้รูปแบบการอนุรักษ์พลังงานเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตามการดำเนิน

กิจกรรมนี้จะต้องเริ่มด้วยจิตสำนึกในการใช้พลังงาน อย่างมีประสิทธิภาพและที่สำคัญที่สุด การอนุรักษ์พลังงานที่สัมฤทธิ์ผลในเชิงปฏิบัติการนี้ จะไม่สามารถดำเนินการได้คนเดียวคนหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็นผู้บริหารหรือผู้ปฏิบัติการ [1,4] ดังนั้น การอนุรักษ์พลังงานที่สัมฤทธิ์ผลด้วยวิธีการแบบบูรณาการ ควรเริ่มจากการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม [2,3,4,5,6] ซึ่งเป็นกิจกรรมของผู้บริหารทุกระดับและพนักงานทุกคน ที่จะต้องทำกิจกรรมร่วมกันในสถานประกอบการ หลังจากนั้น การอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการ ก็จะช่วยส่งเสริมให้เกิดกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานที่ยั่งยืนต่อไป

2.2 การฝึกอบรมและให้ความรู้

การฝึกอบรมให้ความรู้ เป็นกิจกรรมที่สำคัญอีกกิจกรรมที่จะก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการ [3] อย่างถูกต้องและถาวร ซึ่งจะต้องรวบรวมจุดต่าง ๆ ที่สำคัญในพื้นที่โดยผู้เชี่ยวชาญและทีมงาน หลังจากให้ผู้เชี่ยวชาญหรือที่ปรึกษาด้านพลังงานเยี่ยมชม โดยมีการสรุปและวางแผนในการดำเนินกิจกรรมร่วมกัน ดังนั้น จึงทำให้เกิดแนวความคิดต่าง ๆ และคำถามจากทีมงานว่า จะทำการอนุรักษ์พลังงานได้อย่างไร ซึ่งเป็นที่มาของความจำเป็นที่จะต้องให้ความรู้เรื่องการอนุรักษ์พลังงานโดยการฝึกอบรม [6,7] แนวทางของเนื้อหาที่นำมาใช้ในการอบรม เป็นการบูรณาการเทคนิคด้านการอนุรักษ์พลังงานกับกิจกรรมด้านการจัดการ ซึ่งจะต้องมีการสอบถามถึงกิจกรรมในสถานะปัจจุบัน เพื่อนำมาใช้ร่วมกัน ให้ความรู้แก่ทีมงานเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและการนำมาใช้ในลักษณะบูรณาการกับกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีอยู่ภายในโรงงาน

3.วิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เริ่มจากการประชุมเพื่อวางแผนในการจัดเก็บข้อมูล โดย

ดำเนินการสำรวจข้อมูลโรงงานและเครื่องจักรหลักในกระบวนการผลิตพร้อมตรวจวัดค่าการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในโรงงาน ตรวจวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ ตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าเครื่องอัดอากาศ ตรวจวัดค่าความส่องสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ตรวจวัดพลังงานมอเตอร์ไฟฟ้า และดำเนินการกิจกรรมอนุรักษ์พลังงาน หลังจากนั้นนำผลการประหยัดที่ได้มาใช้ในการฝึกอบรมพนักงาน เพื่อให้พนักงานตระหนัก และเห็นความสำคัญของการอนุรักษ์พลังงาน โดยมีกรณีศึกษาบริษัท ที.กรุงเทพฯ อุตสาหกรรม จำกัด (มหาชน) โรงงานกบินทร์บุรี โดยเน้นที่อุปกรณ์หลักของโรงงานคือ ระบบอากาศอัด ระบบปรับอากาศ มอเตอร์ไฟฟ้า และระบบแสงสว่าง

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ตัวอย่างการปรับปรุงระบบอากาศอัด

รายละเอียดขั้นตอนในการดำเนินงานเพื่อปรับปรุงระบบอากาศอัดมีดังต่อไปนี้

1. สำรวจข้อมูลพื้นฐานของโรงงานเพื่อวิเคราะห์ปัญหา

● ตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าเครื่องอัดอากาศ

ผลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศโดยเฉลี่ยมีค่ากระแสไฟฟ้า(Ampere) 80.03 A, ค่ากำลังไฟฟ้า (Active Power) 14.37 kW, ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Power Factor) 0.82 Pf, ค่ากำลังไฟฟ้าแอกทีฟ (Apparent Power) 17.78 kVA และค่ากำลังรีแอกทีฟ (Reactive Power) 10.41 kVAR ตามลำดับ

● ตรวจสอบระบบอากาศอัด

ตรวจสอบท่อเมนและท่อแยกของระบบอากาศอัด จากการสำรวจพบลมรั่วในระบบอากาศอัด บริเวณท่อเมนและท่อแยกของระบบอากาศอัด 6 จุด ตรวจสอบเครื่องฉีดพลาสติกในระบบอากาศอัด จากการ

ตรวจสอบเครื่องฉีดพลาสติก ทั้งหมด 31 เครื่อง พบว่าใช้ความดันอากาศอัดประมาณ 4-5 bar

2. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาเอกสารผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องอัดอากาศ และการอนุรักษ์พลังงานระบบอากาศอัดในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์หาแนวทางการแก้ปัญหาในระบบอากาศอัด

3. วิเคราะห์แนวทางการแก้ปัญหา

จากการสำรวจพบลมรั่วในระบบอากาศอัด บริเวณท่อเมน และท่อแยกของระบบอากาศอัด 6 จุด หากซ่อมแซมรอยรั่วของอากาศอัดตามบริเวณที่พบจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้จำนวนมาก นอกจากนี้ยังพบว่าการปรับตั้งเวลาการระบายน้ำ (Drain) จากถังเก็บอากาศ ใช้เวลา 10 นาที Drain 2 นาที ซึ่งใช้เวลา Drain นานเกินไปทำให้เครื่องอัดอากาศทำงานนาน สิ้นเปลืองพลังงาน

จากการตรวจสอบเครื่องฉีดพลาสติก ทั้งหมด 31 เครื่อง พบว่าใช้ความดันอากาศอัดประมาณ 4-5 bar แต่เครื่องอัดอากาศปรับตั้งความดันตัดโหลดไว้ 8 bar ความดันต่อโหลดไว้ 7 bar ซึ่งสูงเกินความจำเป็น ไม่เหมาะสมกับความดันที่ใช้งานจริง ทำให้เครื่องอัดอากาศทำงานนาน สิ้นเปลืองพลังงาน

4. กำหนดทางเลือกเพื่อแก้ปัญหาทำให้ได้มาตรการอนุรักษ์พลังงาน

มาตรการที่ 1 ลดลมรั่วในระบบอัดอากาศ

วิธีการคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงเนื่องจากรอยรั่วโรงงานใช้เครื่องอัดอากาศแบบสกรู ขนาด 37 kW จำนวน 2 เครื่อง เปิดสลับใช้งานวันต่อวัน เปิดใช้งาน 183 วัน/เครื่อง/ปี 24 ชั่วโมง/วัน 4,392 ชั่วโมง/ปี ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 3 บาท/kWh โดยปรับตั้งแรงดันของเครื่องอัดอากาศไว้ที่ 8 บาร์ และมีแรงดันที่ปลายทาง

โดยประมาณ 7 บาร์ มีรอยร้าวของอากาศอัดในกระบวนการผลิต จำนวน 6 จุด ดังนั้น หากซ่อมแซมรอยร้าวของอากาศอัดตามบริเวณที่พบจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้จำนวนมาก สามารถคำนวณผลการประหยัดได้ดังนี้

คำนวณกำลังไฟฟ้าที่ลดลงเนื่องจากรอยร้าวโดย 0.1581 และ 0.34 คือค่าคงที่สำหรับเครื่องอัดอากาศแบบสกรู

ขนาดรอยร้าวอากาศอัด(D) ขนาด 3 มิลลิเมตร, ลมรั่วอากาศอัด (n) 1 จุด กำลังไฟฟ้าที่ลดลง

$$\begin{aligned} &= 0.1581 \times D^2 \times (P + 1.013) \times 0.34 \times n \\ &= 0.1581 \times 3^2 \times (7.5 + 1.013) \times 0.34 \times 1 \\ &= 4.11 \text{ kW} \end{aligned}$$

ขนาดรอยร้าวอากาศอัด (D) ขนาด 0.5 มิลลิเมตร, ลมรั่วอากาศอัด (n) 1 จุด กำลังไฟฟ้าที่ลดลง

$$\begin{aligned} &= 0.1581 \times D^2 \times (P + 1.013) \times 0.34 \times n \\ &= 0.1581 \times 0.5^2 \times (7.5 + 1.013) \times 0.34 \times 1 \\ &= 0.114 \text{ kW} \end{aligned}$$

ขนาดรอยร้าวอากาศอัด (D) ขนาด 1 มิลลิเมตร, ลมรั่วอากาศอัด (n) 1 จุด กำลังไฟฟ้าที่ลดลง

$$\begin{aligned} &= 0.1581 \times D^2 \times (P + 1.013) \times 0.34 \times n \\ &= 0.1581 \times 1^2 \times (7.5 + 1.013) \times 0.34 \times 1 \\ &= 0.45 \text{ kW} \end{aligned}$$

ขนาดรอยร้าวอากาศอัด (D) ขนาด 0.4 มิลลิเมตร, ลมรั่วอากาศอัด (n) 1 จุด กำลังไฟฟ้าที่ลดลง

$$\begin{aligned} &= 0.1581 \times D^2 \times (P + 1.013) \times 0.34 \times n \\ &= 0.1581 \times 0.4^2 \times (7.5 + 1.013) \times 0.34 \times 1 \\ &= 0.73 \text{ kW} \end{aligned}$$

ขนาดรอยร้าวอากาศอัด (D) ขนาด 1 มิลลิเมตร, ลมรั่วอากาศอัด (n) 2 จุด กำลังไฟฟ้าที่ลดลง

$$\begin{aligned} &= 0.1581 \times D^2 \times (P + 1.013) \times 0.34 \times n \\ &= 0.1581 \times 1^2 \times (7.5 + 1.013) \times 0.34 \times 2 \\ &= 0.915 \text{ kW} \end{aligned}$$

รวมกำลังไฟฟ้าที่ลดลง

$$\begin{aligned} &= (4.11 + 0.114 + 0.45 + 0.73 + 0.91) \\ &= 6.31 \text{ kW} \end{aligned}$$

พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง

$$\begin{aligned} &= 6.31 \text{ (kW)} \times 24 \text{ (ชั่วโมง/วัน)} \times 30 \text{ วัน/เดือน} \\ &= 4,543.20 \text{ kWh/เดือน} \end{aligned}$$

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้

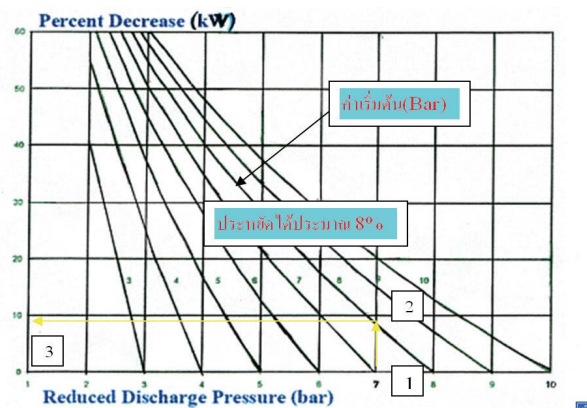
$$\begin{aligned} &= 4,543.20 \text{ (kWh/ปี)} \times 3 \text{ (บาท/kWh)} \\ &= 13,629.6 \text{ บาท/เดือน} \\ &= 163,555 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ = 5,000 บาท

ระยะเวลาคืนทุน = $5,000 / 13,629.6 = 0.37$ เดือน หรือ 11 วัน

มาตรการที่ 2 ตั้งความดันใช้งานให้เหมาะสม

มาตรการตั้งความดันใช้งานให้เหมาะสมกับเครื่องฉีดพลาสติกจากการตรวจสอบ การปรับตั้งความดันของเครื่องอัดอากาศตั้งไว้ 8 bar เมื่อตัดโหลดและต่อโหลดที่ 7 bar ขณะเดียวกันจากการตรวจสอบเครื่องฉีดพลาสติก ทั้งหมด 31 เครื่อง พบว่าใช้ความดันอากาศอัดประมาณ 4-5 bar เท่านั้น การใช้อากาศอัดที่มีความดันสูงเกินไป จะทำให้สูญเสียพลังงานไฟฟ้าจำนวนมากในการเดินเครื่องอัดอากาศใช้เวลานานกว่าจะถึงความดันตัดโหลดที่ตั้งไว้ ดังนั้นจึงได้มีการปรับตั้งความดันของเครื่องอัดอากาศใหม่คือตั้งไว้ 7 bar เมื่อตัดโหลดและต่อโหลดที่ 6.5 bar ซึ่งสามารถคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงได้ดังนี้



รูปที่ 1: การลดลงของกำลังไฟฟ้าเมื่อความดันลดลง [9]

จากกราฟ ลดความดันจาก 8 bar เหลือ 7 bar จะประหยัดได้ 8% ดังนั้นสามารถลดกำลังไฟฟ้าลงได้

$$= 43 \text{ kW} \times 8/100$$

$$= 3.44 \text{ kW}$$

พลังงานไฟฟ้าลดลงได้

$$= 3.44 \text{ kW} \times 24 \text{ ชม} \times 30 \text{ วัน}$$

$$= 2,476.8 \text{ kWh ต่อ เดือน}$$

$$= 3.44 \text{ kW} \times 24 \text{ ชม} \times 30 \text{ วัน} \times 12 \text{ เดือน}$$

$$= 29,721.6 \text{ kWh ต่อ ปี}$$

มาตรการตั้งเวลาการระบายน้ำ

จากการตรวจสอบการปรับตั้งเวลาการระบายน้ำออกจากถังเก็บอากาศ พบว่าเดิมมีการตั้งเวลา 10 นาที ระบายน้ำทิ้ง 2 นาที ซึ่งการระบายน้ำแต่ละครั้งจะมีลมรั่วออกมาด้วยทำให้เกิดการสูญเสียพลังงาน เครื่องอัดอากาศทำงานนานขึ้น ดังนั้นจึงดำเนินการปรับตั้งเวลาการระบายน้ำใหม่เป็น 30 นาที ระบายน้ำทิ้ง 5 วินาที ซึ่งสามารถ คำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงได้ดังนี้

$$= 0.1581 \times 5^2 \times (7.5 + 1.013) \times (2/10) \times (5/60) / 30 \times 0.34 \times 1$$

$$= 2.2482 \text{ kW}$$

พลังงานไฟฟ้าลดลงได้

$$= 2.2482 \text{ kW} \times 24 \text{ ชม} \times 30 \text{ วัน} = 1,618.704 \text{ kWh ต่อ เดือน}$$

$$= 2.2482 \text{ kW} \times 24 \text{ ชม} \times 30 \text{ วัน} \times 12 \text{ เดือน}$$

$$= 19,424.448 \text{ kWh ต่อ ปี}$$

1. ดำเนินการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาเริ่มจาก การประชุมกับผู้บริหารและเจ้าหน้าที่โรงงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการดูแลเครื่องจักร กำหนดวันหยุดการทำงานของเครื่องจักรทั้งหมดเพื่อซ่อมบำรุงและซ่อมแซมโดยบริษัทเป็นผู้ดำเนินการแก้ปัญหาทั้งหมด ตามคำแนะนำของผู้วิจัย

2. เก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผล

หลังจากการดำเนินการแก้ปัญหาระบบอากาศอัด ตามมาตรการต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อนำข้อมูลไปเปรียบเทียบก่อนและหลังการแก้ไข้ปัญหา

3. สรุปผลการดำเนินการ

ผลการดำเนินการเราสามารถลดลมรั่วเหลือเพียง 4.16% ซึ่งอยู่ในขอบเขตกำหนดไว้ไม่เกิน 8% นอกจากนี้จากการตรวจวัดค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้าก็มีค่าลดลงเช่นกัน ผลการตรวจวัดการใช้พลังงานเครื่องอัดอากาศ มีดังนี้

- ผลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าเครื่องอัดอากาศ จากผลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ หลังจากการแก้ปัญหาโดยเฉลี่ยมีค่ากระแสไฟฟ้า (Ampere) 63.60 A, ค่ากำลังไฟฟ้าจริง (Active Power) 11.91 kW, ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Power Factor) 0.82 Pf, ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ (Apparent Power) 14.54 kVA และค่ากำลังรีแอคทีฟ (Reactive Power) 8.30 kVAR ตามลำดับ
- เปรียบเทียบผลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าเครื่องอัดอากาศก่อนและหลังการแก้ไข้ปัญหา
- เปรียบเทียบผลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าเครื่องอัดอากาศก่อนและหลังการแก้ไข้ปัญหา

ก่อนการแก้ปัญหา ตรวจวัดได้ = 31,054 kWh ต่อเดือน
 หลังการแก้ปัญหา ตรวจวัดได้ = 25,726 kWh ต่อเดือน
 ลดการใช้พลังงานไฟฟ้า = 5,328 kWh ต่อ เดือน

4.2 การปรับปรุงระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ

4.2.1 ระบบปรับอากาศ

จากการตรวจวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) ของอาคารสำนักงานมีการเปิดใช้งาน 9 ชั่วโมง/วัน 2,700 ชั่วโมง/ปี ผลการตรวจวัดพบว่าเครื่องปรับอากาศ ที่ใช้งานบริเวณชั้น 1 มีขนาด 48,000 Btu/hr จำนวน 3 เครื่อง และขนาด 26,000 Btu/hr จำนวน 1 เครื่อง สามารถสรุปผลได้ดังนี้ (1) เครื่องปรับอากาศที่ใช้งานบริเวณ Living Room มีความสามารถในการทำงานเย็น 47,742 Btu/hr หรือ 3.98 TON คอมเพรสเซอร์มีความต้องการกำลังไฟฟ้า 4.77 kW และทำให้ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ อยู่ในระดับเบอร์ 4 (2) เครื่องปรับอากาศที่ใช้งานบริเวณ Office Room 1 No.1 มีความสามารถในการทำงานเย็น 42,247 Btu/hr หรือ 3.52 TON คอมเพรสเซอร์มีความต้องการกำลังไฟฟ้า 4.28 kW และทำให้ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ อยู่ในระดับเบอร์ 4 (3) เครื่องปรับอากาศที่ใช้งานบริเวณ Office Room 2 No.1 มีความสามารถในการทำงานเย็น 24,857 Btu/hr หรือ 2.07 TON คอมเพรสเซอร์มีความต้องการกำลังไฟฟ้า 4.28 kW และทำให้ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ อยู่ในระดับเบอร์ 5 (4) เครื่องปรับอากาศที่ใช้งานบริเวณ Office Room 2 No.3 มีความสามารถในการทำงานเย็น 41,710 Btu/hr หรือ 3.48 TON คอมเพรสเซอร์มีความต้องการกำลังไฟฟ้า 4.33 kW และทำให้ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ อยู่ในระดับเบอร์ 4 ดังนั้นแนวทางการอนุรักษ์พลังงานสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ปรับความเย็นให้เหมาะสม โดยตั้งค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมกับความสบาย โดยทั่วไปควรปรับอุณหภูมิ

ให้อยู่ที่ 25-27 องศาเซลเซียส โดยประมาณหรือสูงกว่า

2. ดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ
3. เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับต่ำกว่าเบอร์ 5 ควรมีการปรับปรุงประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น
4. ปิดพัดลมระบายอากาศออกและใช้ม่านบังแดดบริเวณทิศตะวันออก เพื่อป้องกันความร้อนที่จะเข้ามาภายในอาคารให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด
5. ตรวจสอบรอยรั่วตามหน้าต่างและประตูของอาคาร ซึ่งจะทำให้อากาศร้อนภายนอกเข้าสู่อาคารได้
6. ควรมีบุคลากรที่มีความรู้ในการดูแลควบคุมเครื่องปรับอากาศ ให้ทำงานที่ประสิทธิภาพสูง และเปิดใช้งานเท่าที่จำเป็น ตลอดเวลา
7. มีการนำเอาพลังงานที่จะทิ้งหรือประโยชน์จากสภาพแวดล้อมมาใช้ในการประหยัดพลังงานให้มากที่สุด
8. ให้ความสำคัญ ติดตามเทคโนโลยีใหม่ ๆ และส่งเสริมให้ช่วยกันประหยัดพลังงาน โดยส่งทีมงานอนุรักษ์พลังงานไปรับการฝึกอบรมอย่างสม่ำเสมอ

4.2.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

จากการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในโรงงาน พบว่าโรงงานมีจำนวนการใช้พลังงานด้านแสงสว่างอยู่ในระดับที่ดีพอควร การปรับปรุงจึงมีผลค่อนข้างน้อยต่อการอนุรักษ์พลังงาน

5.บทสรุป

เทคนิคและวิธีการอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการในโรงงานอุตสาหกรรมชิ้นส่วนพลาสติก เป็นวิธีการอนุรักษ์พลังงานร่วมกับกิจกรรมที่ปฏิบัติในโรงงานอุตสาหกรรม จากผลการดำเนินกิจกรรม การอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการ พบว่าจาก กรณีศึกษาสำหรับบริษัท ที.กรุ๊ปไทย อุตสาหกรรม จำกัด (มหาชน) โรงงาน กบินทร์บุรี มีมาตรการต่างๆ ทำให้เกิดการ ลดการใช้

พลังงานไฟฟ้ารวมกันได้ 103,664.048 kWh ต่อปี
จึงสรุปได้ว่าแนวทางนี้สามารถนำไปปฏิบัติในโรงงาน
อุตสาหกรรมชิ้นส่วนพลาสติก ได้จริง

แนวทางการอนุรักษ์พลังงานที่ควรดำเนินการต่อไป
คือการวิเคราะห์การใช้พลังงานของเครื่องจักร มอเตอร์
ไฟฟ้า และการหาค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต
ซึ่งทางโรงงานสามารถนำมาใช้วิเคราะห์ เพื่อหา
มาตรการการอนุรักษ์พลังงานในเครื่องจักรต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน. “การจัดองค์กรเพื่ออนุรักษ์พลังงาน”. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ชุดรู้รักษ์พลังงาน, 2547.
- [2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน. “การอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม”. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ชุดรู้รักษ์พลังงาน, 2547.
- [3] ศิริพรรณ ชงชัย. “การอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการสำหรับอุตสาหกรรมชิ้นส่วนพลาสติก”. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.
- [4] ศิริพรรณ ชงชัย, พิชัย อัญมมงคล. เทคนิคเทคนิคการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมและกรณีศึกษา (ด้านพลังงานไฟฟ้า). การประชุมวิชาการด้านอุตสาหกรรมและหุ่นยนต์ 2005 (2005 TRS), หน้า 112-119, อิมแพค เมืองทองธานี, 16-17 กรกฎาคม 2548.
- [5] ศิริพรรณ ชงชัย, พิชัย อัญมมงคล. การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.
- [6] ศิริพรรณ ชงชัย, พิชัย อัญมมงคล. เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการ. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, จังหวัดนครราชสีมา. กรกฎาคม, 2549.
- [7] ปิ่นพงษ์ ยอดสะคุณ. การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า สำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.
- [8] ชัชวาล คณาภรณ์ไกล. เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีไคเซ็น (วิทยานิพนธ์, 2549)
- [9] เอกสารประกอบการฝึกอบรม การอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัด กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน, 2550.

การวางแผนการจ่ายโหลดอย่างประหยัดด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรม

Economic Dispatch Using Genetic Algorithm

ชนาธร จานโอ¹ และ พิเชษฐ์ ศรีयरรงค์²

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: ¹pendulum_tte@hotmail.com, ²psy@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) ในการแก้ปัญหาการวางแผนการจ่ายโหลดอย่างประหยัด (Economic Dispatch) โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการจ่ายโหลดให้เพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งอยู่ภายใต้ข้อจำกัดทางฟิสิกส์ของเครื่องกำเนิดและคำนึงถึงต้นทุนในการผลิตที่ต่ำที่สุด โดยจะทำการทดสอบวิธีการที่ได้พัฒนาเพื่อแก้ปัญหาการวางแผนการจ่ายโหลดอย่างประหยัดกับระบบมาตรฐาน 2 ระบบที่มีลักษณะฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์เป็นแบบเรียบ (Smooth Cost Function) และแบบไม่เรียบ (Non-Smooth Cost Function) จากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่าวิธีการที่ได้พัฒนามีศักยภาพในการแก้ปัญหาการวางแผนการจ่ายโหลดอย่างประหยัด

คำสำคัญ: การจ่ายโหลดอย่างประหยัด วิธีการเชิงพันธุกรรม

Abstract

This paper presents the application of Genetic Algorithm method (GA) for solving the Economic Dispatch Problem (ED). The objective of ED is to determine the optimum scheduling of generation at a particular time that minimizes the total production cost while satisfying equality and inequality constraints. The performance of the GA method is validated by testing on both types of different characteristics of cost function. In this study, two different cost functions are therefore adopted as follows: (1) ED problem with smooth cost function, (2) ED problem with non-smooth cost function. The outcome shows that the GA method has provided a satisfactory performance.

Keywords: Economic Dispatch, Genetic Algorithm

1. บทนำ

การวางแผนการผลิตกำลังไฟฟ้าที่คำนึงถึงหลักทางเศรษฐศาสตร์หรือที่เรียกอีกอย่างว่า การวางแผนการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าอย่างประหยัด Economic Dispatch (ED) เป็นปัญหาที่มีความสำคัญปัญหาหนึ่งในการวางแผนเกี่ยวกับการดำเนินงานในการจัดการกับระบบไฟฟ้ากำลัง โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อที่จะลดต้นทุนการผลิต ซึ่งเกิดจากผลรวมของต้นทุนการผลิตในเครื่องกำเนิดแต่ละตัว ขณะที่โหลดต้องได้รับกำลังไฟฟ้าเพียงพอกับความต้องการ โดยก่อนหน้านี้มีการนำเอาวิธีการต่าง ๆ มาแก้ปัญหาต่างเช่น วิธีการ Lambda – Iteration, วิธีการ Gradient ฯลฯ โดยวิธีทางคณิตศาสตร์เหล่านี้ได้ตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหาว่า สมการต้นทุนการผลิตจะต้องเป็นสมการพหุนามกำลังสองเท่านั้น (Quadratic function) หรือสมการอัตราค่าเพิ่มขั้นของต้นทุน (Incremental cost) จะต้องเป็นเชิงเส้น แต่ในความเป็นจริงสมการต้นทุนการผลิตไม่ได้มีลักษณะเป็นเชิงเส้นดังที่กล่าวมาเนื่องจากมีข้อจำกัดต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิด โดยวิธีที่กล่าวมาแล้วข้างต้นไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาที่มีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้นแบบนี้ได้

ปัจจุบันนี้จะเห็นได้ว่ามีงานวิจัยต่าง ๆ ได้นำเอาวิธีการเชิงพันธุกรรม Genetic Algorithm (GA) มาใช้กันอย่างแพร่หลายในงานที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมในสาขาต่างๆเช่นเดียวกันกับในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า กำลังได้มีการประยุกต์นำวิธีการเชิงพันธุกรรม Genetic algorithm (GA) มาแก้ปัญหาในลักษณะงาน“การหาคำแนะนำการติดตั้งสวิตช์ตัดตอนที่เหมาะสมในระบบจำหน่ายแบบเรเดียลโดยวิธีเชิงพันธุกรรม” [1], “การแก้ปัญหาชนิดคอมมิตเมนต์ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรมแบบคำนวณการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยวิธีจุดภายในพรีมัล-คูลล์” [2] ฯลฯ โดยวิธีการเชิงพันธุกรรมมี

หลักการพื้นฐานมาจากทฤษฎีวิวัฒนาการทางธรรมชาติของ Charles Dawin ที่กล่าวว่าผู้ที่แข็งแรงกว่าย่อมมีโอกาสจะอยู่รอดมากกว่าผู้ที่อ่อนแอและสามารถถ่ายทอดคุณลักษณะเด่นไปยังรุ่น (Generation) ถัดไปได้ ข้อดีในการหาคำตอบของวิธีเชิงพันธุกรรมจะทำการหาคำตอบหลายจุดไปพร้อมกันหรือที่เรียกว่าการค้นหาแบบขนาน (Parallel Search) มีโอกาสในการพบคำตอบที่ดีที่สุดของฟังก์ชันเป้าหมายที่พิจารณา (Objective Functions) ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงเสนอแนวความคิดที่จะนำวิธีการเชิงพันธุกรรมมาประยุกต์ในการแก้ปัญหาวางแผนการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าอย่างประหยัด

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปัญหาการจ่ายโหลดอย่างประหยัด

ปัญหาการจ่ายโหลดอย่างประหยัด นั้นเป็นการวางแผนการผลิตกำลังไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่อยู่ในระบบไฟฟ้า ว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องควรผลิตกำลังไฟฟ้าเท่าไรจึงจะใช้ต้นทุนในการผลิตกำลังไฟฟ้าน้อยที่สุด ตลอดจนโหลดต้องได้รับกำลังไฟฟ้าที่พอเพียงกับความต้องการด้วย ซึ่งต้นทุนในการผลิตกำลังนี้ได้มาจากผลรวมของ ราคาเชื้อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องจากค่าอธิบายดังกล่าวนำมาเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ [2][4]

$$\text{Minimize } F_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^n F_i(P_i) \quad (1)$$

เมื่อ i แทนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i และ N แทนจำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่อ อยู่ในระบบไฟฟ้าทั้งหมด สมการที่ (1) แทนฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective Function) ที่ต้องการหาค่าต้นทุนในการผลิตกำลังไฟฟ้ารวมที่น้อยที่สุด โดยมีเงื่อนไขบังคับว่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตออกมานั้น จะต้องมีความเท่ากับ

กำลังไฟฟ้าที่โหลดต้องการ (2) ตลอดจนคำนึงถึงขีดจำกัดกำลังการผลิตต่ำสุด และสูงสุดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่อง ดังสมการที่ (3) ตามลำดับ

$$\sum_{i=1}^n (P_i) - P_D = 0 \quad (2)$$

$$P_{i,\min} \leq P_i \leq P_{i,\max}, i = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

ซึ่งฟังก์ชันราคาเชื้อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อนที่ใช้ในนี้สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ สมการทางคณิตศาสตร์ของต้นทุนการผลิตที่เป็นแบบเรียบ (Smooth Cost) และที่เป็นแบบไม่เรียบ (Non-Smooth Cost)

ดังแสดงในสมการที่ (4) และ(5)โดยลักษณะต้นทุนการผลิตที่เป็นแบบเรียบสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1 และ 2 ตามลำดับ [5][6]

$$F_i(P_i) = a_i P_i^2 + b_i P_i + c_i \quad (4)$$

$$F_i(P_i) = a_i P_i^2 + b_i P_i + c_i + |e_i \times \sin(f_i \times (P_{i,\min} - P_i))| \quad (5)$$

เมื่อ

F_{Total} คือ ต้นทุนรวมในการผลิตกำลังไฟฟ้า \$/h

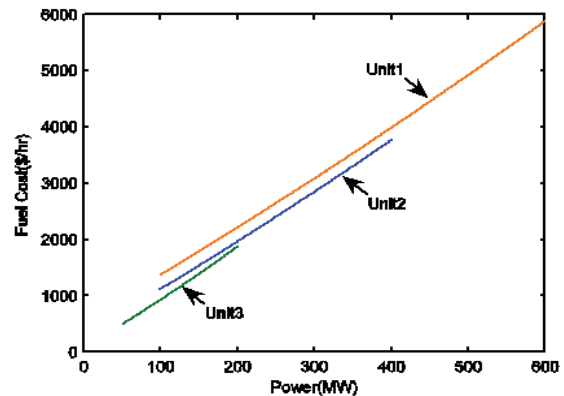
a_i, b_i, c_i, e_i, f_i คือ สัมประสิทธิ์ราคาเชื้อเพลิงเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ i

P_i คือ กำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ $i, (MW)$

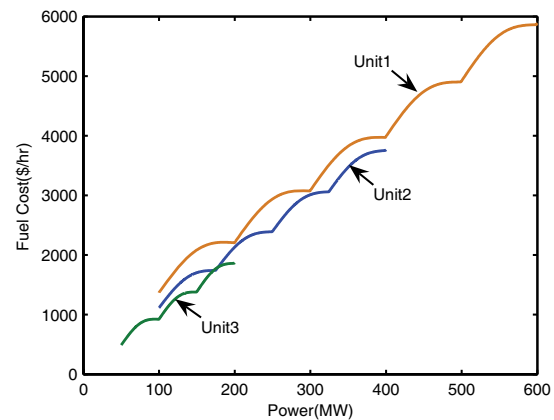
P_D คือ กำลังไฟฟ้าที่โหลดต้องการ (MW)

$P_{i,\min}$ คือ กำลังผลิตต่ำสุดของเครื่องกำเนิดที่ $i, (MW)$

$P_{i,\max}$ คือ กำลังผลิตสูงสุดของเครื่องกำเนิดที่ $i, (MW)$



ภาพที่ 1: ลักษณะต้นทุนการผลิตที่เป็นแบบเรียบ

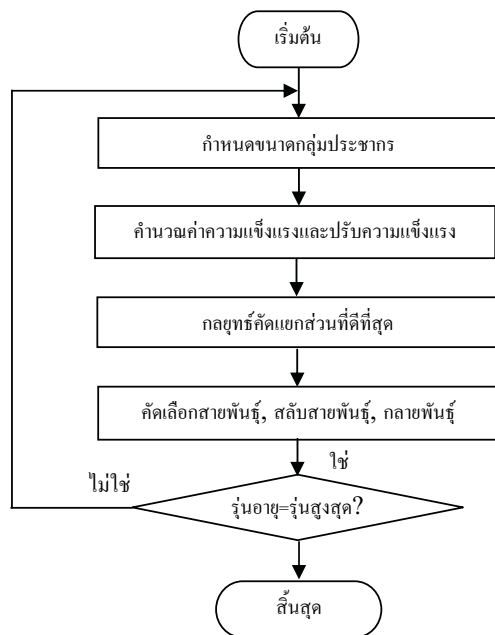


ภาพที่ 2: ลักษณะต้นทุนการผลิตที่เป็นแบบไม่เรียบ

2.2 วิธีการเชิงพันธุกรรม

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เป็นการค้นหาคำตอบแบบสุ่ม (Stochastic Search) หรือเป็นเทคนิคการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimization Technique) โดยจะอ้างอิงแนวความคิดของดาร์วิน (Charles Darwin) ในเรื่องของ การอยู่รอดของผู้มีความเหมาะสมหรือผู้ที่แข็งแกร่งที่สุด โดยแนวความคิดในการทำงานของวิธีเชิงพันธุกรรม จะเป็นไปในลักษณะของการค้นหาคำตอบแบบคู่ขนาน (Parallel search) โดยคำตอบที่ได้จากการค้นหาในหนึ่งรุ่น (Generation) นั้นจะผ่านการแปลง (Transformation) เพื่อที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบที่ดีขึ้นในรุ่นถัดไป การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับคำตอบ

(Solution) ภายในกลุ่มประชากร (Population) หนึ่งรุ่นนั้นจะเป็นไปเพื่อการสำรวจพื้นที่ในการค้นหา (Search space) และส่งเสริมให้มีการถ่ายทอดคุณลักษณะที่ดีของคำตอบที่ค้นพบในรุ่นปัจจุบันไปยังรุ่นถัดไป[3] โดยสามารถแสดงแผนผังการทำงานของวิธีการเชิงพันธุกรรมแบบจำนวนจริงได้ดังภาพที่ 3

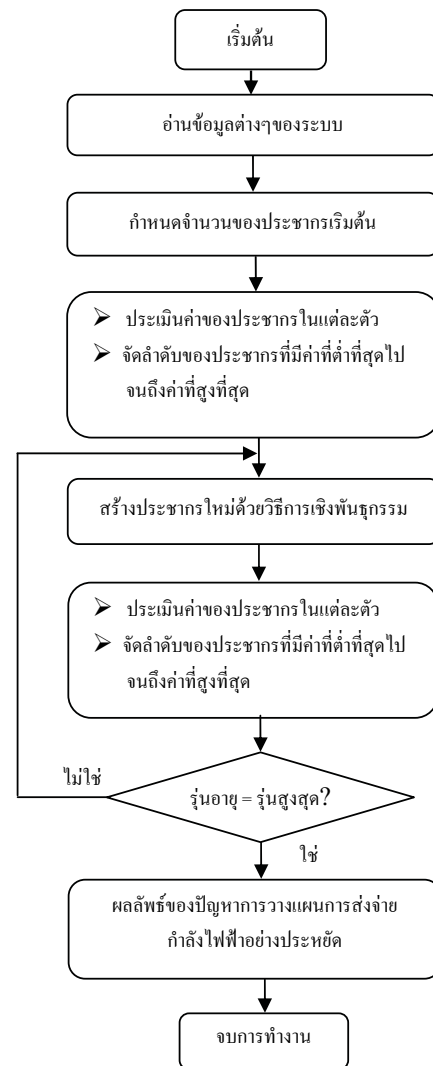


ภาพที่ 3: แผนผังการทำงานของวิธีการเชิงพันธุกรรม

3. แก้ปัญหาการจ่ายโหลดอย่างประหยัด

ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม

วิธีเชิงพันธุกรรมนี้เป็นวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีขั้นตอนแบบเชิงความน่าจะเป็น (Stochastic Algorithm) ที่ใช้ในการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Global Optimal Solution) ของฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective Functions) โดยการหาคำตอบจะอาศัยขั้นตอนการหาคำตอบของฟังก์ชันเป้าหมายโดยวิธีเชิงพันธุกรรม สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: ขั้นตอนการแก้ปัญหาการจ่ายโหลดอย่างประหยัดด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรม

4. ผลการทดสอบ

ในการแก้ปัญหาวางแผนการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าอย่างประหยัดด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรมจะถูกนำมาทดสอบกับกรณีศึกษาสองกรณีดังนี้

กรณีศึกษาที่ 1 : ระบบมาตรฐาน IEEE ซึ่งประกอบไปด้วยเครื่องกำเนิด 3 ตัวที่มีลักษณะของสมการทางคณิตศาสตร์ของต้นทุนการผลิตที่เป็นแบบเรียบ (Smooth Cost) [5]

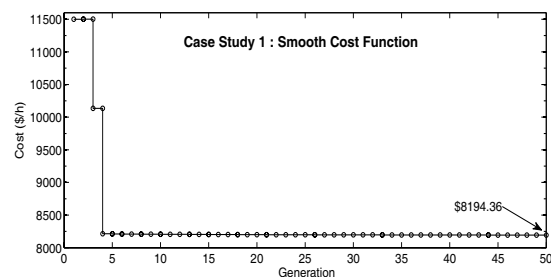
กรณีศึกษาที่ 2 : ระบบมาตรฐาน IEEE ซึ่งประกอบไปด้วยเครื่องกำเนิด 3 ตัวที่มีลักษณะของสมการทางคณิตศาสตร์ของต้นทุนการผลิตที่เป็นแบบไม่เรียบ (Non-Smooth Cost) [6] ซึ่งข้อมูลเครื่องกำเนิดสามารถแสดงรายละเอียดในภาคผนวก โดยทั้งสองกรณีจะตอบสนองความต้องการของโหลด 850.00 MW และในการทดสอบมีการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของวิธีการเชิงพันธุกรรม (GA) ดังนี้

- จำนวนประชากร (Population) = 100
- รอบการทำงานสูงสุด (Generation) = 50
- อัตราการข้ามสายพันธุ์ (Crossover Rate) = 0.8
- อัตราการกลายพันธุ์ (Mutation Rate) = 0.01

ตารางที่ 1 แสดงผลการแก้ปัญหาของกรณีศึกษาที่ 1 โดยเปรียบเทียบคำตอบที่ได้ระหว่างวิธีการเชิงตัวเลข [5] (Numerical Method) ซึ่งสามารถหาที่ดีที่สุดคือ 8194.36 (\$/h) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการเชิงพันธุกรรมใช้ต้นทุนเชื้อเพลิงในการผลิตกำลังไฟฟ้าเท่ากับคำตอบที่ดีที่สุด ซึ่งได้จากการสืบค้นวรรณกรรมหรืออาจกล่าวได้ว่าวิธีการเชิงพันธุกรรมที่นำเสนอมีศักยภาพในการหาคำตอบ สำหรับการเข้าสู่คำตอบของวิธีการเชิงพันธุกรรมสำหรับกรณีศึกษาที่ 1 ดังแสดงในภาพที่ 5

ตารางที่ 1: ผลทดลองเปรียบเทียบกรณีศึกษาที่ 1

P (MW)	NM [5]	GA
P_1	393.170	393.170
P_2	334.604	334.604
P_3	122.226	122.226
F_{Total} (\$/h)	8194.36	8194.36

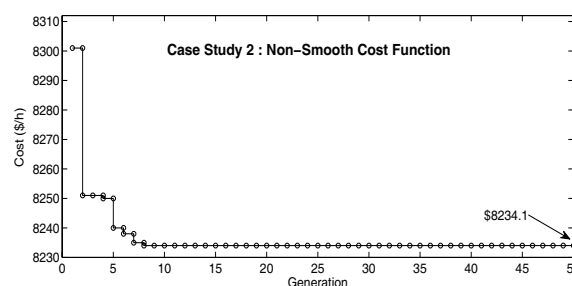


ภาพที่ 5: การเข้าสู่คำตอบของวิธีการเชิงพันธุกรรมสำหรับกรณีศึกษาที่ 1

ตารางที่ 2 แสดงผลการแก้ปัญหาของกรณีศึกษาที่ 2 โดยเปรียบเทียบคำตอบระหว่างวิธีการเชิงพันธุกรรมแบบดั้งเดิม [6] และวิธีการเชิงพันธุกรรมที่ได้นำเสนอจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการเชิงพันธุกรรมที่ได้นำเสนอมีต้นทุนเชื้อเพลิงในการผลิตกำลังไฟฟ้าถูกที่สุดคือ 8234.1 (\$/h) ซึ่งต่ำกว่าคำตอบที่ได้ของวิธีการแบบดั้งเดิมคือ 8237.6 (\$/h) นั้นเป็นเพราะว่าวิธีการที่ได้พัฒนาได้มีการนำข้อจำกัดต่าง ๆ เข้ามาร่วมพิจารณาในทุก ๆ รอบการคำนวณจึงทำให้คำตอบที่ได้มีค่าต่ำกว่า

ตารางที่ 2: ผลทดลองเปรียบเทียบกรณีศึกษาที่ 2

P (MW)	GA [6]	GA
P_1	300	300.267
P_2	400	400.000
P_3	150	149.733
F_{Total} (\$/h)	8237.6	8234.1



ภาพที่ 6: การเข้าสู่คำตอบของวิธีการเชิงพันธุกรรมสำหรับกรณีศึกษาที่ 2

5. สรุป

การวางแผนการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าอย่างประหยัด Economic Dispatch (ED) มีวัตถุประสงค์ที่จะผลิตกำลังไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการ โดยพิจารณาถึงหลักเศรษฐศาสตร์ซึ่งมีวัตถุประสงค์

ประสงค์ในการลดต้นทุนการผลิต ให้ต่ำที่สุดโดยในบทความนี้ได้นำเสนอวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) ในการนำมาประยุกต์แก้ปัญหาการจ่ายโหลดอย่างประหยัด ซึ่งการทดสอบวิธีการเชิงพันธุกรรมที่นำเสนอสามารถหาผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาการจ่ายโหลดอย่างประหยัด ทั้งปัญหาที่มีลักษณะของสมการทางคณิตศาสตร์ของต้นทุนการผลิตที่เป็นแบบเรียบ (Smooth Cost) และแบบที่ไม่เรียบ (Non-Smooth Cost) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถเป็นหนึ่งทางเลือกในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กนกวรรณ กลิ่นเยี่ยม, “การหาตำแหน่งการติดตั้ง สวิตช์ตัดตอนที่เหมาะสมในระบบจำหน่ายแบบเรเดียลโดยวิธีเชิงพันธุกรรม”, วิทยา นิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [2] ว่าที่ร้อยตรีปริญญา อุทัยทัศน์, “การแก้ปัญหานิตคอมมิทเมนต์ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรมแบบคำนวณการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยวิธีจุดภายใน ปริมาตร-คูลล์”, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- [3] นายกิตติพงศ์ บุญโล่ง, “การใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการแก้ปัญหาการควบคุมเหมาะสมที่สุดสำหรับแบบผสม”, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

- [4] Saadat, H. Power System Analysis, Singapore : McGraw-Hill, 1999.

- [5] A.J. Wood and B.F. Wollenberg, Power Generation, Operation, and Control. New York: Wiley, 1984.

- [6] D.C. Walters and G.B. Sheble, “ Genetic algorithm of economic dis-patch with the valve Point loading,” IEEE Trans. Power Systems, Vol.8, pp. 1325 – 1332, Aug 1993.

ภาคผนวก

ก. ข้อมูลเครื่องกำเนิดสำหรับกรณีศึกษาที่ 1

Gen	P _{min}	P _{max}	a	b	c
1	150	600	0.001562	7.92	561
2	100	400	0.001940	7.85	310
3	50	200	0.004820	7.97	78

ข. ข้อมูลเครื่องกำเนิดสำหรับกรณีศึกษาที่ 2

Gen	P _{min}	P _{max}	a	b	c	e	f
1	100	600	0.001562	7.92	561	300	0.0315
2	100	400	0.001940	7.85	310	200	0.042
3	50	200	0.004820	7.97	78	150	0.063

การประยุกต์ใช้วิธีเชิงพันธุกรรมในปัญหาหน่วยคอมมิตเมนต์ Application of Genetic Algorithm in Unit Commitment Problem

ชัชวาลย์ ปานบุญ¹ และ พิเชษฐ์ ศรีयरรงค์²

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: ¹lekchut@hotmail.com, ²psyy@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการคำนวณและการแก้ปัญหาหน่วยคอมมิตเมนต์โดยอาศัยวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) ซึ่งโปรแกรมที่ได้สามารถแก้ปัญหาหน่วยคอมมิตเมนต์ (Unit Commitment) โดยพิจารณาถึงเงื่อนไขและข้อจำกัดต่าง ๆ เช่น กำลังไฟฟ้าสมดุล (Power Balance) กำลังการผลิต (Generating Capacity) โดยที่เงื่อนไขการสูญเสียในสายส่งและ ขีดจำกัดกำลังไฟฟ้าในสายส่งจะไม่ถูกนำมาคิด งานวิจัยที่ได้สามารถเป็นทางเลือกในการแก้ปัญหา หน่วยคอมมิตเมนต์และใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาและวางแผนการผลิตกำลังไฟฟ้าได้จริง โดยผลการทดสอบโปรแกรมที่ได้พัฒนาซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการแบบดั้งเดิมจะสามารถสรุปได้ว่า วิธีการที่ได้พัฒนานี้มีศักยภาพในการค้นหาคำตอบ

คำสำคัญ: หน่วยคอมมิตเมนต์ วิธีการเชิงพันธุกรรม

Abstract

The aim of this research is to study and develop a computer program for calculating and solving Unit Commitment (UC) problem by using Genetic Algorithm (GA). This computing program can solve the UC problem considering various constraints, namely Power balance, Generating capacity. However, transmission loss will not be taken into account for this study. This research can be an alternative tool for dealing with UC problem and it can be applied for the practical problems as well. The experimental results illustrate that the purposed computing program shows the superiority over the traditional method in terms of the searching performance.

Keywords: Unit Commitment, Genetic Algorithm

1. บทนำ

การมุ่งเน้นการจัดการบริหารการผลิตกำลังไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการของโหลดในแต่ละช่วงเวลา การวางแผนการผลิต การสำรองโหลดเพื่อเสถียรภาพของระบบที่เป็นไปตามหลักเศรษฐศาสตร์นั้นเพื่อให้ ต้นทุนการผลิตไฟฟ้ารวมมีค่าต่ำสุด นั้นเราเรียกกระบวนการนี้ว่า ยูนิตคอมมิตเมนต์ (Unit Commitment : UC) ซึ่งมีเงื่อนไขในการพิจารณาทั้งในส่วนของคุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและระบบไฟฟ้า เช่น กำลังการผลิต (Generating Capacity) เวลาเดินเครื่องกำเนิดอย่างน้อยที่สุด (Minimum Up Time) เวลาหยุดเดินเครื่องกำเนิดอย่างน้อยที่สุด (Minimum Down Time) กำลังไฟฟ้าสำรอง (Spinning Reserve) กำลังไฟฟ้าสูญเสียเนื่องจากสายส่ง (Transmission Loss) และกำลังไฟฟ้าสมดุล (Power Balance) [3] หน้าที่ของยูนิตคอมมิตเมนต์ (UC) คือวางแผนการเดินเครื่องและหยุดเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในแต่ละช่วงระยะเวลาต่าง ๆ เช่น 12 หรือ 24 ชั่วโมง โดยสามารถจ่ายโหลดให้ได้ตามความต้องการของโหลดรวมถึงการสำรองโหลดภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ในการทำงาน อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหา ยูนิตคอมมิตเมนต์ เป็นการแก้ปัญหาของสมการที่ไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear) ตัวแปรผสมหลายตัวแปรเพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งส่งผลให้ปัญหามีความซับซ้อน

จากการสืบค้นวรรณกรรมมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ยูนิตคอมมิตเมนต์ โดยใช้วิธีการเชิงตัวเลขในการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Numerical Optimization Method) โดยวิธีการเหล่านั้น ได้แก่ วิธีเรียงลำดับ (Priority List Method), วิธีโปรแกรมพลวัต (Dynamic Programming), วิธีปริมาตรและเบนด์ (Branch and Bound), วิธีลากรางจ์รีแลกเซชัน (Lagrange Relaxation) ฯลฯ โดยสามารถสรุปถึงวิธีการเชิงตัวเลขที่ได้กล่าวมาแล้วดังนี้

วิธีเรียงลำดับ (Priority List Method) ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อน และหาคำตอบได้รวดเร็ว แต่มีข้อเสียคือคุณภาพของคำตอบที่ได้นั้นค่อนข้างหยาบ ; **วิธีโปรแกรมพลวัต** เป็นวิธีที่สามารถหาคำตอบได้ดี แต่มีข้อเสียคือระยะเวลาที่ใช้ในการหาคำตอบนั้นใช้เวลานานซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดของปัญหา ยูนิตคอมมิตเมนต์ด้วย ; **ส่วนวิธีปริมาตรและเบนด์** มีข้อเสียในเรื่องจุดขอบเขตในการคำนวณ และเมื่อระบบที่ใหญ่ขึ้นจะทำให้การคำนวณช้าลงจึงไม่เหมาะสมกับระบบที่ใหญ่ ; **วิธีลากรางจ์รีแลกเซชัน** เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ได้รับการนิยมนิยมซึ่งสามารถหาคำตอบได้เร็ว แต่จะมีปัญหาในการลู่เข้าของคำตอบและคุณภาพของคำตอบ โดยจะขึ้นอยู่กับค่าการคูณลากรางจ์ (Lagrange multiplier) ดังนั้นจึงได้มีการนำเอาวิธีการสมัยใหม่เข้ามาช่วยในการหาคำตอบลากรางจ์ที่เหมาะสม

โดยในปัจจุบันนี้ได้นำเอาวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm : GA) ซึ่งเป็นวิธีการสมัยใหม่วิธีหนึ่งมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมมากมายหลายแขนง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการดั้งเดิมจะมีข้อดีดังนี้ (1) วิธีการเชิงพันธุกรรมจะมุ่งเน้นในการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Global Solution) แต่วิธีการดั้งเดิมการหาคำตอบอาจจะถูกยึดติดกับคำตอบใดคำตอบหนึ่ง (Local Optimal Solution) ; (2) วิธีการเชิงพันธุกรรม จะไม่มีขีดจำกัดของลักษณะทางคณิตศาสตร์ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในขณะที่ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของวิธีการแบบดั้งเดิมอาจจะถูกลดรูปหรือทำให้มีรูปแบบที่ง่ายขึ้น ดังนั้นอาจทำให้คำตอบที่ได้มีความคลาดเคลื่อน ; (3) ลักษณะการหาคำตอบของวิธีการเชิงพันธุกรรมจะขึ้นอยู่กับกระบวนการสุ่ม (Random Process) ดังนั้นคำตอบที่เป็นไปได้ (Feasible Solution) จะมีความหลากหลาย ซึ่งเมื่อเทียบกับวิธีการแบบดั้งเดิมจะให้คำตอบเพียงคำตอบเดียว [4]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำวิธีการเชิงพันธุกรรม เข้ามาร่วมกับวิธีการทางจีโรแลกเซชันในการแก้ปัญหา นิตคอมมิตเมนต์

2. วิธีการเชิงพันธุกรรม

ขั้นตอนวิธีการเชิงพันธุกรรมเป็นเทคนิคสำหรับ ค้นหาผลเฉลย (Solutions) หรือคำตอบของปัญหา โดยอาศัยหลักการจากทฤษฎีวิวัฒนาการจากชีววิทยา และการคัดเลือกตามธรรมชาติ (Natural Selection) โดยสามารถกล่าวได้ว่าสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมที่สุดจึงจะอยู่รอด ซึ่งกระบวนการคัดเลือกได้เปลี่ยนแปลงสิ่งมีชีวิตให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ด้วยตัวปฏิบัติการทางพันธุกรรม (Genetic Operator) เช่น การสืบพันธุ์ (Inheritance หรือ Reproduction), การกลายพันธุ์ (Mutation), การสลับสายพันธุ์ (Crossover) โดยขั้นตอนวิธีการเชิงพันธุกรรม เป็นการสามารถจำลองโดยใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) โดยการแทนคำตอบที่มีอยู่ในลักษณะ โครโมโซม (Chromosomes) แล้วปรับปรุงคำตอบแต่ละชุด (Individual) ด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวิวัฒนาการ (Evolutionary Operation) การเปลี่ยนแปลงยีนแบบสุ่ม ด้วยตัวปฏิบัติการทางพันธุกรรม (Evolutionary Operator) เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีขึ้น โดยทั่วไปจะแทนคำตอบด้วยเลขฐานสองสายอักขระของเลข 0 และ 1 แต่ในปัจจุบันนิยมที่จะแทนคำตอบด้วยเลขจำนวนจริงหรือเราอาจเรียกได้ว่า Real-coded GA โดยการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Fitness Solution) จะเริ่มจากประชากรที่ได้จากการสุ่มทั้งหมด และจะทำเป็นรุ่น ๆ ในแต่ละรุ่นของประชากรจะถูกสุ่มเลือกขึ้นมาเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการกลายพันธุ์ หรือการสลับสายพันธุ์ จนได้ประชากรรุ่นใหม่ ที่มีค่าความเหมาะสม (Fitness) มากขึ้น การวิวัฒนาการนี้ทำ

ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งพบคำตอบที่มีค่าความเหมาะสมตามต้องการ [1]

3. รูปแบบทางคณิตศาสตร์ของปัญหานิตคอมมิตเมนต์

ปัญหานิตคอมมิตเมนต์เป็นปัญหาที่มุ่งเน้นที่จะจัดการการวางแผนการผลิตกำลังไฟฟ้าเพื่อตอบสนองความต้องการที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลาโดยที่ต้นทุนการผลิตกำลังไฟฟ้ารวมมีค่าต่ำที่สุดซึ่งสามารถนำมาเขียนเป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้ [2]

$$\text{Minimize: } TC = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N [F_i(P'_i) + (1 - U_i^{t-1}) ST_i] U_i^t \quad (1)$$

โดยพิจารณาถึงเงื่อนไขต่างดังต่อไปนี้

ความสมดุลกำลังไฟฟ้า (Power Balance)

$$\sum_{i=1}^N U_i^t P'_i = P'_{load} \quad (2)$$

กำลังไฟฟ้าสำรอง (Spinning Reserve)

$$\sum_{i=1}^N U_i^t P_{i,max} \geq R_t + P'_{load} \quad (3)$$

ขีดจำกัดของกำลังการผลิต (Operating Limit)

$$P_{i,min} \leq P'_i \leq P_{i,max} \quad (4)$$

เวลาเดินเครื่องอย่างน้อยที่สุด (Minimum Up Time) และ เวลาหยุดเครื่องอย่างน้อยที่สุด (Minimum Down Time)

โดย

TC คือ ต้นทุนการผลิตรวม

$F_i(P'_i)$ คือ ฟังก์ชันต้นทุนเชื้อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า i ขณะผลิตกำลังไฟฟ้าขนาด P ที่เวลา t

P'_i คือ กำลังไฟฟ้าที่ผลิตจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า i ณ เวลาที่ t

ST_i คือ ต้นทุนการเริ่มเดินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า i

T คือ จำนวนชั่วโมงที่พิจารณา

N คือ จำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

- U'_i คือ สถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i ณ เวลาที่ t เมื่อ $U'_i = 0$ แทนสถานะหยุดเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และ $U'_i = 1$ แทนสถานะเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- P'_{load} คือ ค่ากำลังไฟฟ้าที่โหลดต้องการ ณ เวลา t
- R_t คือ ค่ากำลังไฟฟ้าสำรอง ณ เวลา t
- $P_{i,max}$ คือ ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i
- $P_{i,min}$ คือ ค่ากำลังไฟฟ้าต่ำสุดที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i

4. การแก้ปัญหาหาค่าคอมมิทเมนต์

จากแนวความคิดเบื้องต้นของวิธีการวางจรีแลกเซชัน (LR) นั้นจะไม่พิจารณาข้อจำกัดบางตัวของปัญหาหาค่าคอมมิทเมนต์เช่น ข้อจำกัดทางความสมดุลของกำลังไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าสำรอง นอกจากนั้นแล้ววิธีการ LR จะพยายามแยกปัญหาหลัก ซึ่งเป็นปัญหาที่ซับซ้อน ให้กลายเป็นปัญหาย่อย ๆ เพื่อสะดวกในการพิจารณาแก้ปัญหา โดยในวิธีการของ LR นั้น ตัวคูณลากรางจ์ (Lagrange Multipliers) จะถูกรวมเข้าไปกับปัญหาส่วนหลักเพื่อที่จะสร้าง Penalty Term โดยเพื่อความง่ายในการวิเคราะห์ เงื่อนไขของกำลังไฟฟ้าสำรองเวลาเดินเครื่องอย่างน้อยที่สุด และ เวลาหยุดเครื่องอย่างน้อยที่สุด จึงยังไม่ถูกนำมาพิจารณาในงานวิจัยนี้ โดยฟังก์ชันลากรางจ์ (L) จะสามารถเขียนได้ดังนี้ [3]

$$L = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N [F_i(P'_i) + ST_i] U'_i + \sum_{t=1}^T \lambda'_t P'_{load} - \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N \lambda'_t P'_i U'_i \quad (5)$$

โดยพจน์ที่ 2 ของสมการข้างต้นสามารถตัดทิ้งได้ เนื่องจากเป็นค่าคงที่ ดังนั้นเราสามารถจัดสมการลากรางจ์ได้ดังนี้

$$L = \sum_{i=1}^N \left(\sum_{t=1}^T [F_i(P'_i) + ST_i] U'_i - \lambda'_t P'_i U'_i \right) \quad (6)$$

โดยเราสามารถแยกพิจารณาออกเป็นเครื่องกำเนิดแต่ละตัว โดยสามารถแยกการพิจารณาได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\sum_{t=1}^T ([F_i(P'_i) + ST_i] U'_i - \lambda'_t P'_i U'_i) \quad (7)$$

โดยการแก้ปัญหาที่สามารถทำได้โดยใช้หลักการของ Dual Optimization ในการหาคำตอบซึ่งมุ่งเน้นจะหาค่าที่สูงที่สุด ของลากรางจ์ซึ่งสอดคล้องกับ ตัวคูณลากรางจ์ ในขณะเดียวกันกับหาค่าที่ต่ำที่สุดของสมการลากรางจ์ โดยสอดคล้องกับตัวแปรอื่นดังแสดงตามสมการ

$$q^*(\lambda) = \max_{\lambda'} q(\lambda) \quad (8)$$

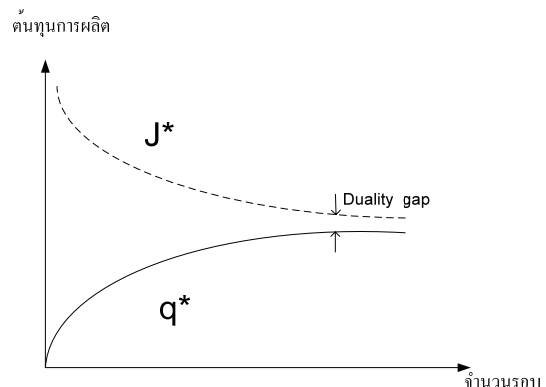
ที่ซึ่ง

$$q(\lambda) = \min_{P'_i U'_i} L(P, U, \lambda) \quad (9)$$

โดย q^* = Dual value และ J^* = Primal value ซึ่งความแตกต่างของ J^* และ q^* ดังสมการด้านล่างจะเรียกว่า Duality gap (ε) ดังสมการ

$$\varepsilon = \frac{J^* - q^*}{q^*} \quad (10)$$

โดยสามารถแสดงพฤติกรรม J^* และ q^* ได้ดังภาพที่ 1



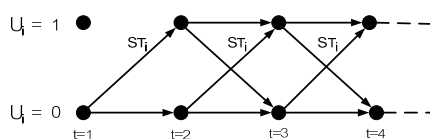
ภาพที่ 1: แนวความคิดของวิธีการ Dual Optimization

ดังนั้นการหาค่าที่น้อยที่สุดของสมการลากรางจ์จะถูกทำได้โดยการหาค่าที่น้อยที่สุดโดยพิจารณาแต่ละยูนิต

ตลอดระยะเวลาที่พิจารณาแต่ละยูนิต ตลอดระยะเวลาที่พิจารณาดังเช่น 24 ชั่วโมงแล้วนำผลลัพธ์ในแต่ละชั่วโมงมารวมกันดังแสดงในสมการ

$$\min. q(\lambda) = \sum_{i=1}^N \min. \sum_{t=1}^T \left([F_i(P_i') + ST_i] U_i' - \lambda' P_i' U_i' \right) \quad (11)$$

โดยอยู่ในเงื่อนไขของขีดจำกัดของเครื่องกำเนิด และเงื่อนไขของเวลาเดินเครื่องและหยุดเครื่องอย่างน้อยที่สุด ซึ่งสามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยใช้วิธีการ Dynamic Programming ตัวแปรเดียวหรือพิจารณาที่เครื่องกำเนิดตัวใดตัวหนึ่ง ซึ่งมีสถานะที่มีความเป็นไปได้ 2 สถานะ คือ “0” หรือ “1” หรืออาจกล่าวได้ว่า “on” หรือ “off”



ภาพที่ 2: แสดงความเป็นไปได้ในการที่จะวางแผนเดินเครื่องกำเนิด i ด้วยวิธี Dynamic Programming

โดยหลังจากที่ได้แผนการเดินเครื่องจากวิธีการของ Dynamic Programming ของในแต่ละเครื่องกำเนิดแล้ว ก็ต้องนำมาหาค่ากำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมของเครื่องกำเนิดแต่ละตัวในทุกๆ ชั่วโมง ในปัญหานี้เราเรียกว่า ปัญหาการจ่ายโหลดอย่างประหยัด ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นปัญหาย่อยของปัญหาหน่วยคอมมิตเมนต์

5. ปัญหาการจ่ายโหลดอย่างประหยัด (Economic

Dispatch Problem: ED)

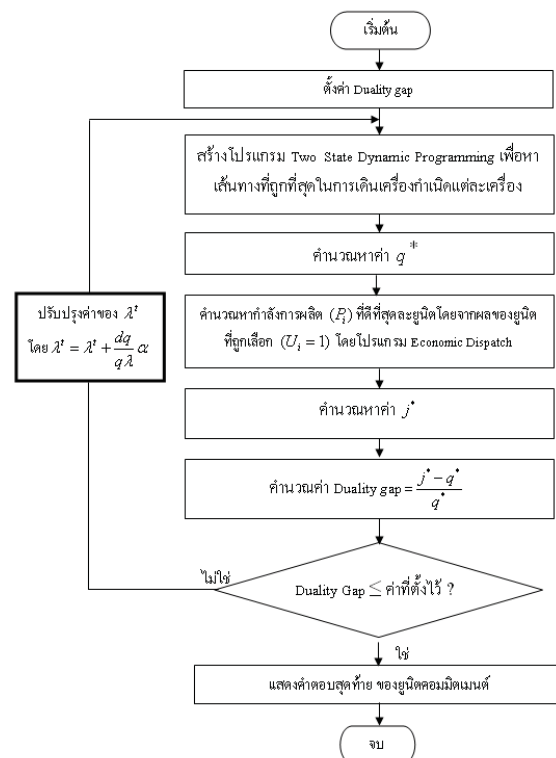
ปัญหาการจ่ายโหลดอย่างประหยัดมีวัตถุประสงค์หลักในการแก้ปัญหาให้ต้นทุนการผลิตกำลังไฟฟ้ารวม ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง ให้มีค่าน้อยที่สุด ขณะที่โหลดต้องได้รับกำลังไฟฟ้าที่เพียงพอกับความต้องการ โดยการ

แก้ปัญหการจ่ายโหลดอย่างประหยัดอย่าง ถูกต้องแม่นยำจะส่งผลกระทบต่ออย่างมากกับ ผลของปัญหาหน่วยคอมมิตเมนต์ ซึ่งเป็นปัญหาหลัก โดยปัญหาการจ่ายโหลดอย่างประหยัด สามารถเขียนเป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้ [2]

$$\text{Minimize : } TC = \sum_{i=1}^N F_i(P_i')$$

โดยมีเงื่อนไขบังคับว่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตออกมานั้นนั้นจะต้องมีค่าเท่ากับกำลังไฟฟ้าที่โหลดต้องการรวมกับกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียจากสายส่ง ตลอดจนคำนึงถึงขีดจำกัดของกำลังการผลิตต่ำสุดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องดังแสดงในสมการที่ (2) และ (4) โดยกระบวนการในการแก้ปัญหา

ยูนิตคอมมิตเมนต์ด้วยวิธีการ LR สามารถแสดงได้ตามแผนผังดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3: แผนผังสำหรับการแก้ปัญหาหน่วยคอมมิตเมนต์โดยใช้วิธีการ LR

จากภาพที่ 3 โปรแกรมจะเริ่มจากการตั้งค่า Duality gap จากนั้นหาเส้นทางที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดในการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แล้วนำค่าที่ได้จากการเดินเครื่องกำเนิดแต่ละเครื่องไปคำนวณหาค่า q^* (Dual Value) และ นำผลของยูนิตที่ถูกเลือกไปคำนวณหาค่ากำลังการผลิตที่ดีที่สุดโดยโปรแกรม Economic Dispatch แล้วนำผลที่ได้ไปคำนวณค่า J (Primal Value) จากนั้นนำความสัมพันธ์ของค่า J และค่า q^* ไปคำนวณค่า Duality gap แล้วตรวจสอบค่า gap ที่ตั้งไว้ ถ้ายังไม่ได้ก็กลับไปปรับปรุงค่า λ ใหม่จนกระทั่งได้ค่า Duality gap ที่ต้องการจึงได้คำตอบ

6. การประยุกต์ใช้วิธีลากรางจ์รีแลกชันกับวิธีการเชิงพันธุกรรม (LR-GA)

พันธุกรรม (LR-GA)

ในการประยุกต์ใช้ LR-GA เพื่อแก้ปัญหาหาค่าคอมมิทเมนต์นั้น จะทำได้โดยการนำวิธีการเชิงพันธุกรรมไปทำการปรับปรุงและหาค่าตัวคูณลากรางจ์ (λ_i) ที่ดีที่สุดเพื่อที่จะนำไปคำนวณหา P_i' ที่เหมาะสมต่อไป ดังแสดงในแผนผังการทำงานเบื้องต้นดังภาพที่ 4

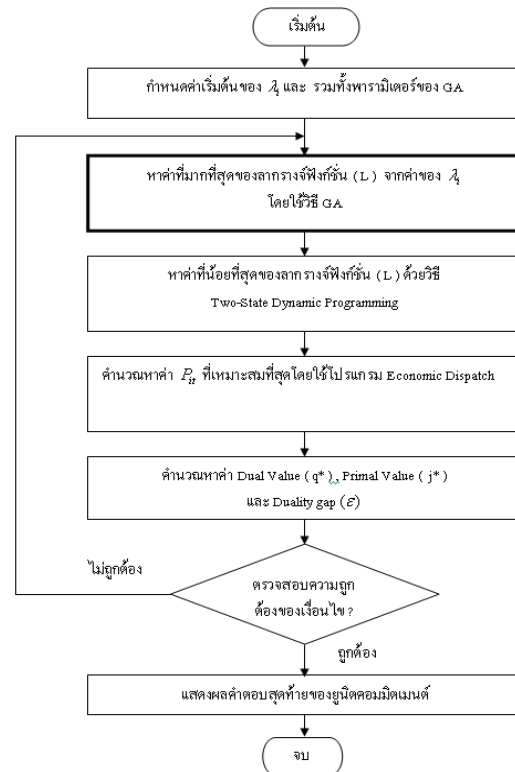
7. ผลการทดสอบ

7.1 ผลการแก้ปัญหาหาค่าคอมมิทเมนต์โดยใช้วิธีการ

LR

ในการทดสอบโปรแกรม ยูนิตคอมมิทเมนต์โดยใช้วิธีการ LR โดยจะทดสอบกับระบบมาตรฐาน 3-Unit 4-Hr โดยจะแสดงรายละเอียดในภาคผนวก โดยในการทดสอบมีการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของวิธีการเชิงพันธุกรรม (GA) ดังนี้

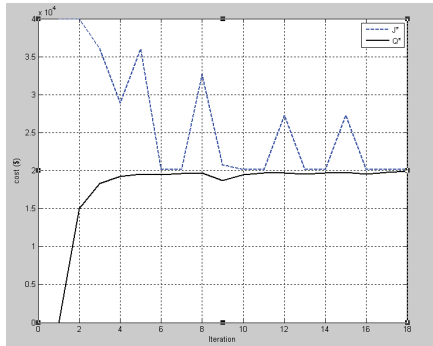
จำนวนประชากร (Population)	= 20
รอบการทำงานสูงสุด (Generation)	= 100
อัตราการข้ามสายพันธุ์ (Crossover Rate)	= 0.8
อัตราการกลายพันธุ์ (Mutation Rate)	= 0.05



ภาพที่ 4: แผนผังสำหรับการแก้ปัญหาหาค่าคอมมิทเมนต์โดยใช้วิธีการ LR-GA

ซึ่งค่าที่เหมาะสมของ Duality gap โดยทั่วไปเหมาะสมอยู่ที่ 0.05-0.1 [3] แต่ในกรณีนี้ได้ ตั้งค่า Duality gap (ϵ) = 0.02 ทั้งนี้เพื่อที่จะสังเกตพฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงของค่า q^* โดยจะสังเกตว่าคำตอบที่ได้นั้นอยู่ที่รอบการทำงานในรอบที่ 6 แต่โปรแกรมยังคงไม่หยุดการคำนวณเนื่องจากค่า Duality gap ที่ได้ถูกตั้งค่าไว้เพื่อเป็นเงื่อนไขในการหยุดทำงานยังมีค่า ไม่ต่ำพอที่จะหยุดการคำนวณ โดยจะสิ้นสุดในรอบการทำงานที่ 18 เนื่องจาก Duality gap ซึ่งต่ำกว่า 0.02 และในทางทฤษฎีวิธีการ LR พยายามหาค่าสูงสุดของ q^* (Max. q^*) เพื่อที่จะหาคำตอบของค่า Primal (J^*) แต่จากการทดสอบโปรแกรมค่า q^* นั้นแทนที่จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ กลับมีค่าลดลงในบางรอบการทำงาน (รอบการทำงานที่ 9) จึงเป็นผลทำให้เกิดการกระเพื่อมของคำตอบโดยในงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอ

วิธีการผสมระหว่าง LR และวิธีการเชิงพันธุกรรม GA เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว



ภาพที่ 5: กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง J^* และ q^*

7.2 ผลการแก้ปัญหาหาค่าเหมาะที่สุดโดยวิธีการ

LR-GA

จากการทดสอบวิธีการ LR-GA ที่ได้พัฒนาขึ้น สำหรับปัญหาหาค่าเหมาะที่สุดแบบดั้งเดิม จะแบ่งการทดสอบออกเป็นสองกรณีศึกษาคือ 1) กรณีไม่มีการคัดกรองคำตอบที่เป็นไปได้ (Feasible Solution) ของ q^* โดยเป็นการนำ GA ไปประยุกต์ใช้โดยไม่คำนึงคำตอบที่ได้ว่าอยู่ในเงื่อนไขที่เป็นไปได้ของ q^* และ 2) กรณีมีการคัดกรองคำตอบที่เป็นไปได้ของ q^* ซึ่งเป็นการกรองคำตอบในฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ GA ค้นหาคำตอบเมื่อ GA นำค่าที่ได้ในแต่ละรอบไปแทนค่าในฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในขณะเดียวกันยังมีการตรวจสอบคำตอบที่เป็นไปไม่ได้ด้วย ในกรณีจะใช้หลักการของ Penalty Factor เข้ามาโดยการเพิ่มค่า q^* ในช่วงนั้นให้ค่าสูงขึ้นเพื่อที่ GA จะได้ไม่ต้องนำคำตอบนั้นมาพิจารณา

ในการทดลองจะทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง เนื่องจากวิธีการเชิงพันธุกรรมนั้นเป็นวิธีการที่ใช้การสุ่ม (Random) ค่าของประชากรเริ่มต้น ดังนั้นคำตอบจึงเป็นไปได้ที่จะมีความแตกต่างโดยเราสามารถที่จะลดผลของคำตอบที่อาจเปลี่ยนแปลงได้ โดยพิจารณาได้จากการหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 1: ผลที่ได้จากการทดสอบโปรแกรมกรณีไม่มี

การคัดกรองคำตอบที่เป็นไปได้ของ q^*

ครั้งที่	Primal Value J^*	Dual Value q^*	Duality gap ϵ	จำนวนรอบที่ใช้ ในการคำนวณ
1	20162.75	19947.03	0.0108145	2
2	20162.75	20043.61	0.0059441	1
3	20162.75	20022.70	0.0069945	1
4	20162.75	20042.51	0.0059994	4
5	20162.75	20042.44	0.0060028	3
6	20162.75	20041.67	0.0060414	2
7	20162.75	20043.57	0.0059460	2
8	20162.75	20039.40	0.0061553	1
9	20162.75	20041.06	0.0060722	2
10	20162.75	20042.77	0.0059860	2

ตารางที่ 2: ผลที่ได้จากการทดสอบโปรแกรมกรณีมีการ

คัดกรองคำตอบที่เป็นไปได้ของ q^*

ครั้งที่	Primal Value J^*	Dual Value q^*	Duality gap ϵ	จำนวนรอบที่ใช้ ในการคำนวณ
1	20162.75	20009.90	0.0076387	1
2	20162.75	20043.04	0.0059729	1
3	20162.75	20043.56	0.0059467	1
4	20162.75	20039.64	0.0061433	1
5	20162.75	20041.78	0.0060360	1
6	20162.75	20025.50	0.0068536	1
7	20162.75	20022.22	0.0070188	1
8	20162.75	20038.37	0.0062073	1
9	20162.75	20041.73	0.0060384	1
10	20162.75	20041.73	0.0060384	1

จากผลการทดสอบสามารถกล่าวได้ว่า กรณีมีการคัดกรองคำตอบที่เป็นไปได้ของ q^* จะพบคำตอบว่ารอบการทำงานแต่ละครั้งไม่เท่ากันในบางรอบการทำงานหลายรอบ และบาง ครั้งรอบการทำงานเพียงรอบเดียว ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากค่าที่ GA หามาได้ในแต่ละครั้งคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่เป็นไปไม่ได้ (Infeasible Solution) หรืออยู่นอกเหนือเงื่อนไขต่าง ๆ เมื่อส่งค่าให้กับโปรแกรมหลักแล้วมาคำนวณจึงทำให้ค่า Duality gap ยังไม่ได้ค่าที่ต้องการ จึงมีการวนรอบเพื่อคำนวณใหม่และ เมื่อ GA ส่งค่าที่เป็นคำตอบที่อยู่ภายในเงื่อนไข ควบคุมต่าง ๆ และเป็นค่าที่เหมาะสมก็จะทำให้ ค่าของ Duality gap น้อยกว่าค่าที่ได้ตั้งไว้ ดังนั้นโปรแกรมจะหยุดทำงาน

กรณีมีการคัดกรองคำตอบที่เป็นไปได้ ของ q^* ผลที่ได้จะเห็นได้ว่ารอบการทำงานนั้น ใช้การทำงานจำนวนรอบเพียงรอบเดียวเนื่องจากการมีปรับปรุงโปรแกรมในการปรับค่า q^* ทำให้ GA สามารถค้นหาคำตอบได้ดีขึ้นเนื่องมาจากค่าที่ GA หามาได้ในแต่ละครั้งคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่อยู่ในเงื่อนไขต่าง ๆ

8. สรุป

การศึกษาถึงวิธีการแก้ปัญหาชนิดคอมมิทเมนต์ (Unit Commitment : UC) ซึ่งเป็นปัญหาที่ซับซ้อนซึ่งรวมถึงปัญหาการจ่ายโหลดอย่างประหยัด (Economic Dispatch : ED) ซึ่งเป็นปัญหาย่อยปัญหาหนึ่งในปัญหาชนิดคอมมิทเมนต์โดยเริ่มต้นจากการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการลากรางจ์รีแลกเซชัน (Lagrange Relaxation : LR) ในการแก้ปัญหาโดยการแยกพิจารณาปัญหาย่อยเป็นส่วน ๆ โดยใช้เทคนิคของ Dual Optimization ในการหาค่า Dual value (q^*) และค่า Primal value (J^*) เพื่อมาหาค่าความสัมพันธ์ของ Duality gap (ε) ในการหาค่าเหมาะสมนั้นใช้วิธีการปรับปรุงแบบการเลื่อนค่าตัวคูณลากรางจ์ (Lagrange Multiplier : λ) แล้วพิจารณาความสัมพันธ์ของ Duality gap จนกระทั่งได้ค่าที่เหมาะสมหรือคำตอบที่ต้องการ โดยจะมีปัญหาของการลู่ออกของคำตอบ

จากปัญหาดังกล่าวจึงได้มีแนวคิดที่จะนำเอาวิธีเชิงพันธุกรรม (GA) มาประยุกต์กับการแก้ปัญหาชนิดคอมมิทเมนต์ร่วมกับวิธีการลากรางจ์รีแลกเซชัน (LR) จึงได้เป็นวิธี LR-GA โดยนำ GA มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงค่าตัวคูณลากรางจ์ โดยผลทดสอบสามารถสรุปได้ว่าวิธีการผสมระหว่างวิธีการลากรางจ์รีแลกเซชัน และวิธีการเชิงพันธุกรรม (LR-GA) สามารถแก้ปัญหาชนิดคอมมิทเมนต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

9.เอกสารอ้างอิง

- [1] นายกิตติพงศ์ บุญโสง. การใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการแก้ปัญหา การควบคุมเหมาะสม ที่สุดสำหรับแบบผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ , 2544
- [2] ว่าที่ร้อยตรีปริญญา อุทัยทัศน์. การแก้ปัญหาชนิดคอมมิทเมนต์ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรมแบบ คำนวณการจ่ายโหลดอย่างประหยัด โดยวิธีจุดภายในพรีมัล-ดวล. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [3] A. J.Wood and B. F. Wollenberg, Power Generation, Operation & Control, 2 ed. New York: John Wiley, 1984.
- [4] P. Sriyanyong "A Hybrid Particle Swarm Optimization Solution to Ramping Rate Constrained Dynamic Economic Dispatch," to be presented in Proc. of Int. Conf. on Electric Power and Energy System (EPES 2008), vol. 1, pp.1-6, July, 2008.
- [5] The MathWorkTM, Genetic Algorithm and Direct Search ToolboxTM 2, User's Guide

ภาคผนวก

ก. ข้อมูลของระบบ 3-Unit 4-Hour สำหรับการแก้ปัญหาชนิดคอมมิทเมนต์

$$F_1(P_1) = 500 + 10P_1 + 0.002P_1^2$$

$$F_2(P_2) = 300 + 8P_2 + 0.0025P_2^2$$

$$F_3(P_3) = 100 + 6P_3 + 0.005P_3^2$$

ซึ่งมีขีดจำกัดของเครื่องกำเนิดดังนี้

$$100 \leq P_1 \leq 600$$

$$100 \leq P_2 \leq 400$$

$$50 \leq P_3 \leq 200$$

ข. ความต้องการกำลังไฟฟ้า

Hr	Power Demand
1	170
2	520
3	1100
4	330

A Simple Oscillator Based on CCCDTA and Grounded Capacitors

Somchai Srisakultiew¹ Winai Jaikla² and Montree Siripruchyanun³

¹Computer Engineering, Faculty of Engineering and Architecture,
Rajamangala University of Technology Isan Nakhonrajsima Campus

²Electric and Electronic Program, Faculty of Industrial Technology,
Suan Sunandha Rajabhat University

³Department of Teacher Training in Electrical Engineering,
Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

E-mail: ¹somchaikorat2008@hotmail.com, ²jinai2004@yahoo.com, ³mts@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอวงจรกำเนิดสัญญาณไซน์อย่างง่ายโดยใช้ CCCDTA ซึ่งสามารถควบคุมเงื่อนไขการกำเนิดสัญญาณ และการกำเนิดความถี่ได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์และเป็นอิสระจากกัน โดยกระแสไบแอสวงจรที่นำเสนอไม่ยุ่งยากซับซ้อนซึ่งประกอบด้วย CCCDTA เพียง 1 ตัว คู่ร่วมกับวงจรแรงดันกันชน 1 ตัว และตัวเก็บประจุต่อลงกราวด์โดยปราศจากตัวต้านทานภายนอก ด้วยเหตุนี้วงจรที่นำเสนอนี้เหมาะสมที่จะนำไปออกแบบเป็นวงจรรวม ผลการทดลองจากการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม PSPICE พบว่า วงจรทำงานได้สอดคล้องตามที่คาดการณ์ไว้ในทฤษฎี วงจรมีอัตราบริโภคกำลังงาน 1.01mW ที่แหล่งจ่ายไฟ $\pm 1.5V$

คำสำคัญ: วงจรกำเนิดสัญญาณ CCCDTA

Abstract

This article presents a simple oscillator using current controlled current differencing transconductance amplifier (CCCDTA). The oscillation condition and oscillation frequency can be electronically/orthogonally controlled via input bias currents. The circuit description is very simple, consisting of merely 1 CCCDTA, 1 voltage buffer and 2 grounded capacitors. Without any external resistors and using only grounded elements, the proposed circuit is then suitable for IC architecture. The PSPICE simulation results are depicted, and the given results agree well with the theoretical anticipation. The power consumption is approximately 1.01mW at $\pm 1.5V$ supply voltages.

Keywords: Oscillator, CCCDTA

1. INTRODUCTION

An oscillator is an important basic building block, which is frequently employed in electrical engineering applications. From our survey, we found that several implementations of oscillators employing different high-performance active building blocks, such as, OTAs [1-2], current conveyors [3], four-terminal floating nullors (FTFN) [4, 5], current follower [6], fully-differential second-generation current conveyor (FDCCII) [7], current controlled current differencing buffered amplifiers [8], current controlled current differencing transconductance amplifiers [9-10] differencing voltage current conveyor (DVCCs) [11], have been reported. Unfortunately, these reported circuits suffer from one or more of following weaknesses:

Excessive use of the passive elements, especially external resistors [2, 3; 4, 5; 7-10].

Use of a floating capacitor, which is not convenient to further fabricate in IC [11].

The oscillation conditions and oscillation frequencies cannot be independently controllable [1, 6].

The current differencing transconductance amplifier (CDTA) is a reported active component, especially suitable for a class of analog signal processing [12]. However, the CDTA can not be controlled by the parasitic resistances at input ports so when it is used in some circuits, it must unavoidably require some external passive components, especially the resistors. This makes it not appropriate for IC implementation due to occupying more chip area, high power consumption and without electronic controllability. Recently, the current-controlled CDTA (CCCDTA) [13] has been proposed, it was

proved that it can overcome the mentioned limitations of the CDTA.

The purpose of this paper is to introduce an oscillator based on CCCDTA. The oscillation condition can be adjusted independently from the oscillation frequency. The circuit construction consists of 1 CCCCTA, 1 voltage buffer and 2 grounded capacitors. Without any external resistors and using only grounded elements, the proposed circuit is then suitable for IC architecture. The PSPICE simulation results are also shown, which are in correspondence with the theoretical analysis.

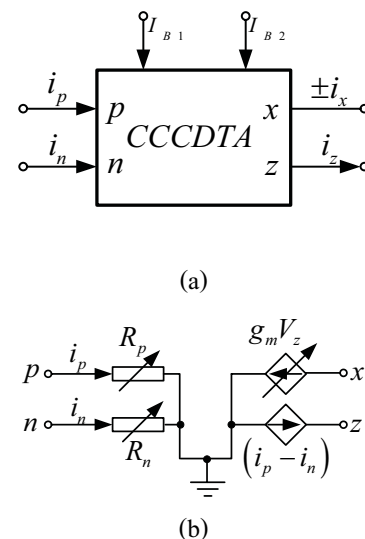


Fig. 1 CCCDTA (a) schematic symbol, (b) equivalent circuit.

2. PRINCIPLE OF OPERATION

2.1 Current controlled current differencing transconductance amplifier (CCCDTA)

Since the proposed circuit is based on CCCDTA, a brief review of CCCDTA is given in this section. Generally, CCCDTA properties are similar to the conventional CDTA, except that input voltages of

CCCDTA are not zero and the CCCDTA has finite input resistances R_p and R_n at the p and n input terminals, respectively. These parasitic resistances are equal and can be controlled by the bias current as shown in the following equation [13]

$$\begin{bmatrix} V_p \\ V_n \\ I_z \\ I_x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_p & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & R_n & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & g_m & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_p \\ I_n \\ V_x \\ V_z \end{bmatrix}, \quad (1)$$

where

$$R_p = R_n = \frac{V_T}{2I_{B1}}, \quad (2)$$

and

$$g_m = \frac{I_{B2}}{2V_T}. \quad (3)$$

V_T and g_m are the thermal voltage and the transconductance of the CCCDTA, respectively. The symbol and equivalent circuit of the CCCDTA are illustrated in Figs. 1(a) and (b), respectively.

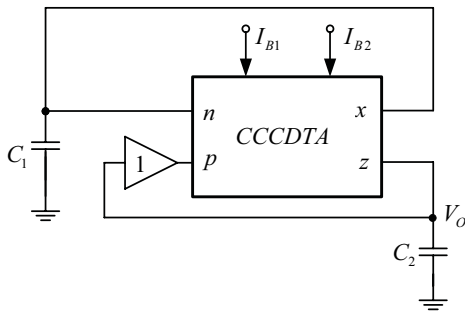


Fig. 2 Proposed simple oscillator based on CCCDTA.

2.2. Proposed circuit

Fig.2 depicts the proposed simple oscillator. By routine analysis circuit in Fig. 2 and using the

properties of CCCDTA in section 2.1, the following system characteristic equation is obtained.

$$s^2 C_1 C_2 R + s(C_1 - C_2) + \frac{1}{R} - g_m = 0, \quad (4)$$

where $R_p = R_n = R$. From Eq. (4), it can be seen that the proposed circuit can produce oscillations if the oscillation condition is fulfilled

$$C_1 = C_2. \quad (5)$$

Then the characteristic equation of the system becomes

$$s^2 C_1 C_2 R + \frac{1}{R} - g_m = 0, \quad (6)$$

From Eq. (6), the oscillation frequency is as follows

$$\omega_{osc} = \sqrt{\frac{(1/R) - g_m}{C_1 C_2 R}}. \quad (7)$$

Substituting the parasitic resistances and transconductance as depicted in Eqs. (2) and (3), it yields

$$f_{osc} = \frac{1}{2\pi V_T} \sqrt{\frac{4I_{B1}^2 - I_{B1} I_{B2}}{C_1 C_2}}. \quad (8)$$

From Eqs. (5) and (8), the oscillation frequency can be adjusted independently with electronic method from the oscillation condition by varying bias currents, while the oscillation condition can be adjusted by C_1 and C_2 .

2.3. Non-ideal case

In non-ideal case, the CCCDTA and voltage buffer can be characterized by

$$\begin{bmatrix} V_p \\ V_n \\ I_z \\ I_x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_p & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & R_n & 0 & 0 & 0 \\ \alpha_p & -\alpha_n & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \gamma g_m & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_p \\ I_n \\ V_x \\ V_z \end{bmatrix}, \quad (9)$$

and

$$V_O = \beta V_{in}, \quad (10)$$

where α_p , α_n , γ and β are transferred error values deviated from one. In the case of non-ideal and reanalyzing the proposed filter circuit in Fig. 2, it yields the system characteristic equation as

$$s^2 C_1 C_2 R + s(C_2 - \alpha_p \beta C_1) - \frac{\alpha_p \beta}{R} + \alpha_n \gamma g_m = 0. \quad (11)$$

In this case the oscillation condition and oscillation frequency are changed to be

$$C_2 = \alpha_p \beta C_1, \quad (12)$$

and

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{(\alpha_p \beta / R) - \alpha_n \gamma g_m}{C_1 C_2 R}}. \quad (13)$$

Practically, the α_p , α_n , γ and β originate from intrinsic resistances and stray capacitances in the CCCDTA and voltage buffer. These errors affect the sensitivity to temperature and high frequency response of the proposed circuit, then the CCCDTA should be carefully designed to achieve these errors as low as possible.

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 respectively using the parameters of the PR200N and NR200N bipolar transistors of ALA400 transistor array from AT&T [14]. Fig. 3 depicts the schematic description of CCCDTA used in the simulations. The voltage buffer used in the simulation is ideal voltage buffer. The circuit was biased with $\pm 1.5V$ supply voltages, $C_1=1nF$, $C_2=1.05nF$, $I_{B1}=10\mu A$ and $I_{B2}=200\mu A$. Figs. 4 and 5 show simulated output

waveforms. Fig. 6 shows the simulated output spectrum, where the total harmonic distortion (THD) is about 0.998%. The power consumption is approximately 1.01mW.

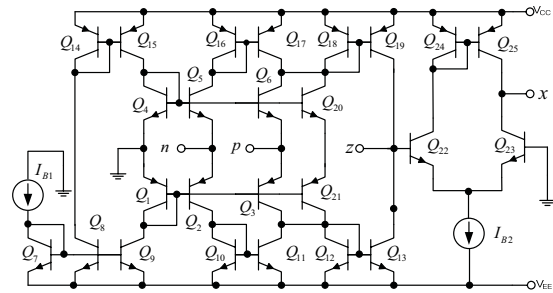


Fig. 3. Internal construction of CCCDTA.

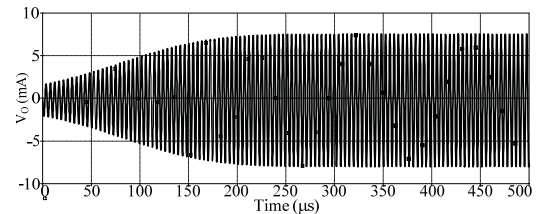


Fig. 4. The simulation result of output waveforms during initial state.

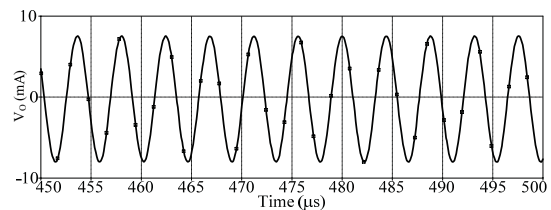


Fig. 5. The simulation result of output waveforms during steady state.

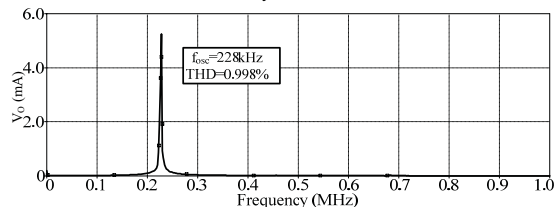


Fig. 6 The simulation result of output spectrum.

4. CONCLUSIONS

A simple oscillator based on CCCDTA has been presented. The features of the proposed circuit are that: oscillation frequency an oscillation condition can be orthogonally adjusted via input bias current; the proposed consists of 1 CCCDTA, 1 voltage buffer and 2 grounded capacitors, which is convenient to fabricate in integrated circuit architecture. The PSPICE simulation results agree well with the theoretical anticipation.

5. REFERENCES

- [1] S. Minaei, O. Cicekoglul, "New current-mode integrator, all-pass section and quadrature oscillator using only active elements." *Ist IEEE Int. Conf. Circuits and Systems for Communications*, pp. 70–73. 2002.
- [2] K. Kumwachara, W. Surakamponorn, "An integrable temperature-insensitive gm–RC quadrature oscillator." *Int. J. Electronics*, vol. 90, 599–605. 2003.
- [3] M.T. Abuelma'atti, A.A. Al-ghumaiz, "Novel CCI-based single-element-controlled oscillators employing grounded resistors and capacitors." *IEEE Trans. on Circuits and Systems-I: Fundamental Theory and Applications*, vol. 43, 153–155. 1996.
- [4] M.T. Abuelma'atti, H.A. Al-zaher, "Current-mode sinusoidal oscillators Using Single FTFN." *IEEE Trans. Circuits and Systems-II: Analog and Digital Signal Proc.*, vol.46, 69–74. 1999.
- [5] U. Cam, A. Toker, O. Cicekoglul, H. Kuntman, "Current-mode high output impedance sinusoidal oscillator configuration employing single FTFN." *Analog Integrated Circuits and Signal Proc.*, vol. 24, 231–238. 2000.
- [6] M.T. Abuelma'atti, "Grounded capacitor current-mode oscillator using single current follower." *IEEE Trans. Circuits and Systems-I: Fundamental Theory and Applications*, vol. 39, 1018–1020. 1992.
- [7] J.W. Horng, C.L. Hou, C.M. Chang, H.P. Chou, C.T. Lin, Y.H. Wen, "Quadrature oscillators with grounded capacitors and resistors using FDCCIs." *ETRI Journal*, vol. 28, 486–494. 2006
- [8] W. Jaikla, M. Siripruchyanun, "A versatile quadrature oscillator and universal biquad filter using CCCDBAs." *Proceedings of ECTI con 2006*, pp. 501–504. 2006.
- [9] W. Jaikla, M. Siripruchyanun, "A versatile quadrature oscillator and universal biquad filter using dual-output current controlled current differencing transconductance amplifier." *Proceedings of ISCIT 2006*, pp. 1072–1075.
- [10] W. Jaikla, M. Siripruchyanun, "CCCDTAs-based versatile quadrature oscillator and universal biquad filter." *Proceedings of ECTI con 2007*, pp. 1065–1068. 2007.
- [11] J.W. Horng, "Current-Mode quadrature oscillator with grounded capacitors and resistors using two DVCCs," *IEICE Trans. Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, E86-A, 2152–2154. 2003.
- [12] D. Bielek, "CDTA – Building block for current-mode analog signal processing." *Proceedings of the European conference on circuit theory and design 2003*. Krakow, Poland, pp. 397–400. 2003
- [13] M. Siripruchyanun, W. Jaikla, W. "Realization of current controlled current differencing transconductance amplifier (CCCDTA) and its applications." *ECTI Transactions on Electrical Engineering, Electronics, and Communications*, vol. 5, no.1, 41–50. 2007.
- [14] D.R. Frey, "Log-domain filtering: an approach to current-mode filtering." *IEEE Proceeding of Circuit Devices Systems*, 140, pp. 406–416. 1993.

Realization of Electronically Controllable Current-mode Square-rooting Circuit Using CC-CFAs

Worapon Manosroi¹, Phamorn Silapan², Montree Siripruchyanun³

1. Civil Architecture and Design Program, Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University, Muang, Uttaradit, Thailand Email: m_worapon@hotmail.com
2. Electric and Industrial Program, Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University, Muang, Uttaradit, Thailand Email: phamorn@mail.uru.ac.th
3. Department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand Email: mts@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอ วงจรถอดรากสัญญาณโหมดกระแสโดยใช้ CC-CFA ลักษณะเด่นของวงจรที่นำเสนอคือ สามารถควบคุมขนาดของกระแสเอาต์พุตได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ กระแสเอาต์พุตเป็นอิสระต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และสามารถรองรับสัญญาณกระแสอินพุตได้ในย่านกว้าง โครงสร้างของวงจรไม่ซับซ้อนประกอบไปด้วยเพียง CC-CFA (Current Controlled Current Feedback Amplifier) เพียง 2 ตัว โดยปราศจากอุปกรณ์พาสซีฟภายนอก และเงื่อนไขในการสมพจน์กันของอุปกรณ์ วงจรที่นำเสนอจึงเหมาะสำหรับการนำไปพัฒนาเป็นวงจรรวม ผลการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม PSPICE พบว่า วงจรทำงานได้สอดคล้องกับที่คาดการณ์ไว้ตามทฤษฎี

คำสำคัญ: CC-CFA, โหมดกระแส วงจรถอดรากสัญญาณ

Abstract

This article presents a current-mode square-rooting circuit employing current controlled current feedback amplifiers (CC-CFAs). The amplitude of the output current can be electronically controlled via input bias current with wide input dynamic range. The proposed circuit consists of merely 2 CC-CFAs. Without any matching conditions and external passive elements, the proposed circuit is then suitable for an IC architecture. The magnitude of the output signal is temperature-insensitive. The PSPICE simulation results are depicted, and the given results agree well with the theoretical anticipation. The power consumption is approximately 148 μ W at ± 1.5 V supply voltages.

Keyword: Current-mode, Square-rooting Circuit, CC-CFA

1. Introduction

A square-rooting circuit has been widely useful in analogue instrumentation and measurement systems, such as an rms. waveform calculator and a differential pressure flow meter [1]. From our survey, we found that several implementations of square-rooting circuits using different high-performance active building blocks, such as, Op-Amp with second-generation current conveyors (CCII) [2], OTAs [3], second-generation current controlled current conveyors (CCCII) [4], have been re-reported. Unfortunately, these reported circuits suffer from one or more of following weaknesses:

- Excessive use of the active/passive elements, especially external resistors [2-4].
- Use of a floating resistor, which is not convenient to further fabricate in IC [2].
- Absence of electronic controllability of output magnitude signal [2, 4].

Since a low-voltage operating circuit becomes necessary as in portable and battery-powered equipments, the current-mode technique is ideally suited for this purpose more than the voltage-mode one. Presently, there is a growing interest in synthesizing the current-mode circuits because of more their potential advantages such as larger dynamic range, higher signal bandwidth, greater linearity, simpler circuitry and lower power consumption [5-6].

Among the mentioned active building blocks, 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 [7-9]. 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 [10-13]. Presently, the CFA can be commercially found, for example AD844 of Analog Devices Inc. [8]. However, the CFA cannot be controlled by the parasitic resistance at x terminal so when it is used in some circuits, it must unavoidably require some external passive components, especially the resistors. This makes it not appropriate for IC implementation due to occupying more chip area, high power consumption and without electronic controllability. Recently, the current-controlled CFA (CC-CFA) [14] has been proposed and it was proved that it is modified to improve the mentioned limitations of the CFA.

The purpose of this paper is to introduce CC-CFA based current-mode square-rooting circuit. The features of the proposed circuit are that; output gain can be adjusted via input bias current; magnitude of output signal is temperature-insensitive; the proposed circuit consists of 2 CC-CFAs and without passive element, which is convenient to fabricate in integrated circuit architecture. The PSPICE simulation results are also shown, which are in correspondence with the theoretical analysis.

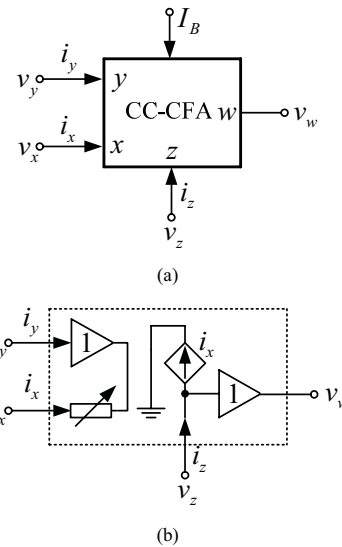


Figure 1. CC-CFA (a) schematic symbol, (b) equivalent circuit.

2. Principle of Operation

2.1 Current controlled current feedback amplifier

Since the proposed circuit is based on CC-CFA, a brief review of CC-CFA is given in this section. Generally, CC-CFA properties are similar to the conventional CFA, except that CC-CFA has finite input resistance R_x at the x input terminal. This parasitic resistance can be controlled by the bias current as shown in the following equation [14]

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

where

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

V_T is the thermal voltage. The symbol and equivalent circuit of the CC-CFA are illustrated in Figures 1(a) and (b), respectively.

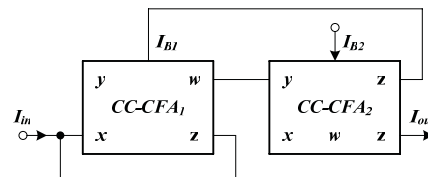


Figure 2. Proposed current-mode square rooter based on CC-CFAs.

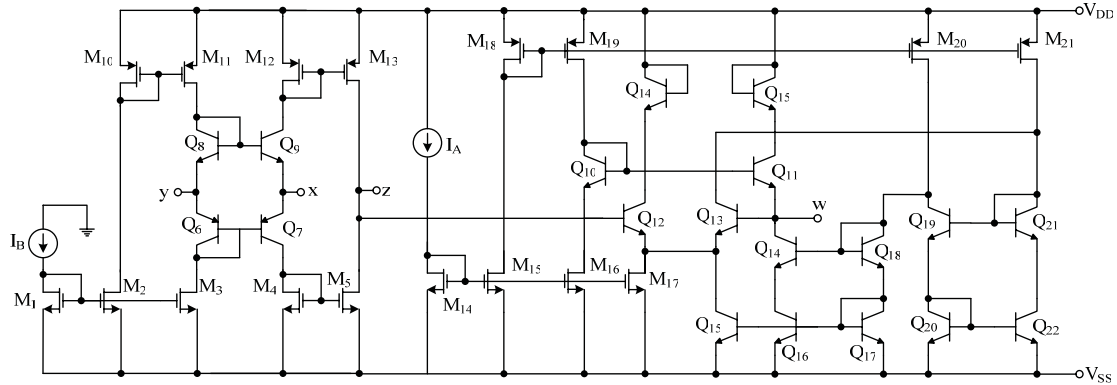


Figure 3. Internal construction of BiCMOS CC-CFA.

2.2 Proposed Square-rooting Circuit

The proposed current-mode square rooter employing CC-CFAs is shown in Figure 2 where I_{B1} and I_{B2} are current bias currents of the CC-CFA₁ and CC-CFA₂, respectively. By routine analysis circuit in Figure 2 and using the properties of CC-CFA in Section 2.1, the output current at z terminal of CC-CFA₁ is obtained

$$I_{z1} = I_{in} - I_{x1}, \quad (3)$$

and

$$I_{z1} = I_{x1}. \quad (4)$$

Then the output voltage at z terminal (V_{z1}) of CC-CFA₁ can be found to be

$$V_{z1} = V_{x1} = V_{w1} = V_{x2} = \frac{I_{in}}{2} R_{x1}. \quad (5)$$

Subsequently, the output current (I_{out}) can be expressed to be

$$I_{out} = I_{x2} = \frac{V_{x2}}{R_{x2}} = \frac{I_{in} R_{x1}}{2 R_{x2}}. \quad (6)$$

From Fig. 2, it is found that I_{out} is equal to I_{B1} . Thus, $R_{x1} = V_T / 2I_{out}$ and $R_{x2} = V_T / 2I_{B2}$. The I_{out} can be ultimately obtained

$$I_{out} = \sqrt{\frac{I_{B2}}{2}} \sqrt{I_{in}}. \quad (7)$$

2.3 Non-ideal Case

In non-ideal case, the CC-CFA can be characterized by

$$\begin{bmatrix} I_y \\ V_x \\ I_z \\ V_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ R_x & \beta_y & 0 & 0 \\ \alpha_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \beta_z & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_x \\ V_y \\ V_z \\ V_w \end{bmatrix}, \quad (8)$$

where α_x , β_y and β_z are transferred error values, these values can be deviated from one. In the case of non-ideal and reanalyzing the proposed square rooter in Figure 2, it yields the output current as

$$I_{out} = \sqrt{\frac{\alpha_{x2} \beta_{z1} I_{B2}}{(\alpha_{x1} + 1)}} \sqrt{I_{in}}. \quad (9)$$

From Eq. (9), it is found that the proposed square rooter still functions as a square rooter. These deviated values effect on only output magnitude. Practically, the α_x , β_y and β_z originate from intrinsic resistances and stray capacitances in the CC-CFA. These errors affect the sensitivity to temperature and high frequency response of the proposed circuit, then the CC-CFA should be carefully designed to achieve these errors as low as possible.

3. Simulation Results

To prove the performances of the proposed square-rooting circuit, a PSPICE simulation was performed for examination. This work employed a CC-CFA realized by a BiCMOS technology to reduce the offset output levels and power consumption. The translinear properties of BJTs are still in proposed element, while the CMOSs are used to implement the current mirrors instead of the BJTs. The PNP and NPN transistors employed in the proposed circuit as shown in Figure 3 were simulated by respectively using the parameters of the PR200N and NR200N bipolar transistors of ALA400 transistor array from AT&T [15]. The PMOS and NMOS transistors were simulated by using the parameters of a 0.35μm TSMC CMOS technology [16] with ±1.5V supply voltages and I_A was set to 150μA. Figure 3 depicts the schematic description of CC-CFA used in the simulations and $I_{B2}=10\mu A$.

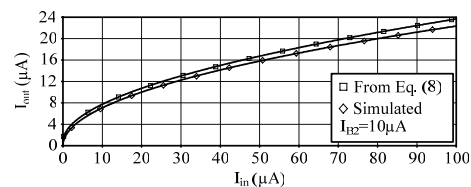


Figure 4. DC transfer characteristic of the proposed circuit.

Figure 4 shows the DC transfer characteristic of the proposed circuit. Figures 5(a), (b) and (c) display the

output signal when the frequencies of the triangle input signal are 1kHz, 100kHz and 1MHz, respectively. It is confirmed that the maximum useful frequency range is up to megahertz range without disturbing amplitude of the output current. The simulation result as shown Figure 6 is the output current when a sinusoidal signal is applied.

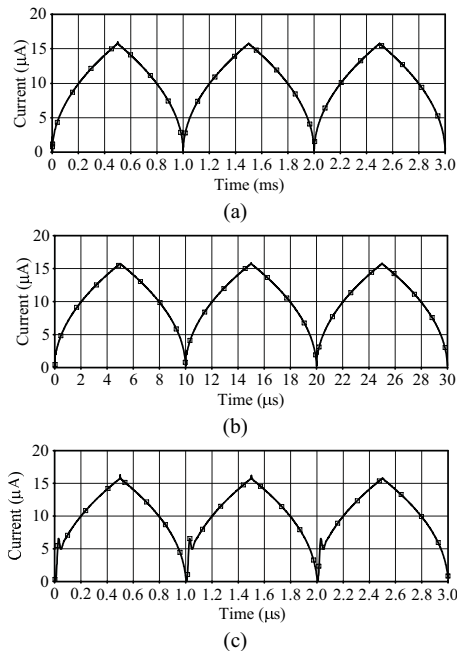


Figure 5. The results of output current for different various input frequencies (a) 1kHz (b) 100kHz (c) 1MHz.

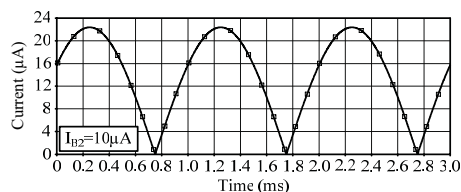


Figure 6. The transient response of output current to a sinusoidal signal.

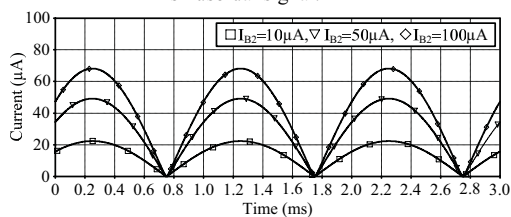


Figure 7. The result of output current for different I_{B2} .

Figure 7 demonstrates the output current when $I_{B2} = 10\mu A$, $50\mu A$ and $100\mu A$. It can be found that the output magnitude can be electronically controlled by I_{B2} , as analyzed in Eq. (8). Figure 8 shows the output signal of the proposed circuit relative to temperature variations from $27^{\circ}C$, $50^{\circ}C$ and $100^{\circ}C$. It is clearly seen that the output current is slightly dependent on the temperature variations due to the intrinsic resistances and stray

capacitances in the CC-CFA, as depicted in Section 2.3. Figure 9 depicts amplitude deviation relative to variations of the temperature from $0^{\circ}C$ to $120^{\circ}C$, it is displayed that the maximum error of the output amplitude current is approximately 1.4%.

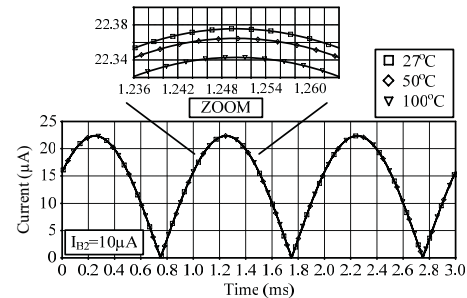


Figure 8. The output deviations for different temperature values.

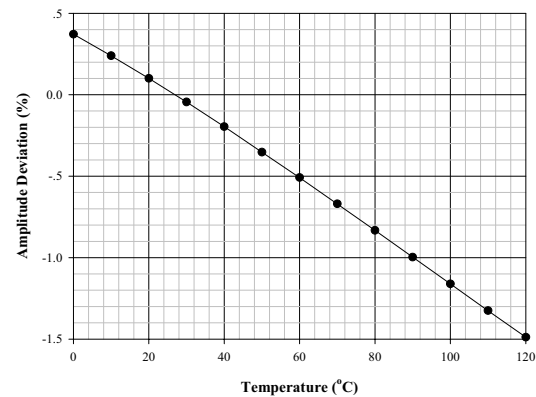


Figure 9. The amplitude deviation of the output current for temperature variations.

4. Conclusions

The current-mode square-rooting circuit based on the CC-CFAs has been presented. The features of the proposed circuit are that: output gain can be adjusted via input bias current; magnitude of output signal is theoretically temperature-insensitive; the proposed square rooter consists of 2 CC-CFAs without passive element, which is appropriate to fabricate in integrated circuit architecture. The performances of the proposed circuit have been also investigated and discussed through PSPICE. They show that the proposed circuit can function as a current-mode square-rooter for input current range variation from $0\mu A$ to $100\mu A$. The maximum power consumption is $148\mu W$ at $\pm 1.5V$ supply voltages. The maximum error of the amplitude of output current signal due to variations of the temperature is approximately 1.4%. Furthermore, the highest frequency is restricted at up to a megahertz range.

5. References

- [1] O. E. Doebelin, *Measurement Systems: Application and Design*, New York: McGraw Hill, 2004.
- [2] S.-I. Liu, "Square-rooting and vector summation circuits using current conveyors," *IEE Proc. Circuit., Dev. Syst.*, vol.142, pp. 223–226. 1995.
- [3] V. Riewruja, "Simple square-rooting circuit using OTAs," *Electronics Letters*, vol. 44, pp.1000-1002, 2008.
- [4] C. Netbut, M. Kumngern, P. Prommee and K. Dejhan, "New simple square-rooting circuits based on translinear current conveyors," *ECTI Transactions on Electrical Eng., Electronics, and Communication*, vol. 5, 10-17, 2007.
- [5] Bhaskar D. R., Sharma V. K., Monis M and Rizvi S. M. I., "New current-mode universal biquad filter," *Microelectronics Journal*, vol. 30, pp. 837-839, 1999.
- [6] C. Toumazou, F. J. Lidgley and D. G. Haigh. *Analogue IC design: the current-mode approach*, London: Peter Peregrinus, 1990.
- [7] Comlinear Corp., "Designer's guide for 200 series op amp," Application note 200-1, 4800 Wheaton Drive, Ft. Collins, CO 80525, 1984.
- [8] Analog Devices: "Linear products data book." Norwood MA, 1990.
- [9] A. Fabre, "Insensitive voltage mode and current mode filters from commercially available transimpedance op-amps," *Proc. IEE (G)*, vol.140, pp. 319–321, 1993.
- [10] S.-I. Liu and Y.-S. Hwang, "Realization of R–L and C–D impedances using a current-feedback amplifier and its applications," *Electronics Letters*, vol. 30, no. 5, pp. 380–381, 1994.
- [11] C.-M. Chang, C.-S. Hwang, and S.-H. Tu, "Voltage-mode notch, lowpass and bandpass filter using current-feedback amplifiers," *Electronics Letters*, vol. 30, no. 24, pp. 2022–2023, 1994.
- [12] M. T. Abuelma'atti and S. M. Al-shahrani, "New universal filter using two current-feedback amplifiers," *International Journal of Electronics*, vol. 80, pp. 753–756, 1996.
- [13] Analog Devices: "Linear products data book." Norwood MA, 1990.
- [14] 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, 2008.
- [15] D. R. Frey, "Log-domain filtering: an approach to current-mode filtering," *IEE Proceedings of Circuit Devices Systems*, vol.140, pp. 406-416, 1993.
- [16] E. Yuce, S. Tokat, A. Kizilkaya and O. Cicekoglu, "CCCI-based PID controllers employing grounded passive components," *Inter. J. Electron. Com.(AEU)*, vol. 60, pp. 399-403.2005.

แบบจำลองสัญญาณอัลตราซาวด์สำหรับการหาค่าดิสเพอร์ชัน โดยไม่คิดการเลี้ยวเบนของคลื่น

Ultrasonic Simulation for Dispersion Estimation without Diffraction Effect

มีชัย โลหะการ¹ และ พัฒพงษ์ อมรวงศ์²

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทคัดย่อ

ค่าดิสเพอร์ชันของสัญญาณอัลตราซาวด์ เป็นค่าที่มีความสำคัญค่าหนึ่ง เพราะเป็นค่าเฉพาะตัวของวัตถุแต่ละชนิด งานวิจัยนี้นำเสนอการประมาณค่าดิสเพอร์ชันของสัญญาณอัลตราซาวด์ โดยวิธีวิธีมัลติเนโรว์แบนด์ (Multi-Narrow Band) ร่วมกับความสัมพันธ์คาเมอร์โครนิก ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ในโดเมนความถี่ โดยสัญญาณ อัลตราซาวด์ถูกจำลองขึ้นมาจากสมการคณิตศาสตร์ซึ่งมีความถี่กลางอยู่ที่ 1 MHz และ 5 MHz โดยระบบที่จำลองขึ้นเป็นสัญญาณอัลตราซาวด์ที่ส่งเข้าไปในแท่งทองเหลือง ที่แช่อยู่ในน้ำ ผลการคำนวณแสดงให้เห็นว่า วิธีการหาค่าดิสเพอร์ชันของสัญญาณอัลตราซาวด์วิธีนี้มีผลผิดพลาดที่ยอมรับได้ การคำนวณไม่ยุ่งยาก และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวัสดุแบบเนื้อผสม เช่น เนื้อเยื่อจำลอง และกระดูก เป็นต้น

คำสำคัญ: อัลตราซาวด์ สถิติฟูรีเยร์ ดิสเพอร์ชันของอัลตราซาวด์

Abstract

Ultrasonic dispersion is one of important parameters in ultrasonic measurement. Normally, ultrasonic dispersion is unique in each object. In this paper, ultrasonic dispersion estimation using Multi-Narrow Band (MNB) algorithm and Kramers-Krönig relation is proposed. MNB and Kramers-Krönig relation algorithm are spectral computation in frequency domain. The ultrasonic signal is simulated by a set of equations at transducer frequency 1 MHz and 5 MHz to test the algorithm. The simulated system is setup that consists of brass bar, which immerse in water. The ultrasonic attenuation coefficient is computed from MNB. Furthermore, ultrasonic dispersion is performed by Kramers-Krönig relation. However, the results of the numerical simulation show a slight error. The other application of ultrasonic dispersion will be applied to inhomogeneous sample such as bone or tissue in future work.

Keywords : Ultrasound, Fourier Statistics, Ultrasonic Dispersion

1. บทนำ

ดิสเพอร์ชันของสัญญาณอัลตราซาวด์ (Ultrasonic Dispersion) คือปรากฏการณ์ที่ค่าความเร็วอัลตราซาวด์ในวัตถุมีค่าเปลี่ยนไปตามความถี่ของสัญญาณอัลตราซาวด์ การหาค่าดิสเพอร์ชันนั้นมีหลายวิธี โดยแสดงไว้ในเอกสารอ้างอิง [1-3] เป็นการหาค่าดิสเพอร์ชันโดยสร้างแบบจำลองแบบวิธีฟอร์เวิร์ดโมเดล (Forward model) แล้วนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่แท้จริง ซึ่งวิธีดังกล่าวข้างต้นจะทำการปรับค่าตัวแปรโดยวิธีแมกซ์ลิคไลฮูด (Maximum Likelihood Estimator) นอกจากนี้ในวิธีที่แสดงในเอกสารอ้างอิง [4-6] ได้ใช้วิธีการวัดแบบทรานสมิชัน (Transmission mode) ในการหาค่าดิสเพอร์ชัน และเปรียบเทียบค่าจากการทดลอง โดยนำค่าที่วัดได้จากคลื่นตกกระทบ (Incident wave) และคลื่นสะท้อน (Reflected wave) นอกจากนี้การหาค่าดิสเพอร์ชันนั้นยังสามารถหาได้โดยใช้ความสัมพันธ์ครอว์-โครนิก (Kramer-Krönig relationship) [7-9] ค่าดิสเพอร์ชันยังสามารถนำไปประยุกต์เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนของ อัลตราซาวด์ (Ultrasonic attenuation coefficient) [10], สัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ (Backscatter coefficient) [11] และขนาดของตัวแพร่กระจาย (Scatter size) [12]

ในงานวิจัยนี้เป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประมาณค่าดิสเพอร์ชันของอัลตราซาวด์ในวัตถุ โดยใช้วิธีมัลติแบนด์ (Multi-Narrow Band) ร่วมกับทฤษฎีความสัมพันธ์ครอว์-โครนิก (Kramers-Krönig Relation) ซึ่งเป็นวิธีใช้วิเคราะห์ในโดเมนความถี่ (Frequency Domain) ที่ให้ผลการคำนวณที่มีความผิดพลาดน้อย และไม่ยุ่งยาก โดยละการคำนวณในส่วนของการเลี้ยวเบนของคลื่น (Diffraction effect) ไว้

2. แบบจำลองคลื่นอัลตราซาวด์

คลื่นอัลตราซาวด์ สามารถเขียนโปรแกรมจำลองได้โดยใช้สมการที่ (1) ซึ่งอยู่ในรูปของฟังก์ชันเกาส์เซียน (Gaussian Function) และไซน์ (Sine) เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นโลหะ และสะท้อนกลับ (Reflection) สามารถเขียนเป็นสมการอธิบายได้ดังสมการที่ (2) ซึ่งเป็นผลรวมสุดท้ายดังภาพที่ 4 และแสดงกราฟของฟังก์ชันต่างๆที่ใช้ในภาพที่ 1 ถึง 4 โดยความเร็วของสัญญาณอัลตราซาวด์แสดงไว้ดังตารางที่ 1

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

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

σ^2 คือ Variance = 0.709 MHz^2

t_0 คือ เวลาเริ่มต้น (s)

t คือ เวลา (s)

F_0 คือ ความถี่ของคลื่นอัลตราซาวด์ (MHz)

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

โดย $s(t)$ คือ คลื่นที่เดินทางไป และกลับในวัตถุ (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 เป็นระยะทางที่คลื่นอัลตราซาวด์เดินทาง, β คือ ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนของสัญญาณอัลตราซาวด์ ซึ่งเป็นตัวแปรที่ต้องนำไปใช้ในการหาค่าดิสเพอร์ชันของสัญญาณอัลตราซาวด์

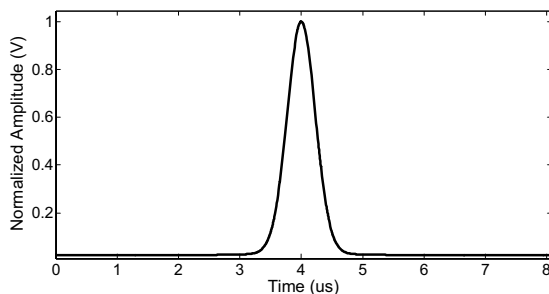
$$H(f) = \sum_M H_a^2(M, f) \cdot H_d(M, f) \quad (3)$$

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

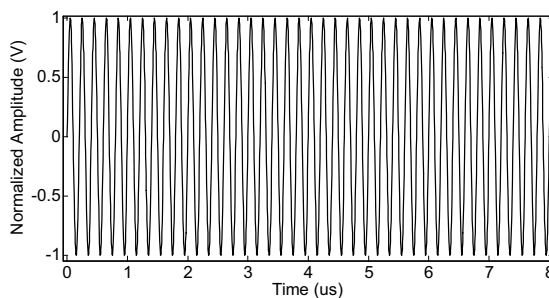
$$H_d(M, f) = \delta(Z) \quad (5)$$

ตารางที่ 1: ความเร็วของคลื่นอัลตราซาวด์ในวัสดุ [13]

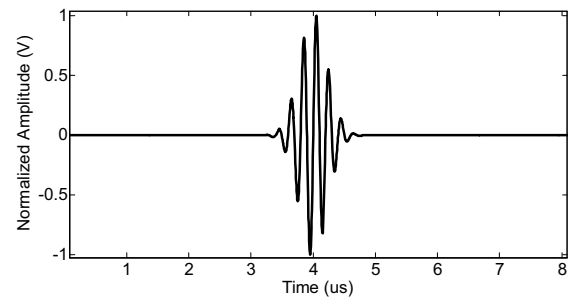
Material	Longitudinal Velocity (C) (mm / μ s)
Aluminum	6.350
Brass	4.430
Copper	4.700
Plexiglas	2.680
Steel	5.940
Water	1.494



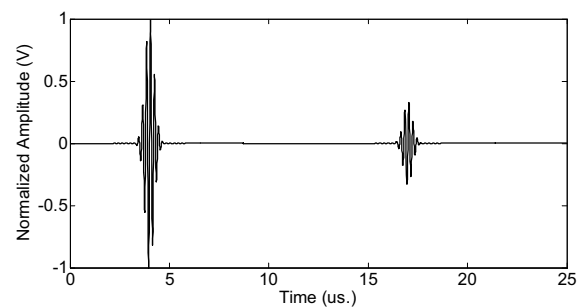
ภาพที่ 1: ฟังก์ชันเกาส์เซียนที่ใช้ในงานวิจัยที่มี $\sigma^2 = 0.709$



ภาพที่ 2: ไซน์ความถี่ 5 MHz



ภาพที่ 3 ฟังก์ชัน $e(t)$



ภาพที่ 4 ฟังก์ชัน $s(t)$

3. มัลติแนโรว์แบนด์ (Multi-Narrow Band)

วิธีการนี้เป็นอีกวิธีการหนึ่งในการหาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนของสัญญาณอัลตราซาวด์ โดยประมาณจากค่าสเปกตรัมที่ได้จากสัญญาณอัลตราซาวด์ จะเป็นสัดส่วนกันระหว่างคลื่นตกกระทบลูกแรก (Incident wave) กับคลื่นลูกที่สอง (Reflected wave) ดังภาพที่ 5 โดยสามารถอธิบายได้ดังสมการที่ (6)

$$S(f) = E(f) \cdot e^{-2Z\beta f} \quad (6)$$

โดย $S(f)$ คือ สเปกตรัมของคลื่นที่ถูกลดทอนไป

$E(f)$ คือ สเปกตรัมของคลื่นที่ตกกระทบ

Z คือ ระยะทางที่คลื่นอัลตราซาวด์เคลื่อนที่ไป

β คือ สัมประสิทธิ์การลดทอน (Attenuation Coefficient) neper/cmMHz

เป้าหมายคือการหาค่า β เมื่อนำสมการที่ (6) ไปแก้ปัญหาก็สามารถหาค่าได้ดังที่แสดงไว้ในสมการที่ (7)

$$10 \log S(f) = 10 \log E(f) - 20 Z \alpha(f) \cdot \log e$$

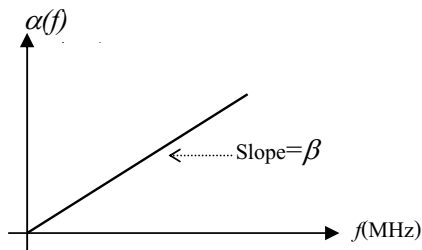
$$10 \log S(f) - 10 \log E(f) = -20 Z \alpha(f) \cdot \frac{1}{\ln 10}$$

$$\alpha(f) = \left(\frac{10 \log S(f) - 10 \log E(f)}{-20 Z} \right) \ln 10 \quad (7)$$

จากสมการที่ (8) ค่า $\alpha(f)$ เกิดจากค่าความถี่คูณกับค่า β นั้นหมายความว่าต้องนำค่าที่คำนวณได้จากสมการที่ (7) ซึ่งอยู่ในรูปความถี่ และ $\alpha(f)$ ไปหาค่าความชัน (Slope) ดังภาพที่ 6 Neper/cmMHz โดยสามารถเปลี่ยนเป็นหน่วย dB/cmMHz ซึ่งเป็นหน่วยที่นิยมใช้กัน ได้ดังสมการที่ (9)

$$\alpha(f) = \beta \cdot f \quad (8)$$

$$\beta [\text{dB/cmMHz}] = 8.68 \cdot \beta [\text{Neper/cmMHz}] \quad (9)$$

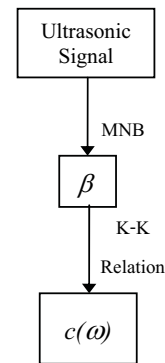


ภาพที่ 5: ค่าความชันของการลดทอน

4. ความสัมพันธ์คาร์เมอร์โครนิก

จากที่กล่าวไว้ข้างต้นว่าค่าดิสเพอร์สชัน และค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนของอัลตราซาวด์นั้นมีความสัมพันธ์กันโดยหากรู้ค่าใดค่าหนึ่งจะสามารถหาอีกค่าได้ กล่าวคือหากรู้ค่าดิสเพอร์สชันก็สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนได้ และในทางกลับกันหากรู้

ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนก็สามารถหาค่าดิสเพอร์สชันได้เช่นกัน ความสัมพันธ์คาร์เมอร์โครนิกได้มีคณะวิจัยได้ทำการศึกษาและสรุปไว้ในเอกสารอ้างอิงที่ [7] ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำความสัมพันธ์คาร์เมอร์โครนิกไปคำนวณค่าดิสเพอร์สชัน ขั้นตอนการหาแสดงไว้ในภาพที่ 6 อย่างไรก็ตามการที่จะใช้ความสัมพันธ์คาร์เมอร์โครนิกได้นั้นมีข้อกำหนดอยู่ว่า ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนต้องไม่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน ซึ่งสอดคล้องกับในงานวิจัยนี้ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนมีการเปลี่ยนแปลงตามความถี่อย่างช้าๆ ในงานวิจัยนี้เลือกใช้สูตรแรกในตารางที่ 2



ภาพที่ 6: วิธีการหาค่าดิสเพอร์สชัน

ตารางที่ 2: ความสัมพันธ์คาร์เมอร์โครนิก

Order	Power Law	Kramers-Krönig relation
n odd	$y=n$	$\frac{1}{c(\omega)\omega^{n-1}} - \frac{1}{c(\omega_0)\omega_0^{n-1}} \approx -\frac{2}{\pi} \beta \ln \left \frac{\omega}{\omega_0} \right $
n even	$n-1 < y < n+1$	$\frac{-1}{c(\omega)} + \frac{1}{c(\omega_0)} = \alpha_0 \tan\left(\frac{\pi}{2} y\right) (\omega^{y-1} - \omega_0^{y-1})$

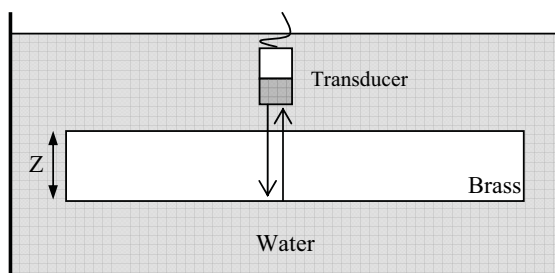
โดย $c(\omega)$ คือ สัมประสิทธิ์การลดทอน dB/cmMHz

ω_0 คือ ความถี่อ้างอิง (Reference Frequency)

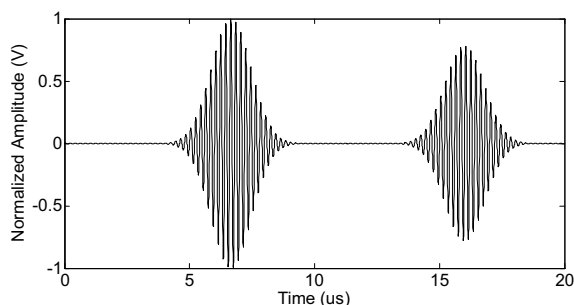
n คือ เลขยกกำลังซึ่งหากเป็นเลขคี่ให้ใช้สูตรแรก

5. ผลการทดลอง

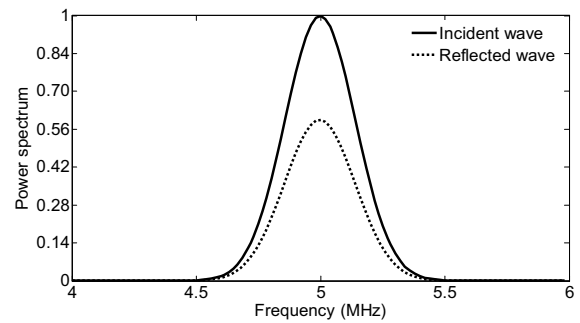
การทดลองได้สร้างแบบจำลอง ดังภาพที่ 7 โดยทำการสร้างสัญญาณอัลตราซาวด์จำลองขึ้นมาที่มีความถี่ 1 และ 5 MHz ซึ่งสอดคล้องกับทรานสดิวเซอร์ที่ใช้วัดจริง จากสมการที่ (1) ถึง (5) โดยคลื่นอัลตราซาวด์ถูกแรกเกิดจากผิวของโลหะด้านบน และคลื่นลูกที่สองเกิดจากผิวโลหะด้านล่าง ซึ่งระยะห่างของคลื่นทั้งสองเป็นไปตามระยะ Z ซึ่งสัมพันธ์กับสมการที่ (2) ส่วนขนาดของคลื่นลูกที่สองซึ่งเล็กลงเป็นไปตามสมการที่ (4) การทดลองได้นำค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนไปคำนวณคลื่นอัลตราซาวด์ที่สร้างขึ้นดังภาพที่ 8 จากนั้นแปลงสัญญาณให้อยู่ในโดเมนความถี่ดังภาพที่ 9 แล้วใช้วิธีมัลติแชนเนลในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอน แล้วนำเปรียบเทียบกับค่าที่ใช้ในสูตรการคำนวณ ซึ่งค่าที่ได้ควรมีค่าที่เท่ากัน



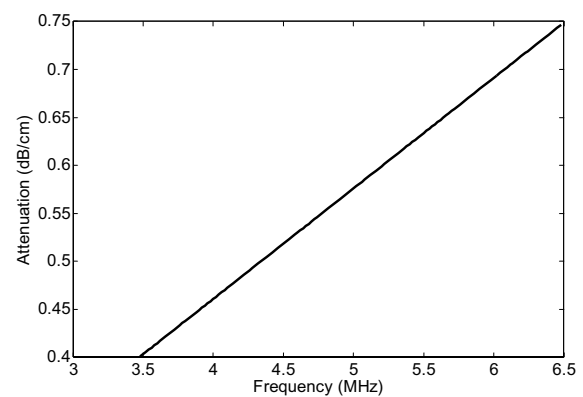
ภาพที่ 7: ระบบจำลองที่ใช้ทดลอง



ภาพที่ 8: สัญญาณ $s(t)$ ที่ความถี่ 5 MHz



ภาพที่ 9: สเปกตรัมของสัญญาณ $s(t)$



ภาพที่ 10: สมการเส้นตรงของค่าการลดทอนที่แปรตามความถี่

ในภาพที่ 10 เป็นผลการคำนวณจากแบบจำลองโดยใช้ค่าการลดทอนเท่ากับ 1.000 dB/cm ที่ความถี่ 1 MHz ค่าความผิดพลาดของค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนสามารถคำนวณได้โดยใช้สมการที่ (10) และการคำนวณที่ความถี่ 5 MHz แสดงไว้ในตารางที่ 3

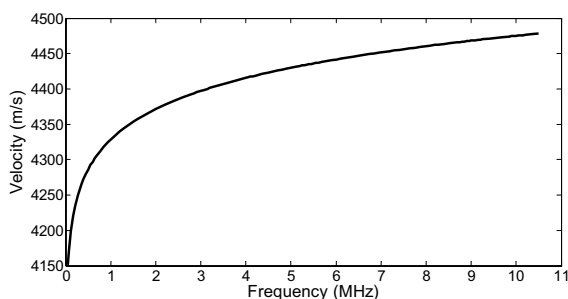
$$\text{Error (\%)} = \frac{|\beta_{\text{theory}} - \beta_{\text{estimation}}|}{\beta_{\text{theory}}} \cdot 100 \quad (10)$$

ตารางที่ 3: ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอน และค่าความ

ผิดพลาด

β (dB/cmMHz)	MNB		Error (%)	
	1 MHz	5 MHz	1 MHz	5 MHz
0.1	0.1020	0.1000	2.0000	0.0000
0.3	0.3001	0.3000	0.0333	0.0000
0.5	0.5021	0.5000	0.4200	0.0000
0.7	0.7021	0.7000	0.3000	0.0000
1.0	1.0021	1.0000	0.2100	0.0000
1.5	1.5021	1.5001	0.1400	0.0067
2.0	2.0021	2.0001	0.1050	0.0050
3.0	3.0022	3.0001	0.0733	0.0033

จากตารางที่ 3 สามารถสรุปได้ว่าวิธีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนโดยวิธีมัลติเนโรว์แบนด์นั้นมีความถูกต้อง จากนั้นทำการคำนวณค่าดิสเพอร์ชันซึ่งเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเท่ากับ 0.5 dB/cmMHz เพื่อให้สอดคล้องกับระบบจำลองในภาพที่ 7 และเมื่อกำหนดให้ $y=n=1$ ในตารางที่ 3 แล้วทำการคำนวณ ได้ค่าดิสเพอร์ชันดังภาพที่ 11 โดยแกนนอนความถี่ แกนตั้งเป็นความเร็วซึ่งกราฟที่ได้มีการเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ สอดคล้องกับงานวิจัย [1]



ภาพที่ 11 : ค่าดิสเพอร์ชันที่คำนวณจากความสัมพันธ์
คามอร์โครนิก

6. สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการหาค่าดิสเพอร์ชันของสัญญาณอัลตราซาวด์โดยใช้วิธีมัลติเนโรว์แบนด์ในการหาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนจากนั้นนำค่าที่ได้ไปหาค่าดิสเพอร์ชันจากความสัมพันธ์คามอร์โครนิกโดยได้ทดสอบการหาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนจากแบบจำลองที่ความถี่ 1 MHz และ 5 MHz ซึ่งเป็นการวิเคราะห์สัญญาณในโดเมนความถี่ ผลการทดลองจากแบบจำลองสามารถสรุปได้ว่าวิธีมัลติเนโรว์แบนด์สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนได้ถูกต้อง จากนั้นนำค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนที่ได้ ไปคำนวณหาค่าดิสเพอร์ชันซึ่งได้ค่าความเร็วของสัญญาณอัลตราซาวด์ที่เปลี่ยนไปตามความถี่ โดยผลของงานวิจัยนี้จะถูกนำไปพัฒนาต่อให้สามารถหาค่าดิสเพอร์ชันในตัวกลางที่เป็นเนื้อผสม และสร้างแบบจำลองที่คิดค่าการเลี้ยวเบนของคลื่นอัลตราซาวด์ (Diffraction effect) เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ทางการแพทย์ดังเอกสารอ้างอิงที่ [17]

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับการสนับสนุนงบประมาณจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประจำปี 2552

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] Abdellatif Bey Temsamani, Steve Vandenplas, Mikaya L. D. Lumöri, and Leo Van Biesen, "Experimental Validation for the Diffraction Effect in the Ultrasonic Field of Piston Transducers and Its Influence on Absorption and Dispersion Measurements," *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, 48, pp.547-559, 2001.

- [2] Steve Vandenplas, Abdellatif Bey Temsamani, Mikaya L. D. Lumori, Zobeida Cisneros, and Leo Van Biesen, "Parametric Modeling with Beams spread Compensation and MIMO Frequency Domain Inversion Applied to Fine Saturated Sands," *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, 48, pp.985-997, 2001.
- [3] Luc Peirlinckx, Rik Pintelon, and Leo Pierre Van Biesen, "Identification of Parametric Models for Ultrasonic Wave Propagation in the Presence of Absorption and Dispersion," *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, 40, pp.302-312, 1993.
- [4] Ping He, "Experimental Verification of Models for Determining Dispersion from Attenuation," *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, 46, pp.706-714, 1999.
- [5] Ping He, Jun Zheng, "Acoustic Dispersion and Attenuation Measurement Using Both Transmitted and Reflected Pulses," *Ultrasonics, Elsevier Science B.V.*, 39, pp.27-32, 2001.
- [6] Ping He, "Direct Measurement of Ultrasonic Dispersion Using a Broadband Transmission Technique," *Ultrasonics, Elsevier Science B.V.*, 37, pp.67-70, 1999.
- [7] Kendall R. Waters, Michael S. Hughes, Joel Mobley, and James G. Miller, Fellow, "Differential Forms of the Kramers-Krönig Dispersion Relations," *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, 50, pp.68-76, 2003.
- [8] Kendall R. Waters, Joel Mobley, and James G. Miller, Fellow, "Causality-Imposed (Kramers-Krönig) Relationships Between Attenuation and Dispersion," *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, 52, pp.822-833, 2005.
- [9] Chin C. Lee, Mike Lahham, and B. G. Martin, "Experimental Verification of the Kramers-Kronig Relationship for Acoustic Waves," *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, 37, pp.286-294, 1990.
- [10] Renaldas Raišutis, Rymantas Kazys, and Liudas Mazeika, "Application of the Ultrasonic Characterization Methods for Highly Attenuating Plastic Materials," *NDT&E International*, Elsevier, 40, pp.324-332, 2007.
- [11] Xucai Chen, Dan Phillips, Kari Q. Schwarz, Jack G. Mottley, and Kevin J. Parker, Fellow, "The Measurement of Backscatter Coefficient from a Broadband Pulse-Echo System: A New Formulation," *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, 44, pp.515-525, 1997.
- [12] Timothy Allen Bigelow, "Estimating The Medical Ultrasound In Vivo Power Spectrum," *PhD. Thesis*, University of Illinois at Urbana-Champaign, 2004.
- [13] Heinrich Kuttruff. (1991): "Ultrasonics Fundamentals and Applications," ELSEVIER Applied Science.
- [14] T. Baldeweck, P. Laugier, A. Herment, G. Berge r (1995): "Application of Autoregressive Spectral Analysis for Ultrasound Attenuation Estimation Interest in Highly Attenuating Medium," *IEEE Transactions on Ferroelectrics and frequency control*, 42, pp.99-110.
- [15] Celine Fournier, S. Lori Bridal, Alain Coron, Pascal Laugier (2003): "Optimization of Attenuation Estimation in Reflection for In Vivo Human Dermis Characterization at 20 MHz," *IEEE Transactions on Ferroelectrics and frequency control*, 50, pp.408-418.
- [16] V. R. Singh and Ashok Kumar (1995): "Development of A Focused Ultrasonic Transducer with Increased Efficiency," *Proceedings of IEEE-EMBS*, pp.4.47-4.48, 1995.
- [17] Hironori Tohmyoh, Takuya Imaizumi, and Masumi Saka, "Acoustic Resonant Spectroscopy for Characterization of Thin Polymer Films," *American Institute of Physics, Review of Scientific Instruments* 77, 2006.

**การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องทฤษฎีเทวินินและนอร์ตัน
วิชาวงจรไฟฟ้า (3104-1001) ที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
The development and efficiency validation of the Teaching Package on Electric
Circuit (3104-1001), Thevenin and Norton Theorems by
Problem Based Learning process.**

สุชาติ โพธิ์ศรี¹ และ วุฒิ ปิ่นทอง²

¹ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

²วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

E-mail: ²Wucharee @ hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องทฤษฎีเทวินินและนอร์ตันวิชาวงจรไฟฟ้า (3104-1001) ที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนแบบปกติกับการเรียน โดยใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้น ซึ่งดำเนินการวิจัยโดยนำชุดการสอนที่ได้พัฒนาขึ้น ไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จำนวน 15 คน จากนั้นทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำผลคะแนนที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพ โดยใช้ E_1/E_2 และ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองโดยใช้ค่าสถิติ t -test ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนวิชาวงจรไฟฟ้าที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีประสิทธิภาพ 81.33/80.44 มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่า ชุดการสอนที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ชุดการสอน

Abstract

The purposes of this experimental research were to develop and to validate the efficiency of the Teaching Package on Electric Circuit (3104-1001), Thevenin and Norton Theorems using Problem Based Learning process by comparing the achievement tests of two groups, controlled and experimental groups. The samples were 15 first year students of high vocational certificate in the field of technology of electric power, semester 2, academic year 2008 at Nakhonsawan Technical College. The experimental students did pretest and posttest for efficiency evaluation of the Teaching Package in Electric Circuit by using Problem Based Learning process. The posttest results of the two groups were analyzed by t-test approach where the results can be classified as follows. The Teaching Package in Electric Circuit by using Problem Based Learning process has the efficiency at 81.33/80.44, higher than the standard criteria and the experimental groups have higher achievement scores than the controlled groups at .05 statistically significant level. The experimental research results indicated that the Teaching Package in Electric Circuit by using Problem Based Learning process was an effective teaching approach for students.

Keywords: Problem Based Learning, Teaching Package

1. บทนำ

ในโลกยุคใหม่การศึกษามีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ ทักษะที่สำคัญที่สุดก็คือ ทักษะการบุคคลที่มีความรู้ความสามารถ และศักยภาพ การผลิตทรัพยากรแต่ละประเทศขึ้นอยู่กับองค์ความรู้ของคนในชาติ ประเทศที่พลเมืองมีการศึกษาดีจะได้เปรียบในการแข่งขันเสมอ ไม่ว่าจะเป็นด้านเกษตรกรรมหรืออุตสาหกรรม คนในสังคมไทยจึงจำเป็นต้องมีการเพิ่มเติมความรู้ความสามารถปรับสภาพของตนให้เข้ากับความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ

วงจรไฟฟ้าเป็นวิชาหนึ่งที่จัดไว้ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง มีเนื้อหาที่สำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของผู้เรียนในสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิชาวงจรไฟฟ้ายังเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาวิชาวงจรไฟฟ้ามีลักษณะเป็นนามธรรม ซึ่งในปัจจุบันการเรียนการสอนวิชาวงจรไฟฟ้า พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่เข้าใจวิธีแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้กฎหรือทฤษฎีต่างๆ เมื่อมีข้อสงสัยไม่กล้าซักถาม ขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา มีพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน มีความสามารถในการรับรู้ที่ไม่เท่ากัน

ประกอบกับการจัดกระบวนการเรียนการสอนอยู่นั้น ครูไม่สามารถตรวจสอบได้ว่าขณะที่ครูกำลังดำเนินการสอนอยู่นั้น นักศึกษาคิดหรือไม่เข้าใจและครูมุ่งสอนตามตำราเน้นการให้ความรู้ขาดการสอนให้นักศึกษาได้คิดวิเคราะห์ตาม ครูยังใช้การสอนแบบยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง ใช้ลักษณะการสอนแบบบรรยาย ส่งผลให้นักศึกษาเรียนรู้ได้ช้า หรือไม่เข้าใจเนื้อหาที่ครูสอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวงจรไฟฟ้า นั้น ถ้า นักศึกษา มีความชัดเจนในโมโนมิติทางวงจรไฟฟ้า มีความสามารถในการคิดคำนวณ สามารถใช้ยุทธวิธีที่

หลากหลาย นักศึกษาสามารถเชื่อมโยงเป็นขั้นตอน ทำให้เกิดความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย [1]

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning หรือ PBL) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบท (context) ของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา [2] รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาด้วย การจัดการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ควรให้ผู้เรียน ได้ลงมือสร้างความรู้ควบคู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง มีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เริ่มตั้งแต่การคิด ค้นคว้า สำรวจ ทดลอง ทำความเข้าใจสร้างกระบวนการสำหรับใช้ความรู้ที่มีอยู่ในสมองผู้เรียนแต่ละคน ทำความคิดตนเองให้ชัดเจนขึ้นโดยสร้างจากสิ่งที่ผู้เรียนได้รับรู้ และมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้สร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเองเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะที่สำคัญหลายอย่าง เช่น ทักษะคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะคิดสร้างสรรค์ ทักษะคิดแก้ปัญหา ทักษะสื่อสารข้อมูล ทักษะทางสังคม ทักษะการร่วมมือกันระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานร่วมกัน [3]

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดกระบวนการเรียนการสอนของครูผู้สอน ส่งผลโดยตรงต่อการเรียนรู้ของนักศึกษา ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาและหาประสิทธิภาพของการสอนวิชาวงจรไฟฟ้า (3104-1001) ที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning) เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีเทวินินและทฤษฎีนอร์ตัน นำไปใช้สอนกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ เพื่อให้

กระบวนการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างชุดการสอนเรื่องทฤษฎีเทวินินและนอร์ตันวิชาวงจรไฟฟ้า (3104-1001) ที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องทฤษฎีเทวินินและนอร์ตันวิชาวงจรไฟฟ้า (3104-1001) ที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนเรื่องทฤษฎีเทวินินและนอร์ตันวิชาวงจรไฟฟ้า (3104-1001) ระหว่างการเรียนแบบปกติกับการเรียนโดยใช้ชุดการสอนที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.2 สมมติฐานของการวิจัย

ชุดการสอนเรื่องทฤษฎีเทวินินและนอร์ตันวิชาวงจรไฟฟ้า(3104-1001) ที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนเรื่องทฤษฎีเทวินินและนอร์ตันวิชาวงจรไฟฟ้า (3104-1001) หลังการใช้ชุดการสอนวิชาวงจรไฟฟ้า(3104-1001) ที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนในแบบปกติ

1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรคือ นักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวงจรไฟฟ้า(3104-1001) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ และกลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษา มีจำนวน 33 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Perposive Random Sampling) โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมหนึ่งกลุ่มจำนวน 18 คน และกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่มจำนวน 15 คน

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องทฤษฎีเทวินินและนอร์ตัน วิชาวงจรไฟฟ้า (3104-1001) ที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาหัวข้อต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ก. หลักสูตรรายวิชาวงจรไฟฟ้า (3104-1001) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาจึงเป็นแนวทางสำหรับใช้พิจารณาว่าหลักสูตรที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีอะไรคืออยู่แล้ว และน่าจะปรับปรุงส่วนใดให้ดีขึ้น ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับสภาพการณ์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

ข. การจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานหมายถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนไปค้นหาความรู้และแสวงหาคำตอบด้วยกระบวนการที่ผู้เรียนวางแผนกำหนดเอง ความสำเร็จในการเรียนรู้ของผู้เรียนคือสามารถแก้ปัญหาตามขั้นตอนได้สำเร็จ

ค. การสร้างชุดการสอนจะทำได้โดยการนำเอาข้อมูลที่ได้จากจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและคำอธิบายรายวิชา แล้วนำมาออกแบบชุดการสอน โดยมีวิธีการคือวิเคราะห์งาน (Job Analysis) วิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กำหนดเนื้อหาที่ใช้สอนตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม พัฒนาใบเนื้อหา แบบฝึกหัด จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการกำหนดวิธีการสอน กิจกรรมครู กิจกรรมนักเรียน สื่อที่ใช้ ตลอดจนการทำแบบฝึกหัด ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและเวลาในการสอนแต่ละครั้งเพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้บรรลุผลสำเร็จ

ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ ออกแบบและพัฒนาสื่อการสอนให้สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดทำไว้ พัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ง. การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยศึกษาจุดมุ่งหมายรายวิชาและคำอธิบายรายวิชา วิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) วิเคราะห์งาน (Job Analysis) รวบรวมหัวข้อเรื่องจากแหล่งข้อมูลไว้ด้วยกัน ประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง กำหนดเนื้อหาสำคัญของหัวข้อเรื่องและความรู้ของเนื้อหา เขียนหลังจากนั้นจึงเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนควรมีหลายระดับ เพื่อให้สามารถแยกแยะความแตกต่างและสามารถวัดพฤติกรรมของผู้เรียนได้พร้อมทั้งกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำของผู้เรียนที่จะผ่าน

จ. การสร้างสื่อการสอนและการผลิตสื่อการสอนว่า สื่อมีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดความรู้ สื่อมีความชัดเจนจะสามารถเพิ่มแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน เกิดทักษะได้รวดเร็ว กระตุ้นผู้เรียนให้มีความสนใจในบทเรียนและประหยัดเวลาได้เป็นอย่างดี

ฉ. เกณฑ์ประสิทธิภาพชุดการสอนตั้งไว้ที่ 80/80

80 ตัวแรก คือ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของกลุ่มในการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง คือ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของกลุ่มในการทำทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ช. แบบทดสอบ หมายถึง ชุดของข้อคำถามหรือข้อปัญหาที่

ออกแบบสร้างขึ้นอย่างมีระบบและกระบวนการเพื่อค้นหาตัวอย่างของพฤติกรรมของผู้สอบภายใต้เงื่อนไขเฉพาะอย่าง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มานิช [4] ได้ทำการวิจัยความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดเห็นของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลมาจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 10 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ PBL ในด้านกิจกรรมการเรียนการสอนมีความชื่นชอบและพอใจที่จะร่วมกิจกรรมอภิปรายมากที่สุด

อัญชลี [5] ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางเรื่องการค้าและการทางธุรกิจรายวิชาคณิตศาสตร์การตลาด สำหรับนักศึกษา ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โรงเรียนลำปางพณิชยการและเทคโนโลยี จังหวัดลำปาง ภาคเรียนที่ 1 / 2544 โดยศึกษากลุ่มตัวอย่างจำนวน 70 คน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์การตลาดสูงกว่านักศึกษากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักศึกษากลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักศึกษากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักศึกษากลุ่มทดลองมีเจตคติต่อการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางอยู่ในระดับปานกลาง

ชัยณรงค์ [6] ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุด

การสอนวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 2 เรื่อง สมการสเตดและฟังก์ชันของวงจร หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พุทธศักราช 2543 ชุดการสอนจะประกอบไปด้วยคู่มือ

ครู คู่มือนักเรียน และสื่อการเรียนการสอน คู่มือครูประกอบด้วย แผนการสอน ใบเนื้อหา แบบฝึกหัดหลังบทเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คู่มือนักเรียน ประกอบด้วยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด สำหรับสื่อการเรียนการสอนประกอบด้วยแผ่นใส ผลการวิจัยพบว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพร้อยละ 81.97/80.92 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

พรรณี [7] ได้ทำการศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในรายวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพพบว่า ความเข้าใจในโมดูล และความสามารถในการแก้ปัญหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.1 การกำหนดแบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามแผนการทดลองแบบ Randomized Control- Group Pretest- Posttest Design

3.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง สาขางานติดตั้งไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 33 คน ซึ่งได้มาด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Perposive Random Sampling) โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่ม จำนวน

15 คน เรียนด้วยการสอนโดยชุดการสอนที่จัดกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน และ กลุ่มควบคุมหนึ่งกลุ่ม จำนวน 18 คน เรียนด้วยการสอนแบบปกติตามคู่มือครู

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน

ก. ชุดการสอนวิชาวงจรไฟฟ้า(3104-1001) ที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีเทวินินและทฤษฎีโนร์ตัน

ข. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ค. แบบประเมินคุณภาพชุดการสอนที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล

ก. ทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม

ข. ทดลองสอนตามตารางสอน โดยกลุ่มทดลอง จำนวน 15 คน

เรียนด้วยชุดการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และกลุ่มควบคุมจำนวน 18 คน เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติตามคู่มือครู โดยใช้เวลาแผนละ 4 ชั่วโมง เมื่อเรียนจบในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แล้วทำการทดสอบหลังเรียน

ค. เมื่อทั้งสองกลุ่มเรียนจนครบ 2 หัวข้อเรื่องแล้วทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม

ง. นำผลมาวิเคราะห์เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดการสอนที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติที่ใช้คู่มือครู

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ก. การวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพชุดการสอนใช้ E_1/E_2

ข. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยสถิติ

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการสร้างชุดการสอนเรื่องทฤษฎีเทวินินและโนร์ตันวิชาวงจรไฟฟ้า (3104-1001) ที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ชุดการสอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีรายละเอียดประกอบด้วย

ก. คู่มือครู ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหา

เป็นฐานเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีเทวินินและทฤษฎีโนร์ตัน ใบกิจกรรมประกอบการเรียนรู้ ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด และแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อคุณภาพของแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับเท่ากับ 0.85

ข. คู่มือนักศึกษาประกอบด้วย ใบกิจกรรม ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด

ค. สื่อการสอน ประกอบด้วยแผ่นใสสี จำนวน 40 แผ่น และ

ชุดนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ จำนวน 40 ภาพนิ่ง

4.2 ประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องทฤษฎีเทวินินและโนร์ตันวิชาวงจรไฟฟ้า(3104-1001)ที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผู้วิจัยได้นำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปใช้สอนกับกลุ่มทดลองจำนวน 15 คน พบว่า นักศึกษากลุ่มทดลอง

ที่เรียนด้วยชุดการสอนทำคะแนนระหว่างเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 81.33 และทำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 80.44 สรุปผลได้ว่า ชุดการสอนเรื่องทฤษฎีเทวินินและนอร์ตันวิชาวงจรไฟฟ้า (3104-1001) ที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีประสิทธิภาพ 81.33/80.44 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องทฤษฎีเทวินินและนอร์ตันวิชาวงจรไฟฟ้า (3104-1001) ที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

คะแนน	จำนวนผู้ทำ	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
ระหว่างเรียน	15	50	1987	81.34	81.33
วัดผลสัมฤทธิ์	15	30	362	24.13	80.44

4.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนวิชาวงจรไฟฟ้า (3104-1001) ที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนโดยนักศึกษากลุ่มทดลองเรียนด้วยชุดการสอนที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและนักศึกษากลุ่มควบคุมเรียนแบบปกติแล้วจึงให้นักศึกษาทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์โดยใช้ค่าสถิติ t-test ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การทดลอง	n	\bar{X}	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	S_p^2	t
กลุ่มทดลอง	15	24.13			
			6.63	5.26	8.27*
กลุ่มควบคุม	18	17.50			

5. บทสรุป

จากการศึกษาค้นคว้าพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องทฤษฎีเทวินินและนอร์ตันวิชาวงจรไฟฟ้า (3104-1001) ที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นำมาสรุปผลได้ดังนี้

ก. ชุดการสอนที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีประสิทธิภาพ 81.33/80.44 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ทั้งนี้เนื่องจาก ชุดการสอนที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีเทวินินและทฤษฎีนอร์ตันได้ผ่านกระบวนการสร้างอย่างถูกต้อง ดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอนและวิธีการที่เหมาะสม สอดคล้องกับงานวิจัยของชัยณรงค์ [6] ได้ทำการศึกษาศึกษาการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน พบว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักศึกษามีความพยายามทำความเข้าใจในสิ่งที่ปัญหาถามคือ สามารถนำข้อมูลที่ปรากฏในปัญหามาอธิบายวิธีแก้ปัญหา อีกทั้งยังสามารถคิดหายุทธวิธีที่จะช่วยแก้ปัญหาที่แตกต่างกันจากวิธีการตรวจสอบการแก้ปัญหาได้หลากหลาย นักศึกษาสามารถเชื่อมโยงเป็นขั้นตอน ทำให้เกิดความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออบูบล [1] ทำให้นักศึกษาตั้งใจและสนใจที่จะหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่ตนเองสนใจส่งผลให้นักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น

ข. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวงจรไฟฟ้า (3104-1001) เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีเทวินินและทฤษฎีนอร์ตัน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของของนักศึกษาที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการ

สอนที่จัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตัวเองทั้งนี้ ได้ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นอิสระ โดยครูผู้สอนมีส่วนช่วยในการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้

ค. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั้งกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ากลุ่มใดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก้าวหน้าขึ้นหรือไม่อย่างไร ควรทำการวิจัยตัวแปรที่มีผลต่อความคงทนในการเรียนรู้วิชาวงจรไฟฟ้า (3104-1001) ของผู้เรียนหลังจากได้รับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เอกสารอ้างอิง

- [1] Ausubel, D.P The psychology of meaningful verbal learning Newyork:Gruner & Stratton,1963.
- [2] มัณฑรา ธรรมบุศย์. “การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL.(Problem based Learning)”วารสารวิชาการ 52 (กุมภาพันธ์ 2545), 2545.
- [3] สุพิน ดิษฐสกุล “การเรียนรู้ร่วมกัน” วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 2 (พฤษภาคม-สิงหาคม 2543) 1 – 8
- [4] มานิช ถาอ้าย. ความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดเห็นของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลมาจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2540.
- [5] อัญชลี พันธุ์เครือบุตร “ การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางในเรื่องการดำเนินธุรกิจ รายวิชาคณิตศาสตร์การตลาด สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โรงเรียนลำปางพณิชยการและเทคโนโลยี วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2544.
- [6] ชัยณรงค์ เย็นศิริ.“การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 2 เรื่อง สมการสเคดและฟังก์ชันของวงจรหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิตสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- [7] พรณี ตรีตรอง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในรายวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2546.

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนอัลตราซาวด์
โดยวิธีฟูรีเยร์เซนทรอยด์ชิฟในแท่งโลหะเนื้อเดียว
**Ultrasonic Attenuation Coefficient Estimation
using Fourier Centroid Shift in Homogeneous Metal**

มีชัย โลหะการ

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการประมาณค่าการลดทอนสัญญาณอัลตราซาวด์ โดยวิธีฟูรีเยร์เซนทรอยด์ชิฟ (Fourier Centroid Shift) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์สัญญาณในโดเมนความถี่ โดยสัญญาณอัลตราซาวด์ได้ถูกจำลองขึ้นมาจากสมการคณิตศาสตร์ที่มีความถี่กลางอยู่ที่ 1 MHz และ 5 MHz ซึ่งสอดคล้องกับความถี่กลางของตัวกำเนิดสัญญาณอัลตราซาวด์ที่นิยมใช้กัน ระบบที่ใช้ในการทดลองเป็นการส่งสัญญาณอัลตราซาวด์เข้าไปในโลหะเนื้อเดียว ที่แช่อยู่ในน้ำ โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการหาค่าการลดทอนสัญญาณอัลตราซาวด์โดยวิธีฟูรีเยร์เซนทรอยด์ชิฟมีความผิดพลาดต่ำ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวัสดุที่ไม่เป็นแบบเนื้อเดียว เช่น เนื้อเยื่อ และกระดูก เป็นต้น

คำสำคัญ: อัลตราซาวด์ สถิติฟูรีเยร์

Abstract

Ultrasonic attenuation coefficient is one of important parameters in ultrasonic measurement. Normally, ultrasonic attenuation coefficient is unique in each object. In this paper, ultrasonic attenuation coefficient estimation using Fourier Centroid Shift (FCS) algorithm is purposed. FSC algorithm is based on a spectral analysis in a frequency domain. The system is setup that consists of a metal bar, which immerse in a water tank and a 5 MHz unfocused piston transducer. Before real measurement, the ultrasonic signal is simulated by a set of equations at transducer frequency 5 MHz to test the algorithm. The error of ultrasonic attenuation coefficient from simulated signals is small. Next, the ultrasonic signals are measured in experimentation to validation. Then, the ultrasonic attenuation coefficient is computed same as the simulated procedure. Finally, the ultrasonic attenuation

coefficient is compared between the simulation and experimentation. However, the results show a slight error, which is different from the simulated signal. The other application of FCS will be applied to an inhomogeneous sample such as a bone or tissue in future works.

Keywords: Ultrasound, Fourier Statistics

1. บทนำ

การทดสอบแบบไม่ทำลาย (Non Destructive Testing) ด้วยสัญญาณอัลตราซาวด์มีใช้กันแพร่หลายในปัจจุบันเช่นการสร้างภาพทางการแพทย์ และการตรวจสอบรอยร้าวในท่อก๊าซ โดยตัวแปรพื้นฐานที่สำคัญค่าหนึ่งของการวัดสัญญาณอัลตราซาวด์คือ ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนของสัญญาณอัลตราซาวด์ (Ultrasonic Attenuation Coefficient : β) ค่าที่สำคัญค่านี้ใช้ในการระบุลักษณะสมบัติ (Characterization) ของวัสดุต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น โลหะ [1] อโลหะ หรือแม้กระทั่งในเนื้อเยื่อ หากมีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนของสัญญาณอัลตราซาวด์ได้ถูกต้อง ก็สามารถระบุลักษณะสมบัติของวัตถุได้แม่นยำยิ่งขึ้น ในงานวิจัย [2] เป็นการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์สเปกตรัม (Spectral Analysis) โดยวิธี Autoregressive (AR) ของ Yule-Walker สำหรับสัญญาณอัลตราซาวด์ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนในตัวกลางที่มีค่าการลดทอนสูง โดยได้สร้างแบบจำลองขึ้นมา และได้ทดลองกับสัญญาณที่จำลองขึ้น แต่ไม่ได้ทดลองวัดจริง นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้คลื่นอัลตราซาวด์ในผิวหนังมนุษย์ [3] โดยใช้โหมดการสะท้อน (Reflection Mode) ที่ความถี่ 20 MHz โดยสร้างแบบจำลองของสัญญาณ และเปรียบเทียบกับผลการวัดจริง พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าในเชิงสถิติที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้นำเสนอการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนของสัญญาณอัลตราซาวด์ โดย Fourier

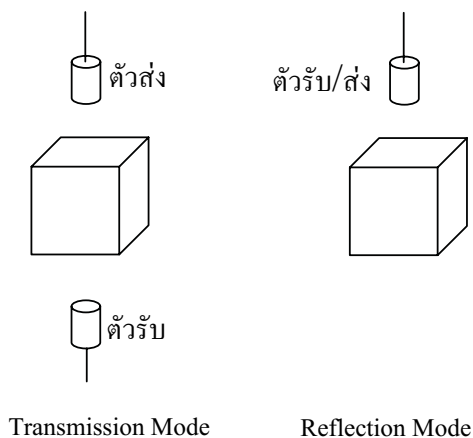
Centroid Shift ในแท่งโลหะเนื้อเดียว โดยสัญญาณอัลตราซาวด์ถูกจำลองขึ้นมาจากสมการคณิตศาสตร์โดยมีความถี่กลางอยู่ที่ 1 MHz และ 5 MHz วิธีการดังกล่าวได้ถูกนำไปวัดจริงเพื่อทดสอบความถูกต้องของการคำนวณ ซึ่งกระบวนการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการกรณีที่วัสดุนั้นไม่เป็นแบบเนื้อเดียว (Inhomogeneous) เช่น เนื้อเยื่อ และกระดูก เป็นต้น

2. คลื่นอัลตราซาวด์ (Ultrasonic Signal)

2.1 ทฤษฎีพื้นฐานของสัญญาณอัลตราซาวด์

คลื่นอัลตราซาวด์ หมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกินกว่าขอบเขตการได้ยินของมนุษย์ เป็นคลื่นทางกายภาพซึ่งเกิดจากการสั่นของตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน โดยสามารถแบ่งการเคลื่อนที่ได้เป็นสองแบบคือ คลื่นตามขวาง (Shear wave) และคลื่นตามยาว (Longitudinal wave) ซึ่งมีความเร็วดังตารางที่ 1 โดยคลื่นอัลตราซาวด์แตกต่างจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในรูปของสนามไฟฟ้า และสนามแม่เหล็ก จากการที่คลื่นนี้มีความถี่สูงจึงทำให้มีความยาวคลื่นสั้น เป็นผลทำให้สามารถกำหนดทิศทางของการเคลื่อนที่ของคลื่นได้อย่างแม่นยำ เนื่องจากไม่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยวเบน และคลื่นอัลตราซาวด์ยังสามารถเคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดที่มีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่น จากคุณสมบัติที่สามารถควบคุมทิศทางของคลื่นได้แม่นยำนี้เอง จึงทำให้คลื่นอัลตราซาวด์ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางทั้งทางการแพทย์ เช่น เครื่องอัลตราซาวด์ซึ่งใช้ในการ

ตรวจสอบอวัยวะภายในร่างกาย ทางด้านอุตสาหกรรม เช่น การทำความสะอาดพื้นผิว การเชื่อมต่อวัสดุ การตรวจสอบพื้นผิว ทางด้านเครื่องมือวัด เช่น การวัดระยะทางในรถยนต์ การวัดความลึกของมหาสมุทร เป็นต้น โดยทั่วไปการวัดคลื่นอัลตราซาวด์ที่นิยมใช้มีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี คือ โหมดส่งผ่าน (Transmission Mode) และ โหมดสะท้อน (Reflection Mode) ในภาพที่ 1 เป็นโหมดการวัดคลื่นอัลตราซาวด์ทั้ง 2 แบบ โดยแบบที่นิยมใช้คือโหมดสะท้อน เพราะตัวส่งและตัวรับอยู่ในตำแหน่งเดียวกันทำให้สะดวกในการติดตั้งและประหยัด เพราะสามารถใช้ทรานสดิวเซอร์ (Transducer) ตัวเดียวในการใช้งาน ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือ เครื่องมืออัลตราซาวด์ในโรงพยาบาลต่าง ๆ ในงานวิจัยนี้เลือกใช้โหมดการวัดแบบสะท้อน และใช้ค่าความเร็วของคลื่นตามยาวในการออกแบบจำลอง



ภาพที่ 1: โหมดการวัดคลื่นอัลตราซาวด์

2.2 แบบจำลองคลื่นอัลตราซาวด์ (Ultrasonic Model)

คลื่นอัลตราซาวด์ สามารถจำลองได้โดยใช้สมการที่ (1) ซึ่งอยู่ในรูปของฟังก์ชันเกาส์เซียน (Gaussian Function) และสัญญาณชายน โดยเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง และสะท้อนกลับ (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 MHz²

t_0 คือ เวลาเริ่มต้น (sec)

t คือ เวลา (sec)

F_0 คือ ความถี่ของคลื่นอัลตราซาวด์ (MHz)

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

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

$*$ คือ การคอนโวลูชัน (Convolution)

$h(t)$ คือ การตอบสนองของอิมพัลส์

การออกแบบ $h(t)$ สามารถทำได้ในโดเมนความถี่ ดังสมการที่ (3) $H(f)$ เป็นการตอบสนองความถี่ (Frequency Response) ของ $h(t)$ โดย M คือ ตำแหน่งของขอบโลหะทั้ง 2 ด้าน Z เป็นระยะทางที่คลื่นอัลตราซาวด์เดินทาง และมี β คือค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนของสัญญาณอัลตราซาวด์ ซึ่งเป็นตัวแปรหลักที่ต้องการหาในงานวิจัยนี้

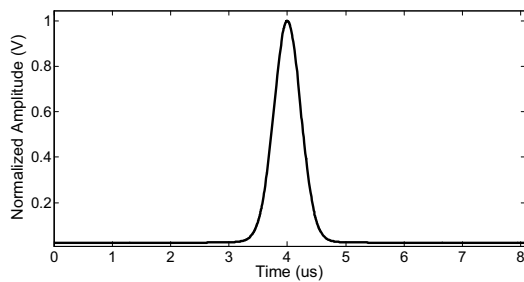
$$H(f) = \sum_M H_a^2(M, f) \cdot H_d(M, f) \quad (3)$$

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

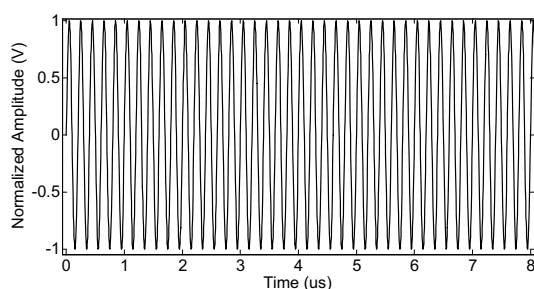
$$H_d(M, f) = \delta(Z) \quad (5)$$

ตารางที่ 1: ความเร็วของคลื่นอัลตราซาวด์ในวัสดุต่างๆ [5]

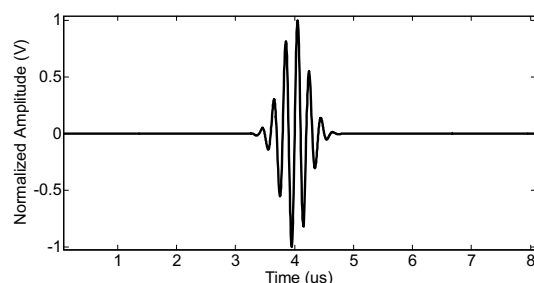
Material	Longitudinal Velocity (C) (mm / μ s)
Aluminum	6.350
Brass	4.430
Copper	4.700
Plexiglas	2.680
Stainless	5.610
Water	1.494



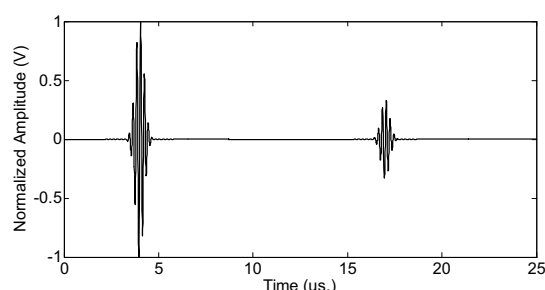
ภาพที่ 2: ฟังก์ชันเกาส์เซียนที่ใช้ในงานวิจัย



ภาพที่ 3: สัญญาณไซน์ความถี่ 5 MHz



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



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

3. ฟิวรีเยนทรอยด์ชิฟ (Fourier Centroid Shift)

ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนของสัญญาณอัลตราซาวด์ในวัสดุสามารถคำนวณได้โดยวิธีฟูรีเยนทรอยด์ชิฟ นั้นเริ่มต้นจากสัญญาณอัลตราซาวด์ $s(t)$ (ดังภาพที่ 5) สะท้อนจากวัตถุ และถูกทำให้เป็นตัวเลข (Digitized) จากการสุ่มระยะห่างของตัวอย่าง (Sampling interval) $t = 1/F_s$ [2] ใน N ตัวอย่าง เมื่อ F_s = ความถี่แซมปลิง, T = สัญญาณดูเรชัน (Signal duration) จากนั้นให้วินโดว์เคลื่อนที่ด้วยระยะห่างที่คงที่ในแกนเวลา บนสัญญาณสะท้อนกลับ $s(t)$ ซึ่งสามารถประมาณค่าสัมประสิทธิ์ลดทอนจากความถี่ศูนย์กลางได้ดังนี้

$$f_c(\tau_i) = \frac{m_1(\tau_i)}{m_0(\tau_i)} \quad (6)$$

โดย $f_c(t)$ คือ ความถี่ศูนย์กลาง (MHz)

m_0 คือ โมเมนต์ลำดับที่ 0

m_1 คือ โมเมนต์ลำดับที่ 1

t คือ ตำแหน่งของวินโดว์บนสัญญาณ $s(t)$

โมเมนต์ลำดับต่างๆสามารถหาได้ดังนี้

$$m_j(\tau_i) = \int_{-\infty}^{+\infty} f^j \cdot S(\tau_i, f) \cdot df \quad (7)$$

โดย f คือ ความถี่ (MHz)

$S(\tau_i, f)$ คือ สเปกตรัม ณ ตำแหน่งที่ใช้วินโดว์

จากนั้นทำการวิเคราะห์สเปกตรัมที่ได้ จากค่าความแปรปรวนซึ่งสามารถหาได้จากโมเมนต์อันดับต่างๆ ดังแสดงไว้ในสมการที่ (8)

$$\sigma^2(\tau_i) = \frac{m_2(\tau_i)}{m_0(\tau_i)} - \left(\frac{m_1(\tau_i)}{m_0(\tau_i)} \right)^2 \quad (8)$$

โดย σ' คือ ค่าความแปรปรวน (MHz^2)

m คือ โมเมนต์ลำดับต่าง ๆ

τ_i คือ ตำแหน่งของวินโดว์บนสัญญาณ $s(t)$

สัมประสิทธิ์การลดทอนของสัญญาณอัลตราซาวด์สามารถหาได้จากความแตกต่างของความถี่ศูนย์กลาง (df_c) ความแตกต่างของตำแหน่งวินโดว์ ($d\tau$) ค่าความแปรปรวน และความเร็วของอัลตราซาวด์ในวัสดุภายในแบนวิธ (Bandwidth) ของสเปกตรัมที่ทำการวิเคราะห์ดังนี้

$$\beta = \frac{-8.68}{C\sigma^2(\tau)} \cdot \frac{df_c}{d\tau} \quad (9)$$

โดย β คือ สัมประสิทธิ์การลดทอน dB/cmMHz

C คือ ความเร็วอัลตราซาวด์ในเนื้อเยื่อ (cm/sec)

8.68 คือ ค่าคงที่การเปลี่ยนหน่วยจาก neper เป็น dB

df_c คือ ความแตกต่างของความถี่ศูนย์กลาง (MHz)

$d\tau$ คือ ความแตกต่างของตำแหน่งของวินโดว์ (sec)

จาก β ในสมการที่ (9) สามารถประมาณให้เป็นเชิงเส้นที่ขึ้นอยู่กับความถี่ได้ดังนี้

$$\alpha(f) = \beta \cdot f \quad (10)$$

แต่ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอน (β) ที่หาได้นั้นมีหน่วยเป็น Neper/cmMHz โดยสามารถเปลี่ยนเป็นหน่วย dB/cmMHz ซึ่งเป็นหน่วยที่นิยมใช้กันได้นี้

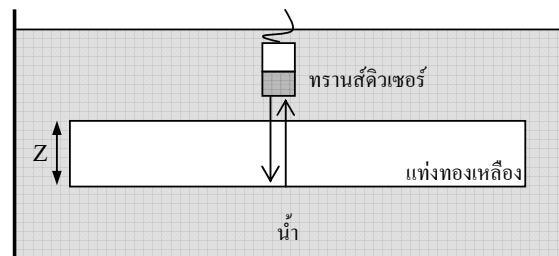
$$\beta[\text{dB/cmMHz}] = 8.68 \cdot \beta[\text{Neper/cmMHz}] \quad (11)$$

4. ผลการทดลอง

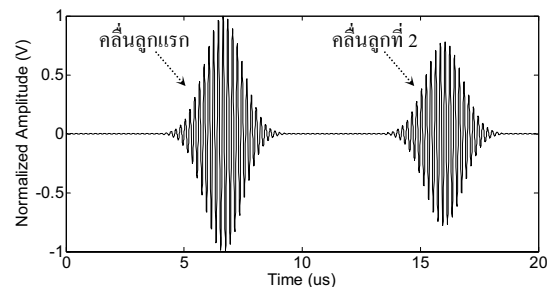
4.1 การจำลองทางตัวเลข

การทดลองได้สร้างระบบที่ต้องการวัด ดังภาพที่ 6 โดยทำการจำลองสัญญาณอัลตราซาวด์ขึ้นมาจากสมการที่ (1) ถึง (5) ที่ความถี่ 5 MHz ซึ่งสอดคล้องกับทรานส์ดิวเซอร์ที่ใช้วัดจริง โดยคลื่นอัลตราซาวด์ถูก

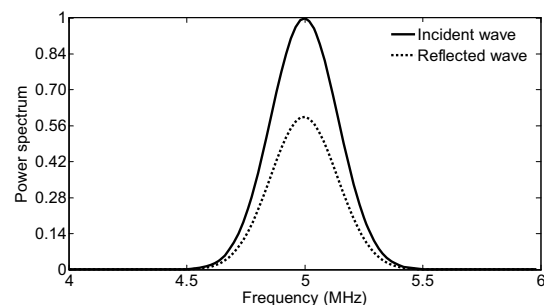
แรกเกิดจากผิวของโลหะด้านบน และคลื่นลูกที่สองเกิดจากผิวโลหะด้านล่างซึ่งระยะห่างของคลื่นทั้งสองเป็นไปตามระยะ Z ที่สัมพันธ์กับสมการที่ (2) ส่วนขนาดของคลื่นลูกที่สอง ซึ่งเล็กลงเป็นไปตามสมการที่ (4) ดังภาพที่ 7 เมื่อได้สัญญาณอัลตราซาวด์จำลองแล้วจึงนำไปใช้ในการหาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนของสัญญาณอัลตราซาวด์โดยวิธีฟูริเยร์เซนทรอยด์ชีพจากสมการที่ 6-11 โดยสเปกตรัมของ ภาพที่ 7 ถูกหาค่าและแสดงไว้ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: ระบบที่ใช้ทดลอง



ภาพที่ 7: สัญญาณ $s(t)$ ที่ความถี่ 5 MHz



ภาพที่ 8 สเปกตรัมของสัญญาณ $s(t)$

$$\text{Error (\%)} = \frac{|\beta_{theory} - \beta_{estimation}|}{\beta_{theory}} \cdot 100 \quad (12)$$

ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนที่คำนวณได้จากสัญญาณอัลตราซาวด์จำลอง ณ β ต่าง ๆ ที่ความถี่ 1 MHz และ 5 MHz แสดงไว้ในตารางที่ 3 โดยตารางที่ 4 เป็นค่าความผิดพลาดของ β ที่คำนวณจากสัญญาณจำลอง จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนโดยวิธีฟูริเยร์เซนทรอยด์ซิฟนั้นมีความเป็นไปได้เนื่องจากมีความผิดพลาดน้อย ซึ่งในหัวข้อถัดไปเป็นการนำวิธีการนี้ไปใช้กับสัญญาณอัลตราซาวด์ที่วัดจริงในแท่งโลหะเนื้อเดียว

ตารางที่ 3: ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนที่คำนวณได้

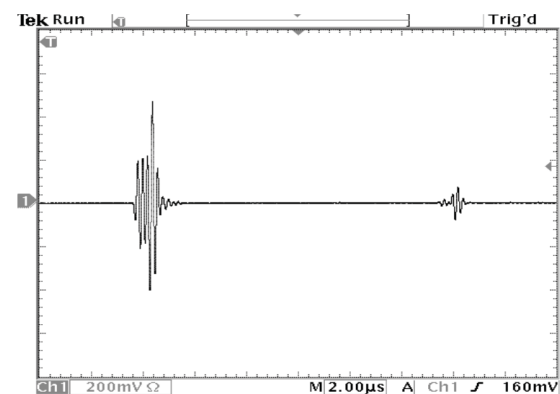
β_{theory} (dB/cmMHz)	$\beta_{estimation}$: FCS	
	1 MHz	5 MHz
0.1	0.1124	0.1001
0.3	0.3032	0.2998
0.5	0.5004	0.4997
0.7	0.7000	0.6995
1.0	1.0000	0.9993

ตารางที่ 4: ค่าความผิดพลาดของ β ที่คำนวณจากสัญญาณจำลอง

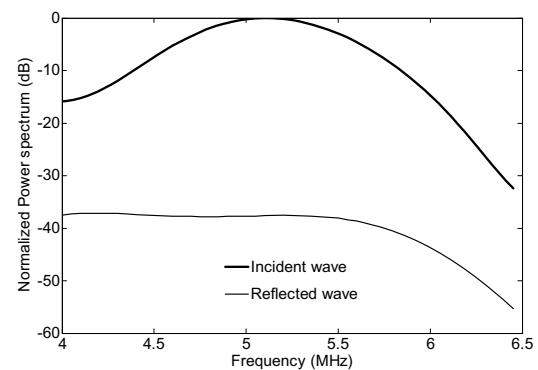
β_{theory} (dB/cmMHz)	Error (%)	
	1 MHz	5 MHz
0.1	12.4000	0.1000
0.3	1.0667	0.0667
0.5	0.0800	0.0600
0.7	0.0000	0.0714
1.0	0.0000	0.0700

4.2 การทดลองวัดสัญญาณอัลตราซาวด์ในแท่งโลหะเนื้อเดียว

การทดลองจริงได้เตรียมอุปกรณ์ไว้ดังตารางที่ 5 โดยใช้การวางระบบดังภาพที่ 6 ซึ่งได้ทำการติดตั้งให้เหมือนกับการจำลองทางตัวเลขในหัวข้อ 4.1 โดยแท่งโลหะที่ใช้เป็นแท่งทองเหลืองขนาด 25 mm × 25 mm × 10 mm ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนของสัญญาณอัลตราซาวด์เท่ากับ 0.5 dB/cmMHz [5] สัญญาณจากทรานสดิวเซอร์ถูกส่งผ่านทางช่องต่อ GPIB ของดิจิทัลออสซิลโลสโคปซึ่งนำค่าไปเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ดังภาพที่ 9 และสเปกตรัมของสัญญาณแสดงไว้ในภาพที่ 10 จากนั้นนำค่าที่วัดได้ไปคำนวณหาการลดทอนโดยวิธีฟูริเยร์เซนทรอยด์ซิฟ ได้ค่าการลดทอนเท่ากับ 0.4415 dB/cmMHz ซึ่งมีความแตกต่างจากค่าการจำลองประมาณ 11%



ภาพที่ 9: สัญญาณอัลตราซาวด์ที่วัดจากสโคป



ภาพที่ 10: สเปกตรัมของสัญญาณที่วัดได้จากสโคป

ตารางที่ 5: เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง

Instrument/Device	Model
Pulse Generator	Panametrics: Model500PR
Digital Scope	Tektronix: TDS3012
Ultrasonic Transducer	Panametrics: Model V309

5. สรุป

สัญญาณอัลตราซาวด์ เป็นสัญญาณที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เพราะมีความปลอดภัยในการใช้งาน งานวิจัยนี้เป็นการหาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนของสัญญาณอัลตราซาวด์โดยใช้วิธีฟูรีเยร์เซนทรอยด์ชีพ กับสัญญาณอัลตราซาวด์จำลองที่มีความถี่ 1 MHz และ 5 MHz ซึ่งเป็นการวิเคราะห์สัญญาณในโดเมนความถี่ (Frequency Domain) นอกจากนี้ยังนำไปเปรียบเทียบกับผลการทดลองจริงเพื่อยืนยันความถูกต้อง ซึ่งผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าวิธีการวิธีฟูรีเยร์เซนทรอยด์ชีพ สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนได้น่าพอใจ อย่างไรก็ตามสัญญาณอัลตราซาวด์ที่จำลองขึ้นนั้น เป็นสัญญาณในแท่งโลหะซึ่งมีความซับซ้อนน้อย และยังไม่ได้คิดค่าการเลี้ยวเบนของคลื่น (Diffraction Effect) ซึ่งผลของงานวิจัยนี้จะถูกนำไปพัฒนาต่อให้สามารถหาค่าการลดทอนในตัวกลางที่เป็นเนื้อเยื่อจริง เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ทางการแพทย์ต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่สนับสนุนทุนวิจัย ประจำปี 2552 นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณ ดร.ศิริเดช บุญแสง แห่งห้องวิจัย PASS LAB และ รศ.ดร.ชชาติ ปิณฑวิรุจน์ แห่งห้องวิจัย BIOSIS ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์บางส่วนในการทดลอง

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Ping Wu, Tadeusz Stepinski (2000): "Quantitative estimation of ultrasonic attenuation in a solid in the immersion case with correction of diffraction effects," Ultrasonics, Elsevier, 38, pp.481-485
- [2] T. Baldeweck, P. Laugier, A. Herment, G. Berge r (1995): "Application of Autoregressive Spectral Analysis for Ultrasound Attenuation Estimation Interest in Highly Attenuating Medium," IEEE Transactions on Ferroelectrics and frequency control, 42, pp.99-110.
- [3] Celine Fournier, S. Lori Bridal, Alain Coron, Pascal Laugier (2003): "Optimization of Attenuation Estimation in Reflection for In Vivo Human Dermis Characterization at 20 MHz," IEEE Transactions on Ferroelectrics and frequency control, 50, pp.408-418
- [4] Valery Roberjot, S. Lori Bridal, Pascal Laugier, Genevieve Berger (1996): "Absolute Backscatter Coefficient over a Wide Range for Frequencies in a Tissue-Mimicking Phantom Containing Two Populations of Scatters," IEEE Transactions on Ferroelectrics and frequency control, 43, pp.970-978
- [5] Heinrich Kuttruff. (1991): "Ultrasonics Fundamentals and Applications," ELSEVIER Applied Science.

Control of Wind Turbine Converter with Unity Power Factor

Christophe LARIVIERE-GILLET¹ and Phatiphat THOUNTHONG²

¹Thai-French Innovation Institute

King Mongkut's University of Technology North Bangkok

²Teacher Training in Electrical Engineering Department

King Mongkut's University of Technology North Bangkok

E-mail: ²Phatiphat.Thounthong@ensem.inpl-nancy.fr

Abstract

This paper presents the method of converter IGBT command for wind turbine applications. The objective of using a forced-commutated converter is to be able to obtain a unity power factor and control output bus voltage. The chosen command strategy is PWM (pulse with modulation). The proposed control algorithm is two loops in cascade. Current internal control loop will compare input current with a sinusoidal current reference (in phase with the supply voltage) in order to keep the power factor close to unity. On another hand this reference amplitude will be determinate by the external loop, the voltage loop, which controls the output “continue” voltage with a user reference. Simulation results authenticate the excellent control structure

Keywords: Unity power factor, cascade regulation, IGBT converter.

1. Introduction

Wind energy is one of the most promising sources of renewable energy. There has been rapid development of wind turbine technology and nowadays it exist different kind of wind turbine generator. We are interested in this paper about output regulation of Permanent Magnet Generator (PMG).

The most important problem in wind turbine energy control is to design a converter able to support important input variation (due to the uncertain nature of speed wind, see Fig. 1). In case of PMG, it is not possible to adjust the magnetic flux so we have chosen to use a 3 phases IGBT bridge to maximize the possibility of command.

Classical architectures of rectifier lead to have harmonic distortion and a power factor which introduce losses (reactive current). So to limit these both phenomena, we are going to pilot the IGBT gate keeping the current shape close to a sinusoid in phase with wind turbine output voltage. The difficulty is lying in non-linearity intrinsic to IGBT commutation, but we will see that the converter can be modelled by a static gain.

2. Wind turbine converter details

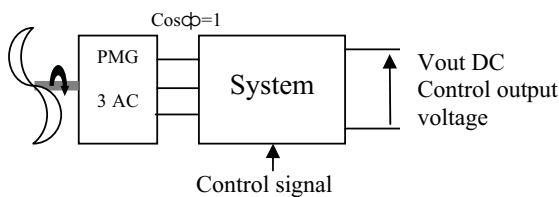


Fig 1: General conversion chain from wind to DC output.

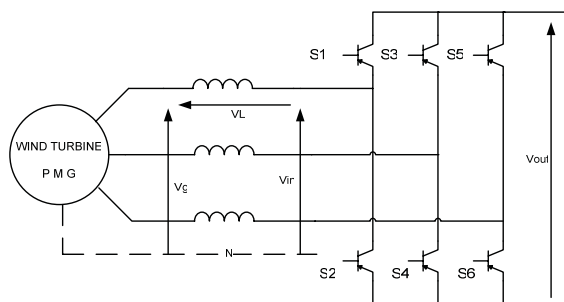


Fig 2: 3 phases wind turbine power converter.

Gates of electronic switches (Fig. 2) are piloted in order to obtain an input $\cos\phi=1$ (Fig. 1). The gate command strategy includes 2 loops in cascade (see Fig 3) in order to manage at the same time the input current (forced to follow a sinusoidal reference) and the output voltage regulated at a user reference.

Each loop contains a regulator, to make sure that the external loop does not disturb the current regulation, and the band pass is limited.

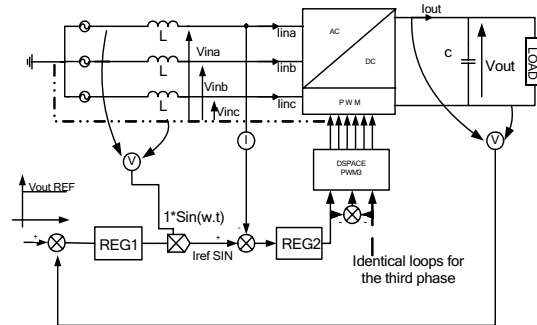


Fig 3: general conversion chain from wind to DC output

2.1 Current control loop [1][2][3]

As depicted in Fig. 3, the current loop is design to compare the real current with a reference in phase with the AC generator output voltage. To realize this unity power factor, characteristics of current regulator (Fig. 4) must be determined.

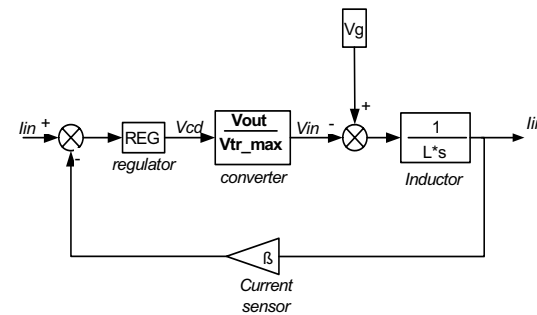


Fig 4: Current loop architecture.

2.1.1 PWM converter linearization

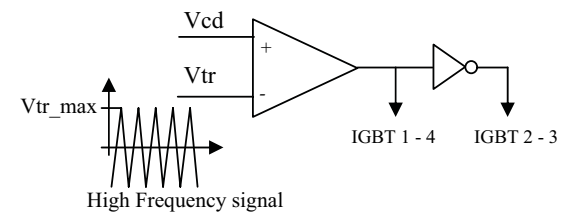


Fig 5: PWM complementary IGBT command strategy.

As depicted in Fig. 5, V_{cd} signal is a voltage image of the current error between a current reference and the real current I_{in} measured by a current sensor.

As presented in Fig 6, during a T_c period, V_{cd} is considered constant because $F_{HF} \gg F_{LF}$

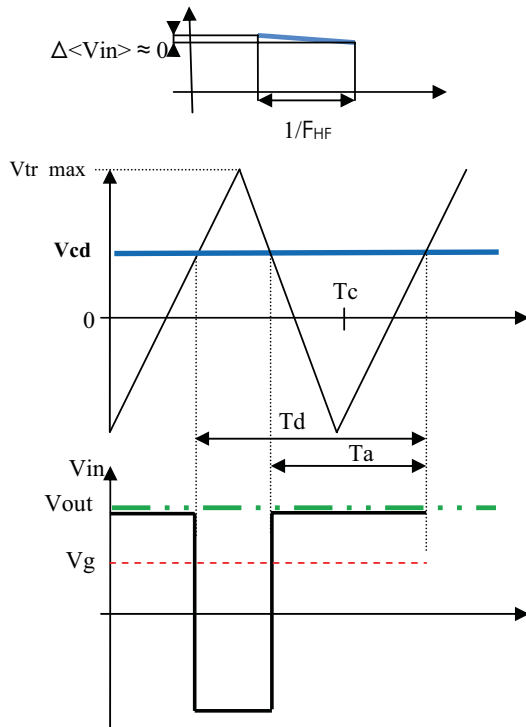


Fig 6: PWM modeling during a commutation period.

Duty cycle can be estimated by

$$\alpha = \frac{T_d}{T_a} \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{V_{tr_max} + V_{cd}}{2 * V_{tr_max}} \quad (2)$$

With complementary command as,

$$V_{in} = V_{out} * (2\alpha - 1) \quad (3)$$

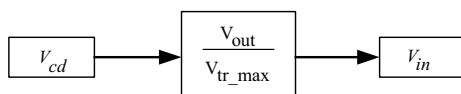


Fig 7: Rectifier modeling by a static gain.

With this approximation of IGBT bridge performance, problems of non-linearity modeling are suppress, high frequency variations due to commutation are lighten by input inductor and output capacitor.

2.1.2 Line inductor

To limit the current variation at F_{HF} a line inductor has been defined (Fig. 8 and Fig. 9).

$$I_{in}(t) = I_{in} * \sin(\omega_{LF} * t) \quad (4)$$

$$L * \frac{d(I_{in}(t))}{dt} = V_g(t) - V_{in}(t) \quad (5)$$

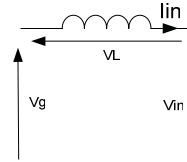


Fig 8: Line inductor, current and voltage definition.

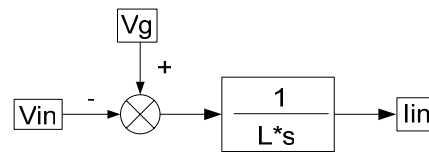


Fig 9: Diagram block linking input voltage and current.

2.1.3 Regulator calculation

For the current loop, $V_g(s)$ step is like a static disruption, so we compensate it. And, the direct chain becomes:

$$TFDC = Reg(s) * \frac{V_{out}}{V_{tr_max} * L * s} \quad (6)$$

Here the direct chain already contains an integrator, so $Reg(s)$ can be just a gain, $Reg(s) = K$. If we consider now the current sensor gain β the closed loop becomes:

$$TFDC = \frac{TFDC}{1 + TFCL} = \frac{K * V_{out} / V_{tr_max} * L * s}{1 + K * \beta * V_{out} / V_{tr_max} * L * s} \quad (7)$$

$$TFCL = \frac{1}{\beta} * \frac{1}{1 + \tau s} \quad (8)$$

$$\text{With } \tau = \frac{V_{tr_max} * L}{K * \beta * V_{out}} \quad (9)$$

2.2 Voltage control loop, case of fix load ($R=100\Omega$) [1] [4]

As shown in Fig. 10, the voltage loop is including the current loop. To simplify modeling, we can consider the current loop transparent for the voltage regulation ($TF_{current_loop}=1$).

The commutation system is always consider without losses so $P_{in}(t) = P_{out}(t)$.

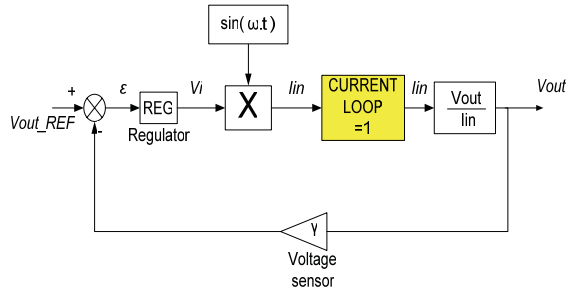


Fig 10: Voltage loop which included the current regulation.

This loop (Fig. 10) is not empowered to suppress oscillations ($2\omega_{LF}$) due to sinusoidal current absorption. So the voltage loop permits to fix the average output voltage according to a reference.

2.2.1 Transfer function V_{out}/I_{in}

In this paragraph, the link between input current and output voltage is searched. The rectifier efficiency is considered close to 1. Then,

$$P_{in} = \frac{3 * V_g * MAX * I_{in} * MAX(t)}{2} \quad (10)$$

$$P_{out} = V_{out}(t) * I_{out}(t) \quad (11)$$

So we can consider,

$$V_{out}(t) = \overline{V_o} + \hat{v_o} \quad (12)$$

$$\text{and } I_{out}(t) = \overline{I_o} + \hat{i_o} \quad (13)$$

One may write the linearized model as,

$$\overline{I_o} + \hat{i_o} = C * \frac{d\hat{v_o}}{dt} + \frac{\overline{V_o} + \hat{v_o}}{R} \quad (14)$$

Power linearization, 2nd order variations are considered negligible:

$$V_{out}(t) * I_{out}(t) = C * \overline{V_o} \frac{d\hat{v_o}}{dt} + \frac{\overline{V_o}^2}{R} + 2 * \frac{\overline{V_o} * \hat{v_o}}{R} \quad (15)$$

$$LT(V_{out}(t) * I_{out}(t)) = \overline{V_o} * V_o(s) * \left(\frac{2}{R} + C * s \right) \quad (16)$$

$$\frac{V_o(s)}{I_{inMAX}(s)} = \frac{3 * V_g * MAX}{4 * \overline{V_o}} * \frac{R}{1 + \frac{R * C}{2} s} \quad (17)$$

2.2.2 Output capacitor C sizing

We sized an output capacitor (to divert low and high frequency current variations, Fig. 11) in parallel with the load to limit the voltage output variation.

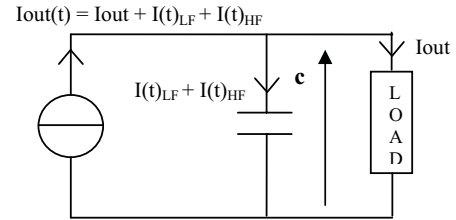


Fig 11: Current components, output converter modelling.

$$V_{out} * I_{out}(t) = \frac{3 * V_g * I_{in} * (1 - \cos(2\omega * t))}{2} \quad (18)$$

$$I_{out}(t) = \underbrace{\frac{3 * V_g * I_{in}}{2 * V_{out}}}_{\text{Constant part}} - \underbrace{\frac{3 * V_g * I_{in} * \cos(2\omega * t)}{2 * V_{out}}}_{\text{Low frequency part (View by capacitor)}} \quad (19)$$

$$I_c(t) = C \frac{d(V_{out}(t))}{dt} \quad (20)$$

with

$$V_{out}(t) = \overline{V_{out}} + \hat{v_o}(\overline{V_o} + \hat{v_o})$$

$$\hat{v_o} = \frac{1}{C} \int I_c(t) dt = - \frac{3 * V_g * I_{in} * \sin(2\omega * t)}{4 * V_{out} * C * \omega} \quad (21)$$

$$V_{Vc} = 2 * \hat{v_o} = \frac{3 * V_g * I_{in}}{2 * V_{out} * C * \omega} \quad (22)$$

$$C = \frac{3 * V_g * I_{in}}{2 * V_{out} * V_{Vc} * \omega} \quad (23)$$

2.2.3 Voltage regulator

PI regulator allows suppressing the static error without change the rapidity. To do not destroy the sinusoidal current absorption, the response time of the corrected voltage loop will fix at $T_{cvi} = 0.2s \ll T_{LF}$.

A Proportional-Integral (PI) corrector transmittance is:

$$REG_{PI}(S) = K_{PI} * \left(\frac{1 + \tau_{pi} * S}{\tau_{pi} * S} \right) \quad (24)$$

To tune the PI parameter, we used the classical pole placement method, as follows:

Global regulation loop became (transfer function in open loop):

$$\gamma * K_{PI} * \left(\frac{1 + \tau_{pi} S}{\tau_{pi} S} \right) * \frac{3 \cdot V_{gmax}}{4 \cdot V_o} * \frac{R}{1 + \frac{R \cdot C}{2} S} \quad (25)$$

$$TFOL = A \cdot K_{PI} \left(\frac{1 + \tau_{pi} S}{\tau_{pi} S + \frac{R \cdot C}{2} \cdot \tau_{pi} S^2} \right) \quad (26a)$$

$$\text{with } A = \frac{3 \cdot R \cdot V_{gmax}}{4 \cdot V_o} \quad (26b)$$

$$TFOL = \frac{A \cdot K_{PI} \left(\frac{1 + \tau_{pi} S}{\tau_{pi} S + \frac{R \cdot C}{2} \cdot \tau_{pi} S^2} \right)}{1 + \gamma \cdot A \cdot K_{PI} \left(\frac{1 + \tau_{pi} S}{\tau_{pi} S + \frac{R \cdot C}{2} \cdot \tau_{pi} S^2} \right)} \quad (27)$$

$$= \frac{1}{\gamma} * \frac{1 + \tau_{pi} S}{1 + \tau_{pi} \left(1 + \frac{1}{A \cdot \gamma \cdot K_{PI}} \right) S + \frac{\tau_{pi} \cdot R \cdot C}{2 \cdot A \cdot \gamma \cdot K_{PI}} S^2} \quad (28)$$

We can identify this corrected system in closed loop with a 2nd order system. So characteristic polynomial may show as,

$$1 + \left(\frac{2 * \xi}{\omega_o} \right) S + \frac{1}{\omega_o^2} S^2 \quad (29)$$

$$\text{So } K_{PI} = \frac{1 - \xi * RC * \omega_o}{A} \quad (30)$$

$$\text{and } \tau_{PI} = \frac{2 * (1 - \xi * RC * \omega_o)}{RC * \omega_o^2} \quad (31)$$

With a 2nd order system,

$$T_m = \frac{1}{\omega_o \sqrt{1 - \xi^2}} * (\pi - \arccos(\xi)) \quad (32)$$

3. Simulation and results

To validate the control structure, only one phase is modeling (Fig. 12) because the architecture of command is exactly the same on the three phases. In practical we put this architecture on two phases. And the third command will be determinate by difference of two others (only two current sensors).

$$V_{cd1}(t) + V_{cd2}(t) + V_{cd3}(t) = 0 \quad (33)$$

3.1 Current regulator validation

In the first order closed loop of current regulation, one obtain:

$$\tau = \frac{V_{trmax} \cdot L}{K \cdot \beta \cdot V_{out}}$$

Numerical application ($L = 0.005$ H, $V_{trmax} = 10$ V, $V_{out} = 60$ V, $\beta = 1$, $F_c = 5000$ Hz).

The pass band is limited to $F_{HF} / 2$. So

$$\tau = \frac{1}{\omega_C} = \frac{1}{2 * \pi * F_c} = \frac{1}{\pi * F_{HF}} = 6.4 * 10^{-5} \text{ s}$$

$$K = 13.09$$

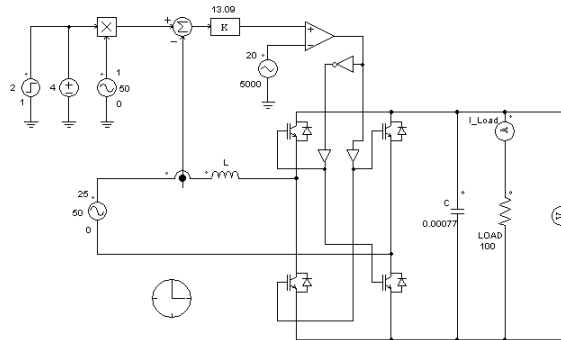


Fig 12: Psim current loop test.

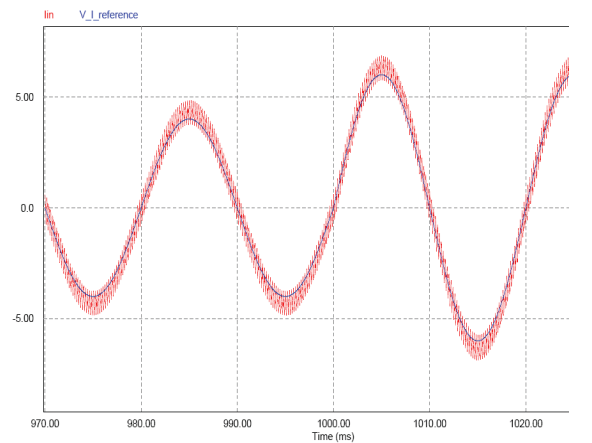


Fig 13: Psim current loop test (current step 4 to 6 A).

Curves shown in Fig. 13 represent both real input current and sinusoidal reference. We can observed here the presence of oscillation at commutation frequency, (ΔI_{MAX} is determined by L value).

The low frequency component of this signal truly follows the reference (sinusoidal) is in phase with input AC voltage. At $t = 1000$ ms, the current reference is stepped from 4 A to 6 A.

3.2 Voltage regulator validation

The numerical estimation may write as: $\gamma = 1$;

$R=100\ \Omega$; $C=775\ \mu\text{F}$; $V_{\text{gmax}} = 25\ \text{V}$; $V_{\text{out}}=60\ \text{V}$; $t_m=0.2\text{s}$;
 $\xi = 0.707$.

$$A_{(1\text{Phase})} = \frac{R * V_{\text{gMAX}}}{4 * V_{\text{O}}} = 10.4$$

$$\omega_0 = \frac{1}{0.2 * \sqrt{1 - 0.707^2}} * (\pi - \arccos(0.707)) = 16.6$$

So, $K_{\text{PI}} = 0.0092$ and $\tau_{\text{PI}} = 0.00907$

The global regulation (which contains the two loops) will be tested (by PSim software, Fig. 14) with a variable resistor load. In order to measure just the continue output voltage, an analog filter has been put after the voltage sensor. The current command is limited at 20 A.

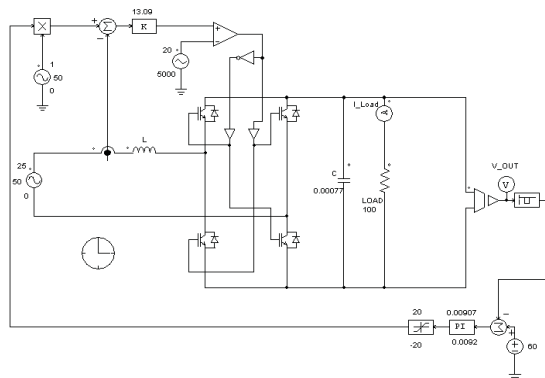


Fig 14: Psim voltage loop test (user command $V=60\ \text{V}$).

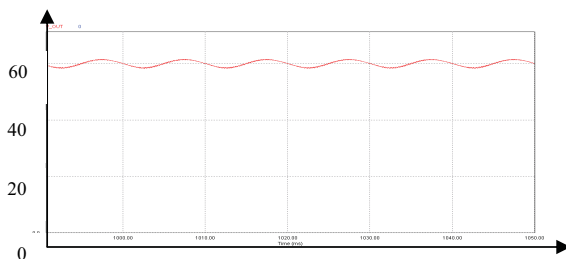


Fig 15: Psim voltage response $V=60\ \text{V}$, $\Delta V=3\ \text{V}$.

As shown in Fig. 15, the output voltage response truly follows to the commande (60 V). We can observed a sligh sinusoidal error at $2 * \omega_{\text{LF}}$ (3 V) due to the choice of output parallele capacitor ($c = 0.00077\ \text{F}$), calculated according to (23) with $\Delta V_{\text{max}} = 3\ \text{V}$.

We can observed also in Fig 16 the both input current and voltage are in phase (unity power factor). A minor current variation at commutation frequency is observable ($\Delta I_{\text{max}} < 0.2\text{A}$).

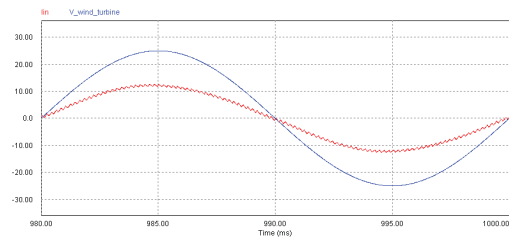


Fig 16: Generator output current and voltage in phase.

4. Conclusion

This paper presents the performance of AC to DC forced-commutated converter for wind turbine applications. The most important advantage of this architecture consists in the input unity power factor. To make this architecture of two loops in cascade possible the voltage regulator would be slower than AC input voltage period.

Simulation results verify the excellent performance. Then, the real system can be implemented by using the proposed structure.

Reference

- [1] M. H. RASHID, "Power Electronics handbook", University of Pensacola, Florida.
- [2] N. Bernard, B. Multon, H. B. Amed, "PWM command for sinusoidal current absorption," 3EI magazine, Dec 2003.
- [3] B. Tuonsi, "Permanent magnet engine associate to static converter," 2007 PhD Thesis, Institut National Polytechnique de Toulouse.
- [4] S.L. Capitaneanu, "Optimization of PWM command function" 2002 PhD Thesis, Institut National Polytechnique de Toulouse.

**การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์
สำหรับวิชาการศึกษาวงจรและซ่อมบำรุงไมโครคอมพิวเตอร์
A Development of Simulation-Based Computer-Assisted Instruction
for Circuit Description and Microcomputer Maintenance Course**

เนติชัย จินสกุล¹ และ สรเดช ครูทจอน²

^{1,2}ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : ¹natii30@hotmail.com, ²soradechk@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ สำหรับ วิชาการศึกษาวงจรและซ่อมบำรุงไมโครคอมพิวเตอร์ หาประสิทธิภาพ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อน และหลังเรียน และหาความพึงพอใจของผู้เรียน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขา วิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่ลงทะเบียนเรียน วิชาการศึกษาวงจรและซ่อมบำรุงไมโครคอมพิวเตอร์ โปรแกรมวิชา คอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ภาคเรียนที่ 2/2551 จำนวน 30 คน เลือกกลุ่ม ตัวอย่างแบบเจาะจง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าที (*t-test*) ผลพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในเกณฑ์ดี สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ สำหรับวิชาการศึกษา วงจรและซ่อมบำรุงไมโครคอมพิวเตอร์ สามารถใช้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบจำลองสถานการณ์ การซ่อมบำรุงและประกอบเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

Abstract

This research is an experiment-based work, which aims to develop a simulation-based Computer-Assisted Instruction (CAI) for Circuit Description and Microcomputer Maintenance course, to validate the efficiency of the developed CAI, to evaluate students' learning achievement, and to evaluate the students' satisfaction after using

the developed CAI. The samples used in this experiment are purposively selected from 30 undergraduate computer science students registering for the Circuit Description and Microcomputer Maintenance course at Chandrakasem Rajabhat University in the semester 2/2008. The tools used in this research include pre-test, post-test, t-test, and questionnaire. The results from the experiment reveal that the efficiency of the CAI is 81.13/84.38, which is higher than the established criteria (80/80). The students' learning achievement after using the developed CAI is higher than before using at the statistically different level of .05. Finally, the students' satisfaction after using the developed CAI is at a "good" level. This can be concluded that the developed CAI can be well employed in the classroom.

Keywords: Simulation-Based Computer-Assisted Instruction, Circuit Description and Microcomputer Maintenance

1. บทนำ

เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์นั้นมีอิทธิพลต่อการพัฒนาประเทศ ที่ช่วยเพิ่มการผลิต การจัดการ ตลอดจนการส่งเสริมคุณภาพทางการศึกษา และพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนในสังคม ส่งเสริมสังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ [1] บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถือได้ว่าเป็นสื่อทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้รับความนิยมในการเรียนการสอนปัจจุบัน จะเห็นได้ว่าการทำวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในหลายสาขาวิชา เนื่องจากทุกฝ่ายเห็นประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ส่งผลให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งเป็นสื่อที่เน้นการได้รับประสบการณ์ตรงในการศึกษาเนื้อหา โดยเฉพาะกระบวนการที่มุ่งเน้นการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Domain) ทักษะหรือความชำนาญ (Psychomotor Domain) และเจตคติ (Affective Domain)

ด้วยการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี วิชาเอกวิทยาการคอมพิวเตอร์ หลักสูตรมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม รายวิชาการศึกษาวงจรและซ่อมบำรุง ไมโครคอมพิวเตอร์ นับว่าเป็นรายวิชาที่สำคัญในสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยมีจุดประสงค์ให้นักศึกษาเรียนรู้การซ่อมบำรุงและประกอบเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์รวมทั้งการนำไปประยุกต์เพื่อประกอบอาชีพ โดยปัญหาสำคัญของการเรียนการสอนก็คือ นักศึกษาบางคนที่ไม่มีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทักษะการใช้อุปกรณ์ อาจได้รับอันตรายต่อกระแสไฟฟ้า อีกทั้งทำให้อุปกรณ์ซึ่งเป็นสื่อในการเรียนการสอนที่มีราคาแพงเกิดความเสียหาย

จากปัญหาดังกล่าวจำเป็นต้องใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งเป็นการนำกิจกรรมใกล้เคียงความจริงมาให้ผู้เรียนได้ศึกษา

และพบเห็นภาพจำลอง เพื่อเพิ่มทักษะการใช้อุปกรณ์ ไม่ให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ รวมทั้งผู้ปฏิบัติงานและค่าใช้จ่าย โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของกัลยานี [2] ได้กล่าวไว้ว่า สถานการณ์จำลองเป็นเทคนิคการฝึกการทำงานด้วยการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นเหมือนจริง ในเหตุการณ์ที่จำลองให้ใกล้เคียงกับของจริงมากที่สุด การเลือกเทคนิคสถานการณ์จำลองกับการฝึกอบรมที่ต้องปฏิบัติงานกับเครื่องจักรขนาดใหญ่หรืออุปกรณ์ที่มีระบบซับซ้อนราคาแพง

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ สำหรับวิชาการศึกษาวงจรและซ่อมบำรุง ไมโครคอมพิวเตอร์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์
4. เพื่อวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์

1.2 สมมุติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ความพึงพอใจของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดี

1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรคือ นักศึกษาปริญญาตรี วิชาเอกวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่ลงทะเบียนในรายวิชา

การศึกษาวางจรและซ่อมบำรุงไมโครคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาปริญญาตรี วิชาเอก
วิทยาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 30 คน ได้จากการเลือก
แบบเจาะจง (Purposive sample)

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการทำวิจัยมี
ดังต่อไปนี้

2.1 เอกสารทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ก) การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ [3]

1. วิเคราะห์เนื้อหา (Analysis)
2. ออกแบบบทเรียน (Design)
3. สร้างบทเรียน (Development)
4. ทดลองใช้ (Implementation)
5. ประเมินผลบทเรียน (Evaluation)

ข) การพัฒนาคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ มี
ขั้นตอนดังต่อไปนี้ [4]

1. กำหนดรูปแบบของปัญหา หรือข้อมูล
(Problem and Information Identification)
2. เก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection)
3. สร้างตัวจำลอง (Model Building)
4. ตรวจสอบความถูกต้องตัวจำลอง (Model
Validation)
5. ทดสอบตัวจำลอง (Model Implementation)
6. การนำแบบจำลองไปใช้จริง (Model Operation)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วีระเชษฐ์ [5] ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การพัฒนา
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยสถานการณ์จำลอง
เรื่อง การถ่ายภาพเคลื่อนไหว วิชาการถ่ายภาพทางการ
ศึกษาโดยวิธีเทคนิคพิเศษ กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาที่

ลงทะเบียน วิชา การถ่ายภาพทางการศึกษา ภาควิชาครู
ศาสตร์เครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 30 คน
ใช้แผนการทดลองกลุ่มเดียวสอบก่อนเรียนหลังเรียน
และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการ
ทดสอบค่าที (t-test) ผลพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ มี
ประสิทธิภาพ 82.0/88.0 คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบ
หลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

ดิพพิง ขอน, ชูเชง จิน, จิน ชาง และ ดอง ฮาน
[6] ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบช่วยสร้างเกมแบบ
Open Source สำหรับการสร้างระบบการฝึกหัดบน
สถานการณ์จำลองการดับเพลิง การเกิดเพลิงไหม้ไม่
สามารถบอกได้ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใด ทำให้ผู้คนได้รับ
อันตรายจากเพลิงไหม้ อีกทั้งภายในเมืองใหญ่ยังเต็มไปด้วย
สิ่งก่อสร้างและ ปิโตรเคมี จึงต้องมีการป้องกันทั้ง
บุคคลและทรัพย์สิน จำเป็นต้องมีการฝึกนักดับเพลิง
เพื่อให้เข้าใจตรงกันในการปฏิบัติงาน และการฝึกหัดที่
ได้ผลเร็วที่สุดคือการใช้เทคโนโลยีสถานการณ์จำลอง
ระบบการจำลองสถานการณ์มีความสามารถในการ
สร้างการจำลองและการปฏิสัมพันธ์ผ่านทางเครื่อง
คอมพิวเตอร์หรือเครื่องจำลองอย่าง VR (Virtual
Reality) ซึ่งเป็นวิธีที่ได้ผลและมีประสิทธิภาพสำหรับ
การดับเพลิงภาคปฏิบัติ โดยการพัฒนาใช้ Delta3D ซึ่ง
เป็น Open Source ช่วยในการสถานการณ์จำลองที่
เสมือนจริงในมุมมอง 3 มิติ ซึ่งปัจจุบันเทคโนโลยี
Open Source ได้รับความนิยมและสามารถลดต้นทุนได้
เป็นอย่างดี

เจีย เลา, เอลเพช พี เมควานา, เดซี ลัว และ เจ ปี
เตอร์ คินเคียต์ [7] ศึกษาโปรแกรมจำลองพายุเฮอริเคน
สำหรับวิทยาศาสตร์ศึกษา ได้กล่าวถึงการเกิดและการ
ทำความเสียหายของพายุเฮอริเคนในสหรัฐอเมริกาถึง

10 ถึง 50 ล้าน ดอลลาร์ ซึ่งโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นจะเกี่ยวข้องกับการสร้างบ้านเพื่อบรรเทาและป้องกันพายุเฮอริเคน โดยเนื้อหาเกี่ยวกับผลกระทบของเฮอริเคนที่ปะทะกับโครงสร้างของบ้านที่ต่างชนิดกัน โดยใช้ภาพและเสียงแบบเสมือนจริงจึงทำให้ได้รับความสนใจและมีประสิทธิภาพในการสอน อีกทั้งการพัฒนาโปรแกรมใช้เทคนิคมุมมองแบบเสมือนจริง พัฒนาฐานข้อมูลสำหรับเนื้อหา และการแสดงส่วนประกอบต่างๆของอาคาร โดยโปรแกรม Adobe Flash และผู้วิจัยได้สรุปว่าโปรแกรมจำลองพายุเฮอริเคนที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในห้องเรียนและเหมาะสมกับหลักสูตรในพิพิธภัณฑสถานวิทยาศาสตร์

3. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยใช้แผนการทดลอง One Group Pretest-Posttest Design มุ่งเน้นพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1: แผนการทดลอง One Group Pretest-Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อนเรียน	การทดลอง	สอบหลังเรียน
E	T_1	X	T_2

3.1 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

ก) การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ในการวิจัยนี้มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา (Analysis) ศึกษาหลักสูตรรายวิชา วิเคราะห์เนื้อหารายวิชา ประเมินความสำคัญของหัวเรื่อง วิเคราะห์เครือข่าย และ กำหนดวัตถุประสงค์
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collections) รวบรวมเนื้อหาข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มากำหนด

เป็นโครงสร้าง แนวทางการพัฒนา และรวบรวมทรัพยากรที่จำเป็น

3. ขั้น การออกแบบตัวบทเรียน (Design) ออกแบบจอภาพ เนื้อหาบทดำเนินเรื่อง และออกแบบการควบคุมในการจำลอง

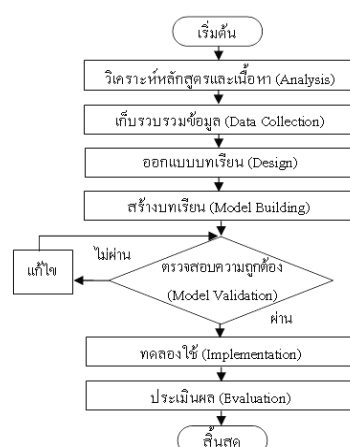
4. ดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ (Model Building) ใช้โปรแกรมหลักในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยใช้การเขียนคำสั่งควบคุมการทำงานและสร้างบทเรียน

5. การตรวจสอบความถูกต้องของตัวจำลอง (Model Validation) ตรวจสอบความถูกต้องของบทเรียนโดยผู้พัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญ ผู้สอนรายวิชา และผู้เรียนกลุ่มย่อย

6. การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ไปทดลองใช้ (Implementation) นำบทเรียนต้นแบบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ได้กำหนดไว้

7. การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ (Evaluation) เป็นการประเมินผลตัวบทเรียน และนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขส่วนต่างๆ ที่พบข้อบกพร่อง เพื่อให้ได้บทเรียนที่มีคุณภาพ

ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์แสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์

ข) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการวัด ประเมินผลทางการศึกษา

2. สร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาและ วัตถุประสงค์

3. ตรวจสอบความถูกต้องโดยอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

4. นำคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 4 ท่านมา วิเคราะห์เพื่อคัดเลือกแบบทดสอบที่มีเนื้อหาสอดคล้อง กับวัตถุประสงค์ โดยดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่า อยู่ระหว่าง 0.90 - 1.00 และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.94

5. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปหา ความยากง่ายโดยค่าความยากง่ายเฉลี่ยเท่ากับ 0.49 หา ค่าอำนาจจำแนก เฉลี่ยเท่ากับ 0.33 และหาความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ได้เท่ากับ 0.9 โดย นำไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว กรณี ข้อสอบไม่ถึงเกณฑ์นำมาปรับปรุงแก้ไข

ค) สร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของ ผู้เรียน

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถาม
2. สร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของผู้เรียน
3. ตรวจสอบความถูกต้องโดยที่ปรึกษาหรือ ผู้เชี่ยวชาญ

4. นำแบบสอบถามไปใช้และวิเคราะห์ข้อมูล

3.2 การดำเนินการทดลองเก็บข้อมูล

1. เตรียมห้องเรียนและคอมพิวเตอร์จำนวน 30 เครื่องติดตั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลอง สถานการณ์ที่พัฒนาขึ้น และอุปกรณ์จริงจำนวน 5 ชุด

2. นำกลุ่มตัวอย่างจัดผลลากแบ่งกลุ่มเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 6 คน

3. อธิบายขั้นตอนและเงื่อนไข ในการใช้บทเรียน

4. ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

5. ดำเนินการเรียนการสอนระยะเวลา 1 ภาค เรียน ในภาคเรียนที่ 2/2551 โดยใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง โดย เมื่อผู้เรียนจบในแต่ละเนื้อหาบทเรียนแล้ว จะให้ ผู้เรียนเข้ากลุ่มที่ได้จับสลากไว้เพื่อทำการศึกษากับ อุปกรณ์จริงภายในเวลาที่กำหนด

6. ผู้เรียนทำแบบทดสอบระหว่างเรียนในแต่ละ เนื้อหาเพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

7. ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) หลังจากการเรียนจนครบเนื้อหาที่กำหนด แล้วให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

8. เมื่อกลุ่มตัวอย่างเรียนครบหมดทุกเนื้อหาแล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในการ ใช้บทเรียน

9. นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อน เรียน แบบทดสอบระหว่างเรียนและ แบบทดสอบหลัง เรียน ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

10. สรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล และ เขียนรายงาน

3.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) [8] แสดงได้ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) [8]

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

3. วิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนน การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test [8] แสดงได้ดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}}$$

4. ผลการดำเนินงาน

ผลของการดำเนินการวิจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

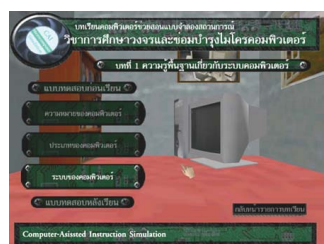
4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์

ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์มีรายละเอียดดังนี้

เนื้อหาของรายวิชาการศึกษาวจรและซ่อมบำรุงไมโครคอมพิวเตอร์ จำนวน 9 หน่วย มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 64 ข้อ แบบทดสอบทั้งหมด 150 ข้อ แบ่งเป็นแบบทดสอบทฤษฎี 138 ข้อ และแบบทดสอบปฏิบัติ 12 ข้อ การนำเสนอเนื้อหาบทเรียนเป็นแบบเชิงเส้นหรือจัดเนื้อหาตามลำดับ ผู้เรียนไม่สามารถลัดขั้นตอนได้ และสามารถทบทวนเนื้อหาได้ ภายในบทเรียนแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ย่อยๆ โดยตัวอย่างของบทเรียนแสดงดังภาพที่ 2 - 5



ภาพที่ 2: รายการบทเรียน



ภาพที่ 3: รายการบทเรียนย่อย



ภาพที่ 4: การนำเสนอเนื้อหา



ภาพที่ 5: การจำลองสถานการณ์

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์

ปรากฏผลดังตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2: แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ (n=30)

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ประสิทธิภาพ
ระหว่างเรียน	150	121.7	5.54	81.13
หลังเรียน	150	126.57	3.77	84.38

จากตารางที่ 2 พบว่า บทเรียนมีประสิทธิภาพ 81.13/84.38 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์นี้มีประสิทธิภาพ

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

ผลปรากฏดังตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3: แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน (n=30)

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	t
ก่อนเรียน	150	83.83	6.09	56.62
หลังเรียน	150	126.57	3.77	

จากตารางค่า t ที่ df=29 $\alpha = .05$ เท่ากับ 1.699 แสดงให้เห็นถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียน

ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.4 ผลการหาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์

ปรากฏผลดังตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4: แสดงผลการหาความพึงพอใจของผู้เรียนในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์

ผู้เรียน	N	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ผู้เรียนที่ใช้บทเรียน	30	4.11	0.61	ดี

จากตารางแสดงถึงความพึงพอใจของผู้เรียนในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ระดับดี

5. สรุป

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ สำหรับวิชาการศึกษาวงจรและซ่อมบำรุงไมโครคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ และความพึงพอใจของผู้เรียนต่อบทเรียนอยู่ในระดับดี ดังนั้นจึงสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ไปใช้ในการเรียนการสอนได้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเลขาธิการคณะกรรมการเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งชาติ. กรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศระยะ พ.ศ. 2544-2553 ของประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ธนาเพรส แอนด์ กราฟิกส์, 2545.
- [2] กัลยาณี บุญชู. “การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยฝึกอบรม แบบสถานการณ์จำลองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความรู้ด้านกฎ

จราจร.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.

- [3] มนต์ชัย เทียนทอง. “การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” กรุงเทพฯ : ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- [4] H.J. Watson and J.H. Blackstone, “Computer simulation” Canada John Wiley and Sons, Inc 1989.
- [5] วีระเชษฐ มะแซ. “การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยสถานการณ์จำลอง เรื่อง การถ่ายเทพลังงานในวงจรการถ่ายเทพลังงานทางการศึกษาโดยวิธีเทคนิคพิเศษ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.
- [6] Luo J., Makwana, A.P., Liao, D. and Kincaid, J.P. Hurricane!-A Simulation-Based Program for Science Education. In Proceeding of the 2008 Winter Simulation Conference, S.J. Mason, R.R. Hill, L. Monch, O. Rose, T. Jefferson, J. W. Fowler eds. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Piscataway, NJ, 2008.
- [7] Yuan, D., Jin, Xuesheng, J., Zhang, J., and Han, D. Applying Open Source Game Engine for Building Visual Simulation Training System of Fire Fighting. In Proceeding of the AsiaSim 2007 Conference, CCIS 5, 2007.
- [8] ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น, 2538.

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์ ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ศึกษาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

สุรมัย รังษิธรรม¹ มงคล หวังสถิตย์วงษ์² และ จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์³

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : ¹suramair@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ศึกษาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ และเพื่อหาความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียน กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนสยามบริหารธุรกิจ ที่ได้จากกลุ่มอย่างง่ายจำนวน 28 คน ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.54/80.06 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้และความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 20.89 สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ศึกษาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพดี ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงขึ้น สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการได้

คำสำคัญ: การเรียนแบบมีส่วนร่วม เทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์ เทคนิคเพื่อนคู่คิด บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่าย

Abstract

This research was an experimental research. The purposes of this study were to construct and find out the efficiency of A Development of Collaborative WBI using STAD and Think-Pair-Share on Management Information System, Vocational Certificate Level and to find out the learning effectiveness between before and after learning by using this

lesson. The samples used of this research were 28 students studied in the second year of Certificate Level Siam Business Administration College, second semester, academic year 2008. The results of this research illustrated that firstly, the efficiency of the Collaborative WBI using STAD and Think-Pair-Share on Management Information System was 80.54/80.06 which was higher than 80/80 as setting criterion in the hypothesis. Secondly, the learning progress of the students of computer lesson for teaching with the participatory technique which created was 20.89. Finally, the learner's opinion after using this the Collaborative WBI using STAD and Think-Pair-Share on Management Information System found that it was in a good level and can be used in the learning-teaching of Management Information System for the students of high professional certificate level.

Keywords: Collaborative Learning, STAD, Think-Pair-Share, Web-Based Instruction

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิจาาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ เป็นวิชาหนึ่งในหลักสูตรระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.2) กลุ่มวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ โรงเรียนสยามบริหารธุรกิจ จากการสอบถามด้วยแบบสอบถามผู้สอนวิจาาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการพบว่าวิชาดังกล่าวเป็นวิชาที่เนื้อหาที่มีปริมาณมาก มีความรู้พื้นฐานที่ต่างกัน การรับรู้ของเนื้อหาของนักเรียนแต่ละคนไม่เท่ากัน ขาดความกระตือรือร้นที่จะแสดงความคิดเห็น ไม่กล้าตั้งคำถาม ไม่กล้านำเสนอผลงาน ต่างคนต่างเรียน ไม่มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จนทำให้บรรยากาศในการเรียนขาดทักษะในการสื่อสารที่ดีต่อกัน จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนสยามบริหารธุรกิจที่เรียนวิจาาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โดยเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ จากสภาพปัญหาการจัดการกระบวนการเรียนการสอนที่ให้ผู้สอนเป็นจุดศูนย์กลาง และนักเรียนมีศักยภาพในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้ผู้เรียนไม่มีความรู้ลึกซึ้งในเนื้อหาวิชา การปรับกระบวนการเรียนการสอนจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ในขณะที่เดียวกันยังคงรักษารูปแบบ

ของการเรียนในชั้นเรียนที่แต่ละห้องจัดนักเรียนคละกัน ทั้งนักเรียนที่เก่ง ปานกลาง อ่อน ผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันสามารถที่จะร่วมกันเรียนรู้ นอกจากนี้การเรียนเป็นทีม ผู้เรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ฝึกทักษะทางสังคมและเป็นการเรียนที่สนุก จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสม เนื่องจากการเรียนรู้เป็นทีมเป็นการใช้กระบวนการการเรียนรู้ร่วมกัน [1] การเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) จึงเป็นวิธีการเรียนแบบหนึ่งที่ถูกนำเข้ามาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีวิธีการที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก โดยที่สมาชิกแต่ละคนต้องมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และในความสำเร็จของกลุ่ม ทั้งโดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น รวมถึงการให้กำลังใจแก่กันและกัน สมาชิกแต่ละคนต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ และภาระงานของตนเองพร้อมไปกับการมีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งความสำเร็จของแต่ละบุคคลคือความสำเร็จของกลุ่ม และความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของทุกคนเช่นกัน [9] การเรียนรู้ร่วมกันอยู่บนหลักการของรูปแบบที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ส่งเสริม

ให้ผู้เรียนรู้จักการคิดวิเคราะห์ โดยเน้นผู้เรียนเป็นผู้ร่วมทำกิจกรรมเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองจากประสบการณ์ที่หลากหลายของผู้เรียนแต่ละคน จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนอื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีข้อตกลง มีจุดมุ่งหมายในการเรียนร่วมกัน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความสำเร็จ [8] การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมในรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์สัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Division : STAD) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เป็นกลุ่ม โดยหลักการพื้นฐานของรูปแบบการเรียนรู้ที่เป็นกลุ่ม จะประกอบด้วยกรให้รางวัลเป็นกลุ่ม ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในการวางเงื่อนไขให้นักเรียนพึ่งพากัน การจัดสภาพการณ์ให้เกิดความรับผิดชอบในส่วนบุคคลที่จะเรียนรู้ ความสำเร็จของกลุ่มอยู่ที่การเรียนรู้ของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม จัดให้มีโอกาสเท่าเทียมกันที่จะประสบความสำเร็จ นักเรียนมีส่วนช่วยให้กลุ่มประสบความสำเร็จด้วยการพยายามทำผลงานให้ดีขึ้นกว่าเดิมในรูปแบบของคะแนนปรับปรุง [4] เมื่อพิจารณาถึงข้อดีของเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์สัมฤทธิ์ ซึ่งจะเน้นรูปแบบการเรียนรู้ที่เป็นกลุ่ม โดยสมาชิกในกลุ่มจะต้องช่วยเหลือกัน มีการเสนอความคิดเห็นร่วมกัน แต่เทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์สัมฤทธิ์ก็ยังมีข้อเสียคือสมาชิกในกลุ่มเชื่อในคำตอบของคนเก่งที่สุดในกลุ่มจนทำให้ไม่เสนอความคิดเห็น ผู้วิจัยจึงนำเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เข้ามาใช้ร่วมกับเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์สัมฤทธิ์ เนื่องจากเทคนิคเพื่อนคู่คิดเป็นอีกรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่จัดให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มที่มีขนาดเล็กลง จะเป็นการระดมสมองซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้มากขึ้น เป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ที่ผู้เรียนแต่ละคนมีแตกต่างกัน โดยผู้เรียนจะต้องสรุปสาระด้วยตนเองก่อน จากนั้นจะมีการแลกเปลี่ยนกับเพื่อนโดยจับคู่

ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีโอกาสแสดงออกมากขึ้นและปรับความรู้ ความเข้าใจได้ในระดับหนึ่ง ทำให้เห็นมุมมองมากกว่าเดิมที่มีอยู่เพียงมุมมองเดียว และจากนั้นจะเป็นการนำเสนอในลักษณะกลุ่มใหญ่ ซึ่งผู้เรียนทุกคนย่อมมีความมั่นใจในการนำเสนอความคิดเห็นและมีการพัฒนาทักษะทางสังคมมากขึ้น [2]

จากสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนและความแตกต่างในศักยภาพการเรียนรู้ของนักเรียนที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จึงมีแนวคิดที่จะนำรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้การสอนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมโดยใช้เทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์สัมฤทธิ์ ซึ่งมีข้อดีในด้านการแข่งขันระหว่างกลุ่ม แล้วทำการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด เพื่อให้กลุ่มการเรียนรู้มีขนาดเล็กลง อันจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้วิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการดีขึ้น

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนระบบเครือข่าย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนระบบเครือข่าย เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำเสนอผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้เว็บเบราว์เซอร์เป็นตัวจัดการ ดังนั้นจึงมีความแตกต่างกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนธรรมดาอยู่บ้างในส่วนของการใช้งาน ได้แก่ ส่วนของระบบการติดต่อกับผู้ใช้ ระบบการนำเสนอบทเรียน ระบบการสืบท้องถิ่นข้อมูลและระบบการจัดการบทเรียน เป็นต้น เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนระบบเครือข่ายนำเสนอผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งใช้หลักการนำเสนอแบบไฮเปอร์เท็กซ์ที่ประกอบด้วยข้อมูลเป็นแฟรมๆ โดยแบ่งออกเป็นแฟรมหลักหรือเรียกว่าโหนดหลัก และโหนดย่อย รวมทั้งยังมีการเชื่อมโยงแต่ละโหนดซึ่งกันและกันที่เรียกว่าไฮเปอร์ลิงก์ (Hyperlink) สำหรับส่วนที่ไม่แตกต่างกันระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนระบบเครือข่ายก็คือ หลักการนำเสนอองค์ความรู้ที่ยึดหลักการและประสบการณ์การเรียนรู้เช่นเดียวกันทุกประการ เนื่องจากเป้าหมายของบทเรียนทั้ง 2 ประเภทก็เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนจากที่ไม่ได้หรือที่ไม่รู้ไปเป็นการทำได้หรือรู้ [3]

2.2 การเรียนรู้ร่วมกัน

ลักษณะสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือคือ การให้นักเรียนซึ่งประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกันทั้งด้านสติปัญญาได้มาทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยมีเป้าหมายในการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีความรับผิดชอบต่อตนเองและกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกันและสมาชิกทุกคนในกลุ่มรู้วิธีการทำงานอย่างมีระบบและขั้นตอน เพื่อช่วยให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ [5]

2.3 เทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์

วิธีการเรียนรู้ร่วมกันด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์จะต้องมีเป้าหมายของกลุ่มและช่วยเหลือกันเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม ส่วนหลักการของการเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียนที่มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มประมาณ 4-5 คน โดยสมาชิกในกลุ่มจะต้องมีความสามารถแตกต่างกัน และเทคนิคนี้จะต้องใช้การเสริมแรง เช่น รางวัล คำชมเชย เป็นต้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมมือกันทำงาน [6]

2.4 เทคนิคเพื่อนคู่คิด

เทคนิคเพื่อนคู่คิดเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนได้เรียนจากกลุ่มเล็กเสียก่อน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง คิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อน (Think) หลังจากนั้นนำคำตอบของตนไปอภิปรายกับเพื่อนอีกคนหนึ่งที่เป็นคู่ของตน (Pair) เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องหรือดีที่สุดแล้ว จึงนำคำตอบนั้นมาอธิบายร่วมกัน (Share) นักเรียนทุกคนได้

แสดงความคิดเห็น และมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับเพื่อนนักเรียนได้ช่วยเหลือเพื่อนนักเรียนที่เรียนอ่อน นักเรียนที่เรียนอ่อนจะเข้าใจคำอธิบายจากนักเรียนที่เรียนเก่งและเป็นการฝึกความมีระเบียบวินัยในการเรียน [7]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) และได้กำหนดแบบแผนการทดลองโดยใช้รูปแบบ One-Group Pretest-Posttest Design

3.2 การกำหนดประชากรและคัดเลือกกลุ่มทดลอง

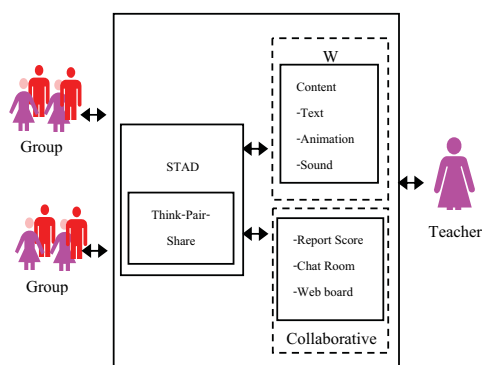
ประชากรที่ใช้ในการอ้างอิงผลวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการโรงเรียนสยามบริหารธุรกิจ กลุ่มทดลองการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากกลุ่มนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ โรงเรียนสยามบริหารธุรกิจ ที่เรียนวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 1 ห้อง จำนวน 28 คน

3.3 ระยะเวลาในการทดลอง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ตั้งแต่วันที่ 28 ตุลาคม 2551 ถึงวันที่ 16 ธันวาคม 2551

3.4 การออกแบบรูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด

มีส่วนร่วมด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด



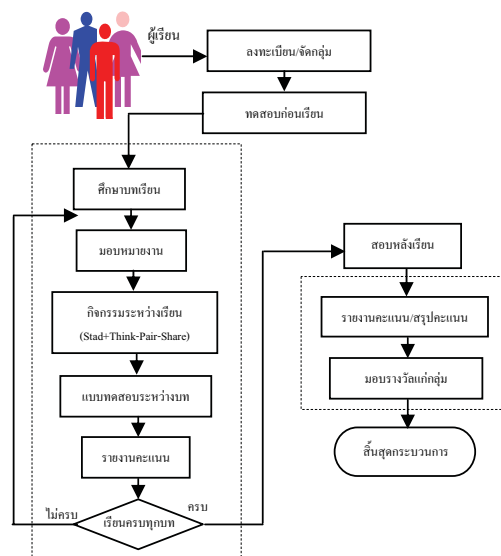
ภาพที่ 1: รูปแบบระบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบส่วนร่วมด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์สัมฤทธิ์ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์

1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยเนื้อหาที่จะได้นำเสนอโดยเป็นลักษณะของข้อความ ภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง ซึ่งเป็นลักษณะของลักษณะของสื่อผสมให้ผู้เรียนมีความสนใจในเนื้อหาวิชา ส่วนของการสนับสนุนแบบมีส่วนร่วม ประกอบไปด้วยรายงานผลการเรียนแบบแต่ละบุคคลและรายงานผลการเรียนแบบเป็นกลุ่ม ห้องสนทนาที่สามารถคุยได้เฉพาะในกลุ่มของตนเอง กระดานถามตอบ ซึ่งสามารถตั้งคำถามได้ทั้งชั้นเรียน

2) เทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์สัมฤทธิ์ในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยเทคนิคการนำเสนอเนื้อหาซึ่งจะเป็นการเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น ซึ่งแต่ละกลุ่มจะได้เนื้อหาที่เหมือนกัน จากนั้นจะมีการแบ่งกลุ่มเรียนกลุ่มย่อย โดยระบบจะแบ่งกลุ่มให้หลังจากลงทะเบียนเรียน ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะมีสมาชิกในกลุ่มทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อนอยู่ด้วยกัน มีการทดสอบย่อย มีการรายงานคะแนนของแต่ละบุคคลและรายงานคะแนนของแต่ละกลุ่ม

3) เทคนิคเพื่อนคู่คิด ในส่วนนี้จะมีการแสดงความคิดเห็นแบบคนเดียว มีการจับคู่อภิปรายกันภายในกลุ่ม และให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปรายพร้อมกัน

3.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้



ภาพที่ 2: ขั้นตอนการทำงานของกิจกรรมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์สัมฤทธิ์ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด

การจัดกิจกรรมแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์สัมฤทธิ์ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ได้ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. ขั้นการลงทะเบียน ผู้เรียนลงทะเบียนจากระบบ โดยกรอกรายละเอียดส่วนตัวเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการที่จะนำไปจัดกลุ่ม เช่น รหัสผู้ใช้ รหัสผ่าน เกรดเฉลี่ยรายวิชาคอมพิวเตอร์ รูปภาพผู้ใช้
2. ขั้นการจัดกลุ่มผู้เรียน เมื่อผู้เรียนได้ลงทะเบียนเรียบร้อยแล้ว ระบบจะทำการจัดกลุ่มผู้เรียนโดยยึดตามเกรดเฉลี่ยรายวิชาคอมพิวเตอร์ที่ผู้เรียนทำ

การกรอกไว้ ระบบจะทำการจัดกลุ่มผู้เรียนกลุ่มๆ ละ 4 คน โดยให้คนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คนอยู่กลุ่มเดียวกัน

3. ขึ้นทดสอบก่อนเรียน โดยระบบทำการสุ่มข้อสอบก่อนเรียนตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนในระบบ

4. ขึ้นการศึกษาบทเรียน เมื่อผู้เรียนเข้าสู่ระบบแล้ว ระบบจะนำเสนอเนื้อหาบทเรียนถึงแบบฝึกหัด ในส่วนของกิจกรรมระหว่างเรียนจะมีคำถามให้ผู้เรียนได้อภิปรายร่วมกัน โดยให้สมาชิกในกลุ่มได้แสดงความคิดเห็นแบบคนเดียว หลังจากนั้นระบบก็จะทำการจับคู่สมาชิกภายในกลุ่มเพื่อให้มีการอภิปรายแสดงความคิดเห็นร่วมกัน และจะทำการร่วมกันอภิปรายของสมาชิกภายในกลุ่ม และให้สิทธิสมาชิกภายในกลุ่มเป็นผู้ตอบคำถาม

5. ขึ้นการสอบหลังเรียน หลังจากที่ได้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาบทเรียนทุกบทแล้ว ระบบจะทำการสุ่มข้อสอบหลังเรียนตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนในระบบ

6. ขึ้นการรายงานและสรุปผลคะแนน ระบบจะแสดงข้อมูลรายงานคะแนนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนที่เป็นรายบุคคลและคะแนนของกลุ่ม และกลุ่มใดได้คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนสูงสุดจะได้รับการยกย่องและได้รับรางวัล

3.6 เครื่องมือในการวิจัย

1) ข้อสอบแบบ 4 ตัวเลือก

สร้างแบบทดสอบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นแบบทดสอบแบบ 4 ตัวเลือก นำแบบทดสอบฉบับร่างมาทดลองใช้กับผู้เรียนระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ โรงเรียนสยามบริหารธุรกิจ จำนวน 30 คน นำมา

วิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบตามสูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่ดีควรมีค่ามากกว่า 0.6 ขึ้นไป ซึ่งค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.89 และหาค่าระดับความยากง่าย และอำนาจจำแนก ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: สรุปค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

รายการ	ค่าความยากง่าย		ค่าอำนาจจำแนก	
	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย
แบบทดสอบ 150 ข้อ	0.20-0.80	0.62	0.25-0.75	0.30

2) แบบประเมินคุณภาพบทเรียนด้านเนื้อหาและด้านเทคนิควิธีการ

3) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1) สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน,

2) สถิติการวิเคราะห์แบบทดสอบ ได้แก่ การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ,การวิเคราะห์ความยากง่าย, การวิเคราะห์อำนาจจำแนก, ค่าความเชื่อมั่น, ค่าประสิทธิภาพของบทเรียน

4. ผลของการวิจัย

4.1 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์สัมฤทธิ์ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ วิชา ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ ที่ได้นำบทเรียนไปทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 28 คน ณ โรงเรียนสยามบริหารธุรกิจ สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ โดยวัดการเรียนรู้จากการทำแบบทดสอบระหว่างบทเรียนทุกครั้ง หลังจากที่นักเรียนเรียนจบหนึ่งบทเรียนของทุกบทเรียน และวัดจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนด โดยเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างบทเรียนในแต่ละบทเรียน และคะแนนจากแบบทดสอบหลังจากเรียนจบครบทุกบทเรียนแล้ว แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์สัมฤทธิ์ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ วิชา ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ E1 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 5.08 และ E2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 3.89 ค่าประสิทธิภาพของแบบทดสอบเท่ากับ 80.54/80.06

4.2 ผลความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์สัมฤทธิ์ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ วิชา ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

ผลการศึกษาความก้าวหน้าของกลุ่มทดลองพบว่าผู้เรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์สัมฤทธิ์ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ วิชา ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ ที่สร้างขึ้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 20.89

ตารางที่ 2: ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียน

ก่อนเรียน (60 คะแนน)			หลังเรียน (60 คะแนน)			ร้อยละ ความ ก้าวหน้า
ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ	
35.50	5.98	59.17	48.04	3.89	80.06	20.89

5. บทสรุป

การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์สัมฤทธิ์ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดนี้ เป็นการเรียนในลักษณะที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมที่จะเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งกำหนดให้ผู้เรียนเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน โดยสมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน ทั้งทางด้านการเรียน เพศ ประสบการณ์ เป้าหมายหลักของการเรียนแบบมีส่วนร่วมคือความสำเร็จของกลุ่มซึ่งขึ้นอยู่กับผลการเรียนรู้เป็นรายบุคคลของสมาชิกภายในกลุ่ม จึงทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะแสดงความคิดเห็น มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในกลุ่ม กล่าวที่จะตั้งคำถามและนำเสนอผลงาน มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีทักษะในการสื่อสารที่ดีต่อกัน และการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมนอกเวลาเรียนในห้องเรียน รวมทั้งทบทวนเนื้อหาได้ทุกสถานที่และเวลา

ดังนั้นการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์สัมฤทธิ์ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ วิชา ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ ทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] พิชัย ทองดีเลิศ. การเรียนรู้ร่วมกันผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ : ความสอดคล้องของเทคโนโลยีและวิธีการสำหรับการศึกษายุคใหม่. วิทยาสารกำแพงแสน ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 พ.ศ.2546 .

- [2] สันติ วิจักขณาลัญญ์. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้การสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์. เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการ โครงการพัฒนาคุณภาพด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำหรับโรงเรียนในชนบท คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 8 ตุลาคม 2547.
- [3] มนต์ชัย เทียนทอง. การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- [4] ไสว พิกขาว. การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏจันทรเกษม, 2542.
- [5] อัสวชัย ล้มเจริญ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์และการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันราชภัฏนครสวรรค์, 2546.
- [6] อุบลรัตน์ เสื่อน้อย. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์กับวิธีการเรียนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี, 2547.
- [7] ประภาพรธรรม อินทร์เพ็ญ. การศึกษาผลการสอนแบบอริยสัจโดยใช้เทคนิคคู่คิดคู่สร้างในวิชาสังคมศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรการเรียนการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 2548.
- [8] Bonk, Curtis J. and Wisher, Robert A. Applying Collaborative and E-learning to Military Distance Learning. United States Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.[Online], 2000 Available from: www.smith.edu/educ/people/r/554syl.htm
- [9] Panizt, T. Collaborative Versus Cooperative Learning- A Comparison of the Two Concepts Which Will Help Us Understand the Underlying Nature of Interactive Learning. [online] form <http://www.capecod.net/~tpanitz/tedspage/tedsarticles/coopdefinition.html>

การพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้วยการเรียนรู้ร่วมกัน โดยใช้เทคนิคปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคจิกซอว์ เรื่อง อินเทอร์เน็ตเบื้องต้น

เยาวลักษณ์ พรหมศรี¹ มงคล หวังสฤติยวงศ์² และ จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์³

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : ¹poo_kmutt@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคการใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคจิกซอว์ เรื่อง อินเทอร์เน็ตเบื้องต้น และเพื่อหาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุราชประสิทธิ์ ปีการศึกษา 2551 จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคการใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคจิกซอว์ แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบระหว่างบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน แบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านเทคนิควิธีการ ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคการใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคจิกซอว์ บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัย พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 81.04/80.17 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งสมมติฐานไว้ และความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 35.29 สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคการใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคจิกซอว์ เรื่อง อินเทอร์เน็ตเบื้องต้นที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพดี สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนได้ และส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกัน โดยในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพากัน มีความรับผิดชอบร่วมกัน ทั้งในส่วนตนและส่วนรวมเพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคการใช้ปัญหาเป็นฐาน เทคนิคจิกซอว์ อินเทอร์เน็ตเบื้องต้น

Abstract

The objectives of this research were to develop Web-Based Collaborative Learning Using Problem Based Learning with Jigsaw on Introduction to Internet and evaluate the learning progress of sampling group. The samples were 40 students in the Primary 6, Anurajaprasit School in 2008 academic year. The research tools were pretest, WBI, posttest of each unit, summative test and questionnaires for content and methodology experts. The results of this research were illustrated that, firstly, the efficiency of Web-Based Collaborative Learning Using Problem Based Learning with Jigsaw on Introduction to Internet was at 81.04/80.17 higher than the 80/80 as setting criterion in the hypothesis. Secondly, the learning progress of sampling group was about 35.29%. Finally, the learner's opinion after using this Web-Based Collaborative Learning Using Problem Based Learning with Jigsaw on Introduction to Internet found that it was in a good level. In conclusion, the developed Web-Based Collaborative Learning Using Problem Based Learning with Jigsaw on Introduction to Internet can be applied to the target groups.

Keywords: Web-Based Collaborative Learning, Problem Based Learning, Jigsaw, Internet

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภารกิจสำคัญของครูคือการจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติเต็มตามศักยภาพ เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกายและจิตใจ ครูยุคปัจจุบันต้องเป็นครูมืออาชีพ ซึ่งบทบาทของครูมืออาชีพ คือการปรับเปลี่ยนแนวคิดวิธีสอนจากการสอนให้ความรู้แก่ผู้เรียนมาเป็นวิธีสอนหาความรู้ให้กับนักเรียนเนื่องจากในโลกแห่งความจริงมีความรู้มากมายเกินกว่าที่ คุณครูคนไหนๆ จะสามารถสอนผู้เรียนให้เรียนรู้จนหมดได้ [1] จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงเป็นเหตุให้ได้มีการปฏิรูปการศึกษาโดยมีผู้สอนทำหน้าที่จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความรับผิดชอบและมีส่วนร่วมเต็มที่ต่อการเรียนรู้ของตน [2] ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสาระการเรียนรู้เทคโนโลยี สารที่ 4

เทคโนโลยีสารสนเทศ เรื่อง อินเทอร์เน็ตเบื้องต้นระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุราชประสิทธิ์ จังหวัดนนทบุรี ซึ่งจะเห็นได้จากคะแนนสอบ นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 61.05 ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่น่าพอใจคือร้อยละ 75 พบว่าผลการเรียนยังไม่เป็นที่น่าพอใจ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้เทคโนโลยีสารสนเทศในระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้คือมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 68.23 เป้าหมายกำหนดไว้ร้อยละ 75 นอกจากนั้นยังพบว่านักเรียนขาดทักษะการคิดแก้ปัญหาวิเคราะห์ ซึ่งจะเห็นได้จากผลคะแนนการอ่านคิดวิเคราะห์ ต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งจากสภาพปัญหาดังกล่าว พบว่าการเรียนรู้เรื่องอินเทอร์เน็ตเบื้องต้น ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้การคิดวิเคราะห์เป็นเครื่องมือในการศึกษาหาความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่างๆ และจากสภาพปัญหาการจัดกระบวนการเรียนการสอน

ที่ไม่เอื้อให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น ด้วยตนเองได้ การปรับกระบวนการเรียนการสอนจึงเป็นสิ่งจำเป็น [3] เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น พัฒนาทักษะการการติดต่อสื่อสารที่ดี ทักษะการแก้ปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนมีการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้เป็นทีมจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสม เนื่องจากการเรียนรู้เป็นทีมเป็นการใช้กระบวนการกลุ่มที่ช่วยให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ได้พูดคุยปรึกษา ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีความเอื้ออาทรต่อกันและกัน มีบรรยากาศการเรียนรู้ที่อบอุ่นและเป็นมิตร ในขณะที่นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้พฤติกรรมของ ผู้อื่นเกิดความเข้าใจในตนเองและเข้าใจ ผู้อื่นได้ดียิ่งขึ้น ได้เรียนรู้ข้อมูลประสบการณ์ต่าง ๆ อย่างมากมาย มีทัศนคติที่ดีและที่สำคัญก็คือ ได้เรียนรู้ที่จะปรับตัวให้สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้ดีมีทัศนคติที่ดีต่อการทำงานเป็นทีม [6] การเรียนรู้ร่วมกันอยู่บนหลักการของรูปแบบที่ผู้เรียนเป็นผู้ร่วมทำกิจกรรมเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองจากประสบการณ์ที่หลากหลายของผู้เรียนแต่ละคน จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นอื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีข้อตกลง มีจุดมุ่งหมายในการเรียนร่วมกัน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความสำเร็จ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่ผ่านมามีพบว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอร์ (Jigsaw) เป็นการกำหนดให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน ซึ่งสามารถใช้ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เป็นวิธีการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยกระบวนการกลุ่มเป็นการพัฒนาตัวผู้เรียนโดยตรงที่สามารถมีทักษะการคิด การทำงานร่วมกับทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการ

คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และคิดอย่างสร้างสรรค์ นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและได้ลงมือปฏิบัติมากขึ้น ส่วนของผู้สอนก็จะลดบทบาทของการเป็นผู้ควบคุมในชั้นเรียนลง แต่นักเรียนจะมีอำนาจในการจัดการควบคุมตนเอง

จากความสำคัญของปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้วยการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งการทำวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้เทคนิคการใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคจิกซอร์ จะช่วยส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และช่วยการพัฒนาความรู้ กระบวนการคิด เจตคติ ค่านิยมและทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ส่งเสริมทักษะในการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนระบบเครือข่าย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนระบบเครือข่ายเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำเสนอผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยใช้เว็บเบราว์เซอร์เป็นตัวจัดการ ดังนั้นจึงมีความแตกต่างกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนธรรมดาอยู่บ้างในส่วนของการใช้งาน ได้แก่ ส่วนของระบบการติดต่อกับผู้ใช้ ระบบการนำเสนอบทเรียน ระบบการสืบท่องข้อมูลและระบบการจัดการบทเรียน เป็นต้น เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนระบบเครือข่ายนำเสนอผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งใช้หลักการนำเสนอแบบไฮเปอร์เท็กซ์ที่ประกอบด้วยข้อมูลเป็นเฟรม ๆ โดยแบ่งออกเป็นเฟรมหลักหรือเรียกว่าโหนดหลัก และโหนดย่อย รวมทั้งยังมีการเชื่อมโยงแต่ละโหนดซึ่งกันและกันที่เรียกว่าไฮเปอร์ลิงก์ (Hyperlink) สำหรับส่วนที่ไม่แตกต่างกันระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนระบบเครือข่ายคือ หลักการนำเสนอองค์ความรู้ที่ยึดหลักการและประสบการณ์การเรียนรู้เช่นเดียวกันทุกประการ เนื่องจากเป้าหมายของบทเรียนทั้ง 2 ประเภท เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนจากที่ไม่ได้หรือที่ไม่รู้ไปเป็นการที่ได้หรือรู้ [5]

2.2 การเรียนการสอนแบบร่วมมือ

การเรียนการสอนแบบร่วมมือ หมายถึง เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติงานเป็นกลุ่มย่อย โดยมีสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกัน เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพการเรียนรู้ของแต่ละคน สนับสนุนให้มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จนบรรลุเป้าหมายที่วางไว้

2.3 การจัดกิจกรรมแบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน

รูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม โดยให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่ จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาด้วย การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ปัญหาเป็นหลัก

2.4 การจัดกิจกรรมแบบจิกรอร์

นักเรียนแต่ละคนจะศึกษาเพียงส่วนหนึ่งหรือหัวข้อย่อยของเนื้อหาทั้งหมด โดยการศึกษาเรื่องนั้น ๆ จากเอกสารหรือกิจกรรมที่ครูจัดให้ในตอนศึกษาหัวข้อย่อยนั้น นักเรียนจะทำงานเป็นกลุ่มกับเพื่อนที่ได้รับมอบหมายให้ศึกษาหัวข้อย่อยเดียวกันและเตรียมพร้อมที่จะกลับไปอธิบายหรือสอนเพื่อนสมาชิกในกลุ่มพื้นฐานของตนเอง หลังจากนั้นจะมีการทดสอบย่อยและหาคะแนนความก้าวหน้าของแต่ละคนของกลุ่ม

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) และได้กำหนดแบบแผนการทดลองโดยใช้รูปแบบ One-Group Pretest-Posttest Design

3.2 การกำหนดประชากรและคัดเลือกกลุ่มทดลอง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุราชประสิทธิ์ ที่เรียนสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่อง อินเทอร์เน็ตเบื้องต้น ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 กลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนอนุราชประสิทธิ์ การเลือกกลุ่มตัวอย่างคัดเลือกแบบสุ่มอย่างง่าย จำนวน 1 ห้องเรียน

3.3 การออกแบบข้อสอบแบบ 4 ตัวเลือก

สร้างแบบทดสอบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นแบบทดสอบแบบ 4 ตัวเลือก นำแบบทดสอบฉบับร่างมาทดลองใช้กับผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนอนุราชประสิทธิ์ จำนวน 30 คน วิเคราะห์หาระดับความยากง่าย และอำนาจจำแนก แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าระดับความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกที่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดดังนี้

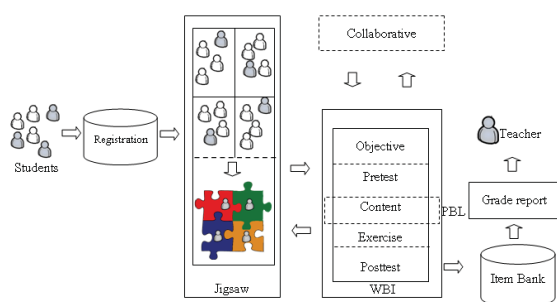
ตารางที่ 1: สรุปค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

รายการ	ค่าความยากง่าย		ค่าอำนาจจำแนก	
แบบทดสอบ	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย
90 ข้อ	0.20-0.80	0.60	0.25-0.75	0.33

3.4 การออกแบบรูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคจิกซอว์

เมื่อผู้เรียนลงทะเบียนแล้ว ระบบจะทำการจัดกลุ่มตามคะแนนของผู้เรียน โดยสมาชิกในกลุ่มจะประกอบด้วย เก่ง 1 ปานกลาง 2 อ่อน 1 ผู้เรียนจะเข้าสู่การจัดกิจกรรมด้วยเทคนิคจิกซอว์คือ ระบบจะกำหนดเนื้อหาให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้ศึกษาเนื้อหาคนละ 1 หัวข้อ หลังจากนั้นผู้เรียนแต่ละคนต้องถ่ายทอดเนื้อหาให้สมาชิกในกลุ่มของตนเอง และทำแบบทดสอบย่อย โดยคะแนนสมาชิกแต่ละคนจะถูกรวมเป็นคะแนนกลุ่ม มีการรายงานคะแนนรายบุคคลและคะแนนของแต่ละกลุ่ม

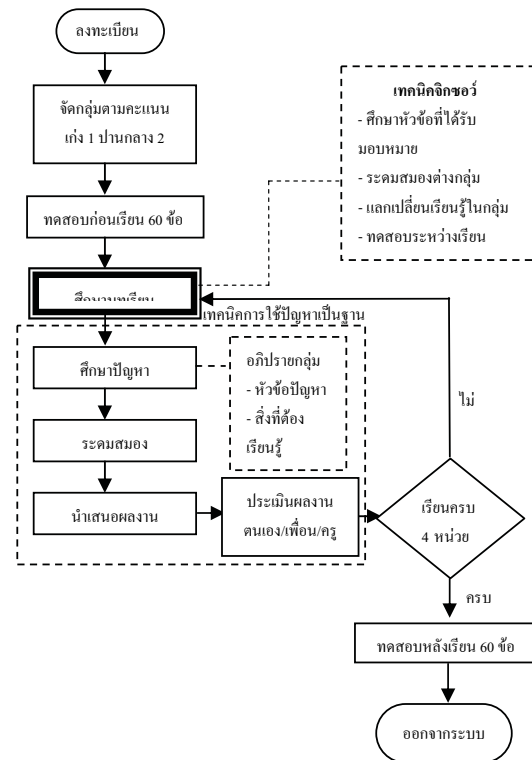
เทคนิคการใช้ปัญหาเป็นฐานจะประกอบไปด้วย ปัญหากรณีศึกษา โดยกลุ่มสมาชิกช่วยกันวิเคราะห์ปัญหาผ่านห้องสนทนาเพื่อตอบคำถามลงในแบบบันทึก กลุ่มสมาชิกสร้างสรรค์ชิ้นงานและนำเสนอชิ้นงาน ผู้เรียนนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ตลอดจนซักถามข้อสงสัยต่าง ๆ



ภาพที่ 1: รูปแบบระบบการเรียนการจัดกิจกรรมร่วมมือกันเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคจิกซอว์

3.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมร่วมมือกันเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคจิกซอว์ได้ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้



ภาพที่ 2: ขั้นตอนการจัดกิจกรรมด้วยการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้เทคนิคการใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคจิกซอว์

ขั้นการลงทะเบียน ผู้เรียนลงทะเบียนเรียนจากระบบ โดยที่จะกรอกรายละเอียดส่วนตัวเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการที่ระบบจะนำไปจัดกลุ่ม ดังนี้ คำนำหน้าชื่อ ชื่อ นามสกุล เบอร์โทรศัพท์ อีเมล ที่อยู่ รหัสผู้ใช้งาน รหัสผ่าน ยืนยันรหัสผ่าน คะแนนสอบ และหมายเหตุอื่น ๆ ถ้ามี จากนั้นให้เลือกรูปของผู้เรียนที่จะใช้แสดงในระบบ เมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม Register ก็จะสามารถเข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานได้

2. ขั้นการจัดกลุ่มผู้เรียน เมื่อผู้เรียนได้ลงทะเบียนเรียบร้อยแล้ว ระบบจะทำการจัดกลุ่มผู้เรียนโดยยึดตามคะแนน ระบบจะทำการจัดกลุ่มผู้เรียนกลุ่มๆ ละ 4 คน โดยให้คนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คนอยู่กลุ่มเดียวกัน

3. ขั้นทดสอบก่อนเรียน โดยระบบทำการสุ่มข้อสอบก่อนเรียนตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนในระบบ

4. ขั้นการศึกษบทเรียน เมื่อผู้เรียนเข้าสู่ระบบแล้ว ระบบระบบจะสุ่มหัวข้อในแต่ละเรื่องของหน่วยการเรียนรู้ให้ผู้เรียนศึกษา (1 คน : 1 หัวข้อ) เมื่อศึกษาเนื้อหาแล้วให้ผู้เรียนถ่ายทอดองค์ความรู้ของตนเองผ่านแบบบันทึก ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นตลอดจนข้อเสนอแนะต่าง ๆ กับสมาชิกต่างกลุ่มที่ได้ศึกษาหน่วยการเรียนรู้ ผู้เรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่ออธิบาย/ ทบทวน องค์ความรู้ในหัวข้อที่ตนได้รับมอบหมายให้สมาชิก ศึกษาทบทวนความรู้ผ่านแบบบันทึก เพื่อเตรียมตัวทำแบบทดสอบ ผู้เรียนทำแบบทดสอบย่อยรายบุคคล โดยคะแนนสมาชิกแต่ละคนจะถูกรวมเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มผู้เรียนช่วยกันวิเคราะห์ปัญหาผ่านห้องสนทนา เพื่อตอบคำถามผ่านแบบบันทึกค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากกรณีศึกษาปัญหา สร้างสรรค์ชิ้นงานพร้อม upload ชิ้นงานและนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ตลอดจนซักถามข้อสงสัย ประเมินทักษะการทำงาน โดยประเมินผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีผู้ประเมิน 3 ส่วน คือ ตนเอง เพื่อน และผู้สอน

5. ขั้นการสอบหลังเรียน หลังจากที่ได้เรียนเนื้อหาจบทุกบทแล้ว ระบบจะทำการสุ่มข้อสอบหลังเรียนตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนในระบบ

6. ขั้นการรายงานและสรุปผลคะแนน ระบบจะแสดงข้อมูลรายงานคะแนนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนที่เป็นรายบุคคลและคะแนนของกลุ่ม และกลุ่มใดได้คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนสูงสุดจะได้รับการยกย่องและได้รับรางวัล

4. ผลของการวิจัย

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคการใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคจิกซอว์บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เรื่อง อินเทอร์เน็ตเบื้องต้น

ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคการใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคจิกซอว์บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เรื่อง อินเทอร์เน็ตเบื้องต้น ที่ได้นำบทเรียนไปทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน โรงเรียนอนุราชประสิทธิ์ ที่ยังไม่เคยผ่านการเรียนเนื้อหาเรื่องอินเทอร์เน็ตเบื้องต้นมาก่อน โดยวัดการเรียนรู้จากการทำแบบทดสอบระหว่างบทเรียนทุกครั้ง หลังจากให้นักเรียนเรียนจบหนึ่งบทเรียนของทุกบทเรียนและวัดจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนด โดยเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างบทเรียนในแต่ละบทเรียน และคะแนนจากแบบทดสอบหลังจากเรียนจบครบทุกบทเรียนแล้ว แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคการใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคจิกซอว์บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เรื่อง อินเทอร์เน็ตเบื้องต้น E1 81.04 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 4.36 และ E2 80.17 ค่าส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน (S.D.) 3.77 ด้านของบทเรียนพบว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.04 / 80.17

4.2 ผลความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคการใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคจิกซอว์บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์เรื่อง อินเทอร์เน็ตเบื้องต้น

ผลการศึกษาความก้าวหน้าของกลุ่มทดลอง พบว่าผู้เรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคการใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคจิกซอว์บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เรื่อง อินเทอร์เน็ตเบื้องต้น ที่สร้างขึ้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 35.29

ตารางที่ 2: ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียน

ก่อนเรียน (60 คะแนน)			หลังเรียน (60 คะแนน)			ร้อยละ ความ ก้าวหน้า
ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ	
26.93	5.32	44.88	48.10	3.77	80.17	35.29

5. บทสรุป

การเรียนแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคจิกซอว์นี้ เป็นการเรียนในลักษณะที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมที่จะเรียนรู้ร่วมกัน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ 4-5 คน ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน โดยในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพากัน มีความรับผิดชอบร่วมกัน ทั้งในส่วนตนและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด

ดังนั้นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้วยการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้

เทคนิคปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคจิกซอว์ เรื่อง อินเทอร์เน็ตเบื้องต้น ทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] สุวิทย์ มูลคำ. 19 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์, 2545.
- [2] อนุราชประสิทธิ์, โรเรียน. รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปีการศึกษา 2550. นนทบุรี:สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรี, 2550.
- [3] วราภรณ์ ตระกูลสฤณี. การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บด้วยการเรียนรู้แบบ โครงงานเพื่อการเรียนรู้เป็นทีมของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อการศึกษา ภาควิชาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- [4] มัณฑรา ชรรณบุญ. การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem – Based Learning). วารสารวิชาการ. 10 (มีนาคม 2545) : 20-25.
- [5] มนต์ชัย เทียนทอง. การออกแบบและพัฒนาเครือข่ายสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- [6] Panitz, T. Collaborative Versus Cooperative Learning-A Comparison of the Two Concepts Which Will Help Us Understand the Underlying Nature of Interactive Learning. Available online at <http://www.capecod.net/~tpanitz/tedspage/tedsarticles/coopdefinition.html>

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน
ที่บูรณาการร่วมกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับ
การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน
รายวิชาภาษาอังกฤษ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

วิภาสสิทธิ์ หิรัญรัตน์¹ จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์² และ สรเดช ครูจางจ๋อน³

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : ¹wiphasith@hotmail.com, ²jpp@kmutnb.ac.th, ³soradechk@kmutnb.ac.th,

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน รายวิชาภาษาอังกฤษ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อบูรณาการร่วมกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนที่บูรณาการร่วมกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนกับการเรียนการสอนแบบปกติ รายวิชาภาษาอังกฤษ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ศูนย์เครือข่ายสถานศึกษาขางหวายบ้านโสก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 1 จำนวน 3 โรงเรียน โดยวิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนที่บูรณาการร่วมกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนที่บูรณาการร่วมกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน นักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนที่บูรณาการร่วมกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์และนักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน, คอนสตรัคติวิสต์, เกมการสอน, ภาษาอังกฤษ

Abstract

The objectives of this research were to develop a Computer Assisted Instruction with instructional game integrated with constructivist approach and to compare learning achievement between using Computer Assisted Instruction with instructional game integrated with constructivist approach and Computer Assisted Instruction with instructional game and conventional teaching for English language of Pratom - Suksa 5 academic year 1/2008. The sample of this study was students, specifically selected from Pratom - Suksa 5 at Yangwai-Bansok education network, Chaiyaphum Educational Service Area Office 1. The experimental tools were Computer Assisted Instruction with instructional game, pretest and posttest. The results were as follows : The learning achievement of a Computer Assisted Instruction with instructional game integrated with constructivist approach has no significantly difference from the Computer Assisted Instruction with instructional game, and learning achievement of both groups of the study were significantly higher than the conventional teaching at the statistic level of .05.

Keywords: Computer Assisted Instruction, Constructivist, Game, English

1. บทนำ

ภาษานับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เพราะเป็นเครื่องมือที่ใช้ติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน ภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สำคัญภาษาหนึ่งของโลกและเป็นภาษาเชื่อมต่อระหว่างประเทศไทยกับโลกภายนอก ภาษาอังกฤษเป็นภาษาต่างประเทศภาษาแรกที่กระทรวงศึกษาธิการบรรจุเข้าไว้ในหลักสูตรทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา พุทธศักราช 2544 ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษขั้นพื้นฐานและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นทั้ง 8 สาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้พื้นฐาน 1 ใน 8 กลุ่มที่กำหนดให้เป็นองค์ความรู้และกระบวนการเรียนรู้ที่จะเสริมสร้างพื้นฐานความเป็นมนุษย์ และสร้างศักยภาพในการคิดและการทำงานอย่างสร้างสรรค์ [1] แม้ว่าภาษาอังกฤษจะถูกจัดให้มีการเรียนการสอนตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 แต่การเรียน

การสอนภาษาอังกฤษในประเทศไทยนั้นปัญหาที่ประสบอยู่ก็คือ การเรียนการสอนภาษาอังกฤษไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เด็กไทยส่วนใหญ่มีความรู้ภาษาอังกฤษใช้การไม่ได้เลย ไม่มีความรู้เท่าที่หลักสูตรกำหนดไว้ [2] และไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ การที่ผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนภาษาอังกฤษค่อนข้างต่ำ ซึ่งมีองค์ประกอบของปัญหาที่สามารถแยกพิจารณาได้เป็นสององค์ประกอบหลัก ได้แก่ องค์ประกอบด้านภาษา วิธีการสอนและองค์ประกอบด้านผู้เรียน ผู้เรียนมีความสามารถทางการเรียนภาษาอังกฤษต่ำ เนื่องจากผู้เรียนขาดความรู้พื้นฐานในการเรียนภาษาอังกฤษ นอกจากนี้ยังพบว่าการขาดแรงจูงใจในการเรียนเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถทางการเรียนภาษาอังกฤษต่ำ [3] ในปีการศึกษา 2549 จาการรายงานผลการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา

ขั้นพื้นฐาน, 2550) ได้สรุปค่าสถิติภาพรวมระดับประเทศพบว่าจากคะแนนเต็ม 40 คะแนน วิชาภาษาอังกฤษมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.81 คิดเป็นร้อยละ 34.51 [4] แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการใช้ภาษาอังกฤษของนักเรียนยังไม่เป็นที่พอใจ ซึ่งจำเป็นต้องหาแนวทางแก้ไขเพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นตามเกณฑ์ที่ต้องการ

การนำเอาวิธีการจัดกระบวนการเรียนการสอนของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนมาใช้อาจจะเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์สูงทางการเรียนการสอนภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 การศึกษาที่เป็นอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะมีพื้นฐานมาจากแนวคิด คอนสตรัคติวิสต์เป็นการเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางในกระบวนการเรียนการสอน โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้ริเริ่มและพัฒนาไปในทิศทางที่เหมาะสม ผู้เรียนต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยวิธีที่ต่าง ๆ กัน ไม่ใช่เรียนรู้ด้วยการบอกเล่า แต่ต้องเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ ความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมหรืออาศัยประสบการณ์เดิม ความรู้เดิมที่มีอยู่ ความสนใจและแรงจูงใจเป็นพื้นฐาน ผู้เรียนจะเรียนได้ดีต้องผ่านกระบวนการกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้เกิดการร่วมมือในการทำงานโดยมีครูคอยช่วยเหลือแนะนำอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียน นอกจากนี้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์จะต้องจัดกิจกรรมตามความสนใจ สนุกสนาน เพลิดเพลิน ตื่นเต้น เร้าใจ ชวนให้ติดตามค้นคว้า ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนรู้สึกที่จะรักเรียนและหาความรู้เพิ่มเติม กิจกรรมนั้นก็คือนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนเป็นบทเรียนที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างมากมีส่วนร่วมให้การฝึกทักษะให้ได้รับความรู้ทั้งทางตรง

และทางอ้อม เพื่อกระตุ้นความต้องการเรียน [5] ซึ่งมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนสูง ผู้วิจัยจึงนำเอาหลักการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบสื่อการเรียนการสอนด้วยคุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีและเนื้อหาวิชาภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยมั่นใจว่าน่าจะมีผลสัมฤทธิ์ต่อการเรียนการสอน การพัฒนาทักษะทางภาษาและปรับปรุงประสิทธิภาพการเรียนการสอนภาษาอังกฤษระดับประถมศึกษาต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนรายวิชาภาษาอังกฤษ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อบูรณาการร่วมกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนที่บูรณาการร่วมกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน รายวิชาภาษาอังกฤษ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนบูรณาการร่วมกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบปกติ รายวิชาภาษาอังกฤษ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2.4 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบปกติ รายวิชาภาษาอังกฤษ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

3. สมมุติฐานของการวิจัย

3.1 นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนรายวิชาภาษาอังกฤษ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่บูรณาการร่วมกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนรายวิชาภาษาอังกฤษ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่บูรณาการร่วมกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนรายวิชาภาษาอังกฤษ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนการสอนแบบปกติที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. บรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

4.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

4.1.1 โครงสร้างของกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ กำหนดตามระดับความสามารถทางภาษาและพัฒนาการของผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยแบ่งเป็น 4 ระดับดังต่อไปนี้ [1]

ช่วงชั้น ป. 1-3 ระดับเตรียมความพร้อม

ช่วงชั้น ป. 4-6 ระดับต้น

ช่วงชั้น ม. 1-3 ระดับกำลังพัฒนา

ช่วงชั้น ม. 4-6 ระดับก้าวหน้า

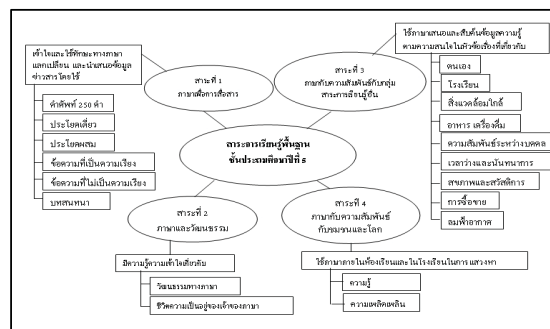
สาระที่เป็นองค์ประกอบของกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ ประกอบด้วย 4 สาระดังต่อไปนี้

สาระที่ 1 ภาษาเพื่อการสื่อสาร

สาระที่ 2 ภาษาและวัฒนธรรม

สาระที่ 3 ภาษากับความสัมพันธ์กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น

สาระที่ 4 ภาษากับความสัมพันธ์กับชุมชนและโลก



ภาพที่ 1: พังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้พื้นฐาน (กลุ่ม

สาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ)

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 [6]

4.1.2 หลักสูตรภาษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ในด้านการใช้ภาษา (Language Use) และรู้จักกระบวนการเรียนรู้ (Language Learning) ตามความต้องการและความสนใจของผู้เรียนในรูปแบบการเรียนรู้ในห้องเรียน (Informed Instruction Manner) และการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed Manner) [7]

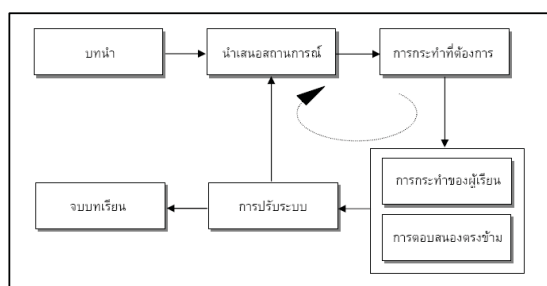
4.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์แบ่งออกได้หลายประเภทโดยยึดหลักการเรียนรู้ตามทฤษฎีการศึกษา สรุปได้ 5 ประเภท ดังต่อไปนี้ [8]

1. แบบการศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial)
2. แบบฝึกทบทวน (Drill and Practice)
3. แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation)
4. แบบเกมการสอน (Instructional Game)
5. แบบใช้ทดสอบ (Test)

4.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบเกมการสอน

หลักพื้นฐานสำคัญในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบเกมการสอนก็คือ การท้าทาย (Challenge) กระตุ้นการจินตนาการเพ้อฝัน (Fantasy) และกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) เพื่อให้เกิดการแข่งขันหรือร่วมมือกันในเกม ซึ่งเป็นเกมการแข่งขันที่ผู้เรียนจะมองตาชัยชนะและความสำเร็จในผลลัพธ์สุดท้าย ส่วนเกมความร่วมมือมักจะเป็นการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มหรือการทำงานเป็นทีมเพื่อแก้ปัญหา อย่างไรก็ตาม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนจึงมีประโยชน์ในการเรียนการสอนสูง โดยเฉพาะในกลุ่มผู้เรียนเด็กเล็ก เนื่องจากผู้เรียนกลุ่มนี้ต้องการแรงจูงใจมากกว่าผู้เรียนระดับผู้ใหญ่ ทำให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้เกิดสูงตามไปด้วย [8]



ภาพที่ 2: ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน

4.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม

4.3.1 กิจกรรมเกม

หมายถึงกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความสนุกสนาน มีการแข่งขันอย่างมีจุดหมาย มีกฎเกณฑ์ ส่วนประกอบของเกมคือผู้เล่น จุดหมาย กฎเกณฑ์ [9] [3] กล่าวว่า เกมหมายถึงกิจกรรมสนุกสนาน มีกฎเกณฑ์ กติกา การเล่นเกมมีทั้งที่เล่นคนเดียวหรือเล่นสองคนหรือเล่นเป็นกลุ่มสรุปได้ว่าเกมจึงหมายถึงกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งที่

ถูกคิดในการเล่น มีผู้แพ้ ผู้ชนะ สามารถเล่นคนเดียวหรือเล่นเป็นกลุ่มก็ได้ โดยผู้เล่นจะได้รับความสนุกสนานเพลิดเพลินจากการเล่น

4.3.2 การจัดการเรียนรู้แบบเกมการสอน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม คือ กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนให้ผู้เรียนเล่นเกมอย่างมีกฎเกณฑ์ กติกาเงื่อนไขหรือข้อตกลงร่วมกันที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ทำให้เกิดความสนุกสนาน ร่าเริง เพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์การเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น โดยมีการนำเสนอเนื้อหา ข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลของการเล่นเกมมาใช้ในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการเรียนรู้ [10] โดย [11] ได้เสนอขั้นตอนในการใช้เกมประกอบการสอนภาษาอังกฤษดังนี้

1. ขั้นตอนเลือกควรคำนึงถึงภาษาและความเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน
2. ขั้นตอนเตรียมการ มีการเตรียมการใช้เก็ลล่วงหน้า
3. ขั้นตอนใช้เกม อธิบายวัตถุประสงค์ วิธีการเล่นพร้อมทั้งกติกาในการเล่นอย่างชัดเจน จากนั้นแบ่งกลุ่มของผู้เรียนตามความเหมาะสม
4. ขั้นตอนประเมินผล ให้กรณีที่มีการแข่งขัน ควรมีคะแนนสำหรับผู้เล่นหรือกลุ่มที่ทำได้อีกต้อง

เกมเป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยความสนุกสนาน และยังช่วยให้ผู้เรียนมีความสัมพันธ์อันดีต่อกัน เกิดการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรง ถ้านำเกมมาประกอบการสอนภาษาจะเป็นกิจกรรมที่เร้าความเข้าใจของผู้เรียนเป็นอย่างมาก เพราะการเล่นเก็มนั้นทำให้เด็กมุ่งที่จะทำกิจกรรมจนลืมว่าตนกำลังเรียนอยู่ขณะที่เล่นเกมที่ได้ฝึกภาษาด้วย เพื่อให้ได้เกมที่มีคุณค่าในการใช้ประกอบการสอนภาษา ควรมีหลักการพิจารณาการเลือกเกมเพื่อใช้สอนภาษาดังนี้ [3]

ควรเป็นเกมที่ต้องเล่นเป็นกลุ่ม เพื่อฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน

เกมที่นำมาใช้ควรเน้นผู้เรียนเป็นหลัก เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองตลอดเวลาไม่ทำตามที่ครูบอกทุกอย่าง

ต้องช่วยลดภาระของครูในการเตรียมการเรียนการสอนให้น้อยลง

ควรเป็นเกมที่มีลักษณะกระตุ้น ใ้ใจให้ผู้เรียนอยากมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ

เกมที่เลือกมาประกอบการเรียนการสอนควรมีความยากง่าย เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน

ทำให้ผู้เรียนเกิดความสุขสนทนและไม่ทำให้เสียระเบียบวินัยของห้องเรียน

ไม่เสียเวลาในการตรวจผลงาน ถ้ามีการเขียนตอบในการเล่น

เป็นเกมสั้นๆ สามารถนำไปแทรกในบทเรียนได้

4.4 แนวคิดตามหลักคอนสตรัคติวิสต์

4.4.1 ความหมายของแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ของเด็กที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมีการจัดรูปแบบกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยวิธีการต่างๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิมและการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม [12]

[13] อธิบายว่า แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางผ่านรูปแบบกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นคว้าตลอดเวลาและมีการเชื่อมโยงวิธีการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชากับชีวิตจริง โดยมีองค์ประกอบดังนี้

1. ผู้เรียนต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นเจ้าของการเรียนรู้ลงมือปฏิบัติจริง ไม่ใช่การเรียนรู้ด้วยการบอกเล่าเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ จากแหล่งความรู้ 2 แหล่ง คือ

ความรู้ที่เกิดจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และความรู้ที่ได้จากการเรียนในห้องเรียน

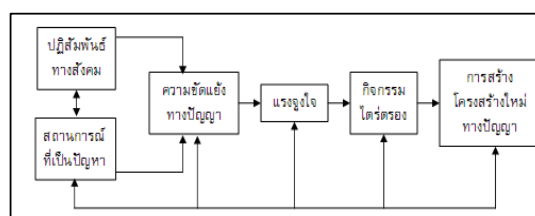
2. ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีต้องผ่านกระบวนการกลุ่ม ซึ่งจะส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือในการทำงาน ส่งผลถึงทักษะทางสังคม ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ความรับผิดชอบ การเป็นผู้นำ การแก้ปัญหาข้อขัดข้อง

3. บทบาทของครู จำเป็นจะต้องสื่อสารออกมาในลักษณะการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดมากกว่าบอกหรือตอบคำถามผู้เรียนตรงๆ เป็นผู้ชี้แนะ และไม่ขัดเหยียดความคิดของผู้สอนให้กับผู้เรียน

ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

เป็นแนวคิดที่น่าสนใจที่จะพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนในการ

เรียนรู้ เพราะเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ โดยวิธีการต่างๆ โดยอาศัยประสบการณ์เดิม ความรู้เดิมที่มีอยู่และแรงจูงใจภายใน ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ เน้นการปฏิสัมพันธ์ร่วมกันในการทำงาน โดยผู้เรียนจะช่วยเหลือเกื้อกูลกัน จนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ จึงเน้นกระบวนการขัดแย้งทางปัญญา ดังนั้นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา จึงเป็นองค์ประกอบหลักของการให้ผู้เรียนสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาหรือเกิดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: หลักการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

[10]

4.4.2 การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด คอนสตรัคติวิสต์

หลักการที่สำคัญสำหรับการออกแบบการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ [14] มีดังต่อไปนี้

1. สถานการณ์ปัญหา (Problem Base) ในการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่สร้างขึ้น สถานการณ์ปัญหาจะเป็นเสมือนประตูดังที่ผู้เรียนจะเข้าสู่เนื้อหาที่จะเรียนรู้
2. แหล่งเรียนรู้ (Resources) เป็นที่รวบรวมข้อมูลเนื้อหา สารสนเทศ ที่ผู้เรียนจะใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ผู้เรียนได้เผชิญตั้งแต่แรก
3. ฐานความช่วยเหลือ (Scaffolding) โดยฐานความช่วยเหลือเป็นกระบวนการซึ่งเน้นวิธีการหรือหลักการ
4. ผู้ฝึกสอน (Coaching) ให้ความช่วยเหลือและการให้คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

5.1 วิธีการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. การสร้างสถานการณ์ปัญหา
3. การออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน
4. การออกแบบหน้าจอของระบบสนับสนุนการเรียนรู้
5. การสร้างแบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

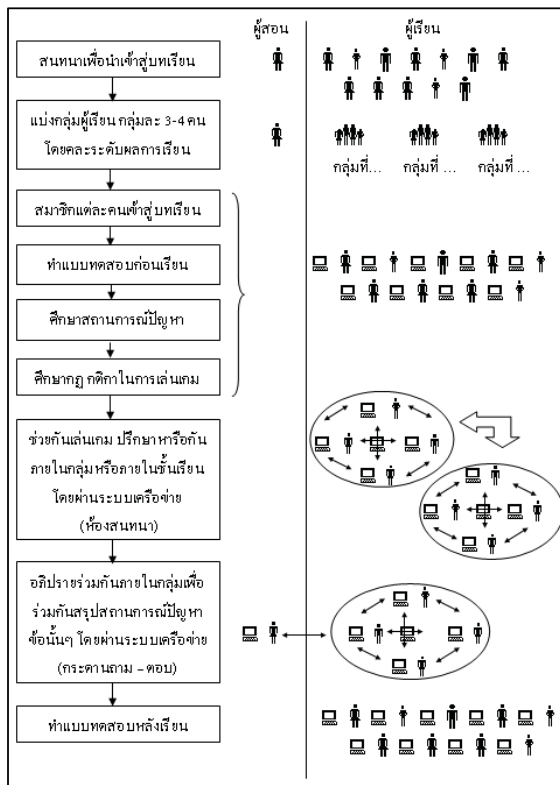
5.2 การทดสอบโปรแกรม

นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนที่ผ่านการประเมินคุณภาพไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยมีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

5.2.1 ผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ของโรงเรียนชุมชนบ้านโสกและโรงเรียนบ้านโป่งโก โดยจัดให้ห้องเรียนของโรงเรียนชุมชนบ้านโสกเป็นห้องเรียนในสภาพการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์โดยนักเรียนและผู้สอนสามารถปรึกษาหารือ สอบถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านทางระบบเครือข่าย ซึ่ง URL คือ <http://game.cgwebstudio.com/wiphasith/>

5.2.2 ดำเนินการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนโดยแบบ 1 คน ต่อ 1 เครื่อง ซึ่งนักเรียนจากโรงเรียนชุมชนบ้านโสกเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนที่บูรณาการตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนคือ ผู้เรียนสามารถติดต่อกันได้โดยผ่านระบบสนับสนุนการเรียนต่างๆ เช่น การสนทนา ปรึกษาหารือรวมทั้งแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านห้องสนทนา (Chatroom) และกระดานสนทนา (Webboard) ส่วนนักเรียนจากโรงเรียนบ้านโป่งโกเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนที่ไม่ได้บูรณาการตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนคือผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนและฝึกทักษะจากบทเรียนเป็นรายบุคคล ไม่เน้นกระบวนการกลุ่ม ในส่วนของเนื้อหาของบทเรียนผู้เรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาต่างๆจากเกมการสอน ผู้เรียนสามารถที่จะศึกษาเนื้อหาใดก่อนก็ได้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้สอน การศึกษาเนื้อหาจากเกมมีการบันทึกคะแนนที่ทำได้ในการศึกษาเกมแต่ละครั้ง ถ้าผู้เรียนเล่นเกมชนะตามเงื่อนไขที่กำหนด ผู้เรียนสามารถเลือกได้ว่าจะศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลหรือไม่ ในทางตรงข้ามถ้าผู้เรียนแพ้ผู้เรียนจะต้องเข้ามาศึกษาเนื้อหาจากแหล่งข้อมูล สำหรับวิธีการดำเนินการจัดการเรียนรู้อยู่ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: รูปแบบการจัดการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม การสอนที่บูรณาการร่วมกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

5.3 การประเมินผล

5.3.1 แบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบ

วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยนำมาใช้สอบจำนวน 33 ข้อจากทั้งหมด 78 ข้อซึ่งได้จากการสุ่มของระบบ เพื่อนำคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนมาใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3.2 แบบทดสอบหลังเรียน เมื่อผู้เรียนเรียนครบทุกบทเรียนแล้วผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยนำมาใช้ทดสอบ จำนวน 33 ข้อจากทั้งหมด 78 ข้อ ซึ่งได้จากการสุ่มของระบบซึ่งมาจากคลังข้อสอบเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน

6. ผลการดำเนินงาน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนเป็นเครื่องมือในการวิจัยเชิงทดลองในครั้งนี้ มีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับ การเรียนรู้ภาษาอังกฤษ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ประกอบไปด้วยบทเรียนจำนวน 5 เรื่องดังนี้ My self, My Family, My Pet, My Health และ My School

ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนมีดังต่อไปนี้ หัวเรื่อง, วัตถุประสงค์, สถานการณ์ปัญหา, แบบทดสอบก่อนเรียน, แบบทดสอบระหว่างบทเรียน (เกมการสอน), เนื้อหาบทเรียน, แบบทดสอบหลังเรียน และรายงานผลการเรียนของผู้เรียน

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest Posttest only Design [16]

7. สรุปผล

7.1 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนรายวิชาภาษาอังกฤษ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่บูรณาการร่วมกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

ตารางที่ 2: ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

วิธีสอน	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3
\bar{X}	28.28	25.76	22.17
วิธีที่ 1	-	2.51	6.11*
วิธีที่ 2	-	-	3.60*
วิธีที่ 3	-	-	-

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิธีที่ 1 คือการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนที่บูรณาการร่วมกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

วิธีที่ 2 คือการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน

วิธีที่ 3 คือการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบปกติ

จากตารางที่ 4-7 พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนที่บูรณาการร่วมกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนที่บูรณาการร่วมกับการสอนตามแนว คอนสตรัคติวิสต์กับนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

สรุปได้ว่าการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนที่บูรณาการร่วมกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการเรียนเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมที่มีอยู่เป็นแรงจูงใจ การเรียนแบบนี้จะเรียนได้ดีด้วยกระบวนการกลุ่ม โดยสมาชิกในกลุ่มต้องมาจากการคละระดับความรู้พื้นฐานเพื่อให้คนเก่งช่วยเหลือคนอ่อน และให้ผู้เรียนได้รู้จักใช้เหตุผลมาวิเคราะห์และแก้ปัญหา มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน การอภิปรายและทำกิจกรรมร่วมกันในชั้นเรียน ส่วนการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนเป็นการเรียนแบบการแข่งขัน ผู้เรียนคิดว่าตนเองต้องชนะเสมอ ดังนั้นผู้เรียนรู้สึกที่จะเอาชนะเพื่อนด้วยกัน โดยพยายามที่จะทำอะไรให้ได้เพื่อชัยชนะที่เกิดขึ้น ทำให้กระตือรือร้นตลอดเวลาเป็น

ผลให้ผู้เรียนสนุกสนาน ไม่เกิดความเบื่อหน่าย ซึ่งเป็นแรงเสริมให้ผู้เรียนอยากจะเรียนรู้และติดตาม จึงทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างดีและส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง แต่การเรียนการสอนแบบปกติ เป็นการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมตามคู่มือครู ผู้เรียนต้องคอยเรียนรู้จากผู้สอนในชั่วโมงเรียนเท่านั้น บางครั้งการเรียนรู้ใช้เวลานานอาจทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อและไม่เข้าใจเนื้อหาของบทเรียน ผู้เรียนไม่กล้าถามผู้สอน เนื่องจากกลัวผู้สอน อายเพื่อน

7.2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและด้านเนื้อหา

การวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคแบ่งออกเป็น 2 ตอนดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ด้านเนื้อหาและการออกแบบมัลติมีเดีย
ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ด้านที่มีต่อด้านเนื้อหาและการออกแบบมัลติมีเดียอยู่ในเกณฑ์ดี ($\bar{X} = 4.05$, S.D = 0.42)

ตอนที่ 2 ด้านการออกแบบตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ด้านที่มีต่อด้านการออกแบบตามแนวคอนสตรัคติวิสต์อยู่ในเกณฑ์ดี ($\bar{X} = 4.26$, S.D = 0.32)

สรุปได้ว่างานวิจัยนี้ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับด้านเนื้อหาและการออกแบบมัลติมีเดียและด้านการออกแบบตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

8. ข้อเสนอแนะทั่วไป

8.1 ในการเลือกเกมประกอบการสอน ควรคำนึงถึงระยะเวลา จุดประสงค์การเรียนรู้ วัยของผู้เรียน สถานที่ระดับความสามารถทางการเรียน เพราะความยากง่ายของเกมทำให้ผู้เรียนเกิดความท้อแท้และไม่ทำท่ายความสามารถของผู้เรียน

8.2 ควรใช้กลุ่มประชากรจากสถานศึกษาเดียวกัน เพื่อลดตัวแปรแทรกซ้อน

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์การศาสนา กรมการศาสนา, 2545.
- [2] โชติกา ศรีถาวร. ผลของการใช้การสอนแบบมุ่งประสบการณ์ภาษาที่มีต่อเจตคติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมชนชนวนวิทยา จังหวัดชัยภูมิ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543.
- [3] วิชัย สายคำอิน. การใช้เกมที่มีผลต่อการเรียนรู้และความคงทนในการจำความหมายคำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2541.
- [4] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. “ผล NT ซีเด็กไทยเริ่มอ่อนลงแทบทุกวิชา”. [ออนไลน์] 2550. [สืบค้นวันที่ 9 กันยายน 2550]. จาก <http://school.obec.go.th/nongkwang/webboard/view.php?No=1265>.
- [5] จตุพร ทรงประสิทธิ์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบเกมการสอนและรูปแบบสถานการณ์จำลอง. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- [6] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. “ผังโนทัศน์และรายละเอียดสาระการเรียนรู้แกนกลาง”. [ออนไลน์] 2551. [สืบค้นวันที่ 21 กรกฎาคม 2551]. จาก <http://academic.obec.go.th/cdc/conceptual/saracur1.html>.
- [7] วารีย์ มูลมาก. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง คำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์และเรียนแบบร่วมมือโดยการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2548.

- [8] มนต์ชัย เทียนทอง .เอกสารประกอบการเรียนการสอนรายวิชาการออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน . ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- [9] Drumheller, Sidney J. “Curriculum Making As a Game Designing Task”. Education Technology. [ออนไลน์] 2551. [สืบค้นวันที่ 25 ธันวาคม 2551]. จาก <http://eric.ed.gov>.
- [10] สุวิทย์ มูลคำและคณะ 19 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์, 2545.
- [11] อนุภาพ คลโสภณ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ภาษาอังกฤษชั้นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนโดยใช้เกมและการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2540.
- [12] สิริชนม์ ปิ่นน้อย. ผลของการใช้เกมคณิตศาสตร์ในการสอนตามแนวความคิดโครงสร้างจิตวิสัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของเด็กวัยอนุบาล. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาปฐมวัย ภาควิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- [13] นิลวรรณ วานิชสุขสมบัติ. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ตามแนวความคิดโครงสร้างจิตวิสัยด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ตามหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
- [14] สุมาลี ชัยเจริญ. ทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2545.
- [15] ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สุวีริย์สาส์น, 2538.

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ร่วมกับการเรียนรู้แบบ Buzz Group

ฐิรนนท์ มณีนรัตน์¹ และ ธัญญรัตน์ น้อมพลกรัง²

E-mail : ¹Thiranan2007@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ร่วมกับการเรียนรู้แบบอภิปรายกลุ่มย่อย Buzz Group ศึกษา การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียน และ 3) ศึกษาความพึงพอใจหลังเรียนด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ปีการศึกษา 2551 วิทยาลัยอาชีวศึกษาจะเชิงเทรา จากการสุ่มตัวอย่างแบบสุ่มเป็นกลุ่ม จำนวน 42 คน แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มจำนวน 10 กลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยวัดความสามารถ หลังจากนั้นทดลองเรียนด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้น โดยผู้สอนสร้างสถานการณ์ปัญหาให้ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกัน โดยใช้เทคนิค Buzz Group หลังจากนั้นทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียน มีประสิทธิภาพ 82.67/81.24 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับดี เท่ากับ 4.30 แสดงว่าบทเรียนดังกล่าวสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน หรือใช้สอนเสริมในวิชา การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปได้

คำสำคัญ: เทคนิคการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก การเรียนรู้ร่วมกันแบบ Buzz Group

Abstract

The purposes of this research were to 1) develop the Web-Based Instruction (PBLWBI&Buzz Group) based on the basis of the Problem Based Learning Technique integrating with Buzz Group Learning Technique for Development Software Lesson, High Vacation Diploma students, Commission Vocation Education and validate its efficiency and 2) compare the learning achievement of the students. 3) survey the satisfaction of students toward the PBLWBI&Buzz Group lessons.

The 2 units of Computer Assisted Instruction, a pretest, a posttest and a set of 2 units of regular classroom lessons on System Analysis and Design were developed and used with the group of High Vocational Diploma students, Chachoengsao Vocational College in the second semester of the academic year 2008. The sampling group was equally divided into ten groups of four students ($n = 42$) according to their pretest scores (high, middle and low subgroups). Then they studied the course by using Web-Based Instruction method. After that, they were tested by a set of learning achievement test which was developed by the researcher. The test scores obtained from pre and post tests were analyzed by dependent t-test for comparing the learning achievement in order to find out the efficiency of the Web-Based Instruction.

The result of the study revealed that the efficiency of Web-Based Instruction (PBLWBI & Buzz Group) was 82.67/81.24 which was higher than the set criterion 80/80. The learning achievement score of students who studied with PBLWBI & Buzz Group was higher than the learning achievement score at students who were in regular classes at .05 was at good level. In regard to the satisfactions, it indicated that the degree of the average satisfactions of the students toward the PBLWBI & Buzz Group lessons was very high ($X = 4.30$)

Keywords: Problem Based Learning, Buzz Group Learning

1. บทนำ

ปัจจุบันซอฟต์แวร์ (Software) ได้เข้ามามีบทบาทที่จำเป็นสำหรับองค์กรต่างๆ ทั้งภาคการศึกษาและภาคธุรกิจ การประยุกต์ใช้งานด้วยซอฟต์แวร์สำเร็จรูปมีจะเน้นการใช้งานทั่วไป แต่อาจจะนำมาประยุกต์โดยตรงกับงานทางธุรกิจบางอย่างไม่ได้ เช่น ในกิจการธนาคาร งานคลังสินค้า การจัดการเรียนการสอนวิชาการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มุ่งเน้นพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมขั้นพื้นฐาน และพัฒนาไปสู่การเขียนโปรแกรมในขั้นสูงต่อไป เนื่องจากเนื้อหา เป็นวิชาทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติที่มีเนื้อหาซับซ้อนยากที่จะเข้าใจผู้เรียนต้องวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาโปรแกรมอย่างเป็นระบบ จากการสัมภาษณ์ผู้สอนพบว่า การจัดการเรียนการสอน

รายวิชาดังกล่าว เรื่อง การสร้างโปรแกรมติดต่อกับฐานข้อมูล และการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน เช่น การเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล การเขียนคำสั่งเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูล จากฐานข้อมูล จากรายงานผลการเรียนในเนื้อหาดังกล่าวพบว่าในปีการศึกษา 2549 เฉลี่ยร้อยละ 40.56 และปีการศึกษา 2550 เฉลี่ยร้อยละ 42.20 เป็นผลการเรียนที่ค่อนข้างต่ำ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนปกติในชั้นเรียนเพียงอย่างเดียว ผู้สอนยังพบอีกว่าการเรียนในชั้นเรียนอย่างเดียวไม่เพียงพอ ผู้เรียนต้องการเวลาในการศึกษาทำความเข้าใจและซักถามผู้สอนรวมทั้ง ต้องการการสอบถามพูดคุยปรึกษาหารือ และทบทวนบทเรียนร่วมกับกลุ่มเพื่อนในชั้นเรียน [1]

จากทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-based Learning) วิธีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ “ปัญหา” เป็นเครื่องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความ

ต้องการที่จะฝึกหาความรู้เพื่อแก้ปัญหา ทั้งนี้โดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ตัดสินใจในสิ่งที่ต้องการแสวงหา และรู้จักการทำงานร่วมกันเป็นทีมภายในกลุ่มผู้เรียน โดยครูผู้สอนมีส่วนร่วมเกี่ยวข้องน้อยที่สุด ภายใต้กลไกในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก [2]

การใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Computer Support Collaborative Learning : CSCL) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนหลายๆ คน สามารถเรียนรู้ไปพร้อมๆ กันได้ โดยการอำนวยความสะดวกในขบวนการกลุ่ม การสื่อสารกัน การแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารทำงานร่วมกันโดยผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งนิยมการใช้เครื่องมือที่ใช้สื่อสารแบบเวลาเดียวกัน (Synchronous) คือผู้เรียนที่จะติดต่อกันจะต้องเข้าสู่ระบบในเวลาเดียวกัน เช่น การคุยกันในห้องสนทนาโดยใช้ข้อความ (Chat Room) [3]

การนำเทคนิคการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มอภิปราย (Buzz Group) เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 2-6 คน แล้วให้แต่ละกลุ่มแก้ปัญหาร่วมกันในระยะเวลาสั้นๆ ช่วยกันวิเคราะห์งานและแบ่งความรู้สึกเมื่อได้รับความสำเร็จ มีการช่วยเหลือสนับสนุน การทำงานร่วมกันในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถจัดแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม เพื่อให้เหมาะกับจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อย่างเหมาะสม [4]

จากปัญหาและแนวคิดทฤษฎีที่ค้นพบ ผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนาเทคนิคการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ร่วมกับการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบ Buzz Group บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในการจัดการเรียนการสอน วิชา การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยอาชีวศึกษาจะเชิงเทรา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยการพัฒนาคอมพิวเตอร์

ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ดีขึ้น

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ร่วมกับการเรียนรู้แบบ Buzz Group วิชา การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 หลักสูตร วิชา การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

เป็นวิชาในสาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา [1]

2.2 บทเรียนบนเว็บ

บทเรียนบนเว็บหรือ WBI/WBT เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้เว็บเบราว์เซอร์เป็นตัวจัดการ ใช้หลักการนำเสนอแบบไฮเปอร์เท็กซ์ ที่ประกอบด้วยข้อมูลที่แบ่งออกเป็นแฟรมหลักหรือเรียกว่าโหนดหลัก (Main Node) และโหนดย่อย (Sub Node) รวมทั้งยังมีการเชื่อมโยงแต่ละโหนดถึงกันที่เรียกว่าไฮเปอร์ลิงก์ [5]

2.3 การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-based Learning :PBL)

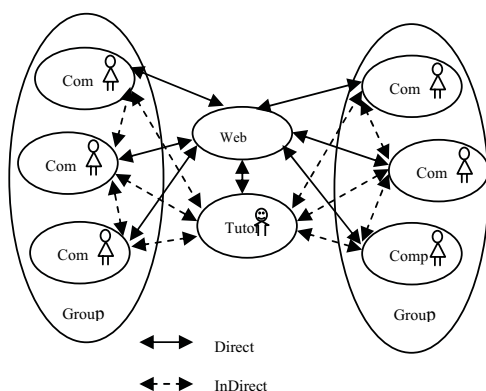
เป็นวิธีการพัฒนาหลักสูตรและวิธีการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นและเน้นที่กิจกรรมของนักศึกษา PBL จะเริ่มต้นด้วยการให้ปัญหาที่เป็นสถานการณ์จริงแก่นักศึกษาก่อนแทนที่จะให้ความรู้ของสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องก่อน เพื่อแก้ปัญหาด้วยวิธีนี้หลักสูตรและการสอนจึงจะนำนักศึกษาไปสู่การแสวงหาวิชาความรู้และทักษะด้วยตนเอง โดยผ่านขั้นตอนการแก้ปัญหาที่จัดไว้ให้โดยอาศัยวัสดุการเรียนการสอนและครูที่กำหนดให้ตามหลักสูตร [2]

2.4 การเรียนรู้แบบอภิปรายกลุ่มย่อย (Buzz Group)

การรวมกลุ่มพิจารณาประเด็นย่อย (Buzz Group) โดยการแบ่งกลุ่มจากผู้เรียนที่มีจำนวนมาก แล้วแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยๆ กลุ่มละประมาณ 2-6 คน แล้วให้แต่ละกลุ่มแก้ปัญหาร่วมกันในระยะเวลาสั้นๆ ประมาณ 2-10 นาที ผู้สอนจะเสนอปัญหาให้กลุ่มพิจารณา โดยที่ทุกกลุ่มจะร่วมกันพิจารณาปัญหาเดียวกัน หรือแต่ละกลุ่มพิจารณาแต่ละปัญหาก็ได้ [6]

2.5 การเรียนรู้ร่วมกันแบบออนไลน์

การเรียนรู้ร่วมกันเป็นวิธีการเรียนอีกวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในสภาพแวดล้อมบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1: สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ร่วมกันผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์

องค์ประกอบในสภาพแวดล้อมแบบออนไลน์ประกอบไปด้วย ผู้ร่วมเรียน (Peer) กลุ่มสำหรับการเรียนรู้ (Learning Group) ผู้สอน (Tutor) คอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Web Server) และการสื่อสาร (Communication) สภาพแวดล้อมแบบออนไลน์ ผู้เรียนแต่ละคนจะอยู่ต่างที่กันและสื่อสารกันโดยไม่ได้พบหน้ากัน เว้นแต่ผู้เรียนแต่ละคนจะมีกล้องถ่ายวิดีโอที่เครื่องของตนเอง ผู้เรียนจะติดต่อสื่อสารกัน โดยผ่านทางเครื่องให้บริการ และผู้สอนก็เช่นเดียวกัน [3]

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีทั้งงานวิจัยในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศ ดังนี้

ประภัสสร [7] ได้ศึกษา เรื่อง การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่าย โดยใช้ปัญหาหลัก วิชาการเขียนโปรแกรม 1 ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพ 84.55/80.50 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนปกติที่ระดับนัยสำคัญที่ .05

พิชัย [8] ได้ศึกษา การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกันบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรีที่มีรูปแบบการเรียนต่างกัน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตปริญญาตรีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ลงทะเบียนรายวิชาศิลปการดำเนินชีวิต ภาคการศึกษาปลาย จำนวน 60 คน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างระหว่างผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Dufner, Kwon and Rogers [9] ได้ทำการวิจัยโครงการนำร่องด้านภาษาใช้การสื่อสารแบบอซิงโครนัสเพื่อช่วยในการเรียนรู้ร่วมกัน ของนักศึกษาบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัยอิลลินอยและมหาวิทยาลัยเนบราสก้าในวิชา Management Information System เป็นระยะเวลา 4 เดือน เพื่อตรวจสอบและวัดการยอมรับ ความพึงพอใจ และสาธิตว่า Cyber Collaborative สามารถใช้ในการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการใช้ GDSS (Group Decisions Support System) ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีทัศนคติในแง่บวกต่อการเรียนในลักษณะโดยมีความพึงพอใจในด้านการอภิปราย การแก้ปัญหา การใช้ระบบเครือข่าย การเรียนรู้ร่วมกัน และเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนรู้ร่วมกัน ในด้านความชอบเครื่องมือในการเรียนพบว่า ผู้เรียนมีความชอบต่อเครื่องมืออื่นได้แก่

GSDD,E-mail, Chat,Discussion,Document Production โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง

จากผลการวิจัยต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาบทเรียนเว็บช่วยสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือต่างก็ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น ดังนั้นงานวิจัยที่จัดทำขึ้นเป็นการผสมผสานระหว่างการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ร่วมกับการเรียนรู้แบบ Buzz Group เพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนดีขึ้น

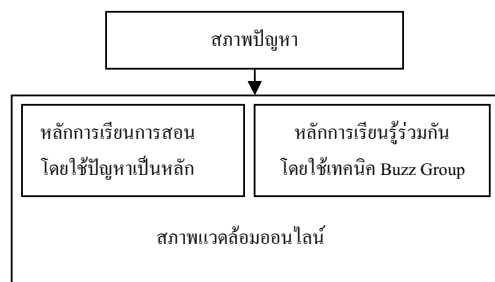
3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การวิเคราะห์

3.1.1 ศึกษาสภาพปัญหาของการวิจัย

3.1.2 ศึกษาเอกสารงานวิจัยและรายงานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

3.1.3 รวบรวม และกำหนดกรอบแนวคิดในงานวิจัย ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: กำหนดกรอบแนวคิดในงานวิจัย

3.2 การออกแบบบทเรียน

3.2.1 กำหนดกลุ่มประชากรและการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1.1 ประชากร คือ นักศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียน วิชา การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ในปีการศึกษา 2551

3.2.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยอาชีวศึกษาฉะเชิงเทรา ปีการศึกษา 2551 ได้มาจากการวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Simple) จำนวน 1 กลุ่ม นักศึกษา 42 คน

3.2.1.3 วิธีการแบ่งกลุ่ม แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มอภิปรายกลุ่มย่อย จัดให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ นำผลการเรียนมาเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ตามระดับผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และกลุ่มอ่อน แล้วดำเนินการแบ่งกลุ่มด้วยอัตราส่วน 1:2:1 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 กลุ่ม

3.2.2 การกำหนดแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวสอบก่อน-สอบหลัง (One Group Pretest-Posttest Design)

3.3 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้เพื่อดำเนินการวิจัยประกอบด้วย

3.3.1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ร่วมกับการเรียนรู้แบบ Buzz Group วิชา การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

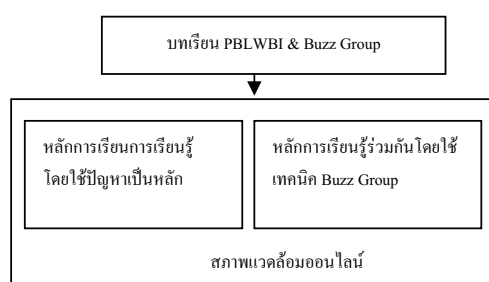
3.3.1.2 แบบทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.1.3 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และ แบบสอบถามความคิดเห็นผู้ใช้บทเรียน

3.3.2 การพัฒนาตัวบทเรียน (Courseware) มีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

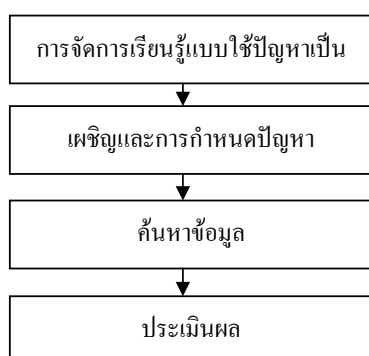
3.3.2.1 ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (PBL) ร่วมกับการเรียน

แบบ Buzz Group คือเน้นและสนับสนุนให้ผู้เรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง เริ่มด้วยปัญหาที่มีพื้นฐานมาจากข้อมูลจริงในสื่อการเรียนการสอน วิชาการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้สถานการณ์ปัญหาในการกำหนดปัญหา ให้สมาชิกภายในกลุ่มค้นหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหานั้น จากแหล่งข้อมูลที่มีอยู่ในภายในระบบและบนระบบเครือข่าย ดังนี้



ภาพที่ 3: การพัฒนาบทเรียน PBLWBI & Buzz Group

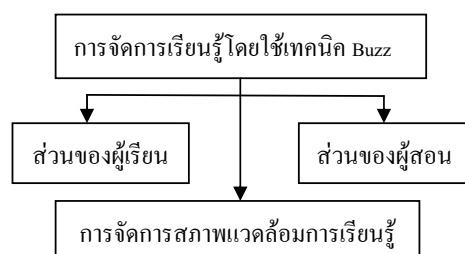
3.3.2.2 ขั้นตอนการพัฒนาจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (PBL) สามารถแยกเป็นสามขั้นตอนในการจัดการเรียน โดยผู้เรียน ดังนี้



ภาพที่ 4: แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก

3.3.2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Buzz Group ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็น

กลุ่มย่อย จำนวน 10 กลุ่ม กำหนดให้มีแต่ละกลุ่มมีหัวหน้ากลุ่ม 1 คน คือคนที่มีความสูงที่สุดภายในกลุ่ม มีหน้าที่กำหนดหัวข้อปัญหาและสรุปเนื้อหาจากการค้นคว้าและอภิปรายผลร่วมกัน สมาชิกในกลุ่มมีหน้าที่ศึกษาภาระกิจงานจากหัวหน้ากลุ่ม ศึกษาเนื้อหาภายในระบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วอภิปรายร่วมกันผ่านระบบ Chat Room ภายในระบบการออกแบบส่วนของเทคนิคการเรียนรู้แบบ Buzz Group ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้



ภาพที่ 5: การพัฒนาบทเรียนส่วนของเทคนิคการเรียนรู้แบบ Buzz Group

3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในวันที่ 24-26 มีนาคม 2552 ณ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ แผนกวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยอาชีวศึกษาจะเชิงเตา ดำเนินการติดตั้งบทเรียนในเครื่อง Server ที่จัดเตรียมไว้ ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ได้จัดเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 ชุด ต่อผู้เรียน 1 คน ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.4.1 ผู้วิจัยชี้แจงและแนะนำวิธีการใช้บทเรียน

3.4.2 ให้ผู้เรียนทุกคนลงทะเบียน เพื่อเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน PBLWBI & Buzz Group โดยผู้เรียนแต่ละคนลงทะเบียนตามกลุ่มที่ผู้วิจัยกำหนดให้ จำนวน 10 กลุ่ม

3.4.3 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบแบบเลือกตอบ เพื่อรวบรวมคะแนนสอบก่อนเรียน (Pretest) ของแต่ละคนไว้เพื่อนำข้อมูลและคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนต่อไป

3.4.4 หลังจากนั้นผู้เรียนเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน PBLWBI & Buzz Group

3.4.5 เมื่อเรียนจบในบทเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนเมื่อทำงานครบทั้ง 2 หน่วยการเรียนรู้ นำผลการทดสอบของผู้เรียนแต่ละคนมาเก็บไว้เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนต่อไป

3.4.6 ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) เมื่อเรียนจบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว เก็บคะแนนสอบหลังเรียน (Posttest) ของแต่ละคนไว้เพื่อนำข้อมูลคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4 ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผลการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หลังเรียนด้วยบทเรียน สรุปได้ว่า บทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพของบทเรียน 82.67/81.24 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการทดลองปรากฏว่าคะแนนทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมของคะแนนก่อนการเรียนมีค่าเท่ากับ ($\bar{X}=12.37$) ต่ำกว่า

ค่าเฉลี่ยโดยรวมของคะแนนหลังการเรียนมีค่าเท่ากับ ($\bar{X}=20.31$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

4.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มย่อยจำนวน 10 กลุ่ม ทดลองใช้บทเรียน ซึ่งเป็นบทเรียนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกัน เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่ม พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่า ($\bar{X}=20.28$) คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($\bar{X}=12.02$)

4.4 ผลการสำรวจความพึงพอใจของ กลุ่มตัวอย่าง

ผลการสำรวจความพึงพอใจบทเรียน PBLWBI & Buzz Group ด้านต่างๆ ได้ค่าเฉลี่ย 4.30 แสดงว่าผู้เรียนกลุ่มทดลอง มีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการสอนของบทเรียนในระดับดี

5. สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

หลังจากการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ร่วมกันเทคนิคแบบอภิปรายกลุ่มย่อย Buzz Group ผลที่ได้ คือ ได้บทเรียนมีองค์ประกอบตามรูปแบบที่พัฒนาไว้ และตรงตามสภาพแวดล้อมที่ออกแบบไว้ ผู้วิจัยได้นำบทเรียนไปทดลองใช้เพื่อการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1/E2 ผลที่ได้ก็มาจากคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้บทเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยของแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน 82.67/81.24 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่ม พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่า ($\bar{X}=20.28$) คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

($\bar{X}=12.02$) จึงสรุปได้ว่าการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายกลุ่มมีค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูงขึ้น ความพึงพอใจของผู้เรียนตอบบทเรียน อยู่ในระดับดี ($\bar{x}=4.30$)

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการทำวิจัย บทเรียนที่พัฒนาขึ้นตามกรอบที่ได้ออกแบบไว้ ผลการวิจัยสามารถนำมาอภิปรายได้ดังต่อไปนี้

5.2.1 ด้านการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้มีค่า 82.67/81.24 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับ ประภัสสร [9] กล่าวว่า การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่าย โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก วิชา การเขียนโปรแกรม 1 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5.2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการวิจัยในครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียน ที่พัฒนาขึ้นกับก่อนเรียน ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่พัฒนาขึ้นสามารถทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของจันทร์ [13] เรื่อง การวิจัยเรื่องรูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเนื้อหาและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มเป้าหมายสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และสอดคล้องกับการวิจัยของวรรณุช [11] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการฝึกอบรมผ่านเว็บด้วยการเรียนแบบร่วมมือกรณีศึกษาเพื่อการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับพยาบาล

วิชาชีพ กลุ่มตัวอย่างคือพยาบาลวิชาชีพจากวิทยาลัยแพทยศาสตร์และเวชพยาบาล ผลการทดลองพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีรูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนการฝึกอบรม และกลุ่มตัวอย่างมีความพอใจต่อระบบในระดับมาก

5.2.3 การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทดลองใช้บทเรียนโดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มย่อยจำนวน 10 กลุ่ม ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่ม พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่า ($\bar{X}=20.28$) คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($\bar{X}=12.02$) จึงสรุปได้ว่าการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายกลุ่ม มีค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของพิชัย[10]ได้วิจัยผลการเรียนรู้ร่วมกันผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันบนเครือข่ายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

5.2.4 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้น อยู่ในระดับดี ($\bar{X}=4.30$) ซึ่งผลจากการเรียนรู้ร่วมกันแบบออนไลน์ทำให้ผู้เรียนกล้าแสดงออกในการแสดงความคิดเห็นกับเพื่อสมาชิกผ่านระบบเครือข่าย สอดคล้องกับ พิชัย[10] กล่าวว่า การเรียนรู้ร่วมกันผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์จะทำให้ผู้เรียนที่ไม่ค่อยกล้าแสดงออกในชั้นเรียนปกติ กล้าแสดงออกทางความคิดเห็นมากขึ้น นอกจากนี้ผลจากการสำรวจความพึงพอใจผู้เรียนพบว่า ผลจากการเรียนรู้ร่วมกันทำให้ผู้เรียนกล้าที่จะคิดแก้ปัญหาและคิดเป็นระบบมากขึ้น

จากการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบ Buzz Group วิชา การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วย

โปรแกรมสำเร็จรูป ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพและคุณภาพเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในสถาบันการศึกษาต่อไป เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถแสดงได้ทั้งภาพเคลื่อนไหว สีและเสียง ทำให้เกิดการแรงจูงใจในการเรียน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา การนำหลักการการแก้ปัญหาาร่วมกันของผู้เรียน โดยการจัดกลุ่มการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาปัญหาและแก้ปัญหาาร่วมกันภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้สอนสังเกตติดตามการทำงานของกลุ่มและกระตุ้นเสริมแรงในบางครั้ง พบว่าผู้เรียนมีความกระตือรือร้น เกิดกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม เช่น การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การนำเสนอ และการเชื่อมโยง ซึ่งกระบวนการดังกล่าว เมื่อพิจารณาผลคะแนนเฉลี่ยรวมจากการทำทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 81.24 ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนซึ่งมีค่าเท่ากับ 48.29 จึงสรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบ Buzz Group วิชา การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ที่พัฒนาขึ้น เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนในปัจจุบัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย

5.3.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบการใช้ปัญหาเป็นหลัก และเทคนิค Buzz Group สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาที่มีเนื้อหาที่ซับซ้อนได้

5.3.2 การนำบทเรียนไปใช้ในสถานการณ์จริง ผู้สอนสามารถปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับผู้เรียนได้ เช่น เก่ง ปานกลาง อ่อน

5.3.3 สามารถพัฒนาระบบการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนในรูปแบบอื่นได้ตามความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม

5.3.4 ควรส่งเสริมให้มีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในรายวิชาอื่น ๆ เพื่อเป็นทางเลือกให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยตนเอง หรือสามารถทบทวนเนื้อหาที่ต้องการได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ธาริน สิทธิธรรมชาธิ. การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป. กรุงเทพฯ: บริษัท ชัคเชส มีเดีย จำกัด, 2550.
- [2] ทองจันทร์ หงส์คารมภ์. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก = Problem-based learning. ข่าวสารกองบริหารการศึกษ (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) 6, 58 (พ.ย.-ธ.ค. 38) 5-21
- [3] วิทยา และคณะ. รูปแบบการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยแบบอัจฉริยะและมีส่วนร่วมผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์. งานประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 1 หน้า 72-100. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548
- [4] วชิระ มัททวิวงศ์. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย (MMCAI) บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชา เทคโนโลยีสารสนเทศและคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548
- [5] มนต์ชัย เทียนทอง. การออกแบบและพัฒนาครุสแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- [6] สุลัดดา ลอยฟ้า. รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้. เอกสารการสอน คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2536
- [7] ประภัสสร ศรีเวียงวัช. การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการเขียนโปรแกรม 1 สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาควิชาออกเฉียงเหนือ. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

- มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชา
คอมพิวเตอร์ศึกษามหาบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.
- [8] พิชัย ทองดีเลิศ. การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกันบน
เครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรีที่มี
รูปแบบการเรียนต่างกัน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างคือนิสิต
ปริญญาตรี มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์. วิศวกรรมศ
บัณฑิต เทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2547.
- [9] Dufner, D., Kwon, O., and Hadidi, R. (1999) "Web-CCAT:
a Collaborative Learning Environment for Geographically
Distributed Information Technology Students and
Working Professionals." *Communications of The
Association of Information Systems*, (1)12.
- [10] จันทร ดิยะวงศ์. รูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก
เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549.
- [11] วรนุช เนตรพิศาลนิช. การพัฒนารูปแบบการฝึกอบรม
ผ่านเว็บด้วยการเรียนแบบร่วมมือ กรณีศึกษาเพื่อการ
พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับพยาบาลวิชาชีพ
วิทยาลัย แพทย์ศาสตร์และเวชพยาบาล. วิศวกรรมศ
บัณฑิต เทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2544.

ยุทธศาสตร์การใช้ ICT เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2555

นพพร ชื่นพันธ์

ภาควิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

บทคัดย่อ

จากกระแสการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมในระดับนานาชาติที่มุ่งเน้นการพัฒนาประเทศไปสู่เศรษฐกิจและสังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ (Knowledge-based Economy/Society: KBE/KBS) สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการผลิต การเข้าถึง การจัดเก็บ และการแพร่กระจายความรู้ อันเป็นปัจจัยการผลิตหลักภายใต้ระบบเศรษฐกิจและสังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ของประเทศไทย

คำสำคัญ: ยุทธศาสตร์ : การเรียนรู้ตลอดชีวิต

Abstract

From this changes Knowledge-based Economy /Society :KBE/KBS is important to information technology to Increase Although is technology there are more importants for process of products for becoming for files and Distribute to Knowledge-based Economy /Society : KBE/KBS are factors for process of products to licenses of Ministry of Financial and Economics and Ministry of Society for Lifelong learning from Thailand.

Keywords: The strategies : Lifelong learning

1. บทนำ

การเรียนรู้ตลอดชีวิตได้รับการยอมรับว่ามีความสำคัญ และจำเป็นต่อการพัฒนาสังคมแห่งการเรียนรู้ ซึ่งนำไปสู่การเพิ่มศักยภาพของประเทศ คณะกรรมการการยุโรปได้ประกาศในการสัมมนาในปี ค.ศ.1996 เป็นปีแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตของยุโรป (European year of Lifelong Learning) โดยกล่าวว่า จุดมุ่งหมายของปีแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตของยุโรปคือการนำการเรียนรู้ตลอดชีวิตมาใช้เพื่อส่งเสริมการพัฒนาบุคคล และการสร้างสำนึกของความเป็นปัจเจกบุคคล ความสามารถในการดำรงตนเองในการทำงานและในสังคมได้อย่างกลมกลืน การมีส่วนร่วมในกระบวนการตัดสินใจแบบประชาธิปไตย รวมทั้งความสามารถของบุคคลในการปรับตัวให้รับกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ เทคโนโลยี และสังคม หลังจากนั้นได้มีความเคลื่อนไหวในประเทศต่างๆ ทั่วโลก อาทิเช่นในปี ค.ศ. 1997 คณะที่ปรึกษาแห่งชาติเกี่ยวกับการศึกษาต่อเนื่อง และการเรียนรู้ตลอดชีวิตแห่งราชอาณาจักร ได้เผยแพร่รายงานในประเด็น การเรียนรู้ตลอดชีวิตสำหรับศตวรรษที่ 21 เป็นการเสนอให้หลอมรวมการเรียนรู้ตลอดชีวิตกับการเรียนรู้ในที่ทำงาน เพื่อปรับปรุงความสามารถในการทำงาน และทำให้มีโอกาในการจ้างงานมากขึ้น ทำให้เศรษฐกิจดีขึ้น เกิดความเป็นหนึ่งเดียวในสังคม วิสัยทัศน์ ของรายงานฉบับนี้คือ การเรียนรู้ต้องเป็นสิ่งที่ทุกคนเข้าถึงได้ ต้องให้ความสำคัญกับผู้เรียนให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนเป็นเจ้าของการเรียนรู้ และเป็นผู้จัดการการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (Elliot,1999:104-105) คณะกรรมการแสวงหาการศึกษาในระดับอุดมศึกษา

ได้จัดทำรายงานในหัวข้อ การศึกษาในระดับอุดมศึกษาในสังคมแห่งการเรียนรู้ เสนอวิสัยทัศน์ของอุดมศึกษาในประเด็นการเรียนรู้ว่า การศึกษาใน

ระดับอุดมศึกษาต้องตระหนักถึงเป้าหมายที่จะพัฒนาบุคคล สังคม เศรษฐกิจของชาติในศตวรรษหน้า ประเทศที่จะประสบความสำเร็จทางเศรษฐกิจคือประเทศที่มีสังคมแห่งการ

เรียนรู้ซึ่งเป็นสังคมที่ทุกคนมีพันธะผูกพัน มุ่งมั่นที่จะเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยได้รับการศึกษาและฝึกอบรมที่มีประสิทธิภาพ และเสนอว่าหัวใจสำคัญของการเรียนรู้ตลอดชีวิตคือ การเชื่อมระหว่างการศึกษาในระดับอุดมศึกษาับการศึกษาต่อทำให้มหาวิทยาลัยต่าง ๆ เริ่มจัดตั้งสถาบันและองค์กรที่ดำเนินงานเรื่องนี้โดยตรง รวมทั้งก่อให้เกิดแนวคิดในระดับประเทศว่าการจัดโอกาสการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อสามารถอยู่รอดทางเศรษฐกิจได้ในยุคข้อมูลข่าวสาร (Elliot,1999 : 98)

ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ตลอดชีวิตเช่นกันแต่การดำเนินงานที่ผ่านมาจะเป็นการจัดการศึกษาที่เน้นการจัดโอกาสให้บุคคลได้เข้ารับการศึกษารเรียนรู้ในวัยผู้ใหญ่ หรือการซ่อมเสริมการศึกษาในวัยต้นที่ขาดหายไป โดยมีกรมการศึกษานอกโรงเรียนกระทรวงศึกษาธิการเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรง ในการจัดหลักสูตรการศึกษาทั้งเพื่อการเรียนรู้หนังสือและเพื่ออาชีพ นอกจากนั้นยังมีหน่วยงานอื่นๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนที่มีบทบาทในการจัดการศึกษาตลอดชีวิต เช่นหลักสูตรฝึกอบรมอาชีพระยะสั้น หลักสูตรการศึกษาต่อเนื่อง เป็นต้น รวมทั้งมีการจัดแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ ให้ประชาชนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง แต่ยังมีได้กำหนดให้การเรียนรู้ตลอดชีวิตเป็นนโยบายหลักของการจัดการศึกษาของชาติที่ทุกส่วนของสังคมต้องดำเนินการจนกระทั่งเมื่อมีประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ในวันที่ 19 สิงหาคม พ.ศ.2542 ได้มีการกำหนดแนวความคิดของการศึกษาตลอดชีวิต ไว้ในมาตรา 8

สรุปได้ว่า หลักการจัดการศึกษาให้เป็นการศึกษาตลอดชีวิต สำหรับประชาชนให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา และการพัฒนาสาระและกระบวนการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างต่อเนื่องและมาตรา 15 สรุปได้ว่า การจัดการศึกษามี 3 รูปแบบ คือ การศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการศึกษาตลอดชีวิต คือการพัฒนาให้มนุษย์สามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต (วิชัย ตันศิริ, 2539 : 10) ดังนั้นการจัดการศึกษาของประเทศไทยในทุกระดับทั้งการศึกษาขั้นพื้นฐานและการศึกษาในระดับอุดมศึกษาและสูงกว่า ทั้งการศึกษาในระบบ นอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยจะต้องมีการประสานและเชื่อมต่อกัน เพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดผลลัพธ์สุดท้ายคือ การพัฒนาบุคคลให้แสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ตลอดชีวิต อันจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาคน พัฒนาสังคมและประเทศชาติ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ความสำคัญของการเรียนรู้ตลอดชีวิต

การเรียนรู้ตลอดชีวิตมีความสำคัญและจำเป็นเพื่อการพัฒนาทั้งระดับบุคคล ชุมชน สังคมประเทศชาติ จนถึงระดับโลก การเรียนรู้ตลอดชีวิตมีเป้าหมายเพื่อการพัฒนาบุคคลให้มีเครื่องมือที่สำคัญได้แก่ ความรู้ ทักษะและคุณสมบัติหรือสมรรถภาพในการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องตลอดช่วงชีวิตเพื่อการพัฒนาคนและสังคมโดยรวม จากผลการเรียนรู้ที่เพิ่มพูนขึ้นสามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงได้ กล่าวได้ว่าการเรียนรู้ตลอดชีวิตเป็นมโนทัศน์ที่ต้องพยายามผลักดันให้เป็นจริงในทางปฏิบัติ อย่างไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้เนื่องมาจากบริบทต่าง ๆ ดังนี้

1. การให้ความสำคัญกับความรู้หรือสังคมที่ใช้ความรู้เป็นฐานหรือการเรียกร้องให้มีการสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้

2. แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงทางสังคมที่มีความแตกต่างหลากหลาย โดยเฉพาะทาง

วัฒนธรรมที่เรียกร้องให้สร้างความหลอมรวมทางสังคม เพื่อความเป็นหนึ่งเดียวในสังคม เป็นสังคมที่มีความสามัคคี และมีความสงบสุข

3. ความไม่เสมอภาคในการศึกษาของสมาชิกในสังคม ทำให้เกิดผู้ด้อยโอกาส ในการพัฒนาคนเพื่อมีส่วนร่วมทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง

4. ปรากฏการณ์ที่คนมีอายุยืนขึ้น ทำให้โครงสร้างประชากรของแต่ละประเทศเปลี่ยนแปลงไป ช่วงเวลาในชีวิตของคนวัยหลังจากจบจากโรงเรียนยาวนานขึ้น

5. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ เนื่องจากกระแสโลกาภิวัตน์ ที่เน้นการแข่งขันระดับ โลกและการจ้างงาน

6. ความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยี ทำให้ต้องมีการปรับทักษะ และสมรรถภาพ เพื่อการทำงานให้มีประสิทธิภาพ หรือมีความทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต

หากพิจารณาการเรียนรู้ตลอดชีวิตของบุคคล เป็นระบบหนึ่งในการที่บุคคลจะเข้าร่วมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องอย่างสม่ำเสมอ ตลอดชีวิตจะต้องมีสิ่งที่เกิดขึ้นมาก่อน (Antecedent) ซึ่งจะเป็นตัวเริ่มต้นในการทำให้บุคคลเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต มีปัจจัยหลายอย่างส่งผลทั้งที่เป็นตัว สนับสนุนส่งเสริม และเป็นตัวยับยั้งหรือเป็นอุปสรรคต่อการเข้าร่วมการเรียนรู้ตลอดชีวิต จากแนวคิดต่างๆ สรุปว่าสิ่งที่ส่งผลทำให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต แบ่งเป็น 2 องค์ประกอบ คือ

1. องค์ประกอบด้านปัจจัยภายในตัวบุคคลประกอบด้วย

1.1 คุณลักษณะของบุคคลได้แก่

ความเชื่อในสมรรถนะของตนเองความสามารถทางปัญญา ความคาดหวัง และการเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ การมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่ดี การมีความตั้งใจ และ

ความอยากที่จะเรียนรู้เป็นผู้มีแรงจูงใจภายในตนเองที่จะเรียนรู้ เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นปัจจัยภายในเบื้องต้นที่ทำให้ผู้เรียนกลายเป็นผู้ที่มีเจตคติต่อการเรียนรู้ต่อไปในอนาคต

1.2 ทักษะและความสามารถที่เป็นผู้เรียนรู้ได้ ได้แก่

1) ทักษะพื้นฐานในการเรียนรู้ เช่น ทักษะด้านภาษา ทักษะการคำนวณ ทักษะการใช้ภาษาอังกฤษ ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

2) ทักษะที่เอื้อในการเรียนรู้แบบนำตนเอง ซึ่งผู้ที่มีทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นในการเรียนรู้ ทำให้สามารถเข้าร่วมการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องในอนาคต สรุปไว้เบื้องต้นคือ คุณลักษณะที่จำเป็นของผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต

3) องค์ประกอบด้านปัจจัยภายนอกตัวบุคคล ประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมที่สนับสนุนการเรียนรู้ของบุคคลได้แก่ ครอบครัว ที่ทำงาน โรงเรียน ชุมชน สังคม การมีโอกาสนี้ และมีแหล่งการเรียนรู้ที่เข้าถึงได้ง่าย รวมทั้งการมีทรัพยากรส่วนบุคคลที่เอื้อต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต ได้แก่ เงิน เวลา เป็นต้น

สังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้

สังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้เน้นครอบคลุมพัฒนาการทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมในส่วนหนึ่งของเศรษฐกิจสามารถนิยามกว้างๆ ได้ว่าเป็นเศรษฐกิจที่มีการผลิตความรู้ การกระจายความรู้ และการใช้ความรู้เป็นตัวจักรสำคัญในการสร้างความเจริญให้กับสังคมสร้างความมั่นคงให้กับระบบเศรษฐกิจ และการสร้างงานให้กับประชาชนอย่างทั่วถึง โดยพึ่งพาการใช้ความรู้เป็นสำคัญในการปรับกลยุทธ์ของเศรษฐกิจทั้งเก่าและใหม่

ในสังคมที่มีความเอื้อต่อความเจริญทางเศรษฐกิจบนพื้นฐานแห่งความรู้ก้าวหน้าขึ้นได้นั้น โดยมากจะเป็นสังคมที่มีแนวโน้มของการผลิต การกระจาย และการใช้ความคิดและสร้างสรรค์ใหม่ ๆ ที่ก่อให้เกิดความ

ได้เปรียบในการแข่งขัน หรือที่เรียกว่าสังคมที่มีนวัตกรรม (Innovation) นั่นเอง ในหลายประเทศที่มีการส่งเสริมด้านนวัตกรรมมักมีการลงทุนของสังคมใน 3 ด้านหลักคือ

เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, ทรัพยากรมนุษย์ และวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อาจกล่าวได้ว่าสังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้มีคุณลักษณะที่เอื้อต่อความเปิดกว้างของสังคมและเศรษฐกิจ มีการประยุกต์ความคิดใหม่ ๆ ให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจ ซึ่งยังผลดีต่อการดำเนินนโยบายเศรษฐกิจมหภาคและจุลภาค ตลอดจนภาคการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิตของประชาชนทั้งหมดนี้เป็นไปได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพสูงด้วยพลังของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

ยุทธศาสตร์การเรียนรู้ตลอดชีวิตของประเทศไทย

ยุทธศาสตร์การเรียนรู้ตลอดชีวิตของประเทศไทยสามารถสรุปสาระสำคัญประกอบด้วย 3 หัวข้อคือ

1. หลักการเรียนรู้ตลอดชีวิต
2. ยุทธศาสตร์การเรียนรู้ตลอดชีวิต
3. แนวทางปฏิบัติเพื่อบรรลุตามยุทธศาสตร์ที่กำหนดนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการพัฒนาประเทศไทยไปสู่สังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้

นโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการพัฒนาประเทศตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสร้างสังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ของประเทศไทย มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการคือ

ลงทุนในการเสริมสร้างทรัพยากรมนุษย์ที่มีความรู้เป็นพื้นฐานสำคัญ

1. ส่งเสริมให้มีความนวัตกรรมในระบบเศรษฐกิจและสังคม
2. ลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานสารสนเทศ และส่งเสริมอุตสาหกรรมสารสนเทศ

เป้าหมายของนโยบาย

1. เป้าหมายโดยรวม 10 ปีข้างหน้ายึดถือการเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาประเทศ โดยใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือ โดยสหประชาชาติได้แบ่งกลุ่มประเทศต่าง ๆ ออกเป็น 4 กลุ่ม เรียงตามความสามารถในการพัฒนาประเทศโดยใช้เทคโนโลยี ดังนี้

1.1 กลุ่มผู้นำ (Leaders) เป็นประเทศที่มีนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของตนเอง

1.2 กลุ่มที่มีศักยภาพเป็นผู้นำ (Potential Leaders) เป็นกลุ่มที่มีความก้าวหน้าและกำลังพัฒนาศักยภาพเป็นผู้นำในอนาคต

1.3 กลุ่มผู้ล่าช้าที่มีพลวัต (Dynamic Adopters) เป็นกลุ่มประเทศที่มีความแข่งขันในการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ แม้จะมีอุตสาหกรรมเทคโนโลยีระดับสูง แต่การแพร่กระจายเทคโนโลยีก็ช้าและไม่สมบูรณ์

1.4 กลุ่มด้อยศักยภาพ (Marginalized) เป็นประเทศซึ่งยังต้องกระจายเทคโนโลยีและพัฒนาฝีมือแรงงานอีกมาก

2. สำหรับเป้าหมายของนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศประการที่สองคือ การพัฒนาแรงงานความรู้ในปีพ.ศ.2544 ประเทศไทยมีแรงงานความรู้ประมาณร้อยละ 12 ของแรงงานทั้งหมด เป้าหมายของนโยบายคือมีจำนวนแรงงานความรู้ร้อยละ 30 ของแรงงานในประเทศทั้งหมดภายในปี พ.ศ. 2553

3. เป้าหมายที่สามพิจารณาจากปริมาณกิจกรรมทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับใช้ความรู้พื้นฐานที่เรียกว่า Knowledge-based หรือ Knowledge-intensive Industries คือในปีพ.ศ.2553 ประเทศไทยจะมีสัดส่วนของอุตสาหกรรมบนฐานความรู้ร้อยละ 50 ของ GDP

การกำหนดยุทธศาสตร์จากนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศ

กลยุทธ์การพัฒนานั้นสามารถแบ่งได้เป็น 5 องค์ประกอบใหญ่ (Flagships) ดังนี้

1. เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการพัฒนาด้านภาครัฐ (e-Government)

2. เทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาด้านการพาณิชย์ (e-Commerce)

3. เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการพัฒนาด้านอุตสาหกรรม (e-Industry)

4. เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการพัฒนาด้านการศึกษา (e-Education)

5. เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการพัฒนาสังคม (e-society)

กลยุทธ์การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการพัฒนาทางการศึกษา (e-Education)

เป้าหมาย :

พัฒนาและเตรียมความพร้อมด้านทรัพยากรมนุษย์ในทุกระดับของประเทศ เพื่อรองรับการพัฒนาสู่การเป็นสังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้

ยุทธศาสตร์การพัฒนา :

1. พัฒนากลไกการบริหารนโยบายและการบริหารจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

2. พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสารสนเทศเพื่อการศึกษา

3. สนับสนุนและส่งเสริมการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในทุกระดับ

4. เร่งพัฒนาและจัดหาความรู้ (Knowledge) และสาระทางการศึกษา (Content) ที่มีคุณภาพและมีความเหมาะสม

5. ลดความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงสารสนเทศ (Information) และความรู้ (Knowledge)

เทคโนโลยีที่ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต

1. การกระจายเสียงเพื่อการศึกษา

ด้วยคุณลักษณะที่สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้กว้างไกลกระจายตัวอยู่ทั่วไปผนวกกับอิทธิพลในการ

สร้างแรงจูงใจของเทคโนโลยีถ่ายทอดข้อมูลสัญญาณ จึงสมควรที่จะให้เทคโนโลยีแขนงนี้เข้ามาแสดงบทบาทหลักในการสร้างสรรค์สังคมสารสนเทศที่ปวงชนทุกคนสามารถเข้าถึงได้อย่างแท้จริง และควรจะเป็นองค์ประกอบที่เป็นหัวใจของการบรรลุเป้าหมายของการเรียนรู้ตลอดชีวิตของปวงชนด้วย การรวมตัวระหว่างการกระจายเสียงเพื่อการศึกษา กับสื่อปฏิสัมพันธ์ก่อให้เกิดโอกาสศักยภาพอันยิ่งใหญ่ในการปรับเปลี่ยนทางวัฒนธรรมครั้งสำคัญเกี่ยวกับเจตคติการเรียนรู้และเทคโนโลยีสารสนเทศ

2. การส่งเสริม

รัฐควรส่งเสริมให้สื่อวิทยุกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์เข้ามาแสดงบทบาทมากขึ้น

2.1 กำหนดให้สื่อวิทยุกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์ที่แพร่ออกไปทั่วโลก มีพันธกิจที่จะต้องให้สาระความรู้

2.2 สื่อวิทยุกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์ควรเลือกสถานีช่องที่ได้รับความนิยมจากสาธารณชนมาก ๆ เป็นเส้นทางส่งเสริม และกระตุ้นให้ผู้คนเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ตลอดชีวิต

2.3 รัฐควรแสวงหาช่องทางในการจัดตั้งสถานีสำหรับการเรียนรู้ โดยเฉพาะ 1 ช่อง ในเครือข่ายรับสัญญาณดิจิทัลทุกแห่ง

3. การเข้าถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ

รัฐควรส่งเสริมมีนโยบายให้บริการเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ๆ โดยวางเป้าหมายให้ปวงชนทุกคนสามารถเข้ามาใช้บริการอินเทอร์เน็ตได้ดังนี้

3.1 รัฐควรจัดสรรเงินทุนเพื่อให้บริการอินเทอร์เน็ตแก่สาธารณชนทั่วไป

3.2 รัฐควรพิจารณาอนุญาตให้ผู้เรียนไม่ต้องจ่ายภาษีในการซื้ออุปกรณ์พื้นฐานทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

3.3 ควรกำหนดให้พนักงานทุกคนมีโอกาสได้รับการฝึกอบรมทางด้านทักษะเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศโดยถ้วนหน้า

3.4 ผู้ให้บริการการศึกษาฝึกอบรมทุกแห่ง และสำนักงานดูแลหลักสูตรและคุณภาพควรรวมเรื่องการใช้คอมพิวเตอร์ไว้ในนิยามของทักษะพื้นฐานด้วย

3.5 สำนักงานดูแลหลักสูตร และคุณภาพควรทบทวนยุทธศาสตร์ที่ระบุให้นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายผู้มีอายุระหว่าง 16-19 ปี ต้องเรียนรู้ทักษะสำคัญทางด้านเทคโนโลยี

4. การประสานงาน

เทคโนโลยีการสื่อสารใหม่ ๆ ทำหน้าที่ประสานการเรียนรู้ ได้แก่

4.1 ช่วยให้การตีพิมพ์ทางอิเล็กทรอนิกส์และการผลิตสิ่งพิมพ์เป็นไปได้โดยง่าย

4.2 ช่วยเชื่อมโยงนักศึกษาและผู้สอนเข้าด้วยกัน

4.3 เพิ่มพูนทักษะให้กับผู้คนผ่านกระบวนการเรียนรู้

4.4 ช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความต้องการที่ก้าวไกล

4.5 ช่วยให้ผู้ที่ไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้สามารถหวนสู่กระบวนการเรียนรู้

5. การพัฒนาชุดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

ชุดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ แต่ยังขาดผลงานที่ดี ขาดแคลนทุนรอนที่มั่นคง นอกจากนั้นยังขาดยุทธศาสตร์ในการพัฒนาวัสดุการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยการลงทุนมหาศาล รวมทั้งปัญหาในเชิงพาณิชย์ที่ยึดผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจเป็นสิ่งสำคัญ นอกจากนี้ยังมีประเด็นเกี่ยวกับการเป็นเจ้าของทรัพย์สินปัญญา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผลงานที่รัฐเป็นผู้สนับสนุนเงินทุนด้วย อีกปัญหาทางหนึ่งก็คือการขาดแคลนเนื้อหาและซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพดี

6. ความเปลี่ยนแปลงและความช่วยเหลือที่จำเป็นสำหรับสถาบันการเรียนรู้

การส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นในสถาบันการเรียนรู้ นั้น สามารถทำได้ดังนี้

6.1 องค์กรจัดสรรเงินทุนทบทุนมาตรการในการดำเนินงานของตน

6.2 ควรจัดสร้างธนาคารซอฟต์แวร์และการเข้าใช้วัสดุสารสนเทศโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย โดยเชื่อมโยงธนาคารนี้เข้ากับโครงข่ายแห่งชาติเพื่อการเรียนรู้ด้วย

6.3 สภาจัดสรรเงินทุนควรส่งเสริมการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน

6.4 ผู้จัดสรรเงินทุนกำหนดให้บุคลากรทุกคนของสถาบันการศึกษาสำหรับผู้เรียนที่มีอายุเกิน 16 ปี ได้มีโอกาสพัฒนาทักษะเกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาค้นคว้า รายงานวิจัย บทความวิจัย และเอกสารต่างๆ ผู้เขียนนำเสนอในภาพรวม “ยุทธศาสตร์การใช้ ICT เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตของประเทศไทย ในปี 2555” ดังนี้

ยุทธศาสตร์ที่ 1 การวางกรอบงานในยุทธศาสตร์ เป็นการกำหนดกรอบยุทธศาสตร์เพื่อการเผยแพร่แนวคิดเรื่องการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยกรอบยุทธศาสตร์ควรจะต้องแสดงให้เห็นถึงวิสัยทัศน์ของการเรียนรู้ตลอดชีวิต ทั้งนี้จะต้องครอบคลุม

หลักที่ใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติทั้ง 8 แนวทางดังนี้

1. ความต่อเนื่อง
2. ความเสมอภาค
3. คนต้องมาก่อนโครงสร้าง
4. หลากหลายทั้งในด้านหนทางและรูปแบบ
5. การเรียนรู้ตลอดชีวิตพึงต้องเกี่ยวข้องกับทุกหน่วยงานของรัฐ

6. คุณภาพกับความยืดหยุ่น

7. การร่วมงานอย่างมีประสิทธิภาพ

8. ความรับผิดชอบ

ยุทธศาสตร์ที่ 2 การปฏิบัติเจตคติ

กรอบยุทธศาสตร์ใหม่นี้ควรวางไปที่ฐานรากเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทัศนคติไปสู่การเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งวัตถุประสงค์ของโครงการณรงค์เพื่อแสดงให้เห็นถึงประโยชน์และความจำเป็นของการเรียนรู้ตลอดชีวิต รวมทั้งแสดงให้เห็นถึงรูปแบบและวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย

การปฏิบัติเจตคตินำไปสู่การเปลี่ยนแปลง โดยทำให้เกิดการมีส่วนร่วมจากหลายฝ่าย โดยต่างก็มีความรับผิดชอบร่วมกันต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต บุคคลแต่ละคนสามารถยอมรับว่าตนเองมีส่วนในการควบคุมพัฒนาการด้านการเรียนรู้ของตนเอง ท่ามกลางแหล่งการเรียนรู้ที่เขาสามารถเข้าถึงได้ และเลือกที่จะเรียนรู้ได้ตามความต้องการรัฐบาลจะเข้ามามีส่วนร่วมในการเปลี่ยนเจตคติ โดยการปรับระบบบริหารงบประมาณ ภาษีรวมทั้งนโยบายด้านการให้ทุนสนับสนุน เพื่อให้เกิดการพัฒนาโครงการต่างๆ

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การขยายขอบเขตของการเข้ามามีส่วนร่วมและผลสัมฤทธิ์ให้กว้างไกล

เป็นการแสดงเจตจำนงที่ชัดเจนที่จะเปิดกว้างอย่างทั่วถึงให้เกิดการเข้ามามีส่วนร่วม และผลสัมฤทธิ์ด้านการเรียนรู้ สิ่งเหล่านี้จะส่งผลให้จำนวนของผู้เรียนตลอดชีวิตเพิ่มมากขึ้นพร้อมทั้งเป็นเครื่องมือยืนยันให้กับบุคคลที่ต้องการประสบความสำเร็จได้ก้าวเข้ามาสู่วิถีทางการเรียนรู้ตลอดชีวิต เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายดังกล่าว หน่วยงานด้านกองทุนควรพัฒนากลไกและขั้นตอนวิธีการต่างๆ เพื่อการใช้และให้งบประมาณสนับสนุนทั้งหมดมุ่งไปเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตและตัวผู้เรียน โดยให้ความสำคัญอันดับแรกกับการมีส่วนร่วมที่มากขึ้น

ยุทธศาสตร์ที่ 4 ความสำคัญของบ้าน ชุมชน และสถานประกอบการ

ยุทธศาสตร์นี้มุ่งเน้นและให้ความสำคัญกับสถานที่เพื่อการเรียนรู้ ซึ่งควรได้รับการยอมรับว่าเป็นศูนย์กลางการพัฒนาวัฒนธรรมการเรียนรู้ตลอดชีวิตพร้อมกับการขยายวงการมีส่วนร่วมของประชาชน สิ่งเหล่านี้สามารถแสดงให้เห็นประจักษ์ชัดได้ด้วยการปรับระบบการให้เงินสนับสนุนสร้างโครงการริเริ่มต่างๆ นอกจากนั้นการจัดตั้งโครงข่ายแห่งชาติเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งเป็นกุญแจสำคัญ การดำเนินโครงการต่างๆ จะเป็นการกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อเป็นการสร้างโอกาสที่ดีให้เกิดขึ้นแก่ทุกคนได้ในทุกพื้นที่

ยุทธศาสตร์ที่ 5 การปรับระบบระเบียบให้เรียบง่ายและการบูรณาการ

ผู้จัดสรรเงินทุน ผู้จัดการศึกษาและหน่วยงานรับรองวิทยฐานะ ควรที่จะยุบและตัดทอนขั้นตอนที่ยังยากไม่จำเป็น ตลอดจนระบบระเบียบของราชการ เพื่อให้เกิดความก้าวหน้า เรียบง่ายและเหมาะสมกับเส้นทางการเรียนรู้ ควรมุ่งไปที่ความต้องการในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยสร้างระบบที่เข้าใจได้ง่ายทะลุปรุโปร่ง การดำเนินงานต้องเป็นการผสมผสานความร่วมมือระหว่างผู้นำที่มีประสิทธิภาพ และเพื่อเป็นการยกย่องและให้รางวัล รัฐบาลควรให้ความสำคัญกับงานนี้เป็นต้นโดยเรียกร้องและให้มีการแสดงรายงานความก้าวหน้าต่อสาธารณชนจากองค์กรกองทุนต่างๆ

ยุทธศาสตร์ที่ 6 การประสานแผน หุ้นส่วนและความร่วมแรงร่วมใจ

หุ้นส่วนที่มีพลังและความร่วมแรงร่วมใจอย่างยั่งยืน จะทำให้เกิดการสนับสนุนในการจัดการเรียนรู้ตลอดชีวิตของคนในระดับท้องถิ่น ความประสานกันของแผนยุทธศาสตร์นั้นควรจะรวมเอาหน่วยงานพัฒนาใหม่ๆ ในระดับภูมิภาค ซึ่งการพิจารณาในเรื่องนี้ควรจะได้มีการ

ได้มีการประชุมทำความเข้าใจเรื่องการเรียนรู้ตลอดชีวิต การทบทวนความต้องการของท้องถิ่น การเตรียมการในการประสานความร่วมมือ การเปิดเส้นทางในการเรียนรู้ และการติดตามความก้าวหน้า การจัดการนั้นควรจะเป็นเรื่องของท้องถิ่น เพื่อความเหมาะสมควรจะได้มีผู้แทนมาอยู่ในคณะกรรมการและสภาด้วย ที่จะเป็นการร่วมแรงร่วมใจกันอย่างเหนียวแน่น

ยุทธศาสตร์ที่ 7 การเข้าถึงสารสนเทศ คำปรึกษา และการแนะแนว

การเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการ และได้รับการให้คำปรึกษา จะเป็นสิ่งที่จำเป็น ถ้ายุทธศาสตร์ของการเรียนรู้ตลอดชีวิตประสบความสำเร็จ จะทำให้ประชาชนสามารถเข้าถึงการเรียนรู้ และรับผิดชอบในการวางแผนเพื่อการพัฒนาการเรียนรู้ตลอดชีวิตของตนเองได้ จึงควรที่จะเสนอสิทธิให้กับประชาชนในการรับรู้ข้อมูลและคำปรึกษา โดยมีจุดบริการที่ไม่คิดค่าใช้จ่าย และมีผู้เชี่ยวชาญให้คำปรึกษาแนะแนวในการใช้บริการ โดยเก็บค่าใช้จ่ายเพียงเล็กน้อย

ยุทธศาสตร์ที่ 8 ความถูกต้องของข้อมูล เป้าหมายและมาตรฐาน

ยุทธศาสตร์นี้ควรจะมีข้อมูลจำนวนมากและแม่นยำเป็นรากฐาน ถ้าเป้าหมายที่ตั้งขึ้นและความก้าวหน้าสามารถตรวจสอบได้ ข้อมูลเปรียบเทียบที่เชื่อถือได้ก็จำเป็น การเตรียมการด้านข้อมูลนั้นต้องมีการทำแผนที่และตรวจสอบได้ เพื่อที่จะเห็นถึงความต้องการได้ชัดเจนในระดับชาติ ระดับภูมิภาค และระดับท้องถิ่น รวมทั้งในส่วนต่างๆ ของภาคเศรษฐกิจ

ยุทธศาสตร์ที่ 9 การพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ด้านการสื่อสาร และการถ่ายทอดข้อมูลข่าวสาร

เทคโนโลยีใหม่ด้านการสื่อสารและสารสนเทศเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิตให้เกิดขึ้นได้ในทุก ๆ พื้นที่ รัฐบาลควรจัดให้มีการ

อภิปรายร่วมกันระหว่างผู้ประกอบการการกระจายเสียงแพร่ภาพ และหน่วยงานที่กำกับดูแล ค้นหาแนวทางที่ดีที่สุดในการใช้เทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมสนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยผ่านทางช่องสัญญาณปกติและช่องสัญญาณเพื่อการเรียนรู้โดยเฉพาะ

ยุทธศาสตร์ที่ 10 การจัดสรรเงินทุนกับการใช้จ่าย

ผู้ดูแลงบประมาณ ผู้จัดสรรเงินทุน และผู้อุปถัมภ์ด้านการเรียนรู้ ควรที่จะทบทวนและปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติ รวมทั้งการจัดการเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าได้สร้างมาตรการในการจูงใจให้กลุ่มต่างๆ เข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนรู้ตลอดชีวิตในวาระการปฏิบัติงานของรัฐบาล รัฐบาลควรที่จะมีความมุ่งมั่นอย่างเป็นระบบที่จะให้การสนับสนุนด้านงบประมาณเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้โดยรวมถึงหน่วยงานต่างๆ ของรัฐผู้ประกอบการ องค์กรการกุศล และประชาชนทั่วไป

4. สรุป

จากการศึกษา ค้นคว้า รายงานวิจัยบทความวิจัยเอกสารต่างๆ เกี่ยวกับ “ยุทธศาสตร์การใช้ ICT เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตของประเทศไทยในปี 2555” โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำเสนอวิสัยทัศน์ของผู้เขียนเพื่อเป็นแนวทางการศึกษาของประเทศไทยในปี 2555 ได้ดังนี้

ยุทธศาสตร์ที่ 1 การวางกรอบงานในเชิงยุทธศาสตร์

ยุทธศาสตร์ที่ 2 การปฏิบัติเจตคติ

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การขยายขอบเขตของการเข้ามามีส่วนร่วมและผลสัมฤทธิ์ให้กว้างไกล

ยุทธศาสตร์ที่ 4 ความสำคัญของบ้าน ชุมชน และสถานประกอบการ

ยุทธศาสตร์ที่ 5 การปรับระบบระเบียบให้เรียบง่ายและการบูรณาการ

ยุทธศาสตร์ที่ 6 การประสานแผน หุ้นส่วน และความร่วมมือร่วมใจ

ยุทธศาสตร์ที่ 7 การเข้าถึงสารสนเทศ คำปรึกษาและการแนะแนว

ยุทธศาสตร์ที่ 8 ความถูกต้องของข้อมูล เป้าหมายและมาตรฐาน

ยุทธศาสตร์ที่ 9 การพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ด้านการสื่อสาร และการถ่ายทอดข้อมูลข่าวสาร

ยุทธศาสตร์ที่ 10 การจัดสรรเงินทุนกับการใช้จ่าย

ยุทธศาสตร์ทั้ง 10 ข้อถือเป็นแนวทาง และเป็นประโยชน์ต่อการปฏิรูปการศึกษาของประเทศไทยในปี 2555 สังคมไทยจะเป็นสังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ ทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ทุกสถานที่ ทุกเวลา โดยใช้เทคโนโลยีใหม่ด้านการสื่อสาร และการถ่ายทอดข้อมูลข่าวสาร ของกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ

ภาครัฐยังเป็นหน่วยงานหลักที่ช่วยสนับสนุนผลักดันให้เกิดสังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ โดยที่ทุกหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนต้องหันมาเห็นความสำคัญของการสร้างสรรค์ให้เกิดสังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ต่อไป

หากแต่เพียงประชาชนคนไทยให้ความสนใจใฝ่หาความรู้ สังคมไทยจะเป็นสังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์.(2539,กันยายน) “ความพร้อมสู่สังคมยุคใหม่ก้าวไปกับการเรียนรู้ตลอดชีวิต”. Gent. 36:21.
- [2] นิตยา สำเร็จผล. (2547) การพัฒนาตัวบ่งชี้การจัดการศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต. ปริญญาโท กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- [3] นพพร ชื่นพันธ์. (2549) . “ยุทธศาสตร์การใช้ ICT เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2555.” การประชุมทางวิชาการ เรื่องการศึกษาของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2555 กรุงเทพฯ : บัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีสื่อ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- [4] Bittmer , Elizabeth. (2002). “Lifelong Learning : Implementing a generally accepted principle.” Creative and Inclusive Strategic for Lifelong Learning :Report of International Roundtable 27-29 November 2000. UNESCO, UIE. Hamburg, Germany.
- [5] Cropley, AJ . (1977). Lifelong Education. A Psychological Analysis. UNESCO Institute For Education. Hamburg. DeWitt Thomas. (2001,June). “Can We Train a Lifelong Learner”. Archives of Pediatric & Adolescent Medicine. 155(6). (Online). Available : <http://archpedi.amaassn.org/issue/v155n6/full/ped1004.html>. Retrieved October 30,2002.
- [6] Elliott, Geoffrey. (1999). Lifelong Learning : The Politics of The New Learning Environment. Jessica Kingsley Publishes. London and Philadelphia, England.
- [7] Griffin Colin., (2001,July), “Lifelong Learning : Policy, Strategy and Culture”. (Online). Available : <http://www.open.ac.uk/lifelong-learning/./393B8319-0006-659F-0000015700000157.htm>. Retrieved July 4,2001.
- [8] Knapped, Chrisopher K.&Cropley, Arthur. J. (2000). Lifelong Learning in Higher Education. Third-Edition. Kogan Page. London.238p.
- [9] Model-Aonuevo. Carolyn; et al. (201). Revisiting Lifelong Learning for the 21st Century. UNESCO Institute for Education.
- [10] Smith, Jim& Spurling, Andrea. (1999). Lifelong Learning Riding the tiger. Cassell. London. <http://intranet.dt.mahidol.ac.th/technocouse/book-r14.html>
- [11] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. “ยุทธศาสตร์การเรียนรู้ตลอดชีวิต ในศตวรรษที่ 21 ของประเทศสหราชอาณาจักร”. กรุงเทพฯ : 2544 สำนักนโยบายและแผนการศึกษาและวัฒนธรรม. “พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542” กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว 2542.

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อ
การทบทวนแบบปรับเปลี่ยนข้อสอบโดยใช้เทคนิค Online Help
เรื่องสถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

**A Development of Tutorial Web-based Instruction with the Adaptive Testing using
Online Help techniques for “Statistic of Analysis for Program SPSS” Lesson**

พินันตา ถัฏวัฒนา¹ เทวา คำปาเชื้อ² และ ธัญญรัตน์ น้อมพลกรัง³

*ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : ¹pinan_ta@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหาประสิทธิภาพและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวนแบบปรับเปลี่ยนข้อสอบ โดยใช้เทคนิค Online Help เรื่องสถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ แบบทดสอบจะถูกปรับเปลี่ยนระดับความยากง่ายตามระดับความสามารถของผู้เรียน (Adaptive testing) และเทคนิค Online Help นำมาใช้เพื่ออธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมหลังการทดสอบ ซึ่งเนื้อหาแนะนำเสนอด้วยสื่อหลายมิติแบบปรับตัว (Adaptive Hypermedia) ที่นำเสนอสื่อได้หลายรูปแบบ (Presentation Adaptation) ประกอบด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ เสียง เป็นต้น สื่อที่ถูกนำเสนอจะปรับเปลี่ยนด้วยเทคนิค Fragment Variant เพื่อช่วยให้การทบทวนบทเรียน ผู้เรียนจะได้รับเนื้อหาและสื่อที่นำเสนออย่างเหมาะสมตามระดับความสามารถ กลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาในครั้งนี้เป็นนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คอม.) สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ชั้นปีที่ 1 ที่ผ่านการเรียนวิชาสถิติการศึกษา รวม 24 คน คัดเลือกโดยใช้วิธีการเจาะจงกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ATTWBI โดยใช้เทคนิค Online Help เรื่องสถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติที่พัฒนาขึ้น แบบทดสอบก่อนเรียน ทำแบบเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน แบบประเมินผลสำหรับผู้เรียน ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนนี้มีประสิทธิภาพ 86.29/85.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 85/85 และ 1.66 ตามสูตรของเมกุยแกนส์ ซึ่งมีค่าสูงกว่า 1.00 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนบทเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความพึงพอใจของผู้เรียนหลังจากใช้บทเรียนมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.25 อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งสรุปได้ว่าบทเรียนที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกลุ่มเป้าหมายได้

คำสำคัญ: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวนแบบปรับเปลี่ยนข้อสอบ
การทดสอบแบบปรับเปลี่ยน สื่อหลายมิติแบบปรับตัว เทคนิค Online Help การนำเสนอแบบปรับตัว
แฟร็กเมนต์ว่าเรียนท์

Abstract

The purposes of this research were to develop, find the efficiency and comparing student's learning achievement before and after study of Tutorial Web-based Instruction with the Adaptive Testing (ATTWBI) using Online Help technique for "Statistics of Analysis for SPSS Program" lessons. The test used in this research was adaptive since the difficulties of the test items were tailored according to students' abilities (Adaptive testing). Furthermore, the Online Help was used to provide additional contents after the test. These contents were presented by means of the Adaptive Hypermedia being able to provide various forms of the presentation. This presentation adaptation, therefore, consisted of texts, pictures, animation, videos, and sounds etc. The presented media would be adapted by Fragment Variant Technique in order to help review the lessons. Accordingly, students would be provided with the appropriate contents and media according to their right abilities. The sample was students who studied in the Master's degree program of Science in Technical Education's curriculum, Computer Technology Department, King Mongkut's University of Technology North Bangkok. 24 students were selected by purposive sampling technique. Tools used in this research were the developed ATTWBI, a pretest, exercises, a posttest, an evaluating form for students, a content evaluating form and technique evaluating form for experts. The results of this study were as follows. Firstly, the efficiency of this ATTWBI created by Online Help technique was 86.29/85.45 that was higher than the criterion level 85/85 in the hypothesis. Secondly, the efficiency of the ATTWBI obtained from Meguigans' formula was 1.66 that was higher than the criterion level 1.00 in the hypothesis. Thirdly, the students' learning achievements after study the lessons via the ATTWBI was significantly higher than those before study with the ATTWBI at .05 significant level. Finally, the students' satisfaction towards the ATTWBI was at good level. In conclusion, this ATTWBI could be effectively applied to the target group.

Keywords: Adaptive Testing, Adaptive Hypermedia, Online Help technique, Presentation Adaptive, Fragment Varian

1. บทนำ

ในยุคปัจจุบันเทคโนโลยีด้านต่างๆ มีความเจริญรุดหน้าไปมาก ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์หรือแม้แต่ด้านการศึกษาอันคว่ำสำหรับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นอย่างมาก เห็นได้จากปัจจุบันเรามีบทเรียนมากมายที่อยู่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาสาระในบทเรียนบนเครือข่ายนั้นได้อีกตามความสะดวกโดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลา ช่วยในการตรวจปรับความรู้ความเข้าใจ ช่วยในการทบทวนเนื้อหาเพื่อป้องกันการเลือนหายได้เป็นอย่างดี

[1] และเป็นการสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่มุ่งเน้นให้มีการจัดการศึกษาแบบเอากัตตบุคคล (Individualized Learning)

[2] โดยอาศัยสื่อการเรียนรู้ผ่านทางระบบคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เรียกว่า WBI (Web Based Instruction) ซึ่งเป็นลักษณะสื่อประสมที่มีการนำเสนอเนื้อหาได้หลายมิติพร้อมกัน

[2] โดยจัดทำเป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่ทำงานบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนและผู้เรียนอย่างต่อเนื่องตามหลักการสร้างบทเรียนช่วยสอนมัลติมีเดีย

[2] เทคนิคในการนำเสนอข้อมูลดังกล่าวทำให้สามารถวิเคราะห์ผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา ทำให้ผู้เรียนสามารถทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเอง และทำการประเมินผลตนเองได้จากระบบ รวมทั้งช่วยกระตุ้นความสนใจ และทำให้มีการตอบสนองจากตัวผู้เรียนทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญยิ่งต่อ การพัฒนาความคิดของมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็น

ระบบระเบียบมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์วางแผนตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมี ประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์มีความสมดุลทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญาและอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข [3] จากทฤษฎีข้างต้นจึงทำให้เกิดบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบฝึกทบทวน (Drill and Practice) ขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อฝึกและทบทวนความรู้ของผู้เรียนที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้ว โดยบทเรียนประเภทนี้เน้นแบบทดสอบเป็นหลักซึ่งจะต้องออกข้อสอบให้มีจำนวนมากและเก็บไว้ในธนาคารข้อสอบ ผู้เรียนจะได้รับข้อสอบที่แตกต่างกันและการฝึกทบทวนแต่ละครั้งก็จะได้ข้อสอบที่แตกต่างกันด้วย ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจำข้อสอบได้ [4] และเนื่องจากการจัดการสอบผ่านระบบคอมพิวเตอร์มีประเด็นที่น่าสนใจ คือข้อสอบในแบบทดสอบแต่ละข้อจะมีคุณลักษณะของข้อสอบคือ ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยหากมีการคำนึงถึงคุณลักษณะในข้อนี้ในการสุ่มเลือกข้อสอบ หากการสุ่มในครั้งนั้นประกอบด้วยข้อสอบที่อยู่ในระดับที่ง่ายทั้งหมด และผู้เข้าสอบสามารถทำข้อสอบได้ทั้งหมด หมายความว่าผู้เข้าสอบมีความรู้ในเรื่องนั้นเป็นอย่างดีหรือไม่ และในกรณีที่มีการสุ่มเลือกข้อสอบประกอบด้วยข้อสอบที่อยู่ในระดับที่ยากทั้งหมด และผู้สอบทำข้อสอบไม่ได้เลย เมื่อมีการรายงานผลการสอบทำให้คนแรกผ่านเกณฑ์ แต่คนที่สองไม่ผ่านเกณฑ์ หมายความว่า ผู้เข้าสอบไม่มีความรู้ในเรื่องที่สอบเลยจริงหรือไม่ จะเห็นว่าการที่ได้รับข้อสอบที่มีคุณลักษณะ

ของข้อสอบต่างกัน จึงไม่สามารถสรุปผลการสอบได้อย่างเที่ยงตรง [5]

การทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive testing) เป็นวิธีการปรับเปลี่ยนความยากของข้อสอบแต่ละข้อให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบแต่ละบุคคล โดยหลักการการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบปรับเปลี่ยน ผู้สอบแต่ละคนไม่จำเป็นต้องตอบข้อสอบเหมือนกันทุกข้อ จำนวนข้อทดสอบไม่จำเป็นต้องเท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลของการตอบข้อทดสอบแต่ละข้อของผู้สอบแต่ละคน [5]

ในรายวิชาสถิติการศึกษาของหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (คอม.) สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกหัวข้อเรื่องสถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลมานำเสนอเพื่อทำการสร้างเป็นบทเรียนแบบทบทวน ประกอบด้วยเนื้อหา จำนวน 4 บท ดังนี้ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสถิติ การทดสอบสมมติฐานในการวิจัยโดยใช้สถิติ การทดสอบนัยสำคัญความแตกต่างระหว่างความแปรปรวน [f-test] และการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าเฉลี่ย [t-test] โดยหัวข้อบทเรียนดังกล่าวเคยมีการสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์บนอินเทอร์เน็ตแบบทบทวนมาก่อนแต่ยังขาดการจำลองขั้นตอนการใช้งานกับโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โดยใช้เทคนิค Online Help และการนำหลักการการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Computerized Adaptive Testing) มาประยุกต์ใช้กับบทเรียนดังกล่าวเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาและทำแบบทดสอบตามระดับความสามารถของผู้เรียน ซึ่งปัจจุบันนี้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเป็นโปรแกรมที่นิยมใช้งานมาก และเป็นที่แพร่หลายในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ อีกทั้งการจัดการเรียนการสอนในระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดให้มีการเรียนการสอนในวิชาที่เกี่ยวข้องกับสถิติ

การศึกษา แต่เมื่อถึงเวลาที่นักศึกษาจัดทำวิทยานิพนธ์หรือสารนิพนธ์นักศึกษาไม่เข้าใจเรื่องสถิติเพื่อการวิจัยที่ตีพอ และขาดการนำไปใช้งานบ่อยครั้งอีกทั้งเนื้อหาของหัวข้อดังกล่าวมีเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นทฤษฎีทำให้ผู้เรียนยากต่อการจดจำสูตรและเลือกนำสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

จากปัญหาที่เกิดขึ้นผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบสอบถามโดยการระดมความคิดเห็นที่เกิดขึ้นเพื่อทำการสอบถามความคิดเห็นในการเรียนการสอนวิชาสถิติการศึกษาของนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 33 คน จากปัญหาการเรียนที่ผ่านมา สามารถจำแนกปัญหาที่น่าสนใจได้ผลดังนี้

ตารางที่ 1: ผลจากการระดมความคิดเห็นของปัญหาที่เกิดจากการเรียนวิชาสถิติการศึกษา

รายการสอบถามและปัญหาที่พบ	\bar{X}	SD
1. เนื้อหายากต่อการทำความเข้าใจ	4.06	1.7
2. สูตรที่ใช้ในการคำนวณยากต่อการจดจำ	4.48	1.11
3. การเลือกใช้สูตรให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างมีข้อกำหนดที่เข้าใจยาก	4.51	1
4. ขาดการทบทวนบทเรียนก่อนนำไปใช้งาน	3.79	0.95
5. การแปลผลค่าสถิติที่ได้จากการคำนวณไม่เป็นไปในทางเดียวกัน	4.24	0.98
6. สูตรคำนวณค่าสถิติในงานวิจัยไม่เป็นสิ่งที่ใช้ในชีวิตประจำวัน	4	1.97
7. ขาดข้อมูลในการศึกษาเพิ่มเติม	1.03	0.35
8. แบบฝึกทบทวนบทเรียนมีน้อย	2.6	1.09
9. อาจารย์พูดเร็ว จดบันทึกการเรียนไม่ทัน	1	0
10. อาจารย์ผู้สอนบางท่าน ไม่สามารถอธิบายให้เข้าใจได้ในทันที	3.18	0.92
ค่าเฉลี่ย	3.29	1.01

จากข้อเสนอแนะจากการวิจัยของอัครเดช (2547:76) เรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายแบบปรับเปลี่ยนเนื้อหา โดยใช้เทคนิค Page Variants ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระ

นครเหนือ ปีการศึกษา 2547 กล่าวว่า ในส่วนของคำถามระหว่างบทเรียนของบทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไม่ได้นำผลที่ได้มาใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับ ซึ่งหากมีการปรับปรุงบทเรียนขึ้นใหม่ อาจพัฒนาในส่วนนี้เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบปรับเปลี่ยนเนื้อหาที่มีประสิทธิภาพต่อไป

จากข้อเสนอแนะจากการวิจัยของอมราพร (2549 : 58)

เรื่องการพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยตนเองกับกลุ่มที่เรียนรู้ร่วมกัน 2 วิธี ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2547 กล่าวว่าในการวิจัยครั้งต่อไป ควรทำการวิจัยโดยพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีความสามารถในการวิเคราะห์ผู้เรียนที่เรียนอ่อน ปานกลางและเรียนเก่ง และคัดเลือบทเรียนให้เหมาะกับผู้เรียนในแต่ละกลุ่ม

ดังนั้นจากปัญหาข้างต้นและข้อเสนอแนะจากการวิจัยที่มีการพัฒนาขึ้น ผู้จัดทำจึงเห็นว่าควรมีการพัฒนาระบบการสอบผ่านคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพมาใช้ร่วมกับการสร้างบทเรียนฯ ด้วยหลักการ “การทดสอบแบบปรับเปลี่ยน” ซึ่งเป็นการจัดสอบโดยเลือกข้อสอบให้มีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบและสามารถรายงานผลการสอบของผู้สอบได้ทันที โดยผนวกกับเทคนิค Online Help ซึ่งเป็นการนำเสนอสื่อและเนื้อหาเพิ่มเติมหลังการทดสอบที่เหมาะสมให้กับผู้เรียน โดยสื่อที่นำเสนอจะประกอบด้วยหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน จากปัญหาประเด็นข้างต้นคือ การสุ่มข้อสอบจะมีการนำเอาคุณลักษณะของแบบทดสอบมาร่วมในการพิจารณาเลือกข้อทดสอบ เป็นผลให้การประเมิน

ความสามารถของผลสอบแสดงความรู้ของผู้เข้าสอบอย่างแท้จริง ดังนั้นการพัฒนาบทเรียนนี้จะช่วยให้การสอบแต่ละครั้งสามารถประเมินความรู้ความสามารถของผู้เข้าสอบได้และได้นำเอาเนื้อหาส่วนที่เข้าใจได้ยาก และซับซ้อนมาทำเป็นภาพเคลื่อนไหวที่จำลองขั้นตอนและวิธีการต่าง ๆ ให้มองเห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้นโดยการนำเอาโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติมาร่วมในการสร้างเนื้อหาบทเรียน และช่วยเพิ่มเติมระบบติดตามผู้เรียนเพื่อให้บทเรียนมีประสิทธิภาพเหมาะสำหรับใช้ในการศึกษาเพิ่มเติมหรือทบทวนบทเรียนนอกชั้นเรียน จะได้ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาดังกล่าวมากขึ้น

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing)

หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถปรับเปลี่ยนความยากของข้อสอบแต่ละข้อให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบแต่ละบุคคล นักทดสอบบางท่านเรียกแบบทดสอบนี้ว่า แบบทดสอบเฉพาะบุคคล (Tailored test) หรือแบบ ทดสอบทรงพีระมิด (Pyramidal test) ตามลักษณะของการเรียงข้อทดสอบตามระดับความยากเป็นรูปพีระมิดและการปรับเปลี่ยนข้อทดสอบให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบแต่ละบุคคลโดยอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ เรียกว่าแบบทดสอบปรับเปลี่ยนโดยอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Test หรือ CAT) และถ้าหากปรับเปลี่ยนข้อสอบไม่ได้ใช้เกณฑ์ความยากของข้อสอบเท่านั้น แต่อาศัยการโยงเนื้อหาและใช้เครื่องคอมพิวเตอร์สุ่มข้อทดสอบเรียกว่าแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยนโยงเนื้อหาโดยใช้คอมพิวเตอร์ (Computerized Content-based Adaptive Test หรือ CCAT) โดยหลักการการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบปรับเปลี่ยน ผู้สอบแต่ละคนไม่จำเป็นต้องตอบข้อสอบเหมือนกันทุกข้อ จำนวนข้อ

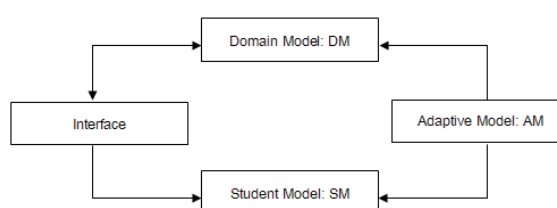
ทดสอบไม่จำเป็นต้องเท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลของการตอบข้อทดสอบแต่ละข้อของผู้สอบแต่ละคน [5]

หลักการทั่วไปของการทดสอบปรับเปลี่ยนคือ ให้ผู้สอบเริ่มต้นทำข้อสอบที่มีระดับยาก ปานกลางก่อน ถ้าผลการตอบข้อทดสอบข้อนั้นถูกข้อต่อไปจะมีความยากมากขึ้น หากตอบข้อทดสอบข้อนั้นผิดข้อต่อไปที่ดีรับจะง่ายขึ้น การทำข้อทดสอบข้อต่อไปจะดำเนินการจนสิ้นสุดการทดสอบ

2.2 สื่อหลายมิติแบบปรับตัว (Adaptive Hypermedia)

หมายถึง ความสัมพันธ์กันระหว่างสื่อหลายมิติกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งปกติสื่อหลายมิติจะนำเสนอข้อมูลสารสนเทศที่เป็นเนื้อหา ลิงค์ หรือสื่ออื่นๆ ที่ออกแบบสำหรับผู้เรียนทุกคน แต่ในความเป็นจริงแล้วผู้เรียนแต่ละคนมีความต้องการที่แตกต่างกันในการรับข้อมูลจากสื่อหลายมิติ ดังนั้นสื่อหลายมิติแบบปรับตัวจึงเป็นการผสมผสานระหว่างสื่อหลายมิติและระบบการสอนที่ฉลาดในการตอบสนองผู้เรียนแต่ละคน [6] โดยสื่อหลายมิติแบบปรับตัวเป็นการพยายามที่จะพัฒนารูปแบบ (Model) ให้สามารถปรับตัวและตอบสนองผู้เรียนเป็นรายบุคคล เช่น ระบบจะเลือกข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียนแต่ละคนในแฟ้มข้อมูลที่มีอยู่ เช่น ความรู้ ประสบการณ์ รูปแบบการเรียนรู้ หรือข้อมูลอ้างอิงอื่น ๆ และสามารถปรับเปลี่ยนระบบให้ตอบสนองตรงตามความต้องการสำหรับผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อมูลสารสนเทศตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ [7] ทั้งนี้สื่อหลายมิติที่ได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องและเป็นระบบจะช่วยตอบสนองให้เกิดการเรียนรู้ได้ตามความสามารถและความต้องการของผู้เรียน เป็นการดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแบบรายบุคคลและส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามศักยภาพได้ โดย

แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบหลัก คือ 1) รูปแบบหลัก (Domain Model -DM) 2) รูปแบบผู้เรียน (Student Model -SM) 3) รูปแบบการปรับตัว (Adaptive Model -AM) โดยผ่านการติดต่อระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์หรือระบบ (Interface) ผ่านแบบฟอร์มจากเว็บเบราว์เซอร์ เช่น Internet Explorer เป็นต้น แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: องค์ประกอบหลักของสื่อหลายมิติแบบปรับตัว

Brusilovsky (2000 : 2) กล่าวว่าในปัจจุบันการนำเสนอข้อมูลหรือบทเรียนเป็นแบบไฮเปอร์มีเดียในรูปแบบปรับเปลี่ยนได้ (Adaptive Hypermedia) หมายถึงว่าผู้เรียนในระบบไฮเปอร์มีเดียแบบปรับเปลี่ยนได้ จะได้รับการนำเสนอข้อมูลหรือเนื้อหาโดยปรับเปลี่ยนไปตามความรู้ของแต่ละคนที่มีอยู่ ระบบไฮเปอร์มีเดียแบบปรับเปลี่ยนได้จะจัดแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบได้แก่ การนำเสนอแบบปรับเปลี่ยนได้ ซึ่งจะมีเป้าหมายคือการนำเสนอเนื้อหาที่อยู่ในรูปแบบไฮเปอร์มีเดียโดยในการนำเสนอจะเป็นไปตามเป้าหมายของผู้เรียนหรือระดับความรู้ของผู้เรียน แต่ละคนที่อาจจะไม่เหมือนกันในการจัดเตรียมวัสดุการสอน หรือหน้าเนื้อหาในแต่ละหัวข้อ อาจจำเป็นต้องจัดเตรียมไว้หลายแบบโดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ใส่เข้าไปในเนื้อหา

Sanrach and Grandbastien (2000 : 8) ได้จัดการนำเสนอไว้ 3 แบบได้แก่ การบรรยาย (Normal) การให้ตัวอย่างประกอบ (examples) และการสรุปความ (Summary) นอกจากนี้ ระบบ ACE (Adaptive Courseware Environment) ได้จัดแบบวัสดุการศึกษา ได้หลายประเภทได้แก่ รูปแบบแนะนำเบื้องต้น (Introduction) รูปแบบ

ข้อความ (Texts) รูปแบบตัวอย่าง (Example) รูปแบบทดสอบ (Test) หรือรูปแบบการสรุปความ (Summary)

ระบบไฮเปอร์มีเดียแบบปรับเปลี่ยนได้รูปแบบที่ 2 ได้แก่ เทคโนโลยีที่สนับสนุนนำทางที่ปรับเปลี่ยนได้ (Adaptive Navigation Support Technology) หมายถึงระบบที่จะนำทางให้ผู้เรียนได้เลือกทางเดินหรือลิงค์ (Link) เพื่อไปสู่เป้าหมายตามความ [8]

2.3 ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว (Adaptive Hypertext/Hypermedia System)

วิธีการดัดแปลงให้เหมาะสมกับการนำเสนอข้อมูล (Presentational Adaptation) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นข้อมูลได้อย่างทั่วถึงและเข้าถึงข้อมูลได้ตรงประเด็นมากที่สุด โดยมีเทคนิคในการนำเสนอทั้งหมด 5 วิธี ประกอบด้วย [9]

2.3.1 คอนดิชันแนลเท็กซ์ (Conditional Text) เป็นวิธีการแสดงกลุ่มของข้อความหรือตัวอักษรที่กำหนดเงื่อนไขตามประเภทของผู้ใช้ทั้งที่มีทักษะและไม่มีทักษะในการใช้งานมาก่อน กล่าวคือการนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้กับผู้ใช้ที่มีทักษะมาก่อนจะมีรายละเอียดมากกว่าการนำเสนอข้อมูล (เพียงบางส่วน) ให้กับผู้ใช้ที่ไม่เคยมีทักษะมาก่อนเลย

2.3.2 สเตรทซ์เท็กซ์ (Stretch Text) เป็นวิธีการแสดงคำอธิบายของข้อความที่ต้องการขยายความแทนที่จะต้องแสดงข้อความของคำอธิบายเดียวกันนี้ไปไว้อีกหนึ่งหน้าเอกสาร โดยไม่จำเป็นเพียงแค่คลิกที่ข้อความที่ได้ทำการเชื่อมโยงไว้ ก็จะปรากฏคำอธิบายภายในกรอบสี่เหลี่ยมขึ้นมาเรียกกันโดยทั่วไปว่า “เมนูป๊อปอัพ (Menu Popup)”

2.3.3 เพจวาเรียนต์ (Page Variants) เป็นวิธีการแสดงหน้าเอกสารที่มีจำนวนมากกว่า 2 หน้าขึ้นไป โดยแต่ละหน้าเอกสารจะแสดงข้อมูลที่เหมือนกันตามแต่ละระดับ

ความแตกต่างหรือรูปแบบที่ใช้งาน โดยระบบจะแสดงหน้าเอกสารที่เหมาะสมให้กับผู้ใช้ได้เลือกใช้งาน

2.3.4 แฟร็กเมนต์วาร์เรียนท์ (Fragment Variant) เป็นวิธีการแยกส่วนของหน้าเอกสาร ซึ่งทุกหน้าจะถูกแยกออกเป็นส่วน ๆ ตามจำนวนที่ต้องการพร้อมกับบรรจุข้อมูลลงไปในแต่ละชิ้นส่วน โดยที่ระบบจะแสดงข้อมูลภายในของชิ้นส่วนนั้น ๆ ให้กับผู้ใช้

2.3.5 เฟรมเบส (Frame-Based) เป็นวิธีการแบ่งช่อง (เฟรม) ของหน้าเอกสารโดยกำหนดพื้นที่หน้าเอกสารออกเป็นเฟรมๆ เพื่อใช้แสดงข้อมูลของเอกสารปลายทางตามที่ได้เชื่อมโยงไว้ให้มาปรากฏอยู่ภายในช่องตามที่ต้องการ

จากเทคนิควิธีการดัดแปลงให้เหมาะสมกับการนำเสนอข้อมูล และวิธีการนำเสนอทั้ง 5 วิธีข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกเทคนิคแฟร็กเมนต์วาร์เรียนท์ (Fragment Variants) มาใช้ในงานวิจัยเพื่อทำการตรวจปรับเนื้อหาในแบบทดสอบระหว่างเรียน (Online Help) โดยทำการนำเสนอสื่อที่แตกต่างกันตามระดับความสามารถของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบ โดยผู้เรียนระดับเก่ง การนำเสนอเนื้อหาเป็นแบบสรุปความ โดยมีสื่อในการนำเสนอเฉพาะข้อความอย่างเดียว ส่วนผู้เรียนระดับปานกลางการนำเสนอเนื้อหาแบบบรรยายที่มีสื่อประกอบได้แก่ ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหวและตัวอักษรเป็นองค์ประกอบ และผู้เรียนระดับอ่อน การนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนเป็นแบบบรรยายชนิดมีตัวอย่างประกอบ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการตามลักษณะของกระบวนการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ประกอบด้วย 1. ศึกษาหลักสูตรเนื้อหาวิชา คำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์รายวิชาสถิติการศึกษา หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (คอม.) สาขา เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2. ศึกษาหลักการและวิธีการสร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ ระบบมัลติมีเดีย หลักการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลักการของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 3. ศึกษาหลักการและการออกแบบการเรียนการสอน ได้แก่ รูปแบบการออกแบบบทเรียน ADDIE หลักการ ทดสอบแบบปรับเปลี่ยน รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาบน ส่วนช่วยเหลือออนไลน์ (Online Help Technique) ฯลฯ

3.2 ออกแบบแบบแผนการทดลอง

การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ผู้วิจัยได้กำหนดแบบแผนการโดยใช้รูปแบบ One-Group Pretest-Posttest Design

3.3 กำหนดประชากรและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักศึกษา ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ปี การศึกษา 2551 ที่ผ่านการเรียนวิชาสถิติการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาในการวิจัย เป็น นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (คอม.) สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ผ่านการเรียน วิชาสถิติการศึกษา คัดเลือกโดยใช้วิธีการเจาะจงกลุ่ม ตัวอย่างรวม 24 คน

3.4 พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ในการพัฒนา เครื่องมือ ผู้วิจัยได้เลือกใช้รูปแบบการสอน ADDIE (ADDIE Model) โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 วิเคราะห์ ประกอบด้วยการวิเคราะห์ 2 ส่วน ดังนี้ วิเคราะห์เนื้อหา ทำการวิเคราะห์โดยใช้แบบประการัง (Coral Pattern) และวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

คือการวิเคราะห์ความต้องการของบทเรียน ประกอบด้วย ระบบต่างๆ ภายในบทเรียน

3.4.2 ออกแบบ ตามกลยุทธ์ที่ได้จากขั้นตอนการ วิเคราะห์ประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.4.2.1 ออกแบบเนื้อหา ประกอบด้วย การประเมินความสำคัญของเรื่องโดยใช้ Topic Evaluation Sheet วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง Accepted Topic กับวัตถุประสงค์แต่ละข้อ จัดลำดับ ความสัมพันธ์ของเนื้อหา โดยใช้ Network Diagram กำหนดวัตถุประสงค์ตามเนื้อหาและวิเคราะห์โครงสร้าง บทเรียนเสนอผู้เชี่ยวชาญประเมินและนำผลปรับปรุง

3.4.2.2 ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ในที่นี้คือ การออกแบบระบบต่างๆ ภายในบทเรียน ประกอบด้วย ระบบจัดการบทเรียน ระบบทดสอบและ ประเมินผล ระบบธนาคารข้อสอบ ระบบการจัดการ เนื้อหาบทเรียน ระบบสนับสนุนการเรียนการสอน ระบบ จัดการข้อมูลผู้ใช้งาน ระบบจดจำประวัติการเรียนรู้ ระบบ ควบคุมการสืบท่องเนื้อหาและระบบฐานข้อมูลและ ส่วนติดต่อกับฐานข้อมูล

3.4.2.3 ออกแบบโครงสร้างการทดสอบ แบบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing)

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ระดับความยากง่าย ของแบบทดสอบจากเกณฑ์ค่าความยากง่าย [10] โดย ได้แบ่งออกเป็นคุณลักษณะดังแผนภาพที่ 2

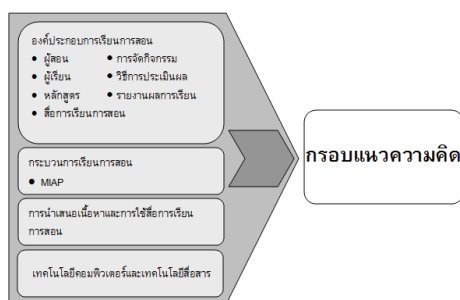


ภาพที่ 2: โครงสร้างการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน

3.4.2.4 ออกแบบโครงสร้างของรูปแบบ

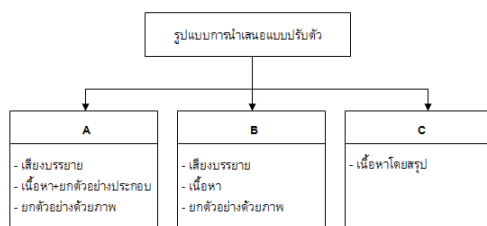
บทเรียน

ก) ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายแบบปรับเปลี่ยนข้อสอบ โดยศึกษาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทั้งเอกสารและงานวิจัย สอบถามจากผู้เชี่ยวชาญมาผสมกันเป็นกรอบแนวความคิดของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: กรอบแนวความคิดของการพัฒนาบทเรียน

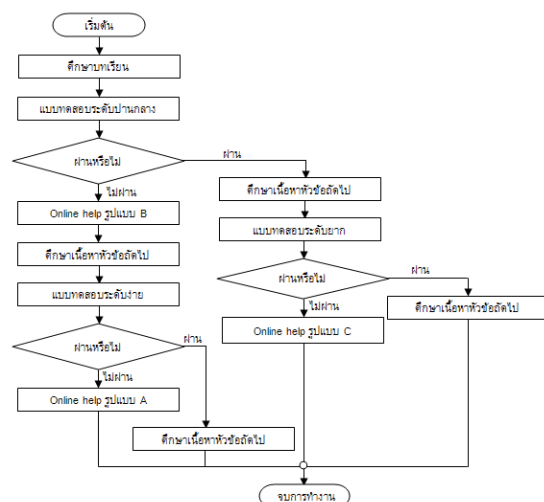
ข) โครงสร้างการนำเสนอแบบปรับตัว โดยใช้เทคนิคแฟรกเมนต์ทัวเรียนท์ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ขึ้นจากการศึกษาข้อมูลจากระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว จึงได้รูปแบบดังแผนภาพที่ 4



ภาพที่ 4: โครงสร้างการนำเสนอแบบปรับตัวโดยใช้เทคนิคแฟรกเมนต์ทัวเรียนท์

ค) โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายแบบปรับเปลี่ยนข้อสอบ โดยใช้เทคนิค Online Help ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ขึ้นจากการศึกษาข้อมูลจากหลักการทั่วไปของการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน

และทำการผนวกวิธีการปรับเปลี่ยนในการนำเสนอเนื้อหาเพื่อทำการตรวจปรับแบบทดสอบระหว่างเรียนให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน โดยผู้วิจัยได้นำเทคนิคแฟรกเมนต์ทัวเรียนท์มาใช้ร่วมกับโครงสร้างของบทเรียนนี้ด้วย จึงได้รูปแบบดังภาพ 5 เพื่อใช้เป็นรูปแบบกระบวนการของบทเรียน



ภาพที่ 5: โครงสร้างบทเรียนแบบปรับเปลี่ยนข้อสอบ

โดยใช้เทคนิค Online Help

3.4.3 พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย โดยเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ATTWBI โดยใช้เทคนิค Online Help เรื่องสถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ แบบทดสอบและแบบประเมินผลสำหรับผู้เรียน ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค

3.4.4 ทดลองใช้เครื่องมือในงานวิจัย เป็นการนำแบบทดสอบและบทเรียนที่พัฒนาขึ้น นำไปใช้งานกับกลุ่มตัวอย่าง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.4.4.1 นำแบบทดสอบ จำนวน 182 ข้อไปทดลองกับนักศึกษาของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ระดับบัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม ปีการศึกษา 2551 ที่ผ่านการเรียนวิชาสถิติการศึกษา โดยผู้วิจัยได้ทำการแบ่ง

แบบทดสอบออกเป็น 3 ชุด นำไปให้ทดสอบกับ
ประชากรทั้งหมด 3 กลุ่ม ประกอบด้วย นักศึกษา
ปริญญาโท ปีที่ 2 ศูนย์กรุงเทพฯ (เสาร์-อาทิตย์)
นักศึกษานิเทศศาสตร์ ปีที่ 2 ศูนย์จันทบุรี (เสาร์-อาทิตย์)
และนักศึกษานิเทศศาสตร์ ปีที่ 1 (ภาคค่ำ)

3.4.4.2 นำบทเรียนที่พัฒนาขึ้นไปทดสอบ
กับกลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษานิเทศศาสตร์
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (คอม.) สาขาเทคโนโลยี
คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ ที่ผ่านการเรียนวิชาสถิติการศึกษา
คัดเลือกโดยใช้วิธีการเจาะจงกลุ่มตัวอย่าง รวม 24 คน
โดยใช้ระยะเวลาในการทดสอบจำนวน 3 สัปดาห์
สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 3 ชั่วโมง รวมระยะเวลาใน
การทดสอบทั้งสิ้น 9 ชั่วโมงหลังจากกลุ่มตัวอย่างได้
ทดลองใช้เครื่องมือในสัปดาห์สุดท้าย ผู้วิจัยได้ทำการ
แจกแบบสอบถามเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างประเมินความพึง
พอใจของบทเรียนที่พัฒนาขึ้น

3.4.5 ประเมินผลเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
ผลจากการนำเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับ
กลุ่มตัวอย่าง สามารถสรุปผลได้ดังหัวข้อที่ 4

3.5 ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและวิธีการและด้าน
เนื้อหา ด้านละ 3 ท่าน ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญ	N	\bar{X}	SD	ระดับความ คิดเห็น
ด้านเนื้อหา	3	4.87	0.22	ดีมาก
ด้านเทคนิคและวิธีการ	3	4.46	0.50	ดี

จากตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินคุณภาพ
ของบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบปรับเปลี่ยนข้อสอบโดย

ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นแล้วอยู่ใน
เกณฑ์ดี

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่
การหาค่าความสอดคล้องของเนื้อหา, หาประสิทธิภาพ-
ของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต E_1/E_2 , หา
ประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตาม
สูตรของเมกุยแกนส์, ค่าความยากง่าย, ค่าอำนาจจำแนก
และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3.6.2 สถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วน
เบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.6.3 สถิติอ้างอิง ได้แก่ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนบน
เครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้การทดสอบที (t-test
dependent) สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน
สูตรการคำนวณค่าที่แบบจับคู่ (Matched Paired t-test)

4. ผลการวิจัย

สามารถจำแนกผลของการวิจัยและการวิเคราะห์
ข้อมูลได้ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนฯ

มีรายละเอียดดังนี้ 1. เนื้อหาบทเรียน จำนวน
4 โมดูล มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมด 47 ข้อ
แบบทดสอบทั้งหมด 182 ข้อ 2. การนำเสนอเนื้อหา
บทเรียนเป็นแบบเชิงเส้น 3. บทเรียนจะทำการเลือก
แบบทดสอบให้มีความยากง่ายเหมาะสมกับความ
สามารถของผู้สอบ และรายงานผลการสอบของผู้สอบ
ได้ทันที 4. มีระบบการควบคุมการสืบท่องเนื้อหา
5. แบบทดสอบมี 4 ชนิด และมีระบบเก็บข้อมูล และ
รายงานผลการเรียนพร้อมสถิติข้อมูลต่าง ๆ ของผู้เรียน

4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียน WBI

ตารางที่ 3: ผลคะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD	ร้อยละ
Exercise บทที่ 1	15	13	3.09	87.04
Exercise บทที่ 2	13	11	2.08	86.91
Exercise บทที่ 3	10	8	2.61	87.21
Exercise บทที่ 4	17	14	2.29	86.33
ค่าเฉลี่ย	13.75	11.5	2.52	86.87

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียนที่นักศึกษาสามารถทำได้ที่สูงที่สุดและต่ำที่สุดอยู่ที่ 14 ข้อ และ 8 ข้อตามลำดับ

ตารางที่ 4: การหาประสิทธิภาพของบทเรียน (E1/E2)

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.29/85.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 85/85 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบปรับเปลี่ยนข้อสอบโดยใช้เทคนิค Online Help นี้มีประสิทธิภาพ

4.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียน WBI ตามสูตรของเมกุยแกนส์

ตารางที่ 5: การหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามสูตรของเมกุยแกนส์

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามสูตรของเมกุยแกนส์ อยู่ที่ 1.66 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 1.00 แสดงว่าบทเรียนนี้มีประสิทธิภาพสูงตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแกนส์

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD	ร้อยละ
แบบทดสอบท้ายบทเรียน (E1)	55	47.46	1.06	86.29
แบบทดสอบหลังเรียน (E2)	55	47.00	1.82	85.45

4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 6: ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD	t
ก่อนเรียน	24	55	28.33	2.65	26.52**
หลังเรียน	24	55	47.00	1.82	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, df = 23

จากตารางที่ 6 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการ

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD	ร้อยละ
แบบทดสอบก่อนเรียน	55	28.33	2.65	1.66
แบบทดสอบหลังเรียน	55	47.00	1.82	

เรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 ก็ยังแตกต่างแสดงว่าผลที่ได้ดีกว่าสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

4.5 ผลการประเมินความพึงพอใจของบทเรียนจากกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 7: ผลการประเมินความพึงพอใจของบทเรียนที่สร้างขึ้น

เรื่องที่ประเมิน	\bar{X}	SD	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านการออกแบบ	4.05	0.63	ดี
2. ด้านการจัดการบทเรียน	4.36	0.63	ดี
3. ด้านการจัดการบทเรียนแบบปรับเปลี่ยนข้อสอบ	4.51	0.58	ดีมาก
4. ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก	4.10	0.72	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.25	0.48	ดี

จากตารางที่ 7 ผลการประเมินความพึงพอใจของ
บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบปรับเปลี่ยนข้อสอบ โดย
ผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างสามารถสรุปผลได้ว่าค่าเฉลี่ยรวม
เท่ากับ 4.25 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .48 ซึ่งจัดอยู่
ในระดับดี

5. สรุป

จากการวิจัยจากการทดลองตามแผนการทดลองพบว่า

5.1 ผู้เรียนสามารถเรียนเนื้อหาบทเรียนตามที่คุณสอน
เตรียมไว้ โดยได้รับแบบทดสอบตามระดับความสามารถ
ของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและได้รับ
คำอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมและสื่อในการนำเสนอที่แตกต่างกัน
เพื่อช่วยในการนำไปใช้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน
ตามระดับความสามารถ

จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นหลังจากใช้
บทเรียนที่สร้างขึ้น สรุปผลได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจ
เกี่ยวกับสถิติทางศึกษามากขึ้น โดยสามารถเลือกใช้
สถิติไปวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างเหมาะสมตามประเภทของ
การวิจัยและกลุ่มตัวอย่างหลังจากใช้บทเรียนสูงกว่าก่อน
ใช้บทเรียนที่สร้างขึ้น

5.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นอยู่ในเกณฑ์
86.29/85.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ในสมมติฐานคือ
85/85

5.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นตามสูตร
ของ เมกุยแกนส์มีค่าเท่ากับ 1.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้ง
ไว้ในสมมติฐานคือ 1.00 สรุปว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนมีประสิทธิภาพสูงตามเกณฑ์มาตรฐานของ
เมกุยแกนส์

5.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดย
ใช้วิธีการทดสอบทางสถิติ t-test dependent พบว่า
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนบทเรียนสูง
กว่าก่อนใช้บทเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดง

ให้เห็นว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนสูงขึ้น

5.5 ผลการประเมินความพึงพอใจของบทเรียนที่
สร้างขึ้นจากผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างพบว่าค่าเฉลี่ยเท่ากับ
4.25 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความพึงพอใจของผู้เรียนด้วย
บทเรียนที่สร้างขึ้นอยู่ในเกณฑ์ระดับดี

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์กฤษ สิ้นธนะกุล ประธาน
กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์เทวา คำปาเชื้อ
และอาจารย์ชญญรัตน์ น้อมพลกรัง กรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ รวมทั้งคณะผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา
และด้านเทคนิคที่ได้ให้ความรู้ ข้อคิด แนวทาง วิธีการ
ต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สุรพันธ์ ต้นศรีวงษ์. วิธีการสอน. กรุงเทพฯ: บริษัท สยาม
สปอร์ต ซินดิเคท จำกัด, 2538.
- [2] มนต์ชัย เทียนทอง. เอกสารประกอบการสอนวิชา
มัลติมีเดียและไฮเปอร์มีเดีย. ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าพระนครเหนือ, 2544.
- [3] กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ
พุทธศักราช 2542. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาสภา
ลาดพร้าว, 2542.
- [4] มนต์ชัย เทียนทอง. เอกสารประกอบการสอนวิชาการ
ออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอน. ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร
เหนือ, 2548.
- [5] ชาญรัตน์ น้อมพลกรัง. ระบบจัดการและประเมินผลการ
สอบแบบปรับเปลี่ยนโดยใช้คอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์
ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา
เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

- บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.
- [6] Petr Stengl, Ivan Jelinek. 2006. ADAPTIVE HYPERMEDIA FOR EDUCATION. Department of Computer Science and Engineering Faculty of Electrical Engineering, Czech Technical University in Prague.
- [7] De La Passardiere, Dufresne 1992 de La Passardiere, B., Dufresne, D.: Adaptive Navigational Tools for Educational Hypermedia. ICCAL 1992: 555-567.
- [8] Brusilovsky, Peter. 2000. Adaptive. hypermedia : from intelligent tutoring systems to web-based education. Available online at <http://www2.sis.pitt.edu/~peterb/papers/ITS00inv.html> [2005, September 15].
- [9] อัครเดช ศิริพงษ์วัฒนา. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายแบบปรับเปลี่ยนเนื้อหา โดยใช้เทคนิค Page Variants. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.
- [10] บุญชม ศรีสะอาด. วิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น, 2545.

แนวทางการพัฒนาโมดูลกิจกรรมใหม่สำหรับเสริมมูเดิ้ล

The Guidelines for Development of New Activity Module for Moodle Plug-in

ศิริชัย นามบุรี¹ นิดาพรรณ สุริรัตน์² และ มนต์ชัย เทียนทอง³

¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

^{2,3}ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : ¹ sirichai.nbr@gmail.com, ² nidapan@gmail.com, ³ monchai@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

มูเดิ้ลเป็นซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิ่ง การพัฒนาโปรแกรมแยกเป็นโมดูลตามหน้าที่ของแต่ละส่วนในระบบ วัตถุประสงค์การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อศึกษาเทคโนโลยี ทดลองจัดการเรียนการสอน และประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิ่งด้วยมูเดิ้ล เพื่อศึกษาองค์ประกอบแนวทางการพัฒนาโมดูล และทดลองสร้างโมดูลใหม่ให้สามารถทำงานร่วมกับมูเดิ้ลได้ โดยทดลองจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต เนื้อหา 9 บท กับนักศึกษา จำนวน 41 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 รวมระยะเวลา 14 สัปดาห์ เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจออนไลน์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย พบว่ามูเดิ้ลสามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนมีความพึงพอใจ โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย (\bar{x}) เท่ากับ 3.99 ระบบสามารถติดตาม และบันทึกประวัติพฤติกรรมของผู้เรียนไว้ได้โดยละเอียด การจัดการฐานข้อมูลใช้ XMLDB editor เป็นเครื่องมือ การทดลองสร้างโมดูลใหม่ (ต้นแบบ) สำหรับประเมินการตรงต่อเวลา (On-time Module) ของผู้เรียน โดยใช้โมดูลเทมเพลตจากไฟล์ NEWMODULE.zip สามารถติดตั้งทำงานร่วมกับมูเดิ้ลได้อัตโนมัติ การศึกษาขั้นต่อไป คือ การรูปแบบการประเมินพฤติกรรมทางการเรียนด้านการตรงต่อเวลา ด้านความขยันหมั่นเพียร ด้านการเอาใจใส่ต่อการเรียน หรือด้านการยอมรับผลงานตนเอง นำมาสร้างเป็นโมดูลที่สมบูรณ์ ทำหน้าที่วิเคราะห์และประเมินผลพฤติกรรมผู้เรียนจากฐานข้อมูลที่มีมูเดิ้ลติดตามและบันทึกไว้ เพื่อแปลเป็นคะแนนจิตพิสัยด้านความรับผิดชอบของผู้เรียนในระบบอีเลิร์นนิ่ง

คำสำคัญ: อีเลิร์นนิ่ง ระบบบริหารจัดการการเรียนรู้อินเทอร์เน็ต มูเดิ้ล การประเมินผล จิตพิสัย

Abstract

Moodle is an open source for an e-Learning, one of the Learning Management System (LMS). The development of the program was separated according to each main function which is called "module". The objectives of this study were: to investigate Moodle technology; try to implement; manage an e-Learning system through Moodle and evaluate the student's satisfaction, to investigate software module components; the way to develop module and try to constructed the prototype of new module plug-in for Moodle. According to this study, the experiment was carried out through the Information for Life course which was implemented in the second semester, 2008 Academic Year for 14 weeks period time. 41 students with 9 chapters of course content are used as data analysis. The online satisfaction questionnaire was used as a data collection tool. The data were analyzed by using statistic mean. The findings were: Moodle was able to managed an e-Learning system efficiently. The students' Satisfaction was at the level of good as it was mean (\bar{x}) as 3.99 . Moodle was able to track and record the details of learners' behavior. The XMLDB editor was employed as a tool for database management. The NEWMODULE.zip module template file was used for outlining in order to develop the new activity module "ontime" (prototype). This ontime module and its database could automatically and successfully install. The next step of the study is to develop the assessment pattern to evaluate learners' behavior which is related to punctuality, diligence, intention or work acceptance. This is to construct the complete module plug-in for Moodle. In addition, the intention of this study is to interpret the scores of learners' affective domain in an e-Learning system.

Keywords: e-Learning, Learning Management System, Moodle, Evaluation

1. บทนำ

ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ (Learning Management System: LMS) [1] หรือระบบจัดการรายวิชา (Course Management System: CMS) คือ ซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการการเรียนการสอนแบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในปัจจุบัน LMS และ CMS มักมีความสามารถทั้งการบริหารจัดการการเรียนรู้ สร้างเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนการประเมินผล การติดตามพฤติกรรมผู้เรียน และการรายงานสารสนเทศให้แก่ผู้เรียน ผู้สอน และผู้บริหารระบบ ดังนั้น LMS จึงมีบทบาทสำคัญต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนในระบบอิเล็กทรอนิกส์

มูเดิล (Moodle: Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment) เป็น LMS ประเภทซอฟต์แวร์เปิด (Open Source) ประสิทธิภาพสูง ไม่เสียค่าใช้จ่ายด้านลิขสิทธิ์ [2] จึงมีสถาบันการศึกษา นำไปประยุกต์ใช้จัดการเรียนการสอนแบบอิเล็กทรอนิกส์อย่างแพร่หลายมากกว่า 200 ประเทศทั่วโลก [3] นอกจากนี้ยังมีผู้พัฒนาซอฟต์แวร์เสริม (Plug-in) ความสามารถของ Moodle อีกเกือบ 500 รายการ [5] ทั้งที่เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ (Activities Module) บล็อก (Blocks) รายงาน (Reports) ทรัพยากรการเรียนรู้ (Resources) และเครื่องมืออื่น ๆ อย่างไรก็ตาม Moodle ก็ยังขาดความสามารถอีกหลายด้าน โดยเฉพาะด้านการประเมินจิตพิสัยผู้เรียน เช่น การตรงต่อเวลา ความขยันหมั่นเพียร การเอาใจใส่ การยอมรับผลงานตนเอง [6] ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่พึงประสงค์ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในระบบอิเล็กทรอนิกส์เช่นเดียวกับการเรียนการสอนแบบปกติ แต่อาจเป็นข้อจำกัดของการเรียนแบบอิเล็กทรอนิกส์ เพราะผู้สอนและผู้เรียนปฏิสัมพันธ์ได้ตอบกันผ่านห้องเรียนเสมือน (Virtual Classroom)

ไม่สามารถสังเกตพฤติกรรมจริงของผู้เรียนได้เหมือนในห้องเรียนปกติ

การศึกษาแนวทางการพัฒนาซอฟต์แวร์โมดูลใหม่ (New Module) สำหรับประเมินด้านจิตพิสัยผู้เรียนเสริม (Plug-in) การทำงานของ Moodle จึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้สอนและผู้เรียนในระบบอิเล็กทรอนิกส์ นักการศึกษา นักวิจัย โปรแกรมเมอร์ หรือผู้ที่สนใจการพัฒนาซอฟต์แวร์เสริม Moodle เพื่อให้ Moodle เป็น Open Source LMS ที่มีความสามารถมากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

2.1 เพื่อศึกษาเทคโนโลยีของ Moodle ทดลองติดตั้งจัดการเรียนการสอนแบบอิเล็กทรอนิกส์ และศึกษาถึงความพึงพอใจของผู้เรียนที่ต่อสภาพการเรียนการสอนผ่าน Moodle

2.2 เพื่อศึกษาองค์ประกอบของโมดูล ขั้นตอนการพัฒนาโมดูล และทดลองสร้างโมดูลต้นแบบใหม่ ให้สามารถติดตั้งใช้งานร่วมกับ Moodle ได้

3. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.1 การเรียนการสอนในระบบอิเล็กทรอนิกส์

อิเล็กทรอนิกส์เป็นการจัดการเรียนการสอนด้วยสื่ออิเล็กทรอนิกส์ นำเสนอผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ เนื้อหา ผู้สอน ผู้เรียน และซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการการเรียนรู้ (Learning Management System: LMS) ซึ่งมีหน้าที่ในการบริหารจัดการ ได้แก่ จัดการรายวิชา ผู้เรียน ผู้สอน การลงทะเบียน การสร้างเนื้อหาและการถ่ายทอดเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล รวมถึงการเตรียมเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้และการสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนหรือผู้เรียนด้วยตนเอง [7] ปัจจุบัน LMS มีทั้งประเภทเชิงพาณิชย์ เช่น WebCT,

Blackboard, Lotus Note, Learning Space และประเภทซอฟต์แวร์เปิด เช่น Moodle, ATutor, Claroline, VClass, Saikai, dotLRN [8], [9] ซึ่งแต่ละ LMS ต่างก็มีความสามารถและประสิทธิภาพแตกต่างกันไป

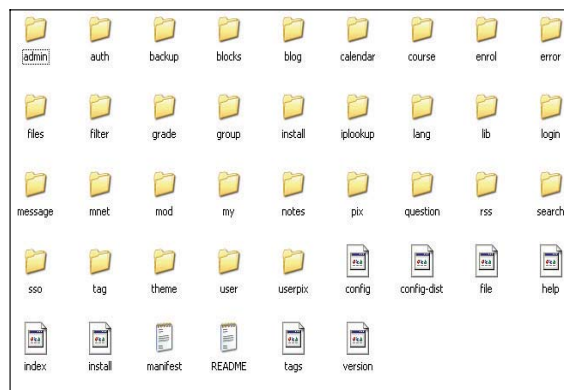
3.2 ระบบบริหารจัดการการเรียนรู้ Moodle

Moodle เริ่มพัฒนาโดย Dr. Martin Dougiamas เมื่อปี ค.ศ. 1999 ถูกออกแบบให้สนับสนุนทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นสังคมแห่งการเรียนรู้หรือสังคมสร้างสรรค์ การเรียนรู้ (Social Constructivist) และการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน (Collaborative Learning) Moodle เป็นซอฟต์แวร์เปิด พัฒนาและเผยแพร่ภายใต้กฎเกณฑ์ของ GNU Public License คือ มีลิขสิทธิ์แต่อนุญาตให้คัดลอก เผยแพร่และแก้ไขคำสั่ง (Source Code) ได้ [10] ทำให้มีการพัฒนาความสามารถและประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่องจากผู้พัฒนาทั่วโลก มีสถาบันการศึกษานำไป Moodle ประยุกต์ใช้จัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย มีการดาวน์โหลด Moodle ไปติดตั้งและลงทะเบียนกว่า 60,000 เว็บไซต์ มีผู้เรียนในระบบของ Moodle มากกว่า 31 ล้านคน มีผู้สอนมากกว่า 1.8 ล้านคน ในกว่า 200 ประเทศทั่วโลก [3]

3.3 องค์ประกอบของ Moodle

Moodle ถูกออกแบบซอฟต์แวร์เป็นลักษณะโมดูล (Modular) พัฒนารหัสคำโปรแกรมแยกเป็นอิสระในแต่ละส่วนทำหน้าที่เฉพาะแต่ละด้าน ทั้งนี้เพื่อความสะดวกต่อการพัฒนาร่วมกันของนักพัฒนาทั่วโลก องค์ประกอบที่เป็นโมดูลหลัก ได้แก่ โมดูลรายวิชา (Course) โมดูลกิจกรรมการเรียนรู้ (Activities) ทรัพยากรการเรียนรู้ (Resources) โมดูลสมาชิก (User) โมดูลการทำรายงาน (Report) การจัดการแบบทดสอบ (Quiz) จัดการคะแนน (Grade) และส่วนอื่นๆ ได้แก่ บล็อก (Block) ธีม (Theme) และภาษา (Lang) เป็นต้น [4] เมื่อติดตั้งระบบ Moodle เสร็จสิ้น สามารถ

แสดงโครงสร้างไดเรกทอรี (Directory) และการจัดเก็บไฟล์ของระบบได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: องค์ประกอบแต่ละส่วนของ Moodle
หลังติดตั้งจัดเก็บโปรแกรมแยกไว้ใน
directory ของแต่ละโมดูล

จากแนวคิดในการพัฒนาซอฟต์แวร์ของ Moodle แยกเป็นโมดูลอิสระนี้ ทำให้สะดวกในการปรับรุ่นของโมดูล ง่ายต่อการ

ติดตั้งและการเชื่อมโยง Moodle กับซอฟต์แวร์ระบบอื่นๆ [11]

3.4 เทคโนโลยีของ Moodle

Moodle เป็นซอฟต์แวร์ประยุกต์ทำงานบนเว็บ (Web Application) พัฒนาด้วยเครื่องมือเป็นซอฟต์แวร์เปิด เรียกว่า LAMP ประกอบด้วย ซอฟต์แวร์ Linux (L) เป็นระบบปฏิบัติการเครือข่าย (ทำงานบนระบบของ Windows, Mac หรือ FreeBSD ได้) ใช้ Apache (A) เป็นซอฟต์แวร์บริหารจัดการเว็บไซต์ ระบบบริหารจัดการฐานข้อมูล ใช้ MySQL (M) แต่สามารถใช้กับฐานข้อมูล Oracle, SQL Server, Postgres ได้ และใช้ PHP (P) เป็นภาษาสคริปต์หลักในการพัฒนาโปรแกรมส่วนใหญ่ (version 1.94) ซึ่งส่วนใหญ่ใช้เทคนิคเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming: OOP) บางส่วนเป็นภาษา HTML และภาษา JavaScript [2]

3.5 ฐานข้อมูลของ Moodle

ฐานข้อมูลของ Moodle ออกแบบและพัฒนาตามแนวคิดของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database:RDB) มีทั้งหมด จำนวน 198 ตาราง (Tables) (Moodle version 1.94) การออกแบบตารางจัดเป็นกลุ่มตามความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละโมดูล สำหรับการจัดการฐานข้อมูล Moodle ได้จัดเตรียมเครื่องมือคือ XMLDB editor เพื่ออำนวยความสะดวกในการจัดการฐานข้อมูล สามารถแปลงเป็นคำสั่ง PHP และไฟล์แบบ XML ได้ การเข้าใช้งาน XMLDB editor เข้าสู่ระบบในฐานะผู้บริหาร เลือกเมนู การจัดการระบบ, ทั่วไป, XMLDB editor ระบบจะแสดงเครื่องมือสำหรับการสร้าง แก้ไข ลบตาราง และจัดการข้อมูล รวมถึงการแปลงคำสั่งเป็นรหัสคำสั่งภาษา PHP

3.6 การพัฒนาโมดูลใหม่ของ Moodle

ขั้นตอนการพัฒนาโมดูลใหม่ สำหรับเสริม (Plugin) การทำงาน Moodle สรุปเป็นขั้นตอนเบื้องต้น ได้ดังนี้

1) กำหนดเป้าหมายของการพัฒนาโมดูลใหม่ ว่าต้องการเสริมความสามารถของ Moodle ด้านใด เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนอย่างไร

2) ศึกษาข้อกำหนด ข้อตกลงสำหรับผู้พัฒนา (Developer) ที่เว็บไซต์ <http://docs.moodle.org/development> โดยละเอียดเพื่อเตรียมความพร้อมในการพัฒนา

3) ออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูลใหม่ โดยใช้ XMLDB editor ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ Moodle จัดเตรียมไว้ตั้งแต่ขั้นตอนการติดตั้งระบบของ Moodle

4) ศึกษาโครงสร้างและไฟล์ในโมดูลเทมเพลต (Module Template) จากไฟล์ NEWMODULE.zip ที่ทีมผู้ร่วมพัฒนา Moodle ได้จัดเตรียมไว้ โดยสามารถ Download ไฟล์ได้ที่ลิงก์

<http://download.moodle.org/plugins/mod/NEWMODULE.zip> [11] ทั้งนี้ เพื่อความรวดเร็วในการพัฒนาโครงสร้างของโมดูลใหม่ ให้สามารถทำงานร่วมกับ Moodle ได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด หลังจากแตกไฟล์ (Unzip) แล้ว อ่านขั้นตอนการแก้ไขรหัสคำสั่งในไฟล์ต่าง ๆ จากไฟล์ README.TXT ที่ให้มาพร้อมแล้ว

5) พัฒนารหัสคำสั่ง (Code) เพิ่มเติมในโมดูลใหม่ การสร้างรหัสคำสั่งให้เป็นไปตามกฎเกณฑ์ที่ทีมผู้พัฒนา Moodle กำหนดไว้ โดยเฉพาะการสร้างและการใช้ฟังก์ชัน ตัวแปร และฟอร์มมาตรฐาน จากไลบรารี (Library) ที่ Moodle จัดเตรียมไว้ให้

6) ทดลองติดตั้งซอฟต์แวร์โมดูลและฐานข้อมูลใหม่ โดยการย้ายไคลเอนต์โมดูลใหม่ ไปเก็บไว้ในไคลเอนต์ mod ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เก็บโมดูลของระบบ จากนั้น Login เข้าสู่ระบบในฐานะผู้ดูแลระบบ ใช้คำสั่งในเมนู การจัดการระบบ, การแจ้งเตือนจากระบบ (Notification) ระบบจะทำการตรวจสอบและติดตั้งโมดูลใหม่ พร้อมฐานข้อมูลของโมดูลใหม่ให้อัตโนมัติ

7) ทดลองสร้างกิจกรรมการเรียน (Instance) จากโมดูลใหม่ โดยการเข้าสู่รายวิชา เลือกโหมดแก้ไข ทำการสร้างกิจกรรมการเรียนการสอน จะพบชื่อโมดูลใหม่ที่สร้างไว้ให้เลือกในรายการของการ “เพิ่มกิจกรรม” สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชา

4. วิธีดำเนินการศึกษา

4.1 ศึกษาเอกสาร คู่มือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ Moodle เพื่อให้ทราบถึงแนวคิด ความรู้เบื้องต้นในการติดตั้ง การบริหารจัดการระบบ การสร้างรายวิชาและจัดการเรียนการสอน โดยใช้แหล่งเรียนรู้จากเว็บหลักของ Moodle ได้แก่ www.moodle.org และ docs.moodle.org

4.2 ติดตั้ง Moodle version 1.94 เพื่อทดลองบริหารจัดการระบบออนไลน์และทดลองจัดการเรียนการสอนจริง ที่เว็บไซต์ <http://e-learning.yru.ac.th/eres> บนเครื่องแม่ข่าย(Server) ซึ่งใช้ระบบปฏิบัติการ FreeBSD พร้อมติดตั้งตัวแปลภาษาPHP ใช้ Apache เป็น Web Server และใช้ MySQL เป็นระบบบริหารจัดการฐานข้อมูล โดยทดลองจัดการเรียนการสอนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิตเนื้อหา 9 บท เป็นระยะเวลา 14 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 กลุ่มทดลองเป็นนักศึกษาหลักสูตรระดับปริญญาตรี 5 ปี สาขาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จำนวน 41 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง ทั้งนี้ เพื่อศึกษาสภาพแวดล้อมและวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ด้วย Moodle

4.3 สอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนแบบออนไลน์ หลังเรียนครบ 14 สัปดาห์ การรวบรวมข้อมูลใช้เครื่องมือคือ แบบสอบถามความพึงพอใจ แบบมาตราส่วน 5 ระดับ (มากที่สุด=5, มาก=4, ปานกลาง=3, น้อย=2, น้อยสุด=1) ประกอบด้วยคำถาม 23 ข้อ สร้างเป็นแบบสอบถามออนไลน์ โดยใช้โมดูลแบบสำรวจ (Feedback Module) ที่ผู้วิจัยติดตั้งเสริมในระบบ Moodle และทำการวิเคราะห์ข้อมูลระดับความพึงพอใจด้วยสถิติค่าเฉลี่ย (Mean)

4.4 ศึกษาโครงสร้างและความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลของ Moodle โดยใช้ซอฟต์แวร์ phpMyAdmin และซอฟต์แวร์ DBDesign เป็นเครื่องมือศึกษาแบบจำลองความสัมพันธ์ของข้อมูล (E-R Diagram) ในแต่ละโมดูลและระหว่างโมดูล

4.5 ศึกษาโครงสร้าง องค์ประกอบ และขั้นตอนในการพัฒนาโมดูลและฐานข้อมูลใหม่ของ Moodle

4.6 ทดลองพัฒนาโมดูลใหม่ ชื่อ ontime เพื่อประเมินการตรงต่อเวลาในการส่งการบ้าน โดยการนำ

ไฟล์โมดูลต้นแบบ (Template)ไฟล์ NEWMODULE.zip มาเป็นแนวทางในพัฒนา ทดลองปรับเปลี่ยนรหัสคำสั่ง และสร้างรหัสคำสั่งเพิ่มเติม โดยใช้โปรแกรม EditPlus เป็นเครื่องมือแก้ไข จากนั้นนำโมดูลใหม่ไปติดตั้งไว้ภายใต้ไดเรกทอรี mod ของ Moodle เพื่อให้ระบบสามารถตรวจสอบพบและติดตั้งทำงานร่วมกับ Moodle ได้โดยอัตโนมัติ ทั้งโมดูลและฐานข้อมูลของโมดูลใหม่

4.7 ทดลองออกแบบและสร้างแบบฟอร์มรับข้อมูลในโมดูลใหม่ โดยการใช้ฟังก์ชันจัดการฟอร์มเบื้องต้นจาก Form Library ที่ Moodle จัดเตรียมไว้ให้

5. ผลการศึกษา

5.1การจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์

ผลการทดลองจัดการเรียนการสอน พบว่า Moodle สามารถสร้างและบริหารจัดการรายวิชา จัดการผู้เรียน กิจกรรม เนื้อหาได้ง่ายและสะดวก ผู้สอนเห็นผลลัพธ์เหมือนจริงขณะทำการแก้ไขรายละเอียดของวิชา เนื้อหา และกิจกรรม ดังตัวอย่างภาพที่ 2



ภาพที่ 2: มุมมองขณะแก้ไขรายละเอียดวิชา เนื้อหา และกิจกรรม

จากภาพที่ 2 แต่ละวิชาประกอบด้วยโครงสร้างบทเรียน (แผนการสอน) สามารถแบ่งเป็น รายสัปดาห์ รายหัวเรื่อง หรือรายกลุ่มเสวนาก็ได้ เรียกแต่ละส่วนของโครงสร้างนี้ว่า Section ในแต่ละ Section ประกอบด้วยทรัพยากรการเรียนรู้ (Resources) เป็นเอกสารตัวหนังสือธรรมดา เอกสารเว็บเพจ ลิงก์ไฟล์ เอกสาร หรือลิงก์เว็บไซต์เกี่ยวข้อง และในแต่ละ Section ผู้สอนสามารถสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยใช้โมดูลมาตรฐาน (Activities Module) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ เช่น กิจกรรมการบ้าน การทดสอบ กระดานเสวนา การสร้างอภิธานศัพท์ เป็นต้น กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแต่ละประเภท สามารถกำหนดช่วงเวลาการทำกิจกรรม วิธีการให้คะแนน ติดตามบันทึก และรายงานผลการเรียนรู้ให้ผู้เรียนและผู้สอนทราบได้ตลอดเวลา

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสภาพการจัดการเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิ่งโดยใช้ Moodle ทำหน้าที่เป็น LMS ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.99 (มีค่าอยู่ในช่วง 3.51-4.50)

5.2 การติดตามและรายงานพฤติกรรมของผู้เรียน

จากการทดลองจัดการเรียนการสอน โดยสร้างกิจกรรมการเรียนรู้การสอนไว้ 5 ประเภท ได้แก่ แบบฝึกหัด มอบหมาย กระดานเสวนา อภิธานศัพท์ ห้องปฏิบัติการ Moodle สามารถติดตาม บันทึกและรายงานพฤติกรรมผู้เรียนไว้ในฐานข้อมูลได้อย่างละเอียด ทั้งชื่อ-สกุลผู้เรียน เวลา/จำนวนครั้งที่เข้าทำกิจกรรมและคะแนน ดังแสดงตัวอย่างรายงานกิจกรรมการบ้าน (มอบหมายงานและให้ส่งงานทางออนไลน์) ในภาพที่ 3

ชื่อ / นามสกุล	คะแนนที่ได้	ความคืบหน้า	แก้ไขครั้งสุดท้าย (ปี/เดือน/วัน)	แก้ไขครั้งสุดท้าย (ปี/เดือน/วัน)	สถานะ	Final grade
นางสาวโรจน์มา ษา 405113044	10/10		Thursday, 19 February 2009, 02:59PM	Friday, 27 February 2009, 10:08PM	ส่งแล้ว	8.00
นางสาวโรจน์มา ษา 405113053	10/10		Thursday, 22 January 2009, 03:33PM	Sunday, 1 February 2009, 10:07PM	ส่งแล้ว	10.00
นางสาวโรจน์มา ษา 405113037	10/10		Thursday, 22 January 2009, 02:53PM	Sunday, 1 February 2009, 10:07PM	ส่งแล้ว	10.00
นางสาวโรจน์มา ษา 405113036	10/10		Thursday, 22 January 2009, 02:42PM	Sunday, 1 February 2009, 10:07PM	ส่งแล้ว	10.00
นางสาวโรจน์มา ษา 405113012	10/10		Thursday, 22 January 2009, 02:42PM	Sunday, 1 February 2009, 10:07PM	ส่งแล้ว	10.00
นายอริสส ธิล 405113006	10/10		Thursday, 22 January 2009, 02:21PM	Sunday, 1 February 2009, 10:07PM	ส่งแล้ว	10.00
นางสาวโรจน์มา ษา 405113024	10/10		Thursday, 22 January 2009, 01:52PM	Sunday, 1 February 2009, 10:07PM	ส่งแล้ว	10.00
นางสาวโรจน์มา ษา 405113031	10/10		Thursday, 22 January 2009, 01:49PM	Sunday, 1 February 2009, 10:07PM	ส่งแล้ว	10.00
นางสาวโรจน์มา ษา 405113032	8/10		Thursday, 22 January 2009, 01:42PM	Friday, 27 February 2009, 10:08PM	ส่งแล้ว	8.00
นางสาวโรจน์มา ษา 405113050	10/10		Thursday, 22 January 2009, 01:24PM	Sunday, 1 February 2009, 10:07PM	ส่งแล้ว	10.00

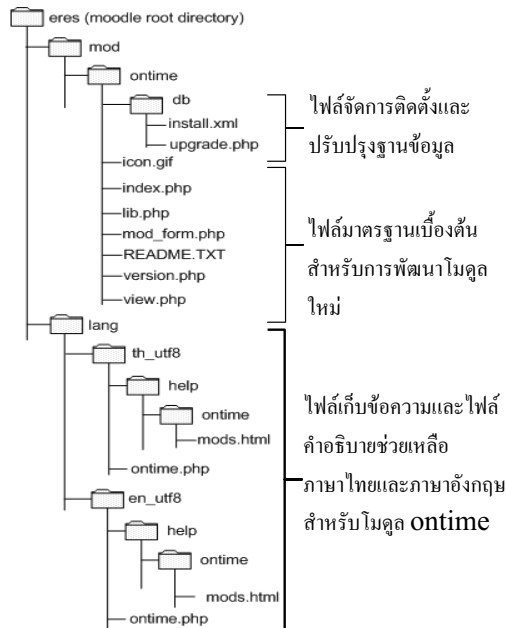
ภาพที่ 3: ตัวอย่างรายงานพฤติกรรมผู้เรียนส่งการบ้านออนไลน์

5.3 การพัฒนาโมดูลใหม่ (ต้นแบบ)

ผลทดลองสร้างโมดูลใหม่ ชื่อกิจกรรมประเมินการตรงต่อเวลาของผู้เรียน (ontime) เป้าหมายเพื่อประเมินการตรงต่อเวลาในการส่งงานทางออนไลน์ (กิจกรรมการบ้าน) ของผู้เรียน เพื่อแยกพฤติกรรมตรงต่อเวลาของผู้เรียนออกเป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มดีมาก (5 คะแนน) กลุ่มดี (4 คะแนน) กลุ่มพอใช้ (3 คะแนน) กลุ่มควรปรับปรุง (2 คะแนน) และกลุ่มไม่ตรงต่อเวลา (1 คะแนน) ผลการสร้างต้นแบบโมดูล ontime สามารถแสดงโครงสร้างไครเรทอรีและไฟล์มาตรฐานในโมดูล ดังภาพที่ 4 สรุปโครงสร้างไครเรทอรีและไฟล์ได้ดังนี้

1) ไครเรทอรี db จัดเก็บไฟล์ install.xml เป็นไฟล์ประเภท xml เก็บโครงสร้างตารางข้อมูลใช้ในการติดตั้งฐานข้อมูลของโมดูลร่วมกับฐานข้อมูลเดิม, ไฟล์ upgrade.php ใช้สำหรับการปรับปรุง/แก้ไขรายละเอียดของตารางในฐานข้อมูลของโมดูล

2) ไฟล์มาตรฐานของโมดูลใหม่ ประกอบด้วย



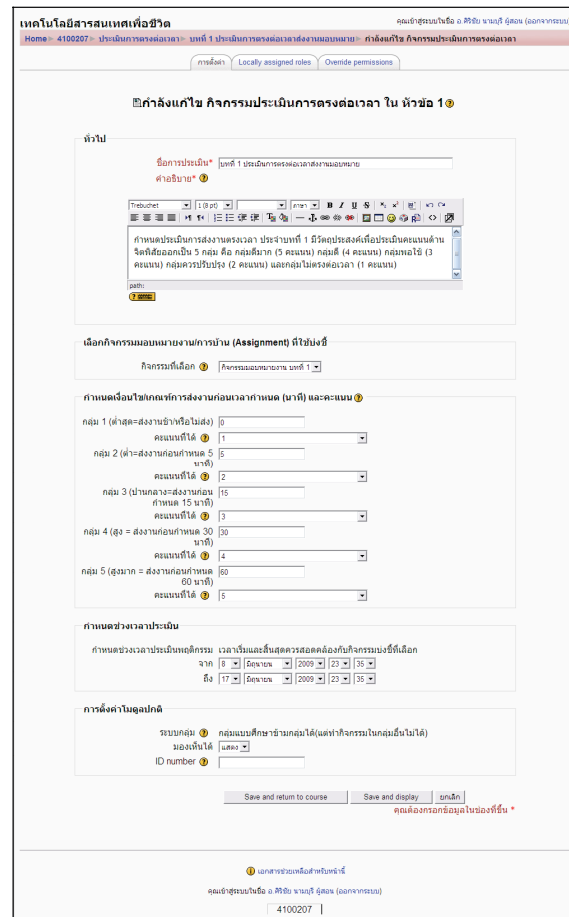
ภาพที่ 4: แสดงตำแหน่งและโครงสร้างของ Directory และ File ของโมดูลใหม่ชื่อ ontime และการเก็บข้อมูลภาษาของโมดูล

- icon.gif ไฟล์ภาพไอคอนขนาด 16x16 pixel
- index.php ไฟล์แสดงรายชื่อกิจกรรมหรือ instance ทั้งหมดที่สร้างจากโมดูลนี้ และไว้สร้างในรายวิชานี้
- lib.php ไฟล์คำสั่งคำสั่งรวบรวมฟังก์ชันที่ใช้ในโมดูล
- mod_form.php ไฟล์แบบฟอร์มกำหนดหรือแก้ไขรายละเอียดของกิจกรรม (instance) ที่สร้างจากโมดูลนี้
- README.TXT ไฟล์อธิบายขั้นตอนการแก้ไขรหัสคำสั่งและการสร้างโมดูลใหม่
- version.php ไฟล์กำหนดรุ่น สำหรับการปรับรุ่นโมดูลและฐานข้อมูลของโมดูล มีรูปแบบเป็น YYYYMMDDXX

- view.php ไฟล์แสดงรายละเอียดของแต่ละกิจกรรมหรือ instance ที่สร้างขึ้นจากโมดูลนี้

3) ไดรกทอรี lang/th_utf8/help/ontime สำหรับเก็บไฟล์ภาษาไทยของโมดูลนี้ ส่วนไฟล์ ontime.php เก็บข้อความ (String) ภาษาไทยที่นำไปใช้ในโมดูล สำหรับภาษาอังกฤษของโมดูลจัดเก็บไว้ที่ไดรกทอรี lang/en_utf8/help/ontime

ผลการติดตั้งโมดูล ontime ที่สร้างใหม่ และทดลองกำหนดรายละเอียดกิจกรรมที่สร้างจากโมดูลใหม่ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: ตัวอย่างการสร้างกิจกรรมการเรียนและกำหนดรายละเอียดจากโมดูลใหม่ ontime

6. สรุป

Moodle เป็น LMS ประสิทธิภาพสูง นำไปใช้จัดการเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิ่งอย่างแพร่หลาย การพัฒนาโมดูลใหม่มีขั้นตอนและกฎเกณฑ์มาตรฐานที่ทีมผู้พัฒนา Moodle กำหนดไว้ โดยสามารถใช้ไฟล์ NEWMODULE.zip ซึ่งได้จัดเตรียมโครงสร้างและไฟล์มาตรฐานสำหรับการสร้างโมดูลใหม่มาเป็นแนวทางได้ การพัฒนาและปรับปรุงฐานข้อมูล ใช้เครื่องมือซอฟต์แวร์ XMLDB editor สร้างไฟล์ประเภท XML และรหัสคำสั่ง PHP สำหรับการพัฒนาโมดูลใหม่ ใช้ฟังก์ชันหลักจากไฟล์คลังคำสั่ง (Library) ที่ Moodle จัดเตรียมไว้

Moodle ยังขาดโมดูลที่จำเป็นด้านการประเมินผล ได้แก่ โมดูลสำหรับวัดและประเมินด้านจิตพิสัยของผู้เรียนจากพฤติกรรมที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูล การศึกษาขั้นต่อไป คือ ศึกษารูปแบบและสร้างเป็นโมดูลสำหรับวัดและประเมินพฤติกรรมด้านการตรงต่อเวลา ความขยันหมั่นเพียร การเอาใจใส่ต่อการเรียน หรือการยอมรับผลงานตนเอง โดยใช้ข้อมูลประวัติของผู้เรียน (พฤติกรรม) ที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูล วิเคราะห์และแปลออกมาเป็นระดับของกลุ่มพฤติกรรมหรือคะแนน ส่งการผลประเมินย้อนกลับให้ผู้เรียนทราบ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ในทางที่ดีขึ้น ซึ่งอาจเป็นการฝึกลักษณะนิสัยที่พึงประสงค์ คือ พฤติกรรมทางจริยธรรมด้านความรับผิดชอบทางการเรียนของผู้เรียนในระบบอีเลิร์นนิ่ง โดยทางอ้อมได้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ถนอมพร เลหาจรัสแสง. “ระบบบริหารจัดการการเรียนแห่งอนาคต”. วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, 1(3), 23-36, 2549.
- [2] Moodle. “About Moodle”. [Online] Available from http://docs.moodle.org/en/About_Moodle. [2009, April 25]
- [3] Moodle. “Moodle statistic”. [Online] Available from <http://moodle.org/stats/> [2009, April 26]
- [4] บุญเกียรติ เจตจันทร์ และ ภาณุภณ พสุชัยสกุล. “การจัดการเรียนการสอนระบบอีเลิร์นนิ่งด้วยระบบ Moodle”. NECTEC. [Online] Available from <http://lanta.giti.nectec.or.th/nectec/images/pdf/tech trends/69/moodle.pdf> [2009, March 3]
- [5] Moodle. “Modules and plugins”. [Online] Available from <http://moodle.org/mod/data/view.php?id=6009> [2009, May 10]
- [6] ศิริชัย นามบุรี. “ระบบสนับสนุนการประเมินและการปรับพฤติกรรมทางจริยธรรมด้านความรับผิดชอบของผู้เรียนในระบบอีเลิร์นนิ่ง”. RSU Research 2009 Proceeding, (2 เมษายน 2552), 620-627, 2552.
- [7] en.wikipedia.org. “Learning management system”. [Online] Available from http://en.wikipedia.org/wiki/Learning_management_system [2009, May 10]
- [8] Edutools.info. “Product List”. [Online] Available from http://www.edutools.info/item_list.jsp?pj=4 [2009, May 10]
- [9] Edutech.ch. “Evaluation of Open Source Learning Management Systems”. [Online] Available from <http://www.edutech.ch/lms/ev3> [2009, May, 20]
- [10] Moodle. “Moodle Philosophy”. [Online] Available from <http://docs.moodle.org/en/Philosophy> [2009, May 15]
- [11] Moodle. “Moodle architecture”. [Online] Available from http://docs.moodle.org/en/Moodle_design_goals [2009, May 19]
- [12] Chris B Stones. “NEWMODULE.ZIP Module Template. [Online] Available from <http://tracker.moodle.org/browse/CONTRIB-52> [2009, May 22]

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย
วิชาการแกะสลักผักและผลไม้ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
The Development of the Multimedia Computer - Assisted Instruction
Program Teaching “Vegetable and Fruit Carving”
Certificate of Vocation Education.

ววรรณดี ลินสันธิเทศ

ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
E-mail : wandeeds@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาการแกะสลักผักและผลไม้ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยมีสมมติฐานการวิจัยว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ที่สร้างขึ้นสามารถใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ได้แก่ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเอี่ยมลออที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาการแกะสลักผักและผลไม้ จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาการแกะสลักผักและผลไม้ หลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับผู้เชี่ยวชาญ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อหาค่าสถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาการแกะสลักผักและผลไม้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.44/82.78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาการแกะสลักผักและผลไม้

Abstract

The purposes of the research were to develop of the multimedia computer - assisted instruction program vegetable and fruit carving, certificate of vocation education. The hypothesis of this research was the ability of teaching and leaning by multimedia computer - assisted instruction program vegetable and fruit carving effectively at the standard setting 80/80

The Sample consisted of 30 students of the 3rd year vocational students, Eamlaor Vocation College used in this study. They had enrolled the vegetable and fruit carving. The instrument was multimedia computer - assisted instruction program vegetable and fruit carving, certificate of vocation education, an achievement test and quality assessment for experts. Statistics used for data analysis were percentage, mean, standard deviation and t-test. The research results revealed that multimedia computer assisted instruction program vegetable and fruit carving. The efficiency of the instructional package was at 86.44/82.78 which was higher than the hypothesis, and compare marks of after learning by multimedia computer-assisted instruction was higher than that before with significance at a difference level of .01.

Keywords: Computer - Assisted Instruction, Development of Computer - Assisted Instruction,
Multimedia computer assisted instruction, Vegetable and Fruit Carving

1. บทนำ

การพัฒนาการศึกษาตามแนวการปฏิรูปการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2539-2550 ที่มีมาตรการให้ผู้สอนปรับวิธีการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เน้นกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบมุ่งให้ผู้เรียน รักการเรียนรู้ จักคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ แสวงหาความรู้และรู้จัก แก้ปัญหาด้วยตนเอง และให้มีการใช้เทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนการสอน

วิชาการแกะสลักผักและผลไม้ จัดเป็นรายวิชาหนึ่งอยู่ในหลักสูตรคหกรรม เพื่อเป็นการรักษาสืบวัฒนธรรมซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของชาติ โดยการเรียนรู้การสอนมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะ เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และรู้จักนำทรัพยากรมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันและประกอบอาชีพได้ (แสงอรุณ, 2541: 158) และเพื่อการสนองความต้องการของชุมชนที่ต้องการช่างแกะสลักผักและผลไม้ที่สามารถนำไปสอนบุคคลทั่วไป ตลอดจนยังเป็นอาชีพที่ต้องการมากทั้งธุรกิจโรงแรมที่เกี่ยวกับอาหารและการท่องเที่ยว ดังนั้นผู้สอนจึงควรปรับปรุงเนื้อหาวิชาการแกะสลักผักและผลไม้ให้ทันสมัยตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน

กระบวนการจัดการเรียนการสอนวิชาการแกะสลักผักและผลไม้ จะเน้นการเรียนรู้ปฏิบัติมากกว่าภาคทฤษฎีพบว่า การเรียนภาคทฤษฎีเป็นปัญหามากที่สุด คือ อุปกรณ์บางแห่งหายาก ผู้เรียนหาวัสดุไม่ได้ตามที่ต้องการผู้เรียนมีระดับพื้นฐานความรู้วิชาการแกะสลักผักและผลไม้ต่างกันบางคนมีความรู้หรือผ่านการแกะสลักมาบ้างเล็กน้อยบางคนไม่เคยมีความรู้มาก่อนเลย อุปกรณ์ไม่เพียงพอผู้เรียนสำหรับผู้เรียนมีเวลาในการเรียนแต่ละครั้งที่ใช้ในการเรียนอย่างจำกัด คือ แบ่งเป็น ทฤษฎี 1 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบ ต่อสัปดาห์ มีเวลา

ทั้งหมด 18 สัปดาห์ต่อภาคการศึกษา เนื่องจากการเรียนในแต่ละครั้งมีผู้เรียนเป็นจำนวนมาก แต่มีผู้สอนเพียงคนเดียวจึงทำให้ไม่สามารถดูแลได้อย่างทั่วถึง ซึ่งในการสอนจริงจะใช้เวลาส่วนใหญ่เน้นการสอนปฏิบัติมากกว่าจึงทำให้ผู้เรียนที่ไม่มีพื้นฐานความรู้ในการแกะสลักผักและผลไม้ปฏิบัติได้ช้า และต้องการให้ผู้สอนคอยดูแลอย่างใกล้ชิด และสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอนส่วนใหญ่จะเป็นเอกสารและภาพประกอบจากแหล่งต่างๆ นอกจากนั้นปัญหาการประเมินผลการเรียนในแต่ละบทเรียนที่ผู้สอนไม่สามารถ

ประเมินเป็นรายบุคคลได้ครบหลังจากที่เรียนจบบทเรียนในแต่ละบทเรียนแล้ว แต่ประเมินได้ในภาพรวมโดยการสุ่มเรียกชื่อเพื่อซักถามผู้เรียนซึ่งจะเข้าใจเนื้อหาบางส่วนเท่านั้น และอาจมีอีกหลายคนที่ไม่เข้าใจเนื้อหาเป็นข้อบกพร่องที่ไม่ควรมองข้าม (แสงอรุณ, 2541 : 155)

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาการแกะสลักผักและผลไม้
2. เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาการแกะสลักผักและผลไม้ ที่สร้างขึ้น
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

3. สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาการแกะสลักผักและผลไม้ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

4. ขอบเขตของการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาการ แกะสลักผักและผลไม้ สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ กรมอาชีวศึกษากระทรวงศึกษาธิการ โดยมีเนื้อหาวิชาดังนี้

หน่วยที่ 1 ความรู้พื้นฐานของการแกะสลัก

- 1.1 ประวัติความเป็นมาของการแกะสลัก
- 1.2 ความหมายของการแกะสลัก
- 1.3 ประโยชน์ของการแกะสลัก

หน่วยที่ 2 วัสดุที่ใช้ในการแกะสลักและการเก็บรักษา

- 2.1 วัสดุที่ใช้ในการแกะสลัก
- 2.2 การเก็บรักษาผักและผลไม้

หน่วยที่ 3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการแกะสลักและการเก็บรักษา

- 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการแกะสลัก
- 3.2 การเก็บรักษาอุปกรณ์ที่ใช้ในการแกะสลัก
- 3.3 วิธีการจับมีดแบบต่างๆ

หน่วยที่ 4 หลักการแกะสลักเชิงธุรกิจ

- 4.1 วิธีการแกะสลักผัก
- 4.2 วิธีการแกะสลักผลไม้

5. ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาการแกะสลักผักและผลไม้

2. ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการแกะสลักผักและผลไม้ ของผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการแกะสลักผักและผลไม้ วิทยาลัยอาชีวศึกษาเอี่ยมละออ

6. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบ One Group Pretest Posttest Design ซึ่งการทดลองมีกลุ่มเดียวและมีการสอบก่อน และหลังการเรียน กลุ่ม

ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการแกะสลักผักและผลไม้ วิทยาลัยอาชีวศึกษาเอี่ยมละออ สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 ทำการสุ่มแบบเจาะจง จำนวน 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาการแกะสลักผักและผลไม้ และแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาการแกะสลักผักและผลไม้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านสื่อมัลติมีเดีย

การดำเนินการทดลองให้ผู้เรียนลงทะเบียนเข้าใช้บทเรียนและทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 30 ข้อและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำการบันทึกชื่อและคะแนนลงบนแถบแม่เหล็กบันทึกข้อมูลผู้เรียนเริ่มเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย โดยศึกษาเนื้อหา ทำแบบฝึกหัดแต่ละบท และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นชุดเดียวกันกับการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ข้อมูลคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดระหว่างเรียนทั้ง 4 หน่วย และจากแบบทดสอบหลังเรียน ที่เก็บในแถบแม่เหล็กบันทึกข้อมูล ที่แจกให้นักเรียนแต่ละคน สำหรับเก็บข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูล นำมาคำนวณเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียและทดสอบสมมติฐาน

7. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการนำบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย วิชาการแกะสลักผักและผลไม้ ไปทำการทดลองกับกลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 ที่เลือกลงทะเบียน

เรียนวิชาการแกะสลักผักและผลไม้ จำนวน 30 คน รวมทั้งสิ้น 4 หน่วยการเรียนรู้ ใช้ในการทดลอง จำนวน 4 คาบเรียน(คาบเรียนละ 50 นาที) โดยได้ทำการชี้แจง การใช้บทเรียนให้นักเรียนทราบก่อน และในการเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่ ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้เรียนได้ทำการลงทะเบียนก่อนเข้าสู่ บทเรียน เพื่อบันทึกเป็นข้อมูล และให้ผู้เรียนเริ่มทำ แบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหา ของบทเรียนในแต่ละเรื่อง โดยเมื่อศึกษาบทเรียนจบแต่ละเรื่อง ผู้เรียนจะทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และเมื่อ เรียนจบบทเรียนทั้ง 4 หน่วย แล้วผู้เรียนต้องทำ แบบทดสอบหลังเรียน เพื่อนำคะแนนที่ได้จากการทำ แบบฝึกหัดระหว่างเรียนและคะแนนที่ได้จากการทำ แบบทดสอบหลังเรียน มาคำนวณค่าหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ได้ผลดังนี้คือ ผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดระหว่าง เรียนได้ถูกต้อง เฉลี่ยร้อยละ 86.44 ของคะแนนรวม ทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่กำหนดไว้ และใน การทำแบบทดสอบหลังเรียน ผู้เรียนทำได้ถูกต้อง เฉลี่ย ร้อยละ 82.78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่กำหนดไว้ ดังนั้นแสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ มัลติมีเดีย วิชาการแกะสลักผักและผลไม้ ที่ผู้วิจัยสร้าง ขึ้น มีประสิทธิภาพ 86.44/82.78 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ กำหนดไว้ และผลจากการทำแบบฝึกหัดก่อนเรียนและ หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ มัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถใช้สถิติในการ วิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนน ของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ได้โดยใช้การ ทดสอบแบบที(t-test) แบบ Dependent ผลการทดสอบ ปรากฏว่าจากการเปิดตารางค่า t ที่ df เท่ากับ 29 ที่ระดับ นัยสำคัญ .01 ค่า t มีค่าเท่ากับ 2.46 แต่ค่า t ที่คำนวณได้ มีค่าเท่ากับ 12.68 ซึ่งสูงกว่าค่า t จากตารางแจกแจงแบบ

ที่แสดงว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียน หรือสรุปได้ว่าหลังจากเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียแล้ว ผู้เรียนมี ความรู้เพิ่มขึ้นทำให้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

8. อภิปรายผล

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระบบมัลติมีเดีย วิชาการแกะสลักผักและผลไม้ มีประสิทธิภาพ 86.44/82.78 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจาก เหตุผลดังนี้

ประการแรก การสร้างและพัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ได้ดำเนินการ ตามวิธีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่าง เป็นระบบ โดยการศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา กำหนด วัตถุประสงค์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ซึ่งเป็น อาจารย์ผู้สอนวิชาการแกะสลักผักและผลไม้ ทำให้เนื้อหา ที่ได้ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ตาม หลักสูตร ในการดำเนินการสร้างและพัฒนาบทเรียนนั้น ได้ผ่านการตรวจสอบ แนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอนโดยผลจากการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านสื่อการสอน พบว่าบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียอยู่ในเกณฑ์ดี จากนั้นได้ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ มัลติมีเดียเบื้องต้น เพื่อนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข จนแน่ใจว่าได้ผลดีตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จึงได้นำไป ใช้ทดลองจริง ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

ประการที่สอง การนำไปทดลอง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาการแกะสลักผักและผลไม้ที่สร้างขึ้น มีการกำหนดวัตถุประสงค์ให้กับผู้เรียนทำให้ทราบถึงเป้าหมายของการเรียน การทำแบบฝึกหัดได้หลังจบบทเรียนและเนื้อหาที่น่าสนใจ มีความสำคัญทั้งรูปภาพและภาพเคลื่อนไหว เป็นการสร้างความสนใจ ซึ่งผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ ก่อให้เกิดแรงจูงใจและลดความวิตกกังวลในการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากกระบวนการเรียนการสอนของกาเย่ (Gagne') ที่ว่าบทเรียนต้องมีการสร้างความสนใจเพื่อเป็น การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจด้วยภาพ สี และเสียงที่น่าสนใจ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ในการถ่ายทอดความรู้เป็นไปตามลำดับความยากง่ายของเนื้อหาสอดคล้องกับระดับของผู้เรียน ในระหว่างการเรียนได้จัดให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด เพื่อทราบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งสามารถตรวจคำตอบได้ทันที ทราบผลในการทำแบบฝึกหัดแต่ละข้อว่าทำถูกหรือทำผิด ในส่วนที่ทำผิดจะได้พิจารณาศึกษาบทวนและไตร่ตรองทำให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น ส่วนที่ทำถูกผู้เรียนจะเกิดความภูมิใจ มีกำลังใจในการเรียนต่อไป ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theory) (เสาวณีย์, 2528 : 292-293) ให้ผู้เรียนสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่สร้างมีประสิทธิภาพทางการเรียนของผู้เรียนดังนี้

2.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย มีขั้นตอนการสร้างและพัฒนาโดยมีการวางแผนเพื่อควบคุมคุณภาพทุกขั้นตอน โดยมีผู้เชี่ยวชาญและที่ปรึกษาให้คำแนะนำข้อบกพร่องและ

การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจึงทำให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้นจึงมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง

2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย บอกวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียนช่วยให้ผู้เรียนทำความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น และสร้างแรงจูงใจในการเรียน การนำเสนอเนื้อหาให้มีปฏิสัมพันธ์ได้ตอบกับบทเรียนได้ตลอดเวลา ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนง่ายในการจำมากขึ้น (ถนอมพร, 2541: 41-48)

2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เป็นสื่อการเรียนที่ประกอบด้วยตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดีโอ เสียงบรรยายและเสียงเพลงประกอบ ซึ่งเป็นการกระตุ้นแรงจูงใจและการเสริมแรงผู้เรียน ดังคำกล่าวของไชยยศ (2533: 62) ซึ่งสอดคล้องกับหลักการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากกระบวนการเรียนการสอนของกาเย่ (Gagne') ที่ว่าบทเรียนต้องมีการสร้างความสนใจเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจด้วยภาพ สีและเสียงที่น่าสนใจ

2.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย สามารถคำนวณและประเมินผลคะแนน ซึ่งทำให้ผู้เรียนทราบผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบได้ทันที ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น สนใจเนื้อหา ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ สกินเนอร์ (Skinner, 1945: 24) ที่ว่าผู้เรียนจะเกิดกำลังใจ ต้องการเรียนต่อเมื่อได้รับการเสริมแรงที่เหมาะสม การได้รู้คำตอบของคนที่ถูกต้องเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจตอบปัญหาใหม่ต่อไป

9. ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียนี้สามารถนำไปประยุกต์เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนวิชาการแกะสลักผักและผลไม้ ที่เปิดสอนกับผู้เรียนในระดับต่าง ๆ รวมทั้งในสถานประกอบการที่จัดการเรียนการสอนในเรื่องดังกล่าวได้

1.2 เนื่องจากในปัจจุบันมีการนำเทคนิควิธีการแกะสลักรูปแบบใหม่ๆ มาใช้ในงานแกะสลักผักและผลไม้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงหรือเพิ่มเติมเนื้อหา โดยเฉพาะส่วนของรูปแบบและเทคนิควิธีการแกะสลักใหม่ๆ ที่เกิดขึ้น ส่วนที่เป็นพื้นฐานก็ยังคงใช้สอนได้ปกติ ทั้งนี้เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียทันสมัย

1.3 ในการเรียนการสอนวิชาการแกะสลักผักและผลไม้ ผู้เรียนให้ความสนใจในการเรียนภาคปฏิบัติมากกว่าภาคทฤษฎีจึงทำให้เวลาลงมือปฏิบัติจริงเกิดข้อผิดพลาดของชิ้นงาน และใช้เวลานานในการปฏิบัติ ดังนั้นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียมาใช้เป็นสื่อการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาทฤษฎีด้วยตนเอง เพื่อเป็นการประหยัดเวลา ลดขั้นตอนการสอนภาคทฤษฎีลดปริมาณสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ในการเรียนการสอน และยังช่วยลดข้อผิดพลาดในการปฏิบัติเพราะผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะเพื่องานวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียในรายวิชาอื่น ๆ ในระดับชั้นที่แตกต่างกัน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

2.2 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรอื่นต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียใน

วิชาการแกะสลักผักและผลไม้ เช่น เจตคติของผู้เรียน ความคงทนในการเรียนรู้ เพศ เป็นต้น

2.3 ควรมีการศึกษาข้อมูลเนื้อหาวิชาในหลักสูตรระดับต่าง ๆ ที่มีการจัดการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการประยุกต์ใช้ในวิชาการแกะสลักผักและผลไม้ เพื่อนำมาจัดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียในรูปแบบอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] แสงอรุณ เชื้อบุญวงศ์. “พัฒนาการของหลักสูตรและการเรียนการสอนวิชาการแกะสลักในหลักสูตรคหกรรมศาสตร์ในสถาบันอุดมศึกษา.” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาอุดมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
- [2] เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. “การเรียนการสอนรายบุคคลแก้ปัญหาการศึกษาอย่างไร.” สรุบทความเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ, 2528
- [3] ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เล่าหรัสแสง. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ดวงกมลโพรดักชั่น, 2541.
- [3] ไชยศ เรื่องสุวรรณ. “ไมโครคอมพิวเตอร์กับการบริหารการศึกษา.” มหาสารคาม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2533.
- [5] Skinner, B.F. The Art of teaching End the Science of Learning. (Harv. Educa. Rex. 24, 1954) : 1954

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีปัญหาทางการเรียนรู้

มณฑิตา พุดสงคราม¹ และ สรเดช ครุฑจ้อน²

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : ¹tarn_mn@hotmail.com, ²soradechk@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ก่อนและหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ โรงเรียนวัดชัยฤทธยมาลา จำนวน 10 คน ซึ่งได้จากการเลือกโดยวิธีเฉพาะเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นและแบบทดสอบ การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest สถิติที่ใช้คือ Nonparametric ชนิด The Wilcoxon Matched Pairs Signs-Ranks Test ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 89.4/86.1 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 85/85 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังจากเรียนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน ผู้เรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้

Abstract

This research is an experimental research. The objectives are to develop and to validate the efficiency of the Drill and Practice Computer-Assisted Instruction of Mathematics for Pratom – Suksa1 students with learning

disabilities in semester 1/2551, and to compare the student's learning achievement before and after using the developed CAI. The sample group, whose progress was studied, consisted of 10 students with learning disabilities from the Wat Chaiyaprukmala school. Tools used in this research were the Computer-Assisted Instruction , pretest and posttest. The employed research scheme was the One Group Pretest-Posttest design and the employed data analysis instrument was the Wilcoxon Matched Pairs Signs-Rank Test of Nonparametric statistic. The results of the research indicate that 1) the efficiency of the developed Computer-Assisted Instruction is at 86.4/86.1, higher than the standard criterion of 85/85 2) the learning achievement after using the developed CAI is significantly improved at the statistic level of .05

Keywords: Drill and Practice Computer-Assisted Instruction, Learning Disabilities Students

1. บทนำ

เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ (Learning Disabilities) หรือ LD นั้น เป็นเด็กที่มีความบกพร่องในขบวนการทางจิตวิทยา ทำให้เกิดปัญหาทางด้านของทักษะการใช้ภาษา ซึ่งครอบคลุมถึงการฟัง การอ่าน การพูด การเขียนรวมทั้งการสะกดคำและทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ [4] ซึ่งความบกพร่องดังกล่าวไม่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนเหมือนดังความบกพร่องทางด้านร่างกายหรือสติปัญญา ซึ่งลักษณะโดยทั่วไปของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้จะมีสติปัญญาอยู่ในระดับปกติหรือบางคนอาจจะมีระดับสติปัญญาสูงกว่าปกติ แต่เนื่องจากความผิดปกติของกลไกในการทำงานของสมองทำให้ความสามารถในการรับรู้ การเรียบเรียง การแปลข้อมูล การคิดวิเคราะห์ และการประมวลผล แสดงออกมาให้เห็นถึงความบกพร่องในด้านต่าง ๆ ซึ่งปัญหาของความบกพร่องดังกล่าวจะเริ่มชัดเจนขึ้นเมื่อเด็กได้เข้ารับการศึกษานในโรงเรียน แต่สถานะความบกพร่องของเด็กแต่ละคนอาจจะแสดงออกมาแตกต่างกันในด้านต่างๆ เช่น เด็กบางคนอาจจะมีปัญหาในการเรียนรู้เรื่องของภาษาในขณะที่เด็กบางคนอาจจะมีปัญหาในการเรียนรู้ทางด้านของการคิดคำนวณ ซึ่งทำให้เกิดผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน

ในการเรียนร่วมกันในโรงเรียนระหว่างเด็กปกติและเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ เนื่องจากเด็กมีปัญหาทางการเรียนรู้ มีความสามารถในการเรียนรู้ และทำความเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ได้ช้า ทำให้ใช้เวลาในการเรียนรู้นานกว่าเด็กปกติ จึงจำเป็นต้องมีการจัดการเรียนเสริมทักษะให้แก่เด็ก จากการสอบถามอาจารย์ผู้สอนเด็กที่บกพร่องทางการเรียนรู้ กล่าวว่า ในการจัดการเรียนเสริมทักษะจะต้องใช้รูปแบบวิธีการที่หลากหลายเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะ โดยสื่อที่ใช้ส่วนมากจะเป็นรูปภาพ แผ่นภาพและหนังสือแบบฝึกหัด ซึ่งทำให้เด็กไม่ได้รับความรู้เท่าที่ควรเนื่องจากอัตราการเรียนรู้ของเด็กมีความช้า-เร็วไม่เท่ากัน [5] ได้อ้างถึงงานวิจัยของ ศาสตราจารย์ เจนเนท เลอวินเนอร์ ว่าไม่มีวิธีการใดวิธีการเดียวที่จะนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพกับเด็กทุกคน ดังนั้นการสอนเด็กที่มีปัญหาในการเรียนรู้จำเป็นต้องมีหลายรูปแบบเพื่อให้เหมาะสมกับความสามารถและความแตกต่างของเด็กแต่ละบุคคล ดังนั้นสิ่งที่จะมาช่วยในขั้นพื้นฐานก็คือ การจัดเวลาเรียนให้เหมาะสม ส่วนเทคโนโลยีสารสนเทศที่มาช่วยได้ก็คือ ซอฟต์แวร์ทางการศึกษาในรูปแบบต่าง ๆ โดยมีการกระตุ้นให้เกิด

การอยากเรียนรู้ ด้วยสีสันทัน เพลง และเสียงพูด เช่น บทเรียนมัลติมีเดีย สิ่งต่างๆ เหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีสมาธิและมีความสนใจในการเรียนรู้มากขึ้น [9]

เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้แต่ละคนมีความแตกต่างกันทั้งทาง อารมณ์ สังคมและสติปัญญา ทำให้มีพฤติกรรมล่าช้า เมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนปกติทั่วไปในวัยเดียวกัน โดยเฉพาะทางการเรียนรู้ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีลักษณะความสนใจสั้น สนใจบทเรียนได้ไม่นาน เสียสมาธิง่าย มีปัญหาในด้านความจำ การถ่ายโยงความรู้ การหาความสัมพันธ์และสิ่งที่เป็นนามธรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาคณิตศาสตร์ในด้านการบวก ลบ คูณ หาร [2] วิชาคณิตศาสตร์ถือว่าเป็นวิชาที่มีความสำคัญควบคู่ไปกับการดำรงชีวิต แต่ในวิชาคณิตศาสตร์จะมีการสื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์ ซึ่งยากต่อการเรียนรู้และทำความเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว จึงทำให้ผลการเรียนต่ำ โดยเฉพาะเรื่องจำนวน การบวก และการลบ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่จำเป็นอย่างยิ่ง ในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยเทคนิควิธีการต่างๆ อย่างหลากหลาย เพราะการสอนวิชาคณิตศาสตร์ไม่ได้มุ่งเน้นที่ความถูกต้องของปัญหาแต่มุ่งเน้นที่กระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งการเรียนควรจะเน้นความเข้าใจมากกว่าความจำเพื่อที่เด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาจะสามารถนำไปใช้ได้ จึงจำเป็นต้องอาศัยสื่อการสอนคณิตศาสตร์ที่เข้าใจและเป็นรูปธรรม ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาช่วยในการสอนฝึกทบทวนทางการเรียนให้แก่เด็ก

การสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) เป็นที่นิยมเนื่องจากมีคุณลักษณะพิเศษที่เหมาะสม โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะประกอบไปด้วย ภาพกราฟฟิก ภาพเคลื่อนไหว ซึ่งมี

ส่วนช่วยในการสร้างบรรยากาศ ทำให้เกิดความเข้าใจ สนุกสนานเพลิดเพลินพร้อมกันนี้ยังมีการเสริมแรงด้วยข้อมูลย้อนกลับอย่างทันทีทันใด ซึ่งเสนอแนะและเสนอแนะข้อผิดพลาดและภาพเคลื่อนไหว มีสีสันชวนอ่านและเข้าใจอีกทั้งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังทำให้ผู้เรียนแต่ละคนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนได้ทันทีว่าถูกหรือ ผิด รวมทั้งได้คำชมเชยถ้าตอบถูกและให้กำลังใจเมื่อตอบผิดและทราบผลการประเมินทันที นอกจากนี้ยังช่วยให้เด็กนักเรียนที่เรียนช้า ได้มีโอกาสเรียนซ้ำตามความต้องการ โดยไม่จำเป็นต้องมีครูคอยควบคุมตลอดเวลา

บทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนแบบฝึกทบทวนมาช่วยในการเสริมทักษะทางวิชาคณิตศาสตร์ของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ในเรื่องจำนวนและการดำเนินการ เกี่ยวกับความรู้พื้นฐานทางด้านการคิดคำนวณ ผู้เรียนควรจะมีเข้าใจในเรื่องของจำนวนและการดำเนินการ คือ การบวกและลบจำนวน เพื่อที่ผู้จะสามารถเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นต่อไปได้อย่างถูกต้อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวนถือว่าเป็นกิจกรรมหนึ่งที่ช่วยสร้างความเข้าใจในการเรียนและสร้างความสนใจให้แก่เด็ก เพราะเด็กได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่คงทนและช่วยพัฒนาการทางด้านความคิดให้แก่เด็กซึ่งมีความบกพร่องทางการเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ได้และช่วยพัฒนาความสามารถของเด็กให้ตรงกับศักยภาพของตน

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีปัญหาทางการเรียนรู้

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีปัญหาทางการเรียนรู้

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ก่อนและหลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวนที่พัฒนานี้

3. สมมุติฐานของการวิจัย

3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวนของเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

4.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

4.1.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดสาระ และมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้ [1]

ความสำคัญ

วิสัยทัศน์

คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 1 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3)

สาระที่เป็นองค์ประกอบของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 6 สาระดังต่อไปนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

4.2 เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้

เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ หรือ L.D. หมายถึง เด็กที่มีความผิดปกติทางกระบวนการจิตวิทยา ทำให้สมองเกิดการทำงานที่ผิดปกติทำให้ส่งผลกระทบต่อทางการเรียนรู้เกี่ยวกับทางด้านภาษา การสื่อสาร และการคำนวณ แต่ไม่ได้เกิดจากความบกพร่องทางด้านร่างกายหรือทางด้านอารมณ์

4.3 การสอนคณิตศาสตร์เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้

4.3.1 ความบกพร่องทางด้านคณิตศาสตร์

การคิดคำนวณเลขเป็นขั้นตอนที่สลับซับซ้อนมาก แม้ว่าจะเป็นปัญหาเฉพาะทางเลขง่ายๆ เช่น 25 หารด้วย 3 เท่านั้นก็ตาม การคิดคำนวณเลขเกี่ยวข้องกับการตระหนักและจดจำจำนวนและสัญลักษณ์ การจดจำข้อเท็จจริง เช่น การจำสูตรคูณ การเรียงลำดับตัวเลข และยังเกี่ยวข้องกับความเข้าใจ ความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม เช่น หลักการต่างๆ ภาพของจำนวนและเศษส่วน สิ่งต่างๆ เหล่านี้อาจเป็นเรื่องยากมากสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการคิดคำนวณเลข ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนความคิดรวบยอดหรือหลักการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์นั้น มีแนวโน้มที่จะปรากฏชัดตั้งแต่ในช่วงต้นๆ ของการเรียนรู้[6]

4.3.2 พฤติกรรมและกระบวนการคิดของเด็กที่มีความบกพร่องทางคณิตศาสตร์ [3]

1. มีปัญหาในการบอกความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง
2. ไม่เข้าใจความหมายของจำนวน
3. ไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ได้ยากับสิ่งที่มองเห็น
4. มีปัญหาในการจัดเรียงลำดับ
5. ทำเลขไม่ได้ไม่ว่าจะเป็นบวก ลบ คูณ หาร เพียงอย่างเดียวหรือทั้ง 4 อย่าง
6. ไม่เข้าใจเครื่องหมายของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
7. ไม่สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนในการคำนวณได้
8. มีปัญหาในการทำเลขโจทย์ปัญหา
9. เขียนเลขกลับกัน

4.4 วิธีสอนคณิตศาสตร์เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้

วิธีการสอนคณิตศาสตร์เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้มีวิธีเฉพาะที่เหมาะสมในการให้เด็กที่มีความบกพร่องทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ [3]

1. ตัวเลขมีจุดเทคนิคนี้ใช้ในการสอนนับ ทั้งการนับปากเปล่าและการนับที่เข้าใจความหมายของจำนวน จำเป็นต้องหาวิธีให้เด็กมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างซึ่งกันและกันของตัวเลขสัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวเลขนั้น และความหมายของตัวเลขนั้น ซึ่งอาจใช้วิธีตัวเลขที่สัมผัสได้ (Touch Number) นั่นคือให้ตัวเลขแต่ละตัวมีจุดตามจำนวนตัวเลขนั้น เด็กจะได้นับโดยวิธีใช้นิ้วแตะที่จุดนั้น ๆ ตัวเลข 6 - 10 อาจแก้ปัญหาคำวามรุงรังโคนการวงกลมล้อมรอบจุดอีก 1 ชั้น แล้วให้เด็กนับ 2 ครั้ง ถ้าไม่ใช้จุดครูอาจใช้เครื่องหมายอื่นแทนก็ได้

2. ตัวเลขจางเทคนิคนี้ใช้ในการแก้ปัญหาในการเขียนตัวเลขของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยกำหนดให้ตัวเลขจางลง (Fading) ตามลำดับ ตัวเลขตัวแรกมีขนาดโต เขียนเต็มครบทุกส่วน มีจุดบอกว่าให้เริ่มจรดปลายปากกาที่จุดนี้ แล้วลากเส้นไปตามตัวอย่าง ตัวเลขต่อไปจะจางลงเป็นเส้นประ และจางลงไปเรื่อย ๆ จนไม่มีรอยอยู่เลย ซึ่งเด็กจะลากเส้นตามตัวอย่าง จนกระทั่งเขียนตัวเลขเองได้ในที่สุด

3. การเปรียบเทียบตัวเลขที่คล้ายกัน ปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่งของเด็กที่มีความบกพร่องในการเรียนรู้ ก็คือเด็กมักจะสับสนระหว่างตัวเลขที่มีรูปร่างคล้ายคลึงกัน

4. การแปลงจำนวนเป็นภาพเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ส่วนมากเป็นกลุ่มที่เรียนรู้ได้จากการใช้สายตา) กล่าวคือหากมีสื่อทางสายตา เช่น ภาพประกอบ ไดอะแกรม เด็กกลุ่มนี้จะเรียนรู้ได้ดี หากมีเฉพาะตัวเลขและตัวอักษรปรากฏอยู่เบื้องหน้า เด็กอาจเรียนรู้ได้ไม่ดี ดังนั้น ในการสอนบวก ลบ คูณ หรือหาร ควรแปลงจำนวนเป็นภาพหรือสัญลักษณ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบวก ลบ เลขที่มีการยืม

5. การแก้โจทย์ปัญหาย่างมีขั้นตอนแนวทางแก้ไขที่สำคัญประการหนึ่ง คือ การฝึกให้เด็กทำโจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบและเป็นขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้นตอนดังนี้

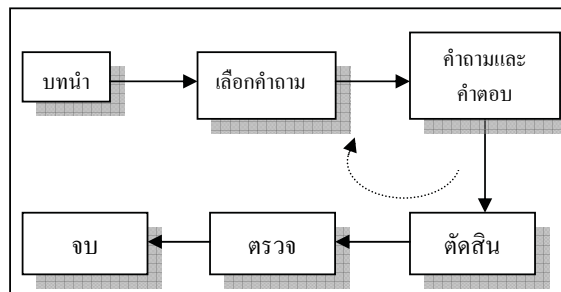
- 1) อ่านคำถามโดยละเอียด ศึกษาคำศัพท์ที่สำคัญ
- 2) ตอบคำถามว่าโจทย์ต้องการอะไร
- 3) คิดพิจารณาว่าทำอย่างไรจึงจะตอบคำถามได้
- 4) จำนวนตัวเลขที่นำมาคำนวณมีกี่ตัว
- 5) วาดภาพประกอบ
- 6) เขียนประโยคสัญลักษณ์
- 7) ลงมือคำนวณ
- 8) ตรวจสอบคำตอบ

4.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ออกแบบขึ้นมาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อฝึกและ ทบทวนความรู้ของผู้เรียนที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้ว รูปแบบของบทเรียนจึงคล้ายกับแบบทดสอบที่เป็น ข้อสอบแบบตัวเลือก แบบจับคู่ หรือแบบถูก-ผิด ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างแนวความคิดและหลักการที่ มุ่งเน้นด้านเนื้อหาความรู้โดยตรง เพื่อนำความรู้ที่มีอยู่ แล้วจากการเรียนการสอนในวิธีปกติในชั้นเรียนให้ สามารถนำมาใช้ได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และ สามารถปฏิบัติได้จริง เช่น ทักษะการบวกเลข ทักษะ ด้านคำศัพท์ภาษาต่างประเทศ ทักษะการอ่าน และ ทักษะการเขียน เป็นต้น นอกจากนี้จะใช้ได้ผลดีในวิชา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิชาทางด้านภาษา และยังประยุกต์ใช้กับวิชาทางด้านภูมิศาสตร์ และ ประวัติศาสตร์ได้ดีเช่นกัน

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท นี้เน้นที่แบบทดสอบเป็นหลัก ไม่ได้เน้นด้านหลักการ นำเสนอเนื้อหา ซึ่งมีเงื่อนไขทางด้านการเรียนรู้ เกี่ยวข้องด้วย อย่างไรก็ตาม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนแบบฝึกทบทวนที่ดีนั้น จะต้องออกข้อสอบให้มี จำนวนมากและเก็บไว้ในธนาคารข้อสอบ บทเรียนจะ ทำหน้าที่สุ่มข้อสอบขึ้นมาเสนอ ผู้เรียนแต่ละคนจะ ได้รับข้อสอบแตกต่างกันและการฝึกทบทวนแต่ละครั้ง ก็จะได้ข้อสอบที่แตกต่างกันด้วย ทำให้ผู้เรียน ไม่สามารถจำข้อสอบได้ นอกจากนี้ตัวข้อสอบที่ดีนั้น จะต้องผ่านกระบวนการทางสถิติเพื่อหาคุณภาพมาก่อน ได้แก่ ค่าระดับความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่า ความเชื่อมั่น เพื่อให้เป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ สามารถ แยกแยะระดับความสามารถของผู้เรียนและวัดผลได้ ตรงจุด อันจะส่งผลให้ได้บทเรียนที่มีคุณภาพตามมา

โดยส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบฝึกทบทวน [8] จะแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

5.1 วิธีการดำเนินการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. ออกแบบแบบฝึกทบทวนและเลือกเทคนิควิธีการสอนคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้
3. ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน
4. ออกแบบหน้าจอและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน

5.2 การทดลอง

5.2.1 คัดเลือกผู้เรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ โดยคัดเลือกผู้เรียนที่ผ่านการทดสอบทางจิตวิทยาจากแบบคัดกรองเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ของกรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุขกับนักจิตวิทยาและระบุว่าผู้เรียนเป็นผู้เรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้จำนวน 10 คน

5.2.2 จัดเตรียมห้องเรียน โดยจัดเตรียมห้องคอมพิวเตอร์จำนวน 1 ห้องเรียน โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง สำหรับผู้เรียน 1 คน จำนวน 10 เครื่อง

5.2.3 จัดเตรียมโปรแกรม ทำการลงโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทดลอง จำนวน 10 เครื่อง

5.2.4 จัดเตรียมกลุ่มทดลอง มี 1 กลุ่ม คือผู้เรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ จำนวน 10 คน ที่ศึกษาอยู่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และทำการอธิบายข้อตกลงและวิธีการเรียนต่างๆ แก่ผู้เรียน

5.2.5 ดำเนินการทดลองกับกลุ่มทดลอง โดยดำเนินการทดลองเฉพาะผู้เรียนที่เป็นเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้จำนวน 10 คน ใช้เวลาในการเรียนทั้งหมด 14 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3-4 วัน วันละ 1 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยเริ่มการทดลองเมื่อวันที่ 3 มิถุนายน 2551 ถึงวันที่ 5 กันยายน 2551 โดยมีขั้นตอนการเรียนรู้ของผู้เรียนดังนี้ ก่อนจะเข้าสู่บทเรียนผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 18 ข้อ เมื่อผู้เรียนศึกษาบทเรียนจนครบทั้ง 6 หน่วยการเรียนรู้ ผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3 การประเมินผล

5.3.1 แบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยนำมาใช้สอบจำนวน 18 ข้อจากทั้งหมด 94 ข้อ ซึ่งได้จากการสุ่มของระบบ เพื่อนำคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนมาใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3.2 แบบทดสอบหลังเรียน เมื่อผู้เรียนเรียนครบทุกบทเรียนแล้วผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยนำมาใช้ทดสอบ จำนวน 18 ข้อจาก

ทั้งหมด 94 ข้อ ซึ่งได้จากการสุ่มของระบบซึ่งมาจากคลังข้อสอบเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน

6. ผลการดำเนินงาน

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 หน่วยเรียนรู้ คือ

หน่วยที่ 1 จำนวนนับ 0-9

หน่วยที่ 2 การบวกจำนวนสองจำนวนที่มีผลลัพธ์ไม่เกิน 9

หน่วยที่ 3 การลบจำนวนสองจำนวนที่มีตัวตั้งไม่เกิน 9

หน่วยที่ 4 จำนวนนับ 10-20

หน่วยที่ 5 การบวกและการลบที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 20

หน่วยที่ 6 จำนวนนับ 21-100

ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวนมีดังต่อไปนี้ หัวเรื่อง, วัตถุประสงค์, แบบทดสอบก่อนเรียน, ข้อคำถาม(แบบฝึกทบทวน), แบบทดสอบระหว่างบทเรียน, แบบทดสอบหลังเรียน และรายงานผลการเรียนของผู้เรียน

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest design [8] และสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนในการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สถิติ Nonparametric โดยใช้การทดสอบแบบวิลคอกซัน (The Wilcoxon Matched Pairs Signs-Ranks Test) [7]

7. สรุปผล

7.1 การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ซึ่งหาประสิทธิภาพบทเรียนโดยใช้กลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม ผลที่ได้จากการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน

ตารางที่ 2 : การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คะแนน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	ประสิทธิภาพ
E1	10	18	161	89.4
E2	10	18	155	86.1

จากตารางที่ 2 พบว่า ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบระหว่างบทเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 89.4 และสามารถทำคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 86.1 แสดงว่าบทเรียนเป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพดีพอใช้ (Fairly Good)

7.2 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการเปรียบเทียบผลคะแนนก่อนและหลังเรียนของผู้เรียนแต่ละคน ได้จากแบบทดสอบก่อนบทเรียนและแบบทดสอบระหว่างบทเรียน โดยใช้สถิตินอนพารามตริก วิธีของ The Wilcoxon Matched Pairs Signed-Ranks Test ปรากฏผล ดังตาราง

ตารางที่ 3 : การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน ของผู้เรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้

คนที่	คะแนน (คะแนนเต็ม 18 คะแนน)		ผลต่าง (D)	ลำดับที่ของผลต่างตามเครื่องหมาย	
	ก่อนเรียน (x)	หลังเรียน (y)		บวก	ลบ
1	6	16	10	+9	0
2	10	15	5	+1.5	0
3	4	14	10	+9	0
4	8	17	9	+6.5	0
5	7	16	9	+6.5	0
6	5	15	10	+9	0
7	6	14	8	+4.5	0
8	10	15	5	+1.5	0
9	10	17	7	+3	0
10	8	16	8	+4.5	0
T = 0*			T+ = 55	T- = 0	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่า T ที่ .05 = 10 เมื่อ N = 10)

จากตารางที่ 3 พบว่า หลังจาก que ผู้เรียนได้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายถึงผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเมื่อผ่านการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ควรศึกษาวิธีการสอนและเทคนิคต่างๆ ในการสอนเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ เช่น เทคนิคการใช้ตัวเลขวาง, เทคนิคการเปรียบเทียบตัวเลข เป็นต้น เพื่อนำไปพัฒนาความรู้และทักษะในด้านต่างๆ แก่ผู้เรียน

8.2 ควรมีการทดลองในรูปแบบการทดลองอื่นๆ เช่น การสร้างสถานการณ์จำลอง โดยนำเทคนิคการสอนเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้มาใช้ร่วม เพื่อให้ได้วิธีการเรียนการสอนที่หลากหลายและยังส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีมากขึ้น

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. สารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2545.
- [2] ผดุง อารยะวิญญู. การศึกษาสำหรับเด็กที่มีความต้องการพิเศษ. กรุงเทพฯ : P.A.ART&PRINTING CO;LTD, 2540.
- [3] _____. เด็กที่มีปัญหาในการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แว่นแก้ว, 2544.
- [4] _____. วิธีสอนเด็กเรียนยาก. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แว่นแก้ว, 2546.
- [5] ศรียา นิยมธรรม. และประภัสสร นิยมธรรม. การสอนเพื่อ บรรณการ. กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิต, 2540.
- [6] สันสนีย์ ฉัตรคุปต์. ความบกพร่องในการเรียนรู้หรือแอลดี : ปัญหาการเรียนรู้ที่แก้ไขได้. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2543.
- [7] นิภา ศรีไพโรจน์. สถิติอนพารามตริก. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พรินติ้งเฮาส์, 2533.
- [8] มนต์ชัย เทียนทอง .เอกสารประกอบการเรียนการสอนรายวิชาการออกแบบและพัฒนาออร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน . ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

- [9] Bristow, Diane C. and Gail L. Pickering. 1996. An Overview of Assistive Technology. an Unpublished paper presented at CSUN Conference 1996 Technology and Persons with Disabilities. [Online]. Available from: <http://www.nectec.or.th/courseware>.
- [10] Hannafin and Peck. Computer Base Education in Encyclopedia of Education Research. New York : Free Press, 1988.

การจัดการความรู้กลุ่มบริหารองค์กร การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)
Knowledge Management of Corporate Administration Group in Electricity
Generating Authority of Thailand (EGAT)

ลัดดา เจียมจิตต์ตรง¹ พัลลภ พิริยะสุวรรณ² และ ประจักษ์นันท์ นิลสุข³

ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทคัดย่อ

การดำเนินงานการจัดการความรู้ของกลุ่มบริหารองค์กร กฟผ. เป็นไปตามเป้าประสงค์เชิงยุทธศาสตร์ L3 “เสริมสร้าง กฟผ. ให้เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้และองค์กรแห่งคุณภาพ” ของแผนวิสาหกิจ กฟผ. ปี 2552-2556 และยุทธศาสตร์ที่ 4 “การนำไอซีที มาใช้ในการพัฒนาให้ก้าวไปสู่สังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ (Knowledge-based Society)” ของ แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กฟผ. ปี 2552-2556 เพื่อให้มีการถ่ายทอดนโยบาย เป้าหมาย และกลยุทธ์ขององค์กรลงไปสู่ระดับปฏิบัติการ การจัดการความรู้จะสำเร็จลงได้ก็ต่อเมื่อผู้ปฏิบัติงานมีความรู้ ความสามารถ ความตั้งใจจริงที่จะปฏิบัติงาน หมั่นศึกษาหาความรู้เรื่องอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพราะการมีความรู้ ความสามารถที่หลากหลาย ย่อมสามารถจัดการความรู้ที่มีผสมผสานให้เกิดความลงตัวในการปฏิบัติงานได้ดีกว่า และต้องลงมือปฏิบัติอย่างจริงจังจึงเพื่อให้ได้ความรู้ ความเข้าใจอย่างแท้จริง สามารถประยุกต์ใช้ในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างคล่องตัว เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน การจัดการความรู้สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ และจัดการกับความรู้เดิม ความรู้สามารถบริหารจัดการได้โดยการจัดการกระบวนการต่าง ๆ เช่น การแลกเปลี่ยน การจัดเก็บ การสืบค้น การนำไปใช้ การสร้างความรู้ใหม่ รวมทั้งการสร้างสภาพแวดล้อมและบรรยากาศ ที่ทำให้กระบวนการเหล่านี้สามารถทำงานได้อย่างราบรื่น อันจะส่งผลให้ กฟผ. มุ่งไปสู่องค์กรแห่งการเรียนรู้ได้ในอนาคตอันใกล้

คำสำคัญ: การจัดการความรู้ องค์กรแห่งการเรียนรู้ กลุ่มบริหารองค์กร การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)

Abstract

Knowledge Management of Corporate Administration Group in Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT) has been carried out successfully according to the corporate's strategic objective L3, "to create EGAT to become Learning Organization and quality-oriented", under EGAT Corporate Plan 2009-2013; and strategy no.4, "to introduce ICT to develop Knowledge-based society", under ICT Master Plan 2009-2013. The implementation of Knowledge Management aims to transfer corporate's policy, objectives and strategies down to operational levels. The success of Knowledge Management implementation is considered an achievement when officers have shown their attributes of knowledge, competency, willing to work and continuous knowledge search. With these attributes, the officers are able to manage and apply knowledge in order to comprehend their works, to improve work efficiency. Knowledge Management can be used as a tool for both developing new knowledge and managing existing knowledge. Knowledge can be managed by changing, storing, searching, implementing, creating new knowledge and creating better work surrounding which would bring EGAT to become Learning Organization in the near future.

Keywords: Knowledge Management, Learning Organization, Corporate Administration Group, Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT)

1. บทนำ

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เป็นรัฐวิสาหกิจภายใต้การกำกับของกระทรวงพลังงาน มีหน้าที่หลักในการจัดหาพลังงานไฟฟ้าแก่ประชาชน โดยการผลิตและจำหน่ายไฟฟ้า ให้แก่ การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าภูมิภาค และผู้ใช้พลังงานรายอื่นตามที่กฎหมายกำหนด รวมทั้งประเทศใกล้เคียง และดำเนินการต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับกิจการไฟฟ้า ตลอดจนงานอื่นๆ ที่ส่งเสริมกิจการของ กฟผ. โดยมีนโยบายหลักคือ การผลิตไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการของประชาชน มีระบบไฟฟ้าที่มั่นคงเชื่อถือได้และราคาเหมาะสม กฟผ. ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าที่มีส่วนสำคัญในการเสริมสร้างความแข็งแกร่งและความเจริญให้กับประเทศชาติ ภารกิจดังกล่าวจะไม่สามารถบรรลุเป้าหมายหากขาดบุคลากรที่มีคุณภาพด้วยเหตุนี้เอง กฟผ. จึงได้ตระหนักถึงความสำคัญของการมุ่งเน้นการพัฒนาบุคลากรขององค์กรให้เป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ ทักษะ และทัศนคติที่ดีในการสร้างความเจริญก้าวหน้ามั่นคงให้เกิดขึ้นกับองค์กร โดยได้กำหนดแนวทางและเป้าหมายของการจัดการความรู้ไว้ในแผนวิสาหกิจ กฟผ. ปี 2552-2556 การจัดทำเป้าหมาย การจัดการแผน ได้นำแนวคิดของระบบ Balanced Scorecard (BSC) มาใช้อย่างเต็มรูปแบบ พร้อมทั้ง การนำระบบการบริหารจัดการเพื่อสร้างมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Value Management: EVM) มาใช้โดยเชื่อมโยงปัจจัยผลักดันกำไรเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Profit Driver) กับเป้าประสงค์เชิงยุทธศาสตร์ใน BSC รวม 17 เป้าประสงค์ โดยจัดวางเป้าประสงค์ลงใน 4 มุมมอง [1] ซึ่งจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลขององค์กรอย่างต่อเนื่อง มุมมองพื้นฐานของ BSC 4 มุมมอง ได้แก่

1. มุมมองด้านการเงิน (Financial Perspective)

ประกอบด้วย 1 เป้าประสงค์ คือ

F1 สร้างความมั่นคงทางการเงินอย่างยั่งยืนในระยะยาว

2. มุมมองด้านผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder Perspective) ประกอบด้วย 3 เป้าประสงค์ คือ

S1 ส่งพลังงานไฟฟ้าและให้บริการที่มีคุณภาพสูงในราคาถูก

S2 สร้างการเติบโตจากธุรกิจไฟฟ้าและธุรกิจที่เกี่ยวข้อง

S3 รับผิดชอบต่อสังคม ชุมชน และสิ่งแวดล้อม โดยแสดงออกด้วยความสุจริต เที่ยงธรรม และจริงใจ

3. มุมมองด้านกระบวนการภายใน (Internal Process Perspective) ประกอบด้วย 9 เป้าประสงค์ คือ

P1 ประสานงานเชิงรุกกับภาครัฐและผู้กำกับดูแล เพื่อเสริมสร้างความมั่นคงของระบบไฟฟ้า

P2 เสริมสร้างประสิทธิภาพในการพัฒนาแหล่งผลิตไฟฟ้า และระบบส่ง

P3 มุ่งพัฒนาประสิทธิภาพในการดำเนินงานและการเพิ่มผลผลิต

P4 บริหารการเงินอย่างมีประสิทธิภาพ

P5 เพิ่มรายได้จากการบริหารสินทรัพย์ภายในของ กฟผ.

P6 สร้างความเจริญเติบโตของบริษัทในเครือ

P7 ดำเนินงานและสื่อสารเชิงรุก โดยตระหนักถึงความรับผิดชอบต่อสังคม ชุมชน และสิ่งแวดล้อม

P8 ส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ

P9 สนับสนุนและพัฒนาไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน

4. มุมมองด้านการเรียนรู้และพัฒนาองค์กร (Learning and Growth Perspective) ประกอบด้วย 4 เป้าประสงค์ คือ

L1 ปรับปรุงระบบบริหารและระบบพัฒนาสมรรถนะ ทรัพยากรบุคคลให้มีมาตรฐานเทียบเท่าองค์กรชั้นนำ

L2 เสริมสร้างจริยธรรม จรรยาบรรณ และวัฒนธรรมการทำงาน และมีความรับผิดชอบต่อสังคม เพื่อพร้อมรับการเปลี่ยนแปลง

L3 เสริมสร้าง กฟผ. ให้เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ และองค์กรแห่งคุณภาพ

L4 เสริมสร้างศักยภาพในการดำเนินงานสู่ความเป็นเลิศด้วยระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพ

นอกจากแผนวิสาหกิจ กฟผ. ที่ให้ความสำคัญกับเรื่องการจัดการความรู้แล้ว แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กฟผ. ปี 2552-2556 ก็ให้ความสำคัญในการนำไอซีทีเข้ามาช่วยบริหารจัดการความรู้ เพื่อมุ่งสู่องค์กรแห่งการเรียนรู้เช่นกัน [2] โดยได้กำหนดไว้ในยุทธศาสตร์ที่ 4 ใน 6 ยุทธศาสตร์หลักได้แก่

ยุทธศาสตร์ที่ 1 การนำไอซีที มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารงานและการปฏิบัติงาน

ยุทธศาสตร์ที่ 2 การนำไอซีที มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริการข้อมูลทั้งภายในและภายนอก กฟผ.

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การบริหารจัดการระบบไอซีทีของ กฟผ.อย่างธรรมาภิบาล

ยุทธศาสตร์ที่ 4 การนำไอซีที มาใช้ในการพัฒนาให้นำไปสู่สังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้

ยุทธศาสตร์ที่ 5 การใช้ไอซีที เพื่อสนับสนุนการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันอย่างยั่งยืนของ กฟผ.

ยุทธศาสตร์ที่ 6 ปรับปรุง/พัฒนา โครงสร้างพื้นฐานไอที ของ กฟผ. ให้มีประสิทธิภาพ เป็นมาตรฐานเดียวกัน

ซึ่งจะเห็นได้ว่ายุทธศาสตร์ที่ 4 เน้นเรื่องการนำไอซีทีเข้ามาช่วยในการพัฒนา สร้างสรรค์ความรู้ การถ่ายทอดความรู้ การส่งเสริมการเรียนรู้ และการดำเนินการด้านการจัดการความรู้ [3] เพื่อมุ่งหวังให้ กฟผ.เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization) สอดคล้องกับเป้าประสงค์เชิงยุทธศาสตร์ L3 ในแผนวิสาหกิจ กฟผ. เช่นกัน

2. กระบวนการจัดการความรู้

กฟผ. ประกอบด้วยกลุ่มงานต่าง ๆ คือกลุ่มผลิตไฟฟ้า กลุ่มระบบส่ง กลุ่มพัฒนาโรงไฟฟ้า และกลุ่มบริหารองค์กร แต่ละกลุ่มได้นำการจัดการความรู้เข้ามาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน สำหรับบทความวิจัยเรื่องนี้ ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการศึกษาดูแลการจัดการความรู้เฉพาะกลุ่มบริหารองค์กร ซึ่งประกอบด้วย สายงาน รองผู้ว่าการนโยบายและแผนงาน (รพผ.) รองผู้ว่าการบริหาร (รพห.) และรองผู้ว่าการบัญชีและการเงิน (รวบ.) แต่ละสายงานมีหน้าที่และความรับผิดชอบดังนี้ [4]

รองผู้ว่าการนโยบายและแผนงาน (รพผ.) มีหน้าที่และความรับผิดชอบในการวางแผนไฟฟ้าของประเทศ ศึกษา วิเคราะห์ และจัดทำโครงสร้างอัตรา ค่าไฟฟ้า ติดตามผลการดำเนินงานของบริษัทในเครือ พิจารณาร่วมลงทุนในกิจการใหม่ๆ ด้านพลังงาน จัดหา พัฒนา และบำรุงรักษาระบบงานคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่าย และระบบสารสนเทศ

รองผู้ว่าการบริหาร (รพห.) มีหน้าที่และความรับผิดชอบในงานบริหารบุคคล การกำหนดระบบและระเบียบงานต่างๆ งานพัสดุจัดหา งานด้านกฎหมาย งานประชาสัมพันธ์ งานชุมชนสัมพันธ์ งานรักษาความปลอดภัย งานแพทย์และอนามัย

รองผู้ว่าการบัญชีและการเงิน (รวบ.) มีหน้าที่และความรับผิดชอบในการกำกับดูแล การบริหารงานด้าน

บัญชีและการเงิน งบประมาณ ภาษี ประกันภัย
การจัดการกองทุนสำรองเลี้ยงชีพ

วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาการจัดการความรู้กลุ่ม
บริหารองค์กร กฟผ. มีลักษณะเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ
(Qualitative Research) โดยใช้การสัมภาษณ์แบบ กึ่ง
โครงสร้าง (Semi-structured Interview) แบบสัมภาษณ์
มีคำถามเป็นลักษณะปลายเปิด มีการกำหนดประเด็นที่
ต้องการจะศึกษาก่อนดำเนินการเก็บข้อมูล ขั้นตอนการ
วิจัยประกอบด้วย

1. สร้างแบบสัมภาษณ์เรื่องการจัดการความรู้ระดับ
สายรอง โดยข้อคำถามได้มาจากการทบทวนวรรณกรรม
และการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการความรู้
2. นำเสนอแบบสัมภาษณ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษา
ตรวจสอบ และทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ
3. ส่งจดหมายขอความอนุเคราะห์ในการสัมภาษณ์
และขอข้อมูล จากภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ ให้รองผู้ว่าการนโยบาย
และแผน (รพผ.) รองผู้ว่าการบริหาร (รพห.) รองผู้ว่า
การบัญชีและการเงิน (รทบ.) พร้อมแบบสัมภาษณ์เรื่อง
การจัดการความรู้ระดับสายรอง
4. เลขารองผู้ว่าการทั้งสามสายรอง จะติดต่อผู้วิจัย
เพื่อให้ผู้วิจัยรับทราบว่ารองผู้ว่าการแต่ละสายรองได้
มอบหมายให้ใครเป็นผู้แทนในการให้สัมภาษณ์
5. ผู้วิจัยติดต่อผู้แทนแต่ละสายรอง เพื่อบัด สถานที่
วัน เวลา ที่จะขอสัมภาษณ์
6. ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์ผู้แทน ตาม สถานที่ วัน
เวลาที่กำหนด
7. สรุปผลการสัมภาษณ์

3. แนวทางและกระบวนการดำเนินงานด้านการจัดการ ความรู้

กลุ่มบริหารองค์กร ได้กำหนดแผนงานด้านการ
จัดการความรู้ไว้เป็นส่วนหนึ่งในแผนปฏิบัติการของ
สายรอง ให้รองรับเป้าประสงค์เชิงยุทธศาสตร์ L3 ของ
แผนวิสาหกิจ กฟผ. ปี 2552-2556 โดยสายงาน รพผ. ได้
จัดทำแผนแม่บทการพัฒนาสายงาน รพผ. ไปสู่องค์กรแห่ง
การเรียนรู้ปี 2551-2553 เพื่อใช้เป็นแนวทางการ
ดำเนินงานด้านการจัดการความรู้ ขณะที่สายงาน รพห.
และ รทบ. ไม่ได้มีการจัดทำแผนแม่บทเพื่อการจัดการ
ความรู้ แต่ได้ดำเนินงานตามแผนที่กำหนดไว้ในแผน
ปฏิบัติการของสายรอง การกำหนดแนวทาง วิธีการ และ
กิจกรรมในการจัดการความรู้มีทั้งรูปแบบที่เป็นทางการ
และไม่เป็นทางการ

1. รูปแบบทางการ ได้แก่

- 1.1 การจัดตั้งคณะทำงานการจัดการความรู้
ประจำสายรอง ซึ่งประกอบด้วย ผู้แทนจากแต่ละฝ่าย
ร่วมกัน วางนโยบาย แนวทางการดำเนินงานเพื่อให้
บรรลุผลสำเร็จ การจัดตั้งคณะทำงานผู้เชี่ยวชาญประจำ
หน่วยงาน (Cross Functional Team: CFT) เพื่อคัดเลือก
ความรู้ในงานที่ปฏิบัติแล้วประสบผลสำเร็จ สรุปเป็น
ความรู้ จัดเก็บไว้เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานรุ่นหลังได้เรียนรู้
- 1.2 การกำหนดแผนงานการจัดการความรู้ไว้เป็น
ส่วนหนึ่งของแผนปฏิบัติงานของสายรอง การจัดทำ
แผนแม่บทการจัดการความรู้ เพื่อใช้เป็นกรอบและ
แนวทางในการดำเนินงานด้านการจัดการความรู้
- 1.3 การกำหนดให้การดำเนินงานด้านการจัดการ
ความรู้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการปฏิบัติงาน
(Performance Agreement: PA)
- 1.4 การกำหนดให้แต่ละฝ่าย คัดเลือกองค์ความรู้
หลัก (Core Business Knowledge) ที่จำเป็นต้องใช้งาน
เพื่อรวบรวมเป็นองค์ความรู้ของสายรอง
- 1.5 การนำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามา
ช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดเก็บ แลกเปลี่ยน

ความรู้ เผยแพร่ความรู้ นำความรู้ไปใช้ได้อย่างทั่วถึง และกว้างขวาง ได้แก่ ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการความรู้ สำหรับกลุ่มบริหารองค์กร ที่พัฒนาโดยผู้วิจัย การจัดเก็บความรู้บนเว็บของหน่วยงาน เป็นต้น

1.6 การจัดอบรม ฝึกปฏิบัติ สัมมนา โดยเชิญวิทยากรจากหน่วยงานภายใน กฟผ. ที่มีความเชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ด้านการจัดการความรู้ ได้แก่ ฝ่ายวางแผนและพัฒนาคุณภาพ และโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ซึ่งเป็นหน่วยงานในกลุ่มผลิตไฟฟ้า วิทยากรจากหน่วยงานภายนอกที่เชี่ยวชาญการจัดการความรู้ กฟผ. ได้แก่ สถาบันการจัดการความรู้เพื่อสังคม (สคส.) วิทยากร คือ ศ. นพ. วิจารย์ พานิช และดร. ประพนธ์ ผาสุกยัต มาเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ [5]

1.7 การศึกษา คู่มือการจัดการความรู้ของหน่วยงานภายนอก เช่น บริษัทปูนซิเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย จำกัด (มหาชน) บริษัท เอ็น โอ เค พรีซิชั่น คอมโพเนนท์ (ประเทศไทย) เป็นต้น

1.8 การจัดงานวิชาการ งานวันคุณภาพ จัดให้มีการจัดการความรู้ รวมทั้งการให้ผู้ปฏิบัติงาน ได้นำเสนอผลงานบนเวที และผู้บริหารมอบเงินรางวัล พร้อมประกาศนียบัตร เพื่อยกย่องชมเชย เป็นการสร้างขวัญ กำลังใจ ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ

2. รูปแบบที่ไม่เป็นทางการ ได้แก่

2.1 การรวมกลุ่มของผู้ปฏิบัติงานที่มีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกัน และมีความสนใจในเรื่องเดียวกัน ได้มาพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้ หาแนวทางร่วมกันในการปฏิบัติงาน เช่น การรวมกลุ่มของผู้ปฏิบัติงานด้านบัญชีและการเงิน ร่วมกันระดมสมองเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาทางด้านบัญชีและการเงิน นำเสนอผลลัพธ์ให้ผู้บริหารรับทราบและตัดสินใจ เป็นต้น

2.2 การเปิดโอกาสให้ผู้ปฏิบัติงานได้นำเสนอสิ่งที่ตนเองมีความรู้ ความสามารถ ในลักษณะเล่าสู่กันฟัง เช่น ผู้อำนวยการฝ่ายพัฒนาคุณภาพและความปลอดภัย สายงาน รวท. จัดให้มีการนำเสนอผลงานหรือ ความรู้ ในห้องประชุมฝ่าย ให้ผู้สนใจเข้าร่วมฟัง มีการเลี้ยงน้ำชา กาแฟ พุดคุยกันอย่างเป็นกันเอง ในบรรยากาศแบบสบายๆ โดยมุ่งหวังเพื่อฝึกให้ผู้ปฏิบัติงานกล้าพูด กล้าแสดงออก การเปิดสอนการทำกระทง เนื่องในเทศกาลวันลอยกระทง ให้ผู้สนใจในฝ่ายบริการได้ทดลองทำ เป็นต้น ซึ่งถือว่าเป็นการเริ่มต้นที่ดีในการจัดการความรู้

2.3 การแบ่งปัน แลกเปลี่ยน และถ่ายทอดประสบการณ์ความรู้ระหว่างบุคคล ซึ่งเกิดจากการสนทนาโดยตรง การซักถามผ่านทางโทรศัพท์ การสนทนาผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) การที่ผู้เชี่ยวชาญให้คำปรึกษาแก่ผู้ปฏิบัติงานรุ่นใหม่อย่างใกล้ชิดในลักษณะพี่สอนน้อง เป็นต้น

4. ปัจจัยที่ช่วยสนับสนุนการจัดการความรู้

ปัจจัยที่มีส่วนช่วยผลักดันให้การจัดการความรู้ กลุ่มบริหารองค์กรบรรลุเป้าหมาย ได้แก่

1. บทบาทของผู้บริหารมีส่วนสำคัญที่จะช่วยผลักดันให้การจัดการความรู้ประสบผลสำเร็จ ผู้บริหารจะต้องเป็นผู้นำ กำหนดทิศทาง เพื่อให้เกิดความมุ่งมั่น ร่วมกัน ผู้บริหารที่ให้ความสนใจ และ เข้าร่วมกิจกรรม แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้ใต้บังคับบัญชาอย่างเป็นกันเอง ทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี ผู้เข้าร่วมกิจกรรม กล้าพูด กล้าแสดงออก

2. การกำหนดให้แผนการจัดการความรู้เป็นส่วนหนึ่งของแผนปฏิบัติงานของสายรอง ซึ่งต้องมีการกำหนดเป้าหมาย ขั้นตอนการดำเนินงาน และตัวชี้วัดผลสำเร็จที่ชัดเจน รวมทั้งกำหนดให้มีการนำแผนการ

จัดการความรู้มาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผล การปฏิบัติงาน (Performance Agreement: PA) ทั้งระดับบุคคล และหน่วยงาน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการดำเนินงานด้านการจัดการความรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง เพราะต้องมีการรายงานผลเป็นรายเดือน รายไตรมาส และสามารถปรับกลยุทธ์การดำเนินงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้อย่างทันกาล

3. การจัดตั้งคณะทำงานด้านการจัดการความรู้ของสายรอง ซึ่งประกอบด้วยผู้แทนด้านการจัดการความรู้จากแต่ละฝ่ายมาร่วมกันกำหนดแนวทางการดำเนินการ จัดกิจกรรม และการคัดเลือกองค์ความรู้หลัก (Core Business) ซึ่งจะช่วยให้ความรู้ถูกจัดเก็บอย่างเป็นระบบ สะดวกในการเรียกใช้งานได้อย่างทั่วถึง

4. เทคโนโลยีสารสนเทศ และกระบวนการที่เอื้ออำนวยต่อการจัดการความรู้ (Information Technology and Process) ได้แก่ ระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่ายจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) เว็บไซต์ของหน่วยงาน การบันทึกความรู้โดยใช้โปรแกรม EGAT Knowledge Capture และระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการความรู้ของกลุ่มบริหารองค์กร ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

5. วัฒนธรรมองค์กร มีส่วนช่วยผลักดันให้ผู้ปฏิบัติงานมีวัฒนธรรมของการแบ่งปัน ถ่ายทอด และเรียนรู้ เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกระบวนการให้ทันสมัยและมีประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะวัฒนธรรมแห่งการเรียนรู้ถือว่าความผิดพลาด เป็นประสบการณ์ ที่ต้องหาวิธีการแก้ไขไม่ให้เกิดขึ้นอีก และช่วยให้สามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นได้อย่างเสรี โดยร่วมกันหาวิธีการปฏิบัติงานที่ดีที่สุด (Best Practice) เผยแพร่วิธีการเหล่านั้นให้เป็นความรู้ขององค์กร ซึ่งผู้ปฏิบัติงานทุกคนสามารถนำมาประยุกต์ใช้และพัฒนาให้เกิดความรู้ใหม่ๆ เป็นวงจรความรู้ อย่างไม่จบสิ้น

5. การกระตุ้นและการสนับสนุนจากผู้บริหาร

ผู้บริหารย่อมมีส่วนสำคัญที่จะช่วยผลักดันให้การจัดการความรู้ในกลุ่มบริหารองค์กร ประสบผลสำเร็จ โดยผู้บริหารให้การสนับสนุนด้านต่างๆ ดังนี้

1. การจัดสรรทรัพยากรต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดการความรู้ ได้แก่ งบประมาณในการจัดอบรม สัมมนา ศึกษาดูงาน จัดงานประจำปี และจัดหาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ให้เพียงพอต่อการใช้งาน

2. ผู้บริหารให้ความสนใจ เข้าร่วมกิจกรรมการจัดการความรู้กับผู้ใต้บังคับบัญชาอย่างสม่ำเสมอและเป็นกันเอง เปิดโอกาสให้ผู้ใต้บังคับบัญชาได้แสดงความรู้ ความสามารถ หรือเสนอความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงาน และส่งเสริมให้มีการเผยแพร่ความรู้เพื่อนำไปปฏิบัติใช้ในการทำงานประจำวัน

3. ผู้บริหารให้การยกย่อง ชมเชย มอบรางวัลและประกาศนียบัตรให้กับผู้ปฏิบัติงานที่ได้นำเสนอผลงานในงานวันวิชาการ งานวันคุณภาพ เพื่อเป็นขวัญกำลังใจให้กับผู้ปฏิบัติงาน รวมทั้งการสร้างวัฒนธรรมให้ผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงาน รู้จักการชื่นชม ยกย่องผู้ปฏิบัติงานที่ แบ่งปันความรู้ให้แก่ผู้อื่น นำความรู้ไปปรับใช้ในการทำงานให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น การแสดงความเชื่อมั่นในความสามารถของผู้ที่มีความรู้ ซึ่งจะช่วยให้เกิดการถ่ายทอดในสิ่งที่ค้นคว้า

4. ผู้บริหารและคณะทำงานการจัดการความรู้ได้มีการทบทวนผลการดำเนินงานด้านการจัดการความรู้ และการเรียนรู้ที่เหมาะสม และสม่ำเสมอ มีการเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่วางไว้ เพื่อผลักดัน ตัดสินหรือสั่งการ ให้มีการดำเนินงานเพิ่มเติมที่เหมาะสมกับสถานการณ์

6. ผลของการจัดการความรู้

ผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในหน่วยงาน ได้แก่

1. ผู้ปฏิบัติงานมีความกล้าในการแสดงออก การคิดที่เป็นระบบ รู้จักการแบ่งปันความรู้ เรียนรู้การทำงานเป็นทีม มีความคุ้นเคยและสนิทสนมกันมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานมากขึ้นกว่าเดิม

2. ผู้ปฏิบัติงานสามารถสร้างสรรค์ผลงานใหม่ๆ เช่น การสร้างมูลค่าเพิ่มจากการนำขวดพลาสติกที่ใช้แล้วมาประดิษฐ์เป็นของใช้ และจำหน่ายเพื่อหารายได้เข้าสวัสดิการผู้ปฏิบัติงานของศูนย์ฝึกอบรมท่าทุ่งนา การเปลี่ยนอุปกรณ์ควบคุมเครื่องซักผ้าขนาดใหญ่ของกองศูนย์ฝึกอบรม บางปะกง จากระบบใช้แผ่นการ์ดเสียบมาใช้ระบบ โปรแกรมเอเบิล ลอจิก คอนโทรล (Programmable Logic Controller: PLC) การนำระบบบริหารจัดการข้อมูล (Management Information System: MIS) ของกองศูนย์ฝึกอบรมแม่เมาะ มาใช้ในการรายงานผลการดำเนินงานให้ผู้บริหารทราบอย่างมีประสิทธิภาพ ทันเวลา เป็นต้น

3. ผู้ปฏิบัติงานสามารถเรียกดูเอกสารความรู้ ที่จัดเก็บอย่างเป็นระบบผ่านทางอินเทอร์เน็ต และสามารถนำความรู้ไปใช้งานได้อย่างทั่วถึง สะดวก รวดเร็ว ลดข้อจำกัด ในการเข้าถึงเอกสารความรู้

4. เกิดการเรียนรู้ระหว่างฝ่าย ทั้งทางตรงและทางอ้อม จากการจัดกิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างยิ่งเมื่อมีการสับเปลี่ยนตำแหน่ง (Job Rotation) ทำให้การเรียนรู้กันใหม่เป็นไปอย่างรวดเร็ว

5. ผู้ปฏิบัติงานร่วมวิชาชีพเดียวกัน หรือมีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกัน ได้ร่วมกันทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมกันค้นหาวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) ในการทำงาน บันทึกเป็นองค์ความรู้ของสายงาน และจัดเก็บในระบบสารสนเทศ

6. เกิดการทบทวนการทำงานที่ทำอยู่เป็นประจำ ถ้าพบข้อบกพร่อง ผู้ปฏิบัติงานก็จะร่วมกันคิดหาวิธีการแก้ปัญหา เพื่อปรับปรุงการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น หากไม่มีกิจกรรมการจัดการความรู้แล้ว ผู้ปฏิบัติงาน ก็ยังคงทำงานในลักษณะแบบเดิม ๆ ไม่เกิดแนวคิดหรือกระบวนการทำงานรูปแบบใหม่ ๆ

7. ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรคของการจัดการความรู้ในกลุ่มบริหารองค์กร มีดังนี้

1. นโยบายการจัดการความรู้ที่ประกาศไว้ของบางหน่วยงาน ผู้ปฏิบัติงานบางคน ไม่รับรู้ เข้าใจ นำไปสู่การปฏิบัติ และพัฒนาอย่างทั่วถึง

2. กระบวนการจัดการความรู้ของหน่วยงานต่างๆ ภายในแต่ละสายรอง ยังไม่เป็นระบบเดียวกัน ทำให้ยากต่อการกำหนดเกณฑ์ประเมินผลการปฏิบัติงาน

3. ผู้ปฏิบัติงานมีภาระกิจในการทำงานประจำวัน จึงไม่สามารถทุ่มเทเวลา ในการทำกิจกรรมการจัดการความรู้ได้อย่างเต็มที่ และต่อเนื่อง

4. ผลงานที่เกิดจากคณะทำงานผู้เชี่ยวชาญประจำหน่วยงาน (Cross Functional Team: CFT) ไม่สามารถเชื่อมโยงเป็นผลงานของผู้ปฏิบัติงานแต่ละคน เพื่อนำไปประเมินผลการปฏิบัติงานได้โดยตรง ทำให้ไม่เกิดแรงจูงใจในการสร้างความรู้ใหม่ๆ เท่าที่ควร

5. ขาดเครื่องมือ และวิธีการที่จะกระตุ้นให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดการเรียนรู้ และนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้อย่างจริงจัง การให้ความรู้ แล้วไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน และสร้างความรู้ใหม่ๆ ขึ้นได้ ก็ย่อมถือว่าการจัดการความรู้ล้มเหลว ถ้าเป็นเช่นนั้นผู้บริหารต้องกลับมาทบทวนหาวิธีการใหม่

6. ความรู้ที่ได้จากการจัดการความรู้ ส่วนมากเป็นความรู้ชัดแจ้ง (Explicit Knowledge) ในขณะที่ผู้บริหาร

มีความต้องการให้การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เกิดความรู้ประเภทฝังลึก (Implicit Knowledge) ซึ่งเป็นประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อสามารถนำไปถ่ายทอดจากผู้ปฏิบัติงานรุ่นเก่าสู่ผู้ปฏิบัติงานรุ่นใหม่ ๆ ได้

7. เนื่องจาก กฟผ. อยู่ระหว่างขั้นตอนการติดตั้งใช้งานระบบบริหารจัดการทรัพยากรองค์กร (EGAT Enterprise Resource Planning: EGAT-ERP) แทนระบบงานเดิม ปัญหาที่จะตามมาในอนาคต คือการที่ทุกโมดูล (Module) ที่เป็นต้นทางไม่สามารถนำองค์ความรู้ของระบบงานใหม่มาใช้ในการปฏิบัติงานได้อย่างครบถ้วน ภายในระยะเวลาที่กำหนด ย่อมส่งผลกระทบต่อข้อมูลด้านบัญชีและการเงินเป็นอย่างมาก

8. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการความรู้

ข้อเสนอแนะ ประกอบด้วย

1. หน่วยงานที่เริ่มต้นทำการจัดการความรู้ ควรจะมีหน่วยงานที่มีความเชี่ยวชาญคอยเป็นที่ปรึกษา เพื่อให้คำปรึกษา และชี้แนะให้เดินไปอย่างถูกทาง

2. ควรมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ข้ามหน่วยงานเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งการไปเยี่ยมชม หรือขอคำแนะนำจากหน่วยงานภายใน และภายนอก กฟผ. ที่มีประสบการณ์และความชำนาญ

3. ความรู้ที่ได้จากการจัดการความรู้ ควรเป็นความรู้ประเภทฝังลึก (Implicit Knowledge) ที่เกิดจากประสบการณ์ และควรมีการกระตุ้นให้นำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้อย่างกลมกลืน

4. ผู้บริหารต้องการให้ผู้ได้บังคับบัญชา รู้จักคิดนอกกรอบ และมีความกล้าที่จะแสดงออก เสนอแนวทางใหม่ ๆ ให้กับผู้บริหาร

5. ควรจัดให้มีเวทีเสวนา หรือประกวดการนำเสนอความรู้ที่มีคุณภาพ ตรงตามมาตรฐาน เพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ทั่วทั้งองค์กร

6. การจัดการความรู้ของทุกหน่วยงานใน กฟผ. ควรเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งจะช่วยทำให้สามารถประเมินผลด้วยเกณฑ์เดียวกันได้ทั่วทั้งองค์กร

9. บทสรุป

การจัดการความรู้ของ กฟผ. ในส่วนของกลุ่มบริหารองค์กร เป็นเครื่องมือสำคัญในการบริหารจัดการที่มุ่งให้เกิดองค์การแห่งการเรียนรู้ อันเป็นเป้าหมายสำคัญของการบริหารจัดการองค์กรขนาดใหญ่ที่ต้องขับเคลื่อนการทำงานของบุคลากรในสายงานต่าง ๆ กลุ่มบริหารองค์กร มีหน้าที่รับผิดชอบงานด้านบุคลากรขององค์กรโดยตรง จึงมีความจำเป็นที่กลุ่มบริหารองค์กรต้องเป็นผู้นำแห่งการเรียนรู้ วางแผนองค์กรให้เกิดการเรียนรู้ กำหนดหัวข้อในการจัดการความรู้ นำไปสู่การปฏิบัติในการจัดเก็บข้อมูลอันเป็นทุนทางปัญญาขององค์กรต่อไปในอนาคต

10. เอกสารอ้างอิง

- [1] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2552) แผนวิสาหกิจ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ปี 2552-2556. [Online]. Available from <http://cpo.egat.co.th/> [2009, Mar 1] .
- [2] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2552) แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. [Online]. Available from : <http://itp.egat.co.th/eitc/main.htm> [2009, Mar 1] .
- [3] วิจารย์ พานิช. ยุทธศาสตร์การจัดการความรู้. [Online]. Available from <http://www.loe.go.th/LOEI/KMStrategy.pdf> [2009, Mar 25] .
- [4] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2552) แผนแม่บทการพัฒนาสายงาน รวผ. ไปสู่องค์กรแห่งการเรียนรู้ปี 2552-2556. [Online]. Available from : http://dgpp.egat.co.th/images/stories/KM/km_52_56.pdf [2009, Mar 1] .
- [5] วิจารย์ พานิช. (2548) การจัดการความรู้ฉบับนักปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: สุขภาพใจ.

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนงานบุคลากร

งานสารบรรณและงานพัสดุ-ครุภัณฑ์

The Development of Management Information System for Personnel Archives fixed

Assets and Materials System for Department of Computer Education

วิทยา รุ่งสุวรรณ¹ ศันสนีย์ สุกศิริ² ทัศนัมพร มากคล้าย³

กฤษ สิ้นชนะกุล⁴ และ เทวา คำปาเชื้อ⁵

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: sho_bang_sue@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนงานบุคลากร งานสารบรรณ และงานพัสดุ-ครุภัณฑ์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือพัฒนาระบบงานด้วยหลักการ Waterfall Model ระบบมีความสามารถหลัก คือ เพิ่มข้อมูล ลบข้อมูล แก้ไขข้อมูล สืบค้นหาข้อมูล ประมวลผลข้อมูล และรายงานผลผ่านทางเครื่องพิมพ์ ระบบงานประกอบด้วย งานบุคลากร ประกอบด้วยงานทะเบียนประวัติบุคลากร งานประวัติการศึกษา งานประวัติการฝึกอบรม งานประวัติการลา งานสารบรรณ ประกอบด้วย การรับหนังสือเข้า การส่งหนังสือออก และงานพัสดุ-ครุภัณฑ์ ประกอบด้วย การตรวจติดตามครุภัณฑ์ เพื่อดูสถานะ การค้นหา การเบิกจ่าย และใช้แบบสอบถามเพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน และผู้ใช้งานจริง 12 คน ทำการทดสอบระบบ โดยใช้แบบสอบถามมาตราส่วนประเมินค่าชนิด 5 ระดับ ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศ มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี สรุปได้ว่าระบบสารสนเทศ ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศ งานบุคลากร งานสารบรรณ งานพัสดุ-ครุภัณฑ์

Abstract

The objectives of this study were to develop information work of The Development of Management Information System for Personnel, Archives and Assets and Materials System, Department Computer Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok.

Management Information System. use Waterfall Model. The system have main capability are create, delete , edit , search the data , process data , and report data by printer. The system include Personnel Archives and Assets and Materials. Which personnel include register personnel information personnel education information trainer information and vacation information Archives include sending document, and preparing a report for the Department of Computer Education and Assets and Materials included status monitoring, searching, and financing. and use questionnaires for survey contentment 's user.

The developed system was evaluated by 3 Experts and 12 Users. By using 5 levels rating scale questionnaires. The result show that the system was good It was revealed that the developed system could be used properly.

Keywords: information system, personnel, archive, asset and material

1. บทนำ

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษามีการแบ่งโครงสร้างของหน่วยงานการบริหารภาควิชาออกเป็น 7 หน่วยงาน คือ หน่วยงานสารบรรณ หน่วยงานวิจัย หน่วยงานจัดซื้อพัสดุ หน่วยงานกิจการนักศึกษา หน่วยงานบริการวิชาการ หน่วยงานบริหารคุณภาพ หน่วยงานบุคลากร โดยแต่ละหน่วยงานจะมีเจ้าหน้าที่เป็นผู้จัดการรวบรวมเอกสาร บันทึกข้อมูล รับ-ส่ง เอกสาร พร้อมทั้งยื่นเอกสารให้กับผู้เกี่ยวข้อง ซึ่งเอกสารต่าง ๆ นั้นจัดอยู่ในรูปแบบของไฟล์เอกสารและกระดาษ โดยเอกสารเหล่านี้จะเป็นเอกสารที่จัดเก็บไว้อย่างถาวรและเป็นเอกสารที่มีกำหนดระยะเวลาในการจัดเก็บส่วนใหญ่จะมีระยะเวลาค่อนข้างนานจึงจะสามารถทำลายได้ ทำให้ก่อให้เกิดปัญหาตามมามากมาย เช่น ความล่าช้าในการค้นหาเอกสารตลอดจนการทำสำเนา ความยุ่งยากในการตรวจสอบในการดำเนินการปฏิบัติการ ความซ้ำซ้อน

ของการสำเนาเอกสารทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในด้านการสำเนาเอกสารและการใช้กระดาษ การจัดสถานที่เก็บเอกสาร การออกรายงานทำได้ยาก การที่จะกลั่นกรองข้อมูลออกมาเป็นสารสนเทศเพื่อนำไปใช้งานทำได้ช้า

การนำระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (MIS) เข้ามาช่วยหน่วยงานการบริหารภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษานั้น เนื่องด้วยระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการเป็นระบบการจัดการข้อมูล ที่มีจุดมุ่งหมายให้ได้มาซึ่งสารสนเทศเพื่อการดำเนินงาน การจัดการ และการตัดสินใจในองค์กร โดยการนำรูปแบบการทำงานเดิมของเจ้าหน้าที่มาพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการในลักษณะของ Web Application ซึ่งในระบบสามารถจัดการกับไฟล์เอกสารและกระดาษที่มีอยู่เดิมมาเข้าสู่ระบบ และในระบบสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูล พร้อมทั้ง Download / Upload ไฟล์เอกสารต่าง ๆ

ที่มีให้เข้าสู่ระบบที่ได้จัดทำขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในระบบสารสนเทศที่เจ้าหน้าที่หรือผู้ใช้ระบบได้ทำการเปลี่ยนแปลงนั้นจะมีการเชื่อมต่อเข้ากับฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ จากที่ได้ทำการศึกษาข้อมูลทางผู้จัดทำได้คิดที่จะพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการหน่วยงาน 3 หน่วยงาน ได้แก่ หน่วยงานบุคลากร หน่วยงานสารบรรณ และหน่วยงานพัสดุ-ครุภัณฑ์ โดยนำเอาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการมาช่วยอำนวยความสะดวกในการบันทึก ค้นหา และประมวลผลในเรื่องต่าง ๆ และการจัดทำรายงานเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจตามความต้องการของผู้บริหาร อีกทั้งยังช่วยลดภาระงานด้านเอกสารให้อยู่ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ไฟล์ที่มีฐานข้อมูลอยู่ส่วนกลางทำให้ข้อมูลมีความปลอดภัยมากขึ้น ในระบบนี้จึงก่อให้เกิดประโยชน์ต่อเจ้าหน้าที่และบุคลากรที่ใช้ระบบในการทำงานสูงสุด

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กรอบงานบุคลากร งานสารบรรณ และงานพัสดุ-ครุภัณฑ์ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

งานบุคลากร คือ งานที่ปฏิบัติเกี่ยวกับการกำหนดความต้องการบุคลากร การจัดบุคลากร เข้าปฏิบัติงาน การควบคุมกำกับติดตาม และนิเทศบุคลากร การพัฒนาและข้าราชการบุคลากร และการประเมินปฏิบัติงานของโดยระบบสนับสนุนงานบุคลากรซึ่งเป็นระบบที่ต้องการพัฒนาขึ้นมาเพื่อเป็นเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการทำงานของภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษาในการจัดการกับงานบุคลากร งานสารบรรณเป็นงานที่มีลักษณะการทำงานในรูปแบบการให้บริการแก่บุคคลต่างๆ โดยมีหน้าที่บริหารงานเอกสาร ลักษณะทั่วไปของหน่วยงานสารบรรณ คือ ลงทะเบียน รับ-ส่ง หนังสือราชการภายในและภายนอก หน้าที่ความ

รับผิดชอบ คือ รับ-ส่งหนังสือราชการภายในและภายนอก ปฏิบัติงานช่วยและสนับสนุนงานบริหาร โดยระบบสนับสนุนงานสารบรรณซึ่งเป็นระบบที่ต้องการพัฒนาขึ้นมาเพื่อเป็นเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการทำงานของภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษาในการจัดการกับงานสารบรรณ งานพัสดุ-ครุภัณฑ์เป็นกระบวนการบริหารจัดการพัสดุเริ่มตั้งแต่การจัดหา การควบคุม และการจำหน่ายพัสดุที่ส่วนราชการต้องดำเนินการให้ถูกต้องครบถ้วนทุกขั้นตอน โดยระบบสนับสนุนงานพัสดุ-ครุภัณฑ์ซึ่งเป็นระบบที่ต้องการพัฒนาขึ้นมาเพื่อเป็นเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการทำงานของภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษาในการจัดการกับงานพัสดุ-ครุภัณฑ์

2.2 ระบบสารสนเทศ

ในปัจจุบันระบบสารสนเทศมีความสำคัญและความจำเป็นอย่างยิ่ง ในการดำเนินงานของหน่วยงานต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น หน่วยงานรัฐบาลหรือเอกชน โดยอาศัยกระบวนการข้อมูลข่าวสารที่มีอยู่ กระบวนการที่ทำให้เกิดสารสนเทศนี้เรียกว่า การประมวลผลสารสนเทศ (Information Processing) และเรียกวิธีการประมวลผลสารสนเทศด้วยเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ นี้ว่า เทคโนโลยีสารสนเทศ

เทคโนโลยีสารสนเทศ มาจากคำ 2 คำ คือ เทคโนโลยี และ สารสนเทศ คำว่าเทคโนโลยี หมายถึง การนำเอาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ และสารสนเทศ หมายถึง ข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลแล้ว การประมวลผลข้อมูล เช่น การวิเคราะห์ การจัดลำดับ การเรียงข้อมูล เป็นต้น

ระบบสารสนเทศ หมายถึง ระบบที่มีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการรวบรวม จัดเก็บ หรือจัดการกับข้อมูลข่าวสารเพื่อให้ข้อมูลนั้นกลายเป็นสารสนเทศที่ดี สามารถนำไปใช้ในการประกอบการตัดสินใจได้ใน

เวลาอันรวดเร็วและถูกต้อง ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบที่มีความสัมพันธ์กันได้แก่

ข้อมูลนำเข้า หมายถึง สิ่งใด ๆ ที่นำเข้าสู่ระบบ

การประมวลผล หมายถึง กรรมวิธีในการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ ผลลัพธ์ หมายถึง สิ่งใด ๆ ที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงจากการผลิตด้วยกรรมวิธีในการเปลี่ยนแปลงจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการ เช่น ผลิตภัณฑ์จากปลา การบริการจัดการส่งสารสนเทศไปยังผู้อื่น ๆ

การย้อนกลับ คือ ข้อมูลหรือสารสนเทศเกี่ยวกับการปฏิบัติการของระบบเป็นการนำเอาส่วนใดส่วนหนึ่งของผลลัพธ์ย้อนกลับเข้าสู่ระบบโดยใช้เป็นข้อมูลนำเข้า

การควบคุม เป็นหน้าที่หลักในการควบคุมการทำงานของระบบ และประเมินผลย้อนกลับไว้

2.3 การออกแบบและจัดการฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลเป็นส่วนที่มีความสำคัญสำหรับงานทางด้านที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผล (Computer Based Information System) เนื่องจากเป็นส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งใช้เป็นอินพุตของทุกระบบงานสารสนเทศ จึงต้องให้ความสำคัญกับการออกแบบฐานข้อมูลเช่นเดียวกับการออกแบบในส่วนประมวลผล เพื่อช่วยให้การออกแบบฐานข้อมูลทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพเครื่องมือมาตรฐานที่สำคัญคือ Relational Model ซึ่งเป็น Database Model ที่นิยมใช้ เนื่องจากมี Tool ที่ช่วยในการพัฒนาและง่ายต่อการใช้งานมีการประมวลผลทางด้าน Query ที่รวดเร็วและความถูกต้องของข้อมูล รวมทั้งจัดการด้าน Transaction และ Recovery ที่มีประสิทธิภาพแต่ถึงแม้ว่าจะมี Tool ที่ดีก็ยังคงต้องอาศัยความเข้าใจในขั้นตอนและวิธีการออกแบบฐานข้อมูลเป็นอย่างดี มิฉะนั้นแล้วฐานข้อมูลที่ได้อาจไม่สามารถนำไปใช้งานหรืออาจไม่มีประสิทธิภาพที่เพียงพอต่อการนำไปใช้งาน[1]

โดยฐานข้อมูลจะเป็นแหล่งหรือศูนย์รวมของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน มีกระบวนการจัดหมวดหมู่ของข้อมูลจากที่ต่าง ๆ และถูกจัดเก็บไว้อย่างเป็นระบบภายในฐานข้อมูลชุดเดียว ผู้ใช้งานก็สามารถใช้ข้อมูลจากส่วนกลางนี้เพื่อนำไปประมวลผลร่วมกันได้ และสนับสนุนการใช้งานฐานข้อมูลร่วมกัน ทำให้ไม่เกิดความซ้ำซ้อนในข้อมูลดังเช่น ระบบแฟ้มข้อมูลและฐานข้อมูลยังสามารถช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการประมวลผลด้วยวิธีแฟ้มข้อมูลได้

2.3.1 สถาปัตยกรรมฐานข้อมูล สถาปัตยกรรมฐานข้อมูลเป็นแนวคิดที่แสดงถึงโครงสร้างของระบบฐานข้อมูล ในราวปี ค.ศ.1975 ทางสถาบัน ANSI (American National Standards Institute: ANSI) และ SPARC (Standards Planning and Requirements Committee) หรือเรียกชื่อย่อว่า ANSI-SPARC ได้กำหนดสถาปัตยกรรมฐานข้อมูลเป็น 3 ระดับด้วยกันเรียกว่า Three-Level Architecture ซึ่งประกอบด้วย ระดับภายใน (Internal Level) ระดับแนวคิด (Conceptual Level) และระดับภายนอก (External Level)

2.3.2 แบบจำลองฐานข้อมูล เป็นแหล่งรวมของแนวความคิดที่พรรณนาถึงความเป็นจริงของวัตถุข้อมูลและเหตุการณ์รวมทั้งความสัมพันธ์ให้มีความถูกต้องตรงกันในกฎเกณฑ์จุดประสงค์ของการจำลองแบบข้อมูลคือ การนำแนวความคิดต่าง ๆ มานำเสนอให้เป็นรูปแบบจำลอง เพื่อใช้สำหรับการสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบฐานข้อมูลกับผู้ใช้ให้เกิดความเข้าใจตรงกัน โครงสร้างของรูปแบบการจัดการฐานข้อมูลและคลังข้อมูลมีหลายรูปแบบด้วยกัน ซึ่ง แต่ละรูปแบบต่างก็มีคุณสมบัติและโครงสร้างที่แตกต่างกัน การตัดสินใจเลือกใช้แบบจำลองของฐานข้อมูลชนิดใดเป็นสิ่งสำคัญต่อการออกแบบฐานข้อมูล โดยรายละเอียดการจัดการฐานข้อมูลหรือการจัดการคลังข้อมูล จะต้องสนับสนุน

หรือตั้งอยู่บนพื้นฐานของแบบจำลอง ฐานข้อมูล 1 ใน 5 รูปแบบที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้

2.3.2.1 แบบจำลองฐานข้อมูลลำดับชั้น (Hierarchical Database Model)

2.3.2.2 แบบจำลองฐานข้อมูลเครือข่าย (Network Database Model)

2.3.2.3 แบบจำลองฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Model)

2.3.2.4 แบบจำลองฐานข้อมูลเชิงวัตถุ (Object-Oriented Database Model)

2.3.2.5 แบบจำลองฐานข้อมูลหลายมิติ (Multidimensional Database Model)

2.3.3 โมเดลเชิงสัมพันธ์ (The Relational Model) โมเดลเชิงสัมพันธ์นั้นตั้งอยู่บนแนวความคิดของ Relation และ Table ซึ่งทั้งสองคำนี้มีความแตกต่างกัน แต่มีความเกี่ยวข้องและใกล้เคียงกันมากกล่าวคือคำว่า Relation มาจากแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในเรื่องความสัมพันธ์ของเซต ในขณะที่คำว่า Table นั้นคือตารางที่ประกอบไปด้วยแถวและคอลัมน์ จึงเห็นมีการใช้คำว่า Relation และ Table ทั้งสองร่วมกันซึ่งสามารถใช้แทนความหมายเดียวกัน

2.3.4 โครงสร้างข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Data Structure)

2.3.4.1 รีเลชัน เป็นตารางสองมิติ ซึ่งประกอบด้วยคอลัมน์ แถว

2.3.4.2 แอตทริบิวต์ เป็นคุณสมบัติหรือรายละเอียดของรีเลชัน ซึ่งโดยปกติแล้วรีเลชันประกอบด้วยคอลัมน์และแถวเพื่อจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ดังนั้นจะเห็นว่ารีเลชันจะนำเสนอในลักษณะตารางสองมิติ โดยแต่ละแถวในตารางจะประกอบด้วยเรคอร์ดที่มีข้อมูลแตกต่างกันไป ในขณะที่คอลัมน์ของแต่ละแถว นั้นคือชื่อของแอตทริบิวต์

2.3.4.3 โดเมน เป็นการกำหนดขอบเขตค่าข้อมูลและชนิดข้อมูลของแต่ละแอตทริ-บิวต์ที่สามารถเป็นไปได้

2.3.4.4 ทูเพิล คือแต่ละแถวในรีเลชัน ซึ่งบางครั้งอาจใช้คำว่าเรคอร์ด

2.3.4.5 ดีกรี คือจำนวนแอตทริบิวต์ที่บรรจุอยู่ในรีเลชัน

2.3.5 อี-อาร์โมเดล เป็นแบบจำลองข้อมูลที่ได้รับ การประยุกต์มาจาก แนวคิดของ Semantic โมเดล และ ได้รับความนิยมนอย่างมากสำหรับนำมาใช้เพื่อการ ออกแบบฐานข้อมูล ในระดับแนวคิดโดยอี-อาร์โมเดล เป็นผลงานการพัฒนาของ Peter Pin Shan Chen จาก Massachusetts Institute of Technology ในปี ค.ศ.1976 อี-อาร์โมเดล แสดงถึงโครงสร้างของฐานข้อมูลที่เป็น อิสระจากซอฟต์แวร์ที่จะใช้ในการพัฒนาฐานข้อมูล รวมทั้งรายละเอียดและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลใน ระบบในลักษณะที่เป็นภาพรวมทำให้เป็นประโยชน์ อย่างมากต่อการรวบรวมและวิเคราะห์รายละเอียด ตลอดจนความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ โดยอี-อาร์ โมเดลมีการใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่เรียกว่า Entity Relationship Diagram หรือ อี-อาร์ไดอะแกรม แทน รูปแบบของข้อมูลเชิงตรรกะขององค์กรทำให้บุคลากร ที่เกี่ยวข้องกับระบบฐานข้อมูลสามารถเข้าใจลักษณะ ของข้อมูล และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้ถูกต้อง ตรงกันระบบที่ได้รับการออกแบบจึงมีความสอดคล้อง กับวัตถุประสงค์ขององค์กร

ทั้งนี้ อี-อาร์โมเดลประกอบด้วย 4 ส่วน คือ เอนทิตี แอตทริบิวต์ ความสัมพันธ์ และดีกรีของ ความสัมพันธ์

2.3.5.1 เอนทิตี หมายถึง บุคคล สถานที่ วัตถุ หรือเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดกลุ่มของข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บ รวมทั้งสามารถบ่งชี้ถึงความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวได้

ตัวอย่างของแต่ละเอนทิตี ประกอบด้วยบุคคล ได้แก่ พนักงาน ผู้ป่วย และ นักศึกษา เป็นต้น สถานที่ ได้แก่ เขต จังหวัด และภาค เป็นต้น วัตถุ ได้แก่ รถยนต์ อาคาร และเครื่องจักร เป็นต้น และเหตุการณ์ ได้แก่ การลงทะเบียน เรียน ความชำนาญ เป็นต้น

2.3.5.2 แอตทริบิวต์คือคุณสมบัติของเอนทิตี เช่น เอนทิตีพนักงาน ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ หมายเลขพนักงาน ชื่อ-สกุล ที่อยู่ โทรศัพท์ ตำแหน่ง เพศ วันเกิด เงินเดือน และรหัสสาขา สัญลักษณ์ แอตทริบิวต์ในอี-อาร์ไดอะแกรม จะใช้สัญลักษณ์รูปวงรี และแอตทริ-บิวต์ใดเป็นคีย์หลักก็จะมีเส้นใต้ชื่อ แอตทริบิวต์นั้น

2.3.5.3 ความสัมพันธ์ เป็นความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี ซึ่งเป็นไปตามชนิดของความสัมพันธ์ โดยอาจกล่าวในอีกลักษณะหนึ่งว่า ความสัมพันธ์เกิดขึ้นได้ตามธรรมชาติระหว่างหนึ่งเอนทิตีหรือมากกว่า โดยความสัมพันธ์จะนำเสนอด้วยเหตุการณ์เชื่อมโยงในเอนทิตี เช่น พนักงานจะมีความสัมพันธ์กับสาขาที่ตนสังกัดอยู่ นักศึกษาจะมีความสัมพันธ์กับรายวิชาที่ตนลงทะเบียน เป็นต้น

2.3.5.4 ดิกรีของความสัมพันธ์ คือ จำนวนเอนทิตีในการมีส่วนร่วมของความสัมพันธ์ ซึ่งความเป็นไปได้ของจำนวนความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีมี 3 ความสัมพันธ์ด้วยกันคือ แบบ Unary Binary และ Ternary

2.3.6 ข้อกำหนดในความสัมพันธ์ เป็นกฎเกณฑ์ที่ใช้เป็นข้อบังคับเงื่อนไข เพื่อให้การจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลเป็นไปอย่างเหมาะสมและมีความถูกต้อง โดยข้อกำหนดจะเป็นเงื่อนไขที่ใช้บังคับส่วนต่างๆ ในแบบจำลอง ซึ่งโปรแกรมจะต้องรักษาให้ถูกต้องตามความเป็นจริงเสมอประกอบด้วย Cardinality Constraints และ Participation Constraints

2.3.6.1 Cardinality Constraints เป็นการกำหนดเลขในความสัมพันธ์ของแต่ละเอนทิตีประกอบด้วย

ความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Relationship) หมายถึง ความสัมพันธ์ที่แต่ละสมาชิกในเอนทิตีหนึ่งมีความสัมพันธ์กับสมาชิกในอีกหนึ่งเอนทิตีเพียงสมาชิกเดียว

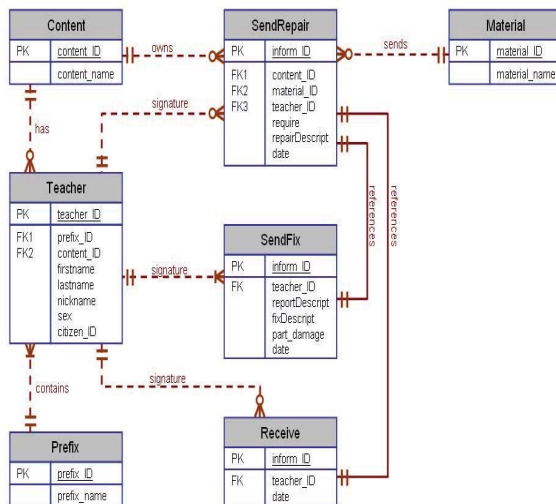
ความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่ม (One to Many Relationship) หมายถึง ความสัมพันธ์ที่แต่ละสมาชิกในเอนทิตีหนึ่งมีความสัมพันธ์กับสมาชิกในอีกหนึ่งเอนทิตีมากกว่าหนึ่งสมาชิก

ความสัมพันธ์แบบกลุ่มต่อกลุ่ม (Many to Many Relationship) หมายถึง ความสัมพันธ์ที่สมาชิกมากกว่าหนึ่งสมาชิกใน เอนทิตีหนึ่งมีความสัมพันธ์กับสมาชิกในอีกหนึ่งเอนทิตีมากกว่าหนึ่งสมาชิก

2.3.6.2 Participation Constraints เป็นกฎเกณฑ์ข้อบังคับที่มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิดคือ ข้อบังคับแบบ Partial และแบบ Total โดยที่ Total นั้นเป็นการบังคับให้ต้องมีความสัมพันธ์ ในขณะที่ Partial นั้นจะมีความสัมพันธ์กับเอนทิตีนั้นหรือไม่ก็ได้

Partial Participation ยกตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีนักศึกษาและเอนทิตีคณะ ก็จะมีนักศึกษาเพียงบางคนเท่านั้นที่เป็นผู้แทนนักศึกษาในแต่ละคณะ ดังนั้นจะมีเพียงบางสมาชิกในเอนทิตีนักศึกษาที่มีความสัมพันธ์กับเอนทิตีคณะ เป็นต้น

Total Participation เป็นความสัมพันธ์ที่ทุกสมาชิกในเอนทิตีหนึ่งจะมีความสัมพันธ์กับข้อมูลในอีกหนึ่งเอนทิตี เช่น อาจารย์ทุกคนต้องสังกัดคณะใดคณะหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นแต่ละสมาชิกในเอนทิตีอาจารย์จะมีความสัมพันธ์กับเอนทิตีคณะ เป็นต้น



ภาพที่ 1: ตัวอย่าง ER-Model

2.4 วิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุโดยใช้ยูเอ็มแอล

(Unified Modeling Language: UML)

การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุเป็นวิธีที่นิยมกันมากในปัจจุบันและมีแนวโน้มที่จะทดแทนการออกแบบระบบแบบเดิม กระบวนการพัฒนาระบบตามแบบวิธี Rational Unified- Process หรือ Rational Objectory Process เป็นกระบวนการที่ครอบคลุมกระบวนการพัฒนาระบบทั้งหมดโดยการพิจารณาทั้งงานด้านการบริหาร และงานด้านเทคนิค กระบวนการพัฒนาจะมีลักษณะการทำซ้ำและการเพิ่มขึ้น ดังนั้นงานที่ทำจะไม่มีความซ้ำซ้อนกัน ในตอนสุดท้ายของโครงการ แต่จะมีการแบ่งงานออกเป็นช่วง ๆ ในช่วงของการสร้างระบบการทดสอบ และการรวบรวมส่วนย่อยเข้ากับระบบรวม จะมีการทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้ได้โปรแกรมที่มีคุณภาพ และตรงตามความต้องการ ในการทำซ้ำแต่ละรอบจะประกอบด้วย การวิเคราะห์ การออกแบบ การเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างและการพัฒนาซอฟต์แวร์ และการทดสอบระบบ โดยสามารถแสดงได้ดังนี้ [2]

2.4.1 ส่วนประกอบของ UML ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ มุมมองเป็นระบบงานทั้งหมดอาจมีหลายส่วนที่ต้องพิจารณา เพราะอาจมีขอบข่ายงานที่กว้างขวางและซับซ้อนการอธิบายกระบวนการทำงานต่าง ๆ ของระบบไม่สามารถอธิบายได้เพียงแค่มุมมองเดียว ดังนั้นการมองระบบควรจะต้องเป็นมุมมองต่าง ๆ กัน เช่น มุมมองด้าน Functional, Nonfunctional มุมมองขององค์กร เป็นต้น ซึ่งแต่ละไดอะแกรมสามารถที่จะมีมุมมองของผู้ใช้งานระบบ ผู้เขียนโปรแกรมพัฒนาระบบ ซึ่งแต่ละมุมมองทำให้ ผู้ใช้ระบบเข้าใจระบบในแง่มุมมองที่ต่าง ๆ กันมุมมองต่าง ๆ ของ UML มีดังนี้

2.4.2 ไดอะแกรมใน UML ประกอบด้วยยูสเคสไดอะแกรม (Use-Case Diagram) สิ่งที่สำคัญในการสร้างยูสเคส คือการ ค้นหาว่าระบบทำงานอะไรได้บ้าง โดยไม่สนใจว่าข้างในสิ่งที่ระบบต้องทำมีกลไกการทำงานอย่างไรหรือใช้เทคนิคการสร้างอย่างไรเปรียบเทียบเป็น “กล่องดำ” ยูสเคสไดอะแกรมจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับระบบ ซึ่งจะมีแอกเตอร์กับระบบโดยติดต่อผ่านยูสเคสต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและจะใช้ในการสื่อสารกับผู้ใช้งานเพื่ออธิบายถึงฟังก์ชันการทำงานหลักของระบบ ยูสเคสไดอะแกรมก็คือ การทำงานต่าง ๆ ที่ผู้ใช้ต้องการซึ่งจะได้อมาจากการสอบถามจากผู้ใช้งาน



ภาพที่ 2: ตัวอย่างยูสเคส

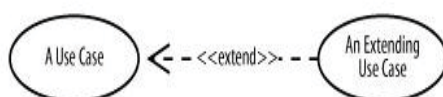
แอกเตอร์ (Actor) คือ ผู้ที่กระทำกับยูสเคสนั้นๆ เช่น นักศึกษา อาจารย์เจ้าหน้าที่ไม่ใช่ส่วนประกอบของระบบ แต่เป็นส่วนที่โต้ตอบกับระบบ ซึ่งอาจเป็นเพียงการป้อนข้อมูลเข้าสู่ระบบ หรือการส่งข้อมูล

ออกจากระบบ หรืออาจเป็นทั้งสองอย่างอาจมองได้เป็นแอคเตอร์หลัก หมายถึง แอคเตอร์ที่มีความสำคัญโดยตรงต่อความสามารถหลักของระบบ ซึ่งถูกแสดงด้วยยูสเคสผู้ใช้งานระบบจะให้ความสำคัญกับงานที่แอคเตอร์หลักจะต้องกระทำมากที่สุดแอคเตอร์รอง หมายถึง แอคเตอร์ที่มีหน้าที่สำคัญรองลงไปจากแอคเตอร์หลักโดยการเขียนแอคเตอร์จะใช้สัญลักษณ์รูป



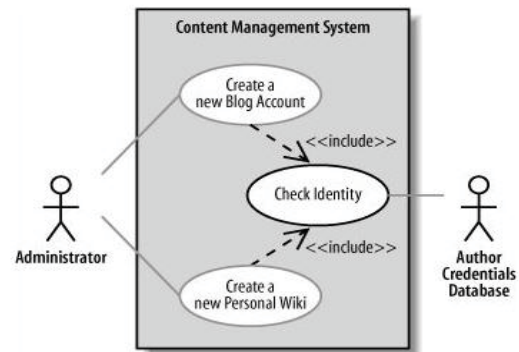
ภาพที่ 3: ตัวอย่างแอคเตอร์

เส้นความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคส (Relationship) คือ เส้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคเตอร์กับแอคเตอร์ หรือ ยูสเคสกับยูสเคสซึ่งมีอยู่สองชนิด ได้แก่ ความสัมพันธ์แบบขยายยูสเคสหนึ่งอาจถูกช่วยเหลือโดยการทำงานยูสเคสอื่น สัญลักษณ์ใน UML คือ ลูกศรเส้นประที่ชี้จากยูสเคสแรกไปยังยูสเคสที่ถูกช่วยเหลือหรือถูกขยาย โดยมีคำว่า “extend” อยู่ในเครื่องหมายสเตรียโอไทป์ <<extend>> อยู่กึ่งกลางลูกศร



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์แบบขยาย

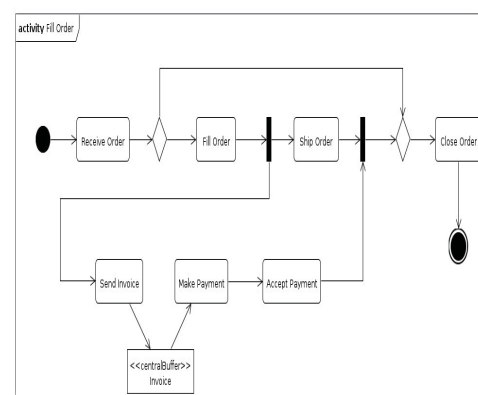
ความสัมพันธ์แบบรวม (Include Relationship) ยูสเคสหนึ่ง ๆ อาจจำเป็นต้องอาศัยการทำงานของยูสเคสอื่น ๆ สำหรับยูสเคสที่ถูกเรียกใช้โดยยูสเคสอื่น สัญลักษณ์ใน UML ของความสัมพันธ์ดังกล่าวคือ ลูกศรเส้นประที่ชี้จากยูสเคสที่ถูกเรียกใช้โดยมีคำว่า “include” อยู่ในเครื่องหมายสเตรียโอไทป์ <<include>> อยู่ที่กึ่งกลางลูกศร



ภาพที่ 5: ความสัมพันธ์แบบรวม

2.4.3.2 แอคทิวิตีไดอะแกรม (Activity Diagram)

แสดงลำดับการไหลของกิจกรรมต่าง ๆ โดยจะอธิบายกิจกรรมในลักษณะของการกระทำจะมีเงื่อนไขและการตัดสินใจกำหนดไว้เพื่อควบคุมการไหลของกิจกรรมรวมถึงแมสเชสที่รับส่งระหว่างแต่ละกิจกรรมแสดงด้วยสี่เหลี่ยมมนเหมือนแคปซูลเชื่อมโยกันด้วยลูกศรเพื่อแสดงลำดับการทำแอคทิวิตีถัดไปได้โดยจะมีเส้นลูกศรชี้เข้ามารวมที่จุดเดียว (เส้นตรงแนวนอน) นั่นคือ แอคทิวิตี ที่ชี้เข้ามาที่ เส้นทึบ ดังกล่าวเสร็จแล้วก่อน จึงทำให้แอคทิวิตีถัดไปได้ การแบ่งเป็นสวิตช์เหมือนสรวายน้ำโดยแบ่งช่องในแนวดิ่งและกำหนดแต่ละช่องด้วยชื่อของออบเจกต์ไว้แถวบนสุด ตัวอย่างการเขียนแอคทิวิตีไดอะแกรม ดังภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างการเขียนแอคทิวิตีไดอะแกรมของการล้างรถ เริ่มจาก ล้างด้วยแชมพู ทำการล้างแชมพู เป่าลมให้แห้ง



ภาพที่ 6: ตัวอย่างการเขียนแอคทิวิตีไดอะแกรม

2.5 หลักการพัฒนาระบบโดย Waterfall Model

การพัฒนาระบบงานด้วยหลักการ Waterfall Model นี้ จะแบ่งกระบวนการทำงานออกเป็นขั้นตอนในแต่ละช่วงจะสืบเนื่องกันไปจากขั้นหนึ่งสู่อีกขั้นหนึ่ง และสามารถย้อนกลับกลับไปปรับปรุงขั้นตอนการทำงานก่อนหน้าได้ตามลำดับ ซึ่ง Waterfall Model มีขั้นตอนดังนี้ [3]

2.5.1 การรวบรวมปัญหาและกำหนดขอบเขต (Requirement Definition)

2.5.1.1 การรวบรวมปัญหาที่เกิดจากการใช้งานระบบเดิม

2.5.1.2 รวบรวมข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งาน

2.5.1.3 นำปัญหาจากระบบงานเดิมและความต้องการของผู้ใช้งาน ที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์เพื่อกำหนดขอบเขตของระบบ

2.5.2 โปรแกรมที่เกี่ยวข้องในการออกแบบระบบ (System and Software Design) เป็นขั้นตอนการดำเนินการออกแบบโปรแกรมและระบบซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ

2.5.2.1 User Interface Design (ออกแบบหน้าเว็บเพจ)

2.5.2.2 Database Design (ออกแบบฐานข้อมูล)

2.5.3 การสร้างและทดสอบระบบทีละส่วน (Implementation and Unit Testing)

2.5.3.1 ขั้นตอนการสร้างเว็บเพจด้วยโปรแกรม Macromedia Dreamweaver 8 เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบเว็บไซต์ด้วยเทคนิค Object Palette ทำให้ผู้ใช้งานที่ไม่มีความชำนาญในการสร้างเว็บไซต์ด้วยภาษา HTML สามารถสร้างเว็บไซต์ได้ง่ายขึ้นโดยการใช้งาน Object Palette ซึ่งเป็นการใช้สัญลักษณ์แทน

การเขียนคำสั่ง ทำให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างเว็บไซต์ที่มีประสิทธิภาพสูงได้

2.5.3.2 การสร้างฐานข้อมูล MySQL ระบบฐานข้อมูลเป็นสิ่งที่จำเป็น สำหรับจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ของระบบการเรียนการสอนบนอินเทอร์เน็ต เช่น ข้อมูลของผู้เรียน ข้อมูลรายละเอียดของรายวิชา ข้อสอบของรายวิชาต่างๆ การสร้างฐานข้อมูล บน MySQL โดยใช้ phpMyAdmin Version 2.5.4

2.5.3.3 การสร้างส่วนจัดการระบบระหว่างฐานข้อมูลกับเว็บไซต์

2.5.3.4 ทดสอบระบบที่สร้างขึ้นในแต่ละส่วน

2.5.4 การทดสอบระบบ (Integration and System Testing) เมื่อทำการทดสอบการทำงานในแต่ละส่วนแล้ว จึงทำการนำแต่ละส่วนที่ผ่านการทดสอบนั้นมารวมกันแล้วทำการทดสอบโดยการทดสอบจะเป็นในรูปแบบ Client/Server โดยมีเครื่องเซิร์ฟเวอร์จำลอง (Local host) เป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์ แล้วให้เครื่องลูกข่ายทำการเชื่อมต่อเข้าไปยังระบบที่จำลองอยู่ในเครื่องเซิร์ฟเวอร์จำลอง

เมื่อทำการทดสอบการทำงานที่ Client/Server และทำการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงทำการอัปโหลดขึ้นสู่เครื่องที่เป็นเซิร์ฟเวอร์จริง เพื่อทดสอบการทำงานแบบออนไลน์ผ่านทางอินเทอร์เน็ตอีกครั้งหนึ่ง

2.5.5 การนำไปใช้และปรับปรุงแก้ไข (Operation and Maintenance) ขั้นตอนสุดท้ายในการพัฒนาระบบคือการประเมินโดยการนำไปใช้ ตรวจสอบประสิทธิภาพและการทำงานของโปรแกรม ตรวจสอบหาข้อบกพร่อง ซึ่งประเมินจากผู้ใช้งาน โดยพิจารณาจากความคิดเห็นจากผู้ใช้งาน หรือผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2.6 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา

โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาระบบผู้วิจัยได้เลือกโปรแกรม MySQL ในการจัดการฐานข้อมูลและโปรแกรม PHP ในการเขียนสคริป

2.7 การหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสารสนเทศ

2.7.1 การศึกษาคุณภาพระบบสารสนเทศที่พัฒนาโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้เทคนิค Black Box โดยผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆที่เกี่ยวข้องกับระบบที่พัฒนาขึ้นจะทำการทดลองใช้ระบบเพื่อประเมินคุณภาพของตัวโปรแกรมโดยตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการของระบบงานการนำเข้าข้อมูล ตรวจสอบ ผลลัพธ์ของระบบงานและให้คำแนะนำข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้องและเหมาะสมในการปฏิบัติงานจริง แบ่งการประเมินคุณภาพของระบบไว้ 4 ด้านดังนี้

2.7.1.1 การประเมินด้านความสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ Function Requirement Test เป็นการประเมินผลเพื่อดูว่าระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนั้นมีความถูกต้อง และมีประสิทธิภาพตามความต้องการของผู้ใช้มากน้อยเพียงใด

2.7.1.2 การประเมินด้านหน้าที่ของโปรแกรม Functional Test เป็นการประเมินผลเพื่อดูว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพเพียงใดสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ๆ มีอยู่ในระบบมากน้อยเพียงใด

2.7.1.3 การประเมินด้านการใช้งานของโปรแกรม Usability Test เป็นการประเมินผลเพื่อดูว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นมีความง่ายต่อการใช้งานมากน้อยเพียงใด และมีความเร็วในการประมวลผลเป็นอย่างไร

2.7.1.4 การประเมินด้านความปลอดภัย Security Test เป็นการประเมินผลเพื่อดูว่าระบบที่

พัฒนาขึ้นนั้นมีความปลอดภัยของข้อมูลมากน้อยเพียงใด

2.7.2 การเลือกผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพและเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในสาขาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยมีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในการพัฒนาระบบสารสนเทศและเป็นผู้มีประสบการณ์ในการใช้ระบบสารสนเทศ อย่างน้อย 5 ปี

2.7.3 การศึกษาความพึงพอใจและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง การประเมินความพึงพอใจจำเป็นต้องมีกลุ่มตัวอย่างซึ่งอาจจะได้จากการคัดเลือก หรือจากการสุ่มจากกลุ่มประชากร โดยเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่มีหน้าที่และปฏิบัติงานจริงกับระบบได้ การทดสอบชุดคำสั่งว่ามีคุณภาพหรือไม่จำเป็นต้องใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจต่อชุดคำสั่งใหม่ ในการพัฒนาระบบนิยมใช้แบบสอบถามความพึงพอใจกับกลุ่มตัวอย่าง อย่างน้อย 1 คน โดยกลุ่มตัวอย่างมีการทดลองใช้ชุดคำสั่งจริงและตอบแบบสอบถามหลังจากการใช้ชุดคำสั่งหรือระบบใหม่ เพื่อนำแบบสอบถามมาคำนวณค่าสถิติและสรุปผลการวิจัย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการตามลักษณะของกระบวนการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ประกอบด้วย 1. ศึกษากรอบงานของทั้งสามงาน. ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างระบบสารสนเทศ ได้แก่ การออกแบบฐานข้อมูล UML ฯลฯ

3.2 ออกแบบแบบแผนการทดลอง

การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ผู้วิจัยได้กำหนดแบบแผนการโดยใช้รูปแบบ จัดฝึกอบรมใช้ระบบเป็นกลุ่มย่อย

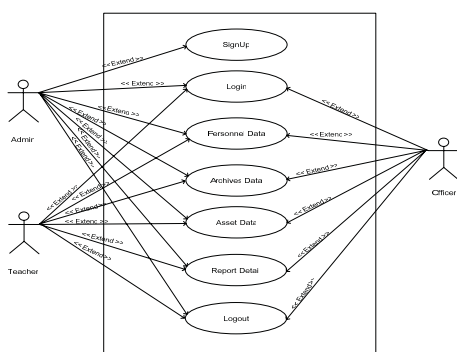
3.3 กำหนดประชากรและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับงานทั้งสามงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม

กลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาในการวิจัย คือ เจ้าหน้าที่คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม รวม 12 คน

3.4 พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ในการพัฒนาโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 วิเคราะห์ คือการวิเคราะห์ ระบบ ทำการวิเคราะห์โดยใช้ UML ในการออกแบบระบบ แสดงผังข้อมูลที่เข้าสู่ระบบ ข้อมูลที่ออกจากระบบและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบภายนอก



ภาพที่ 7: Use-Case Diagram ของระบบการสร้างเครื่องมือประเมินประสิทธิภาพของระบบ

หลังจากที่ได้ทำการพัฒนาระบบแล้ว ผู้พัฒนาระบบได้ออกแบบ แบบสอบถามเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบที่ได้พัฒนาขึ้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ด้านความสามารถทำงานตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน (Functional Requirement Test)

ด้านหน้าที่ของโปรแกรม (Function Test)

ด้านการใช้งานของโปรแกรม (Usability Test)

ด้านความปลอดภัย (Security Test)

โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยประกอบด้วย โดยแบ่งเป็นระดับผู้เชี่ยวชาญ 3 คน และ ระดับผู้ใช้งาน 12 คน

ระดับความคิดเห็นตามความหมายของระดับประมาณค่าประสิทธิภาพและคุณภาพของระบบ ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพของแบบประเมินเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง ระบบที่พัฒนามีประสิทธิภาพดีมาก

4 หมายถึง ระบบที่พัฒนามีประสิทธิภาพดี

3 หมายถึง ระบบที่พัฒนามีประสิทธิภาพปานกลาง

2 หมายถึง ระบบที่พัฒนามีประสิทธิภาพน้อย

1 หมายถึง ระบบที่พัฒนามีประสิทธิภาพน้อยมาก

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) คือค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ระดับเกณฑ์การให้คะแนน		ความหมาย
เชิงคุณภาพ	เชิงปริมาณ	
มากที่สุด	4.51-5.00	ระบบที่พัฒนามีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด
มาก	3.51-4.50	ระบบที่พัฒนามีประสิทธิภาพในระดับมาก
ปานกลาง	2.51-3.50	ระบบที่พัฒนามีประสิทธิภาพในระดับปานกลาง
น้อย	1.51-2.50	ระบบที่พัฒนามีประสิทธิภาพในระดับน้อย
น้อยที่สุด	1.00-1.50	ระบบที่พัฒนามีประสิทธิภาพในระดับน้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อนสนับสนุนงานบุคลากร งานสารบรรณและงานครุภัณฑ์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนของการเสนอและการดำเนินงานปัญหาพิเศษ ส่วนของเป้าหมายของงานที่จะต้องปฏิบัติและวิเคราะห์ทรัพยากรต่าง ๆ จะต้องใช้ทั้งในด้านฮาร์ดแวร์และ

ซอฟต์แวร์ รวมทั้งการออกแบบ กำหนดขอบเขตของ
ผู้ใช้งานในแต่ละระดับ การวางโครงสร้างของเว็บเพจ
จนได้ดำเนินการผลิตเว็บเพจโดยใช้โปรแกรมต่างๆ เข้า
มาช่วยเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

4.2 ผลการวิเคราะห์ประเมินประสิทธิภาพระบบของ ผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับ ประสิทธิภาพ
1. ด้านความสามารถทำงาน ตรงตามความต้องการ ของผู้ใช้งาน (Functional Requirement Test)	4.10	0.10	ดี
2. ด้านหน้าที่ของโปรแกรม (Function Test)	4.05	0.10	ดี
3. ด้านการใช้งานของ โปรแกรม (Usability Test)	3.91	0.14	ดี
4. ด้านความปลอดภัย (Security Test)	4.00	0.00	ดี
ผลสรุปการประเมิน ประสิทธิภาพของระบบ	3.99	0.08	ดี

4.3 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความคิดเห็นของ ผู้ใช้งานทั่วไป

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ พึงพอใจ
1. ด้านความสามารถทำงานตรง ตามความต้องการของผู้ใช้งาน (Functional Requirement Test)	3.61	0.09	มาก
2. ด้านหน้าที่ของโปรแกรม (Function Test)	3.92	0.12	มาก
3. ด้านการใช้งานของโปรแกรม (Usability Test)	3.86	0.04	มาก
4. ด้านความปลอดภัย (Security Test)	3.83	0.06	มาก
ผลสรุปการประเมินประสิทธิภาพ ของระบบ	3.81	0.04	มาก

5. สรุป

ในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนงาน
บุคลากร,งานสารบรรณและงานครุภัณฑ์ เป็นการ
พัฒนาระบบเพื่อสนับสนุนงานทั้งสามงานที่ได้กล่าวมา
ข้างต้นให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยนำเอา
เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์และเครือข่าย
อินเทอร์เน็ตเข้ามาประยุกต์ใช้งาน ซึ่งสามารถที่จะสรุป
ความสามารถของระบบได้ดังนี้

แสดงประวัติบุคลากร ระดับความสำคัญของ
บุคลากร ตำแหน่งของบุคลากร ประวัติการศึกษาของ
บุคลากร ประวัติการฝึกงานของบุคลากรและประวัติ
ของการฝึกอบรมของบุคลากร

ค้นหาข้อมูลของบุคลากรได้รวดเร็ว

เพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลบุคลากรได้

แสดงรายการหนังสือค้างรับ รายการหนังสือเข้า
รายการหนังสือส่งออก รายละเอียดหนังสือเข้า
รายละเอียดหนังสือออก ไฟล์ที่แนบมากับหนังสือ
ระดับความสำคัญของหนังสือ

ตรวจสอบสถานะของหนังสือได้

ค้นหาหนังสือได้

ส่งหนังสือออก และลงทะเบียนรับหนังสือได้

เพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลครุภัณฑ์ได้

แบ่งหมวดหมู่ของอุปกรณ์ได้

ออกหมายเลขครุภัณฑ์

แสดงรายชื่อครุภัณฑ์ข้อมูลการยืมคืน ข้อมูลการ
ยกเลิก ข้อมูลประวัติครุภัณฑ์ได้

5.2 สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

เมื่อได้นำระบบที่ได้พัฒนาขึ้นไปทดสอบเพื่อหา
ประสิทธิภาพของระบบ สามารถสรุปผลการประเมิน
ในแต่ละด้านในเชิงคุณภาพได้ดังนี้

5.2.1 ด้านความสามารถทำงานตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน (Functional Requirement Test) ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.61

5.2.2 ด้านหน้าที่ของโปรแกรม (Function Test) ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.92

5.2.3 ด้านการใช้งานของโปรแกรม (Usability Test) ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.86

5.2.4 ด้านความปลอดภัย (Security Test) ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.83

หลังจากทราบผลการประเมินหาประสิทธิภาพเชิงคุณภาพของระบบแต่ละด้านแล้ว จึงได้นำเอาผลการประเมินเชิงคุณภาพในแต่ละด้านมาหาค่าเฉลี่ยพบว่า ได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.81 แสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพดี สามารถนำไปใช้งานได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 หากมีการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารงานข้อมูลบุคลากร ข้อมูลสารบรรณ และข้อมูลพัสดุ-ครุภัณฑ์ ควรจะมีการจัดทำรายงานในรูปแบบคริสตัล จะช่วยให้การแสดงรายงานมีความรวดเร็ว เรียบร้อย และสมบูรณ์มากกว่าการแสดงรายงานแบบธรรมดา

5.3.2 ควรจัดอบรมบุคลากรให้มีความรู้และความเข้าใจ เพื่อที่จะได้มองเห็นประโยชน์ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารงานข้อมูลบุคลากร ข้อมูลสารบรรณ และข้อมูลพัสดุ-ครุภัณฑ์ และสามารถใช้งานได้ตรงวัตถุประสงค์ในการพัฒนาระบบ

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณขอขอบคุณ อาจารย์กฤษ สินธนะกุล ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์เทว วา คำปาเชื้อ กรรมการที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ รวมทั้งคณะผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคที่ได้ให้ความรู้ ข้อคิด แนวทาง วิธีการต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น, 2548
- [2] ซาลี วรกุลพิพัฒน์ และเทพฤทธิ์ บัณฑิตวัฒนวงศ์.UML ภาษามาตรฐานเพื่อผู้พัฒนาซอฟต์แวร์.กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด ยูเคชั่น, 2546
- [3] โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. การออกแบบและการจัดการฐานข้อมูล กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น, 2545

การพัฒนาแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์

The Development of Problem-based Instructional Model through Electronic Media

โสภณพันธ์ สอาด¹ พัลลภ พิริยะสุวรรณ² และ ประจักษ์นันท์ นิลสุข³

ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทคัดย่อ

รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem Based Learning : PBL) เป็นกระบวนการเรียนการสอน ที่ให้นักการศึกษาให้ความสนใจกันอย่างแพร่หลายมานาน เพราะทำให้ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เพิ่มทักษะในการแก้ปัญหา รู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่นและพัฒนาทักษะในการติดต่อสื่อสาร ปัจจุบันสถาบันการศึกษาหลายแห่ง โดยเฉพาะในสาขาการแพทย์และพยาบาล นำรูปแบบการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก มาบูรณาการในหลักสูตรระดับอุดมศึกษาในการบรรยายทั้งในรายวิชาภาคทฤษฎีและการปฏิบัติงานในคลินิกหรือหอผู้ป่วย และด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย รูปแบบการเรียนต่าง ๆ หากได้นำมา พัฒนาเป็นสื่อการเรียนผ่านอิเล็กทรอนิกส์ เช่น e-Learning จะแก้ปัญหาการขาดแคลนผู้สอนที่เป็นแพทย์และพยาบาลซึ่งมีความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง อีกทั้งยังอำนวยความสะดวกในการศึกษาหาความรู้ให้กับผู้เรียนช่วยแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลาในการเข้าเรียนในชั้นเรียน อันเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถใช้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ แสวงหาความรู้อย่างอิสระ สนองตอบต่อการปฏิรูปการศึกษาและสอดคล้องกับสภาพสังคมเศรษฐกิจ ที่เน้นการใช้ความรู้เป็นฐาน ได้บัณฑิตที่จะเป็นบุคลากรทางการแพทย์ที่ดีมีคุณภาพของสังคม

คำสำคัญ: รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สื่ออิเล็กทรอนิกส์

Problem-based Instructional Model, Electronic Media

บทนำ

แนวโน้มของการศึกษาในศตวรรษที่ 21 มุ่งเน้นการผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีใหม่ ๆ กับรูปแบบการเรียนการสอนต่าง ๆ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมสมัยที่มีการสอนโดยมีครูเป็นผู้สอนและชี้แนะ ปรับกระบวนการทัศน์ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการอ่าน คิด และมีโอกาสแสดงความคิดเห็น อธิบาย สิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น [Ramsden,1992; Bate,1995] ยิ่งกว่านั้น หลักสูตรการเรียนการสอนที่เคยเน้นเนื้อหาได้มีการออกแบบโดยมีพื้นฐานของการใช้เทคโนโลยีมาช่วยในการเรียนรู้และพัฒนาสิ่งแวดล้อมในการเรียนด้วยตนเอง[Jonassen,1991] ส่งเสริมให้เกิดเป็นสังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้คนไทยทุกคนสามารถคิดเป็นทำเป็น มีเหตุผล มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิตรู้เท่าทันโลก สอดคล้องกับแนวทางในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 [พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542]

แต่ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนของประเทศไทยในระดับปริญญาตรี พบว่า มีหลายประเด็นที่สำคัญ คือ การเรียนการสอนไม่เอื้อให้นักศึกษาคิดเป็นทำเป็นแก้ปัญหาเป็นการเรียนการสอนมุ่งเน้นการท่องจำมากกว่าการเน้นให้ผู้เรียนได้คิด ได้ลงมือปฏิบัติกระทำเอง ขาดการแสวงหาความรู้ ขาดปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนครูและชุมชน สิ่งแวดล้อม เพราะการศึกษามุ่งเน้นการฟังบรรยายภายใต้กรอบอันจำกัดของห้องเรียนทำให้เป็นตัวขัดขวางการพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ [คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543]

ด้วยเหตุนี้ นักการศึกษาจึงได้นำแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ใหม่ ๆ เช่น ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) อันเป็นทฤษฎีที่ผู้เรียนได้สร้างความรู้ใหม่ที่เป็นของตนเอง ซึ่งมาจากความรู้ที่มีอยู่เดิมหรือจากความรู้ที่รับเข้ามาใหม่ จึงเป็นแนวคิดที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิทยาลัยพยาบาล ซึ่งเป็นสถาบันการศึกษา สังกัดสถาบันพระบรมราชชนก มีภารกิจหลักในการผลิตและ

พัฒนาบุคลากรทางการแพทย์ ให้กับหน่วยภาครัฐ แต่ด้วยผลกระทบจากปัญหาการเมือง ส่งผลให้เกิดปัญหาการขาดแคลนพยาบาลในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ การขาดคนรับนโยบาย ทำให้ต้องผลิตพยาบาลวิชาชีพเพิ่มขึ้นอีกปีละจำนวน 3,000 คน ส่งผลต่อคุณภาพบัณฑิตเมื่อสำเร็จการศึกษา จึงเป็นภาระที่ทุกวิทยาลัยพยาบาลต้องหากลยุทธ์มาใช้ในการจัดการสอน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem based Learning : PBL) จึงได้นำมาใช้ในกระบวนการเรียนการสอน ร่วมกับนำเทคโนโลยีที่ทันสมัย มาพัฒนาเป็นสื่อการเรียนผ่านอิเล็กทรอนิกส์ เช่น e-Learning เป็นต้น

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ได้ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางเมื่อประมาณ 30 ปีที่ผ่านมา มีการพัฒนาการครั้งแรกในสถาบันการศึกษา ในสาขาทางการแพทย์ ในช่วงคริสต์ศักราชที่ 1950 แต่ยังไม่แพร่หลายและในช่วงคริสต์ศักราชที่ 1969 มหาวิทยาลัยแมคมาสเตอร์ เมืองออนตาริโอ ประเทศแคนาดา มีเป้าหมายให้ผู้เรียนมีบทบาทในกระบวนการศึกษาอย่างกระตือรือร้นและต้องการสร้างสรรค์ประสบการณ์ทางการศึกษาสำหรับนักศึกษาแพทย์โดยใช้วิธีสอนหลัก คือ การอภิปราย กลุ่มย่อยของผู้เรียนกับอาจารย์แพทย์ผู้เรียน ต้องรวบรวมข้อมูลจากห้องปฏิบัติการ ห้องสมุดและผู้ปฏิบัติการทางการแพทย์อื่น ๆ ผู้สอนจะต้องเลือกข้อมูลที่เหมาะสมและหลีกเลี่ยงการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างไม่สร้างสรรค์และผู้สอนอยู่ในฐานะผู้ร่วมเรียนด้วย ผลลัพธ์ของการเรียนคือ ห้องเรียนกลายเป็นเวทีแห่งการอภิปรายที่ทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างกระตือรือร้น การเรียนเปลี่ยนจุดเน้นจากการหาข้อเท็จจริงเป็นการเน้นข้อมูลข่าวสารที่มีความหมายเพื่อช่วยแก้ปัญหาของคนที่ใช้ ผู้สอนกลายเป็นแหล่งความรู้ในรูปกระบวนการมากกว่าเป็นแหล่งคำตอบที่จะต้องจำเพื่อสอบผ่านเท่านั้น ในช่วงคริสต์ศักราชที่ 1970 การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ได้ถูกพัฒนาและมีการขยายผลไปในสถานศึกษาทางการแพทย์ ร่วม 60 แห่ง

เช่น โรงเรียนแพทย์แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ได้จัดโปรแกรมการศึกษาที่เรียกว่า “วิถีใหม่” จัดรูปแบบการเรียนเป็นกลุ่มสังคม จำนวน 4 กลุ่ม ประกอบด้วยนักเรียน 40 คน ซึ่งแต่ละกลุ่มใช้วิธีเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ซึ่งได้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย คือ สร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในโรงเรียนให้เป็นยุคแห่งการเปลี่ยนแปลง และเจตคติที่สอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียนมากกว่ายึดเหยียด ข้อเท็จจริง ต่าง ๆ ให้กับผู้เรียน โดยเฉพาะชั้นปีที่ 1 และ 2 ในหลักสูตรวิทยาศาสตรการแพทย์ โดยนำมาแทนรายวิชาที่มีพื้นฐานการสอนแบบเดิม เป็นการบรรยายได้แก่ วิชากายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยาเภสัชวิทยา นอกจากนี้รูปแบบการเรียนดังกล่าวยังถูกนำมาปรับใช้ในโรงเรียนด้านบริหารธุรกิจ[Milner & Stinson, 1994], สถานศึกษาในระดับมัธยมศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และอุดมศึกษา [Bridges & Hallinger, 1992; Duffy, 1994]; [Barrows & Myers, 1993]. สถาปัตยกรรม ,กฎหมาย วิศวกรรม และสังคมกลุ่มคนทำงาน[Boud & Feletti ,1991]

สำหรับประเทศไทย มหาวิทยาลัยชั้นนำได้นำวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ไปใช้ในคณะแพทยศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ เช่น มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยมหิดล และมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เป็นต้น เพราะด้วยวิธีการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นและเน้นที่กิจกรรมของผู้เรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ไม่ใช่วิธีการเรียนการแก้ปัญหาที่เพิ่มเข้าไปในหลักสูตรเดิมอย่างง่าย ๆ แต่เป็นวิธีที่จัดหลักสูตรให้มีกิจกรรมการเรียนรู้เกิดขึ้น โดยอาศัยปัญหาที่เป็นจริงในการปฏิบัติของวิชาชีพนั้น เป็นตัวแกนหลักสูตรการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก จะเริ่มต้นด้วยการให้ปัญหาที่เป็นสถานการณ์จริงแก่นักศึกษา ก่อนแทนที่จะให้ความรู้โดยตรง ทั้งนี้เพื่อฝึกประสบการณ์ในการแก้ปัญหา อันเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสวงหาวิชาความรู้ได้อย่างหลากหลายเกิดเรียนรู้ตาม

ความเชื่อของตนเอง [Levin,B.,2001] สอดคล้องกับที่ Savery & Duffy (1995) ได้กล่าวว่า วิธีเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สามารถนำไปใช้เป็นยุทธศาสตร์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเพื่อค้นหาความหมาย สร้างความเข้าใจ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เป็นรูปแบบการเรียนรู้ในห้องเรียนปกติ ประกอบด้วยกิจกรรมโดยใช้กระบวนการกลุ่มการอภิปรายและจดบันทึกประเด็นสำคัญเพื่อศึกษาค้นคว้าจากแหล่งต่างๆ นำสิ่งที่ศึกษามาร่วมแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยมีกิจกรรมร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและสามารถสรุปได้ว่าปัญหาเกิดจากอะไร

เมื่อนำรูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่ใช้ในห้องเรียนปกติแต่ดั้งเดิม และพัฒนาออกแบบการสอนให้เรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉพาะการผสมผสานเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่มีการเชื่อมโยงระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทั่วโลก ให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลข่าวสารและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในโลกที่ไร้พรมแดนผ่าน World Wide Web (www.) รวมถึงการใช้บริการบนอินเทอร์เน็ต ได้แก่การใช้บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic mail) ห้องสนทนา(Chat room) การใช้กระดานข่าว(Webboard) ทั้งนี้เพื่อให้ได้ซึ่งวิธีการเรียนการสอนที่มีคุณภาพและทันสมัย รองรับการเรียนรู้ตลอดชีวิตให้กับบุคคลทุกช่วงวัย เป็นอย่างดี

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาศัลยกรรม สังกัดกระทรวงสาธารณสุข โดยสังเคราะห์จากแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน จำแนกวิธีการและขั้นตอนที่สำคัญในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เพื่อนำไปออกแบบการสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สังเคราะห์วิธีการและขั้นตอนที่สำคัญในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

ขั้นตอน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1. เริ่มต้นชั้นเรียน เตรียมตัวผู้เรียน แนะนำสมาชิก แนะนำบทเรียน วิธีการเรียนและจัดแบ่งกลุ่มผู้เรียน			✓				✓			✓		✓	✓				✓
2. ทำความกระจ่างกับถ้อยคำ ศัพท์และแนวคิด ให้ชัดเจน				✓				✓							✓	✓	
3. ระบุดูและ เปิดประเด็นปัญหา ให้คำจำกัดความ ขยายรายละเอียดของปัญหา และแนวคิดเพื่อ เข้าใจ กับปัญหาและปรากฏการณ์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4. ระดมสมอง ร่วมอภิปรายเพื่อวิเคราะห์ ตั้ง สมมุติฐาน รวบรวมข้อเท็จจริง และบันทึกประเด็น สำคัญ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
5. ทบทวนประเด็นสมมุติฐาน วิเคราะห์และพิจารณา จัดลำดับความสำคัญและความเป็นไปได้และ กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้		✓	✓		✓			✓		✓	✓				✓	✓	
6. กำหนดภาระงานให้สมาชิกกลุ่มโดยมอบหมาย ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ กำหนดแหล่งเรียนรู้ ให้ศึกษาค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ ภายนอกและเรียนรู้ด้วยตนเอง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7. วิเคราะห์ สังเคราะห์ สะท้อนกลับ ตอบกลับ โดย สมาชิกเสนอข้อมูลที่ค้นคว้าต่อสมาชิกกลุ่ม เพื่อ การพิสูจน์ตามสมมุติฐานและตัดสินใจเลือกคำตอบ และกำหนดกิจกรรมตามวัตถุประสงค์	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
8. นำเสนอข้อสรุป หลักการ แนวคิด ของการเลือก วิธีการแก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9. ประเมินตนเอง ประเมินผลงานและกลับไปเริ่ม ประเด็นปัญหาใหม่			✓			✓	✓			✓		✓	✓				✓

7= Torp, L. & Sage, S. (2002)

13=Lynda (2002)

8= Wood (2003)

14= Lynda(2004)

9= Mills (2008)

15=ทองจันทร์ (2537)

10= Barrows(2000)

16= เฉลิม วราวิทย์(2531)

11= Focarty(1997)

17=สันติ (2544)

12= Arends (2001)

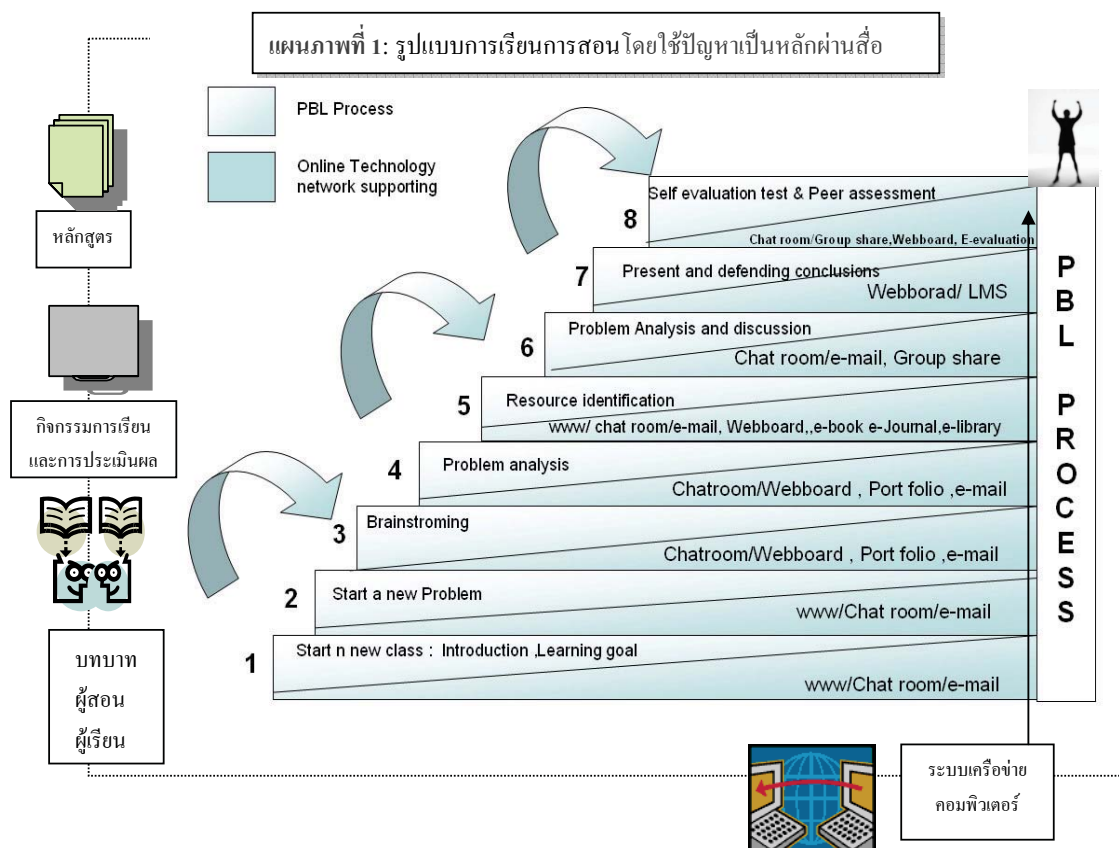
การอภิปรายและข้อเสนอแนะ

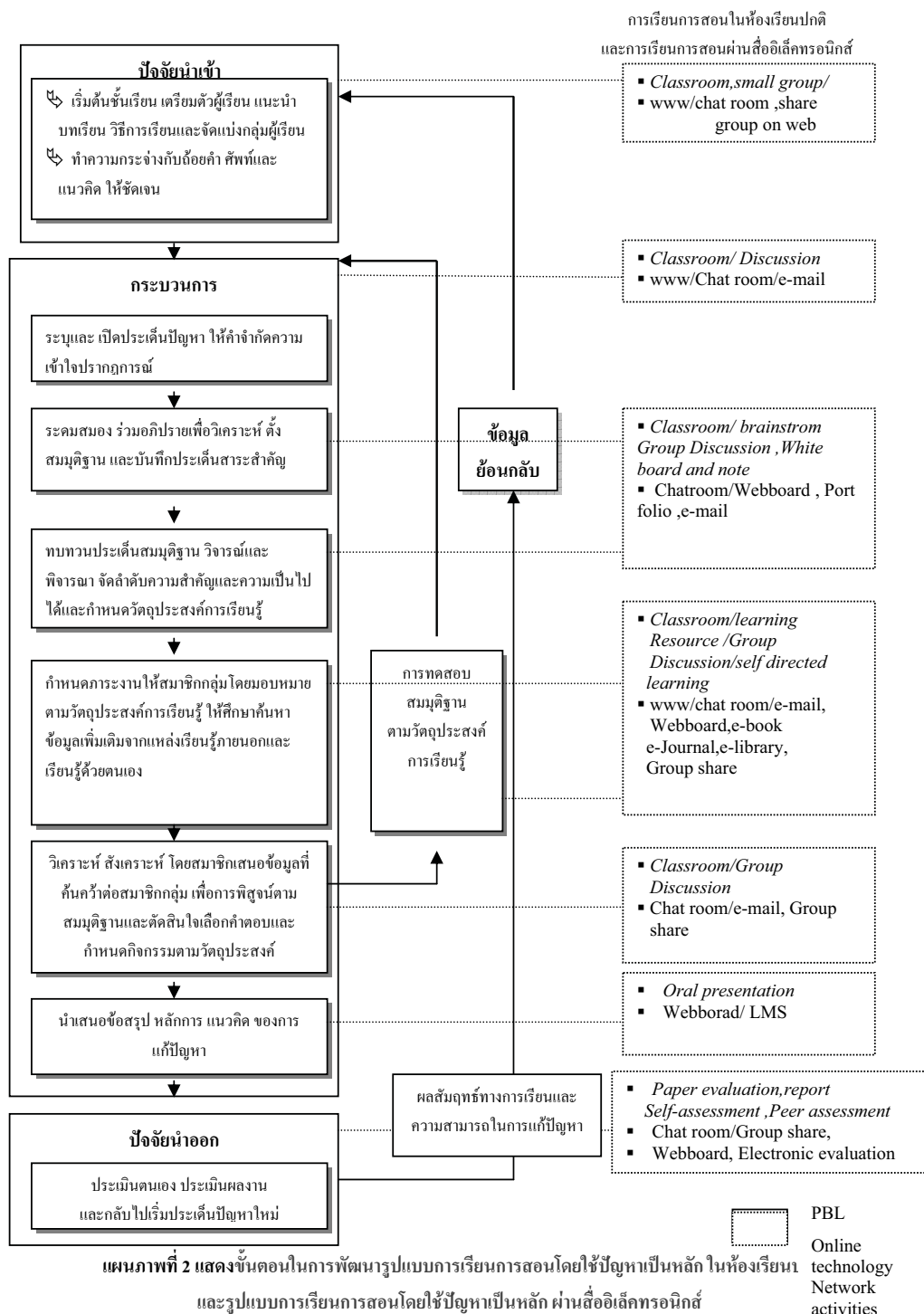
จากการสังเคราะห์ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก จะเห็นว่ามีขั้นตอนหลักที่สำคัญที่ นักการศึกษาเขียนไว้ตรงกันคือ ขั้นตอนที่ 3-8 ซึ่งถือได้ว่าเป็นกระบวนการที่สำคัญที่จะนำไปสู่การตัดสินใจ และแก้ปัญหา ส่วนขั้นตอนที่ 1 มีนักการศึกษาเพียงบาง ท่านที่ให้ความสำคัญต่อขั้นตอนที่เป็นเตรียมตัว แนะนำ

ผู้เรียนและวิธีการเรียน ผลดีคือสร้างความเป็นกันเอง ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนและผู้เรียนด้วยกัน ทำให้การ ดำเนินกิจกรรมกลุ่ม เช่น การอภิปรายการแสดงความคิดเห็น การแลกเปลี่ยนรู้เป็นไปอย่างสร้างสรรค์ สำหรับ ขั้นตอนที่ 2 มีนักการศึกษาที่เห็นว่า การทำความเข้าใจ ต่อความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องให้มีความกระจ่าง ชัดเจนนั้นทำให้สมาชิกในกลุ่มเกิดความเข้าใจตรงกัน

ตั้งแต่เริ่มแรก ไม่สับสน ไม่เสียเวลาที่จะกลับมาอภิปรายกันอีกในภายหลัง แต่ส่วนใหญ่นำขั้นตอนนี้ไปเป็นส่วนหนึ่งของการเริ่มเปิดประเด็น ระบุปัญหา และทำความเข้าใจตามโจทย์ปัญหา เมื่อมีบางสิ่งไม่ตรงกันแต่มีข้อเสนอแนะว่าเป็นการเตรียมตัวผู้เรียนเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ และปรับพื้นฐานความเข้าใจที่ไม่ได้แน่นแต่เนื้อหาเท่านั้น กิจกรรมที่จะต้องปฏิบัติเพื่อเรียนรู้เป็นสิ่งที่ผู้เรียนทุกคนต้องรับรู้และมีกติการ่วมกัน และในวิธีระบบจึงจัดให้เป็นส่วนหนึ่งของปัจจัยนำเข้า ส่วนขั้นตอนที่ 9 จากตารางสังเคราะห์ ถือว่าเป็นขั้นตอนสุดท้าย เป็นการประเมินตนเองและประเมินผลงาน ซึ่งผู้วิจัยเห็น

ว่าในทางศึกษาจัดว่าเป็นวิธีประเมินทางการศึกษาที่ไม่ควรละทิ้ง เพราะจะสามารถสะท้อนผลที่ได้รับจากการเรียนรู้ นั้น ๆ ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปจากการสังเคราะห์ จะเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ การความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาพยาบาลวิทยาลัยพยาบาล สังกัดสถาบันพระบรมราชชนก กระทรวงสาธารณสุข ในห้องเรียนปกติ และรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์กำหนดเป็นรูปแบบ ดังแผนภาพที่ 1 และ 2





บทสรุป

แม้ว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักจะเป็นที่รู้จักและใช้ในทางการศึกษาของแพทย์และพยาบาลมาเป็นเวลานาน โดยการเรียนรู้จากการบรรยายในห้องเรียนและนำไปใช้แก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น แต่เมื่อโลกเปลี่ยนแปลงไป และสามารถพัฒนานำเทคโนโลยีเข้ามาสอดแทรกและผสมผสานในการเรียนรู้แบบเดิมที่เป็นอยู่ก็จะยิ่งสร้างประสิทธิภาพเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแก้ปัญหา จึงเป็นสิ่งที่ท้าทายวงการศึกษากายการแพทย์และพยาบาลของประเทศไทย มิใช่ถ้า

เอกสารอ้างอิง

- [1] คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ,สำนักงาน.(2542). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพ.ศ.2542** กรุงเทพฯ
- [2] สันติ วิจิตรฉายณ์. (2547). **การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้การสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์**. ประกอบการประชุมปฏิบัติการ โครงการพัฒนาคุณภาพด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำหรับโรงเรียนในชนบท คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น,มปป.
- [3] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). **ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมต้นแบบการเรียนรู้ทางด้านหลักทฤษฎีและแนวปฏิบัติ**. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ
- [4] Arends, R. J. (2001). **Learning to Teach**. (5th Ed.). Boston: McGraw-Hill. Bates, A. (1995). **Technology, open learning and distance education**. New York: Routledge. Barrows, H. S. & Tamblyn, R. M. (1980). **Problem-based learning: An approach to medical education**. New York: Springer.
- [6] Barrows, H. (1994). **Practice-Based Learning: Problem-Based Learning Applied to Medical Education**, Springfield, IL: Southern Illinois University School of Medicine. Barrows, H.S., & Myers, A.C. (1993). **Problem-Based Learning in Secondary Schools**. Unpublished monograph. Springfield, IL: Problem-Based Learning Institute, Lanphier High School and Southern Illinois University Medical School.
- [7] Barrows, H. (2000). **Problem-Based Learning Applied to Medical Education**, Springfield, IL: Southern Illinois University School of Medicine.
- [8] Boud, D. & Feletti, G. (Eds.) (1991). **The Challenge of Problem Based Learning**,. New York: St. Martin's Press.
- [9] Bridges, E., Hallinger, P. (1992). **Problem Based Learning For Administrators**. ERIC Clearinghouse on Educational Management, University of Oregon.
- [10] Camp, G. (1996) "Problem-Based Learning: A Paradigm Shift or a Passing Fad?" **Medical Education Online**. Vol.1 – Iss.2.
- [11] Fogarty Robin. (1997). **Problem-based Learning and Other Curriculum Models for the Multiple Intelligences Classroom**. USA : Skylight
- [12] Jonassen, D. (1991). "Thinking technology: Context is everything." **Educational Technology**, 31(6), 35-37.
- [13] Levin, B. (2001) "Learning to Meet the Needs of Exceptional Children in an Inclusion Classroom." **A Problem-Based Learning Experience for UNCG students in CUI 375W***.Online Resource. Available online : <http://www.uncg.edu/%7Ebblevin/ecpbl/ecpblproblem.html>.
- [14] Lynda Keng Neo. (2002). **Authentic Problem-Based Learning: Rewriting Business Education**, Megan
- [15] Lynda, Wee Keng Neo. (2004). **Jump start authentic problem-based learning**. Singapore : Pearson/Prentice Hall
- [16] Mills,D. **Problem-Based Learning**, Last Accessed 18.07.08, Available online : http://www.csap.bham.ac.uk/resources/project_reports/ShowOverview.asp?id=4>>[2008,Dec, 2].
- [17] Savery, J. R. and Duffy, T. M. (1995). "Problem Based Learning: An Instructional Model and its Constructivist Framework." **Educational Technology**, 35 (5).
- [18] Schmidt, H. G. (1993). "Foundations of Problem-Based Learning: Some Explanatory Notes." **Medical Education**, 27.
- [19] Torp, L and Sage, S. (2002). **Problems and Possibilities: Problem-Based Learning for K-16 Education**. 2nd Edition USA : ASCD. (Association of Supervision and Curriculum Development).
- [20] Wood, D. F. (2003). "ABC of Learning and Teaching in Medicine: Problem Based Learning". **BMJ**, Volume 326 (8 February 2003).

การพัฒนาเครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์สำหรับโปรแกรมมูเดล

เบญญาภา ศรีเรืองพันธ์¹ กันต์พงศ์ วรรัตนปัญญา² และ จิรพันธุ์ ศรีสมพันธ์³

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : ¹lek_k02@hotmail.com

บทคัดย่อ

การกำหนดความสามารถของโปรแกรมให้สะดวกในการใช้งานกับผู้ใช้ คือ สิ่งสำคัญในการประมวลผล ระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพ ในปัจจุบันระบบการจัดการเนื้อหา ได้แก่โปรแกรมมูเดลไม่สนับสนุนการใช้งานสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และเพื่อให้มีการใช้สัญลักษณ์ที่ใช้งานได้ง่าย จึงเป็นเหตุผลให้พัฒนาเครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ โดยการพัฒนาลิขแบบจากไมโครซอฟท์ อีเควชั่น อีดิเตอร์ จนพร้อมที่ใช้งาน เมื่อโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสมบูรณ์ได้ประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานของผู้สอนที่ทำงานในโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี โดยการสุ่มแบบสมครใจ ซึ่งสรุปผลการวิจัยแสดงว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อการพัฒนาเครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก และผู้สอนสามารถนำไปใช้ร่วมกับระบบอีเลิร์นนิ่งของโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรีได้

คำสำคัญ: ระบบจัดการเนื้อหาการเรียนรู้อ เครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ โปรแกรมมูเดล

Abstract

A user-friendly interface is an important process which allows users to interact with a computer more efficiently. However, the current Learning Content Management System (LCMS), MOODLE, does not support an easy-to-use mathematical equation editor. For this reason, this paper proposes a development of a mathematical equation editor for the MOODLE LCMS. In this method, the mathematical equation editor was developed as the Microsoft Equation editor. The completed editor was evaluated by 50 instructors, working at the Surasakmontree school, selected by volunteer nonrandom sampling. The results of this research showed that the users' satisfaction in using the developed mathematical equation editor was at the high level. This indicated that it can be applied to the e-learning system of the Surasakmontree school.

Keywords: Learning Content Management Systems, Equation editor, MOODLE

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันงานด้านการพัฒนาสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ การสอน ได้มีบทบาทสำคัญใน โรงเรียนและสถาบันการศึกษาที่ต้องการประหยัดเวลาในการสร้างบทเรียน จึงได้จัดหาซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการพัฒนาบทเรียน อีกทั้งให้ผู้สอนได้รับความสะดวกในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยบนเว็บ สำหรับโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรีได้จัดหาซอฟต์แวร์มูเดล ซึ่งเป็นระบบจัดการเรียนการสอน (LMS: Learning Management System) และการจัดการเนื้อหา (CMS: Content Management System) เป็นซอฟต์แวร์รหัสเปิด (Open Source) และเป็นซอฟต์แวร์ฟรีมีลิขสิทธิ์ประเภท GPL ที่ใช้งานง่ายไม่ซ้ำซ้อน เมื่อเทียบกับซอฟต์แวร์บริหารการเรียนรู้และระบบบริหารจัดการหลักสูตร เช่น A-Tutor, Learning Square, Claroline, VClass, Sakai, ILIAS เป็นต้น ซึ่งส่วนมากจะใช้งบประมาณ ค่าตัวอักษรและรูปภาพ โดยลักษณะโครงสร้างซอฟต์แวร์มูเดลเป็นแบบบล็อก (Block) จึงมีความสะดวกในการพัฒนาระบบงานด้านการเรียนการสอนและเป็นที่นิยมแพร่หลายมากในปัจจุบัน

จากการสำรวจผู้สอนในโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี ด้วยแบบสอบถามถึงปัญหาในการใช้งานโปรแกรมมูเดลพบว่า ผู้สอนประสบปัญหาในการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในโปรแกรมมูเดล สามารถใช้งานสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ได้ โดยต้องจำรหัส (CODE) ของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ชนิดนั้น ๆ เช่น ถ้าต้องการพิมพ์เครื่องหมายน้อยกว่า “<” ต้องจำรหัส < ยิ่งถ้าเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ที่มีความยาว จะเป็นการ ยุ่งยากในการจดจำรหัสเพื่อพิมพ์สมการทางคณิตศาสตร์ ในการใช้งานคำสั่งสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ในมูเดลมีขั้นตอนคือ การใช้คำสั่ง “TEX” สามารถพิมพ์คำอธิบาย เนื้อหา โจทย์ ตัวเลือกได้โดยตรง ซึ่งต้องใช้

“dollar Sign” สองตัวติดกัน หรือบอกให้รู้ว่า หลังจากนั้นจะเป็นสัญลักษณ์พิเศษ และเมื่อพิมพ์ตามคำสั่งเสร็จแล้วจะต้องพิมพ์ “\$\$” ปิดท้ายด้วยเสมอ เพื่อบอกว่าเสร็จสิ้นการพิมพ์สัญลักษณ์ เช่น ถ้าเป็นสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ที่เป็นประโยค ถ้าต้องการพิมพ์สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ $f(x) = x - 2b + (3a/c)$ จะต้องพิมพ์รหัส ดังนี้ “\$\$ $f(x) = x - 2b + (3a/c)$ \$\$” ถึงจะได้ผลลัพธ์ตามต้องการ จากสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะอำนวยความสะดวกให้กับผู้สอน โดยการพัฒนาเครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้สอนใช้งานโดยไม่จำเป็นต้องจำรหัส

2. ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

อีเลิร์นนิ่ง (e-Learning) เป็นการเรียนรู้ผ่านทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์แบบออนไลน์ ซึ่งหมายถึง การเรียนเนื้อหาผ่านระบบสารสนเทศสำหรับการสอนหรืออบรมที่นำเสนอด้วยตัวอักษร ภาพนิ่งผสมผสานกับการใช้ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ และเสียง โดยอาศัยเทคโนโลยีของเว็บในการถ่ายทอดเนื้อหา รวมทั้งใช้เทคโนโลยีการจัดการหลักสูตร และการบริหารจัดการงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ไม่ว่าจะเป็นการเรียนรู้ภายในพื้นที่ที่ใกล้เคียง หรือการเรียนรู้ทางไกล โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญสองระบบ คือ ระบบบริหารการเรียนการสอน “LMS: Learning Management System” ทำหน้าที่เป็นเสมือนศูนย์กลางการเรียนตามมาตรฐานของ SCORM/AICC และระบบการจัดการเนื้อหา (CMS) ด้วยเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการเรียนการสอน ซึ่งโปรแกรมมูเดลเป็นทั้ง LMS และ CMS หรือที่เรียกรวมกันว่า “LCMS: Learning Content Management System” เป็นอีเลิร์นนิ่งขั้นสูงขึ้นมา ซึ่งโปรแกรมมูเดลเป็นซอฟต์แวร์สำหรับจัดการเรียนการสอนบนเว็บไซต์

ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งพัฒนาโดย Martin Dougiamas ซึ่งเป็น ซอฟต์แวร์รหัสเปิด (Open Source) แบบ GPL: General Public License ภายใต้อิทธิพลของ GNU ซอฟต์แวร์มูลเดิม ทำให้สามารถสร้างแหล่งข้อมูลและเผยแพร่ข่าวสารได้อย่างสมบูรณ์พร้อมด้วยเครื่องมืออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้อย่างครบถ้วนในการพัฒนาเครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ภาพที่เป็นราสเตอร์ (RASTER Graphic) คือ ภาพแบบดิจิทัลซึ่งสร้างขึ้นจากการเรียงตัวของจุดสี (Pixel) ด้วยโครงสร้างแบบตาราง จุดสีแต่ละจุดสามารถนำมาเข้ารหัสเพื่อแปลงเป็นจำนวนเต็มฐานสอง และนำมาใช้ประมวลผลในระบบคอมพิวเตอร์ได้ การเข้ารหัสจุดสีแต่ละจุดจะใช้จำนวนเต็มฐานสองในการแทนค่าสีต่าง ๆ ในกรณีของภาพขาว-ดำ ซึ่งมีจำนวนสีในภาพเพียงสองสี คือ สีขาวและสีดำ การเข้ารหัสจุดสีดังกล่าว สามารถใช้จำนวนเต็มฐานสองเพียงหนึ่งหลัก ในการแทนค่าสีขาว และสีดำได้

คุณลักษณะของ Raster Graphic คือ ความละเอียดของจุดสี (Resolution) และความลึกของสี (Color Depth) ซึ่งคุณลักษณะที่สำคัญทั้งสองเป็นปัจจัยที่ใช้ในการกำหนดคุณภาพของภาพโดยตรง ความละเอียดของจุดสีมีผลโดยตรงกับขนาดของภาพที่แสดงในจอภาพของระบบคอมพิวเตอร์ และขนาดของภาพที่พิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ ส่วนความลึกของสีมีผลทำให้ การไล่โทนสีภาพในภาพดูนุ่มนวล และมีรายละเอียดที่ชัดเจน รายละเอียดที่สำคัญของคุณลักษณะทั้งสอง

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การวิเคราะห์สภาพปัญหา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาสภาพปัญหาโดยการสอบถามผู้สอนในโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี เพื่อนำ

ข้อมูลมาเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบสอบถามเพื่อสำรวจ ความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาทั่วไปของการใช้งาน อิเลิร์นนิ่งภายในโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี ซึ่งทางโรงเรียนใช้โปรแกรมมูลเดิมในการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยแจกแบบสอบถามกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นผู้สอนที่เคยใช้งานอิเลิร์นนิ่งของโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี ได้มาด้วยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อมาวิเคราะห์ สถิติที่ใช้ในการวิจัยคือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

3.2 การกำหนดประชากรและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ในการพัฒนาตัวประสานงานผู้ใช้สำหรับระบบจัดการเนื้อหาการเรียนรู้อะแดตติฟและการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยไว้ดังนี้

3.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้สอนในโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี แขวงดินแดง เขตดินแดง กรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 กระทรวงศึกษาธิการ

3.2.2 ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ จำนวน 5 คน

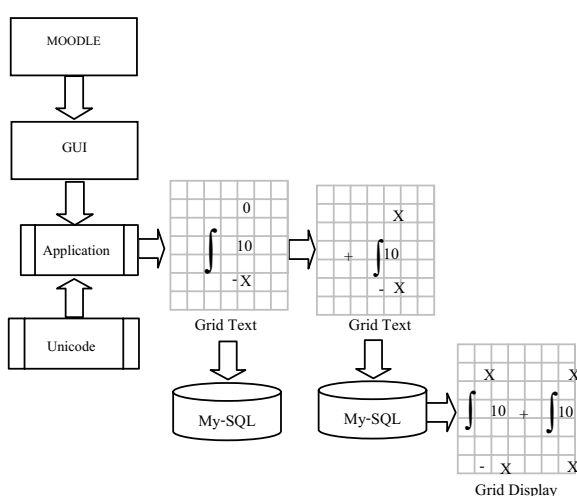
3.2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยการพัฒนาตัวประสานงานผู้ใช้สำหรับระบบจัดการเนื้อหาการเรียนรู้อะแดตติฟ ได้แก่ ผู้สอนในโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี จำนวน 50 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบสมัครใจ (Volunteer Nonrandom Sampling)

3.3 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 การพัฒนาเครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในมูลเดิม มีลักษณะที่ต้องจำรหัสและต้องใส่เครื่องหมาย “dollar sign” เพื่อให้มูลเดิมทราบว่าเริ่มใช้สัญลักษณ์

คณิตศาสตร์ และปิดทุกครั้งที่มีพหุข้อความเสร็จเรียบร้อยแล้ว ในการพัฒนาเครื่องมือการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการพัฒนา GUI ครอบคลุมข้อมูลของโมเดล โดยการพัฒนาโปรแกรมขึ้นมาเพื่อรับค่าและแสดงผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในโปรแกรมโมเดลสามารถใช้สัญลักษณ์คณิตศาสตร์ได้ แต่ไม่สะดวกในการใช้งาน ซึ่งในการพัฒนาประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: การออกแบบเครื่องมือการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์

จากภาพที่ 1 สามารถสรุปขั้นตอนการทำงานได้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 พัฒนาโปรแกรม เพื่อทำหน้าที่เฉพาะสำหรับผู้ใช้งานโดยตรง เพื่อให้ผู้ใช้งานได้คลิกเลือกโดยที่ไม่ต้องจำรหัส เพื่อรองรับสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 2 ทำการแปลงสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ให้เป็น Unicode Text (กำหนดหมายเลขเฉพาะสำหรับแต่ละอักขระ) เพื่อให้โมเดลเข้าใจสัญลักษณ์ที่ผู้ใช้พิมพ์ลงไป

ขั้นที่ 3 ทำการออกแบบตารางการแสดงผล (Grid Display) เพื่อทำการแสดงผลสมการทาง

คณิตศาสตร์ ซึ่งการแสดงผลสมการทางคณิตศาสตร์สามารถแสดงผลได้ 2 ชุดต่อเนื่องกัน

ขั้นที่ 4 ออกแบบฐานข้อมูลเพื่อเก็บสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ที่ผู้สอนพิมพ์

การออกแบบเครื่องมือสมการทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งประกอบด้วยการแบ่งหมวดหมู่ออกเป็น 5 หมวดหมู่ด้วยกันคือ

- 1) Common Arithmetic & Algebra
- 2) Fraction & Integral
- 3) Summation & Integral Templates
- 4) Greek Character
- 5) Other Mathematical Symbols

ลักษณะการแบ่งหมวดหมู่การใช้งานของเครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็นหมวดหมู่ตามลักษณะการใช้งานโดยอ้างอิงมาจาก Math Unicode Entities (<http://tlt.its.psu.edu/suggestions/international/bylanguage/mathchart.html>) ซึ่งเป็นเว็บไซต์เกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งหมวดหมู่ตามลักษณะการใช้งาน ซึ่งในแต่ละหมวดก็ยังสามารถแบ่งเป็นหมวดย่อย ตามความเหมาะสมในการใช้งาน

ในการแสดงผลสมการทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งตารางการแสดงผลผลลัพธ์เครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ แบ่งเป็นตารางทั้งหมด 9 ช่อง ดังภาพ

	A	B	C	sup
1				
2				
3				sub

ภาพที่ 2: ตารางการแสดงผลผลลัพธ์สมการทางคณิตศาสตร์

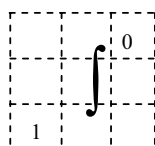
การออกแบบในลักษณะดังกล่าวนี้จะอำนวยความสะดวกในการพิมพ์สมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่ง

แนวทางในการออกแบบตารางการรับข้อมูล โดยแบ่งออกเป็นตาราง ใช้ Text box แบ่งออกเป็น 9 ส่วน คือ

ตารางที่ 1 การระบุตำแหน่งของตารางทั้ง 9 ช่อง

ด้วยกบน-ซ้าย	ด้วยกบน-กลาง	ด้วยกบน-ขวา
ตัวปรกติ-ซ้าย	Math Symbol	ตัวปรกติ-ขวา
ตัวห้อยล่าง-ซ้าย	ตัวห้อยล่าง-กลาง	ตัวห้อยล่าง-ขวา

เนื่องจากสัญลักษณ์คณิตศาสตร์มีลักษณะการเอียงตำแหน่งที่แตกต่างกันเช่น



ภาพที่ 3: ลักษณะของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีการเอียงของตำแหน่ง

จากภาพที่ 3 จะสังเกตว่า สัญลักษณ์คณิตศาสตร์มีการเอียงตำแหน่งทั้งด้านหน้าและด้านหลัง เพราะฉะนั้นจึงต้องตีตารางกริดเพื่อบังคับตำแหน่งให้ตรงตามตำแหน่งนั้น ๆ

ในการพัฒนาเครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องมีการเก็บข้อมูลที่ผู้ใช้งานพิมพ์ข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล โดยสร้างตารางลงใน My-SQL ซึ่งก่อนที่จะสร้างฐานข้อมูลได้นั้นต้องทำการติดตั้งโปรแกรม AppServ เพื่อจำลองเครื่องให้เป็นโฮตเซิร์ฟเวอร์ก่อน และติดตั้งโปรแกรมมูเดลให้เรียบร้อยก่อน ถึงจะทำการสร้างตารางข้อมูลได้ โดยตั้งชื่อตารางว่า Key_post ซึ่งในตาราง key_post จะแบ่งตาราง key_sup1 key_sup2 key_sup3 key_mid1 key_mid2 key_mid3 key_sub1

key_sub2 key_sub3 ไว้เพื่อรองรับข้อมูลที่เป็นตัวอักษร ตัวยก ตัวห้อย ที่ผู้ใช้งานพิมพ์ลงไป ดังภาพที่ 4 ถึงภาพที่ 6

key_sup1	key_sup2	key_sup3
\square^1	\square^2	\square^3

ภาพที่ 4: การเก็บข้อมูลด้วยกบน-ซ้าย ด้วยกบนกลางด้วยกบน-ขวา

key_mid1	key_mid2	key_mid3
Σ	\int	A

ภาพที่ 5: การเก็บข้อมูลตัวอักษรปรกติตัวตัวปรกติ-ซ้าย Math Symbol ตัวปรกติ-ขวา

key_sub1	key_sub2	key_sub3
\square_1	\square_2	\square_3

ภาพที่ 6: การเก็บข้อมูลตัวห้อยล่าง-ซ้าย ตัวห้อยล่าง-กลาง ตัวห้อยล่าง-ขวา

3.4 การเก็บข้อมูล

การทดลองและการเก็บข้อมูล ในส่วนการทดลอง ผู้วิจัยได้ติดตั้งโปรแกรมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นลงในเซิร์ฟเวอร์ของโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรีที่ <http://www.surasak.ac.th/e-Learning> หรือเข้าโดยตรงที่ <http://elearning.surasak.ac.th> จากนั้นทำการประกาศรับสมัครกลุ่มตัวอย่างหรือผู้สอนที่สนใจในการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายเป็นเวลา 1-2 สัปดาห์ โดยประกาศไว้ที่บอร์ดเป็นการประชาสัมพันธ์ให้กับผู้ที่สนใจ โดยเตรียมเพิ่มกระดาศ ให้ผู้สอนลงชื่อเพื่อเข้ารับมอบหมาย ซึ่งประกาศรับสมัครผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 50 คน และดำเนินการจัดทำเอกสารการฝึกอบรม และการขอ

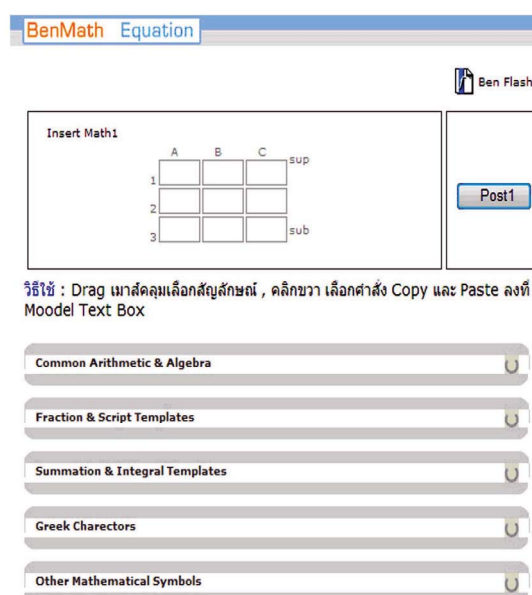
อนุญาตทางโรงเรียน และหนังสือแต่งตั้งการเป็นวิทยากรตามระเบียบของโรงเรียน แล้วให้ผู้ลงทะเบียนรับการอบรมติดต่อกับผู้ดูแลระบบ (Admin) เพื่อทำการลงทะเบียน และกำหนดสิทธิ์การใช้งาน จากนั้นผู้ดูแลระบบจะทำการอนุญาตให้เปิดรายวิชา ผู้สอนสามารถลงชื่อผู้เข้าใช้ (Username) และป้อนรหัสผ่าน (Password) จึงจะสามารถสร้างเนื้อหาหรือบทเรียนตามกิจกรรมต่าง ๆ ได้ การฝึกอบรมครั้งนี้เป็นการอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยฝึกอบรมที่อาคาร 1 ชั้น 2 ห้อง 121 ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี ประกอบไปด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวน 51 เครื่อง โดยแบ่งเป็นเครื่องผู้สอน 1 เครื่อง และเครื่องที่ใช้ในการฝึกอบรมจำนวน 50 เครื่อง ซึ่งในการอบรมครั้งนี้ผู้วิจัยเป็นวิทยากร เป็นผู้สาธิตและให้ผู้สอนปฏิบัติตามก่อน ซึ่งการอบรมเป็นการอบรมทีละส่วน โดยแนะนำในส่วนการออกแบบบล็อกและหน้าจอหลักของโปรแกรม การเข้าใช้งาน การนำเนื้อหาเข้าสู่บทเรียน และการใช้เครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ โดยอธิบายขั้นตอนการใช้งาน และวิธีการใช้งานในลักษณะต่าง ๆ เมื่ออธิบายเสร็จเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นให้ผู้สอนได้ทดลองใช้โปรแกรมโดยทดลองลงมือทำ เมื่อผู้สอนไม่สามารถปฏิบัติตามตรงไหนได้ วิทยากรได้แนะนำและตอบข้อซักถามเกี่ยวกับโปรแกรมการพัฒนาตัวประสานงานผู้ใช้สำหรับระบบจัดการเนื้อหาการเรียนรู้ของผู้สอนพอใจ แล้วให้ทำแบบสอบถาม

4. ผลของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาเครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาเครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้งานในโปรแกรมมูเดล 2) เพื่อหาความพึงพอใจการใช้งานของผู้สอนที่มีต่อการใช้งานตัวประสานงานผู้ใช้สำหรับ

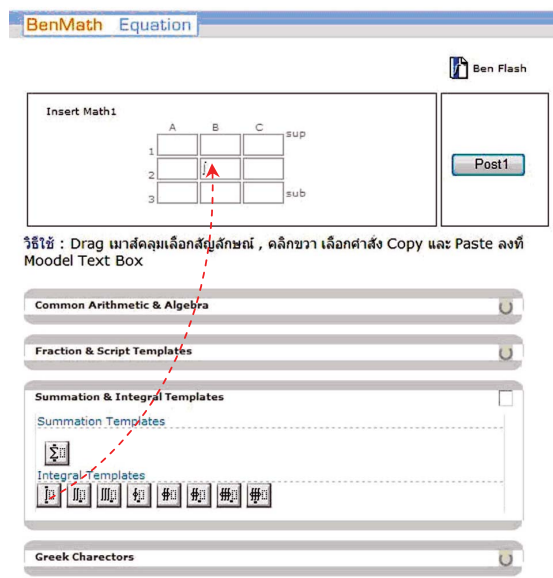
ระบบจัดการเนื้อหาการเรียนรู้และเครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการระบบ (System Approach) เพื่อพัฒนาตัวประสานงานหลังจากได้ผ่านกระบวนการตรวจสอบจากผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน แล้วได้นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้สอนในโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี แขวงดินแดง เขตดินแดง กรุงเทพมหานคร ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบสมัครใจ (volunteer nonrandom sampling) กลุ่มจากตัวอย่างจำนวน 50 คน ซึ่งปรากฏผลการวิจัย ดังนี้

4.1 ผลที่ได้จากการพัฒนาเครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้งานในโปรแกรมมูเดล



ภาพที่ 7: หน้าจอหลักของโปรแกรมเครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์

หน้าจอที่ได้จากการพัฒนาเครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในหน้าจอหลักจะประกอบด้วยคำอธิบายการใช้งานโปรแกรม ซึ่งการใช้งานผู้สอนสามารถ Drag มาใส่คลุมเลือกสัญลักษณ์ คลิกขวา เลือกคำสั่ง Paste ลงที่มูเดล Text box



ภาพที่ 8: การพิมพ์ข้อความลงในเครื่องมือสำหรับ
สร้างสมการทางคณิตศาสตร์

4.2 ความพึงพอใจของผู้สอนที่มีต่อการพัฒนาตัว ประสานงานผู้ใช้สำหรับระบบจัดการเนื้อหาการเรียนรู้

ผลการวิจัย จากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เครื่องมือ
สำหรับสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 50 คน โดยใช้
แบบสอบถามที่พัฒนาขึ้น พบว่า ผู้สอนได้แสดงความ
พึงพอใจที่มีต่อการพัฒนาตัวประสานงานผู้ใช้ในงาน
การใช้เครื่องมือสำหรับสร้างสมการทางคณิตศาสตร์อยู่ใน
ระดับมากถึงพอใจมากที่สุด คือ ผู้สอนมีความพึงพอใจ
ค่าเฉลี่ย 4.48 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.64 อยู่ใน
ระดับพึงพอใจมาก

การพัฒนาตัวประสานงานผู้ใช้สำหรับระบบ
จัดการเนื้อหาการเรียนรู้ในครั้งนี้ ผลปรากฏว่าความ
พึงพอใจของผู้ใช้ด้านครูผู้สอนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ
อยู่ในระดับมาก อาจเนื่องมาจากผู้สอนต้องการที่จะมี
แหล่งข้อมูลที่สามารถสร้างบทเรียนโดยอาศัย
เทคโนโลยีที่ทันสมัย และนำไปทำผลงานเพื่อขอมีหรือ
เลื่อนวิทยฐานะ และพัฒนาตนเอง

ความสะดวกในการใช้งานเครื่องมือสำหรับ
พัฒนาสมการทางคณิตศาสตร์ ระยะเวลาในการ
ตอบสนองการใช้งานโดยรวม และประโยชน์ที่ได้จาก
การใช้งานสอดคล้องกับความต้องการของผู้สอนที่
ต้องการใช้งาน ทั้งนี้ผู้วิจัยมีความต้องการพัฒนาตัว
ประสานงานให้มีการออกแบบที่เหมาะสมและ
ง่ายต่อการใช้งาน มุ่งเน้นการพัฒนาสอดคล้องกับ
โปรแกรมที่มีอยู่เดิม คือ สามารถเป็นระบบที่เป็น
ตัวกลางระหว่างผู้สอนกับผู้ใช้พัฒนาบทเรียน เพื่อ
นำไปใช้ในการจัดการเรียน การสอนให้เป็นไปอย่างมี
ประสิทธิภาพ

นอกจากนี้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น สามารถ
นำไปใช้งานกับโปรแกรมมัลติมีเดียเวอร์ชันใดก็ได้ โดยนำ
ไฟล์เครื่องมือสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ไปติดตั้งใน
ไลบรารี (library) ในโปรแกรมมัลติมีเดีย เครื่องมือสำหรับ
สร้างสมการทางคณิตศาสตร์จึงมีความสะดวกในการ
ติดตั้งและใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

- [1] มนต์ชัย เทียนทอง. การออกแบบและพัฒนาคอร์ส
แวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- [2] เว็บไซต์ในการพัฒนาเครื่องมือสร้างสมการทาง
คณิตศาสตร์
(<http://tlt.its.psu.edu/suggestions/international/bylanguage/mathchart.html>)
- [3] เว็บไซต์มัลติมีเดีย (<http://www.thaiall.com/e-Learning/moodle.html>)
- [4] เว็บไซต์ CMS (http://www.cmsthailand.com/docs/Moodle_install.html)
- [5] เว็บไซต์ (<http://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/lms>)

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขัน (TGT) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับช่วงชั้นที่ 3

วิษุณี สารสุวรรณ¹ และ สรเดช กรุทจอน²

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : ¹s_wichunee@hotmail.com, ²soradechk@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขัน (TGT) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพนมสารคาม “พนมอดุลวิทยา” ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (simple random sampling) จากนักเรียนจำนวน 14 ห้องเรียน ได้กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 48 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขัน (TGT) แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียน แบบทดสอบหลังเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่ ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.41/80.18 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนด้วยบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในระดับมาก

คำสำคัญ: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ ทีมแข่งขัน วิทยาศาสตร์

Abstract

The objectives of this research are to develop and to validate the efficiency of the Web-Based Cooperative Learning Using Teams-Games-Tournament Technique of Science Curriculum for Mattayom Suksa II, to the compare learning achievement of the student after using the developed learning tools, and to evaluate the level of satisfaction after learning tool. The 48 students were chosen from Mattayom Suksa II at the Panomsarakarm "Panomadunwittaya" based on random sampling of 14 classrooms. The research tools employed in the experiments included the Web-Based Cooperative Learning Using Teams-Games-Tournament Technique (WBCL-TGT), pretest, summative test, posttest and questionnaires. Data were statistically analyzed by using percentages, means, standard deviations and t-test. The results of this research indicated that the efficiency of WBCL-TGT is 80.41/80.18 which is higher than the standard criterion of 80/80, the learning achievement is also higher than those before learning at the statistically significant level of .01. In addition, it is found that the learners' satisfaction after using the WBCL-TGT is at a "high" level.

Keywords: Web Based Instruction, Cooperative Learning, Team-Games-Tournament, Science

1. บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบัน และอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวัน และในงานอาชีพต่าง ๆ เครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนผลผลิตต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge Based Society) ทุกคนจึงต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ ความเข้าใจโลกธรรมชาติและ

เทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม [1]

จากการศึกษาภาวะการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันยังไม่ประสบผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายเท่าที่ควร จะเห็นได้จากรายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษานักเรียนทั่วประเทศในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประจำปีการศึกษา 2549 ของกระทรวงศึกษาธิการ พบว่า ผลการวัดระดับความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีร้อยละ 6.32 ระดับที่พอใช้ ร้อยละ 74.77 และระดับควรปรับปรุงร้อยละ 18.91 [2] และการศึกษาผลการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนพนมสารคาม "พนมอดุลวิทยา" สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจะเข้ชงเทรา เขต 2 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีถึงดีเยี่ยม (ผลการเรียน 3-4) ร้อยละ 27 และอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี (ผลการเรียน 1-2.5) ร้อยละ 69 และต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

(ผลการเรียน 0) ร้อยละ 3 และเมื่อพิจารณาถึงสาเหตุที่ทำให้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่บรรลุตามจุดมุ่งหมายทั้งนี้ เนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนไม่ตอบสนองความแตกต่างกันระหว่างบุคคล การที่จะให้เด็กทุกคนเรียนรู้ได้เท่าเทียมกันในเวลาอันจำกัดเป็นเรื่องยาก เพราะความรู้พื้นฐาน ความสามารถ ตลอดจนความสนใจที่แตกต่างกันไปของแต่ละคน ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจะต้องตอบสนองต่อนักเรียนในสองลักษณะ คือ การสอนเป็นกลุ่มใหญ่ และการเรียนเป็นรายบุคคล อีกทั้งมีการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาเข้ามาผสมผสานกัน โดยอยู่ในรูปแบบของสื่อการเรียนการสอนและเทคนิควิธีการ วิธีการเรียนการสอนที่ชี้ให้นักเรียนเป็นสำคัญ และเน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลนั้น จำเป็นต้องนำเทคโนโลยีทางการสอนที่มีศักยภาพในการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ [3] และการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา มีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ทำการทดลองเป็นกลุ่ม ซึ่งเป็นกลุ่มที่นักเรียนมีบทบาทการเรียนรู้ไม่เท่ากัน เป็นการทำงานร่วมกันโดยเน้นผลงานมากกว่ากระบวนการกลุ่ม นักเรียนบางคนของกลุ่มเท่านั้นที่มีความรับผิดชอบทำงานจนผลงานสำเร็จ ไม่มีการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในการช่วยเหลือเพื่อนร่วมกลุ่มให้เกิดการเรียนรู้ จึงเป็นผลทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความร่วมมือในการทำงานกลุ่มอยู่ในระดับต่ำ ด้วยเหตุดังกล่าวจึงอาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนไม่สนใจเรียนในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ [4]

การนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสร้างสรรค์บทเรียนให้อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อความสมบูรณ์ต่อการเรียนการสอนให้เข้มข้นขึ้น ทำให้เป็นสื่อการเรียนที่สามารถสนองความแตกต่าง แต่ละ

บุคคลได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ คอมพิวเตอร์ยังสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้แก่ผู้เรียนได้อีกเป็นอย่างมาก ความแปลกใหม่ของคอมพิวเตอร์ยังเพิ่มความสนใจความตั้งใจของผู้เรียนมากขึ้น [5] การเรียนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network Based Learning) จึงถูกนำมาใช้เพื่อการเรียนการสอนในหลายระดับ เพื่อมุ่งการขยายโอกาสการศึกษา ให้การศึกษาย่างต่อเนื่องและการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Long Life Learning) โดยมุ่งเน้นการให้บริการการเรียนรู้ภายใต้หลักการที่สำคัญ คือ ความยืดหยุ่น (Flexibility) ความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility and Affordability) ประสิทธิภาพ (Efficiency) และความสามารถในการรวบรวมความรู้ (Wisdom of Collection) แต่การจัดการเรียนการสอนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีความแตกต่างจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติที่เรียกกันว่า Traditional Classroom Environment หรือ Face to Face การที่จะทำให้การเรียนการสอนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ผลและเกิดผลลัพธ์ทางการเรียนรู้อย่างสูงสุด จึงต้องใช้วิธีการเรียนการสอนที่มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องเหมาะสม เอื้ออำนวยต่อรูปแบบของการเรียนการสอนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์จึงจะใช้ศักยภาพของเทคโนโลยีของระบบเครือข่ายได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และทำให้ได้ผลลัพธ์และคุณประโยชน์ต่อการเรียนรู้ อย่างสูงสุด

การจัดการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถค้นพบความรู้ต้องใช้เทคนิควิธีการสอนที่หลากหลายที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนอย่างมีความสุข สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ โดยเทคนิคการสอนที่น่าสนใจคือ วิธีการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนการสอนวิธีหนึ่ง ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุดในการเรียนรู้

โดยนักเรียนอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ มีกระบวนการทำงานกลุ่มเป็นแบบทุกคนร่วมมือกัน จัดให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน มีบทบาทที่ชัดเจนในการเรียนหรือการทำกิจกรรมอย่างเท่าเทียมกัน และได้เรียนรู้ไปพร้อมๆ กัน มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างแท้จริงได้พัฒนาทักษะ ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ตรวจสอบผลงาน ขณะเดียวกันก็ต้องช่วยกันรับผิดชอบการเรียนรู้ในงานทุกขั้นตอนของสมาชิกในกลุ่ม นักเรียนจะบรรลุถึงเป้าหมายของการเรียนรู้ได้ก็ต่อเมื่อสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มบรรลุเป้าหมายเช่นกัน [4] ซึ่งการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) มีเทคนิคย่อย 5 เทคนิคดังนี้ STAD, TGT, TAI, CIRC และ JIGSAW [6] โดยเทคนิคการแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) และเทคนิคการแข่งขันเป็นกลุ่มด้วยเกม (TGT) เป็นเทคนิคที่ขั้นตอนการเรียนรู้ที่คล้ายคลึงกัน ได้แก่ การนำเสนอ บทเรียนต่อทั้งชั้น การเรียนกลุ่มย่อย การวัดผลทางวิชาการ โดยเทคนิค STAD ใช้วิธีการสอบย่อยแต่เทคนิค TGT ใช้วิธีการแข่งขันทางวิชาการ และขั้นสุดท้ายคือ การยกยอกทีมประสบผลสำเร็จ โดยทั้ง 2 เทคนิคเป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนที่มีจุดประสงค์ที่ต้องการให้กลุ่มผู้เรียนได้ศึกษาประเด็นหรือปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว โดยมีคำตอบที่ถูกต้องชัดเจน เช่น การคำนวณทางคณิตศาสตร์ การใช้ภาษา ภูมิศาสตร์ ทักษะการใช้แผนที่ และความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ มีการจัดกลุ่มนักเรียนตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความแตกต่างกันออกเป็นกลุ่มเพื่อทำงานร่วมกัน กลุ่มละประมาณ 4-6 คน ประกอบด้วยเด็กเก่ง 1 คน เด็กปานกลาง 2 คน เด็กอ่อน 1 คน) จากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ พบว่าเทคนิคการแข่งขันเป็นกลุ่มด้วยเกมช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน

ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ฝึกทักษะกระบวนการกลุ่มทางสังคม เช่น ทักษะกระบวนการกลุ่ม ทักษะการเป็นผู้นำ ฝึกความรับผิดชอบ และฝึกการช่วยเหลือผู้อื่นด้วยความเต็มใจ และนอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ความตื่นเต้น สนุกสนานกับการเรียนรู้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขัน (TGT) รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นการเลือกใหม่ในการพัฒนาวัตกรรมการเรียนการสอนทางไกล การศึกษา ด้วยการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อสนับสนุนผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ มีโอกาสพัฒนาสติปัญญาในทุกด้านพร้อมกันจากการช่วยเหลือกันในการแก้ปัญหาและเตรียมความพร้อมของสมาชิกในกลุ่มเพื่อแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการทำให้ได้พัฒนาความรู้ความสามารถ และสนุกสนานกับการเรียนตลอดจนพัฒนาด้านวินัย คุณธรรมและจริยธรรมไปพร้อมกัน รวมทั้งเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขัน (TGT) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

2.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย
สอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบ
ร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขัน (TGT) ที่สร้างขึ้นมี
ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูง
กว่าก่อนการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่
ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

3.3 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้งานบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในระดับมาก

4. บรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

4.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนกลุ่ม สาระวิทยาศาสตร์

4.1.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช
2544

ระดับช่วงชั้น กำหนดหลักสูตรเป็น 4 ช่วงชั้น ตาม
ระดับพัฒนาการของผู้เรียน ดังนี้ ช่วงชั้นที่ 1 ชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 1-3 ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6
ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ช่วงชั้นที่ 4 ชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4-6

สาระการเรียนรู้ กำหนดสาระการเรียนรู้ตาม
หลักสูตร ซึ่งประกอบด้วย องค์ความรู้ ทักษะหรือ
กระบวนการการเรียนรู้ และคุณลักษณะหรือค่านิยม
คุณธรรม จริยธรรมของผู้เรียนเป็น 8 กลุ่ม ดังนี้
ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา
ศาสนาและวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ
การงานอาชีพและเทคโนโลยีและภาษาต่างประเทศ
โดยมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐานของกลุ่ม
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระ ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5: พลังงาน

สาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7: ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี

4.1.2 การรวบรวมเนื้อหา

เนื้อหาวิทยาศาสตร์ 2 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2544 ประกอบด้วยบทเรียน 3 หน่วยการ
เรียนรู้ ดังนี้

การเรียนรู้ที่ 1 ชีวิตสัตว์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แสง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ธาตุและสารประกอบ

4.2 การจัดการเรียนแบบร่วมมือ

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการจัด
กิจกรรมกลุ่มเล็ก ประมาณ 4-6 คน โดยสมาชิกกลุ่มมี
ความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน คือ นักเรียนที่
มีความสามารถสูง 1 คน นักเรียนที่มีความสามารถปานกลาง
2 คน และนักเรียนที่มีความสามารถอ่อน 1 คน โดย
สมาชิกกลุ่มจะมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันทางการ
เรียน เพื่อให้กลุ่มบรรลุเป้าหมายร่วมกัน

4.3 เทคนิคการสอนแบบกลุ่มแข่งขัน (TGT)

รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้แบบกลุ่ม
แข่งขัน มีขั้นตอนการสอนดังนี้

4.3.1 การนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (Class
Presentation) โดยครูจะทำการสอนเนื้อหาของบทเรียน

แก่นักเรียนพร้อมกันทั้งชั้น ซึ่งครูอาจจะใช้เทคนิควิธีการสอนรูปแบบใดนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหา ของบทเรียน และการตัดสินใจของครูเป็นสำคัญที่จะเลือกวิธีการสอนที่เหมาะสม

4.3.2 การเรียนกลุ่มย่อย (Team Study) กลุ่มจะประกอบด้วยสมาชิกประมาณ 4 - 6 คนซึ่งมีความสามารถแตกต่างกันทางการเรียน เพศ หน้าที่ที่สำคัญของกลุ่ม คือ การเตรียมสมาชิกของกลุ่มให้มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่เรียน หลังจากทีครูนำเสนอเนื้อหาต่อให้นักเรียนทั้งชั้น

4.3.4 การเล่นเกมแข่งขันทางวิชาการ (Game Tournament) เป็นการแข่งขันตอบคำถามเกี่ยวกับเนื้อหา ของบทเรียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจบทเรียน เกมประกอบด้วยผู้เล่น 3-5 คน ซึ่งแต่ละคนจะเป็นตัวแทนของกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่ม การกำหนดนักเรียนเข้ากลุ่มเล่นเกมจุดยึดหลักนักเรียนที่มีความสามารถเท่าเทียมกันแข่งขันกัน โดยนักเรียนทุกคนเข้าได้เกมซึ่งนักเรียนเก่งของแต่ละกลุ่มแข่งขันนักเรียนปานกลางแข่งขันกันและนักเรียนอ่อนแข่งขันกัน ในโตะเกมที่จัดไว้เพื่อให้ผู้ที่มีความสามารถใกล้เคียงกันแข่งขันกัน

4.3.4 การยกย่องทีมที่ประสบผลสำเร็จ (Team Recognition) โดยสมาชิกทุกคนนำบัตรสะสมจากการแข่งขันมาแปลงเป็นคะแนน และคิดคะแนนเฉลี่ยของทีม ถ้าคะแนนเฉลี่ยถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะได้รับรางวัลหรือได้รับการยกย่องว่าเป็นทีมที่ประสบผลสำเร็จ

4.4 การจัดกลุ่มในการแข่งขัน

ถ้าผู้เรียนในชั้นมี 7 คน ครูนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ผ่านมาของผู้เรียน มาจัดเรียงตามลำดับจากมากไปน้อยแล้วจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มแบบลดความสามารถ กลุ่มละ 4 คน ประกอบด้วยสมาชิกกลุ่มที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนสูง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน หรือผู้ที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน พร้อมกำหนดหมายเลขประจำตัวสมาชิก

ผู้เรียน คนที่	คะแนน	ตำแหน่ง คะแนน	กลุ่มที่ สังกัด	ระดับ	หมายเลข ประจำตัว
1	85	1	กลุ่ม 1	เก่ง	1
2	85	2	กลุ่ม 2	เก่ง	1
3	84	3	กลุ่ม 3	ปานกลาง	2

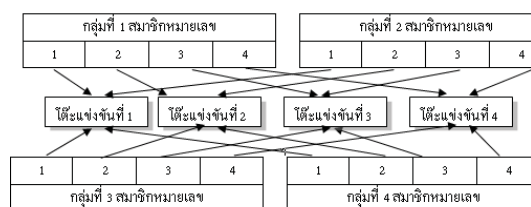
ตารางที่ 1 : ตัวอย่างการจัดกลุ่มผู้เรียน

ผู้เรียน คนที่	คะแนน	ตำแหน่ง คะแนน	กลุ่มที่ สังกัด	ระดับ	หมายเลข ประจำตัว
4	83	4	กลุ่ม 4	ปาน กลาง	3
5	78	5	กลุ่ม 4	ปาน กลาง	3
6	76	6	กลุ่ม 3	อ่อน	4
7	75	7	กลุ่ม 2	อ่อน	4

4.5 การจัดกิจกรรมการแข่งขัน

การจัดผู้เรียนเข้าสู่โตะแข่งขัน สมาชิกกลุ่มทุกคนจะต้องเข้าสู่โตะแข่งขันตามความสามารถของตนเอง เช่น โตะแข่งขันที่ 1 หมายถึงโตะแข่งขันสำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถเท่ากับเก่ง ดังนั้นแต่ละกลุ่มจะต้องส่งสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถเท่ากับเก่ง (สมาชิกหมายเลข 1 ของแต่ละกลุ่ม) ลงสู่โตะแข่งขันที่ 1 ส่วนโตะแข่งขันที่ 2 และ โตะแข่งขันที่ 3 หมายถึงโตะแข่งขันสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถปานกลาง แต่ละกลุ่มจะต้องส่งสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถปานกลาง (สมาชิกหมายเลข 2 และ 3) สู่โตะแข่งขันที่ 2 และ โตะแข่งขันที่ 3 ตามลำดับ และจากการแข่งขัน ผู้-

แข่งขันแต่ละคนจะได้คะแนนกลับไปสู่กลุ่มของตนเองตามลำดับ



ภาพที่ 1 : การจัดผู้เรียนเข้าสู่โต๊ะแข่งขัน

4.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

บทเรียนใช้เทคโนโลยีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่นำเอาเทคโนโลยีไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia) และมัลติมีเดีย (Multimedia) มาผสมผสานกันเพื่อช่วยให้บทเรียนดูน่าสนใจมากขึ้น ในขณะที่ผู้เรียนด้วยกันหรือผู้เรียนกับผู้สอนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันโดยผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) ผู้สอนสามารถติดตามพฤติกรรมการเรียนตลอดจนผลการเรียนของผู้เรียนผ่านอินเทอร์เน็ต และเพื่อแก้ปัญหาทางการเรียนของผู้เรียนรวมถึงแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลา

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 การดำเนินการวิจัย

วิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการตามขั้นตอนวิธีการระบบ (System Approach) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การทดลองใช้ และการประเมินผล [8]

5.1.1. การวิเคราะห์ เป็นการศึกษาสภาพปัญหาของงานวิจัย ศึกษาเอกสารรายงาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา แล้วรวบรวม สรุปผลและนำมาเขียนเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย

5.1.2. การออกแบบ เป็นการนำกรอบแนวคิดในการวิจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ มากำหนดรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ คำจำกัดความ วัตถุประสงค์ เป้าหมาย และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.3 การพัฒนา เป็นการนำรูปแบบในขั้นตอนออกแบบมาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รวมถึงการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.4 การทดลองใช้ เป็นการนำเครื่องมือที่พัฒนาเรียบร้อยแล้ว ไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญและใช้งานกับกลุ่มทดลอง

5.1.5 การประเมินผล เป็นการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เพื่อสรุปผล

5.2 การทดลองใช้

การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาไปทำการทดลองใช้กับกลุ่มทดลองเพื่อเป็นการตรวจสอบการทำงานของบทเรียน รวมถึงการสอบถามผู้ทดลองใช้เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยมีขั้นตอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ติดตั้งบทเรียน 2) การทดลองใช้บทเรียน และ 3) การประเมินผลบทเรียน

5.3 การประเมินผล

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลการประเมินผลบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ ข้อมูลการทดลองใช้บทเรียนแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้งานบทเรียน มาสรุปผลและประเมินผลบทเรียนในภาพรวม และนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณา และปรับบทเรียนให้สามารถใช้งานได้พร้อมจัดทำคู่มือการใช้งานบทเรียน

6. ผลการดำเนินงาน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขัน (TGT) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการทดลองในครั้งนี้ มีเนื้อหา 3 หน่วยการเรียนรู้ โดยส่วนประกอบของบทเรียน ประกอบไปด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน วัตถุประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาบทเรียน แบบฝึกหัดกลุ่ม เกมแข่งขัน แบบทดสอบย่อยท้ายหน่วยเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยแบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design ซึ่งมีกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างคะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียนและคะแนนของแบบทดสอบหลังเรียน [8]

7. สรุปผล

7.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและหลังเรียน

โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ผู้วิจัยได้นำคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าทีแบบจับคู่ (t-dependent)

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน

การสอบ	ผู้เรียน	\bar{X}	S.D.	t _{คำนวณ}	Sig.
ก่อนเรียน	48	9.88	2.61	38.63**	.000
หลังเรียน	48	29.67	2.84		

Sig. <*.01, df = 47

จากผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบน

เครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขัน (TGT) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

7.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขัน (TGT)

โดยคิดจากค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบย่อยท้ายหน่วยเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 80.41 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80 ตัวแรก) และคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 80.18 (80 ตัวหลัง) หรือสรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.41/80.18 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ในสมมติฐานข้อที่ 1 และถือได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นอยู่ในเกณฑ์พอใช้ (Fair)

7.3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจ

ความพึงพอใจของผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขัน (TGT) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.99$ S.D = 0.80)

8. ข้อเสนอแนะทั่วไป

8.1 การแสดงตัวตนของผู้เรียน อาจใช้การตั้งชื่อแทนชื่อจริงของผู้เรียน เช่น ถ้าผู้เรียนอยู่กลุ่ม A คนที่ 1 ให้ชื่อ A1 เป็นต้น เพื่อให้สมาชิกภายในกลุ่มไม่สามารถทราบได้ว่าตัวตนที่แท้จริงของผู้เรียนแต่ละคนเป็นใคร ซึ่งสามารถช่วยลดความขัดแย้งหรือความไม่พอใจใน

สมาชิกกลุ่มของตนอีกทั้งยังเป็นการช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าแสดงความคิดเห็นได้ดียิ่งขึ้น

8.2 การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขันไปใช้งานสามารถปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับกลุ่มการเรียนรู้หรือรายวิชาอื่น ๆ เช่น รายวิชาสังคมศึกษา ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ เป็นต้น

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : กรม, 2545.
- [2] สำนักทดสอบทางการศึกษา, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. รายงานประเมินผลสัมฤทธิ์ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 ปีการศึกษา 2549. กรุงเทพฯ : สำนัก, 2549.
- [3] วิทยา สุภาอินทร์. ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนการสอนแบบการแข่งขันเป็นทีม (TGT) ในวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า. การค้นคว้าอิสระศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2545.
- [4] กุหลาบ บุญนรี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การสืบพันธุ์และการควบคุมจำนวนประชากรมนุษย์ วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการใช้ชุดการสอนที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกม กับเทคนิคการแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันราชภัฏนครราชสีมา, 2545.
- [5] กิดานันท์ มะลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- [6] Slavin, Robert E. Student Team Learning: A Practical Guide to Cooperative Learning. National Education Association Washington, 1995.
- [7] สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 20 วิธีจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์, 2545.

- [8] มนต์ชัย เทียนทอง. การออกแบบและพัฒนาออร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้แผนที่การคิดแบบเมต้า (Metacognitive Maps)

นิกร ขวัญเมือง¹ และ จริญญา แสนราช²

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : ¹nikyscience@hotmail.com, ²jsr@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้แผนที่การคิดแบบเมต้า 2) เพื่อเปรียบเทียบสภาวะการคิดแบบเมต้าของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังการใช้แผนที่การคิดแบบเมต้า 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้แผนที่การคิดแบบเมต้า กลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 22 คน จากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบทดสอบหลังเรียน ใบงานระหว่างเรียน แบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบวัดสภาวะการคิดแบบเมต้า สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีค่า 82.40/80.00 2) สภาวะการคิดแบบเมต้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีคะแนนสภาวะการคิดแบบเมต้าสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้แผนที่การคิดแบบเมต้าอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สภาวะการคิดแบบเมต้า แผนที่การคิดแบบเมต้า

Abstract

The objectives of this research were 1) to develop and validate the efficiency of Web Based Instruction using Metacognitive Maps (WBI-MetaM), 2) to compare metacognition of student between before and after using WBI-MetaM, and 3) to evaluate the level satisfaction of learner after using this tool. The samples were 22 students in

Mattayom 3 by purposive random method. The research tool employed in the experiments included the developed WBI-MetaM, pretest, post-test, formative test, metacognition test, and questionnaires. Data were analyzed by using percentages, means, standard deviations, and t-test statistic. The result of this research indicated that 1) the efficiency of WBI-MetaM was 82.40/80.00, and 2) the metacognition of student after using this tool was higher than those before learning at the statistically significant level of .01, and 3) it was found that the learners satisfaction after using this tool is at a “high” level.

Keywords: Web - Based Instruction, Metacognition, Metacognitive Maps, WBI-MetaM

1. บทนำ

การพัฒนาประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้าขึ้น จำเป็นอย่างยิ่งจะต้องพัฒนาคนให้มีคุณภาพ การศึกษานับว่าเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญที่สุดในการพัฒนาประเทศและสังคม เพราะการศึกษาเป็นกระบวนการที่มุ่งพัฒนาคนทั้งด้านความรู้ ความคิด สติปัญญาและคุณธรรมดังพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 ได้ระบุในมาตรา 6 ไว้ว่า “การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข” [1] โดยมีแนวทางการจัดการศึกษาที่สำคัญคือการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดและได้กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาในส่วนของจัดการกระบวนการเรียนรู้โดยระบุให้ ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้รู้จักประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง แนวทางการศึกษาดังกล่าวให้

ความสำคัญกับกระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการฝึกทักษะ โดยเฉพาะสภาวะการคิดแบบเมต้า (Metacognition) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเพราะว่า เป็นสิ่งที่ช่วยให้แต่ละคนควบคุมกำกับกระบวนการทางปัญญาของตนได้ [2] ด้วยเหตุนี้ ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนากระบวนการคิด การแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นการที่จะผลิตบุคคลให้มีความรู้ความสามารถ คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นนั้นควรเน้นการพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการคิดอย่างรอบคอบมีเหตุผล หรือสามารถคิดแบบเมต้าได้ เนื่องจากทักษะการคิดประเภทนี้สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้มากกว่าและสามารถฝึกให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในทุกระดับอายุ ซึ่งทักษะนี้หากเกิดขึ้นแล้วผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองในด้านต่าง ๆ ได้อย่างมาก [3] โดยเฉพาะสภาวะการคิดแบบเมต้าถือว่าเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่งในการจัดการศึกษาเพื่อให้ได้คุณภาพสูง และเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้ที่ควรฝึกให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน [4] สภาวะการคิดแบบเมต้า ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการรับรู้ ว่าตนเองเข้าใจข้อมูลที่รับมาอย่างไรบ้าง และควรมีการควบคุมการทำงาน และมีกลไกการกำกับ

ติดตามอย่างไรจึงจะทำงานนั้นได้สำเร็จทั้งการควบคุมและกลไกการกำกับติดตามนี้ คือ สภาวะการคิดแบบเมต้า

การให้นิยามความหมายของสภาวะการคิดแบบเมต้าของนักจิตวิทยา นักการศึกษา และนักวิจัย ส่วนใหญ่จะกล่าวถึงสภาวะการคิดแบบเมต้าว่า เป็นเรื่องการคิดเกี่ยวกับการคิดของบุคคลนั้น เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการคือ การวางแผน (Planning) การควบคุมตรวจสอบ (Monitoring) การประเมินผล (Evaluating) และการปรับปรุงแก้ไข (Revising) [5] พื้นฐานทางทฤษฎีของสภาวะการคิดแบบเมต้า คือ ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลเพื่ออธิบายการทำงานของสมอง โดยเทียบเคียงกับการทำงานของคอมพิวเตอร์จึงเริ่มต้นจากการรับรู้ข้อมูล เก็บไว้ในหน่วยความจำระยะสั้น ทำการประมวลผล และแสดงอาการตอบสนองออกมาในขณะเดียวกันก็อาจจะบันทึกไว้ในความจำระยะยาวของสมองด้วยกระบวนการทั้งหมดนี้จะอยู่ภายใต้การควบคุมสั่งการของสภาวะการคิดแบบเมต้าจากพื้นฐานทฤษฎีนี้เองจึงทำให้มีการแตกขยายแนวคิดและคำจำกัดความเกี่ยวกับสภาวะการคิดแบบเมต้านี้ออกไปมากมาย คือ สภาวะการคิดแบบเมต้า การคิดแบบเมต้า เมต้าคอนนิชัน การคิดอภิมาน การคิดอภิปัญญา อภิปริชาน และการคิดโดยใช้เหตุผลขั้นสูง และในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ชื่อสำหรับการวิจัยครั้งนี้ว่า สภาวะการคิดแบบเมต้า

ในการเรียนการสอนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต(Web-based Instruction) เป็นการ จัดสภาพแวดล้อม การเรียนการสอนที่ประยุกต์ใช้คุณลักษณะของอินเทอร์เน็ต โดยนำทรัพยากรที่มีอยู่ในเวิลด์ไวด์เว็บ (World Wide Web) มาเป็นสื่อกลางเพื่อส่งเสริมสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ [6] ไม่ว่าจะเป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิง

เอกสารประกอบการเรียน บทเรียนสำเร็จรูปหรือแม้กระทั่งหลักสูตรวิชาเนื่องจากเวิลด์ไวด์เว็บเป็นบริการบนอินเทอร์เน็ตที่มีแหล่งข้อมูลอยู่มากมายและหลายรูปแบบ ทั้งตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว หรือเสียง โดยอาศัยคุณลักษณะของการเชื่อมโยงหลายมิติ (Hyperlink) ทั้งในรูปแบบของข้อความหลายมิติ (Hypertext) หรือสื่อหลายมิติ (Hypermedia) เพื่อเชื่อมโยงแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องไว้ด้วยกัน

การเรียนการสอนบนเครือข่าย มีข้อดีในการส่งเสริมแนวคิดในเรื่องของการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากเว็บเป็นแหล่งความรู้ที่เปิดกว้างให้ผู้ที่ต้องการศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สามารถเข้ามาค้นคว้าหาความรู้ได้อย่างต่อเนื่องและตลอดเวลา การสอนบนเว็บสามารถตอบสนองต่อผู้เรียนที่มีความใฝ่รู้ รวมทั้งมีทักษะในการ ตรวจสอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Meta-cognitive Skills) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [7] การเรียนการสอนบนเว็บแบบ Non-linear ถูกนำมาใช้อย่างมาก และบ่อยครั้งที่พบว่า ผู้เรียนเกิดการหลงทางระหว่างเรียน ผู้เรียนมีลักษณะเหมือนต้องมีความอดทนเพิ่มมากขึ้นเมื่อเกิดหลงทางและไม่รู้ลำดับของการเรียน การหลงทางนี้เปรียบได้กับ “the tendency to lose the sense of direction” และตำแหน่งขององค์ประกอบในการเรียนแบบ Non-linear สูญหายไป ในการเรียนจากข้อความหลายมิติ ไม่ได้มีความต้องการที่จะให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจข้อความหรือเนื้อหาเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ต้องสามารถเลือกสิ่งหนึ่งสิ่งใดเพื่อเป็นหนทางไปยังสิ่งที่เลือกด้วยแนวทางสำหรับออกแบบทรัพยากรและองค์ประกอบสำหรับการจัดการเรียนบนเว็บด้วยแผนที่การคิดแบบเมต้า (Metacognitive Maps) ซึ่งก็คือเครื่องมือพื้นฐานในการสนับสนุน กระบวนการจัดการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เน้นส่งเสริมสภาวะการคิดแบบ

เมื่อดำเนินการกับผู้เรียนตั้งแต่เริ่มต้นจนจบบทเรียน และแผนที่การคิดแบบเมตาคognitive ช่วยเหลือผู้เรียนไม่ให้หลงทางขณะเรียนด้วยบทเรียนแบบ Non-linear ด้วย ซึ่งสถานะการคิดแบบเมตาคognitive ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ การวางแผน การควบคุมตรวจสอบ การประเมินผล และการปรับปรุงแก้ไข แผนที่การคิดแบบเมตาคognitive มีส่วนประกอบย่อย 2 ส่วน คือ 1 ส่วนของ Global , Local Tracking Maps และส่วนที่ 2 คือ พื้นที่สำหรับการวางแผน (Planning Space) กระบวนการเรียนและการทำงาน การสนับสนุนให้เกิดทักษะการคิดแบบเมตาคognitive เข้าไปในส่วนประกอบย่อยทั้ง 2 ส่วนนี้เอง ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเกี่ยวกับผลการใช้เครื่องมือส่งเสริมสถานะการคิดแบบเมตาคognitive ใน การเรียนการสอนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อันได้แก่ แผนที่การคิดแบบเมตาคognitive โดยศึกษาตามกรอบแนวคิดของ Lee and Baylor [5] ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับสถานะการคิดแบบเมตาคognitive ผู้วิจัยศึกษาตามกรอบแนวคิดของ Brown [8] ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ ด้านการวางแผน การควบคุมตรวจสอบ การประเมินผล และการปรับปรุงแก้ไข ทั้งนี้ทั้งแผนที่การคิดแบบเมตาคognitive กับสถานะการคิดแบบเมตาคognitive มีความสอดคล้องเป็นอย่างยิ่งดังที่กล่าวแล้วข้างต้น อีกทั้งการศึกษาในครั้งนี้ยังเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือทางการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่มีรูปแบบในการส่งเสริมและพัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียนต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้แผนที่การคิดแบบเมตาคognitive เรื่องการใช้งานอินเทอร์เน็ตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

2.2 เพื่อเปรียบเทียบสภาวะการคิดแบบเมตาคognitive ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนและหลังการใช้แผนที่การคิดแบบเมตาคognitive

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้แผนที่การคิดแบบเมตาคognitive

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เป็นอย่างน้อย

3.2 สภาวะการคิดแบบเมตาคognitive ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีคะแนนสภาวะการคิดแบบเมตาคognitive สูงกว่าก่อนเรียน

3.3 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้แผนที่การคิดแบบเมตาคognitive อยู่ในระดับดี

4. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

4.1 หลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

4.1.1 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

สาระที่ 1 การดำรงชีวิตและครอบครัว

สาระที่ 2 การอาชีพ

สาระที่ 3 การออกแบบและเทคโนโลยี

สาระที่ 4 เทคโนโลยีสารสนเทศ

สาระที่ 5 เทคโนโลยีเพื่อการทำงานและอาชีพ

4.1.2 แนวคิดเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (WBI)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือบทเรียน WBI / WBT หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการใช้เทคโนโลยีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรืออินทราเน็ต เพื่อจัดการศึกษา

4.1.3 องค์ประกอบของบทเรียน WBI

ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ภายใต้กรอบของระบบการเรียนการสอนบทเรียน WBI / WBT จะประกอบด้วย 4 ส่วนดังนี้ [9]

1. สื่อสำหรับนำเสนอ (Presentation Media) ได้แก่ ข้อความ (Text) ภาพนิ่ง (Still Image) กราฟิก (Graphic) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) วิดีทัศน์ (Video) เสียง (Sound)

2. การปฏิสัมพันธ์ (Interactivity) หมายถึง การโต้ตอบที่เกิดขึ้นระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน

3. การจัดการฐานข้อมูล (Database Management) หมายถึง การจัดการเกี่ยวกับบทเรียนเริ่มตั้งแต่การลงทะเบียนจนถึงการประเมินผลการเรียน

4. ส่วนสนับสนุนการเรียนการสอน (Course Support) หมายถึง การบริการต่าง ๆ ที่มีอยู่ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอน

4.2 แนวคิดสถานะการคิดแบบเมต้า

สถานะการคิดแบบเมต้า (Metacognition) หมายถึง การคิดพิจารณาในการประเมินตนเอง (Self-assessment) หรือการประเมินการคิดของตนเองและใช้ความรู้ในการควบคุมหรือปรับการกระทำของตนเอง ซึ่งมีลักษณะการคิดประกอบไปด้วย 4 ด้านดังนี้ 1) การวางแผน หมายถึง การกำหนดเป้าหมาย การเลือกวิธีปฏิบัติ การเรียงลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน การรวบรวมจัดหมวดหมู่ข้อมูลที่สามารถเกิดขึ้นได้ และการรวบรวมแนวทางเพื่อที่จะให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่เกิดขึ้น 2) การควบคุมตรวจสอบ หมายถึง การเรียนรู้ว่าจะทำงานนั้นอย่างไร และเมื่อไร เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้สำเร็จ เป็นกลวิธีในการกำกับตนเองในขณะที่กำลังคิดแก้ปัญหา ซึ่งรวมไปถึงการพิจารณาว่ามีความเข้าใจในสิ่งนั้นหรือไม่ 3) การประเมินผล หมายถึง การประเมินความสำเร็จที่เกิดขึ้น

ตามจุดมุ่งหมาย การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้้อย่างละเอียด การประเมินปัญหาที่พบ ประเมินประสิทธิภาพของแผนการที่แก้ปัญหาได้ 4) การปรับปรุงแก้ไข หมายถึง กระบวนการในการปรับปรุงแก้ไขเป้าหมายที่ได้วางแผนไว้ก่อนหน้านี้ การเปลี่ยนแปลงยุทธวิธีและกระบวนการในการเรียน (Learning Approach)

4.3 องค์ประกอบของสถานะการคิดแบบเมต้า

Flavell [10] ได้แบ่ง สถานะการคิดแบบเมต้าออกได้เป็น 2 องค์ประกอบ โดยสรุปได้ดังนี้

1. ความรู้ในสถานะการคิดแบบเมต้า Metacognition Knowledge) องค์ประกอบส่วนตัว (Person Variable) คือ ความรู้ความเข้าใจในความสามารถของผู้เรียนว่าตนเองมีคุณสมบัติและมีความสามารถอยู่ในระดับ องค์ประกอบด้านงาน (Task Variable) คือ ความเข้าใจลักษณะของงานที่จะต้องเรียนรู้ และองค์ประกอบด้านวิธีการ (Strategy Variable) คือ เทคนิคหรือวิธีการที่ผู้เรียนเลือกใช้ในการเรียนรู้งาน

2. ประสบการณ์ในสถานะการคิดแบบเมต้า (Metacognition Experience) ได้แก่ การวางแผน (Planning) การกำหนดเป้าหมาย การเลือกวิธีปฏิบัติ การเรียงลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน การรวบรวมจัดหมวดหมู่ข้อมูลที่สามารถเกิดขึ้นได้ การรวบรวมแนวทางเพื่อที่จะให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่เกิดขึ้น การคาดคะเนหรือทำนายผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้า การตรวจสอบ (Monitoring) การกำกับจุดประสงค์ไว้ในใจ การกำกับหน้าที่ การรู้จุดประสงค์ย่อย การเลือกวิธีปฏิบัติอย่างเหมาะสม การรู้ถึงข้อผิดพลาด การแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น การประเมินผล (Evaluation) การประเมินความสำเร็จที่เกิดขึ้นตามจุดมุ่งหมาย การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ อย่างละเอียด การประเมินปัญหาที่พบ และประเมินประสิทธิภาพของแผนการที่แก้ปัญหาได้

4.4 เครื่องมือส่งเสริมสถานะการคิดแบบเมต้า

(Metacognitive Tool)

เครื่องมือส่งเสริมสถานะการคิดแบบเมต้านี้คือทรัพยากรหรือสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นเครื่องมือสนับสนุนการสอนและส่งเสริมผู้เรียนด้านประสบการณ์การคิด ส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนในวิชานั้น ๆ และส่งเสริมให้เกิดสถานะการคิดแบบเมต้าด้วย

จากการศึกษาค้นคว้าผู้วิจัยพบเครื่องมือที่ช่วยส่งเสริมสถานะการคิดแบบเมต้าดังต่อไปนี้

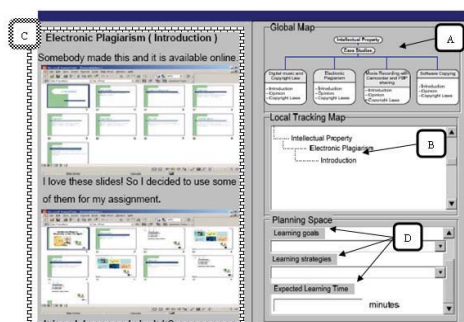
4.4.1 แผนที่การคิดแบบเมต้า (Metacognitive Maps)

4.4.2 แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ (E-portfolio)

4.4.3 บล็อกจัดการความรู้ (Blog or Weblog)

4.4.4 คำถามส่งเสริมการคิดแบบเมต้า

(Metacognitive Question)



ภาพที่ 1: แสดงแผนที่การคิดแบบเมต้า [5]

A frame โครงสร้างขอบเขตเนื้อหา B frame ตรวจสอบ

การเข้าเรียน (Local Tracking Map) C frame ส่วนแสดงเนื้อหา D frame พื้นที่การวางแผน

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

5.1 วิธีการดำเนินการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

5.1.1 ศึกษาวิเคราะห์เนื้อหา

5.1.2 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

5.1.3 ออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5.1.4 ทดลองใช้

5.1.5 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายไปใช้งานจริง

5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม เรียนวิชาคอมพิวเตอร์เรื่องการใช้งานอินเทอร์เน็ตด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้แผนที่การคิดแบบเมต้าและเปรียบเทียบคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสถานะการคิดแบบเมต้าระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Pretest) และสอบวัดสถานะการคิดแบบเมต้าของผู้เรียนก่อนเรียน เมื่อเรียนรู้เนื้อหาจบแล้ว จึงทำการสอบวัดสถานะการคิดแบบเมต้า และการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกครั้ง (Posttest) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของสถานะการคิดแบบเมต้า รวมทั้งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน WBI ที่พัฒนาขึ้น

6. ผลการดำเนินการ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้แผนที่การคิดแบบเมต้า (Metacognitive Maps) เป็นเครื่องมือในการทดลองครั้งนี้ประกอบด้วย 3 หน่วยเรียน การนำเสนอเนื้อหาในตัวบทเรียน ประกอบด้วย ยุทธวิธีการเรียนรู้ทั้งหมด 8 วิธี ได้แก่ เรียนอย่างละเอียด เทคนิคช่วยจำ เรียงลำดับขั้นตอน ตารางเปรียบเทียบ สารคดี ศึกษาแหล่งข้อมูลอื่น

จำลองการทำงาน และ โปรแกรมนำเสนอ โดยแต่ละหน่วยเรียน ประกอบด้วย แบบทดสอบย่อยก่อนเรียน เนื้อหา ใบบางระหว่างเรียน และแบบทดสอบย่อยหลังเรียน ก่อนที่ผู้เรียนจะศึกษาแต่ละหน่วยเรียนได้ ผู้เรียนต้องทำแบบวัดสภาวะการคิดแบบเมต้า (ก่อนเรียน) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน (Pretest) ก่อนจึงจะสามารถศึกษาบทเรียนแต่ละหน่วยได้ และเมื่อผู้เรียนศึกษาครบทุกหน่วยเรียนแล้ว ผู้เรียนต้องทำแบบวัด สภาวะคิดแบบเมต้า (หลังเรียน) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (Posttest) ซึ่งเป็นแบบทดสอบสุดท้ายที่ต้องทำก่อนจบบทเรียน

7. สรุปผล

7.1 ผลของประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยใช้แผนที่การคิดแบบเมต้า ซึ่งคิดจากค่าคะแนนเฉลี่ยจากใบบางระหว่างเรียนของกลุ่มตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 82.40 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80 ตัวแรก) และคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 80.00 เท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80 ตัวหลัง) สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.40/80.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ในสมมติฐานข้อที่ 1

7.2 ผลการเปรียบเทียบสภาวะการคิดแบบเมต้าของกลุ่มตัวอย่าง โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ผู้วิจัยได้นำคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง มาเปรียบเทียบโดยใช้ค่าทีแบบจับคู่ (t-dependent)

ตารางที่ 1: ผลการเปรียบเทียบคะแนนสภาวะการคิดแบบเมต้าก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	ผู้เรียน	\bar{X}	SD	t _{คำนวณ}	Sig.
ก่อนเรียน	22	192.91	21.04	5.709	.000
หลังเรียน	22	221.09	11.54		

Sig. < .01

ผลเปรียบเทียบสภาวะการคิดแบบเมต้า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

7.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาผลคะแนนเฉลี่ยรวมจากการสอบหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 20.00 คะแนน ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน มีค่าเท่ากับ 8.23 จากคะแนนเต็มเท่ากับ 25 คะแนน

7.3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน ที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยใช้แผนที่การคิดแบบเมต้าอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 3.93 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.68

8. ข้อเสนอแนะทั่วไป

8.1 การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปใช้งาน ควรสร้างความตระหนัก และความสำคัญของแผนที่การคิดแบบเมต้าให้กับผู้เรียนก่อนใช้งาน ผู้สอนควรอธิบายวิธีการใช้งานอย่างละเอียด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวางแผนการเรียนรู้ และการทำใบบางระหว่างเรียน

8.2 การสร้างเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ควรมีการร่วมมือกันระหว่างผู้สร้างเนื้อหารายวิชาเดียวกัน เนื่องจากเนื้อหาเหล่านั้นมีการนำเสนอได้หลากหลายรูปแบบ ตามยุทธวิธีการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้เรียนและสอดคล้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการกระทรวงศึกษาธิการ, 2546.
- [2] พิมพ์พันธ์์ เฉชะคุปต์. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ:แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์, 2544.
- [3] จินตนา ธนวิบูลย์ชัย. การประเมินระบบการศึกษาทางไกลในประเทศกำลังพัฒนา. วารสารสุโขทัยธรรมมาธิราช ปีที่ 5 ฉบับที่ 3 (2535) : 50-60.
- [4] สมศักดิ์ ลิ่มเจริญกิจ. Web Log เครื่องมือใหม่บนโลกออนไลน์. MBA. ฉบับที่ 69 (2547) :158-159.
- [5] Lee, M, and Baylor, A. L. Designing Metacognitive Maps for Web-Based Learning. Educational Technology and Society. (2006) : 344-348.
- [6] ณัฐกร สงคราม. อิทธิพลของแบบการคิดและโครงสร้างของโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพื้นฐานคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาของนิสิตระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.
- [7] ถนอมพร เลหาจรัสแสง. การสอนบนเว็บ(Web-Based Instruction) นวัตกรรมเพื่อคุณภาพการเรียนการสอน. วารสารศึกษาศาสตร์. (มกราคม-มิถุนายน 2544) : 87-94.
- [8] Brown, S., Race, P., & Bull, J. Computer-assisted assessment in higher education. London: Kogan-Page, 1999.
- [9] มนต์ชัย เทียนทอง. การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์: สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน Courseware design and development for CAI. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- [10] Flavell, J. H. Cognitive Development. Prentice-Hall Inc. New Jersey. (1985) : 231-236.]

รูปแบบการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ที่มีต่อความพึงพอใจ

ของนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

Interactive Web-Based Learning Model to Undergraduate Students' satisfaction,

Rajamangala University of Technology Lanna

หริพล ธรรมนารักษ์¹ และ กิ่งกาญจน์ ปวนสุรินทร์²

คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย

E-mail : ¹haripon_t@hotmail.com, ²Lek_comsc39@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ (1) เพื่อพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ 2 รูปแบบ (2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ 2 รูปแบบ (3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ 2 แบบ โดยกลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า และสาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่เชียงราย จำนวน 76 คน โดยทำการศึกษาค้นคว้าทดลองในภาคเรียนที่ 2 และ 3 ปีการศึกษา 2550 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ (1) บทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ 2 รูปแบบ ได้แก่ บทเรียนแบบกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาบทเรียนแบบปกติและบทเรียนแบบกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาบทเรียนแบบมัลติมีเดีย วิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่อง การถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา (2) เครื่องมือในการประเมิน ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามความคิดเห็น สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า (1) บทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์แบบที่ 1 มีประสิทธิภาพ 81.48/79.67 และประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์แบบที่ 2 มีประสิทธิภาพ 81.56/80.67 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยรูปแบบที่ 2 ผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้นมากกว่ารูปแบบที่ 1 (3) คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ 2 รูปแบบไม่แตกต่างกันและ (4) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์รูปแบบที่ 2 มากกว่า รูปแบบที่ 1

คำสำคัญ : บทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์

Abstract

The purposes of this research were to (1) develop the interactive web-based learning model in two types; (2) study learning achievement progress of the interactive web-based learning model in two types; and (3) study the students' satisfaction on the interactive web-based learning model in two types. The sample of this study was the 76 undergraduate students in Electronic Engineering and Electric Engineering, in Industrial Education Course, the Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Rai Campus. The experiment was in 2nd semester of 2007. The research instruments were (1) the interactive web-based learning model in two types, i.e. the interactive web-based learning between learners and learning contents via traditional activities, and the interactive web-based learning between learners and learning contents via multimedia activities; in the subject of Technical Education Technology, and the content of photography for media production in technical education; (2) the instruments for achievement measurement were the post-test and the questionnaires to investigate student's satisfaction. A statistic technique was used to analyses were frequency, percentage, arithmetic means, standard deviation and t-test. The results of study indicated that (1) the interactive web-based learning between learners and learning contents via traditional activities (1st type) had efficient 81.48/79.67, and the effective of the interactive web-based learning between learners and learning contents via multimedia activities (2nd type) had efficient 81.56/80.67 which meet the set of 80/80 efficiency criterion; (2) the student's learning achievement pre-test and post-test was differ significantly at the .05 level, whereby the 2nd type had increase learning progress than the 1st type. (3) the post-test's mean scores in both types of the interactive web-based learning model was the same; and (4) the student's satisfaction on the interactive web-based learning model in the 2nd type was higher than the 1st type.

Keywords: Interactive Learning Package

ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

การปฏิรูปการศึกษาที่ผ่านมาเน้นเรื่องการพัฒนาคุณภาพของคน เพื่อให้ได้บุคลากรทางการศึกษาไปช่วยพัฒนาประเทศ ขณะที่เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication Technology: ICT) นับว่าเป็นเครื่องมือที่มีความสามารถสูงมากในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการศึกษา เช่น การส่งเสริมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องทั้งนอกระบบโรงเรียนและการเรียนตามอัธยาศัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยการเรียนการสอน [1] ในขณะที่วัฒนธรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนของ

ไทย ครุยังเป็นศูนย์กลางและในเชิงการสื่อสารก็ยังอิงกับความนับถือบุคคลในความอาวุโสทำให้การโต้ตอบผู้อาวุโสนั้นถือว่าเป็นพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม จึงทำให้ห้องเรียนไทยขาดการโต้ตอบปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนในระหว่างเรียน ทำให้ขาดกระบวนการเรียนรู้ อย่างแท้จริง ดังนั้นการเรียนการสอนผ่านเว็บน่าจะมีประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน

ปัจจุบันการเรียนการสอนผ่านเว็บ (Web-Based Instruction: WBI) นับว่าเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่บูรณาการเทคโนโลยี เวิลด์ ไวด์ เว็บ (WWW) เข้ากับวิธีการเรียน การสอนในห้องเรียนแบบเดิมสู่วัฒนธรรม

ห้องเรียนเสมือนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยอิงกิจกรรมที่เป็นปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนใน 2 ลักษณะ คือ 1) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและเครื่องคอมพิวเตอร์ (Human to computer interaction) ซึ่งเกิดจากการที่ผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาสาระที่อยู่บนเว็บ ส่วนลักษณะที่ 2) คือการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและผู้สอน (Learners VS Learners VS Instructors) โดยรูปแบบการสร้างปฏิสัมพันธ์แบบผู้เรียนกับเนื้อหา นั้น เนื้อหาที่จัดให้ผู้เรียนนั้นต้องมีคุณสมบัติเป็นไฮเปอร์มีเดีย โดยการสร้างโปรแกรมการเรียนหรือกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ตลอดเวลาด้วยตนเองตามเวลาที่สะดวกผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ในขณะที่การสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและผู้สอนจะประยุกต์วิธีการเรียนแบบร่วมมือกัน (Collaborative Learning) ซึ่งลักษณะการปฏิสัมพันธ์ทั้ง 2 แบบผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตดังกล่าวเน้นการเรียนที่ผู้เรียนต้องกำหนดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed Learning) และต้องการเปิดการสื่อสารแบบอภิปรายเพื่อการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆ ให้เหมือนกับการเรียนในห้องเรียนมากที่สุด [2]

นอกจากนี้ยังพบว่า การมีปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนผ่านเครือข่ายของผู้เรียนขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของผู้เรียนเอง เช่น วัฒนธรรมการเรียน แรงจูงใจและความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์และการใช้เว็บเพื่อการศึกษา โดยมีลักษณะปฏิสัมพันธ์แบบผู้เรียนกับเนื้อหา มากกว่าลักษณะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและผู้สอน เพราะต้องมีการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนได้เห็นคุณค่าของงานหรือกิจกรรมและมีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในการเข้าใช้เว็บเพื่อการศึกษาของผู้เรียนเอง รวมถึงทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ยังได้บ่งชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่า คนนั้น

ไม่ใช่ผู้บอกแต่ ควรเป็นผู้แนะแนวทางเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดความสามารถของตนเองเองค้นพบสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง แม้ว่าการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษาจะมีอยู่มากมายหลายรูปแบบก็ตาม แต่ในวงการการศึกษาไทยขณะนี้ยังมีการนำอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการเรียนการสอนในลักษณะการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์ค่อนข้างน้อย ซึ่งสถาบันการศึกษาส่วนมากใช้งานอินเทอร์เน็ตในรูปแบบต่างๆ ไปมากกว่าการนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่แท้จริง [3] ผู้สอนหลายท่านใช้อินเทอร์เน็ตเป็นสื่อกลางในการให้การบ้าน รับการบ้าน และตรวจส่งคืนการบ้าน และยังส่งเสริมการทำงานกลุ่มตลอดจนการติดต่อสื่อสารกับเพื่อนต่างประเทศ ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญที่จะดำเนินการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ให้มีประสิทธิภาพ โดยศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ที่มีผลต่อความพึงพอใจในการเรียนของนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ซึ่งการวิจัยครั้งนี้จะมีประโยชน์กับผู้เรียน ผู้สอนและผู้สนใจทั่วไป ตลอดจนมีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาคนและสังคมที่มีคุณภาพ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางการศึกษา การปฏิรูปการศึกษา และการเรียนรู้อย่างแท้จริง

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ 2 รูปแบบ
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ 2 รูปแบบ
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ 2 รูปแบบ

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์

การเรียนการสอนทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ นับว่าเป็นการเรียนการสอนทางไกลรูปแบบหนึ่งเพราะ ทั้งผู้เรียนและผู้สอนไม่จำเป็นต้องอยู่ทีเดียวกัน แต่สามารถมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันผ่านทางระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้โดยการใช้อุปกรณ์และ โปรแกรมคำสั่งในการทำงาน การจัดกิจกรรม ปฏิสัมพันธ์ในการเรียนการสอนทางไกลที่เหมาะสม ทำให้การเรียนการสอนทางไกลมีประสิทธิภาพและ ประสิทธิภาพ

การมีปฏิสัมพันธ์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมาก ในการเรียนการสอนทางไกล ผู้เรียนและผู้สอนต้องมี ปฏิสัมพันธ์ต่อกันโดยตรง และสามารถทำกิจกรรม การเรียนการสอนร่วมกันได้โดยการใช้สื่อปฏิสัมพันธ์ สุรัช สิกขามันต์ [4] ที่กล่าวว่า การสอนทางไกลที่ดีต้อง มีวิธีการปฏิสัมพันธ์ 5 ลักษณะ คือ (1) การปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน (2) การปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ผู้เรียนกับผู้เรียน (3) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลใด บุคคลหนึ่งตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป (4) การปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้เรียนกับเทคโนโลยี (5) การปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้สอนกับเทคโนโลยี การปฏิสัมพันธ์ทั้ง 5 ลักษณะดังกล่าวเรียกได้ว่าเป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างคน กับคนและคนกับเครื่อง ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้สอน จัดให้มีขึ้น ผู้สอนต้องวางแผนไว้ล่วงหน้า จัดเตรียม กิจกรรมไว้เป็นลำดับในแผนการสอน

การสร้างปฏิสัมพันธ์ในการเรียนการสอนในระบบ เครือข่ายคอมพิวเตอร์สามารถกระทำได้ในทุกๆ กระบวนการของการเรียนการสอน ตั้งแต่เริ่มต้นจบ เสร็จสิ้นกระบวนการ เช่น ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน กับผู้สอน และระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน สามารถกระทำ โดยการใช้ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) การสนทนา

ได้ตอบทันทีทันใด (Chat) การถามตอบปัญหา (FAQ) เป็นต้น ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอนกับ เทคโนโลยี ได้แก่ กิจกรรมการทอหาความรู้ไปตาม เว็บไซต์ต่าง ๆ (WWW) กิจกรรมการสืบค้นข้อมูลผ่าน เครื่องมือสืบค้น (Search Engine) การถ่ายโอน แฟ้มข้อมูล (FTP) เหล่านี้เป็นต้น การสร้างสื่อการเรียน การสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์นั้น ขั้นตอนที่สามารถ จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของการเรียนรู้ของผู้เรียน และ นับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง คือขั้นตอนการออกแบบ (Instructional Design) ผู้สร้างสื่อการสอนที่ดีจำเป็น จะต้องพิจารณาถึงหลักเกณฑ์ในการออกแบบ รวมทั้ง หลักจิตวิทยาในการสร้างสื่อการเรียนการสอนให้ เหมาะสมกับบทเรียน หรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของ แต่ละรายวิชา จากทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์ที่ เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบสื่อการเรียน การสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

ปัจจุบันสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ได้รับความนิยมอย่าง แพร่หลายและถือว่ามีความสำคัญต่อการเรียนการสอน แบบ E-Learning นั่นก็คือ สื่อปฏิสัมพันธ์ หรือที่เรียกว่า Interactive Content โดยรูปแบบของ สื่อปฏิสัมพันธ์นั้น โดยส่วนใหญ่จะถูกนำไปประยุกต์ใช้ในรูปแบบการ เรียนการสอนแบบออนไลน์ผ่านทางเครือข่าย อินเทอร์เน็ต (Internet) หรือผ่านทางเครือข่ายภายใน (Intranet) ก็ได้ ซึ่งรูปแบบการทำงานของสื่อการเรียน การสอนแบบ สื่อปฏิสัมพันธ์ (Interactive Content) ที่ หลากหลายนั้น จะเปิดโอกาสให้เกิดการส่งเสริม การกระจายองค์ความรู้ให้ครอบคลุมผู้เรียนได้กว้างและ มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ใจทิพย์ ธงขลา [2] ได้ ศึกษาวิจัยเรื่องผลของคุณลักษณะผู้เรียนและรูปแบบ การปฏิสัมพันธ์ผ่านเครือข่ายที่มีต่อความพึงพอใจใน การใช้เว็บเพื่อการศึกษาระดับชั้นปีที่ 1 คณะครุ ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่าผู้เรียนมีความ

พึงพอใจต่อลักษณะการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนผ่านเครือข่ายแบบผู้เรียนกับเนื้อหา มากกว่าลักษณะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและผู้สอน แม้ว่าลักษณะวัฒนธรรมทางการเรียนในห้องเรียนมีแนวโน้มเป็นแบบกลุ่ม ขณะเดียวกันสมสิทธิ์ จิตธนาพร[5] ศึกษารูปแบบปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ตามลักษณะงานที่ได้รับมอบหมายของนิสิตระดับปริญญาตรีที่มีแบบการเรียนรู้และบุคลิกภาพที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1) เกิดรูปแบบปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้ทั้งสิ้น 30 รูปแบบ 2) ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้และบุคลิกภาพแตกต่างกันเมื่อได้รับงานที่ได้รับมอบหมายระดับการสังเคราะห์ มีรูปแบบปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 3) ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้และบุคลิกภาพแตกต่างกันเมื่อได้รับงานที่ได้รับมอบหมายระดับความรู้ความจำ ระดับความเข้าใจ ระดับการนำไปใช้ ระดับการวิเคราะห์ และระดับประเมินค่า มีรูปแบบปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 4) ผู้เรียนที่มีลักษณะบุคลิกภาพต่างกันเมื่อได้รับงานที่ได้รับมอบหมายระดับต่างกัน มีรูปแบบปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 5) ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้ต่างกันเมื่อได้รับงานที่ได้รับมอบหมายระดับการสังเคราะห์ มีรูปแบบปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 6) ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้ต่างกันเมื่อได้รับงานที่ได้รับมอบหมาย ระดับความรู้ความจำ ระดับความเข้าใจ ระดับการนำไปใช้ ระดับการวิเคราะห์ และระดับประเมินค่า มีรูปแบบปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ระเบียบวิธีวิจัย

กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรศาสตราจารย์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เขตพื้นที่เชียงราย จำนวน 76 คน โดยทำการศึกษาทดลองในภาคเรียนที่ 2 และ 3 ปีการศึกษา 2550 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ (1) บทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ 2 รูปแบบ ได้แก่ บทเรียนแบบกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา บทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปกติ และบทเรียนแบบกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา บทเรียนผ่านเครือข่ายแบบมัลติมีเดีย วิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่องการถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา (2) เครื่องมือในการประเมินผล ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามความคิดเห็น (3) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ คือ E_1/E_2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางเรียนที่เรียนจากบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ คือ ความถี่ ร้อยละ และการทดสอบค่าที (t-test) สถิติที่ใช้ในการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และบรรยายสรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ทั้ง 2 รูปแบบ วิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่อง การถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

โดยประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์แบบที่ 1 มีประสิทธิภาพ 81.48/79.67 และประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์แบบที่ 2 มีประสิทธิภาพ 81.56/80.67

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ 2 รูปแบบ วิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่องการถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้นในรูปแบบที่ 2 มากกว่ารูปแบบที่ 1

3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ 2 รูปแบบ พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ 2 รูปแบบไม่แตกต่างกัน

4. ความคิดเห็นของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ 2 รูปแบบ พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์รูปแบบที่ 1 วิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่องการถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจเฉลี่ยในระดับมาก ($\bar{x} = 3.67$ และรูปแบบที่ 2 ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจเฉลี่ยในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.50$)

อภิปรายผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ทั้ง 2 รูปแบบ วิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่อง การถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษามีประสิทธิภาพ E_1/E_2 ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจาก การออกแบบบทเรียน ผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบ

ปฏิสัมพันธ์ตามรูปแบบการสอนของ โรเบิร์ต กาเย่ (Robert Gangné) [6] คือ (1) สร้างแรงจูงใจ สร้างความสนใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียน โดยการสร้างหน้า Splash page เพื่อดึงดูดความสนใจให้ผู้เรียนเข้าสู่บทเรียน (2) แจ้งจุดประสงค์บอกให้ผู้เรียนทราบถึงผลของการเรียน ประโยชน์ของการเรียนและแนวทางการจัดกิจกรรมในหน้าแนะนำการเรียน (3) กระตุ้นให้ผู้เรียนทบทวนความรู้เดิมโดยให้ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (4) นำเสนอเนื้อหาบทเรียนด้วยสื่อต่าง ๆ เช่น รูปภาพประกอบ (5) แนะนำวิธีการทำกิจกรรมด้วยตนเอง โดยแนะนำให้ผู้เรียนค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมในหน้าฐานความรู้ ซึ่งประกอบด้วย บทความที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน ประเด็นข่าวที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการเรียน (6) กระตุ้นให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน โดยเมื่อเรียนจบบทเรียนแต่ละหน่วยย่อยก็ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน (7) ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนในขณะทำแบบฝึกหัด โดยมีการเฉลยคำตอบในแต่ละข้อเพื่อให้ข้อมูลเพิ่มเติม และบอกว่าตอบถูกหรือไม่ทุกข้อที่ผู้เรียนส่งคำตอบเป็นรายชื่อ (8) ประเมินผลการเรียนโดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (9) ส่งเสริมการเรียนรู้เพิ่มเติมโดยศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมได้ที่เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องได้

นอกจากนี้ผู้วิจัยคาดว่าลักษณะเด่นที่ส่งผลให้บทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ทั้ง 2 รูปแบบ วิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่องการถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษามีประสิทธิภาพคือ การสร้างปฏิสัมพันธ์ในการเรียนการสอนในระบบเครือข่าย คอมพิวเตอร์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน ผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนกับผู้เรียน โดยสามารถกระทำโดยผ่านช่องทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) การสนทนาโต้ตอบทันที (Chat) โดยใช้ MSN การตอบปัญหา

(FAQ) การออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์ (Interactive Content) ได้คำนึงถึงปัจจัยด้านวัฒนธรรมการเรียนรู้ แรงจูงใจ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และทักษะการใช้เว็บของผู้เรียนเป็นสำคัญ และอาจจะด้วยการประเมินเป็นระยะๆ จากการทำแบบฝึกหัดในแต่ละหน่วยย่อยทำให้เสริมแรงให้กับผู้เรียนได้รับรู้ผลการเรียนของตนเองตลอดเวลา

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ 2 รูปแบบ วิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่องการถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา ทั้งสองรูปแบบมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยผู้เรียนมีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นในรูปแบบที่ 2 มากกว่ารูปแบบที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับบุญชู บุญลิขิตศิริ [7] ที่ศึกษาผลของรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนในการฝึกอบรมโดยใช้เกมเป็นฐานบนเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบุคลากรศูนย์ฝึกอบรมและควบคุมระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ประกอบด้วย รูปแบบการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนแบบผู้เรียนกับเนื้อหา และรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนแบบผู้เรียนกับผู้สอน พบว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่ฝึกอบรมโดยใช้เกมเป็นฐานบนเว็บ ที่มีรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนแบบผู้เรียนกับผู้สอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่ฝึกอบรมโดยใช้เกมเป็นฐานบนเว็บ ที่มีรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนแบบผู้เรียนกับเนื้อหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ทั้ง 2 รูปแบบมีการออกแบบและพัฒนาบทเรียนตามขั้นตอน มีการจัดทำบทเรียนให้สร้างความสนใจของผู้เรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และมีระเบียบวินัยในตนเอง

นอกจากนี้องค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากการออกแบบบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์มีแบบฝึกหัดพร้อมทั้งบอกคำตอบที่ถูกต้องทุก ๆ หน่วยเรียนย่อย ก่อนทำแบบทดสอบหลัง และสอดคล้องกับปริญญา แก้วมีคำ [8] ที่ศึกษาการเรียนการสอนทางไกลแบบมีปฏิสัมพันธ์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเรือนโคราช ของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 (ต่อเนื่อง) ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา คณะวิทยาศาสตร์ สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรมผลการศึกษา พบว่าการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่องเรือนโคราช นักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ มีคะแนนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนในห้องเรียนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ สามารถทำแบบทดสอบ วิธีการก่อสร้างเรือนโคราช ได้อย่างรวดเร็ว

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ 2 รูปแบบ คือ กิจกรรมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาบทเรียนแบบปกติ และกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาบทเรียนแบบมัลติมีเดีย พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ 2 รูปแบบไม่แตกต่างกัน ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาบทเรียนแบบปกติและผู้เรียนกับเนื้อหาบทเรียนแบบมัลติมีเดีย สอดคล้องกับจิตทิพย์ ณ สงขลา [2] ที่ศึกษาวิจัยเรื่องผลของคุณลักษณะผู้เรียนและรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ผ่านเครือข่ายที่มีต่อความพึงพอใจในการใช้เว็บเพื่อการศึกษาของนิสิตชั้นปีที่ 1 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่าผู้เรียนมี

ความพึงพอใจต่อลักษณะการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนผ่านเครือข่ายแบบผู้เรียนกับเนื้อหามากกว่าลักษณะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและผู้สอน แม้ว่าลักษณะวัฒนธรรมทางการเรียนในห้องเรียนมีแนวโน้มเป็นแบบกลุ่ม ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายใช้เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนการสอนเส้นทางการเรียนของผู้เรียนที่เข้ามาในระบบกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ขึ้นอยู่กับงานที่ได้รับมอบหมายตลอดจนกิจกรรมการเรียนการสอน โดยผู้เรียนอาจไม่มีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหา ปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อนโดยตรง แต่จะเกิดรูปแบบปฏิสัมพันธ์ในการเรียนรู้ได้ถึง 30 รูปแบบ ตามรูปแบบการเรียนรู้และบุคลิกภาพของแต่ละคน[5]

2. ความคิดเห็นของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ 2 รูปแบบ พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์วิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่องการถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา รูปแบบที่ 1 ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจเฉลี่ยในระดับมาก ($\bar{x} = 3.67$ และรูปแบบที่ 2 ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจเฉลี่ยในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.50$) เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้จะเห็นว่าบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์รูปแบบที่ 2 ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากกว่ากิจกรรมปฏิสัมพันธ์รูปแบบที่ 1 เนื่องจากกิจกรรมปฏิสัมพันธ์รูปแบบที่ 2 ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนแบบมัลติมีเดีย บทเรียนสามารถแสดงรายละเอียดเนื้อหาในลักษณะภาพเคลื่อนไหว เสียง ประกอบตัวอย่างการฝึกปฏิบัติได้ ผู้วิจัยคาดว่ามาจากการออกแบบบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ โดยผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาก่อนหรือหลังก็ได้ มีอิสระในการเรียนรู้ มีการนำเสนอเทคโนโลยีข้อมูลข่าวสารสมัยใหม่เข้ามาผสมผสาน ทั้งในส่วนของคุณภาพความรู้ที่มีการเชื่อมโยง

เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาที่เรียนให้ผู้เรียนได้ใช้ค้นคว้าเพิ่มเติม ทั้งในส่วนของประเด็นคำถามที่ผู้เรียนสามารถอ่านคำถามที่ถูกถามบ่อยๆ หรือหากผู้เรียนมีข้อสงสัยใด ๆ สามารถส่งอีเมลล์มาถามผู้สอนได้ ซึ่งสอดคล้องกับ รุ่งโรจน์ แก้วอุไร [9] ได้ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายสำหรับการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา จากการศึกษาวิจัยพบว่านิสิตมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย และผลการทดลองในแต่ละข้อคำถามพบว่าความคิดเห็นของผู้เรียนมีความคิดเห็นในระดับเหมาะสมมากทุก ๆ เรื่อง เนื่องจากผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหามากขึ้นและจดจำเนื้อหาได้ดี มีรูปภาพประกอบเนื้อหาที่ไม่มากเกินไปช่วยสื่อความหมายให้เข้าใจมากขึ้น ขนาดของภาพอักษรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ในเรื่องความยากง่ายของบทเรียนผู้เรียนคิดว่าการนำโปรแกรมสำเร็จรูปมาประยุกต์สร้างบทเรียนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการสาธิตขั้นตอนต่าง ๆ ทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจมากขึ้น เรื่องการออกแบบบทเรียนการยกตัวอย่างการใช้ภาพนิ่ง ใช้สีและตัวอักษรผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับหลักการออกแบบเว็บไซต์ ทั้งในเรื่องสีตัวอักษรและระบบนำทางมาเป็นอย่างดี ผู้วิจัยได้ใช้รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง ประกอบในบทเรียนที่แสดงเนื้อหาเกี่ยวกับขั้นตอนต่างๆ ของการถ่ายภาพ อย่างไรก็ตามทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับทัศนคติพื้นฐานของผู้เรียนแต่ละบุคคลซึ่งรายละเอียดดังกล่าวจะต้องได้รับการปรับปรุงและศึกษาวิจัยต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

บทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ วิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา เรื่อง การถ่ายภาพเพื่อผลิตสื่อเทคนิคศึกษา สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เป็นสื่อการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ผู้สอนอาจจะใช้เป็นวิธีการสอนแทนการสอนแบบปกติได้บางส่วน เช่น บทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์รูปแบบกิจกรรมปฏิสัมพันธ์แบบมัลติมีเดีย ที่แสดงขั้นตอนการฝึกปฏิบัติที่ชัดเจน เพื่อเน้นผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ทำให้ทราบถึงปัญหาและความต้องการในการเรียนของผู้เรียน ที่มีต่อบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ ผู้เรียนมีความสนใจในรูปแบบการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาแบบปกติและแบบมัลติมีเดียไม่แตกต่างกันเพราะสามารถเลือกใช้เวลาเรียนได้ตามต้องการและสามารถเรียนรู้ได้โดยไม่จำกัดสถานที่ เวลา ดังนั้นควรมีการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์โดยคำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามลักษณะเฉพาะรายบุคคลทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และในเรื่องอื่นๆ และนำข้อมูลจากผลการวิจัยไปพัฒนารูปแบบบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ ที่เหมาะสมกับนักศึกษาแต่ละสาขาวิชาที่เรียน

2.2 พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ให้มากยิ่งขึ้นโดยใช้สื่อแบบมัลติมีเดียเข้ามาผสมผสานและบทเรียนผ่านเครือข่ายแบบปฏิสัมพันธ์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] สงบ ลักษณะ. แนวคิดเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีช่วยการเรียนรู้. <http://www. Thaica.com>, 2548.
- [2] ใจทิพย์ ณ สงขลา. ผลของคุณลักษณะผู้เรียนและรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ผ่านเครือข่ายที่มีต่อความพึงพอใจในการ

ใช้เว็บเพื่อการศึกษาของนิสิตชั้นปีที่1 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์. วารสารครุศาสตร์ 30 (มิก.-มิย.), 2545.

- [3] กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- [4] สุรัชย์ ลิกขามันต. การเรียนการสอนทางไกลแบบปฏิสัมพันธ์. http://www.kroobannok.com/view.php?article_id=38, 2541.
- [5] สมสิทธิ์ จิตรสถาพร. การศึกษารูปแบบปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ตามลักษณะงานที่ได้รับมอบหมายของนิสิตระดับปริญญาตรีที่มีแบบการเรียนและบุคลิกภาพที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์คุณวุฒิปบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- [6] ทิสนา แฉมมณี. รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์. พิมพ์ครั้งที่ 3, 2548.
- [7] บุญชู บุญลิขิตศิริ. ผลของรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนในการฝึกอบรมโดยใช้เกมเป็นฐานบนเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนของบุคลากรศูนย์ฝึกอบรมและควบคุมระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. วิทยานิพนธ์คุณวุฒิปบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.
- [8] ปริญา แก้วมีค่า. การศึกษาทางไกลแบบมีปฏิสัมพันธ์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกรณีศึกษา เรื่องเรือนโคราช. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต, 2548.
- [9] รุจโรจน์ แก้วอุไร. การพัฒนาระบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายใยแมงมุม. วิทยานิพนธ์การศึกษาคุณวุฒิปบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2544.

การเสริมสร้างให้เกิดการเรียนรู้บูรณาการ Concept of student centered learning approach in order to promote life-long

ลักขณา ถึงคำภู

โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีการผลิตอุตสาหกรรม
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
E-mail : lukana_ja@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความงานวิจัยนี้นำเสนอในการจัดการเรียนการสอนของ กรรมวิธีการผลิตโดยให้ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเป็นสำคัญ โดยวัตถุประสงค์ต้องการที่จะมุ่งเน้น การให้มีการเสริมสร้างความรู้ตลอดชีวิต ในนักศึกษาคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มีจุดเริ่มต้นก็คือชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการเรียนรู้ตลอดชีวิต ในยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งในด้านความรู้ ในด้านหลักวิชาการ อันเป็นผลกระทบจากสภาวะโลกและเทคโนโลยีต่าง ๆ ตามกระแสโลกาภิวัตน์ จึงนำเสนอถึงการวิเคราะห์ให้เห็นถึงความสำคัญระหว่าง พลวัตขององค์ความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนั้นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะเสริมสร้างการเรียนการสอนของวิชา กรรมวิธีการผลิต ให้มีการเรียนรู้ตลอดชีวิตที่เกิดขึ้นจากนั้นก็จะทำการบูรณาการองค์ประกอบดังกล่าว เพื่อนำเสนอเป็นรูปแบบการเรียนการสอนในวิชา กรรมวิธีการผลิต โดยแบบการเรียนการสอนที่เรียกว่า MSCA เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและมีประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอนยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การเรียนรู้ตลอดชีวิต

Abstract

This paper presents an alternative way of the teaching and learning. Fundamental for engineering on the concept of student centered learning approach in order to promote life-long learning in engineering students. It begins with stressing the importance of life-long learning in the era of rapid change in knowledge and academics of globalization. It then shows the analytic result that points out relationship between the dynamic process of knowledge and learning process of students. And further analyses the important necessary to establish life-long learning Project Characteristics in engineering students then integrates all the components and proposes into "MSCA learning model" and finally describes quality concerning the teaching and learning.

Keywords : Student Centered, Life-long learning

บทนำ

ในเนื้อหาบางตอนนั้นยากที่จะอธิบายให้นักศึกษาเข้าใจต้องใช้ความคิดอย่างสมเหตุสมผล จึงจะเรียนรู้เข้าใจโครงสร้างกรรมวิธีการผลิตของการจัดการอุตสาหกรรมทำให้ทราบถึงเหตุผลของนักศึกษาที่ไม่ชอบบางรายวิชาการจัดการการบริหารการผลิต โครงการ กรรมวิธีการผลิต และผลการเรียนอยู่ในระดับไม่น่าพอใจ ส่วนใหญ่นักศึกษาคิดแก้ปัญหาไม่เป็นการเรียนการสอนจึงเป็นลักษณะการเลียนแบบทำตามแบบฝึกหัด อีกข้อจำกัดการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วของกระแสโลกาภิวัตน์ (Globalization) ทำให้ผู้เรียนในยุคปัจจุบัน และอนาคตจำเป็นต้องพัฒนาตนเองไปสู่การเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต โดยผู้เรียนจะต้องรู้ว่าตนเองจะเรียนอะไรและจะเป็นอย่างไร ดังนั้นเป้าหมายหนึ่งที่สำคัญในระดับอุดมศึกษานั้นคือ การมุ่งเน้นพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนจาก “ผู้รับความรู้” มาเป็น “ผู้กำหนด-สรรค์สร้างความรู้” โดยมีความสามารถที่จะเรียนรู้ด้วยตัวเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นนั้น จะต้องเริ่มจากการที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เองอย่างอิสระโดยไม่ต้องมีใครบังคับควบคุมเสียก่อน ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อนำวิธีการ MSCA มาใช้ในการเรียนการสอนวิชา กรรมวิธีการผลิต โดยใช้หลักการให้ความอิสระเป็นเชิงรุก เป็นองค์ประกอบที่สำคัญเพื่อเสริมสร้างความรู้ให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต และสามารถทำการบูรณาการเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและมีประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอนยิ่งขึ้น

สมมติฐานของการวิจัย

1. รูปแบบ MSCA มาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญเพื่อเสริมสร้างความรู้ให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต และสามารถทำการบูรณาการเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากนั้นก็จะทำการบูรณาการองค์ประกอบดังกล่าวเพื่อนำเสนอเป็นรูปแบบการเรียนการสอนในวิชา วิชากรรมวิธีการผลิต

วิธีการวิจัย

1. ประชากร นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชากรรมวิธีการผลิต ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

2. กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาคณะคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมวิชา กรรมวิธีการผลิต สาขาอุตสาหกรรมผลิตที่เรียนวิชา ในภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 10 คน ได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น

- รูปแบบ MSCA วิชา กรรมวิธีการผลิต
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
- แบบสอบถาม ใบประเมินผล

2. ตัวแปรตาม

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนต่อรูปแบบ MSCA วิชา กรรมวิธีการผลิต
- เจตคติของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบ MSCA วิชา กรรมวิธีการผลิต

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. รูปแบบ MSCA วิชา กรรมวิธีการผลิต
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. ใบประเมินแบบสอบถามวัดเจตคติของผู้เรียน
รูปแบบ MSCA วิชา วิชา กรรมวิธีการผลิต

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลอง

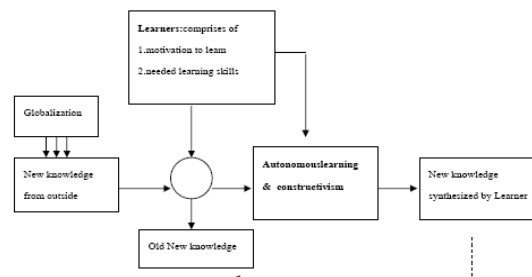
1. นำข้อสอบก่อนเรียนจำนวน 30 ข้อ มาทำการทดสอบกับนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 จำนวน 10 คน ที่ไม่เคยเรียนมาก่อน แล้วเก็บคะแนนทดสอบไว้ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับคะแนนทดสอบหลังเรียน เพื่อหาความก้าวหน้าทางการเรียนต่อไป

2. หลังจากนั้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาด้วยรูปแบบ MSCA วิชา กรรมวิธีการผลิต ครบเนื้อหา โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอน ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ครั้งละ 1 หน่วยการเรียน แล้วทำการทดสอบท้ายหน่วยการเรียนทันที แล้วเก็บคะแนนไว้ จนเรียนครบเนื้อหาทั้ง 4 หน่วยการเรียน แล้วให้นักศึกษาทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนทุกหน่วยเพื่อเก็บคะแนนไว้ประเมินผล ความเข้าใจในเนื้อหา ตามวัตถุประสงค์ หากนักศึกษาไม่เข้าใจหรือนักศึกษาทำคะแนนสอบได้ไม่ดี นักศึกษาสามารถไปศึกษาเพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง

3. หลังจากนักศึกษาเรียนรู้เนื้อหาครบทั้ง 4 หน่วย แล้ว สัปดาห์ต่อไปทำการทดสอบหลังการเรียน เพื่อทดสอบด้านความรู้ ความจำ และการนำไปใช้ อาจใช้แบบทดสอบก่อนเรียน หรือแบบทดสอบจากคลังข้อสอบก็ได้

4. การเก็บข้อมูล เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ โดยเก็บคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียน คะแนนจากแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน และคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน จากนั้นนำข้อมูลไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อไป

พลวัตขององค์ความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษา



แผนภูมิที่ 1 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลวัตขององค์ความรู้ และกระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษา

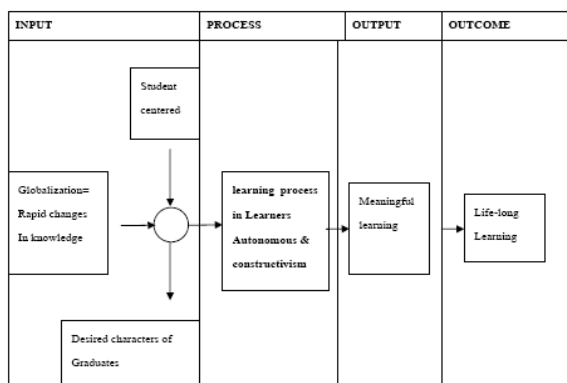
จากแผนภูมิข้างต้น แสดงให้เห็นว่า องค์ความรู้ใหม่ทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นผลโดยตรงมาจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วของกระแสโลกาภิวัตน์ หากองค์ความรู้ใหม่นี้ไม่ผ่านกระบวนการเรียนรู้ใดๆ จากผู้รับผู้รับจะกลายเป็นเพียงผู้คัดลอก-สำเนาข้อมูล เท่านั้น ดังนั้น การขยายขอบเขตขององค์ความรู้จึงต้องประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนการรับความรู้ และขั้นตอนการประเมินผลและสรรค์สร้างความรู้ ขั้นตอนการรับความรู้ที่มีประสิทธิภาพ จะต้องเริ่มจากแรงจูงใจภายในตัวของผู้รับที่ต้องการจะพัฒนาและเลื่อนฐานะตนเองจากการเป็นเพียง “ผู้รับ” มาเป็น “ผู้เรียน” ซึ่งการเริ่มต้นภายในตนเองนั้นนับเป็นจุดสำคัญที่สุดของกระบวนการเรียนรู้อย่างอิสระ โดยไม่ต้องมีใครบังคับควบคุม (Autonomous learning)

กรอบแนวความคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เสริมสร้างการเรียนรู้ตลอดชีวิตมาประยุกต์ใช้ในการสอน

จากแนวคิดที่เสนอข้างต้นว่า กระบวนการเรียนรู้ตลอดชีวิตเกิดขึ้นได้จากปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลวัตขององค์ความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษา (ที่

ประกอบด้วย ขั้นตอนการรับความรู้และขั้นตอนการประเมินผลความรู้) ทำให้เกิดกรอบแนวความคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เสริมสร้างการเรียนรู้ตลอดชีวิตมาประยุกต์ใช้ในการสอนเสริมที่สร้าง

การเรียนรู้ตลอดชีวิตและสอดคล้องกับแนวความคิดดังกล่าวขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียน

การสอนที่เสริมสร้างการเรียนรู้ตลอดชีวิตจะเห็นว่าแนวคิดสำคัญดังแสดงในแผนภาพข้างต้นนี้ มีความสัมพันธ์เชิงระบบระหว่างกัน ซึ่งในที่นี้จะขอกกล่าวถึงประเด็นสำคัญของแนวความคิดดังต่อไปนี้ คือ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คุณลักษณะสำคัญของบัณฑิต การเรียนรู้ที่อิสระ โดยไม่ต้องมีบังคับควบคุม การสรรค์สร้างความรู้ และการเรียนรู้ที่มีความหมาย ด้วยเหตุนี้ผู้เขียนบทความจึงเห็นควรว่า ผู้สอนควรที่จะสนใจว่าทำอะไรจึงจะให้ ผู้เรียนใส่ใจและอยากเรียนรู้ ผู้สอนต้องทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีกับวิชา

จึงขอเสนอรูปแบบการสอนซึ่งมี 6 ระดับขั้น คือ

1. ขั้นออกแบบ : ผู้สอนต้องวางแผนและออกแบบกิจกรรม ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและระดับการเรียนรู้ อย่างรอบคอบ ระดับความพร้อมของผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม

2. ขั้นนำ : ต้องสร้างบรรยากาศการเรียนการสอน เป็นไปอย่างสนุกสนาน เสริมสร้างให้นักศึกษามีเหตุผล สร้างความสามัคคี นำเข้าสู่บทเรียนด้วยเกม การแข่งขัน เป็นต้น

3. ขั้นสอน : ผู้สอนต้องสอนจากสิ่งที่ย่อยไปยาก ในเรื่องที่ยาก ผู้สอนต้องไม่ให้ผู้เรียนศึกษาเอง และไม่ควรรเน้นที่ใบงานมากเกินไป ผู้สอนควรเป็นผู้แนะนำ ให้คำปรึกษาไม่ใช่ผู้บอกทั้งหมด ผู้สอนต้องให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงทักษะคิด และนำเสนอต่าง ๆ มาใช้ประกอบการสอน

4. ขั้นฝึกหัด : ให้ผู้เรียนทำเป็นรายบุคคล หรือทำเป็นกลุ่ม ในแต่ละกลุ่มควรมีการทดสอบความสามารถของผู้เรียน ในขั้นนี้อาจทำให้ผู้เรียนในแต่ละกลุ่ม ร่วมกันสร้างสถานการณ์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนแล้วออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

5. ขั้นสรุป : ให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย (ถ้ามี) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นในเรื่องที่เรียนไป ผู้สอนช่วยชี้แนะและผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนไป หรือผู้เรียนสรุปเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม

6. การประเมิน : เน้นการประเมินตามสภาพจริง มีการประเมินที่หลากหลาย และควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินด้วย

รูปแบบของการสอน

- ต้องสัมพันธ์กับเนื้อหาหรือสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ มากที่สุดและต้องเน้นให้ผู้เรียนเกิดการฝึกทักษะ/กระบวนการทาง Project Characteristics

- นำสถานการณ์จริงมาใช้ในการสอน เพราะการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง

เป็นการฝึกปฏิบัติให้คิดและเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้เรียนมอง กระบวนการผลิตเป็นรูปธรรม

- ไม่ควรใช้วิธีสอนที่ซ้ำ ๆ เดิม ๆ หรือหลีกเลี่ยง การสั่งการบ้านมาก ๆ เพราะผู้เรียนจะได้ไม่รู้สึกเบื่อ ควรหลีกเลี่ยงโดยให้แบ่ง ๆ กันทำแล้วนำเสนอ เป็นต้น
- เน้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนในกิจกรรมการเรียนการสอนให้มาก ๆ เช่น การผลิตสื่อ การทำแบบฝึกหัด การจัดกิจกรรม ให้ผู้ได้มีส่วนช่วยกันในกลุ่มเพื่อน เพราะเมื่อครูช่วยให้นักเรียนพัฒนาการเรียนการสอนของตนเอง และตระหนักถึงความเกี่ยวข้องของทักษะ และกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในชีวิตจริง นักเรียนก็จะกล้าคิดกล้าทำและร่วมกันรับผิดชอบในการเรียนมากขึ้น การมีส่วนร่วมนี้ช่วยให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นและมีแรงจูงใจการทำงานเป็นกลุ่มย่อย หรือทำงานเกี่ยวกับการทำงานร่วมกับผู้อื่นและได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นช่วยให้นักศึกษา

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Student Centered)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2545 ได้กำหนดหลักการใหญ่ในแนวการจัดการศึกษาว่า “การจัดการศึกษาต้องถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด” และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีหลักการข้อหนึ่งว่าการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาให้ถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด ด้วยเช่นกัน “ผู้เรียนสำคัญที่สุด” จึงเป็นกรอบหลักของการกำหนดหลักสูตรการศึกษา และการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียนที่ต้องคำนึงถึงตลอดเวลา ซึ่งเป็นการเน้นย้ำถึง การปฏิรูปการเรียนรู้และการปฏิรูปหลักสูตรในโรงเรียนจะบรรลุได้ก็ด้วยตระหนักว่า “ผู้เรียนสำคัญที่สุด” นั่นเอง การจัดการศึกษาที่ “ผู้เรียนสำคัญที่สุด” คือการ

กำหนดหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง เรียนรู้อย่างมีความสุขโดยผ่านกระบวนการที่เป็นไปตามธรรมชาติ เติบโตตามศักยภาพ และสนองความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคนจากแนวทางใหญ่ของการศึกษา คือ สาระสำคัญที่กำหนดใน พ.ร.บ.การศึกษาแห่งชาติที่นำสู่การประกาศใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ซึ่งการนำหลักสูตรแกนกลางนี้ไปใช้ เป็นแนวคิดสำคัญของการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน เนื่องจาก พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 บัญญัติไว้ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด...” (มาตรา 22: หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา) ด้วยเหตุนี้ แนวคิดนี้จึงได้รับการกล่าวถึงและนำมาใช้เป็นข้อพิจารณาพื้นฐานของการจัดการศึกษาทุกระดับ ความหลักของแนวคิดนี้ ก็คือ การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน ผู้เรียนมีบทบาทที่สำคัญในการสรรค์สร้างความรู้ ภายใต้เงื่อนไขการเรียนรู้และสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ดังนั้น กระบวนการเรียนการสอนที่เหมาะสมต้องมุ่งเน้นที่การสร้างเสริมประสบการณ์ อันมีจุดเริ่มต้นที่รับประสบการณ์ในการเรียนรู้ ในรูปของประสบการณ์ส่วนบุคคลที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกลึกก่อน ด้วยเหตุนี้ แนวคิดนี้จึงสัมพันธ์โดยตรงกับแนวคิดเรื่องการเรียนรู้ อย่างอิสระ โดยไม่ต้องมีใครบังคับควบคุม (Autonomous Learning) เพราะผู้เรียนที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

การเรียนรู้อย่างอิสระโดยไม่ต้องมีใครบังคับควบคุม

(Autonomous Learning)

หมายถึง การเรียนรู้ที่ผู้เรียนกระตุ้นและชี้นำด้วยตัวเอง เพราะตระหนักถึงความจำเป็นและความสำคัญของการเรียนรู้ ก่อให้เกิดการวางแผน การปฏิบัติ และการปฏิบัติการเรียนรู้อย่างอิสระและรับผิดชอบตนเอง

การสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism)

คือ กระบวนการที่เกิดขึ้นในชั้นการประเมินผลความรู้ ในรูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งเสริมสร้างการเรียนรู้ตลอดชีวิตนี้ จะเน้นกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่กล่าว การเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการภายในตัวผู้เรียนด้วยการกระทำของตนเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างสรรค์ความรู้ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม เป็นเกณฑ์ตัดสินใจมาเป็นโครงสร้างทางปัญญาซึ่งจะทำให้ความรู้ที่มีความหมายต่อไป

รูปแบบการเรียนการสอน MSCA

กรอบแนวคิดที่เสนอข้างต้น ได้รับการพัฒนาต่อมา เป็นรูปแบบการเรียนการสอนแบบ MSCA ตามชื่อลักษณะเด่นขององค์ประกอบหลัก 4 ประการ ในการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเสริมสร้างการเรียนรู้ตลอดชีวิตในนักศึกษา ได้แก่ M (Motivation : แรงจูงใจ) S (Needed Learning Skills : ทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็น) C (Constructivism : การสร้างสรรค์ความรู้) A (Authentic Assessment : การประเมินตามสภาพจริง) และสามารถอธิบายสรุปรูปแบบการเรียนการสอนแบบ MSCA ได้ด้วยภาพที่ 3

PRINCIPLES	TEACHING&LEARNING PROCESS	EXPECTED OUTPUT	EXPECTED OUTCOME
1. Student Centered 2. Active participation by learner 3. Learning process Based	1. Learning Autonomous of Learner M : Motivation S : Needed Learning Skills	Meaningful Learning	Life-long Learning
	2. Learning process C : Constructivism		
	3. Assessment A : Authentic Assessment		
	Condition of success (Roger, 1969) 1. Self-involvement 2. Self-initiation 3. Self-evaluation 4. Significance 5. Extendable		

ภาพที่ 3 รูปแบบการเรียนการสอนแบบ MSCA เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ตลอดชีวิต

2. เก็บคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน เก็บคะแนนจากแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ทุกหน่วย และเก็บคะแนนจากแบบทดสอบหลังการเรียนรู้เพื่อนำไปหาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ของแบบทดสอบต่อไป

3. เก็บข้อมูลค่าเฉลี่ยของแบบประเมินเจตคติของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีความคิดเห็นต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อนำมาหาคุณภาพของบทเรียน

4. เก็บแบบประเมินเจตคติของผู้เรียน ที่มีต่อและค่าระดับของแบบสอบถามต่อไป

จากแผนภาพแสดงรูปแบบข้างต้น หลักการสำคัญของรูปแบบมี 3 ประการ คือ การจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญการเข้าร่วมเชิงรุกหรือด้วยความเต็มใจของผู้เรียน และเน้นที่กระบวนการเรียนรู้กระบวนการเรียนการสอนที่เกิดขึ้น ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ

1. ขั้นตอนการเรียนรู้ของอิสระของผู้เรียน
2. ขั้นตอนการเรียนรู้
3. ขั้นตอนการประเมินผลที่เน้น การประเมินตามสภาพจริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. รวบรวมแบบทดสอบที่ผ่านการทดสอบจากกลุ่มทดลองมาแล้ว มาหาค่าความยากง่าย หาค่าอำนาจจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบที่จะนำไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ผลการวิจัย

การทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

การทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนที่จะทำการเรียนการสอนด้วย แบบ MSCA ผู้วิจัยได้ให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) จำนวน 30 ข้อ โดยการเลือกกลุ่มข้อสอบ หลังจากนั้นผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างได้ศึกษาเนื้อหาการเรียนด้วยแบบ MSCA ครึ่งละ 1 หน่วยการเรียน จนครบทุกหน่วยการเรียน แล้วทำการสอบท้ายหน่วยการเรียนทุกหน่วย แล้วเก็บคะแนนไว้ หลังจากนั้น 1 สัปดาห์ ผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) จำนวน 30 ข้อ โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียนจากนั้นนำผลของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและผลของคะแนนทดสอบหลังเรียนไปวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นเท่ากับ 59.08

ผลที่ได้	คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.)	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (หลังเรียน- ก่อนเรียน)
ทดสอบก่อนเรียน	195	70	1.84	59.08
ทดสอบหลังเรียน	642	170.53	2.56	

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน หลังจากเรียนด้วยบทเรียนสอศแทรกในรูปแบบ MSCA แล้วพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนการเรียนจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน จากคะแนนรวม 195 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 70 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) เท่ากับ 1.84 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังการเรียน จากคะแนนรวม 642 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 170.53 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) เท่ากับ 2.56 ส่วนผลการทดสอบก่อนเรียนและผลการทดสอบหลังเรียน ของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนด้วยบทเรียนนำมาเปรียบเทียบหาความแตกต่าง (หลังเรียน-ก่อนเรียน) ได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน มีค่าสูงขึ้นเท่ากับ 59.08 เมื่อนำไปเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ T-test พบว่าค่าทดลองที่คำนวณได้เท่ากับ 34.23 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ด้วยรูปแบบ MSCA มีค่าเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

การวิเคราะห์ระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบ

MSCA

เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาด้วยรูปแบบ MSCA ครบทั้ง 6 หน่วยไปแล้ว และได้ทำการทดสอบหลังการเรียนเรียบร้อยแล้ว จากนั้นผู้สอนได้ให้แบบสอบถามเพื่อวัดระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อ รูปแบบ MSCA

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	(S.E)	ระดับ	T	Sig.
1. ส่วนประกอบ โดยทั่วไป	4.75	0.61	ดี	7.89	.000
2.M (Motivation : แรงจูงใจ)	4.26	0.59	ดี	8.26	.000
3.S (Needed Learning Skills : ทักษะการเรียนรู้ที่ จำเป็น)	4.28	0.57	ดี	9.08	.000
4.C (Constructivism : การสร้างสรรค์ ความรู้)	4.73	0.62	ดี	9.92	.000
5. A (Authentic Assessment) : การ ประเมินตามภาพ จริง)	4.46	0.68	ดี	8.95	.000
6. ด้านความเป็น อิสระเชิงรุก	4.86	0.66	ดี	7.87	.000
ค่าเฉลี่ยรวม	4.47	0.65	ดี	8.03	.000

ตารางที่ 2 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

และหลังเรียนโดยใช้สถิติ T-tests

ผล สัมฤทธิ์	คะแนน รวม	ค่า เฉลี่ย (\bar{X})	ความ คลาด เคลื่อน มาตรฐาน (S.E.)	T	Sig.
ทดสอบ ก่อนเรียน	246	7.5	1.74	34.23	.000
ทดสอบ หลังเรียน	992	27.02	2.35		

ตารางที่ 3 สรุปผลระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อ
รูปแบบ MSCA

จากตารางที่ 4.6 พบว่าผู้เรียนมีเจตคติต่อรูปแบบ
MSCA ระดับคะแนนเฉลี่ยรวม (\bar{X}) เท่ากับ 4.47 มีค่า

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) เท่ากับ 0.65 มีเจต
คติในระดับดี มีค่าสถิติ t-tests ที่ 8.03 อย่างมีนัยสำคัญที่
.01

สรุป การวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในด้านการวัดด้านการประเมินผลการเรียนของ
นักศึกษานั้นเป็นเรื่องที่สำคัญมาก เพราะการวัดผลการ
เรียนนั้นเราต้องการที่จะทราบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนของนักศึกษานั้นเป็นอย่างไร นักศึกษามีความรู้ มี
ความเข้าใจ และทักษะในแต่ละเนื้อหาตามที่อาจารย์
ผู้สอนกำหนดไว้หรือไม่ วิธีการ เครื่องมือวัดและ
ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยที่ประเมินตาม
สภาพจริงเน้นการประเมินที่ผลงานการเรียนรู้จาก
การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เป็นการตีค่าความสามารถ
ที่แท้จริงของผู้เรียน เพื่อบอกได้ว่าผู้เรียนแต่ละคนมี
จุดเด่นจุดด้อยอย่างไร การประเมินจึงมีบทบาทสำคัญ
ในการพัฒนาประสิทธิภาพของการเรียนการสอน
มากกว่าจะให้รางวัลหรือลงโทษผู้เรียน และที่สำคัญ
ต้องเน้นที่กระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาการเรียนรู้
ดังนั้น ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน
การประเมินการเรียนรู้ของตนเองซึ่งจะช่วยพัฒนาการ
เรียนรู้ของผู้เรียนได้ดีขึ้นได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าสูงขึ้นเท่ากับ
59.08 เมื่อนำไปเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ T-test พบว่า
ค่าทดลองที่คำนวณได้เท่ากับ 38.26 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า
ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มีค่าเพิ่มขึ้น
59.08 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ระดับเจตคติของ
ผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบ MSCA อยู่ในระดับดี

อภิปรายผล

บทความงานวิจัยนี้ได้นำเสนอรูปแบบการเรียนการ
สอนแบบ MSCA เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ตลอดชีวิต
ให้นักศึกษา เนื่องจากพิจารณาเห็นว่า เป็นรูปแบบการ

เรียนการสอนที่สอดคล้องกับแนวการจัดการศึกษา ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ (Learn how to learn) เพื่อเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงของวิทยาการอย่างรวดเร็ว อีกทั้งคาดหวังว่า รูปแบบที่นำเสนอจะสามารถพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนจาก “ผู้รับความรู้” มาเป็น “ผู้กำหนด – สร้างความรู้” ได้ อันส่งผลให้เกิดคุณลักษณะการเรียนรู้ตลอดชีวิตขึ้นในตัวผู้เรียนได้ ในที่สุดและองค์ประกอบที่สำคัญที่จะเสริมสร้างวิธีการสอนให้มีการเรียนรู้ตลอด เพื่อเกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้นไป

ข้อเสนอแนะ

1. สภาพสิ่งแวดล้อมความพร้อมของห้องเรียนมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน หรือสภาพบรรยากาศภายในห้องก็จะส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนได้ ก่อให้เกิดการวางแผน การปฏิบัติ และการปฏิบัติการเรียนรู้ของนักเรียนและรับผิดชอบต่อตนเอง

2. ความรู้พื้นฐานและการสร้างเสริมประสบการณ์ อันมีจุดเริ่มต้นที่รับประสบการณ์ในการเรียนรู้ ในรูปของประสบการณ์ส่วนบุคคลที่เกี่ยวข้องกับความรู้สีก่อน ด้วยเหตุนี้ แนวคิดนี้จึงสัมพันธ์โดยตรงกับแนวคิดเรื่องการเรียนรู้ของอิสระ โดยไม่ต้องมีใครบังคับควบคุม (Autonomous Learning) เพราะผู้เรียนที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

เอกสารอ้างอิง

1. จรัส สุวรรณเวลา และคณะ. บนเส้นทางอุดมศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
2. Kitti, MSCA Learning Model to Promote-Long Learning in Engineering Students

3. Ausubel, D.P. and Robinson, F.G. School Learning : An Introduction Psychology. New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc. 1969.
4. Knowles, Malcolm S. Andragogy in Action. San Francisco : Jossey-Bass Publishers, 1990.

ความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อการฝึกงานของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจ

ศุมาลี อารณพินิจเลิศ¹ และ ระวีพรรณ จิตต์มนัส²

แผนกวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

E-mail : muaydao@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อการฝึกงานของนักศึกษาแผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ในด้านวิชาการและทักษะวิชาชีพ ด้านคุณธรรม จริยธรรม และความรับผิดชอบ ด้านบุคลิกภาพ โดยใช้แบบสอบถามเก็บรวบรวมข้อมูลจากสถานประกอบการที่รับนักศึกษาเข้าฝึกงานในภาคเรียนที่ 2/2550 จำนวน 30 แห่ง ได้รับแบบสอบถามตอบกลับคิดเป็นร้อยละ 100 ผลการวิจัยพบว่าผู้ประกอบการมีความพึงพอใจต่อการฝึกงานของนักศึกษาแผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ทุกด้านอยู่ในระดับมาก จากภาพรวมที่ปรากฏแสดงให้เห็นว่านักศึกษาแผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจเป็นผู้ที่มีคุณธรรม จริยธรรมและความรับผิดชอบสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งความซื่อสัตย์สุจริต ความมีน้ำใจเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ และความร่วมมือในสิ่งที่ดีและเป็นประโยชน์ต่อสังคม คุณธรรม ทั้ง 3 อย่างนี้ผู้ประกอบการมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : ความพึงพอใจของผู้ประกอบการ การฝึกงานของนักศึกษา

Abstract

The objective of this research was to study satisfaction of entrepreneur to business computer's trainee of technical and vocation skill, virtue, morality and responsibility, personality. The research consisted of 30 place in 2/2007 semesters and receive questionnaire 100 percentages. The findings revealed that entrepreneur's satisfaction in three side was at a high level. From the overall image that appear to indicate business computer's trainee is who have virtue morality and high responsibility. Particularly who have honesty generous and cooperation make benefit for the social. The three of virtue entrepreneur's satisfaction was at a highest level.

Keywords : Satisfaction Entrepreneur, Trainee

1. บทนำ

[1] การศึกษาด้านอาชีวศึกษาเป็นส่วนสำคัญที่ผลิตแรงงานป้อนสู่ตลาดแรงงาน มีหลายหน่วยงานที่มีหน้าที่จัดการศึกษาในระดับอาชีวศึกษา ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา หลักสูตรที่ใช้ในการสอนวิชาชีพ คือมุ่งผลิตแรงงานในระดับกลางที่มีประสิทธิภาพ [2] เพื่อให้การจัดการศึกษาเป็นไปตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ฉบับ พ.ศ.2542 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษา ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและตามศักยภาพ จึงจำเป็นต้องปฏิรูประบบและกระบวนการเรียนรู้เน้นให้รู้วิธีการเรียนรู้ และให้ทุกฝ่ายมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดการศึกษา [3] ซึ่งในการจัดการอาชีวศึกษามีหลักสูตรการฝึกงาน 1 ภาคเรียน เพื่อให้ให้นักศึกษาได้ฝึกประสบการณ์การทำงานกับสถานประกอบการจริง การฝึกงานในหลักสูตรเป็นวิชาหนึ่งที่จะทำให้นักศึกษาได้มีประสบการณ์ตรงจากสถานประกอบการ และเป็นการเตรียมความพร้อมในการประกอบอาชีพต่อไป ทางแผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจ จึงได้จัดส่งให้นักศึกษาเข้าฝึกงานตามสถานประกอบการต่าง ๆ หลายแห่งทั้งภายในจังหวัดและภายนอกจังหวัด ในทุกภาคเรียน เพื่อเป็นการเตรียมการด้านความพร้อมในการฝึกทักษะและพัฒนาฝีมือของนักศึกษาในเบื้องต้นก่อนที่นักศึกษาจะออกปฏิบัติงานจริงเพื่อประกอบอาชีพในวันข้างหน้า

ดังนั้น ผู้วิจัยในฐานะที่เป็นอาจารย์ประจำแผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจและรับผิดชอบงานด้านการฝึกงานของแผนก จึงมีความสนใจที่จะศึกษาความพึงพอใจของผู้ประกอบการที่มีต่อการฝึกงานของนักศึกษาฝึกงาน แผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตร

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงว่าอยู่ในระดับใด อันจะนำผลการวิจัยไปสู่การปรับปรุงหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอนในสถานศึกษาเพื่อให้นักศึกษาที่จะออกฝึกงาน และผู้ที่สำเร็จการศึกษาออกไป มีความรู้ความสามารถเป็นที่ยอมรับของสถานประกอบการอย่างแท้จริง และเพื่อที่จะเป็นข้อมูลให้ผู้สนใจนำไปใช้ในการวิจัยครั้งต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อการฝึกงานของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ในด้านวิชาการและทักษะวิชาชีพ ด้านคุณธรรมและความรับผิดชอบและด้านบุคลิกภาพ

2. แนวคิด ทฤษฎี

[4] การความสำคัญของการฝึกงาน , การฝึกงานในสถานประกอบการ ข้อดีของการฝึกงานใน สถานประกอบการ [3]โครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ประเภทวิชาบริหารธุรกิจ สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ [5]เอกวัฒน์ รัชยาวงศ์ ณราทิพย์ ประภาส และวิเชียร ทองฤทธิ์ได้ศึกษาความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อการฝึกประสบการณ์วิชาชีพของนักศึกษา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ สุราษฎร์ธานี ผู้ประกอบการมีความพอใจ อันดับ 1 ด้านคุณธรรมและความรับผิดชอบ อันดับ 2 ด้านบุคลิกภาพ อันดับ 3 ด้านวิชาการและทักษะวิชาชีพ และ [6] การศึกษาความพึงพอใจความต้องการขององค์กรต่อนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพของคณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์คือ มีความขยันอดทน มีความรับผิดชอบต่องานสูง มีกิริยามารยาทดี และมีความอ่อนน้อมถ่อมตน การสำรวจความต้องการของ

หน่วยงานเมื่อนักศึกษาเสร็จสิ้นการฝึกประสบการณ์วิชาชีพแล้ว หน่วยงานส่วนใหญ่มีความต้องการนักศึกษาเข้าทำงานต่อในหน่วยงานนั้น โดยในปัจจุบันมีความต้องการนักศึกษาหรือบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจมากที่สุด รองลงมาได้แก่ สาขาวิชา การบัญชี การตลาด และการจัดการทั่วไป ส่วนทางด้านคุณสมบัติของนักศึกษาฝึกงานและบัณฑิตที่หน่วยงานต้องการรับเข้าทำงานมากที่สุด คือ มีความขยันอดทน มีความรู้ความสามารถสูง มนุษยสัมพันธ์ดี มีความซื่อสัตย์สุจริต และมีความสามารถด้านคอมพิวเตอร์

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

แบบสอบถาม ซึ่งผ่านการตรวจสอบความตรงโดยผู้ทรงคุณวุฒิ นำมาปรับปรุงแก้ไข และหาค่าความเชื่อมั่นได้ค่า 0.87 โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของสถานประกอบการและผู้ประกอบการหรือพี่เลี้ยงควบคุมดูแลนักศึกษาฝึกงาน ได้แก่ ชื่อสถานประกอบการ สถานภาพของสถานประกอบการ ตำแหน่งงาน ระดับการศึกษา ประสบการณ์การทำงาน มีลักษณะการตอบเป็นแบบเลือกตอบ (Check list)

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ประกอบการที่มีต่อนักศึกษางาน ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านวิชาการและทักษะวิชาชีพ ด้านคุณธรรมและความรับผิดชอบ และด้านบุคลิกภาพ มีลักษณะคำตอบเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์ ดังนี้

ระดับคะแนน	5	คือ	มากที่สุด
ระดับคะแนน	4	คือ	มาก

ระดับคะแนน	3	คือ	ปานกลาง
ระดับคะแนน	2	คือ	น้อย
ระดับคะแนน	1	คือ	น้อยที่สุด

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามแบบปลายเปิด เพื่อให้ผู้ประกอบการหรือพี่เลี้ยงผู้ควบคุมดูแลนักศึกษาฝึกงานได้ให้ข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพิ่มเติม

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. นำแบบสอบถามที่ได้มอบให้นักศึกษาฝึกงานแผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจที่กลับมาเข้ารับการสัมมนาที่แผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจในวันที่ 25 มกราคม 2551 โดยมอบให้คนละ 1 ชุด เพื่อให้นักศึกษานำกลับไปให้ผู้ประกอบการหรือพี่เลี้ยงผู้ควบคุมดูแลนักศึกษาฝึกงานตอบแบบสอบถามโดยส่งคืนแบบสอบถามพร้อมกับคะแนนการประเมินผลการฝึกงาน บรรจุซองปิดผนึก

2. นักศึกษาฝึกงานแผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจแต่ละคนเสร็จสิ้นการฝึกงาน ในวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2551 ทางแผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจนัดหมายให้นักศึกษาฝึกงานทุกคนส่งคืนซองเอกสารแบบสอบถาม และคะแนนการประเมินผลการฝึกงานที่แผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจภายในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2551

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์แบบสอบถามตอนที่ 1 ข้อมูลสถานภาพของหน่วยงานและผู้ตอบแบบสอบถามใช้ค่าความถี่และค่าร้อยละ

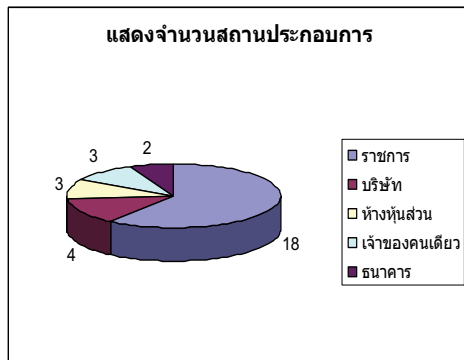
วิเคราะห์แบบสอบถามตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้ประกอบการที่มีต่อนักศึกษาฝึกงานใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมาย ค่าเฉลี่ยใช้เกณฑ์ประมาณค่าดังนี้

ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.49	หมายความว่า	น้อยที่สุด
ค่าเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายความว่า	น้อย
ค่าเฉลี่ย	2.50 – 3.49	หมายความว่า	ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายความว่า มาก
ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายความว่า มากที่สุด

4. ผลการวิจัย

ตอนที่ 1. ข้อมูลทั่วไปของสถานประกอบการและ
ผู้ประกอบการหรือผู้ควบคุมดูแลนักศึกษาฝึกงาน



ภาพที่ 1. จำนวนสถานประกอบการ

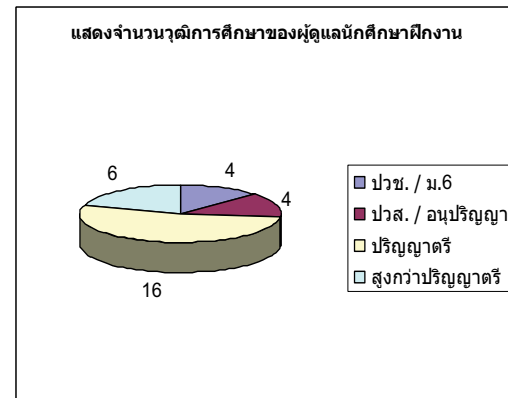
จากภาพที่ 1. พบว่าส่วนใหญ่ของนักศึกษาของแผนก
ฝึกงานกับหน่วยงานราชการ ร้อยละ 60 รองลงมาคือ
บริษัทร้อยละ 13.33 สำหรับห้างหุ้นส่วนร้อยละ 10
กิจการเจ้าของคนเดียวร้อยละ 10 หน่วยงานธนาคาร
เป็นสถานประกอบการที่มีนักศึกษาฝึกงานน้อยที่สุด
เพียงร้อยละ 6.67



ภาพที่ 2. จำนวนสถานภาพผู้ดูแลนักศึกษาฝึกงาน

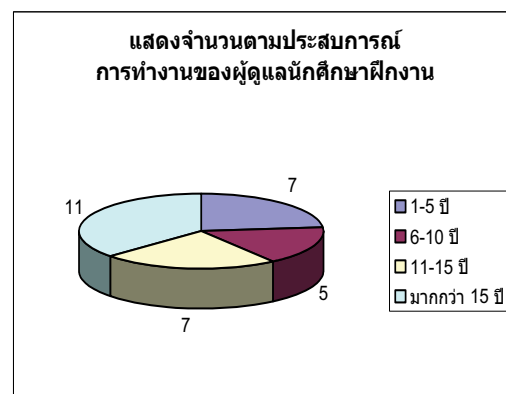
จากภาพที่ 2. พบว่าผู้ที่ทำหน้าที่พี่เลี้ยง ดูแล
นักศึกษาฝึกงานของแผนก ส่วนใหญ่เป็นพนักงานหรือ

เจ้าหน้าที่ของสถานประกอบการ ร้อยละ 46.67
รองลงมาคือ หัวหน้าฝ่ายร้อยละ 40 และผู้ดูแลนักศึกษา
ที่มีตำแหน่งระดับผู้บริหารมีเพียงร้อยละ 13.33



ภาพที่ 3. จำนวนวุฒิการศึกษาผู้ดูแลนักศึกษาฝึกงาน

จากภาพที่ 3. พบว่าผู้ที่ทำหน้าที่พี่เลี้ยง ดูแล
นักศึกษาฝึกงานของแผนก ส่วนใหญ่มีการศึกษาใน
ระดับปริญญาตรี ร้อยละ 53.34 ระดับสูงกว่าปริญญา
ตรี ร้อยละ 20 มีการศึกษาในระดับ ปวช./ม.6 ร้อยละ
13.33 และปวส./อนุปริญญา ร้อยละ 13.33



ภาพที่ 4. จำนวนประสบการณ์การทำงานผู้ดูแล
นักศึกษาฝึกงาน

จากภาพที่ 4. พบว่าประสบการณ์การทำงานของผู้ที่
ทำหน้าที่พี่เลี้ยงดูแลนักศึกษาฝึกงานของแผนก ส่วน
ใหญ่มีประสบการณ์ทำงานมากกว่า 15 ปี ถึงร้อยละ
36.67 ประสบการณ์ทำงาน 1-5 ปี ร้อยละ 23.33

ประสบการณ์ทำงาน 11-15 ปี ร้อยละ 23.33
ประสบการณ์ทำงาน 6-10 ปี ร้อยละ 16.67

ตอนที่ 2. ข้อมูลการแสดงระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อการฝึกงานของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจ 3 ด้าน ซึ่งประกอบด้วยความคิดเห็นด้านวิชาการและทักษะวิชาชีพ ความคิดเห็นด้านคุณธรรม จริยธรรมและความรับผิดชอบ และความคิดเห็นด้านบุคลิกภาพ

4.1 ผลการวิจัยความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อการฝึกงาน ด้านวิชาการและทักษะวิชาชีพ

รายการ	Mean	ลำดับ
1. นักศึกษามีความรู้ความสามารถในด้านทฤษฎี/ปฏิบัติเป็นอย่างดี	4.23	4
2. นักศึกษามีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ปรับปรุงวิธีการทำงานตามความรู้ที่มี	4.07	6
3. นักศึกษาสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน	4.27	3
4. นักศึกษาสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีคุณภาพ	4.30	2
5. นักศึกษามีความมุ่งมั่นในการแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาความก้าวหน้า	4.23	4
6. นักศึกษามีการวางแผนในการทำงาน เช่น สามารถแยกประเภทของงาน อธิบาย งาน บอกขั้นตอนของงานที่ปฏิบัติได้	4.00	8
7. นักศึกษามีไหวพริบในการแก้ปัญหาและข้อผิดพลาดในการทำงาน	4.07	6
8. นักศึกษามีความรู้ความสามารถในการใช้อุปกรณ์สำนักงานเป็นอย่างดี	4.43	1
9. นักศึกษาสามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ไปใช้ให้เกิดประโยชน์	4.13	5
10. นักศึกษามีความเข้าใจเกี่ยวกับงานหลายด้านในองค์กร	4.03	7
11. นักศึกษาสามารถใช้ภาษาอังกฤษในการติดต่อสื่อสารได้	3.27	9
12. นักศึกษามีความตระหนักถึงความปลอดภัยในการทำงาน	4.23	4
รวมเฉลี่ย	4.105	

ตารางที่ 1. ความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อการฝึกงาน

4.2 ด้านวิชาการและทักษะวิชาชีพ

จากข้อมูลในตารางที่ 1. พบว่า ทุกรายการผู้ประกอบการมีความพึงพอใจในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ นักศึกษามีความรู้ความสามารถในการใช้อุปกรณ์สำนักงานเป็นอย่างดี (ค่าเฉลี่ย 4.43) นักศึกษาสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีคุณภาพ (ค่าเฉลี่ย 4.30) นักศึกษาสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน (ค่าเฉลี่ย 4.27) เว้นความสามารถการใช้ภาษาอังกฤษในการติดต่อสื่อสารอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.27)

4.3 ผลการวิจัยความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อการฝึกงาน ด้านคุณธรรม จริยธรรมและความรับผิดชอบ

รายการ	Mean	ลำดับ
1. นักศึกษาเข้าทำงานตรงต่อเวลา	4.23	5
2. นักศึกษามีความซื่อสัตย์สุจริต	4.57	1
3. นักศึกษาปฏิบัติงานตามกฎระเบียบอย่างเคร่งครัด	4.33	4
4. นักศึกษาปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ	4.40	3
5. นักศึกษาปฏิบัติงานด้วยความวิริยะอุตสาหะ	4.40	3
6. นักศึกษาปฏิบัติงานได้ครบถ้วนตามที่ได้รับมอบหมาย	4.40	3
7. นักศึกษาสามารถปฏิบัติงานได้ในเวลาที่กำหนด	4.40	3
8. นักศึกษามีน้ำใจเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ต่อผู้ร่วมงาน	4.57	1
9. นักศึกษามีพฤติกรรมที่แสดงออกอย่างประชาธิปไตย	4.40	3
10. นักศึกษาให้ความร่วมมือในสิ่งที่ดีและเป็นประโยชน์ต่อสังคม	4.53	2
รวมเฉลี่ย	4.423	

ตารางที่ 2. ความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อการฝึกงาน

4.4 ด้านคุณธรรม จริยธรรมและความรับผิดชอบ

จากข้อมูลในตารางที่ 2. พบว่า ผู้ประกอบการมีความพึงพอใจในเรื่องของความซื่อสัตย์สุจริต มีน้ำใจเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ให้ความร่วมมือ (ค่าเฉลี่ย 4.57) นักศึกษาให้ความร่วมมือในสิ่งที่ดีและเป็นประโยชน์ต่อสังคม (ค่าเฉลี่ย 4.53) ในระดับมากที่สุด ส่วนในเรื่องของการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ วิริยะอุตสาหะ ปฏิบัติงานได้ครบถ้วนตามที่ได้รับมอบหมายในเวลาที่กำหนด และนักศึกษามีพฤติกรรมที่แสดงออกอย่างประจักษ์ชัด (ค่าเฉลี่ย 4.40) ซึ่งอยู่ในระดับมาก และลำดับสุดท้ายคือนักศึกษาเข้าทำงานตรงต่อเวลา (ค่าเฉลี่ย 4.23)

4.5 ผลการวิจัย ความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อการฝึกงาน ด้านบุคลิกภาพ

รายการ	Mean	ลำดับ
1. นักศึกษาแต่งกายสุภาพ	4.53	3
2. นักศึกษามีกริยามารยาทเหมาะสม	4.57	2
3. นักศึกษาใช้วาจาและถ้อยคำที่สุภาพ	4.63	1
4. นักศึกษามีอารมณ์ที่มั่นคง	4.13	8
5. นักศึกษามีความร่าเริงและมองโลกในแง่ดี	4.30	7
6. นักศึกษามีมนุษยสัมพันธ์กับผู้ร่วมงาน	4.50	4
7. นักศึกษามีความกระตือรือร้นในการช่วยเหลือผู้อื่น	4.43	5
8. นักศึกษามีภาวะผู้นำ	3.73	9
9. นักศึกษามีความพร้อมที่จะพัฒนาตนให้เข้ากับงาน	4.33	6
10. นักศึกษามีความพร้อมที่จะเรียนรู้งานใหม่	4.43	5
รวมเฉลี่ย	4.358	

ตารางที่ 3. ความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อการฝึกงานด้านบุคลิกภาพ

จากข้อมูลในตารางที่ 3. พบว่า ผู้ประกอบการมีความพึงพอใจในเรื่องนักศึกษามีวาจาและถ้อยคำที่สุภาพ (ค่าเฉลี่ย 4.63) นักศึกษามีกริยามารยาทเหมาะสม (ค่าเฉลี่ย 4.57) นักศึกษาแต่งกายสุภาพ

(ค่าเฉลี่ย 4.53) มีมนุษยสัมพันธ์กับผู้ร่วมงาน (ค่าเฉลี่ย 4.50) ในระดับมากที่สุด ส่วนภาวะการเป็นผู้นำของนักศึกษาฝึกงาน (ค่าเฉลี่ย 3.73) นั้นอยู่ในลำดับสุดท้ายของด้านบุคลิกภาพ

ตอนที่ 3. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ จากผู้ประกอบการ

- ควรจัดนักศึกษาฝึกงานเพิ่มขึ้น เนื่องจากงานมีปริมาณมากนักศึกษาสามารถเรียนรู้และมีประสบการณ์จากการปฏิบัติงานจริง
- งานทุกอย่างที่มอบให้นักศึกษาทำจะจบได้เป็นอย่างดีโดยไม่ต้องแก้ไขใด ๆ จึงขอชมนักศึกษาสามารถทำงานได้อย่างดีเยี่ยม
- ตลอดช่วงเวลาที่ฝึกงาน นักศึกษาทำงานทุกอย่างเหมือนกับพนักงานคนหนึ่งทุกอย่าง ซึ่งมาฝึกงานในช่วงที่งานค่อนข้างจะหนัก แต่ก็ให้ความร่วมมือและเสียสละเวลาช่วยทำงานดีมาก
- ตลอดระยะเวลาที่ฝึกงาน นักศึกษามีความตั้งใจทำงานดีมีมนุษยสัมพันธ์เข้าได้กับทุกคน แม้งานจะค่อนข้างยุ่งตลอดเวลาในช่วงแรก ๆ แต่นักศึกษาก็ช่วยเหลือเป็นอย่างดี
- นักศึกษาควรปรับปรุงในด้านการปฏิบัติงาน เช่น ทำเสร็จแล้วควรเก็บเอกสารหรืออุปกรณ์ให้เรียบร้อย ก่อนกลับทุกครั้งหรือก่อนพักเที่ยง และควรมีความรอบคอบในการทำเอกสารทุกครั้ง ควรปรับปรุงการเข้าฝึกงานให้ตรงต่อเวลาดำย
- ควรสนับสนุนให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ใหม่ ๆ ในด้านที่นักศึกษาถนัด ภายใต้ระบบการเรียนการสอนที่สอดคล้องและเฉพาะทาง (ควรได้รับการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น)
- นักศึกษาตั้งใจปฏิบัติงานและรับผิดชอบงานเป็นอย่างดี ทั้งยังเสียสละเวลาที่นอกเหนือจากเวลาการฝึกงานมาช่วยเหลือสถานประกอบการ ในกรณีที่สถานประกอบการมีงานเร่งด่วนอีกด้วย
- งานที่นักศึกษาได้ฝึกไม่ค่อยตรงกับสาขาวิชา แต่นักศึกษาจะได้รับประสบการณ์ การอยู่ร่วมกันกับผู้อื่น

ในสังคม และได้เรียนรู้ในส่วนเฉพาะงานที่แตกต่างออกไป ซึ่งถือเป็นประสบการณ์ที่มีความหลากหลายในการฝึกงาน

5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย และอภิปรายผล

การศึกษาความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อการฝึกงานของนักศึกษา มีข้อค้นพบและประเด็นการวิจัยดังนี้ สถานประกอบการที่นักศึกษาเข้าฝึกงาน ส่วนใหญ่เป็นหน่วยงานรัฐบาล พี่เลี้ยง/ผู้ควบคุมดูแลนักศึกษาฝึกงาน ส่วนใหญ่เป็นพนักงาน/เจ้าหน้าที่ที่มีคุณวุฒิทางการศึกษาในระดับปริญญาตรี และส่วนใหญ่มีประสบการณ์การทำงานมากกว่า 15 ปี ความคิดเห็นของผู้ประกอบการอยู่ในระดับมากทุกด้าน ซึ่งได้แก่ด้านวิชาการและทักษะวิชาชีพ ด้านคุณธรรม จริยธรรม ความรับผิดชอบ และ ด้านบุคลิกภาพ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านในแต่ละข้อย่อยแล้วมีข้อค้นพบที่น่าสนใจ คือนักศึกษาฝึกงานแผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจวิทยาลัยเทคนิคพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีความซื่อสัตย์สุจริต มีน้ำใจเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ กริยามารยาทเหมาะสม ใฝ่หาความรู้ และมีความรู้ความสามารถในการใช้อุปกรณ์สำนักงานเป็นอย่างดี นอกจากนี้ทางแผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจยังได้รับประโยชน์จากข้อดีซึ่งเป็นการดีที่สุดในแต่ละด้าน นำมาปรับปรุงแก้ไขกระบวนการในการผลิตนักศึกษา เพื่อให้ นักศึกษาฝึกงานมีคุณลักษณะตามความพึงพอใจของสถานประกอบการต่าง ๆ โดยควรจะมีการเน้นหนักในด้านการจัดการเรียนการสอนภาษาอังกฤษ ให้มากยิ่งขึ้น และนอกจากนี้ควรมีการฝึกบุคลิกภาพ ในด้านของการมีภาวะผู้นำให้กับนักศึกษาเพิ่มขึ้น เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมให้แก่ นักศึกษาในการออกไปประกอบอาชีพต่อไป อย่งไรก็ดี เมื่อพิจารณาข้อมูลในภาพรวมแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งความพึงพอใจในด้านคุณธรรม จริยธรรมและความรับผิดชอบต่อสังคมมีผลรวมเฉลี่ยสูงกว่าด้านอื่น แสดงให้เห็นได้ว่านักศึกษาของแผนก

คอมพิวเตอร์ธุรกิจนั้นเป็นผู้ที่มีคุณธรรม จริยธรรมและความรับผิดชอบต่อสังคม และยังคงคล้อยตามนโยบายของสถาบันการอาชีวศึกษาที่มุ่งเน้นให้นักศึกษามีคุณธรรมนำความรู้

5.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการทำวิจัยกับนักศึกษาฝึกงานในทุกระดับทั้งระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง การศึกษาเกี่ยวกับความพร้อมของนักศึกษา ก่อนออกฝึกงาน การศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะ นักศึกษาฝึกงานที่พึงประสงค์ของสถานประกอบการ เป็นต้น

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ทศนา แสงศักดิ์, อ้างถึงงานวิจัยศึกษาระดับความพึงพอใจของหัวหน้าช่างที่มีต่อคุณลักษณะของนักศึกษาฝึกงาน สาขาวิชาช่างยนต์,ฐานข้อมูลวิจัยการศึกษา, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- [2] พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ , 2542.
- [3] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ, 2546.
- [4] สำนักมาตรฐานคุณภาพการศึกษา, การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบฝึกปฏิบัติในสถานประกอบการ.
- [5] เอกวัฒน์ รักยาวงค์ , ณราทิพย์ ประภาส และวิเชียร ทองฤทธิ์, งานวิจัยเรื่อง ความพึงพอใจของ ผู้ประกอบการต่อการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ของนักศึกษา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- [6] คณะวิทยาการจัดการ, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์, การศึกษาความพึงพอใจและความต้องการขององค์กร ต่อ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพของคณะวิทยาการจัดการ , มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.

การพัฒนาแบบห้องสมุดที่พึงประสงค์เพื่อสถาบันการอาชีวศึกษา

สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

A Development of Desirable Library Model for Vocational Institutions, Vocational Education Commission

จิตรัตน์ สุวรรณปรางโมทย์¹ ศรีเพ็ญ เศรษฐเสถียร² และ สุวิมล ธนะผลเลิศ³

¹ สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา:

² คณะศิลปศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

³ ศูนย์บรรณสารสนเทศทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail : ¹ Thitirat.lib@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงบรรยาย (Descriptive Research) เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของห้องสมุดสถานศึกษาความต้องการห้องสมุดสถาบันการอาชีวศึกษาที่พึงประสงค์ในอนาคต และพัฒนาและนำเสนอรูปแบบห้องสมุดที่พึงประสงค์ เพื่อสถาบันการอาชีวศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กลุ่มตัวอย่าง คือ หัวหน้างานห้องสมุด และ/หรือบรรณารักษ์ห้องสมุดสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา รวม 384 คน และผู้ทรงคุณวุฒิในการสนทนากลุ่ม (Focus group) จำนวน 15 คน มีการศึกษา 9 ด้าน คือ ด้านวิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าหมายและยุทธศาสตร์ด้านการบริหาร ด้านงบประมาณ ด้านบุคลากร ด้านทรัพยากรสารสนเทศ อาคารสถานที่และครุภัณฑ์ ด้านการบริการ ด้านเครือข่ายและความร่วมมือระหว่างห้องสมุด และด้านการประเมินคุณภาพห้องสมุด เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถาม 4 ตอน สถิติที่ใช้คือ การแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์เนื้อหา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows

ผลการวิจัยพบว่า บุคลากรห้องสมุดส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรีทางด้านบรรณารักษศาสตร์และ/หรือสารสนเทศศาสตร์ โดยมีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานห้องสมุด น้อยกว่า 5 ปี ประเภทสถานประกอบการของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นประเภทวิทยาลัยการอาชีวศึกษา ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ห้องสมุดส่วนใหญ่มีการกำหนดวิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าหมาย และยุทธศาสตร์ ด้านการบริหารห้องสมุดมีสถานภาพเป็นงานขึ้นตรงกับรองผู้อำนวยการฝ่ายบริหารทรัพยากร ด้านงบประมาณไม่ได้รับจัดสรรงบประมาณตามเกณฑ์มาตรฐาน ด้านทรัพยากรสารสนเทศ มีจำนวนทรัพยากรสารสนเทศไม่เพียงพอต่อความต้องการของนักศึกษาและอาจารย์ ด้านเครือข่ายและความร่วมมือระหว่างห้องสมุด ไม่มีบริการยืมระหว่างห้องสมุด

สถานศึกษาทั้งภายใน และภายนอกสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ส่วนความต้องการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับห้องสมุด สถาบันการอาชีวศึกษา พบว่า บุคลากรของห้องสมุดมีความต้องการด้านวิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าหมาย และยุทธศาสตร์ ด้านการบริหาร ด้านงบประมาณ ด้านทรัพยากรสารสนเทศ ด้านอาคารสถานที่ และครุภัณฑ์ ด้านการบริการ และด้านเครือข่ายและความร่วมมือระหว่างห้องสมุด อยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนความต้องการที่อยู่ในระดับมาก คือ ด้านบุคลากร และด้านการประเมินคุณภาพห้องสมุด

สำหรับรูปแบบของห้องสมุดสถาบันการอาชีวศึกษาที่พึงประสงค์ ประกอบด้วยสาระสำคัญ 9 ด้าน คือ 1) ด้านวิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าหมายและยุทธศาสตร์ 2) ด้านการบริหาร 3) ด้านงบประมาณ 4) ด้านบุคลากร 5) ด้านทรัพยากรสารสนเทศ 6) ด้านอาคารสถานที่และครุภัณฑ์ 7) ด้านการบริการ 8) ด้านเครือข่ายและความร่วมมือระหว่างห้องสมุด 9) ด้านการประเมินคุณภาพห้องสมุด

คำสำคัญ : รูปแบบห้องสมุดที่พึงประสงค์ ห้องสมุดสถาบันการอาชีวศึกษา

Abstract

This is a descriptive research whose purposes were to investigate current conditions of libraries of vocational institutions, and the desirable ones in the future; to develop and to present a desirable library for vocational institutions under care of Vocational Education Commission. The informants of this study were 384 heads of library work and/or librarians in vocational institutions and 15 experts as a discussion focus group. Nine aspects were examined; namely, vision, commitment, goals and strategies; administration; budget; personnel; information resources; buildings, spaces and durable articles; services; network and cooperative among libraries; and quality assessment. Questionnaires were used to collect data. Percentage, arithmetic mean, standard deviation and content analysis were employed to analyze the data via SPSS software. It was found that most informants were female holding bachelors' degree in librarian sciences, librarian science and/or information science, having library work experience less than 5 years. Their institutions were of an occupational college type located in the northeastern part of Thailand. Most libraries had their own vision, commitment, goals and strategies. With respect to administration, the status of most libraries was just a work unit under care of deputy director for resource management. They were not allocated enough budgets as set by standard criteria. Not enough information resources were provided for teachers and students. No inter-loan service was provided. Regarding the informants' needs, aspects needed at a highest level included vision, commitment, goals and strategies; administration; building, spaces, budgets; information resources; network and cooperation among libraries, and durable articles followed by those related to personnel; and quality assessment all of which were needed at a high level. As for the desirable model, libraries in vocational institutions under care of Vocational Education Commission should consist of nine important essences; namely, 1) vision, commitment, goals and strategies; 2) administration; 3) personnel; 4) budget; 5) personnel; 6) information resources; 7) services; 8) network and cooperation among libraries; and 9) library quality assessment.

Keywords : Desirable library model, Library of vocational institutions

1. บทนำ

ในปัจจุบันได้มีการประกาศใช้ พ.ร.บ. การอาชีวศึกษา พ.ศ. 2551 ส่งผลให้สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาสามารถจัดการศึกษาในระดับปริญญาตรีสายเทคโนโลยี หรือสายปฏิบัติการได้ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาจึงจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษาในทุกด้าน ได้แก่ ด้านครูและบุคลากรทางการศึกษา ด้านอาคารสถานที่ โรงฝึกงาน ห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิทยบริการ ด้านครุภัณฑ์และทรัพยากร และด้านการบริหารจัดการอย่างมีเอกภาพ ดังนั้นห้องสมุดหรือศูนย์วิทยบริการ จึงมีหน้าที่หลักในการส่งเสริมการเรียนรู้ การสอน การวิจัย ทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม และบริการทางวิชาการ แก่สถาบันและสังคม ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องและ ตลอดชีวิต และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการสร้างความก้าวหน้าทางวิชาการและพัฒนาทุนทางปัญญาของมนุษย์ อันจะนำไปสู่การสร้างสังคมเศรษฐกิจฐานความรู้ สอดคล้องกับ พ.ร.บ. การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ห้องสมุดจึงเป็นดัชนีที่ใช้ในการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักศึกษาอย่างมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพทั้งในปัจจุบันและอนาคต

จากเหตุผลดังกล่าว สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จึงจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมในการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษา ระยะใกล้และในอนาคต เพื่อหารูปแบบการบริหาร การจัดการ และการให้บริการสารสนเทศที่เหมาะสมกับห้องสมุดสถาบันการอาชีวศึกษา ทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษารูปแบบห้องสมุดที่พึงประสงค์ ของสถาบันการอาชีวศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลในการส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพห้องสมุดสถาบันการ

อาชีวศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ให้ได้มาตรฐานสากลและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นสอดคล้องกับสภาพสังคม เศรษฐกิจและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศ

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของห้องสมุดสถานศึกษาใน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
2. เพื่อศึกษาความต้องการห้องสมุดสถาบันการอาชีวศึกษาที่พึงประสงค์ในอนาคต สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
3. เพื่อพัฒนาและ นำเสนอรูปแบบห้องสมุดที่พึงประสงค์เพื่อสถาบันการอาชีวศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

- 2.1 มาตรฐานห้องสมุด พ.ศ. 2549
- 2.2 ห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ ห้องสมุดดิจิทัล ห้องสมุดเสมือน

2.3 รูปแบบห้องสมุด

จากการศึกษา วิเคราะห์จากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปสาระสำคัญ ดังนี้

1. ด้านวิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าหมาย และยุทธศาสตร์วิสัยทัศน์
ห้องสมุดเป็นพลังขับเคลื่อนสังคม ไปสู่สังคมแห่งความรู้และ การเรียนรู้

พันธกิจ

1. พัฒนาห้องสมุดให้เป็นแหล่งความรู้และการเรียนรู้ตลอดชีวิต
2. พัฒนาทรัพยากรสารสนเทศให้สอดคล้องกับ ความก้าวหน้า และความต้องการของสังคม

3. พัฒนาบริการสารสนเทศให้มีคุณภาพ และส่งเสริมทักษะการเข้าถึงแหล่งสารสนเทศของผู้รับบริการ

เป้าหมาย

1. เพื่อให้มีบริการห้องสมุดอย่างทั่วถึง และผู้รับบริการพึงพอใจ
2. เพื่อให้มีทรัพยากรสารสนเทศหลากหลายรูปแบบสอดคล้อง กับหลักการจัดการศึกษา เพื่อสร้างสังคมแห่งความรู้และการเรียนรู้
3. เพื่อให้มีการจัดการทรัพยากรด้านอาคาร สถานที่ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ แก่ผู้รับบริการ อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

ยุทธศาสตร์

1. พัฒนาเครือข่ายและความร่วมมือระหว่างห้องสมุด
2. ส่งเสริมให้มีการประกันคุณภาพห้องสมุด
3. ด้านการบริหาร ห้องสมุดมีหน้าที่หลักในการบริหารจัดการทรัพยากร และบริการสารสนเทศตามนโยบาย เป้าหมายและโครงสร้างขององค์กร โดยมีคณะกรรมการกำหนดนโยบายในการพัฒนาและประเมินผลการดำเนินงาน คณะกรรมการบริหารห้องสมุดประกอบด้วย ผู้บริหาร ผู้ปฏิบัติงาน และผู้รับบริการห้องสมุดหรือชุมชน
4. ด้านงบประมาณ ห้องสมุดควรได้รับงบประมาณจากองค์กรเจ้าสังกัดอย่างเพียงพอ และจัดหารายได้อื่นให้สามารถดำเนินงานตามเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ งบประมาณของห้องสมุดควรแยกเป็นอิสระจากงบประมาณขององค์กร
5. ด้านบุคลากร ห้องสมุดควรมีบุคลากรที่มีคุณวุฒิ คุณสมบัติ และอัตรากำลังตามความจำเป็น สอดคล้องกับนโยบายและเป้าหมายขององค์กร การพิจารณาจำนวนและคุณสมบัติของบุคลากร ต้องคำนึงถึงจำนวน

ผู้รับบริการ ทรัพยากร เทคโนโลยี และบริการสารสนเทศของห้องสมุด

6. ด้านทรัพยากรสารสนเทศ ห้องสมุดควรกำหนดนโยบายและหลักเกณฑ์การจัดหา เพื่อเพิ่มจำนวนทรัพยากรสารสนเทศอย่างมีระบบและต่อเนื่อง สอดคล้องกับนโยบายและเป้าหมายขององค์กรภายใต้บริบทของชุมชนและสังคม ควรจัดหาและรวบรวมทรัพยากรสารสนเทศหลากหลายรูปแบบทั้งสื่อสิ่งพิมพ์ สื่อโสตทัศน์ และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ให้ครอบคลุม และทันต่อความก้าวหน้าทางวิชาการและเทคโนโลยี และมีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้รับบริการสามารถสืบค้นและเข้าถึงสารสนเทศได้อย่างสะดวก รวดเร็ว

7. ด้านอาคาร สถานที่และครุภัณฑ์ อาคาร สถานที่ห้องสมุดควรตั้งอยู่บริเวณศูนย์กลาง มีการออกแบบอย่างเหมาะสมตามมาตรฐานทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม บุคลากรห้องสมุดมีส่วนร่วมในการออกแบบ โดยคำนึงถึงความต้องการของผู้ให้บริการและผู้รับบริการ และการขยายพื้นที่ในอนาคต ควรมีพื้นที่ปฏิบัติการและบริการด้านเทคโนโลยี ห้องเก็บวัสดุอุปกรณ์ ห้องน้ำและอื่น ๆ ตามความเหมาะสม ครุภัณฑ์ห้องสมุดควรได้มาตรฐานและเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานและการจัดเก็บทรัพยากรสารสนเทศ

8. ด้านการบริการ ห้องสมุดควรมีบริการพื้นฐานและบริการ อื่น ๆ ตามความเหมาะสม ในรูปแบบที่หลากหลาย สามารถเข้าถึงทรัพยากรสารสนเทศได้อย่างรวดเร็วตรงตามความต้องการ โดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย

9. ด้านเครือข่ายและความร่วมมือระหว่างห้องสมุด ห้องสมุด ควรสร้างพันธมิตร และเครือข่ายความร่วมมือระหว่างห้อง และแหล่งการเรียนรู้อื่น เพื่อสนับสนุนเสริมสร้างสังคมแห่งความรู้และการเรียนรู้ และการใช้ทรัพยากรสารสนเทศร่วมกัน

10. ด้านการประเมินคุณภาพห้องสมุด ห้องสมุดควรมีระบบการประกันคุณภาพและตัวชี้วัด เพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพและพัฒนาศักยภาพการบริหารจัดการห้องสมุด

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยของวรพจน์ (2550 : 60) ได้ศึกษารายงานการวิจัย เรื่อง ความต้องการรูปแบบห้องสมุดที่พึงประสงค์ของบุคลากรและนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา พ.ศ. 2550 ผลการวิจัย พบว่า ด้านสถานที่ ควรเป็นแหล่งข้อมูลและการเรียนรู้ที่มีเทคโนโลยีครบครัน มีวัสดุอุปกรณ์ที่ทันสมัย ควรมีพื้นที่นั่งอ่านในการศึกษาค้นคว้าที่เป็นสัดส่วนสำหรับอาจารย์ และนักศึกษา ด้านสื่อสารสนเทศ วัสดุสารสนเทศ ควรมีหนังสือและสื่ออื่น ๆ ตรงจุด ทันสมัยและได้มาตรฐาน หลากหลายรูปแบบในปริมาณเพียงพอ ควรมีข้อมูลรูปแบบดิจิทัล (digital) จำนวนมาก มีฐานข้อมูลออนไลน์ ด้านบริการเครือข่าย อินเทอร์เน็ต ควรเป็นแหล่งการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ และเชื่อมโยงเครือข่ายต่าง ๆ เพื่อการแสวงหาความรู้อย่างไร้ขอบเขต มีเครื่องคอมพิวเตอร์ให้สืบค้นอย่างเพียงพอ สะดวก รวดเร็ว ด้านบริการอิเล็กทรอนิกส์ มีการสืบค้นฐานข้อมูลหนังสือเต็มรูปแบบ (Full Text) และห้องสมุดควรมีความผสมผสานของศูนย์การเรียนรู้ (learning center) ห้องสมุดมีชีวิต (living library) และห้องสมุดดิจิทัล (digital library) มีทั้งความเพลิดเพลิน ทันสมัย เนื้อหา ข้อมูลเทคโนโลยีสารสนเทศครบวงจร

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินการวิจัย มี ดังนี้

3.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ หัวหน้างานห้องสมุด และ/หรือบรรณารักษ์สถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การ

อาชีวศึกษา 12 ประเภท ซึ่งปฏิบัติหน้าที่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 รวมทั้งสิ้น 384 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

3.2 ศึกษาจากผู้ทรงคุณวุฒิ โดยคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจงจากผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ มีประสบการณ์เกี่ยวกับห้องสมุด ได้แก่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน และสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษา จำนวน 15 คน เพื่อเข้าร่วมการสนทนากลุ่ม (focus group)

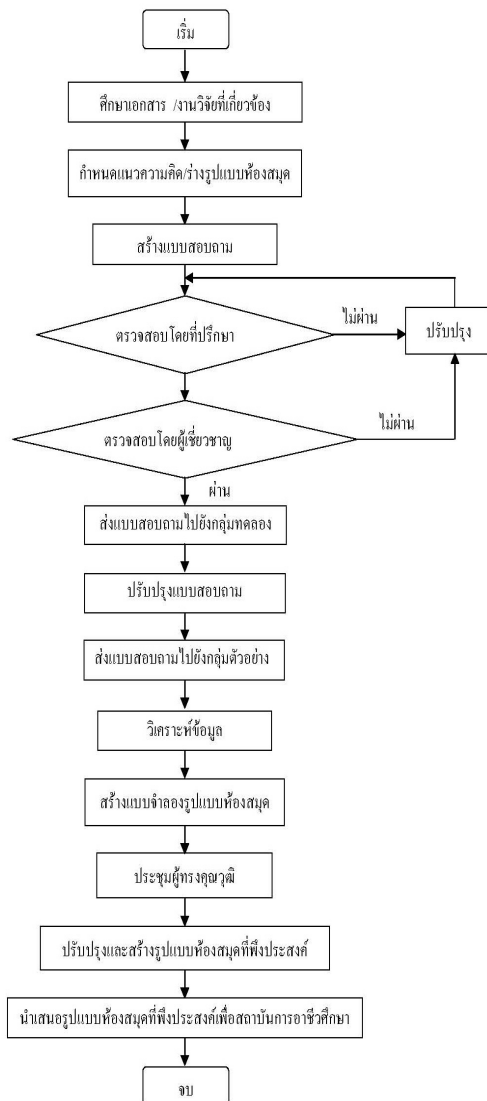
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถาม ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และสถานศึกษา ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (check list)

ตอนที่ 2 สภาพปัจจุบันของห้องสมุดสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (check list)

ตอนที่ 3 ความต้องการห้องสมุดสถาบันการอาชีวศึกษา ที่พึงประสงค์ในอนาคตของสถาบันการอาชีวศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ ตามแบบลิเคิร์ต (likert) คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ เกี่ยวกับรูปแบบห้องสมุด ที่พึงประสงค์เพื่อสถาบันการอาชีวศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบปลายเปิด (open-ended questionnaire)



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการศึกษารูปแบบห้องสมุดที่พึงประสงค์

4. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้รูปแบบห้องสมุดที่พึงประสงค์ในแต่ละด้าน มีดังนี้

4.1 ด้านวิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าหมาย และยุทธศาสตร์

วิสัยทัศน์ ห้องสมุดเป็นแหล่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต ทางด้านการอาชีพ ที่ได้มาตรฐานสากล

พันธกิจ รวบรวมสารสนเทศสิ่งพิมพ์ และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ในด้านการเรียนการสอน การวิจัย และให้บริการสารสนเทศด้านอาชีพแก่สถาบันและชุมชน

เป้าหมาย รวบรวมสารสนเทศให้สอดคล้องกับการเรียนการสอนทางด้านวิชาชีพครบทุกสาขาวิชา และมีปริมาณตามมาตรฐานห้องสมุดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ยุทธศาสตร์ พัฒนาระบบการจัดหาทรัพยากร ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ พัฒนาระบบการจัดเก็บทรัพยากรสารสนเทศดิจิทัลพัฒนาเครือข่ายความร่วมมือระหว่างห้องสมุดสถาบันการอาชีวศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และสถาบันการศึกษาอื่น

4.2 ด้านการบริหาร

ห้องสมุดมีนโยบายการบริหารห้องสมุด คือ ให้บริการสารสนเทศได้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ มีผู้บริหารห้องสมุดควรเป็นกรรมการบริหารของสถาบัน โดยตำแหน่ง และมีการกำหนดบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้บริหารห้องสมุดเป็นลายลักษณ์อักษร

4.3 ด้านงบประมาณ

งบประมาณหลักของห้องสมุดได้รับมาจากสถาบัน โดยมีอัตราส่วนไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 ของงบประมาณดำเนินการของสถาบันและมีการจัดสรรให้ได้รับงบประมาณเพิ่มขึ้นในทุกปี

4.4 ด้านบุคลากร

4.4.1 ผู้บริหารห้องสมุด มีวุฒิไม่ต่ำกว่าปริญญาโท และมีความรู้พื้นฐานทางสาขาวิชา บรรณารักษศาสตร์ และสารสนเทศศาสตร์ หรือเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือคอมพิวเตอร์ หรือด้านการจัดการสารสนเทศเพื่อการบริหารงาน และมีประสบการณ์การบริหารงานไม่น้อยกว่า 3 ปี

4.4.2 บรรณารักษ์ควรฝึกอบรมในการให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกแก่อาจารย์เสมือนเป็นผู้นำผู้ใช้ไปสู่ความรู้

4.4.3 บุคลากรทุกระดับของห้องสมุด ควรได้รับการศึกษา ฝึกอบรม และเข้าร่วมการประชุมสัมมนา คูณทั้งภายในและต่างประเทศ ไม่ต่ำกว่า 20 ชั่วโมงต่อ 1 ปี

4.4.4 จำนวนบุคลากรในงานห้องสมุดแต่ละแห่ง ควรจัดสรรบุคลากรตำแหน่งต่าง ๆ ตามความเหมาะสม

4.4.5 จำนวนผู้ปฏิบัติงานระดับวิชาชีพ คำนวณจากจำนวนนักศึกษารวมกับจำนวนหนังสือ โดยนักศึกษาไม่เกิน 10,000 คน ใช้สัดส่วนนักศึกษา 500 คน ต่อ บรรณารักษ์ 1 คน นักศึกษาที่เกินจาก 10,000 คนแรก ขึ้นไป ใช้สัดส่วนนักศึกษาทุก ๆ 2,000 คน ต่อ บรรณารักษ์ 1 คน

4.5 ด้านทรัพยากรสารสนเทศ

ห้องสมุดสถาบันการอาชีวศึกษา ควรจัดหาและรวบรวมทรัพยากรสารสนเทศที่มีการบันทึกในทุกรูปแบบ ให้ครบถ้วนตามความจำเป็นและอย่างต่อเนื่อง เพื่อสนองตอบภาระหน้าที่ของสถาบันการอาชีวศึกษา จัดเก็บอย่างมีระบบ เพื่อให้สามารถสืบค้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และต้องมีหลักการเพิ่มจำนวนทรัพยากรสารสนเทศอย่างมีระบบและต่อเนื่อง ให้สอดคล้องกับนโยบาย เป้าหมายของสถาบัน การอาชีวศึกษา

4.5.1 จำนวนทรัพยากรสารสนเทศ

4.5.1.1 หนังสือ

- 1) จำนวนหนังสือ/นักศึกษา 15 เล่ม/ 1 คน
- 2) จำนวนหนังสือ/อาจารย์ 100 เล่ม/ 1 คน
- 3) หนังสือเฉพาะสาขาวิชา 500 เล่ม สำหรับระดับปริญญาตรี

4.5.1.2 วารสาร ห้องสมุดควรมีวารสารเฉพาะสาขาวิชา ตามความจำเป็นของแต่ละสาขาวิชาที่เปิดสอน

4.5.1.3 ฐานข้อมูลออนไลน์ที่สามารถสืบค้นข้อมูลฉบับเต็ม (full-text) ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสื่อสิ่งพิมพ์มีจำนวนไม่น้อยกว่า 5 ฐานข้อมูล

4.6 ด้านอาคาร สถานที่และครุภัณฑ์

ห้องสมุดควรมีอาคารเป็นเอกเทศ มีเนื้อที่สำหรับเก็บทรัพยากรสารสนเทศอย่างเพียงพอ และเหมาะสมกับลักษณะของทรัพยากรสารสนเทศ ขนาดของห้องสมุดสถาบันการอาชีวศึกษา และเนื้อที่ในส่วนต่าง ๆ ควรคำนึงถึงจำนวนนักศึกษา จำนวนบุคลากร และเนื้อที่ที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานของบุคลากร ตลอดจนจำนวนทรัพยากรสารสนเทศ จำนวนเนื้อที่ของห้องสมุดสถาบันการอาชีวศึกษา ประกอบด้วย

4.6.1 เนื้อที่สำหรับเก็บหนังสือและวารสาร เย็บเล่ม

- 1) จำนวน 150,000 เล่มแรก 0.0090 ตรม./เล่ม
- 2) จำนวน 150,000 เล่มต่อไป 0.0081 ตรม./เล่ม

4.6.2 เนื้อที่สำหรับผู้ใช้

- 1) จำนวนที่นั่งเพื่อค้นคว้า 2.25-3.15 ตรม./คน
- 2) จำนวนที่นั่งเพื่อวางอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับผู้ ใช้ มีเนื้อที่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของจำนวนที่นั่งในห้องสมุด

4.6.3 เนื้อที่สำหรับบุคลากรผู้ปฏิบัติงาน (เครื่องมือและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อื่น ๆ) ใช้เนื้อที่ 1 ใน 8 ส่วนจากเนื้อที่รวมทั้งหมด และห้องสมุดควรจัดหาคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วงสำหรับการเรียน และการใช้ห้องสมุดตามสัดส่วนให้เหมาะสมแบบ self-service รวมทั้งร่วมกับหรือประสานงานกับศูนย์คอมพิวเตอร์ของสถาบันในการติดตั้งและใช้เครือข่ายมีสายและไร้สาย

4.7 ด้านการบริการ

เน้นการบริการในเชิงรุก มีบริการในรูปแบบ self-service และจัดทำโปรแกรมการสอนการสืบค้น และการเข้าถึงสารสนเทศแบบออนไลน์

4.8 ด้านเครือข่ายและความร่วมมือระหว่าง

ห้องสมุด

ห้องสมุดต่างๆ ในสถาบันควรร่วมมือกันในการจัดหาทรัพยากรสารสนเทศ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อสารสนเทศที่ซ้ำซ้อนกัน และควรสร้างความร่วมมือระหว่างห้องสมุดในการเข้าถึงสารสนเทศของห้องสมุดแต่ละแห่งให้มากขึ้น รวมทั้งการจัดระบบการยืมระหว่างห้องสมุดผ่านระบบเทคโนโลยีเครือข่าย

4.9 ด้านการประเมินคุณภาพห้องสมุด

มีการพัฒนาระบบการประกันคุณภาพทั้งภายในและภายนอก

5. ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

5.1.1 สอศ.ควรทำข้อตกลงในแผนปฏิบัติการกับผู้บริหารสถานศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาห้องสมุดให้เป็นแหล่งการเรียนรู้ที่ได้มาตรฐาน

5.1.2 สอศ.ควรจัดอบรม / ประชุม / สัมมนา/ ทัศนศึกษาเกี่ยวกับวิชาชีพบรรณารักษศาสตร์เทคโนโลยีสารสนเทศ การวิจัยแก่นักวิชาการห้องสมุดอย่างต่อเนื่อง

5.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

5.2.1 ควรทำการวิจัยเรื่องรูปแบบห้องสมุดพึงประสงค์

เพื่อสถาบันการอาชีวศึกษา ตามความคิดเห็นและความต้องการของผู้บริหารและผู้ให้บริการ

5.2.2 ควรศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสร้างดัชนีชี้วัด

สำหรับการประกันคุณภาพห้องสมุดสถาบันการอาชีวศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] นันทา วิฑูลศักดิ์. “การวางแผนกลยุทธ์ สำนักวิทยบริการ สถาบันราชภัฏในทศวรรษหน้า (2544 -2553).” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาอุดมศึกษา ภาควิชาอุดมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- [2] น้ำทิพย์ วิภาวิน. การบริหารห้องสมุดยุคใหม่. กรุงเทพฯ : เอสอาร์ พรินติ้ง แมสโปรดักส์, 2548.
- [3] บุญชา วิศวไพศาล และจุฑามาศ มงคลพิทักษ์สุข. มาตรฐานห้องสมุด พ.ศ. 2549. วารสารห้องสมุด. 50 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2549) : 3-7.
- [4] วรพจน์ วีรพลิน. ความต้องการรูปแบบห้องสมุดที่พึงประสงค์ของบุคลากรและนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา พ.ศ. 2550 : รายงานการวิจัย . กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 2550.
- [5] Kent, Allen , Lancour, Harold, Daily, Jay E. Poland, Libraries and Information Centers in. Encyclopedia of Library and Information Science. 23 (1978) : 71-75.
- [6] Liston, Collen. Managing quality and standards. Buckingham [England] ; Philadelphia, PA : Open University Press, 1999.
- [7] Seidman, Ruth K. Massachusettes Institute of Technology. Encyclopedia of Library and Information Science. 3 (2003) : 1778-1789.

การศึกษาแรงจูงใจที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงานของพนักงาน

กรณีศึกษา : บริษัท โดนัลด์สัน (ประเทศไทย) จำกัด

A Study of Motivation on Job Performance of the Employees

A Case Study : Donaldson(Thailand) Co.Ltd.

สักรินทร์ อยู่ผ่อง

ภาควิชาสังคมศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : skr@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการทำวิจัยครั้งนี้ เพื่อเพื่อศึกษาแรงจูงใจที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงานของพนักงาน กรณีศึกษา บริษัท โดนัลด์สัน (ประเทศไทย) จำกัด การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงพรรณนา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ พนักงานที่ปฏิบัติงานในบริษัท โดนัลด์สัน (ประเทศไทย) จำกัด โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified sampling) จำนวน 100 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน 1) ปัจจัยส่วนบุคคล 2) แรงจูงใจในการทำงาน แบบสอบถามเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ 3) สอบถามเกี่ยวกับปัญหาอุปสรรค และ ข้อเสนอแนะแบบปลายเปิด การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า พนักงานมีความคิดเห็นแรงจูงใจที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงาน ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลางทุก ด้าน โดยมีค่าเฉลี่ย 3.16 ซึ่งพนักงานของบริษัท โดนัลด์สัน (ประเทศไทย) จำกัด มีความคิดเห็นแรงจูงใจที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงานในลำดับสูงสุดคือ ด้านความสำเร็จในการทำงาน โดยมีค่าเฉลี่ย 3.66 รองลงมาคือ ด้านวิธีการปกครองของผู้บังคับบัญชา โดยมีค่าเฉลี่ย 3.36 และลำดับสุดท้ายคือด้านความก้าวหน้าในงานและในอนาคต โดยมีค่าเฉลี่ย 2.87

คำสำคัญ : แรงจูงใจ การปฏิบัติงานของพนักงาน

Abstract

The purpose of this descriptive research was to investigate the motivation affecting on job performance of employees at Donaldson(Thailand) Co.Ltd. One hundred participants were randomly assigned by stratified sampling method. It was measured using a survey instrument: 5-rating-scale questionnaire inquiring about personal factors and motivation on job performance; and open-ended questions about problem and suggestion.

Data were analyzed using percentage, mean, and standard deviation. Findings revealed that the employees had the average motivation on overall performance ($\bar{X} = 3.16$). It was suggested that they had the highest motivation on professional success ($\bar{X} = 3.66$), employee administration ($\bar{X} = 3.36$), and professional promotion ($\bar{X} = 2.87$) respectively.

Keywords : Motivation, Job performance

1. บทนำ

สภาพปัจจุบันของสังคมโลกและสังคมไทย มีความเปลี่ยนแปลงที่เคลื่อนไหวย่อมกันอย่างใกล้ชิด อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากกระแสโลกาภิวัตน์ และระบบการค้าเสรีของเศรษฐกิจโลก ส่งผลต่อองค์การในด้านต่างๆ ซึ่งองค์การมี 2 ส่วนด้วยกันคือ องค์ประกอบด้านงาน และองค์ประกอบด้านคน ซึ่งองค์ประกอบด้านงานนั้นมีทฤษฎีหลายทฤษฎีรองรับการกำหนดองค์ประกอบในเรื่อนั้น และเป็นสิ่งที่กำหนดได้ตามที่ผู้บริหารองค์การต้องการให้องค์การของตนดำเนินไปในทิศทางใด แต่องค์ประกอบด้านคนเป็นสิ่งที่กำหนดเองไม่ได้ เนื่องจากคนเป็นทรัพยากรที่มีชีวิตจิตใจ มีทักษะและความชำนาญแตกต่างกันไปตามบุคคล องค์การทราบได้ว่าทรัพยากรที่มีความสำคัญมากที่สุดก็คือ ทรัพยากรมนุษย์ และเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการบริหารงาน แม้คุณค่าของมนุษย์จะเป็นสิ่งที่จับต้องไม่ได้ และไม่สามารถใช้หลักเกณฑ์กำหนดเช่นเดียวกับองค์ประกอบด้านอื่น แต่ก็ปฏิเสธไม่ได้ว่าคนเป็นองค์ประกอบทางการบริหารที่สำคัญและไม่สามารถมองข้ามไปได้ ซึ่งการดำเนินงานที่สำคัญ คือจะต้องรักษาพนักงานไว้ในองค์การเป็นเป้าหมายที่สำคัญ ด้วยเหตุผลที่ว่า “หากไม่มีบุคลากร ก็ย่อมจะไม่มียาน ไม่มีผลผลิตเกิดขึ้น” การรักษาพนักงานไว้ในองค์การเป็นเป้าหมายที่สำคัญในการบริหารทรัพยากรมนุษย์หากองค์การต้องสูญเสียพนักงานที่มีความรู้ ความสามารถสูง ย่อมส่งผลเสียต่อ

องค์การอย่างมาก ดังนั้น องค์การประสบความสำเร็จหรือสามารถบรรลุวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายขององค์การได้ต้องอาศัยการกำหนดบทบาทหน้าที่ของพนักงานที่ชัดเจนและมีความเหมาะสมกับการดำเนินงานขององค์การ รวมทั้งบุคลากรในองค์การต้องมีความรู้ความสามารถในการปฏิบัติงาน ให้ความสำคัญร่วมกับกิจกรรมต่างๆ ที่องค์การจัดขึ้น รวมทั้งใช้ทรัพยากรขององค์การอย่างประหยัดและคุ้มค่า เพื่อที่จะมุ่งมั่นสร้างสรรค์สิ่งดี ๆ และรักษาผลประโยชน์ให้องค์การ และพนักงานในองค์การต้องพยายามผลักดันให้องค์การบรรลุเป้าหมายขององค์การได้ในที่สุด

การทำงานของพนักงานในองค์การโดยทั่วไปให้ได้ผลหรือมีประสิทธิภาพ ตลอดจนสามารถดำรงอยู่ในองค์การให้นานที่สุดจะขึ้นอยู่กับความพึงพอใจต่อปัจจัยที่องค์การสร้างขึ้นให้สอดคล้องกับความต้องการของพนักงาน มีการวิจัยค้นพบว่า การเข้าไปเลือกทำงานในองค์การหนึ่ง ๆ นั้น สิ่งสำคัญที่มีถูกคำนึงถึงอยู่เสมอคือ ค่าจ้าง และระบบการบริหารเมื่อได้เข้าไปปฏิบัติงานในองค์การนั้นแล้ว สิ่งที่ได้รับคำนึงถึงเพิ่มเติมคือ ความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนร่วมงาน ผู้บังคับบัญชา นโยบายการบริหาร สวัสดิการ สภาพการทำงาน การยอมรับนับถือ ฯลฯ ทุกปัจจัยที่กล่าวมาแล้วนั้น พนักงานในองค์การจะให้ความสำคัญค่อนข้างมาก ทั้งในระดับปฏิบัติการและระดับบริหาร

หากปัจจัยจิตใจไม่เหมาะสมจะเป็นมูลเหตุที่ทำให้คุณภาพของงานต่ำลง มีการขาดงาน ก่อให้เกิดปัญหาทางวินัย และอาจไม่สามารถอยู่กับองค์กรนั้นได้ ซึ่งบริษัท โคนัสต์สัน (ประเทศไทย) จำกัด เชื่อว่าพนักงานเป็นทุนมนุษย์ที่สำคัญอย่างยิ่งของการดำเนินกิจการ การยกย่องให้เกียรติและการให้โอกาสจะสร้างให้พนักงานเกิดความมั่นใจ กล้าที่จะคิดสร้างสรรค์ และเกิดความภาคภูมิใจในการปฏิบัติงานเพื่อองค์กร เนื่องจากคนเป็นทรัพยากรที่มีค่าสูงสุดในการขับเคลื่อนองค์กรไปสู่เป้าหมาย เพื่อบรรลุความเป็นองค์กรชั้นนำ จึงให้ความสำคัญกับบุคลากรในองค์กร โดยเน้นการกระจายอำนาจในการทำงานให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงานและมีภาวะผู้นำ สามารถริเริ่มวิธีการทำงานใหม่ตามขอบเขตความรับผิดชอบของแต่ละตำแหน่งหน้าที่ของทุกแผนก

จากข้อมูลดังกล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าพนักงานมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อองค์กร ดังนั้นผู้บริหารองค์กรจำเป็นต้องให้ความสำคัญในการทำความเข้าใจในเรื่องแรงจูงใจในการทำงานที่มีต่อการปฏิบัติงานในองค์กรของพนักงาน บริษัท โคนัสต์สัน (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งผลการวิจัยสามารถนำไปเป็นข้อมูลในการวางแผนการปฏิบัติงานในองค์กรในด้านการพัฒนาทรัพยากรบุคคล และเป็นแนวทางในการพัฒนาการปฏิบัติงานในองค์กรของพนักงาน บริษัท โคนัสต์สัน (ประเทศไทย) จำกัด

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาแรงจูงใจที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงานของพนักงาน กรณีศึกษา บริษัท โคนัสต์สัน (ประเทศไทย) จำกัด

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

3.1 ความหมาย แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับแรงจูงใจ

คำว่า “แรงจูงใจ” มาจากคำกริยาในภาษาละตินว่า “Movere” ซึ่งมีความหมายตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า “To move” อันมีความหมายว่า “เป็นสิ่งที่โน้มน้าวหรือมักจะชักนำให้บุคคลเกิดการกระทำหรือปฏิบัติการ ซึ่งการจูงใจเป็นคำศัพท์ทั่ว ๆ ไปที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับคำต่อไปนี้ได้แก่ แรงขับ (Drives) ความอยาก (Desires) ความต้องการ (Needs) และความปรารถนา (Wishes) แต่มีความหมายแตกต่างกัน แรงขับ หมายถึงแรงจูงใจที่เกิดจากความต้องการทางกาย เช่น ความหิว ความกระหาย ส่วนแรงจูงใจ หมายถึง ความสนใจ ทศนคติ และการตั้งเป้าหมาย สำหรับความอยากและความต้องการจัดเป็นแรงจูงใจเช่นกัน ความอยากเป็นความต้องการที่มีความรุนแรงน้อยกว่า สามารถเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรม หรือระงับไม่ให้เกิดพฤติกรรมก็ได้ ส่วนความต้องการเป็นแรงจูงใจที่ต้องลงมือกระทำเพื่อสนองความต้องการให้สำเร็จตามที่ตั้งเป้าหมายเอาไว้ แรงจูงใจจึงเป็นการนำปัจจัยต่าง ๆ มาเป็นแรงผลักดันให้บุคคลแสดงพฤติกรรมอย่างมีทิศทางเพื่อบรรลุจุดมุ่งหมายหรือเงื่อนไขที่ต้องการ [1]แรงจูงใจในการทำงาน หมายถึง แรงกระตุ้น หรือการโน้มน้าวให้บุคคลมีความทุ่มเท แรงกาย แรงใจ ความรู้ความสามารถในการปฏิบัติงานให้บรรลุผลสำเร็จ ประกอบด้วย 12 ด้านได้แก่ ด้านความสำเร็จในการทำงาน ด้านการได้รับการยอมรับนับถือ

ด้านลักษณะงานที่ปฏิบัติ ด้านความรับผิดชอบในงาน ด้านความก้าวหน้าในงานและในอนาคต ด้านนโยบายและการบริหารงานขององค์กร ด้านวิธีการปกครองของผู้บังคับบัญชา ด้านสภาพการทำงาน ด้านค่าจ้างหรือเงินเดือน ด้านความสัมพันธ์ระหว่าง

ผู้บังคับบัญชากับผู้ใต้บังคับบัญชา ด้านสถานะของอาชีพ ด้านความมั่นคงในการทำงาน

3.2 ปัจจัยทฤษฎีจูงใจของ Herzberg (The Herzberg's Theory or Dual-Factors Theory)

Herzberg, et. al. ได้ทำการวิจัยและเสนอทฤษฎีจูงใจ-ค่าจูงขึ้น หรือบางทีเรียกว่า ทฤษฎีองค์ประกอบคู่ (Dual-Factors Theory) เนื่องจากต้องการคำตอบว่า “ผู้ปฏิบัติงานต้องการอะไรจากงานของเขา” และเพื่อพิสูจน์สมมติฐานหลักที่ว่าองค์ประกอบที่จะนำไปสู่ทัศนคติ ในทางบวกและองค์ประกอบที่นำไปสู่ทัศนคติทางลบในการปฏิบัติงานมีความแตกต่างกัน ซึ่งค้านกับสมมติฐานเดิมที่ว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อทัศนคติทางบวกในการปฏิบัติงานจะมีอิทธิพลต่อทัศนคติในทางลบด้วยและสมมติฐานที่ว่าองค์ประกอบและผลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในระยะยาวจะแตกต่างจากองค์ประกอบ และผลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในระยะสั้น

ผลการวิจัย พบว่า สิ่งที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน ซึ่งนำไปสู่ทัศนคติในทางบวกทำให้คนอยากทำงาน เรียกว่า “ปัจจัยจูงใจ (Motivation Factors)” และสิ่งที่ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดความไม่พึงพอใจในการปฏิบัติงานเรียกว่า “ปัจจัยค้ำจุน (Maintenance Factors)” จากคำตอบที่ได้จากการสัมภาษณ์ของ Herzberg, et. al ยังพบว่า ผู้ที่ไม่มีความสุขในการปฏิบัติงานเกิดขึ้นเพราะภาวะแวดล้อมรอบงานได้แก่ ความอยุติธรรม ความไม่เป็นระเบียบ ทำให้บุคคลเหล่านั้นมีสุขภาพจิตในการปฏิบัติงานเสื่อมลง จึงเรียกปัจจัยนี้อีกชื่อหนึ่งว่า “ปัจจัยสุขอนามัย” (Hygiene Factors) และเนื่องจากทั้ง 2 ปัจจัยนั้นเป็นคนละชนิดไม่เกี่ยวกับ เพราะสิ่งที่ช่วยป้องกันมิให้เกิดความไม่พึงพอใจ ในงานมิได้มีส่วนช่วยทำให้เกิดความพึงพอใจในงานแต่อย่างใด ถ้าขาดสิ่งเหล่านี้จะทำให้เกิดความไม่พอใจในงานขึ้นจึงเรียก

ทฤษฎีนี้อีกชื่อหนึ่งว่า “ทฤษฎีองค์ประกอบคู่” (Dual-Factors Theory) ดังนั้น Herzberg จึงได้สรุปถึงปัจจัย 2 ปัจจัยดังนี้

1. ปัจจัยจูงใจ (Motivation Factors) เป็นปัจจัยที่จูงใจให้มนุษย์ทำงานมากขึ้น เป็นตัวการ ที่สร้างความพึงพอใจให้บุคคลในองค์การปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นได้แก่

1.1 ความสำเร็จในการทำงาน (Achievement) หมายถึง การที่บุคคลสามารถทำงานได้เสร็จสิ้นและประสบความสำเร็จอย่างดี เป็นความสามารถในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ การรู้จักป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้น เมื่อผลงานสำเร็จจึงเกิดความรู้สึกพึงพอใจและปลาบปลื้มในผลสำเร็จของงานนั้น ๆ

1.2 การได้รับการยอมรับนับถือ (Recognition) หมายถึง การได้รับการยอมรับนับถือ ไม่ว่าจากผู้บังคับบัญชา การยอมรับนี้อาจจะอยู่ในการยกย่องชมเชยแสดงความยินดี การให้กำลังใจ หรือการแสดงออกอื่นใดที่แสดงให้เห็นถึงการยอมรับในความสามารถ เมื่อได้ทำงานอย่างหนึ่งอย่างใดบรรลุผลสำเร็จ การยอมรับนับถือจะแฝงอยู่กับความสำเร็จในงานด้วย

1.3 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ (The Work Itself) หมายถึง งานที่น่าสนใจ งานที่ต้องอาศัยความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทำทนายให้ต้องลงมือทำ หรือเป็นงานที่มีลักษณะสามารถกระทำได้ตั้งแต่ต้นจนจบโดยลำพังผู้เดียว

1.4 ความรับผิดชอบในงาน (Responsibility) หมายถึง ความพึงพอใจที่เกิดจากการได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบงานใหม่ ๆ และมีอำนาจในการรับผิดชอบได้อย่างดี ไม่มีการตรวจหรือควบคุมอย่างใกล้ชิด

1.5 ความก้าวหน้าในงานและในอนาคต (Advancement

and Growth) หมายถึง ได้รับการแต่งตั้งหรือเลื่อนตำแหน่งสูงขึ้นภายในองค์กร การมีโอกาสดำเนินการเพื่อหาความรู้เพิ่มเติมหรือได้รับการฝึกอบรม

2. ปัจจัยคำจูน (Hygiene Factors) หรือองค์ประกอบด้านอนามัยเป็นปัจจัยที่ป้องกันไม่ให้ เกิดความไม่พอใจในการปฏิบัติงาน ซึ่งมีลักษณะเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมหรือส่วนประกอบของงาน ปัจจัยด้านนี้ได้แก่

2.1 นโยบายและการบริหารงานขององค์กร (Organizational Policies) หมายถึง การจัดการและการบริหารองค์การ การติดต่อสื่อสารภายในองค์กร

2.2 วิธีการปกครองของผู้บังคับบัญชา (Quality of Supervision) หมายถึง ความสามารถของผู้บังคับบัญชาในการดำเนินงานหรือความยุติธรรมในการบริหาร

2.3 สภาพการทำงาน (Working Conditions) หมายถึง สภาพทางกายภาพของงาน เช่น แสง เสียง อากาศ ชั่วโมงการทำงาน รวมทั้งลักษณะของสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น อุปกรณ์หรือ เครื่องมือต่าง ๆ

2.4 ค่าจ้างหรือเงินเดือน (Base Wage or Salary) หมายถึง เงินเดือนและการเลื่อนขึ้นเงินเดือนในหน่วยงานนั้น ๆ เป็นที่พอใจของบุคลากรที่ทำงาน

2.5 ความสัมพันธ์กับผู้บังคับบัญชาผู้ใต้บังคับบัญชา (Relationships with Peers and Subordinates) หมายถึง การติดต่อไม่ว่าจะเป็นลักษณะแบบกิริยาหรือจากที่แสดงถึงความสัมพันธ์อันดีต่อกัน สามารถทำงานร่วมกัน มีความเข้าใจซึ่งกันและกันเป็นอย่างดี

2.6 สถานะของอาชีพ (Status) หมายถึง อาชีพนั้นเป็นที่ยอมรับนับถือของสังคมที่มีเกียรติและศักดิ์ศรี

2.7 ความมั่นคงในการทำงาน (Security) หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อความ มั่นคงในการทำงาน ความยั่งยืนของอาชีพ หรือความมั่นคงขององค์กร

Herzberg ให้ความเห็นว่าผู้บริหารมักให้ความสำคัญด้านปัจจัยคำจูน เช่น เมื่อเกิดปัญหาผู้ปฏิบัติงานขาด

ประสิทธิภาพในการทำงานมักแก้ไขโดยการปรับปรุงสภาพการทำงานหรือปรับ เงินเดือนให้สูงขึ้น การปฏิบัติดังนี้เป็นการแก้ไขไม่ให้เกิดความไม่พอใจในการทำงาน แต่ไม่ได้เป็นการจูงใจให้ผู้ปฏิบัติงานให้ดีขึ้น ผู้บริหารควรเน้นถึงปัจจัยกระตุ้นที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการทำงาน เช่น มอบหมายงานที่รับผิดชอบมากขึ้น หรือส่งเสริมความก้าวหน้าของคณงาน จะเป็นการกระตุ้นให้คนทำงานได้ดีกว่าที่จะให้ตำแหน่งเดิมแต่เพิ่มเงินเดือนให้ แต่อย่างไรก็ตามต้องพยายามรักษาปัจจัยคำจูนให้อยู่ในระดับที่น่าพอใจเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความไม่พอใจในการทำงาน [2]

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ พนักงานที่ปฏิบัติงานในบริษัท โคนส์สตัน (ประเทศไทย) จำกัด อ.ปลวกแดง จ.ระยอง จำนวนทั้งสิ้น 1,000 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ พนักงานที่ปฏิบัติงานในบริษัท โคนส์สตัน (ประเทศไทย) จำกัด อ.ปลวกแดง จ.ระยอง โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified sampling) โดยอาศัยจำนวนของตำแหน่งงาน โดยแบ่งเป็นสัดส่วนของจำนวนพนักงานในตำแหน่งงานของบริษัท โคนส์สตัน (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 100 คน

4.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ ปัจจัยส่วนบุคคล และแรงจูงใจในการทำงาน

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการปฏิบัติงาน

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในลักษณะของการประเมินให้ความคิดเห็นของพนักงาน บริษัท

โดนต์สัน (ประเทศไทย) จำกัด โดยแบ่งออกเป็น

3 ส่วน

ส่วนที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ ระดับการศึกษา สถานภาพสมรส อายุงาน และตำแหน่งงาน

ส่วนที่ 2 แรงจูงใจในการทำงาน มีทั้งหมด 12 ด้าน แบบสอบถามแบบประเมินค่า 5 ระดับ คือ

1. ความสำเร็จในการทำงาน
2. การได้รับการยอมรับนับถือ
3. ลักษณะงานที่ปฏิบัติ
4. ความรับผิดชอบในงาน
5. ความก้าวหน้าในงานและในอนาคต
6. นโยบายขององค์กรและการบริหารงาน
7. วิธีการปกครองของผู้บังคับบัญชา
8. สภาพการทำงาน
9. ค่าจ้างและเงินเดือน
10. ความสัมพันธ์ระหว่างผู้บังคับบัญชากับผู้ใต้บังคับบัญชา
11. สถานะของอาชีพ
12. ความมั่นคงในการทำงาน

ส่วน 3 สอบถามเกี่ยวกับปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงานของท่าน

4.4 การหาคุณภาพเครื่องมือ

1. การหาค่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือ(Validity) โดยการนำแบบสอบถามเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเที่ยงตรงของเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

2. การหาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ(Reliability) โดยนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ (Try-out) กับพนักงานของบริษัท โดนต์สัน (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 25 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแล้วนำข้อมูลไปหา

ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา(α - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.87

4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมตามลำดับขั้น ดังนี้

1. ทำหนังสือแนะนำตัว และขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามถึงพนักงาน ส่งไปพร้อมแบบสอบถาม
2. ดำเนินการติดตามทวงถามแบบสอบถามคืน หลังครบกำหนดระยะเวลาด้วยตนเอง
3. แบบสอบถามที่ได้รับคืน จำนวน 93 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 93 เมื่อตรวจสอบแล้วปรากฏว่าแบบสอบถามมีความสมบูรณ์ทุกฉบับ

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อรวบรวมข้อมูลทั้งหมดแล้ว ผู้วิจัยจึงดำเนินการวิเคราะห์และแปลผลข้อมูลแล้วนำเสนอในรูปของความเรียง แผนภูมิ และตารางประกอบคำอธิบาย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ ระดับการศึกษา สถานภาพสมรส อายุงาน และตำแหน่งงานโดยการวิเคราะห์ค่าร้อยละ(Percentage)(บุญเรียง : 2542)

2. การศึกษาแรงจูงใจในการทำงานแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า(Rating Scale) แบบสอบถามความคิดเห็นของพนักงาน ในด้านแรงจูงใจ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ ดังนี้

การแปลค่าผลเฉลี่ยที่ได้ ตามเกณฑ์ของเบสท์ (Best, 1983: 179 อ้างโดย สักรินทร์ 2550: 82)

4.51 - 5.00 หมายถึง ระดับความคิดเห็นแรงจูงใจที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงานมากที่สุด

3.51 - 4.50 หมายถึง ระดับความคิดเห็นแรงจูงใจที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงานมาก

2.51 - 3.50 หมายถึง ระดับความคิดเห็นแรงจูงใจที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงานปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายถึง ระดับความคิดเห็นแรงจูงใจ
ที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงานน้อย

1.00 - 1.50 หมายถึง ระดับความคิดเห็นแรงจูงใจ
ที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงานน้อยที่สุด

5. ผลการวิจัย

**5.1 ผลการศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลของบริษัทโดนัสส์สัน
(ประเทศไทย) จำกัด สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้**

1. ระดับการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล เกี่ยวกับระดับการศึกษา พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดจำนวน 93 คน มีผู้ตอบแบบสอบถามมากที่สุด คือระดับปริญญาตรี จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 48.40 รองลงมา การศึกษาระดับ ปว.ช. จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 21.50 และน้อยที่สุด คือ การศึกษาระดับปริญญาโท จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.10

2. สถานภาพ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล เกี่ยวกับ สถานภาพ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดจำนวน 93 คน มีผู้ตอบแบบสอบถามมากที่สุด คือ สถานภาพโสด จำนวน 57 คน คิดเป็นร้อยละ 61.30 รองลงมา สถานภาพสมรส จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 35.50 และน้อยที่สุด คือ สถานภาพแยกกันอยู่ มีจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.10

3. อายุงาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล เกี่ยวกับอายุงาน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดจำนวน 93 คน มีผู้ตอบแบบสอบถามมากที่สุด คือ อายุงานต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 78 คน คิดเป็นร้อยละ 83.90 รองลงมาอายุงาน 5-10 ปี และ มากกว่า 20 ปีขึ้นไป มีค่าเท่ากัน จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 7.50 และน้อยที่สุด คือ อายุงาน 11-15 ปี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.10

4. ตำแหน่ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล เกี่ยวกับตำแหน่ง พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดจำนวน 93 คน มีผู้ตอบแบบสอบถามมากที่สุด คือ ตำแหน่ง o/p จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 18.30 รองลงมา ตำแหน่ง Engineer จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 16.20 และน้อยที่สุด คือ ตำแหน่ง AHR office, Clerk, Customer, Import engineer, IPQC., Jr. recur, Logistic, MPQ., Planner, Process, Project, Senior engineer, Sr. tech, Trainer มีจำนวนเท่ากัน คือ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.10

5.2 ผลการศึกษาแรงจูงใจในการทำงาน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามความคิดเห็น แรงจูงใจที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงาน แรงจูงใจในการทำงาน มีทั้งหมด 12 ด้าน คือ ด้านความสำเร็จในการทำงาน ด้านการได้รับการยอมรับนับถือ ด้านลักษณะงานที่ปฏิบัติ ด้านความรับผิดชอบในงาน ด้านความก้าวหน้าในงานและในอนาคต ด้านนโยบายขององค์กรและการบริหารงาน ด้านวิธีการปกครองของ ผู้บังคับบัญชา ด้านสภาพการทำงาน ด้านค่าจ้างและ เงินเดือน ด้านความสัมพันธ์ระหว่างผู้บังคับบัญชากับผู้ใต้บังคับบัญชา ด้านสถานะของอาชีพ และด้าน ความมั่นคงในการทำงาน

ผลการวิจัย พบว่า พนักงานของบริษัท โดนัสส์สัน (ประเทศไทย) จำกัด มีความคิดเห็นแรงจูงใจที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงาน ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ทุกด้าน โดยมีค่าเฉลี่ย 3.16 ซึ่งพนักงานของบริษัท โดนัสส์สัน(ประเทศไทย) จำกัด มีความคิดเห็น แรงจูงใจที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงานในลำดับสูงสุดคือ ด้านความสำเร็จในการทำงาน โดยมีค่าเฉลี่ย 3.66 รองลงมาคือ ด้านวิธีการปกครองของผู้บังคับบัญชา โดยมีค่าเฉลี่ย 3.36 และลำดับสุดท้ายคือด้าน ความก้าวหน้าในงานและในอนาคต โดยมีค่าเฉลี่ย 2.87

6. อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามความคิดเห็น แรงจูงใจที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงาน ของพนักงานของบริษัท โคนัสส์สัน (ประเทศไทย) จำกัด ผู้วิจัยได้ อภิปรายผลในแต่ละประเด็นดังนี้

1. ด้านความสำเร็จในการทำงาน พนักงานมีความคิดเห็นว่า การทำหน้าที่ในงานของสำเร็จด้วยดีและการปฏิบัติงานในหน้าที่ได้บรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กร อยู่ในระดับมาก เนื่องจากพนักงานมีความต้องการที่จะทำงานให้ประสบความสำเร็จตามงานที่รับมอบหมาย

2. ด้านการได้รับการยอมรับนับถือ พนักงานมีความคิดเห็นว่า การแสดงความยินดีเมื่อปฏิบัติงานประสบความสำเร็จจากสมาชิกในครอบครัวและมิตรสหายอยู่ ในระดับปานกลาง ลำดับสูงสุด เนื่องจากพนักงาน ต้องให้ผู้บังคับบัญชา เพื่อนร่วมงาน รวมถึงสมาชิก ในครอบครัวและมิตรสหายได้เห็นความสำคัญใน หน้าที่งานของตนเองมากขึ้น

3. ลักษณะงานที่ปฏิบัติ พนักงานมีความคิดเห็นว่า งานที่ปฏิบัติอยู่นั้นเป็นงานที่สร้างสรรค์มีคุณค่าต่อองค์กร อยู่ในระดับมาก เนื่องจาก พนักงานต้องพัฒนางานที่ ปฏิบัติอยู่ให้ดียิ่งขึ้นตลอดเวลา

4. ด้านความรับผิดชอบในงาน พนักงานมีความคิดเห็นว่า การจัดลำดับความสำคัญของงานได้ด้วยตนเอง อยู่ในระดับมาก เนื่องจากพนักงานมีความต้องการ พัฒนางานที่ปฏิบัติด้วยตัวเอง และสามารถจัดการงานที่ ปฏิบัติงานได้ดี

5. ด้านความก้าวหน้าในงานและในอนาคต พนักงานมีความคิดเห็นว่า ผู้บังคับบัญชาส่งเสริมให้ได้ พัฒนาความรู้ ความสามารถ ทักษะในการทำงานโดย การฝึกอบรมดูงาน หรือศึกษาต่อ อยู่ในระดับปานกลาง ลำดับสูงสุด เนื่องจาก บริษัทมีนโยบายส่งเสริม

สนับสนุนให้พนักงานได้ฝึกอบรมดูงาน หรือศึกษาต่อ เพื่อที่จะนำความรู้มาใช้ในการปฏิบัติงานในบริษัทต่อไป

6. ด้านนโยบายขององค์กรและการบริหารงาน พนักงานมีความคิดเห็นว่า องค์กรได้จัดทำระเบียบ คู่มือในการปฏิบัติงานไว้อย่างชัดเจนอยู่ในระดับปาน กลาง ลำดับสูงสุด เนื่องจาก องค์กรได้จัดทำ ระเบียบ คู่มือในการปฏิบัติงานไว้อย่างชัดเจน ทำให้ การปฏิบัติงานมีขั้นตอนการปฏิบัติงานอย่างถูกต้องและ สามารถตรวจสอบผลงานได้

7. ด้านวิธีการปกครองของผู้บังคับบัญชา พนักงานมี ความคิดเห็นว่า ผู้บังคับบัญชาของมีลักษณะของการ เป็นผู้นำที่ดี อยู่ในระดับมาก เนื่องจาก ผู้บังคับบัญชา ภาวะการเป็นผู้นำสามารถปรับตัวและเป็นกันกับ ผู้ใต้บังคับบัญชาได้เป็นอย่างดี

8. ด้านสภาพการทำงาน พนักงานมีความคิดเห็นว่า สถานที่ทำงานมีแสงสว่างและอากาศถ่ายเทอย่าง เพียงพออยู่ในระดับมาก เนื่องจาก ทางบริษัทได้มี การออกแบบสถานที่ทำงานเหมาะสมกับการทำงาน และถูกต้องตามหลักเกณฑ์ของมาตรฐานโรงงาน

9. ด้านค่าจ้างและเงินเดือนพนักงานมีความคิดเห็น ว่า การได้รับเงินโบนัสเป็นประจำทุกปีอย่างเหมาะสม กับผลการปฏิบัติงานของท่านระดับปานกลางลำดับ สูงที่สุด เนื่องจากทางบริษัทได้ให้เงินโบนัสเป็น ประจำทุกปีอย่างเหมาะสม

10. ด้านความสัมพันธ์ระหว่างผู้บังคับบัญชากับ ผู้ใต้บังคับบัญชา พนักงานมีความคิดเห็นว่า ผู้บังคับบัญชาสนับสนุนการปฏิบัติงานของท่านเป็น อย่างดี และสามารถปรึกษาหารือกับผู้บังคับบัญชาและ เพื่อนร่วมงานในทุกเรื่องได้ตลอดเวลาในระดับปานกลาง ลำดับสูงสุด เนื่องจากผู้บังคับบัญชาและเพื่อน ร่วมงานสามารถให้คำปรึกษาในเรื่องงานได้ดีและเป็น

ประโยชน์ต่องานและผู้บังคับบัญชาสนับสนุนการปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี

11. ด้านสถานะของอาชีพ พนักงานมีความคิดเห็นว่าการปฏิบัติงานในองค์กรเป็นที่ยอมรับนับถือของสังคม ระดับปานกลางลำดับสูงสุด เนื่องมาจากบริษัทผลิตงานออกมามีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของลูกค้า

12. ด้านความมั่นคงในการทำงานพนักงานมีความคิดเห็นว่า องค์กรมีความน่าเชื่อถือระดับปานกลางลำดับสูงสุด เนื่องมาจากบริษัทได้รับการรับรองมาตรฐานสากลจากองค์กรรับรองมาตรฐาน เช่น ISO9000 ISO14000 เป็นต้น

7. ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการศึกษาโดยข้อมูลจากการสัมภาษณ์พนักงานเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกมากขึ้น เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางปรับปรุงการทำงานที่เป็นประโยชน์ต่อบริษัทต่อไป

2. ควรศึกษาปัจจัยอื่นที่มีผลต่อแรงจูงใจโดยศึกษาสภาพแวดล้อมจากการทำงาน ของบริษัทต่อไป

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] วราภรณ์ รุ่งเรืองกลกิจ. “รูปแบบการพัฒนาแรงจูงใจในการปฏิบัติงานของคณาจารย์ มหาวิทยาลัย สุโขทัยธรรมาธิราช”. วิทยานิพนธ์ การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2550.
- [2] สุริดา เภาวิเศษ. “แรงจูงใจในการปฏิบัติงานของพนักงานในบริษัท ชัยนันท์อิกวิปเม้น จำกัด”. การค้นคว้าแบบอิสระศิลปศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกริก, 2546.
- [3] บุญเรียง ขจรศิลป์. “การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS” กรุงเทพมหานคร : พิสิษฐ์เซ็นเตอร์การพิมพ์, 2542.
- [4] สักรินทร์ อยู่ผ่อง 2550. “การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการทำแผนการสอนที่ใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวสำหรับวิชาชีพ

สาขาช่างอุตสาหกรรม” บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

**การพัฒนาหลักสูตรใหม่ วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
โดยใช้เทคนิคเดลฟาย : กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา**
**New Curriculum Development of Bachelor of Science Program in Industrial
Technology Using Delphi Technique : A case Study of Songkhla Rajabhat University**

วีรชัย มัญญารักษ์¹, เสกสรร สุธรรมานนท์² และ อำพร วิริยโกศล³

¹อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

³รองศาสตราจารย์ ภาควิชาบริหารธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

E-mail : ¹we_rak@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาหลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา กลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการศึกษาข้อมูลขั้นพื้นฐาน ซึ่งกลุ่มตัวอย่าง มีทั้งหมด 4 กลุ่ม โดยมี กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มนักเรียนชั้น ม.6 และชั้น ปวช.3 , กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มศิษย์เก่า ว.ท.บ. (เทคโนโลยีอุตสาหกรรม) , กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มนายจ้าง/หัวหน้างาน/ผู้บังคับบัญชา ในภาคอุตสาหกรรมและหน่วยงานต่างๆ , และกลุ่มที่ 4 คือกลุ่มอาจารย์ผู้สอนทางด้านอุตสาหกรรม ในมหาวิทยาลัยเขตภาคใต้ ซึ่งเป็นการสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรใหม่ มีจุดประสงค์เน้นหาความคิดเห็น ความจำเป็นและความต้องการ เพื่อสร้างหลักสูตรใหม่ในเบื้องต้น และในส่วนที่ 2 เป็นการศึกษาข้อมูลตามวิธีการเทคนิคเดลฟาย ซึ่งเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 11 คน โดยสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักสูตรที่สร้างขึ้นจำนวน 3 รอบ ซึ่งมีจุดประสงค์เน้นหาความคิดเห็นและจุดบกพร่อง เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรใหม่ที่สร้างขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามวิธีการเทคนิคเดลฟาย คือ แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณลักษณะหลักสูตรใหม่ วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ซึ่งให้ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิ 2 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาแล้วทำการแก้ไข จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 11 คน ตอบแบบสอบถามจำนวน 3 รอบ โดยรอบที่ 1 จะเป็นแบบสอบถามแบบปลายเปิด ส่วนรอบที่ 2 และ 3 จะเป็นแบบประมาณค่าและปลายเปิด ผู้วิจัยดำเนินการสอบถามความคิดเห็นด้วยแบบสอบถามแล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูล สำหรับในรอบที่ 1 วิเคราะห์โดยใช้

ความถี่ของความคิดเห็นที่ตรงกัน ส่วนรอบที่ 2 และ 3 วิเคราะห์โดยการหาค่ามัธยฐาน ค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ ค่าฐานนิยม และค่าเฉลี่ย เพื่อแสดงตำแหน่งความคิดเห็น ผลการสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณลักษณะหลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ผลการประเมินเอกสารหลักสูตร โดยภาพรวมในรอบที่ 3 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : หลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เทคนิคเดลฟาย

Abstract

The objective of this research is to develop a curriculum for Bachelor Degree of Science in Industrial Technology, for Songkhla Rajabhat University. There were two parts for this study. Part one was the study for fundamental data to develop a new curriculum by distributing questionnaires to four groups: prospective student, graduated student, employer, and teacher who teach Industrial Technology field at universities in the southern region of Thailand. Part two was done according to Delphi technique by three stages of interviews with eleven experts toward a new developed model. The objective of this Delphi approach is to seek for opportunities for improvement from the experts' perspectives. Delphi Technique is employed for this research in order to investigate and improve a new model of curriculum. It goes along with the questionnaires concerning the structure of the curriculum developed at Songkhla Rajabhat University. The content validity of questionnaire is proved by research advisors and two experts. In order to justify the needs and limitations in offering the curriculum at the university, it has been revised and examined again by eleven experts in three stages: open-ended questionnaire, evaluation and open-ended questionnaire. Several statistical methods: median, quartile range, mode, and mean were used to analyze the data. The overall result confirms that the satisfaction level of the curriculum of Bachelor Degree in Science in Industrial Technology, Songkhla Rajabht University is high.

Keywords : Curriculum, Bachelor of Science, Industrial Technology, Songkhla Rajabhat University, Delphi Technique

1. บทนำ

ข้อมูลจากหนังสือพิมพ์กระแสทรรศน์รายสัปดาห์ [1] พบว่า การจัดอันดับของ U.S. News & World Report หรือ The Times Higher Education Supplement (November, 5 : 2004) ซึ่งได้จัดอันดับ 200 มหาวิทยาลัยที่ดีที่สุดในโลก ซึ่งมีมหาวิทยาลัยที่มีชื่อเสียงของไทยไม่ติดอันดับเลย เป็นการชี้ให้เห็นว่าถึงเวลาแล้วที่ต้องเร่งดำเนินการแก้ไขพัฒนาปรับปรุงคุณภาพการศึกษาไทย โดยมีผลการประเมินสถาบันอุดมศึกษาในรอบแรก จำนวน 42 แห่ง ประกอบด้วยสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ และในกำกับ 10 แห่ง สถาบันอุดมศึกษาเอกชน 14 แห่ง และสถาบันราชภัฏ 18 แห่ง มีประเด็นที่น่าสนใจพิจารณาในหลายๆ ด้าน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ยังสะท้อนให้เห็นถึงเป้าหมายของการปฏิรูปการศึกษา ในด้านการปฏิรูปหลักสูตร กระบวนการเรียนการสอน ผู้สอนและบุคลากรทางการศึกษา และการบริหารจัดการศึกษา ที่ต้องเร่งดำเนินการให้เห็นเป็นรูปธรรมอย่างเร่งด่วน

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ซึ่งเดิมคือสถาบันราชภัฏสงขลา ได้เปิดการเรียนการสอนใช้หลักสูตรการศึกษาเดิมของสภาสถาบันราชภัฏ ปัจจุบันเปิดสอนในระดับปริญญาตรี 2 ปีหลังอนุปริญญา หลักสูตร วท.บ. (เทคโนโลยีอุตสาหกรรม) ซึ่งผลจากการเปลี่ยนสถานภาพมาเป็นมหาวิทยาลัย ประกอบกับเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับอุดมศึกษา พ.ศ.2548 ทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องปรับเปลี่ยนในหลายด้าน การพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรถือเป็นเรื่องหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญ อีกทั้งปัจจุบันทางคณะฯ ยังไม่มีสาขาวิชาที่เปิดสอนในระดับปริญญาตรี 4 ปี และทางคณะฯ ก็มีความพร้อมทางด้านต่าง ๆ ในระดับหนึ่ง ที่สามารถจะเปิดหลักสูตรใหม่ ประกอบกับหลักสูตรเดิมยังมีความจำเป็นที่จะต้องได้รับการพัฒนาปรับปรุงเพื่อให้สามารถแข่งขันกับ

หลักสูตรการศึกษาของสถาบันการศึกษาอื่น ๆ ได้นอกจากนั้นแล้วการประชุมวิพากษ์เพื่อพัฒนาหลักสูตรใหม่ จะมีปัญหาในการเชิญผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่านมาร่วมพร้อมกันนั้น กระทำได้ค่อนข้างยากเนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของเวลา

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบพัฒนาหลักสูตรใหม่ ระดับปริญญาตรี 4 ปี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สำหรับคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคเดลฟาย ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบพัฒนาหลักสูตรใหม่ วท.บ. (เทคโนโลยีอุตสาหกรรม) โดยการใช้เทคนิคเดลฟาย และเพื่อออกแบบพัฒนาหลักสูตรใหม่ ให้สอดคล้องกับความต้องการของสังคมในยุคปัจจุบัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับก็คือ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ได้หลักสูตรใหม่ วท.บ. (เทคโนโลยีอุตสาหกรรม) ที่ใช้เปิดการเรียนการสอนได้ ผู้เรียนได้ศึกษาในหลักสูตรที่มีความเหมาะสม หน่วยงานสถานประกอบการในเขตภาคใต้ได้แรงงานทางด้านอุตสาหกรรมที่ตรงกับความต้องการ และเป็นแนวทางให้แก่สถาบันการศึกษา ในการสร้างกระบวนการออกแบบพัฒนาหลักสูตรใหม่สำหรับใช้ในสถาบันการศึกษาที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในอนาคต

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เจนเซน(Jensen. 1996 : 857) [6] ให้คำนิยามของเทคนิคเดลฟาย(Delphi Technique) ว่าเป็นการจัดทำรายละเอียดรอบคอบ ในการที่จะสอบถามบุคคลด้วยแบบสอบถามในเรื่องต่าง ๆ เพื่อจะได้ข้อมูลและความคิดเห็นกลับมา โดยมุ่งที่จะรวบรวมการพิจารณา

การตัดสินใจและสร้างความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันในเรื่องที่เกี่ยวกับความเป็นไปได้ในอนาคต

กล่าวโดยสรุปเทคนิคเดลฟายเป็นเทคนิคการวิจัยเชิงอนาคตโดยการรวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญอย่างเป็นระเบียบระบบ ซึ่งใช้แบบสอบถามซ้ำ 3-4 รอบ ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้เกี่ยวกับการสอบถามความคิดเห็นในการออกแบบพัฒนาหลักสูตรใหม่ วท.บ. (เทคโนโลยีอุตสาหกรรม) จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาทางด้านอุตสาหกรรม

Webster's Dictionary (1980 : 645) [7] ได้ให้คำจำกัดความของผู้เชี่ยวชาญ(Experts) ว่าคือบุคคลซึ่งได้รับการฝึกฝน มีทักษะ และความรู้เป็นเลิศในสาขาวิชานั้น ๆ

โธมัสที แมคมิลแลน (Thomas T.Macmillan. อ้างในเกษม บุญอ่อน, 2522 : 28) [2] ถึงการลดลงของความคลาดเคลื่อนจากจำนวนผู้เชี่ยวชาญ ดังแสดงในตารางที่ 1 (แสดงข้อมูลเฉพาะจำนวนผู้เชี่ยวชาญ 1-13 คน) โดยงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ 11 คน

ตารางที่ 1 : การลดลงของความคลาดเคลื่อน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

จำนวน ผู้เชี่ยวชาญ (คน)	การลดลงของความ คลาดเคลื่อน (%)	ลดลง (%)
1-5	1.20-0.70	0.50
5-9	0.70-0.58	0.12
9-13	0.58-0.54	0.04

เทคนิคเดลฟาย มีคุณลักษณะคือเป็นเทคนิคที่มุ่งแสวงหาข้อมูลจากความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ด้วยการตอบแบบสอบถาม ดังนั้นผู้เชี่ยวชาญจึงจำเป็นต้องตอบแบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้นในแต่ละขั้นตอน การตอบหรือการตัดสินใจ

ของผู้เชี่ยวชาญจะมีความถูกต้องและความเที่ยงตรงสูงเมื่อผู้เชี่ยวชาญนั้นเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเรื่องที่ศึกษา เป็นเทคนิคที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนที่ร่วมในการวิจัยจะไม่ทราบว่าเป็นใครบ้าง ที่มีส่วนออกความเห็นและไม่ทราบว่าแต่ละคนมีความคิดเห็นในแต่ละข้ออย่างไร ซึ่งนับว่าเป็นการจำกัดอิทธิพลของกลุ่มที่ส่งผลต่อความคิดเห็นของตน เทคนิคเดลฟายนี้ได้อ้างอิงข้อมูลจากแบบสอบถาม หรือรูปแบบอย่างอื่นที่ไม่ต้องให้ผู้เชี่ยวชาญมาพบกัน โดยผู้เชี่ยวชาญจะต้องตอบแบบสอบถามทุกรอบ เพื่อให้ได้ความเห็นที่ถูกต้องเชื่อถือได้ จึงมีการใช้แบบสอบถามหลายๆ รอบ ซึ่งโดยทั่วไป ในรอบที่ 1 มักเป็นแบบสอบถามแบบปลายเปิดและในรอบต่อไป จะเป็นแบบสอบถามปลายปิด แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เทคนิคนี้เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนได้ตอบแบบสอบถามโดยอิสระอย่างละเอียดรอบคอบและให้คำตอบได้มีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันยิ่งขึ้น ผู้ทำวิจัยจะแสดงความคิดเห็นที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นสอดคล้องกันในคำตอบแต่ละข้อของแบบสอบถามที่ตอบลงไปอีกครั้งก่อนแสดงในรูปสถิติ คือ ค่ามัธยฐานและค่าพิสัยระหว่างควอไทล์แล้วส่งกลับให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนพิจารณาว่าจะคงคำตอบเดิมหรือเปลี่ยนแปลงใหม่ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์จะเป็นสถิติเบื้องต้น คือ การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง ได้แก่ ฐานนิยม (Mode) มัธยฐาน (Median) ค่าเฉลี่ย (Mean) และการวัดการกระจายของข้อมูล คือ ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile Range)

ข้อดีของเทคนิคเดลฟายคือสามารถรวบรวมความคิดเห็นจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวนมากโดยไม่ต้องมีการพบปะหรือประชุมกัน ซึ่งเป็นการทุ่นเวลาและค่าใช้จ่าย ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นคำตอบที่น่าเชื่อถือเพราะเป็นความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญใน สาขานั้น ๆ อย่างแท้จริงและ

คำตอบได้มาจากการย้ายถามหลายรอบ เป็นเทคนิคที่มีขั้นตอนการดำเนินงานไม่ยากนัก ได้ผลรวดเร็วมีประสิทธิภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมการวิจัยมีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ มีโอกาสได้รับทราบผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละรอบและปรับเปลี่ยนหรือยืนยันความคิดเห็นของตนเอง

ข้อจำกัดของเทคนิคเดลฟายคือผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับการคัดเลือกมิใช่เป็นผู้มีความรู้ความสามารถในสาขานั้น ผู้เชี่ยวชาญไม่ให้ความร่วมมือในการวิจัย นักวิจัยขาดความรอบคอบหรือมีความลำเอียงในการพิจารณาคำตอบนอกจากนั้นแล้วแบบสอบถามที่ส่งไปอาจสูญหายหรือไม่ได้รับกลับคืนมา

(<http://vod.msu.ac.th/itdc/article/thongsanga/0011.htm>)

เทคนิคเดลฟายนี้เป็นเทคนิคการวิจัยที่ใช้กระบวนการกลุ่มในการหาคำตอบหรือการตัดสินใจลงข้อสรุปอย่างเป็นระบบที่ปราศจากการเผชิญหน้าโดยตรงของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งหัวใจสำคัญคือแบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย จะต้องมีความชัดเจน ง่ายแก่การอ่านและผู้ตอบเข้าใจตรงกัน และที่สำคัญอีกอย่างคือ ผู้วิจัยเอง ต้องวางแผนอย่างรอบคอบในการวิจัยโดยใช้เทคนิคนี้เพราะเทคนิคเดลฟายมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดและตัวแปรสอดแทรก (Intervening Variable) ที่ทำให้การวิจัยไม่สำเร็จได้

จุฑามาศ เจริญพงษ์มาลา (2541) ได้ทำการวิจัยเรื่องการนำเสนอหลักสูตรศิลปบัณฑิตวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะศิลปกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิจัยดำเนินการวิจัยใช้กลุ่มประชากรคือ คณาจารย์ผู้บริหาร และผู้ประกอบการที่เชี่ยวชาญทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยใช้เทคนิคเดลฟาย

นิรัช สดสังข์ (2539) ได้ทำวิจัยเรื่อง การนำเสนอหลักสูตรศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิจัยดำเนินการวิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นคณาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้เทคนิคเดลฟาย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ผู้วิจัยได้ศึกษาตามที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยพบว่าการประยุกต์ใช้เทคนิคเดลฟายในการพัฒนาหลักสูตรนั้น จะเป็นการรับฟังความคิดเห็นเพียงด้านเดียวคือเฉพาะผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งตามความเป็นจริงหลักสูตรจะมีผู้ที่เกี่ยวข้องหลายส่วน งานวิจัยชิ้นนี้จึงเป็นการรับฟังความคิดเห็นผู้ที่เกี่ยวข้องทุกส่วนก่อนการดำเนินการตามวิธีการเทคนิคเดลฟาย

3. วิจัยดำเนินการวิจัย

เริ่มจากการศึกษาข้อมูลขั้นพื้นฐาน ประกอบการพัฒนา Model หลักสูตร หลังจากนั้นนำ Model หลักสูตรในเบื้องต้นไปสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีรายละเอียด คือ

3.1 ขั้นตอนการวิจัย

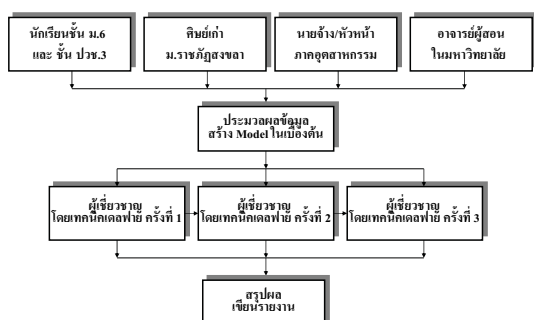
ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

ศึกษาข้อมูลขั้นพื้นฐาน

ส่วนที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ 1 คือ กลุ่มผู้เรียนในระดับชั้น ม.6 และชั้นปวช. 3 ทางด้านช่างอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นการสำรวจความต้องการและสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรใหม่ มีจุดประสงค์เพื่อหาความคิดเห็น ความต้องการ ตามแนวคิดของทาบ (Taba.1962 : 10 อ้างในวิชัย วงษ์ใหญ่.2525 : 7) [3] ก่อนดำเนินการสร้าง Model หลักสูตรใหม่

ส่วนที่ 2 กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2,3 และ 4 มีดังนี้คือ กลุ่ม 2 คือกลุ่มศิษย์เก่า วท.บ. (เทคโนโลยีอุตสาหกรรม) กลุ่ม 3 คือกลุ่มนายจ้าง/หัวหน้างานในภาคอุตสาหกรรมและหน่วยงานต่าง ๆ และกลุ่ม 4 คือกลุ่มอาจารย์ผู้สอนทางด้านอุตสาหกรรม ในมหาวิทยาลัยเขตภาคใต้ ซึ่งเป็นการสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการ

พัฒนาหลักสูตรใหม่ มีจุดประสงค์เน้นหาความคิดเห็น
ความจำเป็นและความต้องการ เพื่อสร้าง Model
หลักสูตรใหม่ในเบื้องต้น



ภาพที่ 1 : ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 5 กลุ่ม

ศึกษาข้อมูลตามเทคนิคเคลฟาย

ส่วนที่ 3 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยสอบถามความคิดเห็น
เกี่ยวกับ Model ที่สร้างขึ้น จำนวน 3 รอบ มีจุดประสงค์
หาความคิดเห็นจุดบกพร่องเพื่อเป็นแนวทางปรับปรุง
หลักสูตรใหม่ที่สร้างขึ้น

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้ทำการเลือกประชากรที่ใช้ศึกษา และ
กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง (บุญชม ศรีสะอาด , 2545 :
41-43) [4] ได้ดังนี้

3.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ 1 คือ กลุ่มผู้เรียนชั้น ม.6
และชั้นปวช.3 ในเขตพื้นที่ จำนวน 1,200 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ 2 คือ กลุ่มศิษย์เก่า
(หลักสูตรเดิม 2 ปีหลังอนุปริญญา) จำนวน 75 คน

3.2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ 3 คือ กลุ่มนายจ้าง/
ผู้บังคับบัญชา ทางภาคอุตสาหกรรม และหน่วยงาน
ต่าง ๆ จำนวน 40 คน

3.2.4 กลุ่มตัวอย่างที่ 4 คือ กลุ่มอาจารย์ผู้สอน
ทางด้านอุตสาหกรรม ในมหาวิทยาลัยเขตภาคใต้ จำนวน
32 คน

3.2.5 กลุ่มตัวอย่างที่ 5 คือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ
ทางด้านอุตสาหกรรม จำนวน 11 คน ตามทฤษฎีเทคนิค
เคลฟาย

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 แบบสำรวจความต้องการและถามความ
คิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรใหม่ สำหรับกลุ่ม
ตัวอย่างที่ 1

3.3.2 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการ
พัฒนาหลักสูตรใหม่ สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ 2 , 3 และ 4

3.3.3 Model หลักสูตรใหม่ ในเบื้องต้น

3.3.4 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับ Model
หลักสูตรสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ 5 ตามเทคนิคเคลฟาย
(3 รอบ)

ในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยสำหรับกลุ่ม
ตัวอย่างที่ 1-4 มีลำดับขั้นตอนคือ การศึกษาเอกสาร
กำหนดกรอบและประเด็นคำถาม และเขียนข้อคำถาม
หลังจากนั้นตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา(Content
validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วทำการปรับแก้ หลังจากนั้น
ตรวจสอบความเที่ยง(Reliability) (Cronbach.1970 :
อ้างในบุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 99) [4] เพื่อหาค่า
ความเชื่อมั่น เสร็จแล้วจึงจัดทำเครื่องมือที่สมบูรณ์

ส่วนเครื่องมือที่ใช้ตามวิธีการของเทคนิคเคลฟาย
คือแบบสอบถาม ซึ่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 2 คน ตรวจสอบ
ความตรงเชิงเนื้อหา ทำการแก้ไข และจัดทำ
แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์

การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยตามความคิดเห็นของ
กลุ่มตัวอย่างใช้เกณฑ์ประมาณค่า (ประคอง กรรณสูตร,
2540 : 77)[5]

ตารางที่ 2 : Model โครงสร้างหลักสูตรก่อนและหลังปรับปรุง

โครงสร้างก่อนปรับปรุง	โครงสร้างหลังปรับปรุง
ก. หมวดวิชาการศึกษาทั่วไป 30 หน่วยกิต	ก. หมวดวิชาการศึกษาทั่วไป 30 หน่วยกิต
ข. หมวดวิชาเฉพาะด้าน 105 หน่วยกิต (1) กลุ่มวิชาบังคับรวม 45 หน่วยกิต 1.1 รายวิชาบังคับ 39 หน่วยกิต 1.2 รายวิชาเลือก 6 หน่วยกิต (2) กลุ่มวิชาเลือกเฉพาะ 60 หน่วยกิต 2.1 รายวิชาบังคับเฉพาะแขนง 39 หน่วยกิต 2.2 รายวิชาเลือกเฉพาะแขนง 6 หน่วยกิต 2.3 รายวิชากลุ่มวิชาการจัดการ 9 หน่วยกิต 2.4 รายวิชากลุ่มฝึกประสบการณ์ 6 หน่วยกิต	ข. หมวดวิชาเฉพาะด้าน 99 หน่วยกิต (1) กลุ่มวิชาบังคับรวม 60 หน่วยกิต 1.1 กลุ่มวิชาเสริมพื้นฐาน 11 หน่วยกิต 1.2 กลุ่มวิชาแกนเฉพาะ 36 หน่วยกิต 1.3 กลุ่มวิชาการจัดการ 9 หน่วยกิต 1.4 กลุ่มวิชาฝึกประสบการณ์ 4 หน่วยกิต (2) กลุ่มวิชาเลือกเฉพาะแขนง 39 หน่วยกิต 2.1 รายวิชาบังคับ 27 หน่วยกิต 2.2 รายวิชาเลือก 12 หน่วยกิต
ค. หมวดวิชาเลือกเสรี 6 หน่วยกิต	ค. หมวดวิชาเลือกเสรี 6 หน่วยกิต
รวมตลอดหลักสูตร 141 หน่วยกิต	รวมตลอดหลักสูตร 135 หน่วยกิต

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ส่วนที่ 1 (กลุ่มตัวอย่างที่ 1)

จากผู้ตอบแบบสำรวจทั้งหมด 974 คน ที่พิจารณาศึกษาต่อคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สนใจหลักสูตรใหม่ 943 คน คิดเป็นร้อยละ 96.8 ซึ่งมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระเกี่ยวกับหลักสูตรใหม่ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง (3.19) มีความต้องการให้มีการแนะนำหลักสูตรใหม่ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (3.74) มีความคิดเห็นที่จะพิจารณาศึกษาต่อในหลักสูตรดังกล่าว มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง (3.45)

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ส่วนที่ 2 (กลุ่มตัวอย่างที่ 2-4)

กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่า สถานประกอบการพิจารณาบุคคลเข้าทำงานโดยการดูจากรายวิชาที่มีในใบแสดงผลการศึกษา และคิดว่าโดยทั่วไปสถานประกอบการพิจารณาเข้าทำงานโดยดูจากความชัดเจนของชื่อหลักสูตรการศึกษา มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก มีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่า เห็นด้วย

กับการพัฒนาหลักสูตร มีความคิดเห็นว่าหลักสูตรมีความน่าสนใจ และเห็นว่าการพัฒนาหลักสูตรใหม่ จะมีส่วนช่วยส่งผลให้บัณฑิตหางานทำได้ดีขึ้น

โดยพบว่าหลักสูตรเดิมทางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เป็นที่รู้จักและยอมรับในสถานประกอบการ มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกันเมื่อพบว่าหลักสูตรของสถาบันการศึกษาน่าจะมีการปรับปรุงพัฒนาเพื่อให้ทันกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมที่เปลี่ยนแปลง และการปรับปรุงพัฒนาหลักสูตรใหม่ของมหาวิทยาลัย จะมีส่วนช่วยให้บัณฑิตได้รับการยอมรับมากขึ้น มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ซึ่งมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระของหลักสูตรใหม่ และหลักสูตรดังกล่าวเป็นที่ต้องการของสถานประกอบการ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก โดยความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสามารถนำไปประยุกต์ไปใช้งานได้ในหน่วยงานหรือสถานประกอบการ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความต้องการและความจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตร โดยภาพรวม

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ส่วนที่ 3 (ตามวิธีเทคนิคเดลฟาย)

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรอบที่ 1 โดยสรุปพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันในการปรับปรุง Model คือ ปรับปรุงจำนวนหน่วยกิต ให้มี 135 หน่วยกิต ปรับปรุงแผนการเรียน เพิ่มเติมเกี่ยวกับการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม โดยมีรายวิชาจริยธรรมในการประกอบวิชาชีพ

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรอบที่ 2,3 โดยสรุปในตาราง

ตารางที่ 3 : ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรอบที่ 2 และ 3

รายการ	มัธยฐาน		ค่าเฉลี่ย		ฐานนิยม	
	รอบ 1	รอบ 2	รอบ 1	รอบ 2	รอบ 1	รอบ 2
จำนวนหน่วยกิตรวมมีความเหมาะสม	5	5	4.55	4.64	5	5
สัดส่วนหน่วยกิตแต่ละหมวดวิชาเหมาะสม	4	4	4.18	4.45	4	4
โครงสร้างหลักสูตรมีความเหมาะสม	4	4	4.27	4.45	4	4
การจัดกลุ่มวิชาแต่ละหมวดวิชามีความเหมาะสม	4	4	3.91	4.36	4	4
กลุ่มวิชาบังคับรวมสอดคล้องและเหมาะสมกับปริญญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร	4	4	3.73	4.18	4	4
กลุ่มวิชาบังคับแขนงกับปริญญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตรสอดคล้องเหมาะสม	4	4	3.82	4.27	4	4
กลุ่มวิชาเลือกกับปริญญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตรมีความสอดคล้องและเหมาะสม	4	4	3.91	4.18	4	4
รายวิชาเลือกมีจำนวนเพียงพอ	4	5	4.45	4.64	4	5
รายวิชาเลือกมีสัดส่วนหน่วยกิตเหมาะสม	4	5	4.27	4.45	5	5
กลุ่มวิชาเทคโนโลยีการผลิตกับปริญญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตรสอดคล้องเหมาะสม	4	5	4.18	4.55	4	5
กลุ่มวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรมกับปริญญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตรสอดคล้องเหมาะสม	4	5	4.09	4.55	4	5
กลุ่มวิชาวิทยาการจัดการกับปริญญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตรสอดคล้องเหมาะสม	4	4	3.82	4.09	4	4
แผนการเรียนมีความเหมาะสม	4	4	3.91	4.27	4	4
คำอธิบายรายวิชาโดยภาพรวมกับปริญญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตรสอดคล้องเหมาะสม	4	4	4.00	4.27	4	5
ความเหมาะสมของหลักสูตรโดยภาพรวม	4	5	4.27	4.55	4	5

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการปรับปรุงและสอบถามความคิดเห็น โดยมีผลการประเมินเอกสารหลักสูตรโดยภาพรวมในรอบที่ 3 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ซึ่งจากการศึกษาวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยพบประเด็นที่น่าสนใจที่ควรศึกษาวิจัยต่อไป ดังนี้

5.1 ควรมีการวิจัยที่มีกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มวิชาชีพ โดยผู้ผู้เชี่ยวชาญรวมถึงกลุ่มตัวอย่างภาคอุตสาหกรรม ซึ่งอาจจะต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญไม่น้อยกว่า 30 คน จึงจะได้ความเชื่อมั่นที่สูงพอ

5.2 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการนำหลักสูตรมาใช้จริง และเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรเพียงใด มีข้อควรระวังการใช้หลักสูตรอย่างไร เพื่อที่จะทำให้ได้ผลตามสิ่งที่คาดหวังไว้

5.3 ควรมีการวิจัยศึกษาการกำหนดเกณฑ์ผู้สอนในแต่ละรายวิชา เพื่อที่จะให้ได้ผู้สอนที่มีความเชี่ยวชาญในวิชานั้นจริง

5.4 ควรมีการวิจัยศึกษาความสัมพันธ์เกี่ยวกับการบริหารจัดการหลักสูตร และพฤติกรรมการสอนตามกระบวนการจัดหลักสูตรเพื่อให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

5.5 ควรมีการวิจัยการศึกษาความเป็นไปได้ในการเปิดสอน ก่อนดำเนินการนำหลักสูตรไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] หนังสือพิมพ์ “กระแสนวุ่นวาย” หน้า 10 วันจันทร์ ที่ 28 กุมภาพันธ์ 2548.
- [2] เกษม บุญอ่อน. *เคลฟาย เทคนิคการวิจัย*. กรุงเทพฯ : ครูปริทัศน์. ปีที่ 10 ฉบับที่ 10 ตุลาคม 2522.
- [3] วิชัย วงษ์ใหญ่. *การตรวจสอบคุณภาพของการพัฒนาหลักสูตร*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์, 2525.
- [4] บุญชม ศรีสะอาด. *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ : สุริยาสานการพิมพ์, 2545.
- [5] ประคอง กรมสุตร. *สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2540.
- [6] C. Jensen, Delphi in Depth : *Power Techniques from the Experts Berkeley*. Singapore: McGraw-Hill, 857, 1996.
- [7] N. Webster, *Webster's Dictionary*. New York : William Collins Publishers. Inc, 645, 1980.
- [8] <http://vod.msu.ac.th/itdc/article/thongsanga/0011.htm> (สืบค้นเมื่อ 8 ธันวาคม 2549)

**ความต้องการศึกษาต่อระดับปริญญาตรีในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา**

**The Study of the Needs to Further Study for Bachelor's Degree in
Industrial Technology Faculty of Songkhla Rajabhat University**

สมศักดิ์ แก้วพลอย

โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

E-mail : Somsak_kp@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการศึกษาต่อระดับปริญญาตรี ในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายปีที่ 6 (ม.6) และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีที่ 3 (ปวช.3) ในเขตจังหวัดสงขลา พัทลุงและสตูล เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ต้องการศึกษาต่อในภาคใต้ กลุ่มมหาวิทยาลัยของรัฐ (เดิม) ในสาขาวิชา เทคโนโลยี คอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม โดยเหตุผลเนื่องจากการได้รับการสนับสนุนจากผู้ปกครองเป็นหลักและตามความถนัดของตนเอง โดยนักเรียนที่มีเพศ สายวิชาที่กำลังศึกษา ภูมิภาคที่ต้องการศึกษา รายได้และอาชีพผู้ปกครองแตกต่างกัน มีเหตุผลในการเลือกสาขาวิชาโดยรวมไม่แตกต่างกัน แต่นักศึกษาที่เลือกกลุ่มมหาวิทยาลัยที่ต้องการศึกษาต่อแตกต่างกัน มีเหตุผลในการเลือกสาขาวิชาโดยรวมแตกต่างกัน สำหรับเพศ สายวิชาที่กำลังศึกษา และอาชีพของผู้ปกครองมีความสัมพันธ์กับเหตุผลในการเลือกสาขาวิชาโดยรวมของนักศึกษาไม่แตกต่างกัน แต่รายได้ของผู้ปกครองมีความสัมพันธ์กับเหตุผลในการเลือกสาขาวิชาโดยรวมของนักศึกษาแตกต่างกัน

คำสำคัญ : ความต้องการศึกษาต่อเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

Abstract

The objective of the research was to surveying the needs to study in the faculty of Industrial Technology, Songkhla Rajabhat University. The respondents were the last semester high school students (M.6) and the last semester vocational collage students (Level 3), in Songkhla, Patthalung, and Satun. Data was collected by using self administrative questionnaires. The findings indicated that most students have different influence factors to make decision to select t University. They will choose well-known universities. The respondents will study Computer Technology major. Moreover, other determinants were from their parents and their skills. The results indicated a no significant difference in the degree of selecting to study among student with different with gender, type of subjects, residence, parents' income and parents' occupation . However, the results showed a significant difference in type of university among student with different degree of selecting to study. In these cases, gender, type of subjects and parents' occupation were no significant difference in the relationship to study. However, parents' income was significantly different in the relationship for selecting their further education.

Keywords : The needs to study, Industrial Technology

1. บทนำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เป็นสถาบันอุดมศึกษา เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น มีภารกิจในการให้การศึกษา วิชาการและวิชาชีพ การวิจัย บริการวิชาการแก่สังคม ปรับปรุง ถ่ายทอด และพัฒนาเทคโนโลยี ทำนุบำรุง ศิลปวัฒนธรรม ตลอดจน ผลิตราย และส่งเสริมวิทยา ฐานะครู ภารกิจหนึ่งที่สำคัญดังที่ได้กล่าวมาแล้วคือ การให้การศึกษา โดยสร้างโอกาสทางการศึกษา และ การเพิ่มคุณค่าของคนในท้องถิ่น การสร้างสรรค์ วิชาการ การแสวงหาความรู้จากคน ชุมชน วัฒนธรรม ธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น เป็นชุมปัญญา ของท้องถิ่น และการเป็นเครือข่ายกับสถาบันหรือ องค์กรอื่น ๆ นอกจากนั้นแล้วมหาวิทยาลัยราชภัฏ สงขลาเป็นสถาบันที่รับผิดชอบการจัดการศึกษา

ให้กับนักเรียนในเขตพื้นที่จังหวัดสงขลา พัทลุง และ สตูล [1],[2]

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เป็นหน่วยงานหนึ่งใน มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาที่เปิดการเรียนการสอนและ ผลิตรายทางด้านสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งในปัจจุบันได้เปิดการเรียนการสอนในหลักสูตร ปริญญาตรี ต่อเนื่องสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ประกอบด้วย 4 แขนงวิชาคือ แขนงเทคโนโลยีการ จัดการอุตสาหกรรม แขนงเทคโนโลยี การผลิต แขนง เทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม และแขนงเทคโนโลยี คอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม แต่คณะยังไม่มีหลักสูตร ระดับปริญญาตรี 4 ปี เพื่อรองรับความต้องการของ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายปีที่ 6 (ม.6) และ ประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 3 (ปวช.3) ในการเข้าศึกษา ต่อ

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการศึกษาความต้องการศึกษาต่อระดับปริญญาตรีในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการในการศึกษาต่อ สาขาวิชา และเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อ รวมถึงเปรียบเทียบความต้องการในการศึกษาต่อระดับปริญญาตรี หลักสูตร 4 ปี ในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมของนักเรียนชั้น ม.6 และ ปวช.3 ในเขตจังหวัดสงขลา พัทลุงและสตูล โดยมีสมมติฐานว่า เหตุผลความต้องการในการเลือกสาขาในการศึกษาต่อมีความแตกต่างกันตามเพศ สายวิชาที่กำลังศึกษา อาชีพ และรายได้ของผู้ปกครองอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการผลิตบัณฑิตให้ตรงตามความต้องการของผู้เรียนมากยิ่งขึ้นเพื่อตอบสนองต่อการพัฒนาการศึกษาและความต้องการที่แท้จริงของท้องถิ่นได้อย่างเหมาะสมต่อไป [3]

2. วรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

แนวความคิดที่นำมาใช้ในการศึกษาคือทฤษฎีความต้องการ ซึ่งกล่าวถึงความต้องการของมนุษย์ไว้ว่า ความต้องการของมนุษย์เป็นแรงผลักดัน (Mainspring) ให้คนทำงานหรือทำให้ มีกำลังใจในการทำงาน (Motivation Incentive) จึงต้องศึกษาเพื่อให้ทราบสาเหตุที่ทำให้มนุษย์ทำงาน โดยความต้องการของมนุษย์ขั้นพื้นฐานทางจิตใจตามหลักสังคมวิทยา กล่าวคือความต้องการของคนเราในมุมมองที่เกี่ยวกับความต้องการในการค้นคว้า มนุษย์มีความต้องการในการศึกษาเพิ่มเติม เนื่องจากพิจารณาในเรื่องของโอกาส (Opportunity) ทำให้ต้องการศึกษาต่อ เพื่อเพิ่มพูนความรู้และโอกาสในความก้าวหน้าต่าง ๆ การศึกษาต่อยังเกี่ยวข้องกับเรื่องความเจริญก้าวหน้าในหน้าที่การงานอีกด้วย นอกจากนี้ความต้องการศึกษาต่อ ยัง

เกี่ยวข้องกับเรื่องของการพิจารณาโอกาสในการเลื่อนตำแหน่ง มีโอกาสได้รู้ได้เห็น ต้องการได้แสดงความสามารถในการทำงาน เป็นต้น

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ ซึ่งเป็นการศึกษาความต้องการศึกษาต่อระดับปริญญาตรีในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ของนักเรียนที่กำลังจะสำเร็จการศึกษาในระดับ ม.6 และ ปวช.3 ปีการศึกษา 2550 ในเขตพื้นที่ความรับผิดชอบของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาประกอบด้วย จังหวัดสงขลา พัทลุงและสตูล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับ ม.6 และระดับ ปวช.3 ในเขตจังหวัดสงขลา พัทลุงและสตูล โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย จำนวน 637 คน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยทำหนังสือจากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ส่งไปให้โรงเรียนต่าง ๆ ในเขตพื้นที่ความรับผิดชอบ เพื่อขอความอนุเคราะห์จากผู้บริหารโรงเรียน มอบแบบสอบถามให้นักเรียนในโรงเรียน ดำเนินการตอบแบบสอบถาม พร้อมทั้งประสานงานติดต่อขอรับแบบสอบถามคืน [4]

เครื่องมือวิจัยและคุณภาพของเครื่องมือ ลักษณะเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ เป็นแบบสอบถามมีรายละเอียดดังนี้ ตอนที่ 1 สอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งเป็นแบบสอบถามแบบเลือกตอบ และแบบปลายเปิด ตอนที่ 2 สอบถามเกี่ยวกับการศึกษาต่อของนักเรียน ซึ่งเป็นแบบสอบถามแบบเลือกตอบ และจัดเรียงลำดับ ตอนที่ 3 สอบถามเกี่ยวกับเหตุผลในการเลือกสาขาวิชาในการศึกษาต่อ ลักษณะเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า โดยใช้เกณฑ์น้ำหนักคะแนนและมาตรา

ส่วนประมาณค่าจัดอันดับ 5 ระดับของลิเคิร์ต ตอนที่ 4 สอบถามเกี่ยวกับความต้องการและข้อเสนอแนะอื่น ๆ ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบปลายเปิด [5]

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยข้อมูลทั่วไปและข้อมูล เกี่ยวกับการศึกษาต่อ วิเคราะห์โดยการแจกแจงความถี่ การหาค่าร้อยละ และนำเสนอข้อมูลด้วยตารางแจกแจง ความถี่ ข้อมูลเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อวิเคราะห์โดย การหาค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน การ วิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน เพศ และสาขาวิชาที่ เรียน ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยใช้ t -Test รายได้ผู้ปกครอง อาชีพผู้ปกครอง ภูมิภาคที่ต้องการ ศึกษา กลุ่มมหาวิทยาลัยที่ต้องการศึกษา และเหตุผลใน การเลือกศึกษาต่อ ใช้วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทาง เดียว การหาค่าความสัมพันธ์ระหว่าง เพศ สาขาวิชาที่ เรียน อาชีพและรายได้ของผู้ปกครอง กับเหตุผลในการ เลือกสาขาวิชาที่ต้องการศึกษาต่อ วิเคราะห์ข้อมูลโดย ใช้ค่าไคสแควร์ [5], [6]

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ข้อมูลทั่วไปการศึกษาต่อและเหตุผลใน การศึกษาต่อ

ลักษณะทั่วไปของประชากรที่ศึกษาเป็นเพศชาย ร้อยละ 60.1 เพศหญิงร้อยละ 39.9 กำลังเรียนอยู่ระดับ มัธยมศึกษาตอนปลายปีที่ 6 (ม.6) ร้อยละ 75 สายอาชีพ (ปวช.) ร้อยละ 25 เกรดเฉลี่ยสะสมเท่ากับ 2.81 และ ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49 รายได้ของผู้ปกครองอยู่ ระหว่าง 5,001 – 10,000 บาท/เดือน ร้อยละ 39.9 รองลงมาได้ผู้ปกครองระหว่าง 10,001 - 15,000 บาท/เดือน ร้อยละ 21.9 ผู้ปกครองประกอบอาชีพ เกษตรกรรม ร้อยละ 32.3 รองลงมาอาชีพรับจ้าง ร้อยละ 20.4 ต้องการศึกษต่อร้อยละ 98.4 ไม่ศึกษาต่อร้อยละ

1.6 ต้องการศึกษาต่อในภูมิภาคภาคใต้ ร้อยละ 75.2 รองลงมาต้องการศึกษาต่อในเขตกรุงเทพมหานคร ร้อย ละ 22.3 โดยเลือกที่จะศึกษาต่อในกลุ่มมหาวิทยาลัย ของรัฐ (เดิม) ร้อยละ 35.4 รองลงมาในกลุ่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ร้อยละ 27.5 โดย เลือกศึกษาต่อในสาขาวิชาดังแสดงในตารางที่ 1 และมี เหตุผลในการเลือกศึกษาต่อดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1: แสดงจำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนก ตามสาขาวิชาที่ต้องการศึกษาต่อ

สาขาวิชา	อันดับ 1	อันดับ 2	อันดับ 3	รวม	ร้อย ละ
ท.การจัดการอุตสาหกรรม	122	107	76	305	16.98
เทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม	66	68	58	192	10.69
เทคโนโลยีการผลิต	38	72	73	183	10.19
ท.คอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม	174	96	73	343	19.10
วิศวกรรมอุตสาหการ	42	75	52	169	9.41
วิศวกรรมไฟฟ้า	77	73	57	207	11.53
วิศวกรรมการผลิต	16	51	77	144	8.02
วิศวกรรมการจัดการ	49	40	112	201	11.10
อื่น ๆ	42	5	5	52	2.90
รวม				1,796	100

จากตารางที่ 1 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ ต้องการศึกษาต่อในสาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ อุตสาหกรรมจำนวน 343 คน คิดเป็นร้อยละ 19.10 รองลงมาสาขาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม จำนวน 305 คน คิดเป็นร้อยละ 16.98 และน้อยที่สุด สาขาอื่น ๆ จำนวน 52 คน คิดเป็นร้อยละ 2.90

จากตารางที่ 2 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เลือก เรียนสาขาวิชาต่าง ๆ โดยมีเหตุผลจากได้รับการ สนับสนุนจากผู้ปกครอง โดยมีค่าเฉลี่ย 4.28 ความ เบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.78 รองลงมาคือมีความภูมิใจใน สาขาวิชา โดยมีค่าเฉลี่ย 4.25 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.69 และน้อยที่สุดคือตามอย่างเพื่อน โดยมีค่าเฉลี่ย 2.73 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.06

ตารางที่ 2: แสดงปริมาณค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อ

เหตุผล	\bar{X}	SD	ระดับความคิดเห็น
ได้รับการสนับสนุนจากผู้ปกครอง	4.28	0.78	มากที่สุด
ตามอย่างเพื่อน	2.73	1.06	ปานกลาง
ความต้องการของตลาดแรงงาน	3.74	0.80	มาก
ได้รับการยอมรับของสังคม	3.94	0.73	มาก
มีความภูมิใจในสาขาวิชา	4.25	0.69	มากที่สุด
เหมาะสมกับระดับสติปัญญา	3.92	0.75	มาก
ค่าใช้จ่ายในการศึกษา	3.71	0.75	มาก
ตรงตามความถนัดของตนเอง	4.07	0.75	มาก

4.2 การเปรียบเทียบเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อ

การเปรียบเทียบเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อสาขาวิชานั้น ๆ ของนักเรียนจำแนกตามเพศและสาขาวิชา โดยนักเรียนระหว่างเพศชายและเพศหญิงมีเหตุผลโดยรวมในการเลือกศึกษาต่อไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อแยกพิจารณาตามเหตุผลแต่ละเหตุผลพบว่า เหตุผลตามอย่างเพื่อน และตรงตามความถนัดของตนเอง นักเรียนมีเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อแตกต่างกัน นักเรียนที่กำลังเรียนอยู่สายวิชาสามัญ (ม.6) และสายอาชีพ (ปวช.3) มีเหตุผลโดยรวมในการเลือกศึกษาต่อไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อแยกพิจารณาตามเหตุผลแต่ละเหตุผลพบว่า เหตุผลมีความภูมิใจในสาขาวิชา นักเรียนมีเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อแตกต่างกัน

การเปรียบเทียบเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อสาขาวิชานั้น ๆ จำแนกตามรายได้ผู้ปกครอง อาชีพผู้ปกครอง ภูมิภาค และกลุ่มมหาวิทยาลัยที่ต้องการศึกษาต่อพบว่า นักเรียนที่ผู้ปกครองมีรายได้แตกต่างกัน มีเหตุผลโดยรวมในการเลือกศึกษาต่อในสาขานั้น ๆ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อแยกพิจารณาเหตุผลแต่ละเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อพบว่า เหตุผลได้รับการสนับสนุนจากผู้ปกครองนักเรียนมีเหตุผลในการเลือก

ศึกษาต่อมีความแตกต่างกัน นักเรียนที่ผู้ปกครองมีอาชีพแตกต่างกัน มีเหตุผลโดยรวมในการเลือกศึกษาต่อในสาขานั้น ๆ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อแยกพิจารณาเหตุผลแต่ละเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อพบว่า เหตุผลตรงตามความถนัดของตนเองมีความแตกต่างกัน นักเรียนที่ต้องการจะศึกษาต่อในภูมิภาคที่ต่างก็มีเหตุผลโดยรวมในการเลือกศึกษาต่อในสาขานั้น ๆ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อแยกพิจารณาเหตุผลแต่ละเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อ พบว่าเหตุผลตามอย่างเพื่อน และมีความภูมิใจในสาขาวิชา มีความแตกต่างกัน นักเรียนที่ต้องการจะศึกษาต่อในกลุ่มมหาวิทยาลัยที่ต่างก็มีความแตกต่างกัน มีเหตุผลโดยรวมในการเลือกศึกษาต่อในสาขานั้น ๆ มีความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3: เปรียบเทียบเหตุผลโดยรวมในการเลือกศึกษาต่อสาขาวิชาต่าง ๆ จำแนกตามกลุ่มมหาวิทยาลัย

Source	SS	DF	MS	F	P-value
ระหว่างกลุ่ม	2.725	4	0.681	4.592	0.001
ภายในกลุ่ม	91.836	619	0.148		
รวม	94.561	623			

ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 3 เปรียบเทียบเหตุผลโดยรวมในการเลือกศึกษาต่อสาขาวิชาต่าง ๆ ของนักเรียนที่ต้องการศึกษาต่อในกลุ่มมหาวิทยาลัยที่ต่างกัน แสดงว่ามีเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อในสาขาต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 อย่างน้อย 1 คู่ ดังแสดงในตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 แสดงว่าเหตุผลโดยรวมในการเลือกศึกษาต่อในสาขาวิชาต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างในกลุ่มมหาวิทยาลัยของรัฐ(เดิม)กับในกลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏ ในกลุ่มมหาวิทยาลัยของรัฐ(เดิม)กับในกลุ่ม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล และในกลุ่มมหาวิทยาลัยของรัฐ(เดิม)กับอื่น ๆ เมื่อแยกพิจารณาเหตุผลแต่ละเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อ พบว่าเหตุผลตามอย่างเพื่อน เป็นความต้องการของตลาดแรงงาน มีความภูมิใจในสาขาวิชา และตรงตามความถนัดของตนเอง มีความแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 4: เปรียบเทียบความแตกต่างของเหตุผลโดยรวมที่กลุ่มมหาวิทยาลัยต่างกัน

กลุ่มมหาวิทยาลัย	ม.รัฐ (เดิม)	ม.ราชภัฏ	ม.ราช มงคล	ม. เอกชน	อื่น ๆ
ม.รัฐ (เดิม)	-	0.034*	0.000*	0.003*	0.307
ม.ราชภัฏ		-	0.148	0.302	0.815
ม.ราชมงคล			-	0.855	0.747
ม.เอกชน				-	0.815
อื่น ๆ					-

ระดับนัยสำคัญ .05

การเปรียบเทียบเกรดเฉลี่ยสะสม (GPA) ของนักเรียน จำแนกตามระดับความคิดเห็นของเหตุผลแต่ละเหตุผล พบว่าเกรดเฉลี่ยสะสมของนักเรียนมีความแตกต่างกันที่ระดับความคิดเห็นของเหตุผลเหมาะสมกับระดับสติปัญญา

การหาความสัมพันธ์พิเศษของนักเรียน มีความสัมพันธ์กับเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อสาขาวิชานั้น ๆ เนื่องจากตามอย่างเพื่อน ดังแสดงในตารางที่ 6

สาขาวิชาที่นักเรียนกำลังเรียนอยู่มีความสัมพันธ์กับเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อสาขาวิชานั้น ๆ เนื่องจากตามอย่างเพื่อน เป็นความต้องการของตลาดแรงงาน และมีความภูมิใจในสาขาวิชา ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 5: เปรียบเทียบเหตุผลแต่ละเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อจำแนกตามกลุ่มมหาวิทยาลัยที่ต้องการศึกษา

Source		SS	DF	MS	F	P-value
สนับสนุน จาก ผู้ปกครอง	ระหว่างกลุ่ม	2.551	4	0.638	1.044	0.384
	ภายในกลุ่ม	378.2	619	0.611		
	รวม	380.8	623			
ตามอย่าง เพื่อน	ระหว่างกลุ่ม	20.8	4	5.198	4.767	0.001
	ภายในกลุ่ม	669.6	614	1.091		
	รวม	690.4	618			
ตลาดแรง งาน	ระหว่างกลุ่ม	8.048	4	2.012	3.220	0.012
	ภายในกลุ่ม	383.1	613	0.625		
	รวม	391.1	617			
การ ยอมรับ ของสังคม	ระหว่างกลุ่ม	1.633	4	0.408	0.774	0.543
	ภายในกลุ่ม	324.0	614	0.528		
	รวม	325.7	618			
มีความ ภูมิใจใน สาขาวิชา	ระหว่างกลุ่ม	4.613	4	1.153	2.434	0.046
	ภายในกลุ่ม	292.8	618	0.474		
	รวม	297.4	622			
เหมาะสม กับระดับ สติปัญญา	ระหว่างกลุ่ม	2.234	4	0.558	1.004	0.405
	ภายในกลุ่ม	342.1	615	0.556		
	รวม	344.3	619			
ค่าใช้จ่าย ตลอด หลักสูตร	ระหว่างกลุ่ม	1.104	4	0.276	0.495	0.739
	ภายในกลุ่ม	343.6	616	0.558		
	รวม	344.7	620			
ตรงตาม ความถนัด	ระหว่างกลุ่ม	11.4	4	2.839	5.183	0.000
	ภายในกลุ่ม	336.9	615	0.548		
	รวม	348.3	619			

ตารางที่ 6: ความสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อที่ตามอย่างเพื่อน

เพศ	ระดับความคิดเห็น					รวม
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	
ชาย	39 (45.3)	85 (51.2)	158 (70.9)	68 (59.6)	19 (67.9)	369 (59.8)
หญิง	47 (54.7)	81 (48.8)	65 (29.1)	46 (40.4)	9 (32.1)	248 (40.2)
รวม	86 (13.9)	166 (26.9)	223 (36.1)	114 (18.5)	28 (4.5)	617 (100)

ระดับนัยสำคัญ 0.05, $\chi^2 = 24.66$ P-value = 0.000

ตารางที่ 7: ความสัมพันธ์ระหว่างสายวิชากับเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อที่ตามอย่างเพื่อน

สายวิชา	ระดับความคิดเห็น					รวม
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	
ม.6	71 (82.6)	132 (79.0)	150 (66.7)	92 (80.7)	24 (85.7)	469 (75.6)
ปวช.3	15 (17.4)	35 (21.0)	75 (33.3)	22 (19.3)	4 (14.3)	151 (24.4)
รวม	86 (13.9)	167 (26.9)	225 (36.3)	114 (18.4)	28 (4.5)	620 (100.0)

ระดับนัยสำคัญ 0.05, $\chi^2 = 16.245$ P-value = 0.003

รายได้ผู้ปกครองของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อสาขาวิชานั้น ๆ เนื่องจากได้รับการสนับสนุนจากผู้ปกครอง เป็นความต้องการของตลาดแรงงาน และได้รับการยอมรับของสังคม อาชีพผู้ปกครองของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อสาขาวิชานั้น ๆ เนื่องจากได้รับการยอมรับของสังคม ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8: ความสัมพันธ์ระหว่างสายวิชากับเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อที่ตรงตามความถนัดของตนเอง

รายได้ผู้ปกครอง	ระดับความคิดเห็น					รวม
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	
ต่ำกว่า 5,000 บ.	0 (0.0)	2 (28.6)	11 (11.0)	41 (18.4)	57 (20.1)	111 (18.0)
5,001 – 10,000 บ.	0 (0.0)	1 (14.3)	45 (45.0)	94 (42.2)	106 (37.3)	246 (40.0)
10,001 – 15,000 บ.	0 (0.0)	2 (28.6)	34 (34.0)	48 (21.5)	53 (18.7)	137 (22.3)
มากกว่า 15,000 บ.	1 (100)	2 (28.6)	10 (10.0)	40 (17.9)	68 (23.9)	121 (19.7)
รวม	1 (0.2)	7 (1.1)	100 (16.3)	223 (36.3)	284 (46.2)	615 (100.0)

ระดับนัยสำคัญ 0.05, $\chi^2 = 26.499$ P-value = 0.009

5. บทสรุป

ลักษณะของประชากรนักเรียนส่วนใหญ่เป็นเพศชาย กำลังเรียนอยู่สายสามัญ เกรดเฉลี่ยสะสม (GPA)

2.81 โดยรายได้ของผู้ปกครองอยู่ระหว่าง 5,001 – 10,000 บาท/เดือน ซึ่งมีอาชีพเกษตรกร

ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาต่อนักเรียนส่วนใหญ่ต้องการศึกษาต่อเมื่อสำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายปีที่ 6 (ม.6) และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 3 (ปวช.3) โดยจะศึกษาต่อในภูมิภาคภาคใต้ รองลงมาในเขตกรุงเทพมหานคร และเลือกศึกษาต่อในกลุ่มมหาวิทยาลัยของรัฐ (เดิม) เป็นอันดับแรก รองลงมาคือมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล และมหาวิทยาลัยราชภัฏ ตามลำดับ โดยเลือกเรียนสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เป็นอันดับแรก รองลงมาคือสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม และสาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม ตามลำดับ

เหตุผลในการเลือกศึกษาต่อสาขาวิชานั้น ๆ นักเรียนส่วนใหญ่ให้เหตุผลได้รับการสนับสนุนจากผู้ปกครอง รองลงมาคือมีความภูมิใจในสาขาวิชา และตรงตามความถนัดของตนเอง ตามลำดับ

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] บรรดล สุขปิติ “ภูมิหลังเกี่ยวกับการศึกษาการเข้าศึกษาต่อและความคิดเห็นบางประการต่อสถาบันราชภัฏนครปฐมของนักศึกษาภาคปกติที่เข้าศึกษาในการศึกษา 2542”, สถาบันราชภัฏนครปฐม, 2542.
- [2] A. Masay. “The Characteristics of the Secondary School Student to the Basic Study Standard in the Education Department at the Indonesia”, Master Thesis, Technological University of the Philippines, 1996.
- [3] วรณวิภา จัตุชัย “ความต้องการในการศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร”, รายงานการวิจัยวิทยาลัยครูสวนดุสิต สหวิทยาลัยรัตนโกสินทร์, 2536.
- [4] ประชา อินทร์แก้ว และคณะ “ความต้องการในการเข้าศึกษาต่อในสถาบันราชภัฏนครราชสีมา ปีการศึกษา 2544”, สถาบันราชภัฏนครราชสีมา, 2544.
- [5] A. Gaudencio. “Factor Related to Decision to Continue Schooling at the Secondary Education Level of Hill Tribe Students in Baguio Province”, Master Thesis, Technological University of the Indonesia, 1996.
- [6] ไพศาล ธีรพงษ์ และคณะ “ความต้องการในการศึกษาต่อของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญในเขตจังหวัดพิษณุโลกและสุโขทัย”, สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม, 2541.

ผลการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ที่มีต่อความสามารถ ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิลาวัลย์ สุริยะฉาย

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

E-mail : arjarnwi@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนวิชาสังคมศึกษาพื้นฐาน สาระ ภูมิศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนในระดับช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) นนทบุรี อำเภอ บางกรวย จังหวัด นนทบุรี จำนวน 32 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบ ทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมี วิจารณญาณ ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติเชิงอนุมาน คือ *t-test dependent groups* ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้มี ความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

คำสำคัญ : การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทฤษฎีการสร้างความรู้

Abstract

The purpose of this research were to compare the Critical thinking ability and the achievement of students before and after learning by using Constructivism Instruction. The sample of this research consisted of 32 Mathayom Suksa Three students from Bodindecha (Sing Singhasene) Nonthaburee School in the second semester of the 2008 academic year. The students were selected by cluster random sampling. The research instruments used comprised of Constructivism lesson plans, learning achievement test and critical thinking test.

The statistics used for data were analyzed through the statistical procedure of means , standard deviation, and the hypotheses were tried out with t – test dependent groups The results of this study revealed that : the critical thinking ability and the achievement of students before and after learning the Social subject by using Constructivism Instruction were significantly higher than those before being taught at .05 level.

Keywords : Critical thinking, Learning- Achievement, Constructivism

1. บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550 – 2554) สรุปสาระสำคัญ ด้านสถานะของประเทศไทยที่คิดเป็น ทำเป็น คิดเป็น ร้อยละ 60 ของประชากรความสามารถในการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงนำความรู้ไปปรับใช้ของคนไทยยังอยู่ในระดับต่ำคุณภาพการศึกษายังไม่เพียงพอในการปรับตัวเท่าทันการเปลี่ยนแปลงและเข้าสู่สังคมเศรษฐกิจพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 กำหนดให้สถานศึกษาจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง การฝึกปฏิบัติ ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการเผชิญสถานการณ์ คิดเป็น ทำเป็น และการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา รักการอ่าน ใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้การจัดทำจุดหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 ที่มุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข และมีความเป็นไทย มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพกำหนดเกณฑ์การผ่านช่วงชั้นและการจบหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน ข้อที่ 2 ระบุว่า “ผู้เรียนต้องผ่านการประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์เขียน ให้ได้ตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด” มีการกำหนดมาตรฐาน ไว้ในการประกันคุณภาพ ภายนอก ในมาตรฐานที่ 4 ว่า “ผู้เรียน

มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดแบบมีวิจารณญาณ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์” กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เป็นกลุ่มสาระที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ทั้งนี้สาระการเรียนรู้ที่ว่าด้วยการอยู่ร่วมกันบนโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วตลอดเวลาและได้ระบุคุณภาพของผู้เรียนเมื่อเรียนจบปีสุดท้ายของแต่ละช่วงชั้น โดยช่วงชั้นที่ 3 (จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) ข้อที่ 2 กล่าวว่า “ได้เรียนรู้ และพัฒนาให้มีทักษะที่จำเป็นต่อการเป็นนักคิดอย่างมีวิจารณญาณ”

การประเมินคุณภาพสถานศึกษาระดับการศึกษา ขั้นพื้นฐานของสำนักงานรับรองมาตรฐาน และประเมินคุณภาพการศึกษาที่ได้ไปตรวจ โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) นนทบุรี กล่าวถึง มาตรฐานที่ 4 ด้านผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ ในระดับคุณภาพ ปรับปรุง ส่วนมาตรฐานที่ 6 ด้านผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองรักการเรียนรู้และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องก็มีระดับคุณภาพ ปรับปรุง และจากผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา ส 33101 สังคมศึกษาพื้นฐาน ในปีการศึกษา 2550 เมื่อพิจารณา ระดับผลการเรียน พบว่า อยู่ในเกณฑ์ไม่น่าพอใจ รวมถึงมีนักเรียน ไม่ผ่านการประเมินมีผลการเรียน 0 จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 3.08 จากจำนวนนักเรียน

ทั้งหมด 260 คน และเมื่อพิจารณาจุดประสงค์พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 57.31 ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินรายจุดประสงค์ในสาระภูมิศาสตร์ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับ ความรู้ความเข้าใจเรื่องแผนที่ และภูมิศาสตร์ภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก ซึ่งถ้าไม่ได้รับการแก้ไขย่อมส่งผลกระทบต่อคุณภาพการศึกษาพื้นฐาน ความรู้ของนักเรียน ที่จะเรียนในระดับที่สูงขึ้น และส่งผลโดยตรงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงผลการจัดการเรียนรู้ สาระภูมิศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีการการจัดการเรียนการสอน ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนวิชาสังคมศึกษาพื้นฐาน สาระ ภูมิศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 ประชากร เป็นนักเรียนในระดับช่วงชั้นที่ 3 ชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) นนทบุรี อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี ปีการศึกษา 2551

3.2 ตัวแปร

3.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้

3.2.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เป็นเนื้อหาในรายวิชา ส 33101 สังคมศึกษาพื้นฐาน สาระ ภูมิศาสตร์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ใช้เวลา 12 ชั่วโมง นิยามศัพท์เฉพาะ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การพิจารณาไตร่ตรองด้วยเหตุผลอย่างรอบคอบ ประเมินความถูกต้องของข้อมูลหรือสถานการณ์ อย่างมีเหตุผลเพื่อนำไปสู่การสรุปอย่างถูกต้องก่อนที่จะตัดสินใจเชื่อหรือกระทำสิ่งใด

ความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจที่จะเชื่อ หรือกระทำสิ่งต่าง ๆ โดยพิจารณาจากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งประกอบด้วย การวัดความสามารถในการสรุปอ้างอิง ความสามารถในการระบุ ข้อตกลงเบื้องต้น ความสามารถในการนิรนัย ความสามารถในการแปลความ และความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง

ทฤษฎีการสร้างความรู้ หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความรู้เดิมเป็นพื้นฐานเชื่อมโยงกับความรู้ที่ได้รับ ประสานเป็นความรู้ใหม่โดยผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

การจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยนักเรียนได้มีโอกาสได้รับข้อมูลและประสบการณ์ใหม่ ๆ เข้ามา สามารถใช้สติปัญญาเชื่อมโยงข้อมูลจากความรู้เดิมและความรู้ใหม่ทำให้ผู้เรียนได้ศึกษา สามารถเสนอข้อมูลความรู้ที่แสดงถึงความเข้าใจ ด้วยการปฏิบัติกิจกรรม ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5

ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นการสำรวจ ขั้นทำความเข้าใจ ขั้นสร้างความรู้ใหม่ และขั้นสรุปและนำความรู้ไปใช้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ได้รับการฝึกฝนหรือประสบการณ์การเรียนรู้ซึ่งวัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

วิชาสังคมศึกษา หมายถึง วิชา สังคมศึกษาพื้นฐาน รหัส ส 33101 กลุ่มสาระการเรียนรู้ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม สาระ ภูมิศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

5.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

5.1.1 พื้นฐานแนวคิดการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน

5.1.2 คุณภาพของผู้เรียนในหลักสูตร

5.1.3 สาระและกระบวนการเรียนรู้

5.1.4 หลักสูตรสถานศึกษา

5.2 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5.2.1 ความหมาย ความสำคัญ และประโยชน์ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5.2.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5.2.3 การวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3.3 แบบทดสอบ

5.4 ทฤษฎีการสร้างความรู้

5.4.1 ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้

5.4.2 แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างความรู้

5.4.3 การจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้

5.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทฤษฎีการสร้างความรู้

5.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย



5.7 สมมุติฐานในการวิจัย

5.7.1 นักเรียนที่ได้เรียนรู้โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

5.7.2 นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา สาระภูมิศาสตร์ หลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

5.8 หลักสูตรสถานศึกษา

โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) นนทบุรี ได้จัดทำหลักสูตรสถานศึกษา แบบอิงมาตรฐาน มีมาตรฐาน และสาระการเรียนรู้ สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ประกอบด้วย 5 สาระการเรียนรู้ 12 มาตรฐาน โดยแต่ละสาระได้จัดทำตามหลักการ จุดหมาย และโครงสร้างที่สำคัญ ๆ จากหลักสูตรแกนกลางของประเทศที่มีมาตรฐานเป็นตัวกำหนดคุณภาพของผู้เรียน และนำสภาพของชุมชน

และสังคมภูมิปัญญาท้องถิ่นมา ประกอบในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษากำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้เหมาะสมกับสภาพของผู้เรียนและบริบทของโรงเรียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนแต่ละคนได้รับการพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพสูงสุดของผู้เรียน

5.9 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ จัดเป็นกระบวนการหนึ่งของการคิดในระดับสูงที่อยู่บนพื้นฐานของหลักการและเหตุผล เป็นการคิดอย่างมีทิศทาง พิจารณาไตร่ตรอง อย่างมีเหตุผล เพื่อมุ่งเน้นการตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรทำ จึงเป็นการคิดที่ต้องอาศัยเหตุผลและข้อมูลที่เชื่อถือได้ มาประกอบการตัดสินใจ ซึ่งการคิดชนิดนี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับบุคคล เมื่อเผชิญสถานการณ์ที่ต้องตัดสินใจ เลือก กระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ถูกต้องเหมาะสม รวมไปถึงใช้เป็นเครื่องมือในการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนของสังคม

5.10 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนการสอน ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงการพัฒนาความสำเร็จของผู้เรียนภายหลังการจัดการเรียนการสอนสิ้นสุดลง นอกจากนี้ยังใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนหรือตัดสินผลการเรียน

5.11 ทฤษฎีการสร้างความรู้

ทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับความรู้และการได้มาซึ่งความรู้โดยในต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 นักปรัชญา กลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เสนอความเห็น ว่า ความรู้เป็นสิ่งที่มนุษย์คิดว่าเป็นสิ่งที่สมเหตุสมผล เป็นคำอธิบายที่ดีที่สุด วิธีการเรียนการสอนในโรงเรียนที่ผ่านมา ไม่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนได้พัฒนาในด้านการคิด การแสดงความคิดเห็น และการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จึงต้องมีการปฏิรูป

การเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนได้คิดเอง ทำเอง ปฏิบัติเอง และสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในเรื่องที่สอดคล้องกับการดำรงชีวิตจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ในการที่จะให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มีทฤษฎีและองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้อง

หลักการของการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ มีรากฐานมาจากแนวคิดของเพียเจต์ (Piaget 1969 : 58) ซึ่งเป็นนักคิดแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ที่โดดเด่นที่สุดได้ทำการ ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาโดยเพียเจต์ เชื่อว่าเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งใดหรือประสบการณ์ใดบุคคลจะทำความเข้าใจกับสิ่งนั้นหรือประสบการณ์นั้น โดยใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาดูดซึมหรือปรับเปลี่ยนให้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมีความสมเหตุสมผลมากขึ้น

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Invitation) เป็นการปูพื้นฐานและสร้างความสนใจให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน สร้างจุด มุ่งหมาย และแรงจูงใจในการเรียนรู้เนื้อหาที่กำหนด ทบทวนความรู้เดิม

ขั้นที่ 2 ขั้นการสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ระดมพลังสมองอภิปราย แสดงความคิดเห็น รวบรวม จัดกระทำและเก็บข้อมูล

ขั้นที่ 3 ขั้นทำความเข้าใจ (Understanding Knowledge) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนปรับแนวคิดความเข้าใจของตนเองในหัวข้อที่กำลังเรียน โดยผู้เรียนอาจจะทำกิจกรรมที่หลากหลาย แลกเปลี่ยนข้อมูลกับผู้อื่นเพื่อที่จะนำมาปรับปรุงความรู้ใหม่ที่ได้รับมา

ขั้นที่ 4 สร้างความรู้ใหม่ (Construction of new Knowledge) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนนำเสนอความคิดให้

กระจำ สร้างแนวความคิดขึ้นมาใหม่แล้วประเมินแนวคิดนั้น

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปและนำความรู้ไปใช้ (Reflecting and Using on Knowledge) เป็นขั้นที่ผู้เรียนมีการไตร่ตรองสรุปความรู้ที่ได้รับ และนำความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

6. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา สังคมศึกษา สาระ ภูมิศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้

6.1 ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนในระดับช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) นนทบุรี อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรีเขต 1 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 7 ห้องเรียน นักเรียน 236 คน

6.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยการจับสลากมา 1 ห้องเรียนจากทั้งหมด 7 ห้องเรียน ได้ห้อง ม.3/4 จำนวนนักเรียน 32 คน เนื่องจากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) นนทบุรี จัดห้องเรียนแบบคละนักเรียนแต่ละห้องมีความสามารถใกล้เคียงกัน

6.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 2 ประเภท คือ

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ที่จัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนเป็นการปูพื้นฐาน ทบทวนความรู้เดิม สร้างความสนใจ จุดมุ่งหมาย และแรงจูงใจในการเรียนรู้เนื้อหาที่กำหนด ดำเนินกิจกรรมโดยสนทนา สังเกต ซักถาม ใช้สื่อให้เกิดความอยากรู้อยากเรียน

ขั้นการสำรวจ เป็นการร่วมทำกิจกรรมระดมพลังสมอง อภิปราย แสดงความคิดเห็นรวบรวมจัดกระทำและเก็บข้อมูลดำเนินกิจกรรมโดย การอภิปรายรวบรวม ความคิดเห็น

ขั้นทำความเข้าใจ เป็นการปรับแนวความคิดความเข้าใจของตนเอง ทำกิจกรรมหลากหลายแลกเปลี่ยนข้อมูลกับผู้อื่นเพื่อที่จะนำมาปรับปรุงความรู้ ใหม่ที่ได้รับมา ดำเนินกิจกรรมโดย การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล

ขั้นสร้างความรู้ใหม่ เป็นการนำเสนอความคิดให้กระจำสร้างแนวความคิดขึ้นมาใหม่ประเมินแนวคิดนั้นดำเนินกิจกรรมโดย การอธิบายความรู้ที่ได้ อย่างถูกต้อง

ขั้นสรุปและนำความรู้ไปใช้ เป็นการมีการไตร่ตรองสรุปความรู้ที่ได้รับ และนำความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ดำเนินกิจกรรมโดยร่วมกันสรุป แสดงความคิดเห็นในการนำความรู้ไปใช้ในด้านต่าง ๆ

6.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบทดสอบตามแนวคิดของแบบทดสอบของวัตสันและเกลเซอร์ (Watson - Graser Critical Thinking Appraisal, 1980) เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 3 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

ครอบคลุมลักษณะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5 ด้าน ได้แก่

1. การสรุปอ้างอิง
2. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น
3. ความสามารถในการนิรนัย
4. ความสามารถในการแปลความ
5. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง

7. การดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ทำการทดสอบก่อน และหลังการทดลอง และผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ทำการทดสอบก่อนเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2. ทำการสอนกลุ่มทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้

3. หลังเสร็จสิ้นการทดลองสอน ทำการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4. วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการวิจัย

7.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ในการวิเคราะห์ ข้อมูลดังต่อไปนี้ ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่ออธิบายตัวแปรต่าง ๆ ที่ศึกษา ใช้สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) ได้แก่ t - test dependent เพื่อทดสอบความแตกต่างของความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนการสอนและหลังการสอนโดยใช้การจัดการเรียนการสอน ตามทฤษฎีการสร้างความรู้

7.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

7.2.1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระหว่างความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลัง การจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยทำการทดสอบ ก่อนการเรียนการสอน (Pretest) และจากเสร็จสิ้นการสอนครบ 12 ชั่วโมงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยข้อสอบชุดเดิม ผลปรากฏ

คะแนน	จำนวน	คะแนนเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t
ก่อนการเรียนการสอน	32	13.72	2.23	29.42*
หลังการเรียนการสอน	32	23.84	1.02	

* มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

7.2.2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ด้วยการใ้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอน โดยข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ทำ การทดสอบก่อนการเรียนการสอน (Pretest) หลังจากเสร็จสิ้นการสอน ครบ 12 ชั่วโมง และทำ การทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยข้อสอบชุดเดิม ผลปรากฏ

คะแนน	จำนวน	คะแนนเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t
ก่อนการเรียนการสอน	32	16.88	2.72	29.78*
หลังการเรียนการสอน	32	31.75	3.37	

* มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากตาราง แสดงให้เห็นว่าความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนได้รับการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ มีความแตกต่างหลัง ได้รับการสอนตามตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ด้วยสถิติทดสอบ ที่ (t - test) มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

7.3 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

7.3.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมี
วิจารณ์ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนของนักเรียนที่เรียนวิชาสังคมศึกษาพื้นฐาน
สาระ ภูมิศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอน
ตามทฤษฎีการสร้างความรู้

7.4 สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนที่ได้เรียนรู้โดยการจัดการเรียนการสอนตาม
ทฤษฎีการสร้างความรู้ มีความ สามารถด้านการคิด
อย่างมีวิจารณ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลัง
เรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

8. สรุปผลการวิจัย

8.1 นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยการจัดการเรียน
การสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้มีความสามารถในการ
คิดอย่างมีวิจารณ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ .05

8.2 นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยการจัดการเรียน
การสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้มีผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] กาญจนา วัฒนา. (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพ
การศึกษา.
- [2] เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2542). ปฏิรูปวิธีคิดแบบไทย
ต้องคิดให้ครบ 10 มิติ.
- [3] ทิสนา เขมมณี. (2548). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการ
จัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร :
ด้านสุขภาพการพิมพ์.
- [4] วรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). Constructivism.
กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- [5] ศุภวรรณ เล็กวิไล. (2548). การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนา
การคิด. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- [6] Dewey, J. (1933). How We Think?. New York : D.C.
Health and Company.
- [7] Watson, Goodwin. and Edward M. Glaser. (1964).
Watson and Glaser Critical Thinking Appraisal Manua :
Ym and Zm. New York : Harcourt, Brace and World.
- [8] Fosnot, C.T. (Ed.). (1996). Constructivism : Theory,
perspectives, and practices, and practice. Newyork
Teachers College Press.

เครื่องกรองทำความสะอาดน้ำมันไฮดรอลิกส์

Hydraulic Filtrating Machine

สมศักดิ์ อินทะไชย

หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา เขตพื้นที่ภาคพายัพ เชียงใหม่

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อการออกแบบเครื่องกรองทำความสะอาดน้ำมันไฮดรอลิกส์ในอุตสาหกรรมและตรวจสอบอนุภาคสิ่งเจือปนในน้ำมันไฮดรอลิกส์ใช้ภายในประเทศเพื่อเป็นการลดการนำเข้าเครื่องกรองน้ำมันจากต่างประเทศ โดยมีขีดความสามารถในการกรองน้ำมันด้วยระบบของเครื่องจักร โดยให้น้ำมันไหลผ่านกรอง 3 ชุด ที่สามารถดักจับสิ่งสกปรกที่เจือปน ออกจากน้ำมันไฮดรอลิกส์ และไหลผ่านเครื่องมือวัดปริมาณสิ่งสกปรกที่เจือปนในน้ำมัน (Laser Particle Monitor: LPM) ซึ่งแสดงผลออกมาในค่ามาตรฐาน ISO 4406 จากการทดสอบพบว่า เครื่องกรองทำความสะอาดน้ำมันไฮดรอลิกส์ สามารถทำความสะอาดได้เท่าเทียมเครื่องที่ทำจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาสูง เพื่อเป็นการส่งเสริมพัฒนาการสร้างเครื่องกรองทำความสะอาดน้ำมันไฮดรอลิกส์ใช้ภายในประเทศ

คำสำคัญ: กรอง อัตราเบต้า ประสิทธิภาพการกรอง มาตรฐานความสะอาดของของไหล

Abstract

The objective of this research is to design and test Hydraulic Filtrating Machine which can percolate the hydraulic oil through out the hydraulic system. This domestic based unit can reduce the import of Thailand. The hydraulic oil was fed through 3 stages filter which can percolate the contaminated particles and then count them by the Laser Particle Monitor (LPM) unit under ISO 4406 standard. The result shows that this domestic based unit has its performance as that imported from oversea.

Keywords: Filter , Beta ratio , Filter efficiency , Fluid cleanliness Standards.

1. บทนำ

งานอุตสาหกรรมการผลิต ที่ต้องการใช้ แรงมาก ๆ ทำงาน เครื่องจักรในระบบภาคกำลัง จะใช้ ระบบไฮดรอลิกส์ทำงาน น้ำมันไฮดรอลิกส์จึงจัดว่าเป็นส่วนประกอบหนึ่งของระบบไฮดรอลิกส์ที่เป็นตัวส่งกำลังและเป็นตัวหล่อลื่น ถังสังกะปรก น้ำมันไฮดรอลิกส์จะทำให้เครื่องจักรเกิดความเสียหายของอุปกรณ์เกิดจากสาเหตุดังนี้

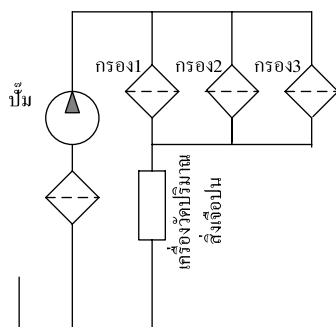
- สิ่งสกปรกที่เจือปนและปนเปื้อน
- อนุภาคเศษโลหะสึกหรอ
- คุณสมบัติและสภาพน้ำมันตามอายุ

วัตถุประสงค์

- เพื่อตรวจสอบอนุภาคสิ่งเจือปนและอนุภาคของโลหะที่เกิดจากการ สึกหรอในน้ำมันไฮดรอลิกส์
- เพื่อออกแบบระบบการกรองของเครื่องกรองทำความสะอาดน้ำมันไฮดรอลิกส์ที่มีคุณภาพ โดยสามารถอ่านค่ามาตรฐานได้จากเครื่อง

2. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการทำงานของเครื่องทำความสะอาด [4]



ภาพที่ 1: วงจรการติดตั้งกรองและเครื่องมีวัด

เครื่องกรองทำความสะอาดน้ำมันไฮดรอลิกส์ ใช้ปั๊มสร้างอัตราการไหลน้ำมันจะไหลผ่านกรองและกลับเข้าสู่ถังพัก กรองก่อนเข้าปั๊มส่วนมากจะเป็นกรองที่ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับปั๊ม กรอง1จะ

กรองอนุภาคที่มีขนาด $\geq 16 \mu\text{m}$ กรอง 2 จะกรองอนุภาคที่มีขนาด $\geq 6 \mu\text{m}$ กรอง 3 จะกรองอนุภาคที่มีขนาด $\geq 4 \mu\text{m}$ และไหลผ่านเครื่องตรวจวัดปริมาณสิ่งเจือปนและรายงานผลในค่ารหัสมาตรฐาน ISO4406

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. กรอง (Filter) [1] กรองทำหน้าที่ดักเอาอนุภาคสิ่งเจือปนออกจากน้ำมัน โดยการดักจับอนุภาคสิ่งเจือปนให้ติดไว้ที่แผ่นกรอง การแบ่งประเภทของกรองแบ่งได้จากระดับความสามารถในการกรองมีกรองปกติสามารถกรองอนุภาคได้ 98 %และกรองสมบูรณ์ สามารถกรองได้ 100 %

2. ประสิทธิภาพของกรอง (Filter Efficiency) [4]

ประสิทธิภาพของกรองคือความสามารถในการดักจับอนุภาคสิ่งเจือปนที่ผ่านตัวกรองได้มากหรือน้อย วัดเป็นอัตราส่วนของการกรองหรือเรียกว่า อัตราส่วนเบต้า (Beta Ratio, β_x) สามารถเขียนสมการได้

$$\beta_x = \frac{\text{Up Steam}}{\text{Down Stream}} \dots\dots\dots (1)$$

Up Steam = จำนวนอนุภาคสิ่งเจือปนก่อนเข้ากรอง

Down Steam = จำนวนอนุภาคสิ่งเจือปนหลังจากออกจากกรอง

β = อัตราส่วนเบต้า

x = ขนาดอนุภาคสิ่งเจือปนมีหน่วยเป็นไมครอน (μm)

$$\text{Efficiency}_x = \left(1 - \frac{1}{\beta_x} \right) 100 \dots\dots\dots (2)$$

เช่นกรองสามารถกรองสิ่งเจือปนที่มีอนุภาคมากกว่า $15 \mu\text{m}$ มีจำนวนอนุภาคสิ่งเจือปนที่มีขนาดใหญ่กว่า $15 \mu\text{m}$ ก่อนเข้า 100 อนุภาค และหลังจากผ่านกรองเหลืออนุภาคสิ่งเจือปน 50 อนุภาค สามารถเขียนเป็นสมการได้

$$\beta_{15} = \frac{100}{50} = 2$$

$$\text{Efficiency}_x = \left(1 - \frac{1}{2}\right) 100 = 50\%$$

ตารางที่ 1: อัตราส่วนเบต้า ที่อนุภาคนขนาดเดียวกัน

อนุภาคออกกรอง (ชิ้น)	อัตราส่วนเบต้า (x) ประสิทธิภาพ (x)	
50,000	$\frac{100,000}{50,000} = 2$	50.0 %
5,000	$\frac{100,000}{5,000} = 20$	95.0 %
1,333	$\frac{100,000}{1,333} = 75$	98.7 %
1,000	$\frac{100,000}{1,000} = 100$	99.0 %
500	$\frac{100,000}{500} = 200$	99.5 %
100	$\frac{100,000}{100} = 1000$	99.9 %

ตารางที่ 2 : ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนเบต้ากับประสิทธิภาพในการกรองที่ขนาดอนุภาคต่างกัน

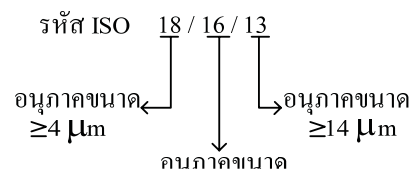
อัตราส่วนเบต้า/ประสิทธิภาพของกรอง	
อัตราส่วนเบต้าที่ขนาดอนุภาค ต่างกัน (μm)	ประสิทธิภาพกรองที่ขนาด อนุภาคต่างกัน (%)
1.01	1.0
1.1	9.0
1.5	33.3
2.0	50.0
5.0	80.0
10.0	90.0
20.0	95.0
75.0	98.7
100	99.0
200	99.5
1000	99.9

3 มาตรฐานความสะอาดของของไหล

(Fluid cleanliness standards) [2]

การตรวจสอบสิ่งปนเปื้อน ใช้วิธีการนับจำนวนอนุภาคสิ่งปนเปื้อน และใช้มาตรฐานระดับความสะอาดตาม ISO 4406 (องค์กมาตรฐานสากล) ซึ่งเป็นที่

ยอมรับในอุตสาหกรรม โดย มาตรฐานนี้จะอ้างอิงจำนวนอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 4 , 6 และ 14 μm ในปริมาตรของของเหลว 100 มิลลิตร หรือ 1 มิลลิตร ว่ายอมให้มีได้เท่าใด โดยที่ 4+ μm และ 6+ μm เป็นจุดอ้างอิงที่อนุภาคเกิดการตกตะกอน และที่ 14+ μm เป็นอนุภาคที่ทำให้เกิดการเสียหายอย่างรุนแรง



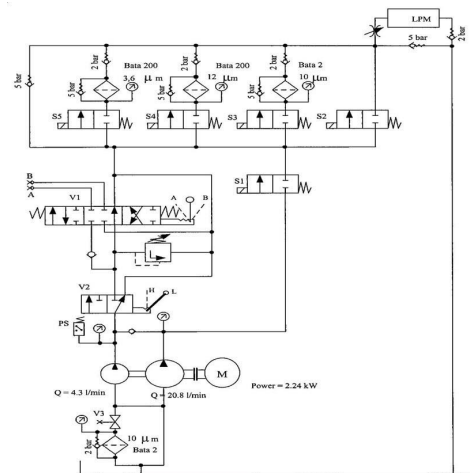
ตารางที่ 3: เทียบรหัส อนุภาคและจำนวนอนุภาค

จำนวนอนุภาคสิ่งเจือปน (ชิ้น/มล)		รหัส
จำนวนค่าต่ำ	จำนวนค่าสูง	
80,000	160,000	24
40,000	80,000	23
20,000	40,000	22
10,000	20,000	21
5,000	10,000	20
2,500	5,000	19
1,300	2,500	18
640	1,300	17
320	640	16
160	320	15
80	160	14
40	80	13
20	40	12
10	20	11

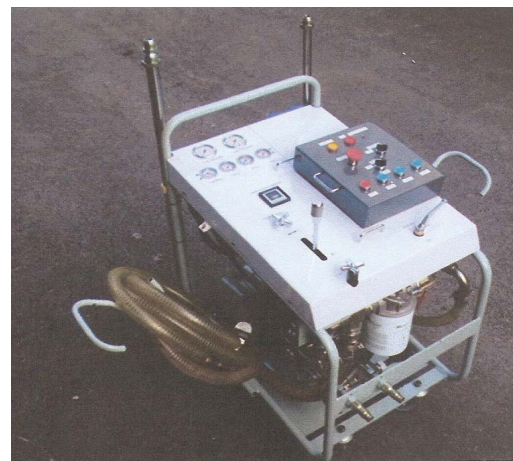
จากรหัส 18/16/13 แสดงว่ามีอนุภาค 4+ μm จำนวน 1,300 - 2,500 ชิ้น มีอนุภาค 6+ μm จำนวน 320 - 640 ชิ้น และมีอนุภาค 14+ μm จำนวน 40 - 80 ชิ้นในปริมาณน้ำมัน 1 มิลลิตร

ตารางที่ 4 : ความต้องการความสะอาดของน้ำมันใน เครื่องจักรไฮดรอลิกส์

อุปกรณ์	ความดัน (bar)	ค่าความ สะอาด ISO Class	อัตราเบต้า BETA _x
เซอร์โววาล์ว (Servo Valves)	P<69	17/14/12	2-5
	69-206	16/13/11	2
	P>206	16/12/10	2
Proportional Valves	P<69	18/15/13	2-10
	69-206	18/14/12	2-5
	P>206	17/14/11	2-5
ปั๊มแบบปรับอัตรา การไหลได้	P<69	19/16/14	5-10
	69-206	18/16/14	2-10
	P>206	18/15/13	2-5
ปั๊มแบบเวน ปั๊มแบบลูกสูบ ชุดวาล์ว	P<69	20/17/15	5-10
	69-206	19/17/14	5-10
	P>206	19/16/13	5-10
เกียร์ปั๊ม กระบอกสูบ	P<69	21/18/16	10-20
	69-206	20/17/15	10
	P>206	20/17/14	5-10



ภาพที่ 2 : วงจรเครื่องกรองน้ำมันไฮดรอลิกส์



ภาพที่ 3 : เครื่องกรองทำความสะอาดน้ำมัน
ไฮดรอลิกส์

3. การออกแบบ

3.1 ความต้องการ เครื่องทำความสะอาดน้ำ มัน ที่มี
ใช้อยู่ทั่วไป ล้างอุปกรณ์ภายในระบบไฮดรอลิกส์ของ
เครื่องจักรไม่ได้ การกรองเป็นแบบขั้นตอนเดียว เครื่อง
ไม่สามารถบอกระดับค่าความสะอาดน้ำมัน

3.2 สิ่งที่น่าสนใจพิจารณาออกแบบ

1. กรองที่มีขายในท้องตลาดที่มี ความสามารถในการ
การกรอง เพื่อให้ได้น้ำมันที่ต้องการ

2. ปั๊มควรมีอัตราการไหลที่สูงและสามารถเลือก
ความดันเพื่อใช้ล้างระบบน้ำมันไฮดรอลิกส์ใน
เครื่องจักรทุกระบบ

3. ออกแบบวิธีการติดตั้งกรอง ให้เหมาะสม

4. ออกแบบวงจรไฮดรอลิกส์ให้เหมาะสม

5. ติดตั้งเครื่องอ่านค่าระดับความสะอาดเข้ากับวงจร

3.3 ออกแบบวงจรเครื่องกรองน้ำมันไฮดรอลิกส์

4.การทดสอบ

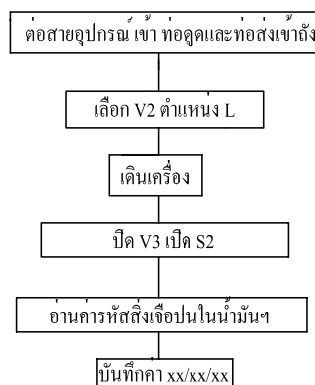
น้ำมันไฮดรอลิกส์เก่า VG 68 ที่ผ่านการใช้งาน

วิธีการทดสอบ

1. ทำความสะอาดระบบเครื่องกรองด้วยน้ำมันไฮ
ดรอลิกส์ VG 46 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตรวจสอบอุปกรณ์
ของระบบต่างๆของเครื่องทำความสะอาด

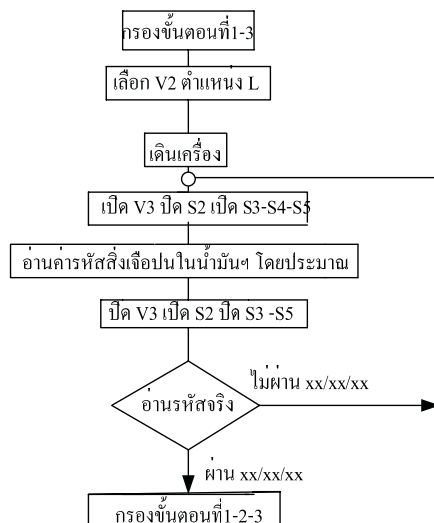
2. ทดสอบการกรองน้ำมันเก่า VG 68 ที่ผ่านการใช้งาน โดยอ่านค่าความเจือปนของสิ่งเจือปน ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

การอ่านค่ารหัสน้ำมันเก่า



ภาพที่ 4 : แผนภูมิการอ่านน้ำมันเก่า

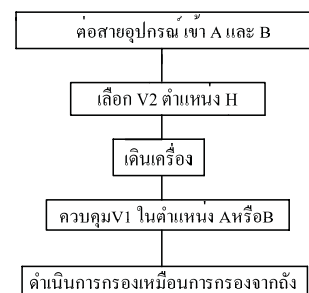
จากรูปภาพที่ 4 น้ำมันจะไม่ไหลผ่านกรองใดๆแล้ว เข้าเครื่องตรวจจับอนุภาคสิ่งเจือปนใช้เวลา 5 นาทีแล้ว บันทึกค่าการกรองขั้นตอนที่ 1-3



ภาพที่ 5 : แผนภูมิขั้นตอนการกรอง

จากรูปภาพที่ 5 เป็นการกรองขั้นตอนที่ 1-3 เลือกกรองหยาบที่ 10 μm เบต้า 2, 12 μm เบต้า 200 และ 6 μm เบต้า 200 ซึ่งเป็นกรองแบบปกติและสมบูรณ์ โดยการอ่านค่าจริงทุกๆ 10 นาที จนกว่าจะได้รหัส xx/xx/xx เข้าใกล้มาตรฐานที่ต้องการ ตามลำดับจากกรอง 1-3

ขั้นตอนการกรองทำความสะอาดอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์

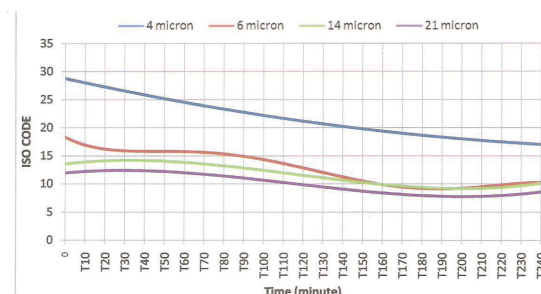


ภาพที่ 6 : ขั้นตอนการกรองทำความสะอาดอุปกรณ์

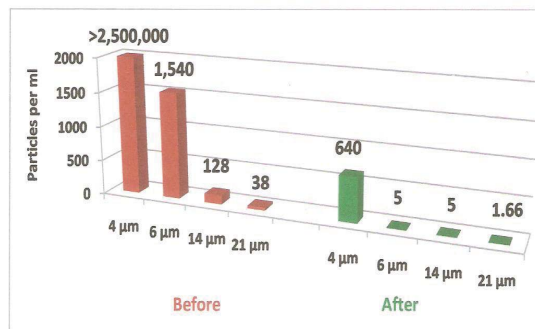
จากรูปภาพที่ 6 เป็นการกรองน้ำมันทำความสะอาดตัวอุปกรณ์ เช่น กระจบอสูบหรือระบบอุปกรณ์ของไฮดรอลิกส์ทั้งวงจรโดยน้ำมันจะไหลผ่านจุด A และ B โดยควบคุมที่ V1 จนกว่าน้ำมันจะถูกกรองจนได้ค่ามาตรฐานที่ต้องการ

5. ผลการทดลอง

5.1 ผลการกรองน้ำมันที่ 100 ลิตร 1,000 ชั่วโมง



ภาพที่ 7 : กราฟผลความสะอาดน้ำมัน



ภาพที่ 8 : กราฟเปรียบเทียบอนุภาคสิ่งเจือปน

5.2 วิจารณ์ผลการทดสอบ

เครื่องตรวจวัดสิ่งเจือปนในน้ำมันแสดงผลได้รหัส 4 μm , 6 μm , 14 μm และ 21 μm แต่ค่าที่ต้องการเพียง 3 รหัสแรกเท่านั้น และค่ารหัสสามารถอ่านละเอียด 0.1 ในการบันทึกเวลาจะกระทำทุก 10 นาที (T) ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นขณะบันทึกเนื่องจากใช้เวลานานเกินไปขั้นตอนการควบคุมการกรองจะต้องเป็นไปตามขั้นตอน การอ่านค่ารหัสในแต่ละเวลา ค่าที่ได้มักจะกระโดด เนื่องจากมีการฟุ้งกระจายของสิ่งเจือปนจากกันถังและฟองอากาศที่เกิดจากการไหลกลับ เข้าสู่เครื่องตรวจวัด แต่สุดท้าย ได้ค่าความสะอาดน้ำมันที่ต้องการ

6. สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบการกรองน้ำมันที่ ที่รหัส 29/18/14 ใช้เวลาในการกรอง 240 นาที น้ำมันมาอยู่ที่รหัส 17/10/10 เป้าที่ต้องการ 17/15/13 ดีกว่า โดยใช้กรอง 10 μm เบต้า 2 และ 12 μm เบต้า 200 เพียงสองตัวเท่านั้น และน้ำมันที่เก่า อายุ มาก ต้องใช้กรองครบทุกกรอง ผลการทดสอบน้ำมันจึงจะได้มาตรฐาน

7. เอกสารอ้างอิง

- [1]. ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์ “รากฐานไฮดรอลิกส์กับการใช้งาน” ปทุมธานี : โรงเรียนฝึกรอบรมไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์,
- [2]. วิธีการอ่านรายงานการตรวจวิเคราะห์น้ำมัน : Focus Laboratories LTD :
- [3]. Laser Particle Monitor LMP-1 (online).<http://stauff.com>.
- [4]. Filtration Technology. (online): <http://stauff.com>.
- [5]. Hydraulics Components. Pathumthani. USE.FLO-LINE CO.,LTD.2007
- [6]. Hydraulics theory and Application. Text book Automation for study Bosch:2002
- [7]. Rohner Peter. Industrial Hydraulic Control.3 rd edition Nealand : JOHN WILEY & SONS, 1988
- [8]. นวัตกรรม "เครื่องทำความสะอาด น้ำมันไฮดรอลิกส์" : วราภรณ์ อักโขวงศ์, สมพงษ์ ทิวาลัย, นาท ฉันทโชคนิมิต และ อาทิตย์ ทองแพง
- [9]. สิ่งเจือปนในน้ำมันไฮดรอลิกและการกรอง : อาจหาญ ณรงค์ แผนวิศวกรรมและซ่อมบำรุง บ. โยโกฮามา ไทร แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด

การศึกษาเปรียบเทียบสมบัติทางกลของโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยธรรมชาติ

The Comparative Study of Mechanical Properties of Polypropylene

by Adding Natural Fibers

บรรจบ อรชร¹ ญัฐวุฒิ สนิทกลาง² และ ระวีวรรณ เขียวมีส่วน³

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

E-mail : ¹banchob.ora@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกลของโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยธรรมชาติ โดยการเติมและไม่เติมสารช่วยยึดเกาะ(MAPP) เส้นใยธรรมชาติที่ใช้ได้แก่เส้นใยปอแก้ว เส้นใยป่านศรนารายณ์ และเส้นใยมะพร้าว โดยการผสมเส้นใยธรรมชาติลงไปทีละส่วน 10 %, 20 %, 30 %, 40 % ส่วนสารช่วยยึดเกาะนั้นเติมเพียง 5% จากนั้นผสมส่วนผสมด้วยเครื่องผสมเม็ดพลาสติกระบบปิดแบบเกลียวหนอนคู่ และฉีดขึ้นรูปด้วยเครื่องฉีดพลาสติก ชิ้นงานมีลักษณะเป็นรูปดรัมเบลล์ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน BS 2782 Part 3: Methods 320 B แล้วนำชิ้นงานไปทดสอบการดึง และทดสอบการกระแทกแบบอิชอด (Izod Impact Test) โดยทำการทดสอบชิ้นงานตัวอย่างละ 10 ชิ้น และหาค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของวัสดุผสม ผลการวิจัยพบว่า ในกรณีที่เติมสารช่วยยึดเกาะโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยป่านศรนารายณ์ที่ 30 % จะมีค่าความเค้นมากที่สุดดังนี้ ความเค้นคราก 34.04 MPa, ความเค้นสูงสุด 34.09 MPa, ความเค้นแตกหัก 33.43 MPa ส่วนโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยปอแก้ว มีค่าความเค้นต่ำสุดส่วนการทดสอบการกระแทก พบว่า โพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยป่านศรนารายณ์ที่ 40 % สามารถทนแรงกระแทกได้มากที่สุด (14.67 kJ/m²) และในกรณีที่เติมสารช่วยยึดเกาะโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยป่านศรนารายณ์ที่ 40 % , มีค่าความเค้นมากที่สุดดังนี้ ความเค้นคราก 35.36 MPa, ความเค้นสูงสุด 35.38 MPa, ความเค้นแตกหัก 34.53 MPa ส่วนโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยปอแก้ว มีค่าความเค้นต่ำสุดเช่นกัน ส่วนการทดสอบการกระแทก พบว่า โพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยป่านศรนารายณ์ที่ 40 % สามารถทนแรงกระแทกได้มากที่สุดเช่นกัน (12.95 kJ/m²) ดังนั้นเส้นใยป่านศรนารายณ์เป็นวัสดุผสมที่สามารถเพิ่มความแข็งแรงให้กับโพลิโพรพิลีนได้เป็นอย่างดี ส่วนค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นพบว่า โพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยปอแก้วที่เปอร์เซ็นต์ต่างๆกันทั้งกรณีเติมและไม่เติมสารช่วยยึดเกาะ มีค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นมากที่สุด

คำสำคัญ: โพลิโพรพิลีน เส้นใยธรรมชาติ สารช่วยยึดเกาะ

Abstract

This research were to comparative study of mechanical properties of polypropylene by adding natural fibers and mixed with some additives 5 % for bonding so called MAPP. The natural fibers were natural kenaf, remie, and coconut which mixed 10 %, 20%, 30 %, and 40 % in polypropylene and mixed together with Twin Screw Extruder Machine, And injected with Injection Molding Machine. The specimens were in dumbbell shape as BS2782 standard, Part 3: Methods 320B in year1976. The specimens were test about tensile and impact test. The specimens were used ten specimens for testing per one example, and determine of average tensile strength of material. After testing we found that, in no used some additives case, the polypropylene mixed with natural ramie about 30 % have most tensile strength as follow: yield stress 34.04 MPa, ultimate stress 34.09 MPa, and fracture stress 33.43 MPa. The polypropylene mixed with natural kenaf have less tensile strength, and impact test, we found that, polypropylene mixed with natural ramie 40% which have most impact load resistance (14.67 kJ/ m²). In case of used some additives, the polypropylene mixed with natural ramie about 40 % have tensile strength as follow: yield stress 35.36 MPa, ultimate stress 35.38 MPa, and fracture stress 34.53 MPa. The polypropylene mixes with natural kenaf have less tensile strength, and impact test, we found that, the polypropylene mixed with natural ramie 40 % have most impact load resistance(12.95 kJ/ m²). so the polypropylene mixed with natural ramie fibers were composite material which have most tensile strength. And in term of modulus of elasticity, we found that, the polypropylene mixed with natural kenaf fibers at another percentage which plus and no plus additives 5%for bonding have most modulus of elasticity.

Keywords: Polypropylene (PP), Natural Fibers, Additives for Bonding

1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกได้เจริญเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว จนทัดเทียมอุตสาหกรรมเหล็กกล้า แก้ว และกระดาษ เพราะพลาสติกเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติพิเศษดีกว่าวัสดุอื่นที่ใช้กันมาก่อน เพราะมีความเหนียว และยืดหยุ่น สามารถทนกรดและด่าง และสารเคมีอื่น ๆ อีกทั้งยังเป็นฉนวนไฟฟ้า มีน้ำหนักเบา กันน้ำ และสอยน้ำได้ แต่เนื่องจากพลาสติกเป็นวัสดุสังเคราะห์ เมื่อหมดอายุการใช้งานแล้วจะเป็นขยะที่ไม่สามารถย่อยสลายเองตามธรรมชาติได้อย่างรวดเร็ว ทั้งยัง

อาจจะเป็นพิษต่อสิ่งที่มีชีวิต และสิ่งแวดล้อม [1] ซึ่งวัสดุพลาสติกส่วนใหญ่แล้วต้องการความแข็งแรง จึงต้องมีการเติมเส้นใยเสริมแรงในวัสดุพลาสติกเหล่านี้ เส้นใยเสริมแรงที่นำมาใช้ได้แก่ เส้นใยคาร์บอนหรือเส้นใยเคฟลาร์ (kavlar fibers) ซึ่งมีความแข็งแรงมาก แต่เส้นใยที่นำมาใช้เหล่านั้นมีราคาสูงมาก ดังนั้นในการใช้งานทั่วไป จึงมักใช้เส้นใยแก้วเป็นเส้นใยเสริมแรง เส้นใยแก้วมีข้อดีหลายประการได้แก่ มีราคาถูก มีความแข็งแรงสูง ผลิตได้ง่าย แต่ก็มีข้อเสียคือ มีความคม และเป็นอันตรายต่อร่างกายและเครื่องที่ใช้ในการผสม

ปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งของเส้นใยแก้วก็คือ การกำจัดทิ้งหลังหมดอายุการใช้งาน [2]

จากปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ที่เกิดขึ้นกับเส้นใยสังเคราะห์ จึงเกิดแนวความคิดการนำเอาเส้นใยธรรมชาติมาใช้เป็น เส้นใยเสริมแรงให้กับพลาสติก ประเภทโพลิโพรพิลีน เส้นใยธรรมชาติที่ใช้ ได้แก่ เส้นใยปอแก้ว เส้นใยป่าน สรณารายณ์ และเส้นใยมะพร้าว ซึ่งเส้นใยเหล่านี้เป็น เส้นใยธรรมชาติที่หาได้ง่าย ราคาถูก และมีปริมาณมาก ในเมืองไทย

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะนำเอาเส้นใย ธรรมชาติดังกล่าวมาผสมกับโพลิโพรพิลีนและหาคุณสมบัติ ทางกลของวัสดุผสม เพื่อนำไปใช้งานต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกลของโพลิโพรพิลีนผสม เส้นใยธรรมชาติ ในกรณีเดิมและไม่เติมสารช่วยยึดเกาะ

2.2 เพื่อหาสัดส่วนการผสมที่เหมาะสมระหว่างเส้นใย ธรรมชาติกับโพลิโพรพิลีน

2.3 เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกลในด้านการ ทดสอบการดึง และการทดสอบการกระแทกของวัสดุ ผสมระหว่างโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยธรรมชาติ

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

3.1 ทราบคุณสมบัติทางกลของโพลิโพรพิลีนผสม เส้นใยธรรมชาติ ในกรณีเดิมและไม่เติมสารช่วยยึดเกาะ

3.2 ทราบสัดส่วนการผสมที่เหมาะสมระหว่างเส้นใย ธรรมชาติกับโพลิโพรพิลีน

3.3 ทราบผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกลในด้านการ ทดสอบการดึง และการทดสอบการกระแทกของ วัสดุผสมระหว่างโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยธรรมชาติ

4. วิธีการดำเนินงานวิจัย

4.1 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

4.1.1 ตัวแปรต้น คือ เส้นใยธรรมชาติผสมกับ โพลิโพรพิลีน และสารช่วยยึดเกาะ

4.1.2 ตัวแปรตาม คือ คุณสมบัติทางกลของ โพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยธรรมชาติ

4.2 ขอบเขตการวิจัย

4.2.1 เส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ เส้นใยปอแก้ว เส้นใยป่านสรณารายณ์ และเส้นใยมะพร้าว

4.2.2 คุณสมบัติทางกล ได้แก่ คุณสมบัติที่ได้จาก การทดสอบการดึง และการทดสอบการกระแทก

4.3 สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ

4.4 การเตรียมเส้นใยปอแก้ว

นำเส้นใยปอแก้ว เส้นใยป่านสรณารายณ์ และ เส้นใยมะพร้าวที่มีลักษณะเป็นเส้นยาวมาตัดด้วยกรรไกร ให้มีความยาวเฉลี่ยประมาณ 2 - 3 มิลลิเมตรดังภาพที่ 1 และ ภาพที่ 2



ภาพที่ 1: ตัวอย่างเส้นใยปอแก้วที่เป็นเส้นยาว



ภาพที่ 2: ตัวอย่างเส้นใยปอแก้วที่ตัดเสร็จแล้ว

4.5 การเตรียมวัสดุคอมพอลิติก

4.5.1 กรณีที่ 1 นำเส้นใยธรรมชาติแต่ละชนิดที่ตัดเสร็จแล้ว โพลีโพรพิลีนและสารช่วยยึดเกาะมาผสมกันในเครื่องปั่นความเร็วสูง โดยใช้อัตราส่วนผสมดังนี้ คือ ที่สัดส่วนปริมาณเส้นใยธรรมชาติ 10% 20% 30% 40% เติมสารช่วยยึดเกาะ กรณีละ 5 % กรณีที่ 2 ปฏิบัติการเหมือนกรณีที่ 1 แต่ไม่เติมสารช่วยยึดเกาะ และกรณีที่ 3 ใช้โพลีโพรพิลีน 100 % ดังภาพที่ 3 และภาพที่ 4



ภาพที่ 3: เครื่องปั่นความเร็วสูง



ภาพที่ 4: ส่วนผสมที่ปั่นเสร็จแล้ว

4.5.2 นำส่วนผสมที่เตรียมไว้เรียบร้อยแล้วมาผสมในเครื่องผสมเม็ดพลาสติกระบบปิดแบบเกลียวหนอนคู่ (Twin Screw Extruder) โดยใช้อุณหภูมิในการผสมแต่ละช่วง คือ 170 180 190 และ 200 องศาเซลเซียส ใช้ความเร็วรอบในการผสม 80 รอบต่อนาที โดยจะหล่อเย็นด้วยน้ำในภาชนะด้านนอก ดังภาพที่ 5 และภาพที่ 6



ภาพที่ 5: เครื่อง Twin Screw Extruder



ภาพที่ 6: ส่วนผสมที่ออกมาจากเครื่อง Twin Screw Extruder

4.5.3 นำพลาสติกที่ผ่านกระบวนการผสมเสร็จแล้วไปเข้าเครื่องตัดเม็ดพลาสติก เพื่อตัดให้เป็นเม็ดย่อย ๆ ก่อนที่จะนำไปฉีดด้วยเครื่องฉีดขึ้นรูปพลาสติก ดังแสดงในภาพที่ 7 และภาพที่ 8



ภาพที่ 7: เครื่องตัดเม็ดพลาสติก

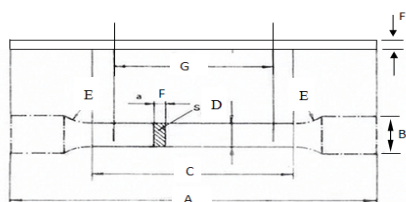


ภาพที่ 8: เม็ดพลาสติกที่ตัดเสร็จแล้ว

4.5.4 นำเม็ดพลาสติกที่ผ่านกระบวนการอบเรียบร้อยแล้วนำไปฉีด ด้วยเครื่องฉีดขึ้นรูปพลาสติก (Injection Molding Machine) ในแม่พิมพ์รูปดรัมเบลล์ดังภาพที่ 9 และภาพที่ 10



ภาพที่ 9: เครื่อง Injection Molding Machine



ภาพที่ 10: รูปชิ้นทดสอบเป็นรูปดัมเบลล์

ขนาดและระยะต่าง ๆ ของชิ้นทดสอบ (ระบบ SI)

A ความยาวรวม (มม.)	150
B ความกว้างที่ปลาย (มม.)	20 ± 0.5
C ความยาวของส่วนที่ขนานกัน	60 ± 0.5
D ความของส่วนที่แคบที่สุด	10 ± 0.5
E รัศมีความโค้งต่ำสุด	60
F ความหนา	3.2
G ระยะระหว่างเส้นอ้างอิง (มม.)	50 ± 0.5

โดยใช้สภาวะในการฉีดดังนี้

- อุณหภูมิที่ใช้ในการฉีดขึ้นรูป 175, 185, และ 190 องศาเซลเซียส
- ช่วงเวลานฉีดพลาสติก (Injection Time) 3 วินาที
- อัตราเร็วของสกรูในเครื่องฉีด (Screw Speed 30, 40, และ 50 % of Max. Screw Speed

- ความดันฉีด (Injection Pressure) 35, 45, และ 55 % of Max. Injection Pressure
 - เวลาที่ใช้ในการเย็นตัว 9 วินาที
 - ความเร็วรอบในการปั่น 85 รอบต่อนาที
- ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการฉีดแล้วจะมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 11 และ ภาพที่ 12



ภาพที่ 11: ชิ้นทดสอบโพลิโพรพิลีนบริสุทธิ์



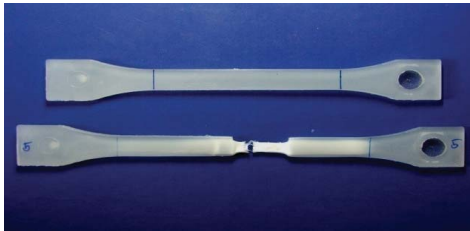
ภาพที่ 12 : ชิ้นทดสอบโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยธรรมชาติ

4.6 การทดสอบสมบัติทางกล

นำชิ้นทดสอบ มาทำการทดสอบโดยจะทำการทดสอบความแข็งแรงดึงและทดสอบแรงกระแทก กรณีละ 10 ชิ้น แล้วนำผลการทดสอบมาหาค่าเฉลี่ยของชิ้นทดสอบแต่ละกรณี

4.6.1 การทดสอบความแข็งแรงดึง (Tensile Strength)

ในการทดสอบต้องเตรียมชิ้นทดสอบเพื่อนำไปทดสอบความแข็งแรงดึง ใช้เวลาในการดึงขึ้นงาน 10 mm/min ในการทดสอบการดึงจะหาค่าต่างๆดังต่อไปนี้ ค่าความเค้นคราก ความเค้นสูงสุด ความเค้นแตกหักและค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น ซึ่งขึ้นงานเมื่อผ่านขบวนการดึงแล้วจะเกิดการเสียหายดังภาพที่ 13 และภาพที่ 14



ภาพที่ 13: ความเสียหายจากการดิ่งโพลีโพรพิลีนบริสุทธิ์



ภาพที่ 14: ความเสียหายจากการดิ่งโพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยธรรมชาติ



ภาพที่ 15 : การเสียหายจากการทดสอบแรงกระแทกโพลีโพรพิลีนบริสุทธิ์



ภาพที่ 16: ความเสียหายจากการทดสอบแรงกระแทกโพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยธรรมชาติ

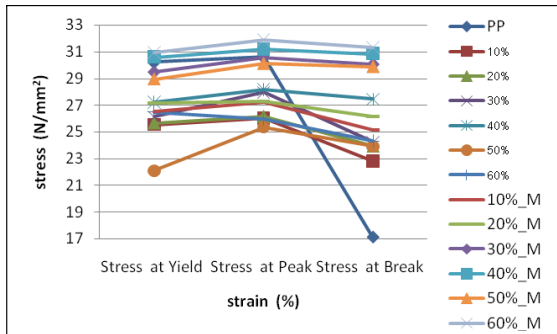
4.6.2 การทดสอบแรงกระแทก (Impact) เพื่อหาค่าการทนต่อแรงกระแทกของชิ้นทดสอบ โดยทำการทดสอบความทนแรงกระแทกแบบอีซอด (Izod Impact Test) ชิ้นทดสอบต้องทำเป็นรอยบาก V มีขนาดและลักษณะกำหนดตามมาตรฐาน แล้วจับชิ้นทดสอบให้อยู่ในแนวตั้ง โดยทางด้านล่างของรอยบากอยู่ในระนาบเดียวกันกับทางด้านหน้าบนสุดของหัวจับ แล้วให้หัวค้อน (Pendulum) เคลื่อนที่อย่างรวดเร็วเพื่อกระแทกไปยังชิ้นทดสอบจนชิ้นทดสอบเกิดการแตกหัก แล้วอ่านค่าการทดสอบการทนแรงกระแทกจะมีหน่วยเป็นองศา แล้วนำค่าองศาไปเปิดตารางมาตรฐานเพื่อหาค่าพลังงานที่ชิ้นทดสอบดูดซับไว้ (Absorb Energy) ในหน่วยของจูล (J) ความเสียหายของชิ้นงาน ดังภาพที่ 15 และ ภาพที่ 16

5. ผลการวิจัย

การทดสอบสมบัติทางกลของชิ้นทดสอบนั้นมีหลายวิธีด้วยกัน แต่ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบ 2 วิธี คือ การทดสอบความแข็งแรงดึง (Tensile Strength) และการทดสอบแรงกระแทก (Izod Impact Test) โดยจะทดสอบกรณีละ 10 ชิ้น แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของแต่ละกรณี ผลของการวิจัยมีดังต่อไปนี้

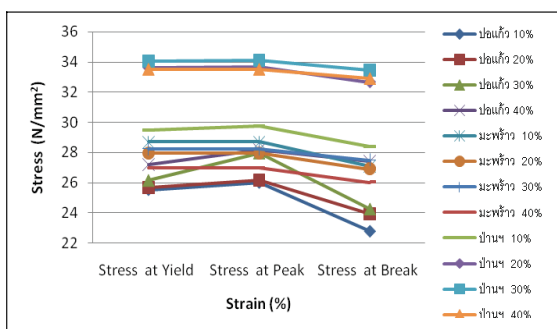
5.1 ผลการทดสอบความแข็งแรงดึง

ในการทดสอบความแข็งแรงดึง (Tensile Strength) นำชิ้นทดสอบมาดึงให้ยืดออกจนกระทั่งชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน จะได้ค่าความเค้นคราก ความเค้นสูงสุด ความเค้นแตกหัก และ ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น [3] แล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งแสดงในภาพที่ 17 ภาพที่ 18 และภาพที่ 19



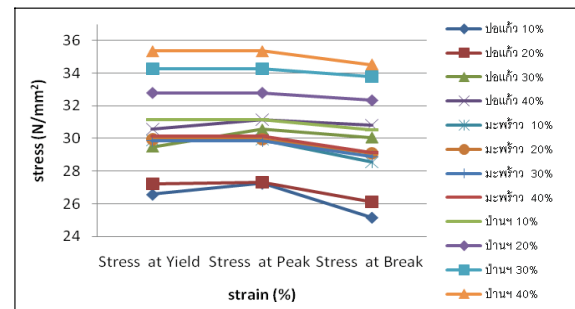
ภาพที่ 17: การเปรียบเทียบความแข็งแรงดึงของโพลิโพรพิลีน (PP) กับโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยปอแก้วไม่เติม และเติมสารช่วยยึดเกาะ (M หมายถึง เติมสารช่วยยึดเกาะ)

พิจารณาภาพที่ 17 พบว่า ที่ค่าความเค้นคราก , ความเค้นสูงสุดและความเค้นแตกหัก ขึ้นทดสอบที่ความแข็งแรง ดึงมากที่สุด คือ โพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยปอแก้วที่เติมสารช่วยยึดเกาะที่ 60 % มีค่าความเค้นคราก 30.95 N/mm^2 ความเค้นสูงสุด 31.877 N/mm^2 และความเค้นแตกหัก 31.34 N/mm^2 และยิ่งมากกว่าโพลิโพรพิลีนบริสุทธิ์ ส่วนที่มีความแข็งแรงดึงน้อยที่สุด คือ โพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยปอแก้วที่ไม่เติมสารช่วยยึดเกาะ ที่ 10% มีค่าความเค้นคราก 25.54 N/mm^2 ความเค้นสูงสุด 26.02 N/mm^2 และความเค้นแตกหัก 22.78 N/mm^2



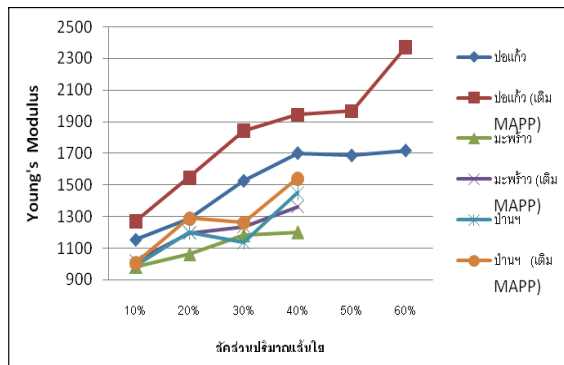
ภาพที่ 18: การเปรียบเทียบความแข็งแรงดึงของโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยธรรมชาติด้วยการไม่เติมสารช่วยยึดเกาะ

พิจารณาภาพที่ 18 พบว่า ที่ค่าความเค้นคราก, ความเค้นสูงสุด และความเค้นแตกหัก ขึ้นทดสอบที่ความแข็งแรงดึงมากที่สุด คือ โพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยป่านสรณารายณ์ที่ไม่เติมสารช่วยยึดเกาะ ที่ 30 % มีค่าความเค้นคราก 34.04 N/mm^2 ความเค้นสูงสุด 34.09 N/mm^2 และความเค้นแตกหัก 33.43 N/mm^2 และขึ้นทดสอบที่มีความแข็งแรงดึงน้อยที่สุด คือ โพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยปอแก้วที่ไม่เติมสารช่วยยึดเกาะที่ 10% มีค่าความเค้นคราก 25.54 N/mm^2 ความเค้นสูงสุด 26.02 N/mm^2 และความเค้นแตกหัก 22.78 N/mm^2



ภาพที่ 19: การเปรียบเทียบความแข็งแรงดึงของโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยธรรมชาติด้วยการเติมสารช่วยยึดเกาะ

พิจารณาภาพที่ 19 พบว่า ที่ค่าความเค้นคราก, ความเค้นสูงสุดและความเค้นแตกหัก ขึ้นทดสอบที่ความแข็งแรงดึงมากที่สุด คือ โพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยป่านสรณารายณ์ที่เติมสารช่วยยึดเกาะ ที่ 40 % มีค่าความเค้นคราก 35.36 N/mm^2 ความเค้นสูงสุด 35.36 N/mm^2 และความเค้นแตกหัก 34.53 N/mm^2 และขึ้นทดสอบที่มีความแข็งแรงดึงน้อยที่สุด คือ โพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยปอแก้วที่เติมสารช่วยยึดเกาะ ที่ 10% มีค่าความเค้นคราก 26.57 N/mm^2 ความเค้นสูงสุด 27.25 N/mm^2 และความเค้นแตกหัก 25.16 N/mm^2 นอกจากนี้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของ โพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยธรรมชาติ ได้แสดงดังภาพที่ 20



หมายเหตุ MAPP หมายถึง เติมสารช่วยยิดเกาะ

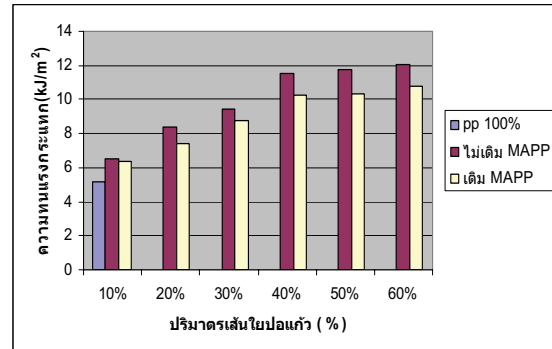
ภาพที่ 20: การเปรียบเทียบค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น (MPa) ของโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยปอแก้ว เส้นใยมะพร้าว เส้นใยป่านสรณารายณ์ที่เดิมและไม่เติมสารช่วยยิดเกาะ

พิจารณาภาพที่ 20 พบว่าที่ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น ขึ้นทดสอบที่มีค่า Young's Modulus มากที่สุดคือ โพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยปอแก้วที่เติมสารช่วยยิดเกาะ โดยมีค่า Young's Modulus (MPa) ที่ 10% เท่ากับ 1267.08 , 20% เท่ากับ 1545.29 , 30% เท่ากับ 1842.56 , 40% เท่ากับ 1943.66 , 50% เท่ากับ 1966.03 , 60% เท่ากับ 2374.02 และขึ้นทดสอบที่มีค่า Young's Modulus น้อยที่สุดคือ โพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยมะพร้าวที่ไม่เติมสารช่วยยิดเกาะ โดยมีค่า Young's Modulus ที่ 10% เท่ากับ 981.81 , 20% เท่ากับ 1062.08 , 30% เท่ากับ 1180.72 , 40% เท่ากับ 1200.2

5.2 ผลการทดสอบแรงกระแทก

ในการทดสอบแรงกระแทกเพื่อหาความสามารถในการดูดกลืนพลังงานของขึ้นทดสอบทำได้โดยใช้พลังงานจากค้อนตีกระแทกขึ้นทดสอบจนแตกหักจะได้ค่าเป็นมุมมองแล้วนำค่ามาเทียบกับตารางจะได้ค่าพลังงานออกมาเป็นหน่วยจูล (Joule) จากนั้นนำค่าคำนวณโดยหารกับพื้นที่หน้าตัดของขึ้นทดสอบ จะได้ค่าการทนต่อแรงกระแทกมีหน่วยเป็น kJ/m^2 แล้วนำค่าเหล่านั้นมาพล็อตกราฟ เพื่อเปรียบเทียบกันระหว่างโพลิโพรพิลีนบริสุทธิ์กับโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยปอแก้ว [ไม่เติม

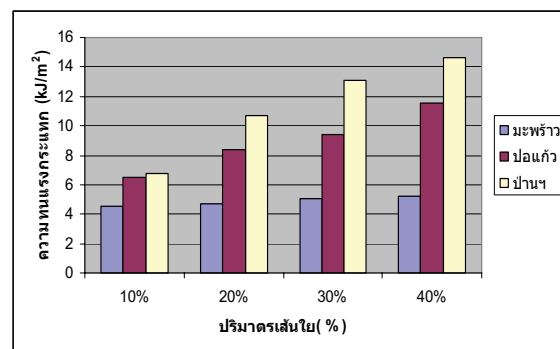
และเติมสารช่วยยิดเกาะ] กับโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยมะพร้าว [ไม่เติมและเติมสารช่วยยิดเกาะ] โพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยป่านสรณารายณ์ [ไม่เติมและเติมสารช่วยยิดเกาะ] ดังภาพที่ 21 ภาพที่ 22 และภาพที่ 23



หมายเหตุ MAPP หมายถึง เติมสารช่วยยิดเกาะ

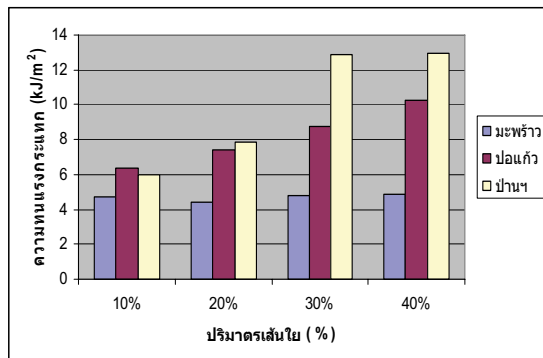
ภาพที่ 21: การเปรียบเทียบผลการทดสอบแรงกระแทก ระหว่างโพลิโพรพิลีนบริสุทธิ์กับโพลิโพรพิลีนผสมใยปอแก้วที่ไม่เติม และเติมสารยิดเกาะ

จากกราฟ ขึ้นทดสอบที่มีความสามารถทนแรงกระแทกมากที่สุดคือ โพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยปอแก้วที่ไม่เติมสารช่วยยิดเกาะที่ 60 % มีค่า 12.07 kJ/m^2 และความสามารถทนแรงกระแทกน้อยที่สุดคือโพลิโพรพิลีน 100 % มีค่า 5.196 kJ/m^2



ภาพที่ 22 : การเปรียบเทียบผลการทดสอบแรงกระแทก ของโพลิโพรพิลีนผสมใยธรรมชาติแต่ละชนิด กรณีที่ไม่เติมสารช่วยยิดเกาะ

จากกราฟ ขึ้นทดสอบที่มีความสามารถทนแรงกระแทกมากที่สุด คือ โพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยป่านรายนธ์ ที่ 40% มีค่า 14.667 kJ/m² และความสามารถทนแรงกระแทกน้อยที่สุด คือ โพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยมะพร้าว ที่ 10% มีค่า 4.523 kJ/m²



ภาพที่ 23: การเปรียบเทียบผลการทดสอบแรงกระแทกของโพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยธรรมชาติแต่ละชนิดกรณีที่ไม่เติมสารช่วยยึดเกาะ

จากกราฟ ขึ้นทดสอบที่มีความสามารถทนแรงกระแทกมากที่สุด คือ โพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยป่านรายนธ์ ที่ 40% มีค่า 12.947 kJ/m² และความสามารถทนแรงกระแทกน้อยที่สุดคือโพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยมะพร้าว ที่ 20% มีค่า 4.433 kJ/m²

5. สรุปผลการทดสอบ

5.1 สรุปการทดสอบความแข็งแรงดึง (Tensile Strength)

เมื่อพิจารณาผลของการทดสอบ พบว่าการผสมเส้นใยธรรมชาติและสารช่วยยึดเกาะ ช่วยเพิ่มความแข็งแรงดึงให้กับโพลีโพรพิลีน วัสดุจะมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มสัดส่วนปริมาณของเส้นใยธรรมชาติ โพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยธรรมชาติที่ไม่เติมสารช่วย

ยึดเกาะ พบว่า ที่ 40% ให้ความแข็งแรงสูงที่สุดและโพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยธรรมชาติที่เติมสารช่วยยึดเกาะ พบว่า ที่ 40% ให้ความแข็งแรงสูงที่สุด และผลของการเติมสารช่วยยึดเกาะ พบว่าโพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยธรรมชาติที่เติมสารช่วยยึดเกาะจะให้ความแข็งแรงมากกว่าโพลีโพรพิลีนที่ไม่เติมสารช่วยยึดเกาะและยังมากกว่าโพลีโพรพิลีนบริสุทธิ์ และเมื่อเปรียบเทียบสมบัติทางกลระหว่างโพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยปอแก้ว โพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยมะพร้าวและโพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยป่านรายนธ์ พบว่า โพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยป่านรายนธ์ทั้งไม่เติมและเติมสารช่วยยึดเกาะจะให้ความแข็งแรงสูงที่สุด โดยที่โพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยป่านรายนธ์ 30 % และไม่เติมสารช่วยยึดเกาะ มีค่าความเค้นมากที่สุดดังนี้ ความเค้นคราก 34.04 MPa ความเค้นสูงสุด 34.09 MPa ความเค้นแตกหัก 33.43 MPa ส่วนโพลีโพรพิลีนผสมใยปอแก้วมีค่าความเค้นต่ำสุดและกรณีเติมสารช่วยยึดเกาะพบว่าโพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยป่านรายนธ์ 40 % มีค่าความเค้นมากที่สุดดังนี้ ความเค้นคราก 35.36 MPa ความเค้นสูงสุด 35.36 MPa ความเค้นแตกหัก 34.53 MPa ส่วนโพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยปอแก้วมีค่าความเค้นต่ำสุดเช่นกัน ส่วนค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น พบว่าโพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยปอแก้วมีค่ามากที่สุด

5.2 สรุปการทดสอบแรงกระแทก (Impact Test)

เมื่อพิจารณาผลของการทดสอบ พบว่าการผสมเส้นใยธรรมชาติและเติมสารช่วยยึดเกาะช่วยเพิ่มความทนแรงกระแทกให้กับโพลีโพรพิลีน วัสดุจะมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มสัดส่วนปริมาณของเส้นใยธรรมชาติ โพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยธรรมชาติ 40 % ที่เติมและไม่เติมสารช่วยยึดเกาะ พบว่าให้ความทนแรงกระแทกสูงที่สุดและยังมากกว่าโพลีโพรพิลีนบริสุทธิ์ และเมื่อเปรียบเทียบสมบัติทางกลระหว่างโพลีโพรพิลีนผสมเส้นใยปอแก้ว

โพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยมะพร้าวและโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยป่านสรนารายณ์ พบว่า โพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยป่านสรนารายณ์ทั้งไม่เติมและเติมสารช่วยยึดเกาะ จะให้ความทนแรงกระแทกสูงที่สุด 14.67 kJ/m^2 และ 12.95 kJ/m^2 ตามลำดับ

จากการศึกษาการนำเส้นใยธรรมชาติใช้เป็นสารเสริมแรงให้กับระหว่างโพลิโพรพิลีน สามารถเสริมแรงได้แต่ต้องมีการเติมสารช่วยยึดเกาะ ซึ่งจะทำให้การส่งถ่ายภาระไปยังเส้นใยเสริมแรงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการผลิตที่ส่งผลโดยตรงต่อค่าความแข็งแรงของโพลิโพรพิลีนคอมโพสิต การพัฒนากระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพผลิตได้ปริมาณมาก การใช้เส้นใยธรรมชาติจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำมาเสริมแรงในโพลิโพรพิลีนเพราะมีราคาถูกกว่าเส้นใยสังเคราะห์ จึงสามารถลดต้นทุนเนื่องจากค่าวัสดุ ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ไม่มีปัญหาในการกำจัดทิ้งหลังจากหมดอายุการใช้งาน

6. อภิปรายผลการวิจัย

จากงานวิจัยนี้ พบว่าการผสมเส้นใยป่านสรนารายณ์กับโพลิโพรพิลีน จะทำให้เพิ่มความแข็งแรงต่อวัสดุผสมนี้มากขึ้น ทั้งกรณีเติม และไม่เติมสารช่วยยึดเกาะ ซึ่งสอดคล้องกับ พิริยา ตวงวิไล และสถาพร โพธิ์แจ้ง [4] ซึ่งพบว่าการเติมเส้นใยผักตบชวาลงในโพลิโพรพิลีนทำให้วัสดุผสมนี้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับ กมลทิพย์ มุมิ และ รัชนิกุล บุญหนูกลับ [5] ซึ่งพบว่าการเติมเส้นใยมะพร้าวโดยวิธีการตอกลงแบบรีดออก ลงในโพลิโพรพิลีน ทำให้วัสดุผสมนี้แข็งแรงยิ่งขึ้น และยังสอดคล้องกับ นิพัฒน์ รักชัยจันทร์ และพรไพโรจน์ ทองเหมือน [6] ซึ่งพบว่าการผสมเส้นใยมะพร้าวลงในโพลิโพรพิลีนทำให้วัสดุผสมนี้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นจริง

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] กัญจนา ตระกูลดู, 2533,เทคโนโลยีโพลิเมอร์, พิมพ์ครั้งที่ 2, ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ็กซ์เพรสมีเดีย, หน้า 43.
- [2] <http://kanchanapisek.or.th/kp6/Book2/chapter5/t2-5-14.htm>.
- [3] บรรจบ อรชร, กลศาสตร์ของแข็ง, บริษัทพิมพ์ดี จำกัด หน้า 73 – 77.
- [4] พิริยา ตวงวิไล และ สถาพร โพธิ์แจ้ง, 2543, การศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางกลของพอลิโพรพิลีนที่เติมเส้นใยผักตบชวา, วิทยาลัยวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า บทคัดย่อ.
- [5] กมลทิพย์ มุมิ และ รัชนิกุล บุญหนูกลับ, 2543, การปรับปรุงพอลิเมอร์คอมโพสิตจากเส้นใยมะพร้าวโดยวิธีการตอกลงแบบรีดออก, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, หน้า บทคัดย่อ.
- [6] นิพัฒน์ รักชัยจันทร์ และพรไพโรจน์ ทองเหมือน, 2547, การศึกษาสมบัติทางกลของโพลิโพรพิลีนผสมเส้นใยมะพร้าว, ปริญญาครุศาสตร์ อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า บทคัดย่อ

การศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้อากาศอัด, ระยะที่ 1

A study of Air Engine Performance, Phase I

บรรจบ อรชร¹ และ ศราวุธ คีลวัน²

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

126 ถนนประชาธิปไตย แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

E-mail : ¹banchob.ora@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องยนต์โดยใช้อากาศอัด ขนาด 50 cc เริ่มทำงานที่ความดัน 2.5 bar ขึ้นไป เครื่องยนต์มีความเร็วรอบสูงสุดประมาณ 2,000 รอบต่อนาที เมื่อไม่มีภาระโหลด (No Load) ทำการออกแบบ ตัวเครื่องยนต์ (กระบอกสูบ) และชุดบังคับทิศทางลมเข้าและลมออกให้มีความสัมพันธ์กับการขึ้นลงของลูกสูบ ซึ่งมีการทำงาน 2 ช่วงชักคือ ช่วงชักกำลัง และช่วงชักคาย ช่วงชักกำลังทำงานขณะที่ลูกสูบจะขึ้นสู่ศูนย์ตายบนเล็กน้อยโดยวาล์วควบคุมการจ่ายลมจะปิดทางลมออกและวาล์วเปิดลมจะเปิดให้อากาศจากระบบบีบอัดอากาศด้วยความดันสูง ผ่านชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัดเข้าท่อทางเดินลมเข้าทางหัวลูกสูบโดยอากาศที่ปล่อยออกมาอย่างรุนแรง ผลักดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลง และ ช่วงชักคาย เกิดขึ้นต่อเนื่องจากช่วงชักกำลัง หลังจากลูกสูบเคลื่อนที่ลงจนถึงช่องระบายลมออกกลส่วนหนึ่งจะระบายออกช่องทางระบายไอเสียของเครื่องยนต์เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ลงอันเนื่องมาจากแรงอัดอากาศจนถึงศูนย์ตายล่างแล้ว วาล์วควบคุมการจ่ายลมจะปิดทางลมเข้า และวาล์วลมออกจะเปิดลมออกจากกระบอกสูบและยังคงเปิดอยู่จนกระทั่งลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้น ซึ่งการเคลื่อนที่ขึ้นของลูกสูบในจังหวะนี้จะเป็นการช่วยขับไล่อากาศที่ใช้แล้วออกอีกทางหนึ่งผ่านท่อทางเดินลมเข้าเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นจนก่อนถึงศูนย์ตายบนเล็กน้อย จากนั้นจึงเข้าสู่ช่วงชักกำลังอีกครั้ง จากการวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์พบว่าเมื่อเพิ่มความดันลมครั้งละ 0.5 bar จะเพิ่มความเร็วรอบสูงขึ้นเฉลี่ยประมาณ 100 rpm จนกระทั่งเพิ่มความดันลมถึง 7 bar เครื่องยนต์มีความเร็วรอบเฉลี่ย 2,662 rpm ต่อจากนั้นเมื่อเพิ่มความดันลมสูงขึ้นไปอีก 0.5 bar ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ลมจะลดลงจนกระทั่งเพิ่มความดันลมถึง 10 bar เครื่องยนต์มีความเร็วรอบเฉลี่ย 2,147 rpm เมื่อนำเครื่องยนต์ลมนี้ไปติดตั้งกับรถจักรยาน และทดสอบที่ความดันลมเข้าที่ 7 bar รถจักรยานสามารถวิ่งได้ระยะทางเฉลี่ย 10.43 km/hr.

คำสำคัญ: เครื่องยนต์ที่ใช้อากาศอัด ช่วงชักกำลัง ช่วงชักคาย

Abstract

The purpose of this research was to build of air engine in 50 cc cylinder size. The initial air pressure was used in the air engine since 2.5 bar go up, and maximum revolutions of engine were 2,000 rpm when engine no load. The cylinder design of air engine by using flow direction control valve for air in and out which relation with movement of piston. The principle of air engine consist of two stroke, the first stroke was power stroke and the second stroke was exhaust stroke. The principle of power stroke work by the piston move to top dead center (TDC) while flow direction control valve was opened in order to take the air to the cylinder, and cause to the piston move to button dead center (BDC) and then, the crankshaft was moved in circular. The piston was moved to top dead center again, the air pressure in cylinder was taken to the outside. This stroke was called exhaust stroke and this action was repeated in next revolution. In this case, we found that the revolution of air engine up to air pressure. If we increased the air pressure 0.5 bar cause to the revolutions of air engine were increased 100 rpm average and at air pressure 7 bars cause to maximum average engine revolutions (2,662 rpm), when we increased air pressure to 10 bars, cause to average engine revolution be down (2,147 rpm). When the air engine goes to set up with a bicycle, and test that air pressure reaches 7 bar, a bicycle can run average distance 10.43 km/hr.

Keywords: Air engine / Power Stroke / Exhaust Stroke

1. บทนำ

จากวิกฤตการณ์ทางด้านพลังงานของประเทศไทยในปัจจุบันส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากประเทศไทยนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศเป็นหลัก รัฐบาลได้มีนโยบายที่จะพัฒนาแหล่งพลังงานทดแทน ซึ่งปัจจุบันมีการใช้พลังงานเชื้อเพลิงในด้านต่างๆ เพิ่มมากขึ้นไม่ว่าจะเป็นกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม หรือจะเป็นรถยนต์ โดยเชื้อเพลิงที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นเชื้อเพลิงจากปิโตรเลียม ซึ่งมีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงจากปิโตรเลียมค่อนข้างสูง ความต้องการการใช้เชื้อเพลิงมีอัตราสูงขึ้นเรื่อยๆ จากที่มีการผลิตรถยนต์เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้เพิ่มมากขึ้น ถึงแม้ว่าจะเริ่มมีการพัฒนาใช้พลังงานทดแทนอย่างอื่นมาเสริมในรถยนต์ ไม่ว่าจะเป็นพลังงานไฟฟ้าหรือใช้เซลล์เชื้อเพลิง เซลล์

แสงอาทิตย์รวมถึงการพัฒนาเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงปิโตรเลียมร่วมกับพลังงานไฟฟ้า หรือเครื่องยนต์ไฮบริดจ์ แต่พลังงานทดแทนนี้ ก็ยังคงเป็นส่วนน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้งานจริง ดังนั้นเชื้อเพลิงที่ได้จากปิโตรเลียมก็ยังคงเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้เป็นหลัก ซึ่งมีราคาสูง และยังคงนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งนับวันมีแต่จะหมดไป [1]

ทางผู้วิจัยจึงได้เกิดแนวความคิดที่จะพัฒนาสร้างเครื่องยนต์โดยการนำพลังงานลมอัดมาเป็นพลังงานทดแทนการใช้น้ำมัน เพื่อลดการใช้พลังงานที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนและลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ และเครื่องยนต์ที่ใช้อากาศอัดนี้ จะไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องยนต์ลมขนาด 50 c.c. โดยใช้อากาศอัด
- 2.2 หาความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมของอากาศกับความเร็วยรอบของเครื่องยนต์
- 2.3 หาความเร็วของรถจักรยานที่ติดตั้งเครื่องยนต์ลมที่สร้างขึ้น

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 3.1 ได้เครื่องยนต์ลมขนาด 50 c.c.
- 3.2 ทราบความสัมพันธ์ระหว่างความดันของอากาศอัดกับความเร็วยรอบของเครื่องยนต์
- 3.3 ทราบความเร็วของรถจักรยานที่ติดตั้งด้วยเครื่องยนต์ลม

4. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการจัดงานวิจัยเรื่องนี้เพื่อต้องการพัฒนาเครื่องยนต์จากเดิมใช้พลังงานเชื้อเพลิงปิโตรเลียมปรับเปลี่ยนมาใช้อากาศอัด โดยเครื่องยนต์ที่ใช้อากาศอัดนี้ไม่มีการปล่อยมลพิษทางอากาศ จึงได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องยนต์โดยใช้อากาศอัดขึ้น

4.1 ขอบเขตของงานวิจัย

สร้างเครื่องยนต์ลมขนาด 50 cc โดยใช้อากาศอัดที่มีความดัน 2.5 บาร์ขึ้นไป เครื่องยนต์ลมมีความเร็วรอบสูงสุด ประมาณ 2,000 รอบต่อนาทีเมื่อไม่มีภาระโหลด (No load) เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับยานพาหนะที่มีอยู่ในปัจจุบัน

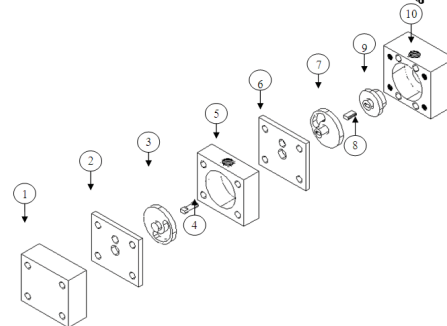
4.2 การออกแบบเครื่องยนต์ที่ใช้อากาศอัด

- 4.2.1 ออกแบบตัวเครื่องยนต์ (กระบอกสูบ) และสร้างชิ้นส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้ลมอัด
- 4.2.2 ออกแบบชุดบังคับทิศทางลมเข้าและลมออก
- 4.2.3 ดำเนินงานผลิตชิ้นส่วนชุดบังคับทิศทางลมเข้าและลมออกตามหมายเลขชิ้นส่วนดังรูปที่ 1
- 4.2.4 ประกอบชิ้นส่วนชุดบังคับทิศทางลมเข้าและลมออก

4.2.5 ประกอบชิ้นส่วนชุดบังคับทิศทางลมเข้าและลมออกเข้ากับตัวเครื่องยนต์

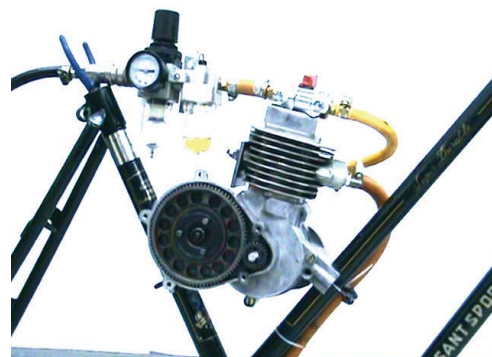
4.2.6 ประกอบท่อทางเดินลมเข้ากับชุดบริการลมอัดเพื่อปรับปรุงคุณภาพลมก่อนเข้าเครื่องยนต์ [2]

ชิ้นส่วนต่าง ๆ ในระบบป้อนลมเข้าและลมออกของเครื่องยนต์ที่ใช้อากาศอัดนี้ได้แสดงดังรูปที่ 1

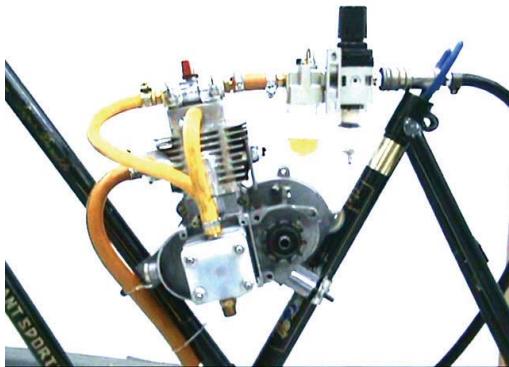


1. ครอบฝาवाल
2. ฝาवालลมออก
3. วาล์วบังคับลมออก
4. เฟลาสั่งกำลัง
5. ช้องลม
6. ฝาवालลมเข้า
7. วาล์วบังคับลมเข้า
8. เฟลาสั่งกำลัง
9. ต่อกำลังจากตัวเครื่องยนต์
10. หน้าแปลนยึดเข้ากับเครื่องยนต์

รูปที่ 1: แสดงชิ้นส่วนชุดบังคับทิศทางลมเข้า และลมออก



รูปที่ 2: แสดงภาพด้านหน้าของเครื่องยนต์ลม



รูปที่ 3: แสดงภาพด้านหลังของเครื่องยนต์

4.3 ติดตั้งอุปกรณ์ประกอบดังนี้

4.3.1 ติดตั้งชุดบริการลมอัด

4.3.2 ติดตั้งชุดเปิด – ปิดลมอัด

4.3.3 ติดตั้งตัวเครื่องยนต์อัดเข้ากับโครงรถ

4.3.4 ทดสอบเครื่องยนต์โดยป้อนลมเข้าทางชุด

บังคับทิศทางลม

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.4.1 เตรียมลมอัดในถังลมให้พร้อมใช้งาน

4.4.2 ปรับความดันของระบบตามความต้องการ
ซึ่งอยู่ระหว่าง 2.5 – 10 บาร์

4.4.3 สตาร์ทเครื่องยนต์ให้ทำงาน

4.4.3 ทำการวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์โดย
ทำการวัดที่ความดันละ 5 ครั้ง โดยใช้เครื่องวัดความเร็วรอบ

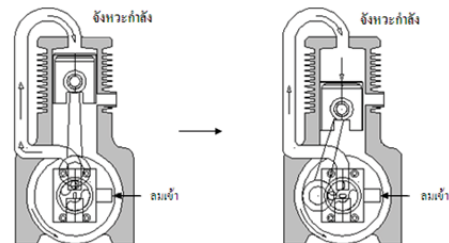
4.4.4 บันทึกค่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ความ
ดันลมต่างๆ

4.5 การทำงานของเครื่องยนต์ที่ใช้อากาศอัด

ช่วงชักกำลัง (จังหวะงาน)

ช่วงชักกำลังนี้จะเกิดขึ้นขณะที่ลูกสูบจะขึ้น
สู่ศูนย์ตายบนเล็กน้อยโดยวาล์วควบคุมการจ่ายลมจะปิด
ทางลมออกและวาล์วเปิดลมจะเปิดให้อากาศจากระบบ
เข้าสู่เครื่องยนต์และอากาศถูกบีบอัดด้วยความดันสูงผ่าน
ชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัดเข้าที่ช่องทางเดินลมเข้าทางหัว

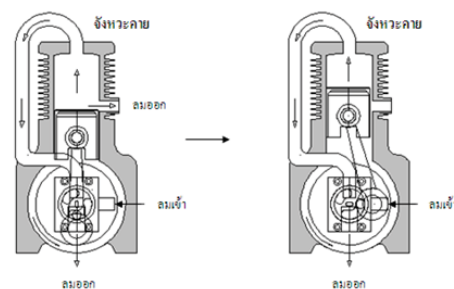
ลูกสูบโดยอากาศที่ปล่อยออกมาอย่างรุนแรงผลักดันให้
ลูกสูบเคลื่อนที่ลงดังภาพการทำงานของเครื่องยนต์ที่ใช้
อากาศอัดรูปที่ 4 จะได้งานจากจังหวะนี้



รูปที่ 4: แสดงการทำงานในช่วงชักกำลัง

ช่วงชักคาย

ช่วงชักคายนี้เกิดขึ้นต่อเนื่องจากช่วงชักกำลัง
หลังจากลูกสูบเคลื่อนลงจนถึงช่องระบายลมออกลมส่วน
หนึ่งจะระบายออกช่องทางระบายไอเสียของเครื่องยนต์
เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ลงอันเนื่องจากแรงอัดอากาศจนถึง
ศูนย์ตายล่างแล้ว วาล์วควบคุมการจ่ายลมจะปิดทางลม
เข้าและวาล์วลมออกจะเปิดลมออกจากกระบอกสูบและ
ยังคงเปิดอยู่จนกระทั่งลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้น ซึ่งการเคลื่อนที่
ขึ้นของลูกสูบในจังหวะนี้จะเป็นการช่วยขับไล่อากาศที่
ใช้แล้วออกอีกทางหนึ่งผ่านช่องทางเดินลมเข้าเมื่อลูกสูบ
เคลื่อนที่ขึ้นจนก่อนถึงศูนย์ตายบนเล็กน้อย จากนั้นจึง
เวียนเข้าหาช่วงชักกำลังอีกครั้งดังภาพ การทำงานของ
เครื่องยนต์ที่ใช้อากาศอัดดังแสดงในรูปที่ 5 และจะเป็น
เช่นนี้ตลอดเวลาที่เครื่องยนต์ทำงาน



รูปที่ 5: แสดงการทำงานในช่วงชักคาย

5. ผลการวิจัย

5.1 ข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมอัดกับรอบเครื่องยนต์ขณะไม่มีภาระ (No load)

ตารางที่ 2: แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ความดันลม 2.5 bar และ 3 bar

ครั้งที่	ความดัน 2.5 (bar) ความเร็วรอบ (rpm)	ความดัน 3 (bar) ความเร็วรอบ (rpm)
1	1,742	1,980
2	1,770	1,952
3	1,801	1,985
4	1,879	1,987
5	1,830	1,997
ค่าเฉลี่ย	1,804	1,980

จากตารางที่ 2 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมอัดกับรอบเครื่องยนต์ ที่ความดัน 2.5 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 1,804 rpm และที่ความดัน 3 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 1,980 rpm

ตารางที่ 3: แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ความดันลม 3.5 และ 4 bar

ครั้งที่	ความดัน 3.5 (bar) ความเร็วรอบ (rpm)	ความดัน 4 (bar) ความเร็วรอบ (rpm)
1	2,047	2,335
2	2,020	2,391
3	2,024	2,335
4	2,245	2,325
5	2,200	2,397
ค่าเฉลี่ย	2,107	2,357

จากตารางที่ 3 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมอัดกับรอบเครื่องยนต์ ที่ความดัน 3.5 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,107 rpm และที่ความดัน 4 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,357 rpm

ตารางที่ 4: แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ความดันลม 4.5 และ 5 bar

ครั้งที่	ความดัน 4.5 (bar) ความเร็วรอบ (rpm)	ความดัน 5 (bar) ความเร็วรอบ (rpm)
1	2,396	2,412
2	2,386	2,470
3	2,318	2,496
4	2,364	2,443
5	2,374	2,420
ค่าเฉลี่ย	2,368	2,448

จากตารางที่ 4 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมอัดกับรอบเครื่องยนต์ ที่ความดัน 4.5 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,368 rpm และที่ความดัน 5 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,448 rpm

ตารางที่ 5: แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ความดันลม 5.5 และ 6 bar

ครั้งที่	ความดัน 5.5 (bar) ความเร็วรอบ (rpm)	ความดัน 6 (bar) ความเร็วรอบ (rpm)
1	2,573	2,602
2	2,564	2,608
3	2,586	2,650
4	2,594	2,650
5	2,600	2,640
ค่าเฉลี่ย	2,583	2,630

จากตารางที่ 5 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมอัดกับรอบเครื่องยนต์ ที่ความดัน 5.5 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,583 rpm และที่ความดัน 6 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,630 rpm

ตารางที่ 6: แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมกับความเร็วยรอบของเครื่องยนต์ที่ความดันลม 6.5 และ 7 bar

ครั้งที่	ความดัน 6.5 (bar) ความเร็วรอบ (rpm)	ความดัน 7 (bar) ความเร็วรอบ (rpm)
1	2,647	2,650
2	2,623	2,675
3	2,647	2,690
4	2,672	2,625
5	2,675	2,668
ค่าเฉลี่ย	2,653	2,662

จากตารางที่ 6 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมอัดกับรอบเครื่องยนต์ ที่ความดัน 6.5 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,653 rpm และที่ความดัน 7 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,662 rpm

ตารางที่ 7: แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมกับความเร็วยรอบของเครื่องยนต์ที่ความดันลม 7.5 และ 8 bar

ครั้งที่	ความดัน 7.5 (bar) ความเร็วรอบ (rpm)	ความดัน 8 (bar) ความเร็วรอบ (rpm)
1	2,585	2,648
2	2,574	2,604
3	2,585	2,605
4	2,580	2,580
5	2,575	2,579
ค่าเฉลี่ย	2,580	2,603

จากตารางที่ 7 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมอัดกับรอบเครื่องยนต์ ที่ความดัน 7.5 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,580 rpm และที่ความดัน 8 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,603 rpm

ตารางที่ 8: แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมกับความเร็วยรอบของเครื่องยนต์ที่ความดันลม 8.5 และ 9 bar

ครั้งที่	ความดัน 8.5 (bar) ความเร็วรอบ (rpm)	ความดัน 9 (bar) ความเร็วรอบ (rpm)
1	2,437	2,350
2	2,470	2,319
3	2,477	2,335
4	2,451	2,328
5	2,428	2,362
ค่าเฉลี่ย	2,453	2,339

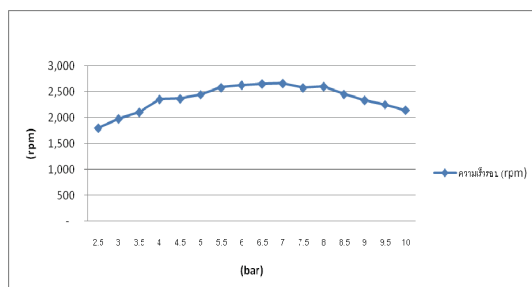
จากตารางที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมอัดกับรอบเครื่องยนต์ ที่ความดัน 8.5 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,453 rpm และที่ความดัน 9 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,339 rpm

ตารางที่ 9: แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมกับความเร็วยรอบของเครื่องยนต์ที่ความดันลม 9.5 และ 10 bar

ครั้งที่	ความดัน 9.5 (bar) ความเร็วรอบ (rpm)	ความดัน 10 (bar) ความเร็วรอบ (rpm)
1	2,220	2,155
2	2,267	2,176
3	2,265	2,137
4	2,236	2,126
5	2,280	2,140
ค่าเฉลี่ย	2,254	2,147

จากตารางที่ 9 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมอัดกับรอบเครื่องยนต์ ที่ความดัน 9.5 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,254 rpm และที่ความดัน 10 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,147 rpm

5.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมอัดกับรอบของเครื่องยนต์ขณะที่เครื่องยนต์ไม่มีภาระ (No Load)



รูปที่ 6: กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมอัดกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์

จากรูปที่ 6 พบว่าที่ความดันลมอัดเริ่มต้น 2.5 bar ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ประมาณ 1,800 rpm และรอบของเครื่องยนต์จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งสูงสุดที่ความดันลมอัด 7 bar ต่อจากนั้นเมื่อเพิ่มความดันลมอัดรอบของเครื่องยนต์จะลดลง

5.3 ความสัมพันธ์ของระยะทางของรถจักรยานยนต์ที่ติดตั้งเครื่องยนต์ลมอัดขณะที่เครื่องยนต์มีภาระ (load)

ตารางที่ 10: แสดงความเร็วของรถจักรยานยนต์ที่ติดตั้งเครื่องยนต์ลมอัดที่ใช้ ความดันลมอัด 7 bar

ครั้งที่	ความเร็ว (km/hr)
1	10.38
2	11.36
3	10.28
4	9.55
5	10.58
ค่าเฉลี่ย	10.43

จากตารางที่ 10 ผลการทดลองความเร็วของรถจักรยานยนต์ที่เครื่องยนต์ใช้ ความดันลมอัด 7 bar ได้ระยะทางเฉลี่ย 10.43 km/hr.

6. สรุปผลการวิจัย

จากการสร้างเครื่องยนต์โดยใช้อากาศอัดขนาด 50 cc เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดันของอากาศอัดกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ใช้อากาศอัดมีความสามารถเริ่มต้นทำงานที่ความดัน 2.5 bar ขึ้นไป จึงได้ทำการออกแบบเครื่องยนต์ที่ใช้อากาศอัด โดยออกแบบกระบอกสูบ และออกแบบชุดบังคับทิศทางลมเข้าและลมออก มีท่อลมเข้าและลมออกจากกระบอกสูบเป็นท่อเดียวกัน โดยชุดบังคับทิศทางลมเข้าและลมออกนี้มีวาล์ว 2 ตัว ตัวแรกเป็นวาล์วบังคับเปิด-ปิดลมเข้ากระบอกสูบ ตัวที่สองเป็นวาล์วบังคับเปิด-ปิด ระบายลมออกจากกระบอกสูบ ส่วนการระบายลมออกมีช่องไอเสียของเครื่องยนต์ช่วยระบายออกอีกทางหนึ่ง ลมอัดก่อนที่จะเข้าไปในกระบอกสูบ จะผ่านชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัดก่อน ผลการทดลองที่ได้จากการวัดความสัมพันธ์ระหว่างความดันของอากาศอัดกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ โดยเริ่มต้นความดันลมอัดที่ 2.5 bar และเพิ่มความดันลมอัดไปเรื่อยๆ ครั้งละ 0.5 bar จนความดันลมอัดถึง 10 bar

ผลลัพธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมอัดกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ความดัน 2.5 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 1,804 rpm ที่ความดัน 3 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 1,980 rpm ที่ความดัน 3.5 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,107 rpm ที่ความดัน 4 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,357 rpm ที่ความดัน 4.5 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,368 rpm ที่ความดัน 5 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,448 rpm ที่ความดัน 5.5 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,583 rpm ที่ความดัน 6 bar ได้ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,630 rpm ที่ความดัน 6.5 bar ได้

ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,653 rpm ที่ความดัน 7 bar ได้
ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,662 rpm ที่ความดัน 7.5 bar ได้
ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,580 rpm ที่ความเร็ว 8 bar ได้
ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,603 rpm ที่ความดัน 8.5 bar ได้
ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,453 rpm ที่ความเร็ว 9 bar ได้
ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,339 rpm ที่ความดัน 9.5 bar ได้
ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,254 rpm และที่ความดัน 10 bar ได้
ความเร็วรอบเฉลี่ย 2,147 rpm

จากข้อมูลการทดลองที่ได้พบว่า ความเร็วรอบของ
เครื่องยนต์สูงขึ้นเรื่อยๆ ตามความดันลมอัด ได้รอบ
สูงสุดที่ 2,662 rpm ที่ความดันลมอัด 7 bar เมื่อเพิ่ม
ความดันลมอัดสูงขึ้นอีก ทำให้ความเร็วรอบลดลง
จนกระทั่งเพิ่มความดันลมถึง 10 bar เครื่องยนต์มี
ความเร็วรอบลดลง เหลือความเร็วรอบเฉลี่ย 2,147 rpm

ผลทดสอบจากการติดตั้งเครื่องยนต์ลมเข้ากับรถจักรยาน
และทำการทดสอบทั้งหมด 5 ครั้ง โดยใช้ ความดันลม
อัดเข้าเครื่องยนต์ที่ 7 bar รถจักรยานสามารถวิ่งได้ระยะทาง
เฉลี่ย 10.43 km/hr

7. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลองพบว่า ความเร็วรอบของเครื่องยนต์
จะแปรผันตรงกับความดันลมที่เข้าไปในกระบอกสูบ
กล่าวคือเมื่อความดันในกระบอกสูบเพิ่มขึ้น ความเร็วรอบ
ก็จะเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ทศพล
โชติวัชรินทร์ และ ก่อศักดิ์ สุนทรสถิต [3] และสอดคล้อง
กับผลการศึกษาของ นวพร ทะนะกุล และ วีระศักดิ์
เมืองสุวรรณ [4] และสอดคล้องหลักการทำงานของเครื่องยนต์
ลมของ Guy Negre [5] จากผลการวิจัยการศึกษาความ
สัมพันธ์ระหว่างความดันลมเข้ากับรอบของเครื่องยนต์
ที่ใช้อากาศอัด มีความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงขึ้นตาม
ความดันลมเข้าที่เพิ่มสูงขึ้น และได้ความเร็วรอบสูงสุด
ที่ 7 บาร์ เมื่อแรงดันสูงเกิน 7 bar ความเร็วรอบเริ่มลด

ต่ำลง เนื่องจากแรงดันสูงจึงทำให้วาล์วบังคับลมเข้าและ
ลมออกถูกกดทับมากจนเกินไป และท่อทางเดินลมเข้า
และลมออกเป็นท่อเดียวกันจึงทำให้ความเร็วรอบที่
แรงดันเกิน 7 bar ลดต่ำลง หากต้องการความเร็วรอบที่
สูงขึ้นควรลดหน้าสัมผัสของวาล์วบังคับทิศทางลมเข้า
และลมออก และทางเดินลมเข้าและลมออกแยกกันเป็น
อิสระ 2 ทาง

การศึกษาศมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้อากาศอัดใน
ระยะที่ 1 นี้ จะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมในระยะที่ 2 อีก
ทั้งนี้เพื่อให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยต้องดำเนินการดังนี้

1. หาแรงม้าของเครื่องยนต์ลมเมื่อไม่มีภาระโหลด
(No load) และมีภาระโหลด (Load)
2. หาแรงบิดของเครื่องยนต์ลมเมื่อไม่มีภาระโหลด
(No load) และมีภาระโหลด (Load)
3. สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์
สมรรถนะของเครื่องยนต์ลม
4. วิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์เพื่อเปรียบเทียบกับ
เครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงในปัจจุบัน

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] <http://www.easzyzonecorp.net/network/view.phpID=665>
- [2] ไพรัตน์ สติธยากร, 2548, การเตรียมลมอัดในระบบนิวแมติกส์
เบื้องต้นและบำรุงรักษาอุปกรณ์. วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา
ปีที่ 17 ฉบับที่ 53
- [3] ทศพล โชติวัชรินทร์ และ ก่อศักดิ์ สุนทรสถิต, 2539,
การพัฒนาอุปกรณ์สาธิตเครื่องยนต์ลม. รายงานโครงงาน
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี หน้า บทคัดย่อ
- [4] นวพร ทะนะกุล และ วีระศักดิ์เมืองสุวรรณ, 2531,
เครื่องยนต์ลม. รายงานสาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชา
ครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หน้า บทคัดย่อ
- [5] <http://www.oknation.net/blog/akom/2008/05/30/entry-1>

การวิเคราะห์ความหนาของผนังถ้วยสี่เหลี่ยมของกระบวนการขึ้นรูปลึก เนื่องจากเปลี่ยนแปลงขนาดดรอว์บีด

An analysis of Side Wall of Rectangular Cup of Deep Drawing Process with Various Drawbead Dimension

สุรวุฒิ ชะนิล

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: Sarawuty@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การดึงขึ้นรูปลึกเป็นการขึ้นรูปโลหะแผ่นด้วยการดึง และการกด โดยที่พื้นที่เคลื่อนที่ที่กดแผ่นชิ้นงานเข้าไปในคavity เกิดความเค้นกดในแนวเส้นรอบวงรอบแผ่นชิ้นงาน และความเค้นดึงในทิศทางการขึ้นรูปดรอว์บีด ทำหน้าที่ชะลอการเคลื่อนที่ของเนื้อโลหะที่จะเข้าไปสู่คavity ดังนั้นค่าความเค้นดึงในทิศทางการขึ้นรูปจะเพิ่มสูงขึ้นและค่าความเค้นกด ในทิศทางรอบชิ้นงานจะลดลง และช่วยให้ค่าความหนาที่ผนังถ้วยมีความสม่ำเสมอ ในงานวิจัยนี้ใช้แบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ในการจำลองการขึ้นรูปลึกถ้วยสี่เหลี่ยม และมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของดรอว์บีดที่ปีกด้านข้างของชิ้นงาน โดยพิจารณาสมบัติของแผ่นชิ้นงานเป็นแบบพลาสติกแอนไอโซโทรปิกของ Hill 1948 Yield Criterion จากผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัย ดรอว์บีดช่วยให้ค่าความหนาที่ผนังถ้วยมีความสม่ำเสมอ และเมื่อเพิ่มความสูงของดรอว์บีดมากขึ้นค่าความหนาของผนังถ้วยมีความสม่ำเสมอมากขึ้นแล เมื่อเพิ่มรัศมีของดรอว์บีดมากขึ้นจะทำให้ค่าความหนาสม่ำเสมอใกล้เคียงกัน

คำสำคัญ: การขึ้นรูปลึก ดรอว์บีด ถ้วยสี่เหลี่ยม

Abstract

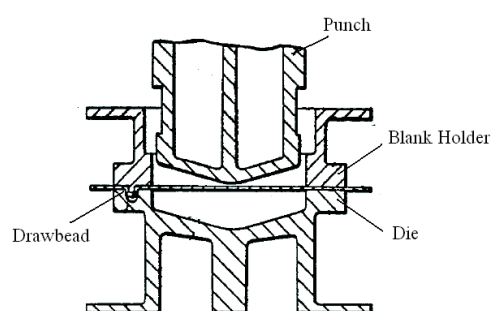
Deep drawing is metal sheet deformation where a punch moves to compress blank sheet into die which generates critical stress around blank sheet periphery and tensile stress in a drawing direction. Drawbead is used to delay a movement of metal substance into die. Therefore, tensile stress value in drawing direction will be increased and a critical stress value in blank sheet periphery will be decreased which helps to make a thickness value thickness of side wall of rectangular cup more stable. A finite element model of rectangular cup drawing which an adjustment of drawbead size at a flange of blank sheet according to Hill 1948 Yield Criterion of plastic anisotropic property was applied in this present study. The results of the study revealed that a drawbead helped to stabilize a value thickness of side wall of rectangular cup. When a height of drawbead was increased, a value thickness of side wall of rectangular cup would be more stable. Also, when a drawbead radius was increased, value thickness of side wall of rectangular cup would be more close together.

Keywords: Deep Drawing, Drawbead, Rectangular Cup

1. บทนำ

การดึงขึ้นรูปลึก (Deep Drawing) เป็นกรรมวิธีการขึ้นรูปโลหะที่สำคัญอย่างหนึ่ง ในกระบวนการขึ้นรูปส่วนประกอบคือ พันช์ (Punch) ดาย (Die) และ แบลงก์โฮลเดอร์ (Blank Holder) ดังภาพที่ 1 การดึงขึ้นรูปลึกเป็นการขึ้นรูปโลหะแผ่นด้วยการดึง และการกดโดยที่ พันช์เคลื่อนที่กดแผ่นชิ้นงานเข้าไปในดาย ครอว์บีดทำหน้าที่จำกัดการเคลื่อนที่ของเนื้อโลหะที่จะเข้าไปสู่ดาย ในระหว่างการขึ้นรูปพันช์เคลื่อนที่ มากดแผ่นชิ้นงานให้เคลื่อนที่เข้าไปในดาย ขณะที่แบลงก์โฮลเดอร์เคลื่อนที่ลงมากดที่ปึกชิ้นงาน แผ่นชิ้นงานไหลผ่านครอว์บีด จะมีการตัดครั้งแรกในทิศทางหนึ่ง จากนั้นจึงตัดในทิศทางตรงกันข้าม แล้วตัดอีกครั้งหนึ่งในทิศทางแรก สุดท้ายตัดตรง เกิดแรงขึ้นสองแรงคือ แรงดึงขึ้นรูป (Pulling Force) และแรงที่เกิดจากความเสียดทาน (Restraining Force) ระหว่างชิ้นงาน สัมผัสกับดายและแบลงก์โฮลเดอร์ การใช้ครอว์บีดในงานขึ้นรูปโลหะ

แผ่นช่วยชะลอการไหลของเนื้อโลหะ ในบริเวณที่ไม่ต้องการให้เนื้อโลหะไหลมากเกินไป ช่วยลดการเกิดรอยย่น ที่บริเวณปีกของการขึ้นรูปด้วยสั้เหล็ยม แต่จะ ทำให้แรงกดของแบลงก์โฮลเดอร์เพิ่มขึ้น

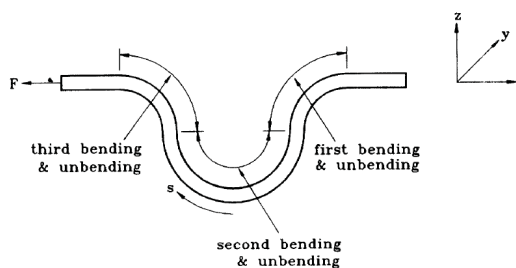


ภาพที่ 1: แสดงลักษณะของกระบวนการขึ้นรูปลึก

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในขณะที่ขึ้นรูปแผ่นชิ้นงานเคลื่อนที่ ผ่านครอว์บีดจะเกิดแรงต้านมีสองแรงคือแรงที่หนึ่งเกิดจากงานที่ใช้ตัดและตัดกลับของแผ่นวัสดุขณะไหลผ่านบีด และแรง

ที่สองเกิดจากความเสียดทาน การประเมนแรงต่อความยาว ที่เกิดจากการตัดและตัดกลับอย่างหยาบๆ สามารถทำได้พิจารณาจากความเป็นจริงว่า ขณะที่แผ่นวัสดุไหลผ่านดรอว์บีด จะเกิดการตัด 3 ครั้ง และตัดกลับ 3 ครั้งการควบคุมปริมาณวัสดุ ที่ถูกดึงเข้าไปในคายเพื่อป้องกันการเกิดรอยย่น หรือรอย่นน้อยที่สุดทำได้โดยใช้ดรอว์บีด (Draw bead) วารุณี [7] กล่าวว่าดรอว์บีดจะทำหน้าที่ชะลอการไหลตัวของวัสดุให้ช้าลง บางครั้งตัวดรอว์บีดเรียกว่า ตัวจำกัดการไหลตัว (Restriction Bead) เช่นในกรณีของการดึงขึ้นรูปลึกลงด้วยสียเหลืองจะนำดรอว์บีด มาใช้จำกัดการไหลตัวของวัสดุที่บริเวณแนวขอบปีกเส้นตรงทั้ง 4 ด้าน เพื่อการไหลตัวของวัสดุมีการไหลตัวที่เท่ากันตลอดเส้นรอบวง Hosford [5] กล่าวว่าดรอว์บีดทำหน้าที่จำกัดการเคลื่อนที่ของวัสดุที่จะเข้าไปในคาย ขณะที่วัสดุไหลผ่านดรอว์บีด จะมีการตัดครั้งแรกในทิศทางหนึ่ง จากนั้นจึงตัดในทิศทางตรงกันข้าม แล้วตัดอีกครั้งหนึ่งในทิศทางแรก สุดท้ายจึงตัดตรง



ภาพที่ 2: แสดงลักษณะการตัดของดรอว์บีด

โดยพิจารณาสมบัติของวัสดุขึ้นงานเป็น แบบพลาสติกแอนไอโซโทรปิก และใช้สมการของ Hill 1948 Yield Criterion สำหรับวัสดุ Normal anisotropy คือใช้ค่า Average Anisotropy Parameter

$$\bar{\sigma} = \frac{\sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + R(\sigma_1 - \sigma_3)^2}}{\sqrt{1+R}} \quad (1)$$

เมื่อ R คือค่า Average Plastic Strain Ratio โดยสมมติให้วัสดุมีสมบัติเป็นแอนไอโซโทรปิก และวัสดุเกิดความเครียดแข็งโดยสมการของ Swift's Law $\bar{\sigma} = K(\epsilon_0 + \bar{\epsilon})^n$ และสมการความเครียดดั่งสมการที่ 2

$$\bar{\epsilon} = \sqrt{\frac{1+R}{1+2R}} (\epsilon_1^2 + R\epsilon_2^2 + \epsilon_3^2) \quad (2)$$

3. วิธีการ

การวิเคราะห์หาค่าความหนาที่ผนัง ของถ้วยสี่เหลี่ยมด้วยแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์โดยเปลี่ยนแปลงขนาดของดรอว์บีด ดังตารางที่ 1 มีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของกระบวนการขึ้นรูปถ้วยสี่เหลี่ยม โดยให้แบบจำลองของแผ่นขึ้นงานมีสมบัติของวัสดุดังตารางที่ 2 กำหนดให้พื้นที่และคายเป็นวัตถุแข็งเกร็ง

2. แบ่งเอลิเมนต์บนแผ่นขึ้นงาน โดยเลือกใช้รูปทรงเอลิเมนต์แบบเปลือกแบบสี่เหลี่ยม การแบ่งเอลิเมนต์ที่มีขนาดเล็กมากจะมีผลทำให้จำนวนเอลิเมนต์ที่แบบจำลองขึ้นงาน มีจำนวนมากซึ่งจะทำให้ใช้เวลาในการคำนวณนานเกินไปดังนั้นควรกำหนดให้เอลิเมนต์มีขนาดที่เหมาะสมซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดให้ใช้เอลิเมนต์ขนาด mm10 และใช้คำสั่งกำหนดเอลิเมนต์แบบอัตโนมัติ (toAu) Mesh

3. ขั้นตอนต่อไปกำหนดเงื่อนไขขอบเขต ให้ความเร็วของพื้นที่เท่ากับ 200 mm/s และกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างแผ่นขึ้นงาน กับพื้นที่และคายเป็น 0.1 และทำการวิเคราะห์ โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์ของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กับผลลัพธ์การทดลองจริงของ Choi [6] จากการเปรียบเทียบพบว่าผลลัพธ์แรงกดของพื้นที่ในขณะขึ้นรูปสูงสุดมีใกล้เคียงกันแตกต่างกัน 7% ดังตารางที่ 3

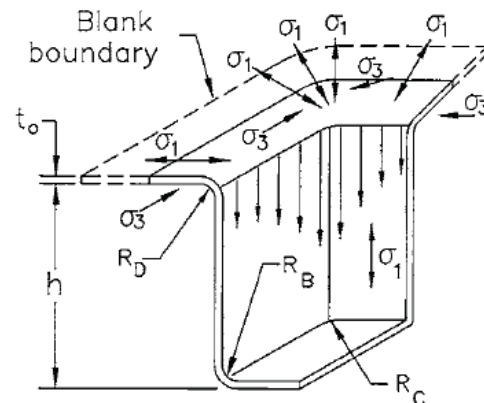
4. วิเคราะห์หาค่าความหนาที่เปลี่ยนแปลงที่ตำแหน่งต่างๆ ดังภาพที่ 5 ให้ครอว์บีคมีลักษณะดังภาพที่ 4 และกำหนดให้ครอว์บีคในโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์เป็นแบบ Line Drawbead

5. สรุปผลการวิจัย

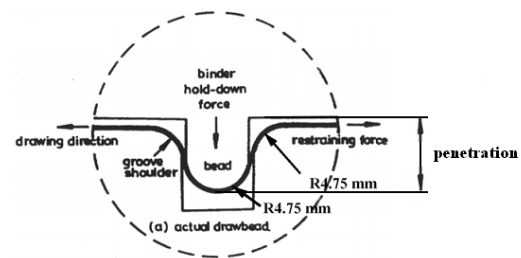
จากการวิเคราะห์พบว่าเมื่อใส่ครอว์บีคเข้าไปแรงกดของเบลนจ์โรลเลอร์เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากการไหลของแผ่นชิ้นงานผ่านครอว์บีคจะทำให้แรงกดของฟันซ์เพิ่มสูงขึ้นที่บริเวณปีกชิ้นงานในทิศทางการขึ้นรูป จากภาพที่ 3 การขึ้นรูปเกิดค่าความเค้นดึง (σ_1) เพิ่มขึ้นในขณะที่เดียวกันค่าความเค้นกด (σ_3) ที่ปีกชิ้นงานในทิศทางการขึ้นรูปของชิ้นงานลดลง ถ้าค่าความเค้นกดดังกล่าวถ้าเกิดขึ้นมากๆจะทำให้เกิดรอยย่น ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าครอว์บีคจะช่วยให้อายุการใช้งานของความเค้นกดลดลง แต่ในขณะเดียวกันถ้าค่าความเค้นดึงในทิศทางการขึ้นรูปมากเกินไป เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขนาดของครอว์บีคจะทำให้ผนังของถ้วยสี่เหลี่ยมมีความหนาลดลง เพราะการไหลของเนื้อโลหะเข้าไปในงานวิจัยนี้จะวิเคราะห์หาค่าความหนา ที่ผนังถ้วยสี่เหลี่ยมที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงขนาดของครอว์บีค คือ ความยาว ความสูง และรัศมีของครอว์บีค ดังตารางที่ 1 โดยสร้างแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์สำหรับการวิเคราะห์ปัญหาทั้งหมด 27 แบบจำลอง

ตารางที่ 1 แสดงขนาดของครอว์บีค [5]

ความสูง	4.6	7.7	10.3
รัศมี	3.75	4.75	5.75
ความยาว	67	77	87



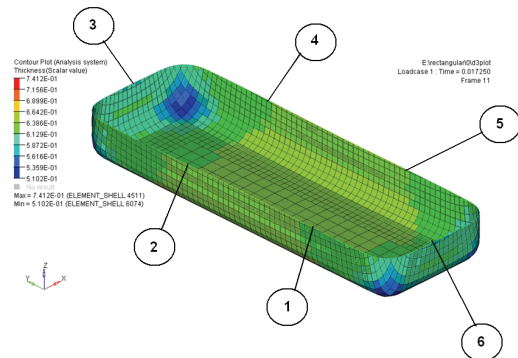
ภาพที่ 3: แสดงลักษณะการเกิดความเค้นที่ปีกและผนังของถ้วยสี่เหลี่ยม



ภาพที่ 4 : แสดงรูปร่างลักษณะของครอว์บีค

ตารางที่ 2 แสดงสมบัติของวัสดุ

Thickness (t)	0.652 mm
Yield Stress (σ_y)	260 MPa
Normal Anisotropy (R)	1.8435
Strain Hardening Coefficient (n)	0.273
Material Strength Coefficient (K)	662.175



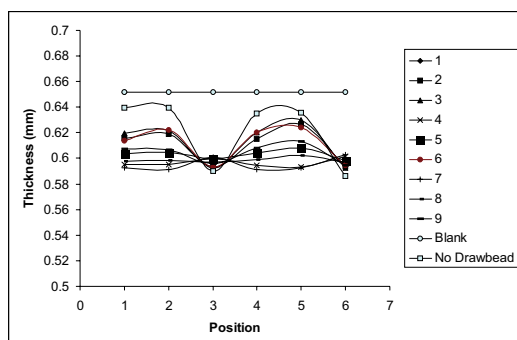
ภาพที่ 5: แสดงตำแหน่งความหนาที่ผนังถั่ว

ตารางที่ 3 แสดงค่าเงื่อนไขขอบเขต

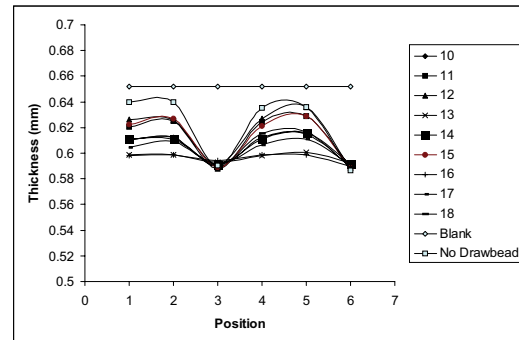
ความเร็วของพินซ์	200 m/s
สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างแผ่นชิ้นงาน กับพินซ์	0.15
สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างแผ่นชิ้นงาน กับด้าย	0.15

4. ผลลัพธ์เชิงตัวเลข

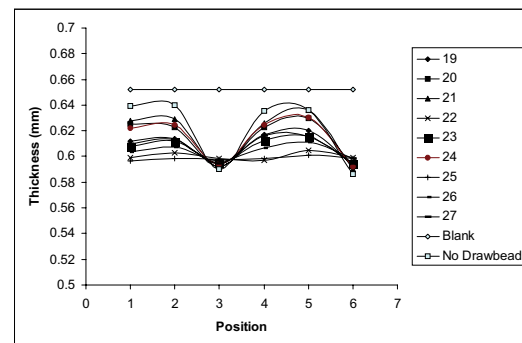
ผลลัพธ์การหาค่าความหนา ที่มีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงขนาดดรอว์บีด เพื่อหาขนาดของดรอว์บีดที่ทำให้ค่าความหนา ของผนังถั่ว สี่เหลี่ยมมีความสม่ำเสมอในการวิเคราะห์ในหัวข้อนี้คือ กำหนดตำแหน่งที่ผนังถั่ว 6 ตำแหน่ง ดังภาพที่ 5 และการเปลี่ยนแปลงขนาดของดรอว์บีด คือ ความยาว ความสูง และรัศมีของดรอว์บีด



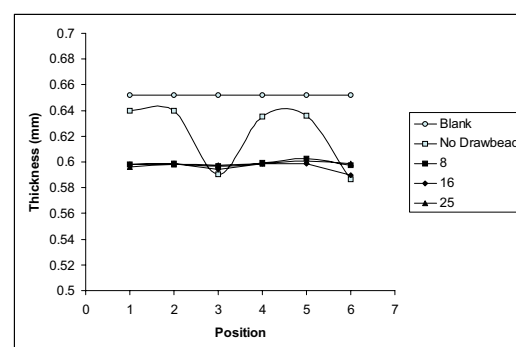
ภาพที่ 6: แสดงค่าความหนาที่เปลี่ยนแปลงที่ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ความยาวดรอว์บีดเท่ากับ 67 mm



ภาพที่ 7: แสดงค่าความหนาที่เปลี่ยนแปลงที่ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ความยาวดรอว์บีดเท่ากับ 77 mm



ภาพที่ 8: แสดงค่าความหนาที่เปลี่ยนแปลงที่ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ความยาวดรอว์บีดเท่ากับ 87 mm



ภาพที่ 9: แสดงค่าความหนาที่ผนังถั่วสี่เหลี่ยมของแบบจำลองใน 8, 16 และ 25

5. สรุป

ค่าความหนาที่เปลี่ยนแปลงที่ผนังด้วยเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขนาดของดอร์วีบีดความยาวของดอร์วีบีดเท่ากับ 6 mm ดังภาพที่ 6 โดยเปรียบเทียบความหนากับแผ่นชิ้นงานที่ยังไม่ได้ขึ้นรูป และความหนาของชิ้นงานที่ขึ้นรูปโดยไม่มีดอร์วีบีด พบว่าถ้าเพิ่มความสูงของดอร์วีบีด เท่ากับ 7.7 mm และ 10.3 mm ค่าความหนาที่ตำแหน่งที่ 1, 2, 4 และตำแหน่งที่ 5 ลดลง และมีค่าความหนาใกล้เคียงกับความหนาที่ตำแหน่งที่ 3 และตำแหน่งที่ 6 ซึ่งมีค่าความหนาน้อยที่สุดจากการวิเคราะห์พบว่าค่าความหนาที่ผนังด้วยมีความสม่ำเสมอมากที่สุดคือ ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ 8 มีค่าความสูงดอร์วีบีดเท่ากับ 10.3 mm และรัศมีดอร์วีบีดเท่ากับ 5.75 mm

จากภาพที่ 7 และภาพที่ 8 แสดงค่าความหนาที่เปลี่ยนแปลงที่ผนังด้วยเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขนาดของดอร์วีบีดความยาวของดอร์วีบีด เท่ากับ 77 mm และ 87 mm ตามลำดับ โดยเปรียบเทียบความหนากับแผ่นชิ้นงานที่ยังไม่ได้ขึ้นรูปและความหนาของชิ้นงานที่ขึ้นรูปโดยไม่มีดอร์วีบีด พบว่าถ้าเพิ่มความสูงของดอร์วีบีดเท่ากับ 7.7 mm และ 10.3 mm ค่าความหนาที่ตำแหน่งที่ 1, 2, 4 และตำแหน่งที่ 5 ลดลงเช่นกัน และมีค่าความหนาใกล้เคียงกับความหนาที่ตำแหน่งที่ 3 และตำแหน่งที่ 6 จากการวิเคราะห์พบว่าค่าความหนาที่ผนังด้วยมีความสม่ำเสมอมากที่สุดคือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ 16 และในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ 25 มีค่าความสูงดอร์วีบีดเท่ากับ 10.3 mm และรัศมีดอร์วีบีดเท่ากับ 3.75 mm มีค่าความสูงดอร์วีบีดเท่ากับ 10.3 mm และรัศมีดอร์วีบีดเท่ากับ 3.75 mm ดังภาพที่ 9 ดอร์วีบีดช่วยให้ค่าความหนาที่ ผนังด้วยมีความสม่ำเสมอ และเมื่อเพิ่มความสูงของดอร์วีบีดมากขึ้นค่า ความหนาของผนังด้วยมีความสม่ำเสมอมากขึ้น และเมื่อเพิ่มรัศมีของดอร์วีบีดมากขึ้น จะทำให้ค่าความหนาสม่ำเสมอใกล้เคียงกัน

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Nine, H.D. And Wang, N.M., “Drawbead Force in Sheet Metal Forming” in Mechanics of Sheet Metal Forming, Penum Press, NewYork, (1978) pp. 179-211.
- [2] N.M. Wang, “A mathematical model of drawbead forces in sheet metal forming” Journal of Applied Metal Working 2 (1982), pp. 193-199.
- [3] Cao, J., Boyce, M.C., 1993. “Drawbead penetration as a control element of material Flow” SAE930517. Sheet-Metal and Stamping Symposium, Detroit.
- [4] H.D. Nine, “The applicability of Coulomb’s friction law to drawbeads in sheet metal forming” J. Appl. Metal Working 23 (1982), pp. 200-210.
- [5] Nine, H.D., 1982. “New drawbead concepts for sheet metal forming” J. Appl. Metal Working 23, pp. 185-192.
- [6] T.H. Choi, H.Huh, “Sheet Metal Forming Analysis of Planar Anisotropic Materials by a Modified Membrane Finite Element Method with Bending Effect” Journal of Material Processing Technology 89-90 (1999) 58-64.
- [7] วาภูมิ และพงศ์พันธ์ “งานขึ้นรูปโลหะ เล่ม 1 แม่พิมพ์โลหะแผ่น” สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. พิมพ์ครั้งที่ 1 มกราคม 2552

ออกแบบและสร้างอุปกรณ์วิเคราะห์คานขนาดพกพาด้วยหลักการซ้อนทับและทฤษฎีบท

ตอบสนองกันของแมกซ์เวล

Design and Fabrication of Portable Beam Deflection Apparatus Using the Principle of Superposition and Maxwell's Reciprocal Theorem

ณรงค์ศักดิ์ นิธิประทีป และ ศุภฤกษ์ สิริเวทิน

ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล

วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: narongsakn@kmutnb.ac.th, ssv@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ความเค้นและการเสียรูปที่เกิดขึ้นในโครงสร้างทางวิศวกรรม จะมีการนำเอาหลักการซ้อนทับ (principle of superposition) เข้ามาใช้ช่วยย่อยๆ โดยหลักการนี้จะสามารถนำมาใช้ได้ก็ต่อเมื่อ ปริมาณที่พิจารณานั้นเป็นฟังก์ชันแบบเชิงเส้นกับภาระที่กระทำ ถ้าขนาดของปริมาณที่เกิดจากภาระกระทำได้อีกวัดแบบแยกส่วนกัน ผลลัพธ์ของปัญหาคานที่รับภาระแบบต่างๆ นั้นสามารถคำนวณหาได้ โดยการนำเอาภาระต่างๆ ซึ่งกระทำกับคานพร้อมๆ กัน มารวมเข้าไว้ด้วยกันได้ อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นจะมีขนาดกะทัดรัด สามารถพกพาไปใช้สอนในห้องเรียนได้ โดยอุปกรณ์ทดลองนี้จะใช้น้ำหนักถ่วงขนาดต่างๆ แทนภาระที่กระทำกับคาน ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองจะถูกนำมาใช้อธิบายหลักการซ้อนทับและทฤษฎีบทตอบสนองกันของแมกซ์เวล

คำสำคัญ: หลักการซ้อนทับ, ทฤษฎีบทตอบสนองกันของแมกซ์เวล, กลศาสตร์วัสดุ

Abstract

The principle of superposition is usually employed to determine stresses and deformation in engineering structures. This theorem can be applied only when the determined quantity is a linear function to the applied load. If the quantity is separately measured, the deflection of beam can be obtained by summing the applied loads acting on the beam. The experimental apparatus is portable, which is designed to be used for teaching purpose in normal classroom. The scale weights were used to represent the load of the beam. The experimental results were used to explain the principle of superposition and Maxwell's reciprocal theorem.

Keyword: Principle of Superposition, Maxwell's Reciprocal Theorem, Mechanics of Materials

1. บทนำ

หลักการซ้อนทับ (principle of superposition) [1] เป็นหลักการที่ถูกนำมาใช้อยู่บ่อยๆ ในวิชากลศาสตร์ของวัสดุ และวิชาอื่นๆ ในหมวดวิชาเดียวกัน ปัญหาที่เกิดขึ้นในการสอนก็คือ การที่จะพิสูจน์หลักการอันนี้ให้นักศึกษาได้เห็นว่าเป็นไปได้จริงในทางปฏิบัตินั้น จำเป็นจะต้องสร้างอุปกรณ์ทดลองขึ้นมา เพื่อให้นักศึกษาได้เข้าใจและมั่นใจในหลักการซ้อนทับได้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งทราบถึงขีดจำกัดของหลักการซ้อนทับนี้ได้อย่างถูกต้องชัดเจน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบอุปกรณ์ทดลองขนาดพกพาซึ่งประกอบด้วยแท่นยึดคานยื่น (Cantilever beam) ซึ่งมีสเกลวัดความยาวติดตั้งอยู่พร้อมกับนาฬิกาวัดลิก ที่สามารถเลื่อนไปมาตลอดความยาวของคานได้ และใช้น้ำหนักถ่วงเพื่อสร้างระยะแอนให้กับคาน โดยคานยื่นที่นำมาติดตั้งจะทำจากโลหะหลายๆ ชนิด และมีหน้าตัดรูปแบบต่างๆ อุปกรณ์นี้ได้ถูกนำมาใช้เพื่อสอนวิชากลศาสตร์วัสดุ สำหรับนักศึกษาในสาขาวิศวกรรมศาสตรระดับปริญญาตรี นอกจากนี้อุปกรณ์ชุดนี้ยังสามารถนำมาใช้ทดลอง เพื่อพิสูจน์ทฤษฎีบทตอบสนองกันของแมกซ์เวล (Maxwell's Reciprocal) [2] ได้อีกด้วย

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงสร้างแบบดีเทอร์มิเนท (Statically Determinate Structure)

โครงสร้างแบบดีเทอร์มิเนท คือโครงสร้างที่สามารถใช้สมการสภาวะสมดุลในวิชาสถิตศาสตร์ คำนวณหาแรงภายนอกและแรงปฏิกิริยาที่กระทำกับคานได้ ซึ่งในปัญหาแบบสองมิติสมการสภาวะสมดุลจะมีดังนี้

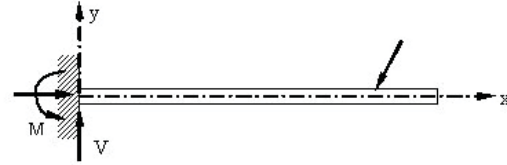
$$\sum F_x = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_y = 0 \quad (2)$$

$$\sum M_z = 0 \quad (3)$$

โดยสมการที่ (1), (2) และ (3) ก็คือ สมการผลรวมของแรงในแนวแกน x, แรงในแนวแกน y และโมเมนต์รอบแกน z ตามลำดับ ในภาพที่ 1 จะแสดงลักษณะของแรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่จุดยึดของคานยื่น (Cantilever Beam) เนื่องจากแรงภายนอก P ซึ่งมีปริมาณไม่ทราบค่าอยู่ 3 ตัวแปร คือ H, V และ

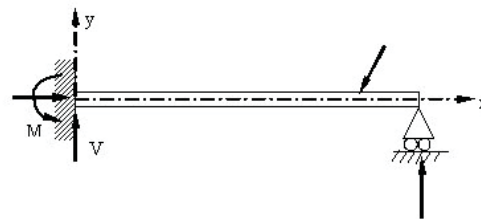
M ซึ่งเราสามารถใช้สมการสภาวะสมดุลทั้งสามสมการคำนวณหาได้



ภาพที่ 1: ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่จุดยึดของคานยื่น

2.2 โครงสร้างแบบอินดีเทอร์มิเนท (Statically Indeterminate Structure)

โครงสร้างแบบอินดีเทอร์มิเนท คือโครงสร้างจำเป็นต้องมีสมการเพิ่มจากสมการสภาวะสมดุล เพื่อใช้คำนวณหาแรงภายนอกและแรงปฏิกิริยาที่กระทำกับคานได้ ซึ่งสมการที่เพิ่มขึ้นมานี้จะเป็นสมการความสัมพันธ์ของการเสียรูปในโครงสร้าง (Compatibility of Deformations)



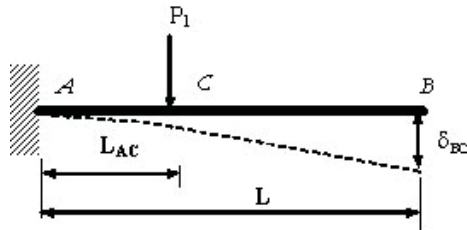
ภาพที่ 2: ปฏิกิริยาของคานยื่นแบบมีจุดรองรับที่ปลาย

ในภาพที่ 2 จะแสดงตัวอย่างของโครงสร้างแบบอินดีเทอร์มิเนท ซึ่งก็คือคานยื่นแบบมีจุดรองรับที่ปลายนั่นเอง จากรูปจะเห็นว่าปริมาณไม่ทราบค่าอยู่ด้วยกันถึง 4 ตัวแปร คือ H, V, M และ R แต่เนื่องจากสมการสภาวะสมดุลมีเพียงแค่ 3 สมการ ดังนั้นเราจึงต้องนำเอาสมการความสัมพันธ์ของการเสียรูปในโครงสร้างที่จุดยึดซึ่งฝังอยู่ในผนังมาช่วยในการคำนวณ (ซึ่งเราทราบคืออยู่แล้วว่าการเสียรูปที่เกิดขึ้นที่จุดยึดซึ่งฝังอยู่ในผนังนั้นมีค่าเป็นศูนย์) ทำให้เรามีจำนวนสมการเพียงพอกับจำนวนตัวแปรไม่ทราบค่า

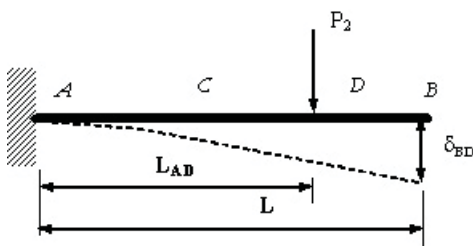
2.3 หลักการซ้อนทับ (Principal of Superposition)

ในการวิเคราะห์โครงสร้างในช่วงยืดหยุ่นเชิงเส้น (Linear Elastic) พบว่า ระยะแอนของคานจะเป็นฟังก์ชันแบบเชิงเส้นกับปริมาณแรงที่กระทำ และระยะแอนที่เกิดขึ้นที่เกิดจากแรงกระทำแต่ละค่าในแต่ละตำแหน่ง สามารถนำมาบวกรวมกันได้ เพื่อหา

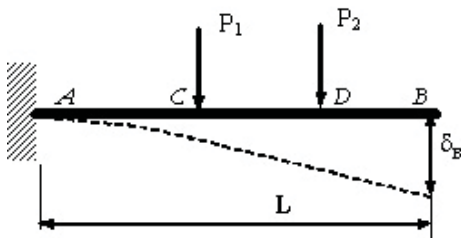
ระยะแอ่นรวมเนื่องจากแรงเหล่านั้นกระทำกับคานได้ ตามตัวอย่างต่อไปนี้



ภาพที่ 3: คานยื่นมีแรง P_1 ที่ระยะ L_{AC}



ภาพที่ 4: คานยื่นมีแรง P_2 ที่ระยะ L_{AD}



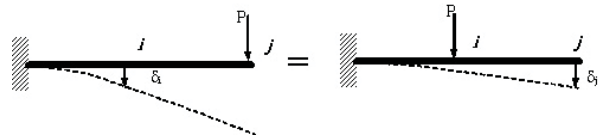
ภาพที่ 5: คานยื่นมีแรง P_1 และ P_2 ที่ระยะ L_{AD} และ L_{AC}

ถ้าแรง P_1 มากระทำที่จุด C เราจะได้ระยะแอ่นที่ปลาย B เป็น δ_{BC} (ดูภาพที่ 3 ประกอบ) ต่อมาแรง P_2 มากระทำที่จุด D เราจะได้ระยะแอ่นที่ปลาย B เป็น δ_{BD} (ดูภาพที่ 4 ประกอบ) ถ้าหากคานรับแรงทั้ง P_1 และ P_2 เราสามารถหาระยะแอ่นที่ปลาย B ได้จากผลรวมของระยะแอ่น δ_{BC} และ δ_{BD} (ดูภาพที่ 5 ประกอบ) ดังนั้นเราสามารถเขียนระยะแอ่นรวมที่ปลาย B, δ_B ได้ดังนี้

$$\delta_B = \delta_{BC} + \delta_{BD} \quad (4)$$

2.4 ทฤษฎีบทตอบสนองกันของแมกซ์เวลล์ (Maxwell's Reciprocal Theorem)

ในการวิเคราะห์โครงสร้างในช่วงยืดหยุ่นเชิงเส้น ระยะแอ่นที่จุด i เนื่องจากแรงกระทำ P ที่จุด j จะมีค่าเท่ากับ ระยะแอ่นที่จุด j เนื่องจากแรงกระทำ P ที่จุด i (ดูภาพที่ 6 ประกอบ)



ภาพที่ 6: ระยะแอ่นของคานยื่นมีแรง P สลับกันจุด i และ j

จากทฤษฎีบทตอบสนองกันของแมกซ์เวลล์ เราสามารถเขียนสมการของระยะแอ่นได้ดังนี้

$$\delta_i = \delta_j \quad (5)$$

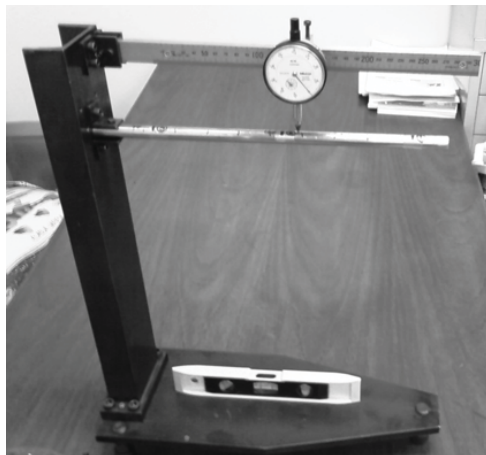
3. การทดลอง

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์ที่ออกแบบในการทดลองจะใช้วิธีถ่วงน้ำหนักขนาดต่างๆ และวัดระยะแอ่นของคาน ในช่วงต่างๆ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการหาระยะแอ่นในบริเวณต่างๆ ตามสมการต่อไปนี้

$$u_i = F_{ij} \cdot P_j \quad (6)$$

โดยที่ u คือ ระยะแอ่นในบริเวณที่ทำการวัด F_{ij} คือ สัมประสิทธิ์อิทธิพล (influence coefficient), P คือ ขนาดของภาระที่กระทำ ส่วน i คือตำแหน่งที่ทำการวัดระยะแอ่น และ j คือตำแหน่งที่ภาระกระทำ ในภาพที่ 7 จะแสดงอุปกรณ์ทดลองคานขนาดพิกที่สร้างขึ้น ซึ่งมีขนาดประมาณ 700 x 450 x 200 mm ทำจากเหล็กม้วนมีน้ำหนักวัดเล็กแบบเข็มความละเอียด 0.01 mm ติดตั้งอยู่บนปลอกเลื่อนบนสเกลวัดระยะ ส่วนภาระที่กระทำกับคานใช้น้ำหนักถ่วงและก้านแขวนมาตรฐานของคานแบบเลื่อนที่ใช้ในทั่วไปในตลาด

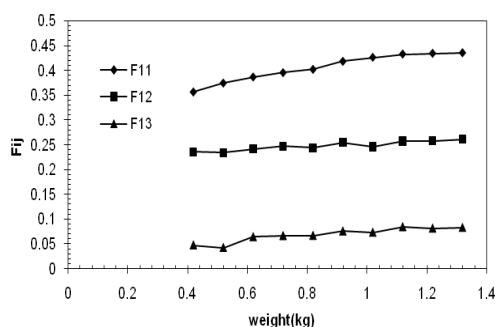


ภาพที่ 7: แสดงลักษณะของอุปกรณ์ทดลองคาน

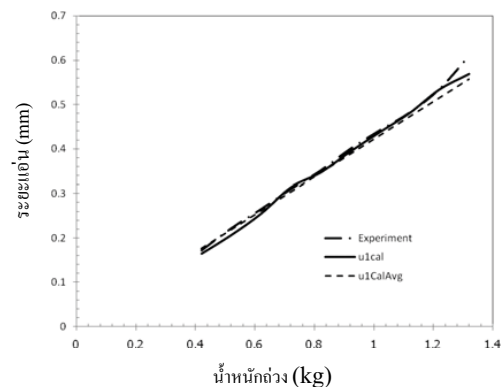
ในภาพที่ 8 จะแสดงการแขวนน้ำหนักบนคานเหล็กกล้าไร้สนิมหน้าตั่วกลมขณะทำการทดลอง



ภาพที่ 8: แสดงอุปกรณ์ขณะทำการทดลอง



ภาพที่ 9: แสดงค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลจากการทดลอง



ภาพที่ 10: เปรียบเทียบระยะแอ่นจากการทดลองและจากการคำนวณ

ค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลที่ได้จากการทดลองที่น้ำหนักถ่วงค่าต่างๆ จะแสดงในภาพที่ 9 และภาพที่ 10 จะเปรียบเทียบระยะแอ่นของคานที่ได้จากการทดลองและจากการคำนวณตามสมการที่ 6

4. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองใช้อุปกรณ์นี้สอนนักศึกษามาเป็นเวลา 3 ภาคเรียน พบว่าอุปกรณ์นี้สามารถใช้พิสูจน์หลักการซ้อนทับและทฤษฎีบทตอบสนองกันของแมกซ์เวลล์ได้เป็นอย่างดี โดยนักศึกษาได้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้และยอมรับในความเที่ยงตรงของทฤษฎีทั้งสอง อย่างไรก็ตามก็ดียังคงมีจุดบกพร่องอยู่หลายประการ อาทิเช่น ความละเอียดของนาฬิกาวัดเล็ก ยังหยาบเกินไปในการอ่านค่าระยะแอ่นในขณะที่น้ำหนักถ่วงรวมมีค่าต่ำกว่า 620 กรัม ทำให้นักศึกษาประมาณค่าเองจากการกะด้วยสายตา ดังแสดงให้เห็นในค่า F_{12} และ F_{13} ภาพที่ 9 ซึ่งควรจะมีความคงที่ในทุกๆ ค่าน้ำหนักถ่วง ส่วน F_{11} นั้นพบว่ามีความคงที่ เนื่องจากทำการวัดใกล้กับปลายด้านอิสระของคานอื่น ซึ่งก็เป็นไปตามที่คาดการณ์เอาไว้ สำหรับข้อบกพร่องประการอื่น ได้แก่ การเปลี่ยนคานต้องใช้เวลาในการถอดประกอบและปรับตั้งค่าค่อนข้างนาน เนื่องจากใช้เหล็กฉากสองอันเป็นประกับและยึดคานด้วยสลักเกลียวสองตัว อย่างไรก็ตามก็ดีข้อดีประการหนึ่งของอุปกรณ์ทดลองชุดนี้ก็คือมีราคาถูก โดยใช้งบประมาณแค่หมื่นกว่าบาทต่อชุด ทำให้

สถาบันการศึกษาที่มีงบประมาณจำกัด สามารถผลิตขึ้นมาใช้
เองได้จากวัสดุฝึกในโรงงาน

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ให้ทุน
สนับสนุน โครงการวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] L.S. Srinath, “Advanced Mechanics of Solids”, 2nd Ed.,
Tata McGraw Hill publisher, 2003.
- [2] D.N. Fenner, “Dynamics of Mechanical System”, Lecture
note, *Dept. Mechanical Engineering, King’s College London*,
2001.

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติ

ระบบปรับอากาศรถยนต์แบบอัตโนมัติ

The construction and the efficiency validation of the operational set

On the automatic automobile air conditioner system

ทวิวัฒน์ รื่นรวย

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: wat_757@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ประเภท One-Group Pretest-Post test Design มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศรถยนต์แบบอัตโนมัติและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน วิธีดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ชั้นปีที่ 3 จำนวน 28 คน ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ก่อนเข้าสู่บทเรียนทำการทดสอบพื้นฐานความรู้ของนักศึกษา ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้น ดำเนินการสอน และประเมินผลระหว่างเรียนจากการปฏิบัติงาน และจากการทำแบบฝึกหัด หลังจบบทเรียน ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกครั้งจากนั้น นำคะแนนก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน มาหาประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลจากการวิจัย พบว่า ชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศรถยนต์แบบอัตโนมัติ (AUTO) ที่ผู้วิจัยได้จัดสร้างขึ้นนั้น มีประสิทธิภาพ 84.07/81.43 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: ชุดฝึกปฏิบัติ ระบบปรับอากาศรถยนต์แบบอัตโนมัติ ภาวะโลกร้อน การประเมินคุณภาพ ผู้เชี่ยวชาญ

Abstract

This experimental research aimed to construct and validate the efficiency of the operational set on the automatic automobile air conditioner system. Moreover, the research was done in order to compare the students' scholastic achievement through the pre test and post test average scores. The sample group was set by purposive sampling. They were 28 third-year students who studied in the vocational certificate in mechanical technology department at Nakhonsawan technical college. At the beginning of the class, students' background knowledge was assessed through the pretest. Then, the assessments on the operation and the exercise were conducted during the course. After going through the lessons, students were assigned to do the post test in order to evaluate their learning achievements. Finally, the scores from the pretest, the interval test and the posttest were validated and compared to find the learning achievement results. The results showed that the constructed operational set on the automatic automobile air conditioner system had the efficiency of 84.07/81.43 which was higher than the set criteria of 80/80. The students' scholastic achievements, the average posttest scores were higher than those of the pretest with the statistically significant level at 0.05

Keywords: operational set, Automatic automobile air conditioner system, Global warming, evaluated, experts

1. บทนำ

ภาวะโลกร้อน (Global warming) หรือสภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง กลายเป็นปัญหาใหญ่ของโลก โดยสังเกตได้จากอุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งทั่วโลกกำลังวิตกกังวลและให้ความสนใจ นักวิจัยได้มีการคาดการณ์การอุณหภูมิผิวโลก ในอีก 100 ปีข้างหน้า อุณหภูมิโลกจะเพิ่มขึ้น 4-5 องศาเซลเซียส สำหรับประเทศไทยที่ผ่านมาในช่วง 40 ปี อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส ดังนั้นในอีก 100 ปีข้างหน้า คาดว่าเมืองไทยอุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 2-4 องศาเซลเซียส

จากปัญหาภาวะโลกร้อนขึ้นจึงเป็นประเด็นสำคัญที่ทำให้มีความจำเป็นในการใช้เครื่องปรับอากาศเพิ่มมากขึ้น รวมถึงระบบปรับอากาศในรถยนต์ด้วยและประกอบกับเมืองไทยเป็นเมืองร้อนอยู่แล้ว จึงมีความจำ

เป็นมากที่รถยนต์จะต้องมีการติดตั้งระบบปรับอากาศ ซึ่งปัจจุบัน รถยนต์ที่ใช้ในเมืองไทย จะมีการติดตั้งระบบปรับอากาศรถยนต์มาจากโรงงานผู้ผลิตรถยนต์แล้ว และผู้ผลิตรถยนต์เกือบทุกบริษัท ได้พัฒนานวัตกรรมเทคโนโลยีใหม่ มาใช้กับระบบปรับอากาศรถยนต์ โดยติดตั้งระบบปรับอากาศรถยนต์แบบอัตโนมัติ (AUTO) ในรถยนต์ที่ผลิตรายล่าสุด

ระบบปรับอากาศรถยนต์แบบอัตโนมัติ (AUTO) จะมีอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศมากขึ้น และมีระบบควบคุมการทำงานที่เพิ่มมากขึ้น มีวงจรไฟฟ้าที่ต่างจากระบบปรับอากาศแบบพื้นฐาน ถ้าอุปกรณ์ หรือระบบควบคุมเกิดการชำรุดเสียหาย ช่างซ่อมจะต้องมีความรู้ความสามารถ ทักษะในการแก้ไขปัญหาได้ ดังนั้นการเรียนการสอนที่ทันต่อเทคโนโลยี มีสื่อการสอนที่ทันสมัย จะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

สภาพการเรียนการสอนวิชา งานปรับอากาศรถยนต์ ที่สาขางานยานยนต์ สาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ พบว่า สื่อการเรียนการสอนประเภทชุดฝึกปฏิบัติที่มีอยู่ จะเป็นระบบปรับอากาศรถยนต์แบบพื้นฐาน (Manual) ส่งผลให้การฝึกปฏิบัติในบางหน่วย ไม่ครอบคลุมเนื้อหาของรถยนต์ที่เป็นระบบปรับอากาศแบบอัตโนมัติ (AUTO) ซึ่งได้แก่หน่วยวงจรไฟฟ้าระบบปรับอากาศรถยนต์ การบริการระบบ และการตรวจวิเคราะห์แก้ไขปัญหา ผู้วิจัยเห็นว่าการเรียนการสอนควรได้รับการปรับปรุงและพัฒนาให้ทันต่อเทคโนโลยี โดยเฉพาะอย่างยิ่งชุดฝึกปฏิบัติ ควรมีการปรับปรุงและพัฒนาสร้างให้มีความทันสมัย เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหากับงานจริงได้

พิสิฐ เมธภัทร และธีระพล เมธิกุล (2529: 2) จากการศึกษาปัญหาการเรียนการสอนด้านเทคนิคพบว่า เกิดจากสาเหตุใหญ่ 2 ประการ คือ [1]

1. คุณภาพของหลักสูตร ซึ่งหลักสูตรที่ไม่ได้ผ่านการวิเคราะห์หรือประเมินผลที่ดี และถูกต้อง อาจทำให้เกิดปัญหาได้เพราะในหลักสูตรเองมีเฉพาะหัวข้อรายวิชา ไม่มีรายละเอียดของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ทำให้ครูผู้สอนเลือกเนื้อหาทำการสอนแต่ละแห่งแตกต่างกันไป ตามความถนัดของตนเอง หรือตามหนังสือตำราต่าง ๆ ที่ตัวเองมีอยู่หรือศึกษามา จึงเป็นสาเหตุทำให้ผู้เรียน ได้รับเนื้อหาที่ไม่ตรงกัน และไม่ตรงกับความต้องการในงานอาชีพที่แท้จริง

2. การจัดการเรียนการสอน การสอนวิชาเทคนิคโดยส่วนมากแล้ว ครูผู้สอนจะใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย ผู้เรียนไม่มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน ขาดแรงจูงใจและความตั้งใจในการเรียน ขาดอุปกรณ์ช่วยสอน โดยเฉพาะเนื้อหาวิชาเทคนิคซึ่งต้องการในสิ่งที่เห็นจริง ได้ลงมือปฏิบัติการจริงๆ เพื่อที่ผู้เรียนได้เข้าใจหลักการและเหตุผลได้อย่างลึกซึ้ง ทำให้ผู้เรียนสามารถนำไป

ประกอบอาชีพได้ นอกจากนี้ยังพบว่าการเรียนการสอนของครูในแต่ละครั้งส่วนใหญ่จะไม่มีวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน และไม่มีการประเมินผลสัมฤทธิ์ความก้าวหน้าทางการเรียน ว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

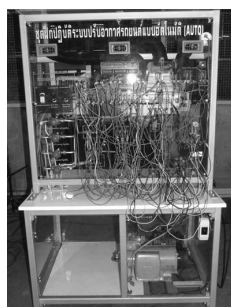
เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต (2528: 202) กล่าวว่าปัญหาที่มีอยู่ควรได้รับความสนใจศึกษา และหาแนวทางที่จะพิจารณาแก้ไขปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นโดยการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา เพราะจะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะชุดการสอนซึ่งถือว่าเป็นนวัตกรรมทางการศึกษา ที่ทุกวงการทางการศึกษากำลังให้ความสนใจ จากผลการวิจัยที่ผ่านมาสรุปได้ว่า การสอนโดยใช้อุปกรณ์การสอนได้ผลดีกว่าการสอนแบบปกติ ที่ปฏิบัติกันอยู่ เพื่อเป็นแนวทางการสอนของครูอาจารย์ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์เดียวกัน การจัดการเรียนการสอน ควรที่จะได้รับการพัฒนาปรับปรุง ให้มีสื่อการเรียนการสอน ใบงาน ใบเนื้อหา แบบฝึกหัดแบบทดสอบ ให้เหมาะสม เพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนการสอนและมีกิจกรรมร่วมกันตลอดเวลาขณะที่ทำการสอน ซึ่งจะมีส่วนทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ [2]

จากสภาพปัญหาและข้อมูลสนับสนุนดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้าง และหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศรถยนต์ แบบอัตโนมัติ (AUTO) เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ วิชางานปรับอากาศรถยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2546) ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ประเภท One-Group Pretest-Posttest Design เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศรถยนต์แบบอัตโนมัติ (AUTO) โดยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขางานยานยนต์ สาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จำนวน 28 คน ใช้วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากนั้นทำการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา เพื่อให้ได้หน่วยการเรียนรู้ หัวข้องานและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อเป็นกรอบในการสร้างชุดฝึกปฏิบัติ ให้สามารถฝึกได้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ชุดฝึกปฏิบัติ เมื่อดำเนินการสร้างเสร็จ ได้เชิญผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการสอน หรือการให้บริการซ่อมระบบปรับอากาศรถยนต์ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 9 ท่าน เพื่อทำการประเมินคุณภาพ



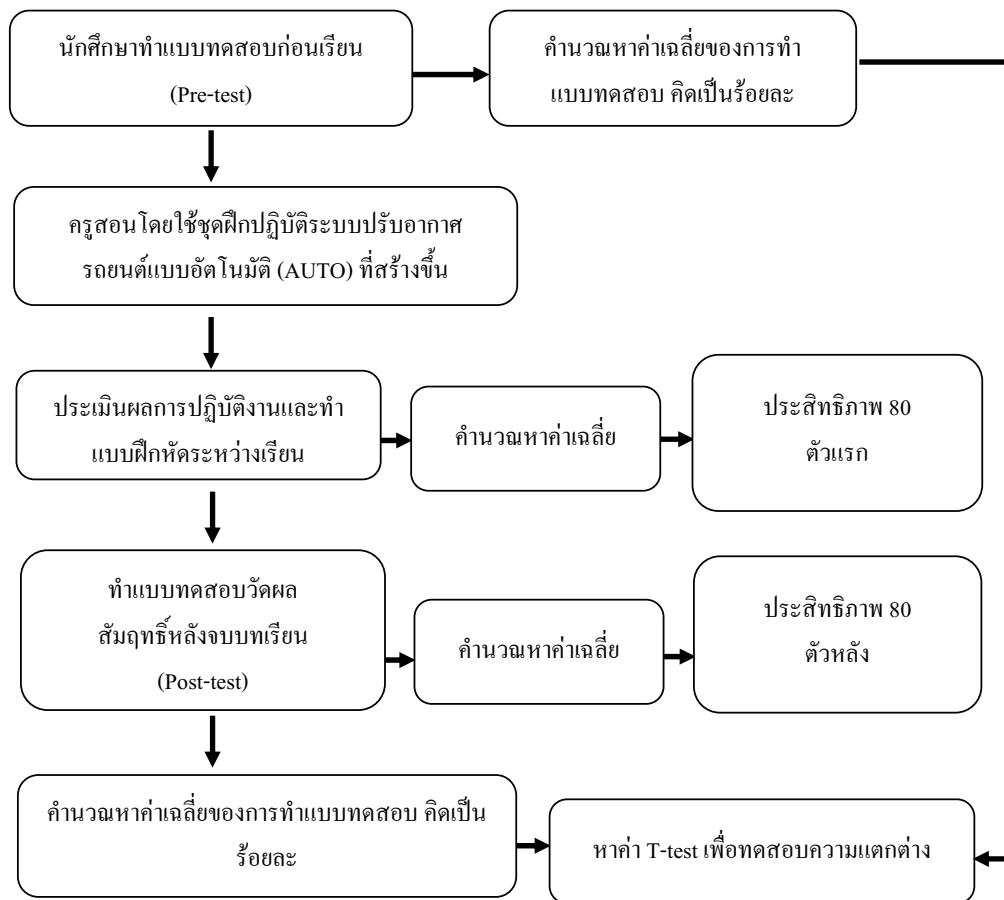
ภาพที่ 1 แสดงชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศรถยนต์แบบอัตโนมัติ (AUTO)

ทำคู่มือการใช้งานชุดฝึก คู่มือครู คู่มือนักเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 40 ข้อ และหาคุณภาพแบบทดสอบ โดยเชิญผู้เชี่ยวชาญด้าน

การจัดการเรียนการสอน จำนวน 5 ท่าน เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)

นำชุดฝึกปฏิบัติไปทดลองใช้ กับกลุ่มทดลอง ชั้นปวช. ปีที่ 3 ที่เรียนในรายวิชางานปรับอากาศรถยนต์ภาคเรียนที่ 1/2551 เพื่อหาข้อบกพร่อง และปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกปฏิบัติ พร้อมกับหาคุณภาพแบบทดสอบ โดยหาดัชนีความยาก-ง่าย อำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ และชุดฝึกปฏิบัติที่สมบูรณ์ ไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

นำชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศรถยนต์แบบอัตโนมัติ (AUTO) ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 28 คน โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนทั้งรายวิชา โดยทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ด้วยแบบทดสอบ จากนั้นจึงดำเนินการสอน และเก็บคะแนนความก้าวหน้าระหว่างเรียนจากการประเมินผลการปฏิบัติงานรวมกับคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดทุกใบงาน เมื่อเรียนครบทุกใบงาน ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกัน และเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลหาประสิทธิภาพและความก้าวหน้าต่อไป



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือในการวิจัยที่จัดสร้างขึ้น

3. ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากการสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศรถยนต์แบบอัตโนมัติ (AUTO) โดยทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานยานยนต์ สาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ชั้นปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 2 / 2551 จำนวน 28 คน จากประชากรทั้งหมด 73 คน ซึ่งแบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ข้อ ดังนี้

3.1 ผลจากการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ ของชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศรถยนต์แบบอัตโนมัติ (AUTO)

ผลจากการนำชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศรถยนต์แบบอัตโนมัติ (AUTO) ไปใช้ประกอบการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 28 คน ปรากฏว่า มีประสิทธิภาพ 84.07 / 81.43 ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลจากการหาประสิทธิภาพ ของชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศยนต์แบบอัตโนมัติ (AUTO)

รายการ	N	$\sum X$	\bar{X}	ร้อยละ
คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดและ / หรือจาก การประเมินผลการปฏิบัติงาน (200 คะแนน)	28	4708	168.143	84.07
คะแนนจากการทำแบบทดสอบ (40 คะแนน)	28	912	32.57	81.43

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า นักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 28 คน ทำแบบฝึกหัดและ / หรือจากการประเมินผลการปฏิบัติงาน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 84.07 ของคะแนนรวมทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ตัวแรกที่ตั้งไว้ และทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 81.43 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ตัวหลังที่ตั้งไว้ ดังนั้นแสดงว่า ชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศยนต์ แบบอัตโนมัติ

(AUTO) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

3.2 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน

จากการทดสอบพื้นฐานความรู้ ของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียน (Pretest) และทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบพื้นฐานความรู้กลุ่มตัวอย่างก่อนเรียน และคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียน ผลปรากฏดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบความแตกต่าง ระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อดูความก้าวหน้าทางการเรียน

การทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ค่าส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	t
ก่อนเรียน	28	8.04	2.117	20.089
หลังเรียน	28	32.57	3.636	47.408

จากตารางที่ 2 ผลการคำนวณ ค่า t ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 แสดงว่า ชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศยนต์แบบอัตโนมัติ (AUTO) ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชางานปรับอากาศยนต์สามารถทำให้นักศึกษาเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ได้จริง

4. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และ

ข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการวิจัย

4.1.1 ชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศยนต์แบบอัตโนมัติ (AUTO) ที่ผู้วิจัยได้จัดสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 84.07/81.43 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 จึงเป็นไปตามสมมติฐาน

4.1.2 คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบ หลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบ ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 อภิปรายผล

จากการวิจัยในครั้งนี้ สามารถอภิปรายผลได้ว่าการเรียนการสอนวิชา งานปรับอากาศรถยนต์ โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศรถยนต์ แบบอัตโนมัติ (AUTO) เป็นสื่อในการประกอบการเรียนการสอนนั้น มีส่วนช่วยกระตุ้นให้นักศึกษามีความสนใจ และตั้งใจเรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ ลดปัญหาการเรียนการสอนที่ต้องจินตนาการ ซึ่งเป็นไปตามความคิดเห็นของพิสิฐ เมธาภัทรและธีระพล เมธิกุล (พิสิฐและธีระพล, 2529: 2, 168) ในเรื่องปัญหาการเรียนด้านเทคนิค ที่ครูผู้สอนใช้วิธีสอนแบบบรรยาย ผู้เรียนไม่มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน ขาดอุปกรณ์ช่วยสอน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับข้อเสนอแนะ ของ ปกาสิทธิ์ ภัทรรังสี (ปกาสิทธิ์, 2536:59) ที่พบว่าชุดฝึกสถานการณ์จำลอง ปัญหา สามารถใช้ในการฝึก เพื่อแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องต่าง ๆ แทนระบบจริงได้ ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์จากการฝึก และช่วยลดเวลาในการจัดเตรียมอุปกรณ์ในการฝึกอีกด้วย [3]

4.3 ข้อเสนอแนะ

4.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

4.3.1.1 สถานศึกษาที่จัดการเรียนการสอนด้านอาชีพ ควรส่งเสริมให้ครูผู้สอน จัดหาหรือสร้างสื่อการเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการได้ลงมือทำจริง

4.3.1.2 สื่อประเภทชุดฝึกปฏิบัติ ที่สร้างไม่ยุ่งยากสลับซับซ้อน และไม่เป็นอันตราย ควรส่งเสริมให้นักศึกษาเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดทำด้วย

4.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

4.3.2.1 ควรนำผลการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติ ระบบปรับอากาศรถยนต์แบบอัตโนมัติ (AUTO) นี้ ไปใช้เป็นแนวทางในการจัดสร้างชุดฝึกปฏิบัติอื่น ๆ ที่มีลักษณะของกิจกรรมการเรียนการสอนคล้ายคลึงกัน

4.3.2.2 ควรมีการนำชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศรถยนต์แบบอัตโนมัติ (AUTO) นี้ไปทดลองกับสถาบันการศึกษาอื่น ๆ ที่ใช้หลักสูตรเดียวกัน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศรถยนต์แบบอัตโนมัติ (AUTO) ในภาพรวมให้ชัดเจนขึ้น

5. บรรณานุกรม

- [1] พิสิฐ เมธาภัทร และธีระพล เมธิกุล. **ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค**. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2529.
- [2] เสาวณีย์ สิกขามันจิต. **เทคโนโลยีทางการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.
- [3] ปกาสิทธิ์ ภัทรรังสี. **การสร้างชุดฝึกสถานการณ์จำลองปัญหาปรับอากาศในรถยนต์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2536.

การประมาณค่าความน่าเชื่อถือของอากาศยานเพื่อวางแผนการบำรุงรักษา

Aircraft Reliability Estimation for Maintenance Plan

สมภพ คลับแก้ว

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : sptg@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

ค่าความน่าเชื่อถือของอากาศยานถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการวางแผนการบำรุงรักษา ในการประมาณค่าความน่าเชื่อถือจำเป็นต้องใช้ข้อมูลชั่วโมงทำการบินมาทำการวิเคราะห์ การประมาณค่าความน่าเชื่อถือของอากาศยานใช้กระบวนการทางสถิติ เพื่อหาแบบจำลองความน่าเชื่อถือที่เหมาะสมต่ออากาศยาน ค่าความน่าเชื่อถือของอากาศยานสามารถพยากรณ์ได้และนำมาเป็นพื้นฐานเพื่อการวางแผนการบำรุงรักษาส่วนประกอบต่างๆโดยละเอียดอีกต่อไป

คำสำคัญ: อากาศยาน ความน่าเชื่อถือ แผนการบำรุงรักษา

Abstract

Reliability plays the important role of aircraft maintenance plan. The time to failure time of aircraft should be considered during its operation. The aircraft reliability model can be estimated by statistical method based on maintenance plan optimization. The reliability prediction for next mission is forecast and brought to be the information for components or parts maintenance plan.

Keywords: Aircraft, Reliability, Maintenance Plan

1. บทนำ

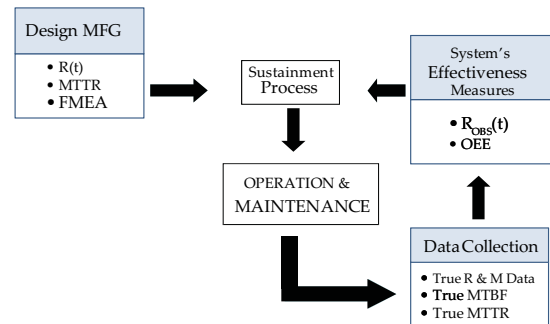
ภารกิจของกองทัพอากาศสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ หน้าที่ทางด้านการรักษาความมั่นคงของประเทศ และอีกประการหนึ่งคือหน้าที่ทางด้านการพัฒนาประเทศทำให้กองทัพอากาศต้องเตรียมความพร้อมสูงสุดเพื่อการปฏิบัติการที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จลุล่วง การวางแผนการบำรุงรักษาอากาศยานจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากตามพันธกิจ (Mission) ดังกล่าว

การประมาณค่าความสามารถในการบำรุงรักษา (Maintainability) ของการซ่อมอากาศยานนั้นสามารถประมาณได้ในรูปแบบของค่าระยะเวลาซ่อมโดยเฉลี่ย (Mean Time To Repair) ค่าซ่อมเฉลี่ย (Defect Man-Hour Rate) และค่าระยะการซ่อมบำรุง (Schedule Maintenance) โดยที่ค่าระยะซ่อมเฉลี่ย สามารถประมาณได้จากการรวมค่าระยะการซ่อมของอุปกรณ์ที่สำคัญในอากาศยานมาคำนวณโดยหลักการ ทางสถิติ [1] และค่าระยะการซ่อมบำรุงนั้นสามารถประมาณได้โดยการรูปแบบในการประมาณ Life Cycle Cost ของอากาศยาน [2]

วิธีการบำรุงรักษาอากาศยานที่ใช้ในปัจจุบันคือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ไม่ได้รับประกันว่าเมื่อทำการบำรุงรักษาแล้วจะทำให้อากาศยานกลับมามีสภาพดีเหมือนเดิม (as good as new) ทั้งนี้เนื่องจาก [3]

- 1) ความเสียหายที่อาจจะแสดงก็ต่อเมื่อขณะทำการบินในสภาวะปกติ
- 2) ความผิดพลาดของพนักงานในขณะควบคุมอากาศยาน

ดังนั้นการนำเอาข้อมูลการบินมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความน่าเชื่อถือของอากาศยานจะช่วยให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการวางแผนการบำรุงรักษา ดังรูปภาพที่ 1



รูปภาพที่ 1: การนำข้อมูลการทำงานของอากาศยาน มาวางแผนการบำรุงรักษา

2. ข้อมูลชั่วโมงทำการบินของอากาศยาน

สำหรับอากาศยานรบค่าความน่าเชื่อถือ (Reliability) นับเป็นค่าที่มีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องทราบ แต่ในปัจจุบันค่าความน่าเชื่อถือนี้สามารถประมาณได้จากข้อมูลการทำงาน หรือข้อมูลความเสียหายของอุปกรณ์ หรือชิ้นส่วนที่นำมาประกอบภายในอากาศยาน โดยสามารถประมาณได้ในรูปแบบของอัตราความเสียหาย (Failure Rate) [4] จากตารางที่ 1 คือข้อมูลชั่วโมง ทำการบินในอดีตของอากาศยาน CELL xxx XY (ชื่อสมมติ)

ตารางที่ 1: ชั่วโมงทำการบินของ CELL xxx XY

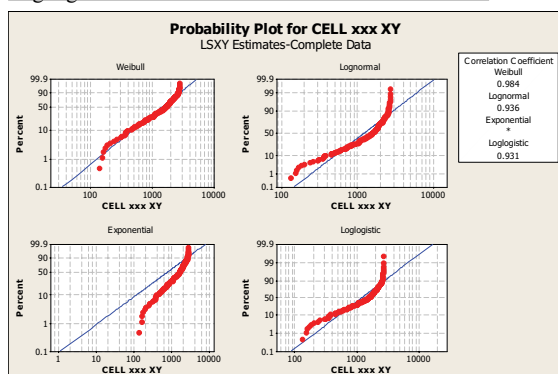
133.2	379.6	716.9	1035.1	1276.8	1542.4	1745.0	1902.3	2174.7	2494.0	2679.2
151.7	449.6	728.9	1040.2	1289.3	1553.3	1759.2	1927.0	2188.1	2512.5	2684.8
157.7	453.6	733.5	1045.0	1335.9	1556.7	1773.1	1935.5	2205.7	2520.0	2685.2
168.1	455.1	739.1	1056.3	1339.2	1559.7	1774.6	1949.9	2216.0	2556.5	2711.7
182.4	493.7	767.4	1059.8	1345.6	1578.7	1781.0	1959.3	2242.1	2563.8	
201.4	502.8	808.9	1065.4	1357.5	1586.9	1822.2	1977.0	2265.6	2565.3	
236.0	524.0	813.6	1070.2	1365.0	1600.5	1824.9	2002.1	2272.5	2580.4	
257.3	548.2	819.9	1082.7	1417.9	1668.3	1849.0	2031.0	2290.7	2581.1	
301.9	565.5	840.7	1095.9	1443.3	1675.7	1857.9	2112.7	2303.7	2582.6	
313.0	593.2	864.2	1115.7	1449.8	1676.7	1863.1	2114.7	2342.6	2610.8	
349.7	604.8	890.0	1165.5	1456.7	1680.4	1866.2	2116.2	2390.0	2634.3	
351.9	610.6	933.3	1190.4	1461.7	1683.2	1868.2	2121.5	2440.5	2645.0	
354.9	667.3	937.6	1214.8	1464.7	1705.3	1875.4	2141.0	2465.8	2653.7	
356.6	693.7	1019.0	1242.2	1531.0	1724.9	1892.1	2143.8	2466.3	2661.9	
373.0	705.3	1024.5	1262.2	1556.0	1731.3	1896.1	2163.7	2490.0	2677.9	

3. การวิเคราะห์ด้วยวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ

โดยนำข้อมูลจากตารางที่ 1 มาทำการวิเคราะห์หารูปแบบของความเสียหาย (Failure pattern) โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติดังผลการทดสอบ Goodness of Fit และรูปภาพที่ 2 พบว่ารูปแบบของการกระจายชั่วโมงทำการบินของอากาศยาน CELL xxx XY มีความเหมาะสมที่จะแทนได้ด้วยฟังก์ชันไวบูลล์ (Weibull) มากกว่าฟังก์ชันประเภทอื่นๆ เนื่องจากมีค่า coefficient correlation มากที่สุด (0.984)

Goodness-of-Fit

	Anderson-Darling	Correlation
Distribution	(adj)	Coefficient
Weibull	2.144	0.984***
Lognormal	6.259	0.936
Exponential	33.237	*
Log logistic	6.675	0.931



ภาพที่ 2: กราฟความน่าจะเป็นของการทดสอบทางสถิติของชั่วโมงการบิน CELL xxx XY

โดยที่ค่าความน่าเชื่อถือของฟังก์ชันไวบูลล์คือ

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\gamma}}$$

โดยที่

$R(t)$ คือ ความน่าเชื่อถือของอากาศยาน CELL xxx XY

t คือ ชั่วโมงทำการบินของ CELL xxx XY

θ คือ พารามิเตอร์ที่แสดงขนาดของฟังก์ชัน

(scale parameter)

γ คือ พารามิเตอร์ที่แสดงรูปร่างของฟังก์ชัน

(shape parameter)

ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อทำการหาค่าพารามิเตอร์ของชั่วโมงการบินของ CELL xxx XY ด้วยฟังก์ชันไวบูลล์ ซึ่งได้ผลดังต่อไปนี้

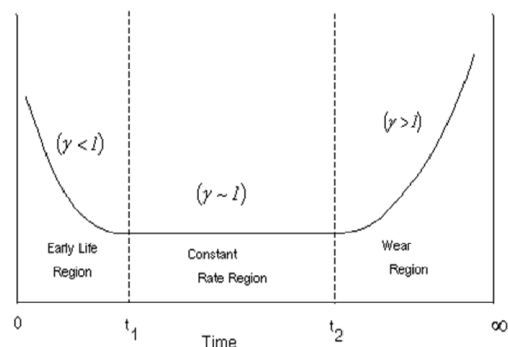
Parameter Estimates

		Standard	95.0% Normal CI	
Parameter	Estimate	Error	Lower	Upper
Shape	1.77560	0.145679	1.51185	2.08537
Scale	1693.21	80.5293	1542.51	1858.63

Table of MTTF

		Standard	95% Normal CI	
Distribution	Mean	Error	Lower	Upper
Weibull	1506.79	70.8337	1374.16	1652.22

จากผลการทดสอบทางสถิติจะพบว่าค่า Shape parameter (γ) ที่ได้มีค่า 1.7756 แสดงให้เห็นว่าอัตราความเสียหายของอากาศยาน CELL xxx XY อยู่ในช่วงการสึกหรอ ($\gamma > 1$) [5] (ดังรูปภาพที่ 3) ค่า Scale parameter (θ) มีค่า 1693.21 ชั่วโมง และชั่วโมงบินโดยเฉลี่ยก่อนที่จะเสียหาย (MTTF) มีค่าเท่ากับ 1506.79 ชั่วโมง



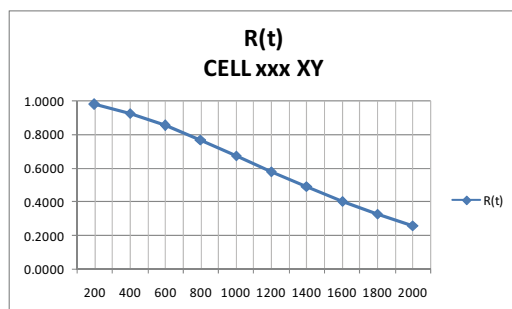
ภาพที่ 3: เส้นโค้งอ่างน้ำ (Bath-tub curve) [6]

โดยที่การประมาณค่าความน่าเชื่อถือของอากาศยาน CELL xxx XY สามารถทำได้โดยการแทนค่าพารามิเตอร์ลงในสมการจะได้ดังนี้

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{1693.21}\right)^{1.7756}}$$

และสามารถประมาณค่าความน่าเชื่อถือของชั่วโมงการบินได้ดังตารางที่ 2 และรูปภาพที่ 4

ชั่วโมงการบิน (t)	R(t)
200	0.9777
400	0.9258
600	0.8534
800	0.7679
1000	0.6753
1200	0.5812
1400	0.4899
1600	0.4048
1800	0.3280
2000	0.2608



จากรูปภาพที่ 4 จะพบว่าหากยังคงต้องการนำเครื่องอากาศยาน CELL xxx XY ทำการบินที่มากกว่า 1000 ชั่วโมงเป็นต้นไป ควรจะต้องมีการดูแลรักษาแบบเฝ้าระวังเป็นพิเศษ (Condition based Monitoring) มากกว่าที่จะใช้วิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive

Maintenance) เพราะค่าความน่าเชื่อถือมีค่าประมาณ 58% และมีแนวโน้มที่จะลดลงไปเรื่อยๆ ซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุได้เพราะค่าความเสียหายจะมากขึ้นนั่นเอง (Failure) ซึ่งหากใช้งานอยู่ภายใน 200 ถึง 800 ชั่วโมงจะพบว่าอากาศยาน CELL xxx XY จะทำงานได้ดีเพราะค่าความน่าเชื่อถืออยู่ระหว่าง 98% ถึง 77% ซึ่งถือว่าดีเพราะว่ามีโอกาสที่จะเสียหายน้อย แต่อย่างไรก็ตามก็ควรที่จะดูแลรักษาอย่างเต็มที่เพราะว่า เพื่อป้องกันการเกิดความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อความสูญเสียอันใหญ่หลวงได้

4. สรุป

การนำเอาหลักการวิศวกรรมความน่าเชื่อถือมาช่วยในการตัดสินใจในการวางแผนการบำรุงรักษานั้นว่ามีประโยชน์อย่างมาก เพราะทำให้ทราบได้ว่าแต่ละช่วงชั่วโมงการบินของอากาศยานมีค่าความน่าเชื่อถือเท่าไร และจะทำให้วางแผนการบำรุงรักษาได้อย่างเหมาะสม หากเห็นว่าการทำการบินที่มากกว่า 800 ชั่วโมงเป็นต้นไปอาจจะเสี่ยงต่อความเสียหายของอากาศยาน ก็ควรที่จะใช้วิธีการบำรุงรักษาแบบเฝ้าระวังเป็นพิเศษ ซึ่งจะทำให้โอกาสในการเกิดความเสียหายลดลงได้

5. บรรณานุกรม

- [1] Burleigh, C. D., Mission Readiness of Combat Aircraft, Master's thesis, Cranfield University, College of Aeronautics, 1981
- [2] Woodford, S., The Minimization of Combat Aircraft Life cycle Cost through Conceptual Design Optimization, PhD thesis, Cranfield University, College of Aeronautics, 1999
- [3] Nakagawa, T. and Yasui, K., "Optimum Policies for a System with Imperfect Maintenance", IEEE Trans. on Reliability, R-36/5:631-633, (1987)
- [4] Serghides, V. C., Development of Reliability and Maintainability Prediction Methodology for the Aircraft Conceptual Design Process, Master's thesis, Cranfield University, College of Aeronautics, 1985
- [5] Guerin, F., Dumon, B. and Hamblin, R., "Determining the Shape Parameter of a Weibull Distribution from Mechanical Damage Models", Proceedings Annual Reliability & Maintainability Symposium, 156-160, 2001
- [6] Elsayed, A.E., Reliability Engineering, Addison Wesley Longman, Inc., Massachusetts, USA, 1996

การออกแบบสร้างเครื่องควบคุมแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วยรีโมทคอนโทรล

Designing the equipment to control remotely the dimmable fluorescent lamp

กำธร เลยหยุด¹ คุสิต อุทิศสุนทร รัชชชัย สิมมา¹ และ ชีรกรณ พรเสนา²

1. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

2. แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคคูเมือง อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

E-mail : kumtorn.l@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบสร้างเครื่องควบคุมแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วยรีโมทคอนโทรล สามารถเปิด-ปิด และปรับระดับแสงสว่างโดยใช้รีโมทคอนโทรล หลักการทำงานในภาคส่งและภาครับจะใช้การส่งสัญญาณอินฟราเรดทำการมอดูเลตแบบพีพีเอ็ม (Pulse Position Modulation, PPM) จากนั้นจะนำสัญญาณที่ได้ไปประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และส่งกำลังด้านออกเป็นแรงดัน 0 ถึง 10 โวลต์ ซึ่งใช้ต่อร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ปรับระดับไฟได้แบบแอนะล็อกสำหรับควบคุมหลอดฟลูออเรสเซนต์ จากผลการทดลองสามารถปรับระดับแสงสว่างได้ 5 ระดับ ทำให้ได้ระดับการส่องสว่างที่เหมาะสมกับความต้องการใช้งานและสามารถใช้ในการวางแผนการประหยัดพลังงานไฟฟ้าประจำอาคาร

คำสำคัญ: การมอดูเลตแบบพีพีเอ็ม บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ การส่องสว่าง

Abstract

This paper presents to design of the equipment for remotely controlling the dimmable fluorescent lamp. It can be used for ON-OFF and dimming luminance fluorescent lamp by remote control. In this research, infrared signal is used in the transmitter and receiver and modulated by Pulse Position Modulation (PPM) method. After that, the signal will be used to compute by the microcontroller. The power output of this method is 0 – 10 Voltage. It will be used to control the fluorescent lamp by linking with dimmable analog electronic ballast of the fluorescent lamp. The result of the study show that the Dimmable Fluorescent Lamp can be used to control appropriately and plan for energy saving with in the building.

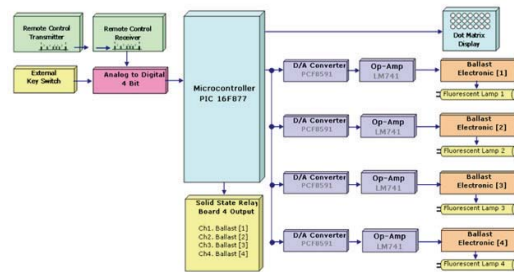
Keywords: Pulse Position Modulation, Electronic Ballast, Illumination

1. บทนำ

บริเวณห้องที่ใช้สำหรับงานอเนกประสงค์จะต้องมีการปรับระดับแสงสว่างตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานของ ความต้องการแสงสว่างในแต่ละงานซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปไม่แน่นอน เช่น ห้องบรรยาย ห้องประชุม ห้องโสมเรียเตอร์ เป็นต้น [1] นอกจากนี้ในช่วงเวลากลางวันยังมีแสงสว่างจากภายนอกช่วยชดเชยแสงทำให้ภายในห้องสว่างมากขึ้น ดังนั้นห้องดังกล่าวควรมีการปรับระดับแสงสว่างให้เหมาะสมกับความต้องการของกิจกรรมแต่ละประเภท หรือความพึงพอใจของผู้ปฏิบัติงานแต่ละคน นอกจากนี้การปรับระดับการส่องสว่าง ยังเป็นการช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าอีกด้วย

จากข้อจำกัดของอุปกรณ์ที่ใช้ปรับระดับแสงสว่างใน [2] นั้นไม่สามารถควบคุมได้ในระยะไกล ทำให้ไม่สะดวกในการควบคุมโคมไฟในแต่ละชุด จึงเกิดแนวคิดในการสร้างเครื่องควบคุมแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วยรีโมทคอนโทรลขึ้นโดยชุดรีโมทคอนโทรลซึ่งพัฒนาจาก[3] เพื่อควบคุมแสงสว่างโดยตรงแบบเปิด (Open Loop) โดยใช้คลื่นแสงอินฟราเรดในส่วนภาคส่งและภาครับมีชุดไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นส่วนประมวลผล ก่อนที่จะส่งเอาท์พุทไปควบคุมแสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ สามารถเปิด-ปิด และปรับระดับแสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 4 โคม รวมทั้งยังสามารถบันทึกค่าระดับความสว่างของแต่ละหลอดที่ตั้งไว้ได้

2. หลักการทำงาน [2-3]



ภาพที่ 1 : แผนภาพการทำงานของโครงการ

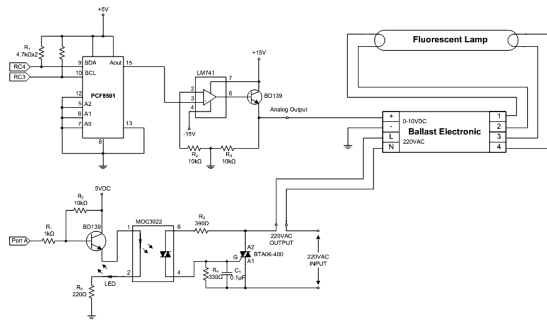
เมื่อกดสวิตช์ควบคุมที่ตัวรีโมทคอนโทรลภาคส่งจะส่งสัญญาณอินฟราเรดให้กับภาครับ ซึ่งทำหน้าที่กรองสัญญาณอินฟราเรด และถอดรหัสออกมาเป็นข้อมูลทางดิจิทัลขนาด 4 บิต จากนั้นจะต่อข้อมูลอินพุตเข้าที่พอร์ต RB4 ถึง RB7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ประมวลผลการทำงานและแสดงผลการควบคุมที่ Dot Matrix LED ไมโครคอนโทรลเลอร์จะต่อกับชุดโซลิตสเตตรีเลย์ ทำการเปิดหรือปิดโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ และจะต่อเข้ากับวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนะล็อกเมื่อมีคำสั่งเพิ่มหรือลดระดับแสงสว่างเพื่อควบคุมการทำงานของโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์

เครื่องควบคุมแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วยรีโมทคอนโทรลจะต่อร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แบบปรับระดับแสง โดยการควบคุมแรงดันแอนะล็อกของหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์จำนวน 4 โคม

3. การออกแบบวงจร

เครื่องควบคุมแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วยรีโมทคอนโทรล ออกแบบให้สามารถปรับระดับแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ 5 ระดับ โดยจะใช้แรงดันในการควบคุมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ขนาด 2 โวลต์ 4

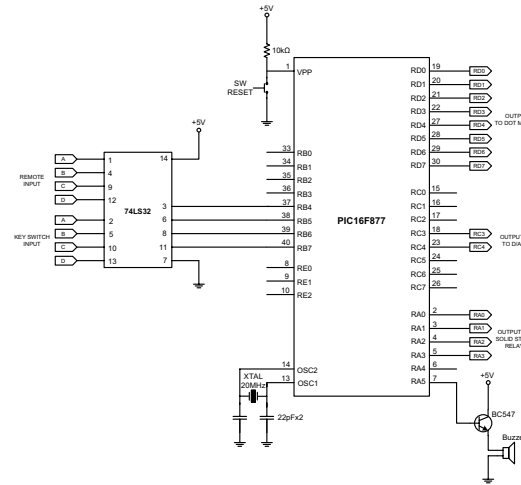
โวลต์ 6 โวลต์ 8 โวลต์ และ 10 โวลต์ ตามลำดับ เพื่อควบคุมระดับแสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ส่วนการเปิดและปิดโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์นั้นจะใช้ไทรแอกเป็นอุปกรณ์สวิตช์ร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ แสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 : การต่อร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์และหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์

สำหรับการทำงานในส่วนต่างๆของวงจรจะถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877 โดยจะทำงานตามคำสั่งโปรแกรมที่ออกแบบไว้ ทำหน้าที่ประมวลผลจากข้อมูลที่ได้จากวงจรในส่วนอินพุต ซึ่งจะเป็นสัญญาณทางดิจิตอลขนาด 4 บิต นำสัญญาณอินพุตจะมาจากรีโมทคอนโทรลและคีย์สวิตช์ ต่อร่วมกันผ่านไอซีเกตออร์ (OR Gate) เพื่อที่จะสามารถควบคุมการทำงานได้ทั้งการควบคุมด้วยรีโมทคอนโทรล และที่คีย์สวิตช์ ไอซีเกตออร์จะต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พอร์ต RB4 ถึง RB7 จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะประมวลผลการทำงาน ตามที่ได้โปรแกรมไว้และส่งออกพัลส์ที่พอร์ต RD0 ถึง RD7 ซึ่งต่อร่วมกับวงจรแสดงผลเพื่อที่จะแสดงผลการทำงาน จากนั้นเมื่อมีการปรับแสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณดิจิตอลไปที่พอร์ต RC3 และ RC4 เพื่อที่จะแปลงสัญญาณจากดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะล็อก และเมื่อมีการเปิดหรือปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ จะส่งออกพัลส์ไป

ที่พอร์ต RA0 ถึง RA3 ซึ่งต่อร่วมกับวงจรไทรแอก เพื่อที่จะทำการเปิด-ปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: วงจรชุดไมโครคอนโทรลเลอร์



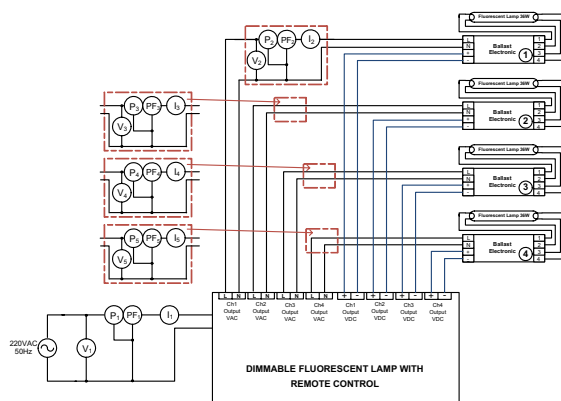
ภาพที่ 4 : เครื่องควบคุมแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วยรีโมทคอนโทรลที่สร้างขึ้น

การออกแบบโครงสร้างนั้นจะทำการติดตั้งในกล่องพลาสติกโดยคำนึงถึงผู้ใช้งานที่จะสามารถใช้งานได้ง่าย สามารถใช้ปุ่มบนรีโมทคอนโทรลในการเลือกการทำงานในโหมดต่างๆ ดังภาพที่ 4

4. ผลการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์

การทดสอบการทำงานของเครื่องควบคุมแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วยรีโมทคอนโทรล จะต่อร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ แบบปรับระดับไฟด้วยตัวปรับระดับไฟแบบแอนะล็อก ที่ต่อร่วมอยู่กับหลอด

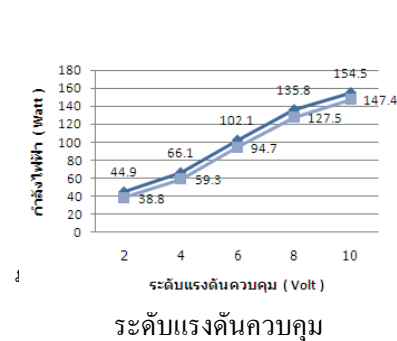
ฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 4 โคม โดยจะทำการวัดค่าแรงดัน กระแส กำลังไฟฟ้า และตัวประกอบกำลังไฟฟ้า การต่อวงจรเพื่อวัดค่าและบันทึกผลนั้นแสดงในภาพที่ 5 และทำการทดสอบปรับระดับแสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ 5 ระดับ คือที่ระดับแรงดันควบคุม (V_{DC}) 2 ถึง 10 โวลต์ โดยกำหนดให้ค่าอินพุทของแรงดันไฟฟ้า (V_1), กระแสไฟฟ้า (I_1), กำลังไฟฟ้า (P_1) เปรียบเทียบกับกระแส (I_2, I_3, I_4, I_5) และกำลังไฟฟ้า (P_2, P_3, P_4, P_5) เอาต์พุตที่จ่ายไปยังดวงโคมต่างๆ แล้วทำการวัดค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF.) ซึ่งผลการทดลองแสดงในตารางที่ 1 และจะใช้เครื่องวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าวัดสัญญาณของแรงดันและกระแส เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบจากการเกิดฮาร์โมนิกแสดงดังภาพที่ 7-8



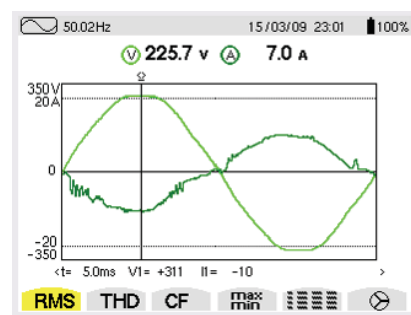
ภาพที่ 5: วงจรทดสอบการทำงานเมื่อควบคุมโคม 4 ชุด

ตารางที่ 1: แสดงผลการทดลองการควบคุมโคม 4 ชุด

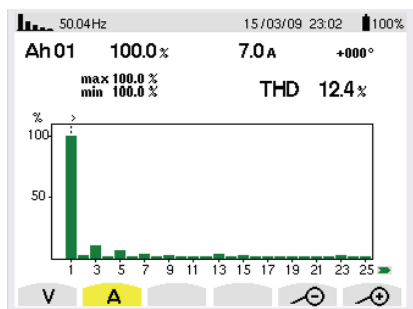
V_{DC}	V_1 (V)	I_1 (mA)	P_1 (W)	P.F. ₁	$I_2 + I_3 + I_4 + I_5$ (mA)	$P_2 + P_3 + P_4 + P_5$ (W)
2	225	238	44.9	0.84	237	38.8
4	225	328	66.1	0.89	320	59.3
6	225	481	102.1	0.94	455	94.7
8	225	624	135.8	0.96	602	127.5
10	225	703	154.5	0.97	688	147.4



จากตารางที่ 1 และภาพที่ 6 จะเห็นว่าเมื่อปรับระดับแรงดันควบคุม (V_{DC}) เพิ่มขึ้นกำลังไฟฟ้าจะเพิ่มในลักษณะเป็นสัดส่วน โดยตรงจนถึงพิกัดและมีการสูญเสียเกิดขึ้นจากการวัดพบว่ากำลังสูญเสียประมาณ 6 – 8 วัตต์ สาเหตุเนื่องมาจากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในตัวเครื่อง



ภาพที่ 7: สัญญาณของแรงดันและกระแสที่แรงดันควบคุม 10 โวลต์

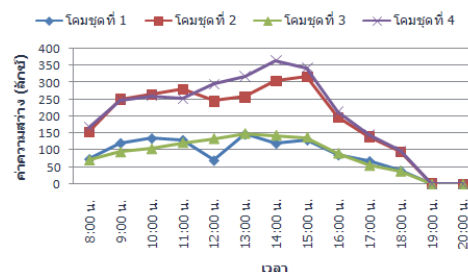


จากภาพที่ 7 จะเป็นการวัดสัญญาณของแรงดันและกระแสที่แรงดันควบคุม 10 โวลต์ และภาพที่ 8 เป็นการวัดเปอร์เซ็นต์ฮาร์โมนิกของอุปกรณ์ ซึ่งฮาร์โมนิกที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในวงจรของเครื่องควบคุมแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วยรีโมทคอนโทรลและมีสาเหตุมาจากการสวิตซ์ซิงของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีผลก่อให้เกิดฮาร์โมนิกแต่ก็ไม่ใช่ปัญหาต่อระบบไฟฟ้า เนื่องจากเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีค่ากำลังไฟฟ้าต่ำ

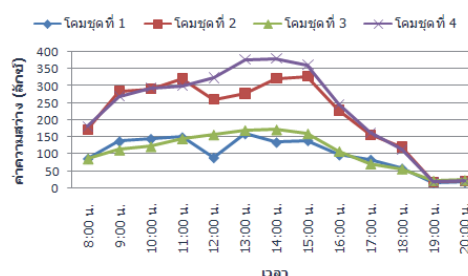
สำหรับการทดสอบวัดค่าความสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์นั้นจะใช้ลักซ์มิเตอร์วัดแสงสว่างของโคมแต่ละชุด ทำการวัดโดยวางลักซ์มิเตอร์ไว้ใต้โคมฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งระยะห่างจากโคมฟลูออเรสเซนต์ถึงโต๊ะที่ทำการวัดสูง 2.1 เมตร ขนาดห้องกว้าง 4.7 เมตร และยาว 7 เมตร ห้องที่ทำการทดลองเป็นห้องโครงงานวิศวกรรมไฟฟ้า ซึ่งภายในห้องต้องการค่าความสว่างไม่น้อยกว่า 300 ลักซ์ [3-4] ภายในห้องประกอบ 4 ดวง โคม ตำแหน่งดวงโคมที่ติดตั้งภายในห้องมีดังนี้ ดวงโคมชุดที่ 1 และดวงโคมชุดที่ 3 ติดตั้งอยู่ในบริเวณอับแสงดวงโคมชุดที่ 2 และโคมชุดที่ 4 ติดตั้งใกล้กับหน้าต่างซึ่งเป็นแบบกระจกใส

การทดสอบจะเริ่มวัดค่าความสว่างภายในห้อง โดยการปิด (OFF) โคมทุกชุด จากนั้นทำการปรับระดับแสงสว่างของดวงโคมแต่ละชุด โดยปรับระดับแรงดันควบคุมที่ 2 ถึง 10 โวลต์ และจะทำการบันทึกผลการทดลองทุก 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08:00 น. ถึง 20:00 น.

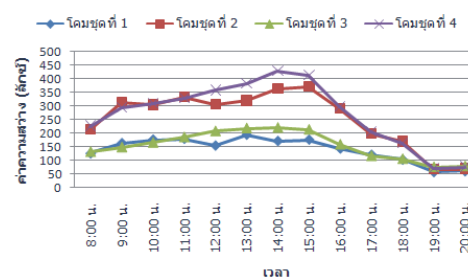
ซึ่งเป็นเวลาขณะทำการเรียนการสอนในแต่ละวัน โดยผลการทดลองในแต่ละระดับแรงดันควบคุมจะแสดงในภาพที่ 10 ถึง ภาพที่ 14



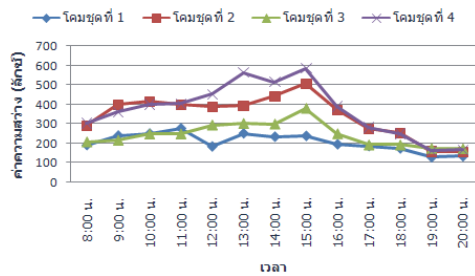
ภาพที่ 9: เมื่อปิดโคมทุกชุด



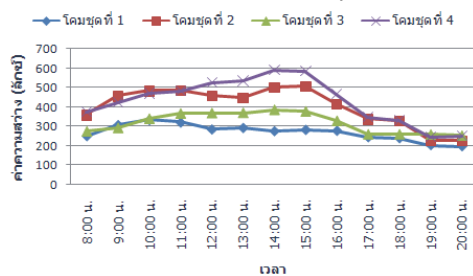
ภาพที่ 10: ที่ระดับแรงดันควบคุม 2 โวลต์



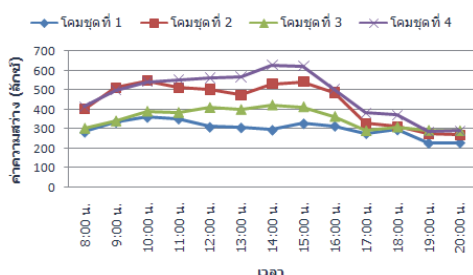
ภาพที่ 11: ที่ระดับแรงดันควบคุม 4 โวลต์



ภาพที่ 12: ที่ระดับแรงดันควบคุม 6 โวลต์



รูปที่ 13: ที่ระดับแรงดันควบคุม 8 โวลต์



ภาพที่ 14: ที่ระดับแรงดันควบคุม 10 โวลต์

จากภาพที่ 9 เป็นการวัดค่าความสว่างภายในห้อง โดยปิดโคมทุกชุดเพื่อใช้ในการปรับค่ากำลังการส่องสว่างของโคมไฟในแต่ละช่วงเวลา จะเห็นว่าโคมชุดที่ 2 และโคมชุดที่ 4 มีค่าความสว่างมากกว่าโคมชุดอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากโคมชุดที่ 2 และโคมชุดที่ 4 ติดตั้งใกล้กับหน้าต่างซึ่งเป็นแบบกระจกใส จึงมีแสงสว่างจากภายนอกมากกว่าโคมชุดอื่นๆ เพราะฉะนั้นจึงไม่ควรเปิดโคมไฟในช่วงเวลากลางวัน ส่วนโคมชุดที่ 1 และ 3 นั้นจะต้องเพิ่มระดับแสงสว่างให้มากขึ้น

จากภาพที่ 10 ถึงภาพที่ 14 เป็นการเปิดโคมไฟเพื่อเปรียบเทียบความสว่างในช่วงเวลาต่าง ๆ จะสังเกตว่าช่วงเวลา 12:00น ถึง 15:00น. เป็นช่วงเวลาที่แสงสว่างจากภายนอกเข้ามามากที่สุด ดังนั้นในโคมชุดที่ 2 และชุดที่ 4 ควรปรับลดระดับความสว่างของโคมมาที่ระดับแรงดันควบคุม 4 โวลต์ ดังภาพที่ 11 ค่าความสว่างจะได้อยู่ที่ประมาณ 300 – 400 ลักซ์ ซึ่งเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน[5-7] ส่วนโคมชุดที่ 1 และชุดที่ 3 ติดตั้งอยู่ในบริเวณอับแสง จึงต้องปรับระดับแสงสว่างที่ระดับแรงดันควบคุมที่ 10 โวลต์ หรืออาจจะลดแสงสว่างที่ระดับแรงดัน 8 โวลต์เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

5. สรุปผล

เครื่องควบคุมแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วยรีโมทคอนโทรลสามารถควบคุมระดับแสงสว่างระยะไกลได้ 5 ระดับคือ 2, 4, 6, 8 และ 10 โวลต์ ซึ่งการปรับระดับแสงสว่างให้ลดลง จะทำให้ค่าของกระแสและกำลังไฟฟ้าลดลง นอกจากนี้ยังลดข้อจำกัดของ ดังนั้น เมื่อมีแสงสว่างจากภายนอกห้องที่มากพอ ก็ควรปิดหรือลดระดับแสงสว่างให้เหมาะสมในแต่ละกิจกรรม เพื่อใช้ในการวางแผนการประหยัดพลังงานไฟฟ้าประจำอาคารในอนาคต

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ชานุกัด อภัยนิพนธ์, “เทคนิคการออกแบบระบบแสงสว่าง” กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น) , 2545
- [2] ภูษญา ธรรมเจริญ และอภิชาติ แจ่มสว่าง, “ชุดควบคุมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดโปรแกรมได้” ,กรุงเทพมหานคร :สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549
- [3] เฉชา ปานประเสริฐ และวราห์ สาเดระ, “ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยรีโมทคอนโทรล” , กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

- [4] ชำนาญ ห่อเกียรติ, “เทคนิคการส่องสว่าง”, กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540.
- [5] ศลี บรรจงจิตร “วิศวกรรมการส่องสว่าง”. บริษัทซีเ็ด
ยูเคชั่นจำกัด, 2538.
- [6] Gary Gordon and James L.Nuckolls “Interior lighting for
Designers” John Wiley and Sons, 1995
- [7] Marc Schiler, "Simplified Design of Building Lighting"
John Wiley and Sons, 1992
- [8] IES Lighting Handbook, 8th edition, 1993
- [9] Ronald N. Helms, M. Clay Beicher, "Lighting for Energy
Efficient Luminous Environments", Prentice Hall, 1991
- [10] Jack L. Lindsey, "Applied Illumination Engineering" The
Fairmont Press Inc., 1991

เครื่องตรวจสอบเหรียญ

The Coin-Checking Machine

สุนทร โกรธกล้า¹ กิตติศักดิ์ ศรีสม² และ ประกาศิต ดันตือลงการ³

วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : pstk@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเงินเหรียญกษาปณ์มีบทบาทในการใช้จ่ายไม่ว่าจะเป็นค่าโดยสารรถประจำทาง โทรศัพท์สาธารณะ ตู้จำหน่ายความสะดวกประเภทหยอดเหรียญต่างๆ จำนวนเหรียญที่ใช้กันจะมีอยู่หลายชนิด เช่น เหรียญ 10 บาท 5 บาท 2 บาท และ 1 บาท เป็นต้น ซึ่งเหรียญต่างๆ อาจมีเหรียญที่ถูกต้องตามกฎหมายและเหรียญที่ไม่ถูกต้องตามกฎหมายปะปนกันอยู่ ถ้ามีเหรียญที่ไม่ถูกต้องตามกฎหมายเป็นจำนวนมากก็อาจเกิดปัญหาทางเศรษฐกิจขึ้นได้ ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องตรวจสอบและคัดแยกเหรียญกษาปณ์เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว การตรวจสอบเหรียญกษาปณ์นี้ใช้หลักการคัดแยกเหรียญแต่ละประเภทตามขนาดของเหรียญ จากนั้นจึงทำการตรวจสอบเหรียญ โดยการลำเลียงเหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท เข้าสู่ช่องตรวจสอบเหรียญ ตัวตรวจสอบเหรียญจะทำการตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ และตรวจสอบความหนาของเหรียญ การตรวจสอบแบบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญตรวจสอบโดยใช้ไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดเป็นตัวกำเนิดแสง และใช้โฟโตทรานซิสเตอร์เป็นตัวรับแสง ส่วนการตรวจสอบความหนาและวัสดุที่ใช้ทำเหรียญจะใช้ชุดลวดพันบนแกน 2 ชุด เมื่อเหรียญ วิ่งผ่านเข้ามาค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นผลให้ความถี่ออสซิลเลเตอร์เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเหรียญแต่ละประเภทมีผลให้เกิดความถี่ออสซิลเลเตอร์ไม่เท่ากันและส่งสัญญาณไปให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จากนั้นจะแสดงผลออกจอ LCD โดยจะแสดงผลค่าของเหรียญแต่ละประเภทและรวมมูลค่าของเหรียญทั้งหมด ผลของการสร้างเครื่องตรวจสอบเหรียญสามารถตรวจสอบเหรียญกษาปณ์ที่มีค่าผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 5.16 ซึ่งเกิดจากการตรวจสอบที่ผิดพลาดของตัวตรวจสอบ แบบเส้นผ่านศูนย์กลาง และการตรวจสอบแบบความหนากับวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ ส่วนระบบอื่นๆสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: ตรวจสอบ คัดแยก เหรียญกษาปณ์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ จอแสดงผล LCD

Abstract

At present, coins play the role of spending for bus tickets, public phones and various slot machines etc. There are many kinds of coins with different sizes and values such as ten-baht, five-baht, two-baht and one-baht coins etc. These may be real coins and fake coins included in the machines. For the fake coins, it will affect the economic loss. Hence, we conceptually constructed the coin checking machine amount of each kind of coins. In checking this coin uses the principle sorts out each kind coin follows the size of a coin. From that time then do checking coin by 1, 2, 5 and 10 coin transportations and reach the channel checks a coin. Check a coin will do checking diameter of a coin and check the thick of a coin. Which checking is like a diameter of a coin uses checking by use the light mourns to shine is formed light origin and use respond the transistor is formed take the light. Checking the thick part and the inventory that use to do a coin will use the coil involve 2 group axes. When a coin runs to come in the pull value leads of the coil will modify to become give the frequency crowds the stump modifies to go to. Which each kind coin bears fruit is born the frequency crowds rough stump and signal to go to give with the cow carry the telephone MCS-51 from that time will show go out the screen LCD by show. The cost of each kind coin and total up the cost of all coin. The results of this project showed that the checking coin machine could work with the average error of 5.16%, due to the error of checking of the inductive method, whereas other systems could work with accuracy.

Keywords: Check Separate Coin Microcontroller LCD display.

1. บทนำ

ในปัจจุบันเงินเหรียญยังคงมีบทบาทในการใช้จ่ายไม่ว่าจะเป็นโทรศัพท์สาธารณะ ตู้หยอดเหรียญต่างๆ ชนิดของเหรียญที่ใช้นั้นจะมีอยู่หลายประเภท [1] ได้แก่เหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาทและ 10 บาท เป็นต้น ซึ่งเครื่องคัดแยกเหรียญทั่วไปจะช้าและมีความแม่นยำน้อย อีกทั้งไม่มีความยืดหยุ่นในการตรวจสอบเหรียญต่างๆ [2]

ปัญหาของเครื่องคัดแยกเหรียญแบบเก่าที่มีใช้ทั่วไปคือการคัดแยกเหรียญใช้เวลานานและจะให้การ

ตรวจสอบเหรียญแบบเหวี่ยงน้ำหนักไฟฟ้าอย่างเดียว แต่เครื่องตรวจสอบเหรียญได้รวมเอาเครื่องคัดแยกเหรียญและเครื่องตรวจสอบเหรียญไว้ในเครื่องเดียวกัน การคัดแยกเหรียญใช้เวลาคัดแยกที่เร็วและมีความแม่นยำกว่า ส่วนภาคการตรวจสอบเหรียญจะใช้อ้างอิง 3 ส่วน ทำให้มีความแม่นยำมากกว่าแบบเก่า อีกทั้งจอแสดงผลยังสามารถแสดงจำนวนเหรียญและมูลค่าของเหรียญจริงทั้งหมดได้ ส่วนเหรียญปลอมจะถูกคัดแยกออกไป

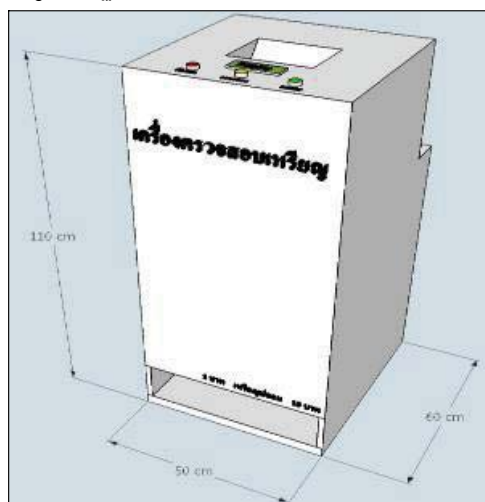
2. การดำเนินการ

2.1 โครงสร้างของเครื่องตรวจสอบเหรียญ

โครงสร้างของเครื่องตรวจสอบเหรียญทำมาจากอลูมิเนียม และแผ่นพลาสติกพีวีซีทึบสีขาว มีขนาดความกว้าง 50 เซนติเมตร ความยาว 60 เซนติเมตร และมีความสูง 110 เซนติเมตร ดังภาพที่ 1

2.2 ถาดคัดแยกเหรียญ

การออกแบบถาดคัดแยกเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องตรวจสอบเหรียญ เนื่องจากจะช่วยให้การตรวจสอบเหรียญบางประเภทที่มีขนาดไม่ได้มาตรฐานตามกรมกษาปณ์ [3] ซึ่งใช้วิธีการเจาะรูของถาดคัดแยกเหรียญที่อยู่ก้นที่ จะเจาะรูเหรียญ 1 บาทมีขนาดความกว้าง 21 มิลลิเมตร เหรียญ 2 บาท จะเจาะรูมีขนาดความกว้าง 23 มิลลิเมตร เหรียญ 5 บาทจะเจาะรูมีขนาดความกว้าง 25 มิลลิเมตร และเหรียญ 10 บาทจะเจาะรูมีขนาดความกว้าง 27 มิลลิเมตร ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าเหรียญมาตรฐานเล็กน้อย ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 : โครงสร้างเครื่องตรวจสอบเหรียญ



ภาพที่ 2 : ถาดคัดแยกเหรียญ

2.3 ภาคตรวจสอบเหรียญ

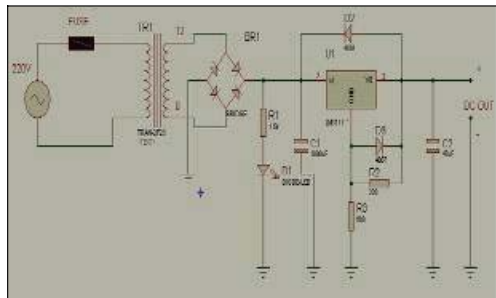
ภาคตรวจสอบเหรียญ เมื่อเหรียญถูกชุดคิดเหรียญ คัดเข้าสู่ตัวตรวจสอบเหรียญ ตัวตรวจสอบเหรียญ[4] ก็ จะทำการตรวจสอบคุณสมบัติของเหรียญ อาทิเช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ขนาดความหนา และ เนื้อวัสดุ ที่ใช้ทำเหรียญ เพื่อให้ทราบว่าเหรียญที่เข้ามานั้นเป็น เหรียญชนิดใด และเป็นเหรียญจริงหรือปลอม ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 : ชุดตรวจสอบเหรียญ

2.4 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า

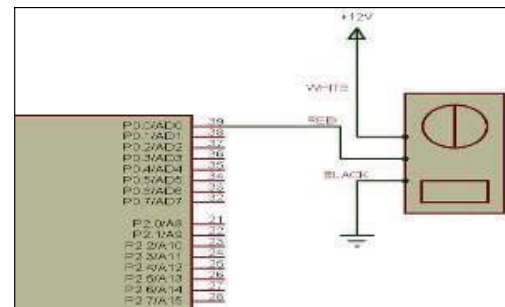
ภาคแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าใช้วงจรบริดจ์ [5] เมื่อ สัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ผ่านหม้อแปลงไฟฟ้ามาแล้วซึ่ง จะยังเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเมื่อเข้ามายังวงจรบริดจ์ ไฟฟ้าจะถูกเปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสตรงและจะถูก กรองให้เรียบแล้วส่งไปยังไอซีเบอร์ LM317T เพื่อทำ การควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้ได้ 5 โวลต์คงที่ตลอดเวลา สามารถนำไปใช้งาน วงจรแสดงดังภาพที่ 4



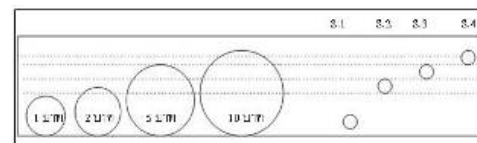
ภาพที่ 4 : ภาคนำจ่ายแรงดันไฟฟ้า

2.5 การตรวจสอบเหรียญและนับเหรียญ

ภาคตรวจสอบเหรียญและนับเหรียญ ดังภาพที่ 5 โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ [6] จะรับสัญญาณจากวงจรภาคตรวจสอบเหรียญและวงจรมับเหรียญที่พอร์ต P0.0 โดยสัญญาณที่เข้ามาจากเครื่องตรวจสอบและนับเหรียญได้ผ่านการเปรียบเทียบสัญญาณของแต่ละเหรียญในรูปแบบที่แตกต่างกันทั้งการตรวจจับแบบแสง การตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลาง ความหนาและวัสดุที่ใช้ทำ [4] ใช้ไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดเป็นตัวกำหนดแสงและใช้โฟโตทรานซิสเตอร์เป็นตัวรับแสง [7] หลักการคือติดตั้งชุดตัวกำเนิดและตัวรับแสงในแนวตั้งทั้งหมด 4 ชุด ถ้าเหรียญที่วิ่งเข้ามามีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับความสูงของชุดที่ 2 ก็จะบังลำแสงที่ส่งจากตัวกำเนิดไปยังตัวรับเพียง 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ถ้ากำหนดให้สถานะของการบังแสงเป็นลอจิก 1 และไม่มีแสงเป็นลอจิก 0 และนำมาเรียงเป็นเลขฐานสองก็จะได้เท่ากับ 0011 ซึ่งแสดงราคาเหรียญเป็น 1 บาท แต่ถ้าเหรียญที่วิ่งเข้ามาเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับชุดตรวจที่ 3 ก็จะไดเลขฐานสองเป็น 0111 ซึ่งแสดงราคาเหรียญเป็น 5 บาท แต่ถ้าเหรียญที่วิ่งเข้ามามีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับชุดตรวจที่ 4 ก็จะไดเลขฐานสองเป็น 1111 ซึ่งแสดงราคาเหรียญเท่ากับ 10 บาท ดังภาพที่ 6



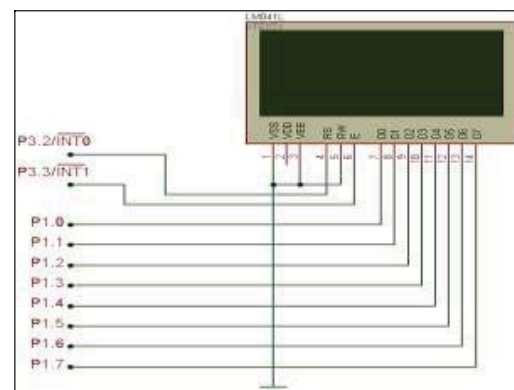
ภาพที่ 5 : ภาคตรวจสอบเหรียญและนับเหรียญ



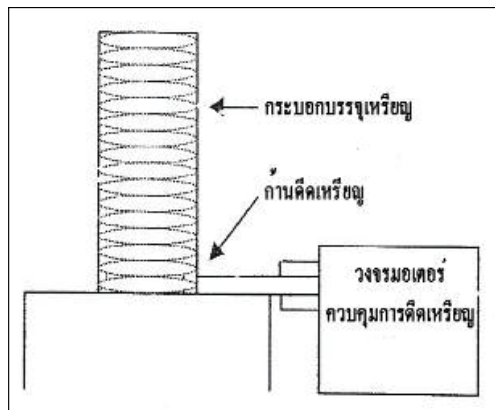
ภาพที่ 6 : การตรวจสอบชนิดเหรียญ

2.6 จอแสดงผล LCD

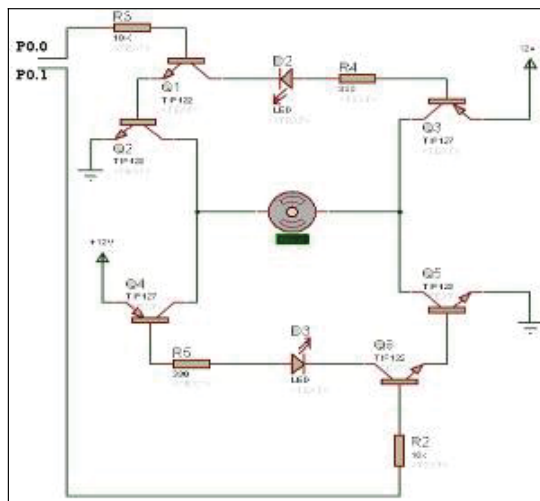
ภาคจอแสดงผล LCD [8] เพื่อใช้ในการแสดงผลของข้อมูลที่นับและทำการตรวจสอบ แสดงผลรวมของเหรียญและจำนวนเงินเหรียญที่ผ่านการตรวจสอบ โดยจะใช้พอร์ต P1.0, P1.1, P1.2, P1.3, P1.4, P1.5, P1.6, P1.7 และขาที่ P3.2 จะต่อกับขา RS ของ LCD เพื่อที่จะใช้ในการบอกสถานะการทำงาน



ภาพที่ 7 : ภาคจอแสดงผล LCD



ภาพที่ 8 : ภาคคิดเหรียญ



ภาพที่ 9 : ภาคควบคุมมอเตอร์

ของจอแสดงผล LCD ส่วนพอร์ต P3.3 จะต่อกับขา E เพื่อบอกสถานะการรับส่งข้อมูล ดังภาพที่ 7

2.7 ภาคคิดเหรียญ

เมื่อเหรียญที่ผ่านการคัดแยกมาแล้วไหลลงสู่กระบอกบรรจุเหรียญ ซึ่งจะทำให้การเรียงเหรียญเป็นชั้นจากนั้นจะใช้กลไกการคิดเหรียญที่ควบคุมโดยมอเตอร์ ดังภาพที่ 8 วงจรควบคุมการคิดเหรียญโดยการใช้คำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์ [6] ในการที่จะทำให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา โดยจะใช้

พอร์ต P0.0 กับ P0.1 โดยเมื่อมีลอจิกเป็น 1 ที่ออกจากพอร์ต P0.0 กระแสที่ไหลผ่านทรานซิสเตอร์ชนิด PNP เบอร์ TIP127 ก็จะทำการไบอัสให้ทรานซิสเตอร์และอีกส่วนจะไหลผ่านไดโอดเปล่งแสงทำให้ทรานซิสเตอร์ [7] ที่ต่อแบบคาร์ลิงตันมีการไบอัสครบวงจรกระแสไฟฟ้าจึงสามารถไหลผ่านมอเตอร์ [9] ลงกราวด์ได้ ทำให้มอเตอร์มีการหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา เมื่อ P0.1 มีการเปลี่ยนสถานะเป็น 1 ก็จะมีการไบอัสครบวงจรเช่นกันทำให้มอเตอร์มีการเปลี่ยนทิศทางการหมุนเป็นทวนเข็มนาฬิกา [10] ดังภาพที่ 9

3. ผลการดำเนินการ

3.1 การทดลองการคัดแยกเหรียญ

ทดลองการคัดแยกเหรียญโดยใช้เหรียญชนิดเดียวกันคือ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท การทดลองใช้เหรียญชนิดละ 50 เหรียญ และทดลองโดยใช้เหรียญรวมทุกชนิด ๆ ละ 25 เหรียญรวมทั้งหมด 100 เหรียญ ทำการทดลองแต่ละวิธีจำนวน 5 ครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : ค่าผิดพลาดการคัดแยกเหรียญ

ชนิดของเหรียญ	จำนวนผิดพลาด ครั้งที่					ค่าผิดพลาดเฉลี่ย (%)
	1	2	3	4	5	
1 บาท	1	0	0	1	0	0.8
2 บาท	0	1	1	0	0	0.8
5 บาท	0	1	0	0	1	0.8
10 บาท	0	0	0	0	1	0.4
ทุกชนิด	2	3	2	3	2	2.4
ค่าผิดพลาดเฉลี่ยรวมทุกครั้ง						1.04

การทดลองเริ่มจากการคัดแยกเหรียญชนิดเดียวกันแต่ละชนิดจำนวน 5 ครั้ง จากนั้นทดลองแยกเหรียญ

รวมทุกประเภทเครื่องจะทำการคัดแยกเหรียญ โดยเหรียญที่มีขนาดถูกต้องจะแสดงผลออกจอ LCD

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองคัดแยกเหรียญตามขนาดมาตรฐานของกรมกษาปณ์ [2] การทดลองการคัดแยกเหรียญ 1 บาท จำนวน 50 เหรียญ ทดลอง 5 ครั้ง มีความผิดพลาดเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 0.8 เหรียญ 2 บาท มีความผิดพลาดเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 0.8 เหรียญ 5 บาท มีความผิดพลาดเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 0.8 เหรียญ 10 บาท มีความผิดพลาดเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 0.4 การทดลองคัดแยกเหรียญรวมทุกประเภทมีความผิดพลาดเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 2.4 และการทดลองคัดแยกเหรียญมีความผิดพลาดเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 1.04 ของทุกการทดลอง

3.2 การทดลองการตรวจสอบเหรียญ

ทดลองการตรวจสอบเหรียญ โดยใช้เหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท โดยเหรียญที่จะเข้าตัวตรวจสอบจะส่งมาจากภาคคัดแยกเหรียญ การทดลองใช้เหรียญชนิดละ 50 เหรียญ และทดลองโดยใช้เหรียญรวมทุกชนิด ๆ ละ 25 เหรียญรวมทั้งหมด 100 เหรียญทำการทดลองแต่ละวิธีจำนวน 5 ครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 2 เครื่องจะทำการตรวจสอบเหรียญโดยเหรียญที่ผลการตรวจสอบผ่านหรือเป็นเหรียญจริงจะแสดงผลออกจอ LCD ส่วนเหรียญที่ไม่ผ่านการตรวจสอบจะตกลงที่ช่องเหรียญปลอม

ตารางที่ 2 : ค่าผิดพลาดการตรวจสอบเหรียญ

ชนิดของเหรียญ	จำนวนผิดพลาดครั้งที่					ค่าผิดพลาดเฉลี่ย (%)
	1	2	3	4	5	
1 บาท	4	4	3	4	3	7.2
2 บาท	3	3	4	3	4	6.8
5 บาท	2	2	2	2	2	4.0
10 บาท	1	1	0	0	1	1.2
ทุกชนิด	6	5	8	8	6	6.6

ค่าผิดพลาดเฉลี่ยรวมทุกครั้ง	5.16
-----------------------------	------

จากตารางที่ 2 ผลการทดลองการตรวจสอบเหรียญชนิด 1 บาท มีความผิดพลาดเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 7.2 เหรียญ 2 บาทมีความผิดพลาดเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 6.8 เหรียญ 5 บาทมีความผิดพลาดเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 4.0 เหรียญ 10 บาทมีความผิดพลาดเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 1.2 การตรวจสอบเหรียญรวมทุกประเภทมีความผิดพลาดเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 6.6 และการทดลองตรวจสอบเหรียญมีความผิดพลาดเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 5.16 ของทุกการทดลอง

3.3 การทดลองการนับเหรียญ

ทดลองการนับเหรียญแสดงผลผ่านจอ LCD เมื่อเหรียญ ผ่านช่องรับเหรียญก็จะผ่านแสงอินฟราเรดเพื่อนับเหรียญ โดยใช้เหรียญชนิดเดียวกันคือ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท การทดลองใช้เหรียญชนิดละ 50 เหรียญ และทดลองโดยใช้เหรียญรวมทุกชนิด ๆ ละ 25 เหรียญรวมทั้งหมด 100 เหรียญทำการทดลองแต่ละวิธีจำนวน 5 ครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 3

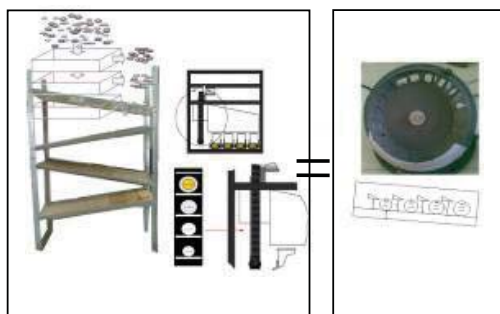
ตารางที่ 3 : ค่าผิดพลาดการนับเหรียญ

ชนิดของเหรียญ	จำนวนผิดพลาดครั้งที่					ค่าผิดพลาดเฉลี่ย (%)
	1	2	3	4	5	
1 บาท	0	0	0	0	0	0
2 บาท	0	0	0	0	0	0
5 บาท	0	0	0	0	0	0
10 บาท	0	0	0	0	0	0
ทุกชนิด	0	0	0	0	0	0
ค่าผิดพลาดเฉลี่ยรวมทุกครั้ง						0

จากตารางที่ 3 ผลการทดลองนับเหรียญ การทดลองการนับเหรียญทุกชนิดไม่มีค่าผิดพลาดเลยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 0

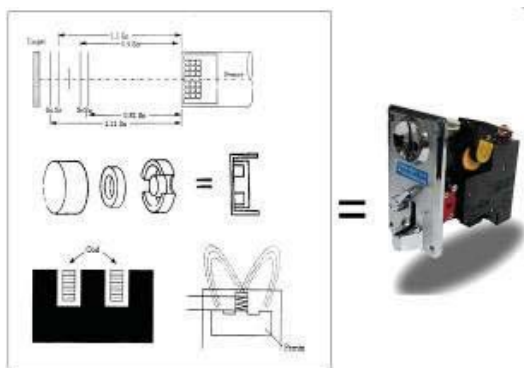
4. สรุปผลการดำเนินงาน

4.1 เครื่องคัดแยกเหรียญมีขนาดที่เล็กลงกว่าชนิดที่มีการใช้ทั่วไปและมีความเร็วในการคัดแยกที่เร็วกว่าแบบทั่วไป



ภาพที่ 10 : เปรียบเทียบเครื่องคัดแยกเหรียญ

4.2 เครื่องตรวจสอบเหรียญใช้การตรวจสอบ 3 ส่วนต่อเหรียญทำให้มีความแม่นยำมากขึ้นกว่าเครื่องตรวจสอบชนิดอื่น



ภาพที่ 11 : เปรียบเทียบตัวตรวจสอบเหรียญ

4.3 เครื่องตรวจสอบเหรียญมีโครงสร้างที่เล็กกว่าเครื่องที่ใช้ทั่วไป



ภาพที่ 12 : โครงสร้างของเครื่องตรวจสอบเหรียญ

4.4 เครื่องตรวจสอบเหรียญใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ควบคุมชุดคิดเหรียญและตรวจสอบเหรียญภาษาที่ใช้ในการเขียนเพื่อควบคุมเป็นภาษาแอสเซมบลี [6]

4.5 เครื่องตรวจสอบเหรียญทำการตรวจสอบและแสดงผลการตรวจสอบผ่านด้วยจอแสดงผล LCD 4 บรรทัด เหรียญที่ผิดพลาดน้อยที่สุดคือเหรียญ 10 บาท เพราะมีขนาดใหญ่และมีมวลสารจำนวนมาก ส่วนเหรียญ 1 บาท 2 บาท และ 5 บาท มีความผิดพลาดสูงกว่าเพราะว่ามีขนาดเล็กและจำนวนมวลสารน้อยกว่า

4.6 เครื่องตรวจสอบเหรียญทำการนับได้ถูกต้องร้อยละ 100 เพราะเหรียญที่ใช้ได้มาตรฐานทุกเหรียญจึงตัดผ่านแสงแล้วเกิดพัลส์แสงที่ถูกต้อง

4.7 การแสดงผล เมื่อเหรียญผ่านการคัดแยก การตรวจสอบ และการนับแล้วข้อมูลจะถูกส่งไปประมวลผลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วจึงแสดงผลออกทางจอ LCD ดังตัวอย่างภาพที่ 10

CO 1 = 21	CO 2 = 22
CO 5 = 120	CO 10 = 200
COIN -- <0076B>	
BATH -- <0363B>	

ภาพที่ 13 : จอแสดงผล LCD

จากภาพที่ 10 CO1=21 หมายถึงมีเหรียญ 1 บาท จำนวน 21 เหรียญ คิดเป็นจำนวนเงิน 21บาท CO2=22 หมายถึง มีเหรียญ 2 บาทจำนวน 11 เหรียญ คิดเป็นจำนวนเงิน 22 บาท CO5=120 หมายถึงมีเหรียญ 5 บาท จำนวน 24 เหรียญ คิดเป็นจำนวนเงิน 120 บาท CO10=200 หมายถึงมีเหรียญ 10 บาทจำนวน 20 เหรียญ คิดเป็นจำนวนเงิน 200 บาท COIN--<0076B> หมายถึงมีเหรียญทั้งหมด 76 เหรียญและ BATH--<0363B> หมายถึงจำนวนเงินรวมทั้งหมด 363 บาท เป็นต้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง ขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่ช่วยให้คำแนะนำต่าง ๆ และขอขอบคุณบุคคลท่านอื่นๆ ที่มีได้กล่าวถึงที่มีส่วนให้ความช่วยเหลือในการสร้างเครื่องตรวจสอบเหรียญนี้สำเร็จด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ข้อมูลเหรียญ, [cited 31 ,มีนาคม 2552]. Available from : URL <http://ecatalog.treasury.go.th/home/index.php>
- [2] ฤทธิพล มณีรัตนอมร, “เครื่องตรวจสอบเหรียญกษาปณ์.” ปริญญานิพนธ์อุตสาหกรรมศาสตร

- บัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ (เครื่องมือวัดและควบคุม) วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.
- [3] เหรียญกษาปณ์หมุนเวียน, [cited 30 กรกฎาคม 2551]. Available from : URL http://www.treasury.go.th/template.php?selectedMenuIdx=5&targetURL=/currency/circulation_text.htm
- [4] นราธิป แก้วผล, ปริพนธ์ หลักคำ, เอกชัย แก้วบุญศรี “เครื่องถ่ายเอกสารหยอดเหรียญควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์” ปริญญานิพนธ์อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ (โทรคมนาคม) วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.
- [5] เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์, [cited 11 มีนาคม 2551] Available from: URL <http://203.158.100.139/charud/virtualexperiment/ment/labphysics2/meter/AC%20Bridge.html>
- [6] อุดม จีนประดับ. “ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51”, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 2541.
- [7] แผนกหนังสือพิเศษด้านอิเล็กทรอนิกส์. “ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ”, บริษัท ซีอีดี ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ, 2538.
- [8] LCD, [cited 11 มีนาคม 2552]. Available from : URL http://blog.Eduzones.com/smith/print.php?content_id = 468
- [9] วงจรควบคุมมอเตอร์, [cited 2 เมษายน 2552]. Available from : URL <http://www.9bkk.com/project/electronic/project43.html>
- [10] วิโรจน์ วานิชกิจ “มอเตอร์กระแสตรง” กรุงเทพฯ, 2541.

การควบคุมอุณหภูมิของเครื่องทำน้ำอุ่นด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

Shower Heater Temperature Control Base of Microcontroller

ดอนสัน ปงผาบ

สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพ

E-mail : donson@lpru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องทำน้ำอุ่นให้คงที่ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้วิธีการควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิทัล มีสัญญาณป้อนกลับเพื่อเปรียบเทียบค่าผิดพลาดและตรวจสอบแนวโน้มของการเพิ่มหรือการลดของอุณหภูมิ ทำให้สามารถคาดคะเนแนวโน้มของอุณหภูมิล่วงหน้าได้ โดยมีความละเอียดในการตรวจวัดอุณหภูมิขนาด 12 บิตเป็นจำนวนเต็ม 8 บิตและทศนิยม 4 บิต ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผลแล้วส่งสัญญาณไปควบคุมไทรแอกเพื่อไปปรับระดับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับขดลวดทำความร้อนอย่างเหมาะสม ซึ่งจะสามารถควบคุมอุณหภูมิของน้ำให้คงที่ได้ จากการทดลองสามารถควบคุมอุณหภูมิของเครื่องทำน้ำอุ่นในช่วงอุณหภูมิ 32-42 องศาเซลเซียสให้มีค่าผิดพลาดไม่เกิน 0.5 องศาเซลเซียส

คำสำคัญ : การควบคุมอุณหภูมิ ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

This research paper presents the approach to control temperature of a shower heater by a microcontroller. The digital control had a feedback to compare the error value and check the trends of temperature increases or decreases so it could estimate the trend of temperature in advance. The accuracy of the temperature measurement was 12 bits: 8 bits for full integer and the other 4 bits for points. A microcontroller was used to calculate and send signals to control the triac so it adjusted the voltage appropriate for the shower heater and could control the water at a stable temperature. From the experiment, it could control the temperature of a shower heater at the range of temperature between 32-42 °C with the error rate of less than ± 0.5 °C.

Keywords : Temperature Control, Microcontroller

1. บทนำ

การควบคุมอุณหภูมิของเครื่องทำน้ำอุ่นระบบเดิมจะใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ในการควบคุมการทำงาน การควบคุมอุณหภูมิสามารถทำได้โดยการหมุนค่าความต้านทาน เพื่อใช้ปรับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับขดลวดทำความร้อน ซึ่งเป็นระบบควบคุมแอนะล็อกแบบเปิด ไม่มีการป้อนกลับของสัญญาณเพื่อตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำให้คงที่ ทำให้อุณหภูมิของน้ำจะแกว่งหรือไม่นิ่ง ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องทำน้ำอุ่น โดยใช้ระบบควบคุมดิจิทัลแบบป้อนกลับเพื่อตรวจวัดอุณหภูมิเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้และตรวจสอบการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิ ทำให้สามารถคาดคะเนแนวโน้มของอุณหภูมิล่วงหน้าได้ จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณไปควบคุมระดับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับขดลวดทำความร้อนอย่างเหมาะสม ซึ่งจะสามารถควบคุมอุณหภูมิของน้ำให้คงที่ได้

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างวงจรควบคุมอุณหภูมิของเครื่องทำน้ำอุ่นให้คงที่
2. เพื่อศึกษาวิธีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำให้คงที่โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และสามารถควบคุมอุณหภูมิให้มีค่าผิดพลาดไม่เกิน ± 0.5 องศาเซลเซียส

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นคร ทองเล็ก และคณะ [1]: นำเสนอการพัฒนา ระบบควบคุมแบบฐานกฎฟัซซี่ลอจิกสำหรับควบคุมอุณหภูมิเตาเผาเซรามิกแบบไฟฟ้าประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การออกแบบและการสร้างเตาเผาเซรามิกขนาด 1.5 ลูกบาศก์ฟุต สร้างวงจรควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ และการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการทำงานเป็นตัว

ควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิกชนิดปรับค่าสมาชิกของตัวแปรได้ ทดสอบระบบโดยเผาเคลือบชิ้นงานตัวอย่างที่เคลือบด้วยน้ำเคลือบ สีดำ แดงและเขียวจำนวน 300 ชิ้น เพื่อวัดผลของระบบควบคุมและวิเคราะห์ผล ผลการทดสอบ ระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ดีและมีคุณภาพสีที่ดีใกล้เคียงกับสีของชิ้นงานมาตรฐานแต่ใช้เวลาในการเผาเคลือบน้อยกว่ามาตรฐานในการเผาเคลือบแบบเตาไฟฟ้าปกติ

ปรีชา ขาวบาง และคณะ [2]: นำเสนอการควบคุมอุณหภูมิโดยใช้วิธีการควบคุมแบบดิจิทัล พีไอดี หลักการทำงานจะตรวจวัดอุณหภูมิทำการแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลตามสมการพีไอดีแล้วส่งสัญญาณไปควบคุมภาคปรับกระบวนการที่ทำให้เกิดความร้อนเพื่อปรับอุณหภูมิตามค่าที่กำหนดไว้

สุรเชษฐ์ บำรุงศิริ [3]: นำเสนอเครื่องฟอกไข่ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ หลักการทำงานของเครื่องจะมีเซนเซอร์ทำการตรวจวัดอุณหภูมิแล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้คือ 40 องศาเซลเซียสถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 39 องศาเซลเซียสไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งงานให้ขดลวดทำความร้อนทำงานและถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียสจะควบคุมให้ขดลวดทำความร้อนหยุดทำงาน เครื่องจะทำการกลับไข่ทุก ๆ 2 ชั่วโมง อุณหภูมิในตู้อบอยู่ในช่วง 39-41 องศาเซลเซียส

Chia-Feng Juang และคณะ [4]: เสนอการสร้างอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของน้ำด้วยชุดไอซี FPGA โดยใช้วิธีควบคุมแบบฟัซซี่รีเคอร์เรนซ์ ภายในชุด FPGA ได้กำหนดโครงข่ายประสาทเทียมรูปแบบการเรียนรู้พารามิเตอร์เอาไว้ อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นให้ผลการทดสอบประสิทธิภาพอยู่ในระดับที่ดี โดยอุปกรณ์มีขนาดเล็กและใช้วงจรรวมในการออกแบบ ไม่ต้องอาศัยหน่วยความจำ ซึ่งให้ผลการทำงานที่สมบูรณ์จากการ

เปรียบเทียบและโครงข่ายประสาทเทียม เมื่อทดสอบรูปแบบต่าง ๆ ของการเรียนรู้ในการควบคุมอุณหภูมิของน้ำ

Nicholas S. Samaras และคณะ [5]: เสนอระบบควบคุมอุณหภูมิสุดท้ายตามตารางการถ่ายเทความร้อนใช้ช่วงของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น โดยสมมุติฐานว่าระบบถ่ายเทความร้อนแบบเชิงเส้น เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนไปสู่สิ่งแวดล้อมและส่งผ่านความร้อนไปยังระบบน้ำเย็น ด้วยวิธีการออกแบบควบคุมแบบป้อนไปข้างหน้า เพื่อที่จะควบคุมอุณหภูมิที่ขอบเขตสุดท้ายให้มีความผิดพลาดน้อยที่สุดโดยใช้ไดนามิกส์โปรแกรมมาวิเคราะห์ในรายละเอียด การวิเคราะห์การทำงานของระบบจะใช้โปรแกรมจำลองและการสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงผลของอุณหภูมิต่อความผิดพลาดน้อยที่สุดและจะนำมาปรับปรุงการทำงานโดยไดนามิกส์โปรแกรม

James S. McDonald [6]: เสนอการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิสำหรับห้องอัดอากาศสำหรับใช้อธิบายโครงการวิศวกรรม โดยกำหนดเงื่อนไขช่วงของอุณหภูมิโดยแสดงช่วงอุณหภูมิที่เกินช่วงที่กำหนดและช่วงอุณหภูมิที่อยู่ในสถานะเสถียรโดยมีความผิดพลาดน้อยกว่าระดับ 1 องศาเซลเซียสในอุณหภูมิจริงภายในห้องที่มีการปรับค่าอุณหภูมิแต่ละช่วงที่มีการตอบสนอง ออกแบบพัฒนาระบบควบคุมใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์โมโตโลลา MC68HC05 ในการควบคุมระบบทั้งหมด และใช้แบบจำลองโมเดลทางคณิตศาสตร์ในการควบคุม ผลการทดลองสามารถแสดงถึงความต้องการใช้ความรู้ต่าง ๆ เข้ามาใช้ทั้งในด้านวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมเครื่องกลและวิศวกรรมระบบควบคุม

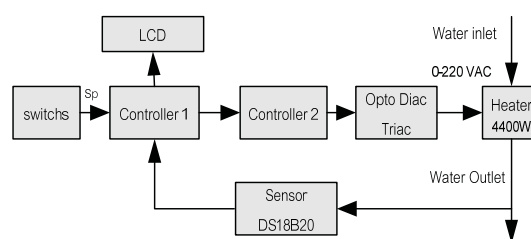
4. การควบคุมอุณหภูมิด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

แนวทางการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องทำน้ำอุ่นให้คงที่ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 ส่วนอินพุต ใช้ไอซี DS18B20 เป็นเซนเซอร์ในการตรวจวัดอุณหภูมิ มีความละเอียดขนาด 12 บิตเป็นจำนวนเต็ม 8 บิตทศนิยม 4 บิตและมีสวิตช์ในการตั้งค่าอุณหภูมิ

ส่วนที่ 2 หน่วยประมวลผลซึ่งจะประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์จำนวน 2 ตัว ตัวแรกจะทำหน้าที่รับข้อมูลการตั้งค่าอุณหภูมิจากสวิตช์ รับข้อมูลจากเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ ควบคุมการแสดงผลของจอ LCD และส่งสัญญาณควบคุมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 2 ซึ่งจะทำหน้าที่ควบคุมเวลาหรือจำนวนพัลส์ของสัญญาณไฟฟ้า 220 V_{AC} ที่จะจ่ายให้กับไครแอคและขดลวดทำความร้อน

ส่วนที่ 3 ส่วนเอาต์พุต ประกอบไปด้วยจอแสดงผลแบบ LCD ทำหน้าที่แสดงค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ อุณหภูมิปัจจุบัน การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิ และส่วนควบคุมแรงดันซึ่งประกอบไปด้วยตัวเชื่อมต่อทางแสงไดแอคและไครแอคแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1: ระบบควบคุมอุณหภูมิของเครื่องทำน้ำอุ่น

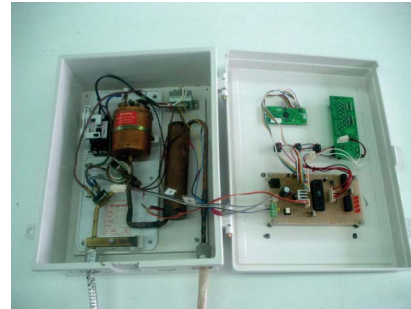
5. วงจรควบคุมอุณหภูมิ

จากรูปที่ 4 ไอซี DS18B20 จะทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์ในการตรวจวัดอุณหภูมิ ที่มีความละเอียด

ขนาด 12 บิต ใช้ระบบการรับและส่งข้อมูลแบบหนึ่งสายให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 สวิตช์ตัวที่ 1 ทำหน้าที่เพิ่มอุณหภูมิ สวิตช์ตัวที่ 2 ทำหน้าที่ลดอุณหภูมิ และสวิตช์ตัวที่ 3 จะทำหน้าที่ในการควบคุมโหมดการทำงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 เป็นตัวควบคุมหลักทำหน้าที่รับข้อมูลการตั้งค่าอุณหภูมิจากสวิตช์ รับข้อมูลจากเซนเซอร์ ควบคุมการแสดงผลที่จอ LCD และส่งสัญญาณให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051

ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051 จะทำหน้าที่ในการควบคุมเวลาหรือจำนวนพัลส์ของสัญญาณไฟฟ้า 220 V_{AC} ที่จะจ่ายให้กับไตรแอกและขดลวดทำความร้อนขนาด 4400 วัตต์ วงจรจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 2 ตัวในการควบคุมการทำงานของเครื่องทำน้ำอุ่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 2 AT89C2051 จะเป็นตัวควบคุมแรงดันโดยจะส่งสัญญาณลอจิก '0' และ '1' ผ่านไอซี MOC3020 ซึ่งเป็นออปโตไดโอดทำหน้าที่ในการสร้างสัญญาณ ทริกที่ขาเกตของไตรแอกตามเวลาที่กำหนดเพื่อไปควบคุมแรงดันไฟฟ้าตามค่าที่รับมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 1 ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051 ทำ

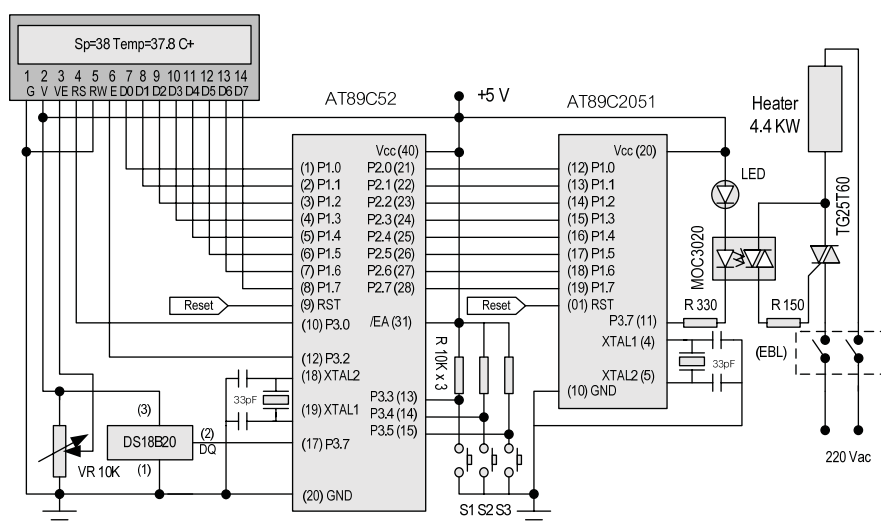
หน้าที่ส่งสัญญาณควบคุมไตรแอกเพียงอย่างเดียวเพื่อลดค่าผิดพลาดทางเวลาในการทำงานหลาย ๆ หน้าที่ของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 2: อุปกรณ์และวงจรภายในเครื่องทำน้ำอุ่น

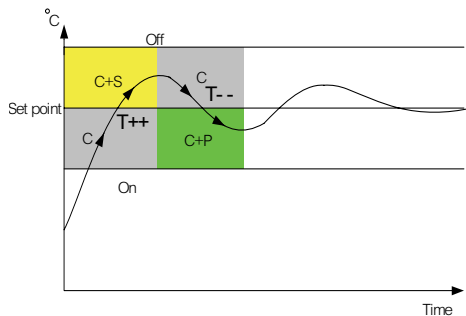


รูปที่ 3: เครื่องทำน้ำอุ่น



รูปที่ 4: วงจรควบคุมอุณหภูมิของเครื่องทำน้ำอุ่น

6. วิธีการควบคุมอุณหภูมิ



รูปที่ 5: วิธีการควบคุมอุณหภูมิ

จากรูปที่ 5 การควบคุมอุณหภูมิจะแบ่งการควบคุมออกเป็น 5 สถานะคือ

สถานะที่ 1 (On) อยู่ในสถานะเปิด หมายถึงอุณหภูมิปัจจุบันมีค่าน้อยกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้มากกว่าค่าที่กำหนด 2.5 องศาเซลเซียส ให้ไตรแอคทำงานตลอดเวลา หรือจ่ายแรงดันไฟฟ้า 220 V_{AC} ให้หลอดทำความร้อน

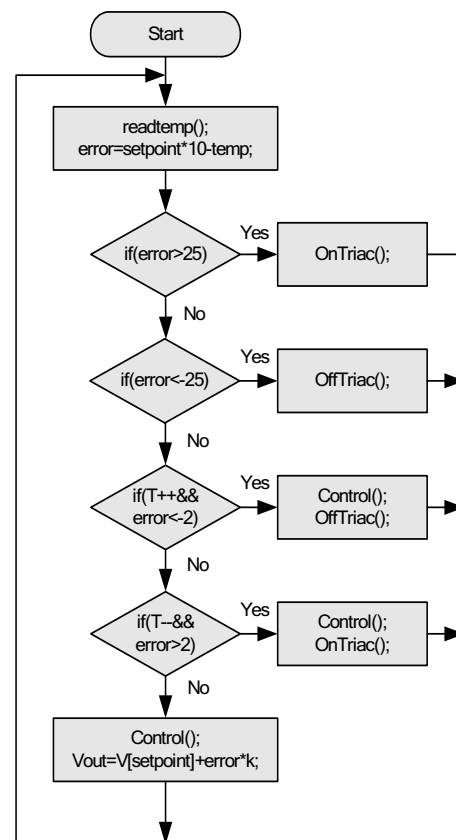
สถานะที่ 2 (Off) อยู่ในสถานะปิด หมายถึงอุณหภูมิปัจจุบันมีค่ามากกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้มากกว่าค่าที่กำหนด 2.5 องศาเซลเซียส ให้ไตรแอคหยุดการทำงาน หรือไม่จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้หลอดทำความร้อน

สถานะที่ 3 (C) อยู่ในสถานะควบคุม หมายถึงอุณหภูมิปัจจุบันมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่ตั้งไว้ โดยมีค่าผิดพลาดไม่เกิน ± 2.5 องศาเซลเซียส ให้จ่ายแรงดันไฟฟ้าควบคุมปกติรวมกับค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นให้กับหลอดทำความร้อน

สถานะที่ 4 (C+S) อยู่ในสถานะหยุดจ่ายแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวสลับกับการควบคุม หมายถึงอุณหภูมิปัจจุบันแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และมีค่ามากกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ให้หยุดจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับหลอดทำความร้อนชั่วคราวสลับกับการควบคุม

สถานะที่ 5 (C+P) อยู่ในสถานะเพิ่มแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวสลับกับการควบคุม หมายถึงอุณหภูมิปัจจุบันแนวโน้มมีค่าลดลงเรื่อยๆ และมีค่าน้อยกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ให้จ่ายสัญญาณไฟฟ้า 220 V_{AC} ให้กับหลอดทำความร้อนชั่วคราวสลับกับการควบคุม

จากวิธีการควบคุมที่กล่าวมาสามารถเขียนเป็นแผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมได้ดังนี้



รูปที่ 6: แผนภูมิวิธีการควบคุมอุณหภูมิ

ในสถานะการควบคุม เมื่ออุณหภูมิปัจจุบันมีค่าอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับค่าอุณหภูมิที่ได้ตั้งไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งแรงดันไฟฟ้าค่าหนึ่งตามสมการ

$$V_{out} = V[\text{set point}] + \text{error} * k;$$

โดยที่ $V[\text{set point}]$ คือ ค่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไว้ในตาราง ซึ่งเป็นแรงดันไฟฟ้าที่ได้มาจากการวัดและการทดลองที่อุณหภูมิต่าง ๆ ที่ช่วยให้กับขดลวดทำความร้อน

error คือ ค่าผิดพลาดของอุณหภูมิ

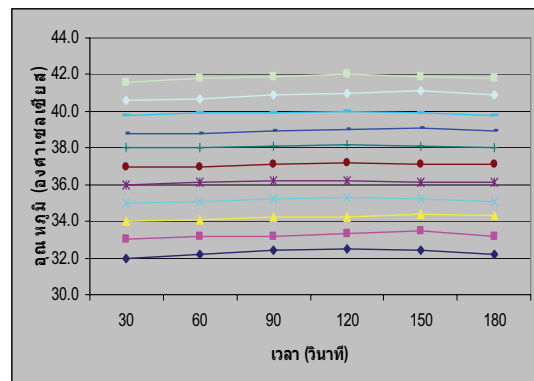
K คือ ค่าเกณฑ์ที่ใช้ในการปรับค่าผิดพลาด

7. ผลการทดลอง

การควบคุมอุณหภูมิของเครื่องทำน้ำอุ่นด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการทดลองโดยการจ่ายน้ำที่มีอุณหภูมิประมาณ 28-30 องศาเซลเซียสให้กับระบบแล้วปรับค่าอุณหภูมิตั้งแต่ 32-42 องศาเซลเซียส จากนั้นวัดอุณหภูมิของน้ำทุก ๆ 30 วินาทีด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอลที่มีความละเอียด 0.1 องศาเซลเซียสและมีการผิดพลาดของการวัด $\pm 0.1\%$ ผลของการทดลองแสดงดังตารางที่ 1 และรูปที่ 7

Set Point	ค่าที่วัดได้ องศาเซลเซียส (ทุก ๆ 30 วินาที)						ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	
32 °C	32.0	32.2	32.4	32.5	32.4	32.2	32.28 °C
33 °C	33.0	33.2	33.2	33.3	33.5	33.2	33.23 °C
34 °C	34.0	34.1	34.2	34.2	34.4	34.3	34.20 °C
35 °C	35.0	35.1	35.2	35.3	35.2	35.1	35.15 °C
36 °C	36.0	36.1	36.2	36.2	36.1	36.1	36.12 °C
37 °C	37.0	37.1	37.1	37.2	37.1	37.1	37.08 °C
38 °C	38.0	38.0	38.1	38.2	38.1	38.0	38.07 °C
39 °C	38.8	38.8	38.9	39.0	39.1	38.9	38.92 °C
40 °C	39.8	39.9	39.9	40.0	39.9	39.8	39.88 °C
41 °C	40.6	40.7	40.9	41.0	41.1	40.9	40.87 °C
42 °C	41.6	41.8	41.9	42.0	41.9	41.8	41.83 °C

ตารางที่ 1: ผลการวัดอุณหภูมิของเครื่องทำน้ำอุ่น



รูปที่ 7: กราฟแสดงผลการวัดค่าอุณหภูมิของเครื่องทำน้ำอุ่น

8. สรุปผล

จากการทดลองการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องทำน้ำอุ่นด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้วิธีการควบคุมอุณหภูมิแบบป้อนกลับเพื่อเปรียบเทียบค่าผิดพลาดและตรวจสอบแนวโน้มของการเพิ่มหรือการลดของอุณหภูมิแล้วส่งแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมจ่ายให้กับขดลวดทำความร้อน ทดสอบโดยป้อนน้ำให้กับระบบแล้วปรับอุณหภูมิตั้งแต่ 32-42 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการวัดอุณหภูมิของน้ำด้วยดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ ผลคือเครื่องสามารถควบคุมอุณหภูมิของน้ำอุ่นได้ตามต้องการมีค่าผิดพลาดไม่เกิน ± 0.5 องศาเซลเซียส โดยการควบคุมอุณหภูมิในช่วง 32-33 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่เกิน 40 องศาเซลเซียสจะมีค่าผิดพลาดมากกว่าช่วงอื่นเนื่องจากตั้งค่าอุณหภูมิต่ำหรือสูงเกินไป ส่วนในช่วงอุณหภูมิ 34-40 องศาเซลเซียส ระบบจะสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ดี

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] นคร ทองเล็กและคณะ. “การพัฒนาระบบควบคุมแบบฐานกฎฟัซซี่ลอจิกสำหรับควบคุมอุณหภูมิในเตาเผาเซรามิกแบบไฟฟ้า” สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตล้านนา , 2543.

- [2] ปรีชา ขาวบางและคณะ. “เครื่องควบคุมอุณหภูมิด้วยพีไอดี” สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ. 2540.
- [3] สุรเชษฐ์ บำรุงศิริ. “เครื่องฟักไข่ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, 2543.
- [4] Chain-Feng. Juang, and Jung-Shing. Chen, “Water bath temperature control by a recurrent fuzzy controller and its FPGA implementation,” Industrial Electronics, IEEE Transactions, vol.53, pp. 941-949, 2006.
- [5] Nicholas S. Samaras, and Marwan A. Simaan, “Water-Cooled End-Point Boundary Temperature Control of Hot Strip via Dynamic Programming,” IEEE transaction on Industrial Applications, vol. 34, no. 6, pp. 2109-2116, 1997.
- [6] James S. McDonald, “Temperature control using a microcontroller: an interdisciplinary undergraduate engineering design project,” Frontiers in Education Conference, vol.3, pp.1620–1624, 1997.

ชุดทดลองเครื่องมือวัดออสซิลโลสโคปเสมือนจริง

Virtual Oscilloscope Experimental Set

ชานนท์ จันทร์ขาว และ สืบศักดิ์ พันธุ์ไพโรจน์

วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : sspr@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการเรียนการสอนมีความสำคัญมากต่อชีวิตมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นการเรียนการสอนในห้องเรียน หรือการเรียนการสอนทั่วไป ซึ่งเมื่อเทคโนโลยีมีการพัฒนาขึ้นไป จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้พัฒนาขึ้นก้าวหน้าตามเทคโนโลยีที่ล้ำหน้าขึ้นไป โครงการนี้สร้างชุดทดลองเครื่องมือวัดออสซิลโลสโคปเสมือนจริงเพื่อใช้ในการวัดค่าการทดลองกับชุดทดลองวงจรคลิปเปอร์ (Clipper) และวงจรแคลมเปอร์ (Clamper) ในการวัดค่าจากวงจรจริง เพื่อเปรียบเทียบกับค่าจากการวัดค่าในการจำลอง Simulation ของวงจรคลิปเปอร์ และการจำลอง Simulation ของวงจรแคลมเปอร์ เพื่อเทียบค่าในการวัดของวงจรซิมูเลตกับวงจรจริงว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ผลของการดำเนินโครงการในครั้งนี้ สามารถสร้างชุดทดลองเครื่องมือวัดออสซิลโลสโคปเสมือนจริงโดยโปรแกรมเสมือนจริงเครื่องมือวัดออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) สามารถใช้ในการวัดสัญญาณวงจรคลิปเปอร์ และวงจรแคลมเปอร์ ได้โดยมีประสิทธิภาพในการวัดค่าประมาณ 95% โดยเปรียบเทียบกับสัญญาณที่วัดได้จากออสซิลโลสโคปจริง

คำสำคัญ: คอมพิวเตอร์ DAQ ออสซิลโลสโคป แคลมเปอร์ คลิปเปอร์

Abstract

At the present time, learning and instruction are very vital to human life whether it is in class or general learning. The more technology has been developed, the more instructional media will have to be developed considerably in order to catch up with advanced technology forward. This project builds the group experiences the measuring instrument crowds like TRUE cow for uses in value experiment measurement and the group

experience clip fiber plants circuit , and wind fiber plants circuit , in value measurement from TRUE circuit Simulation for compare with the value from value measurement in of clip fiber plants circuit , and of wind fiber plants circuit , for compare with the value in the measurement of the circuit with TRUE circuit that , there is how much is the difference a little very ? Of proceeding project in this time , can build the group experiences the measuring instrument crowds like TRUE cow by like TRUE measuring instrument program crowds the cow , Oscilloscope , can use in circuit clip fiber plants measurement , and wind fiber plants circuit , get by effective in value measurement about 95% by compare with with a signal that from measuring clump cow TRUE instrument ,

Keywords: computer DAQ, Oscilloscope, Clamper Clipper

1. บทนำ

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ มีวิวัฒนาการไปอย่างรวดเร็ว การศึกษาเทคโนโลยีใหม่ๆ ให้ทันกับวิวัฒนาการจึงเป็นไปได้ยาก

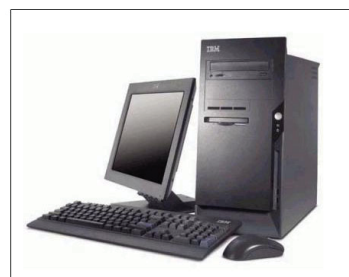
จากปัญหานี้จึงได้นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยพัฒนาบุคลากรด้านอิเล็กทรอนิกส์ นิสิตนักศึกษาและบุคคลทั่วไป ที่มีความสนใจด้านอิเล็กทรอนิกส์ จึงสร้างชุดทดลองเครื่องมือวัดออสซิลโลสโคปเสมือนจริง เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนอุปกรณ์เครื่องมือวัดออสซิลโลสโคปที่ใช้ในการทดลองซึ่งมีราคาสูง

2. การดำเนินการ

2.1 คอมพิวเตอร์ (Computer)

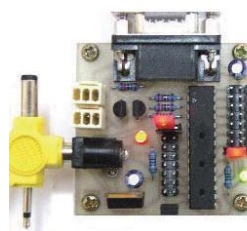
คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการแสดงโปรแกรมในการทดลองมีคุณสมบัติดังนี้

- Monitor LCD 17"
- CPU 1.6 GHz Celeron Core 2 Duo
- RAM 1 GB
- HARDDISK 80 GB
- VGA CARD 128 KB



ภาพที่ 1: คอมพิวเตอร์ (Computer)

2.2 การ์ด I/F สำหรับเชื่อมต่อกับโปรแกรม LabVIEW



ภาพที่ 2: การ์ด I/F สำหรับเชื่อมต่อกับโปรแกรม LabVIEW

จากภาพที่ 2 ลักษณะของการ์ดมีขนาดเล็ก (4 ตารางนิ้ว) ใช้ไฟเลี้ยง 9 V ประกอบไปด้วยอินพุต จำนวน 16 ช่อง แต่ละช่อง สามารถตั้งให้ทำงานได้ 3 โหมด คือ โหมดที่ 1 เป็นดิจิตอลอินพุตโหมด (digital input mode) เพื่อให้ช่องนั้น รับสถานะลอจิกจากภายนอก เช่น การเชื่อมต่อกับสวิตช์ต่างๆ รับแรงดันได้ตั้งแต่ 0V-5V ทุกช่อง

ทำงานในโหมดนี้ได้ โหมดที่ 2 คือดิจิทัลเอาต์พุตโหมด (digital output mode) เพื่อให้ช่องนั้น ส่งลอจิก 1 หรือ 0 ออกไปขับอุปกรณ์ภายนอก เช่น แอลอีดี, รีเลย์ หรือ ทรานซิสเตอร์เป็นต้น ทุกช่องทำงาน ในโหมดนี้ได้ และ โหมดที่ 3 คือแอนะล็อกอินพุตโหมด (analog input mode) ในโหมดนี้ แต่ละช่อง สามารถ รับสัญญาณ อนุลอก แรงดันอินพุต 0 โวลต์ ถึง 2.55 โวลต์ ใช้สำหรับการเชื่อมต่อเพื่อรับสัญญาณ จากอุปกรณ์ที่ให้สัญญาณแบบ แอนะล็อก เช่น แอลดีอาร์ (LDR), โฟโตทรานซิสเตอร์ (photo transistor), เทอร์มิสเตอร์ (thermister), ไอซี ตรวจวัดอุณหภูมิ (เช่น LM34, LM35) เป็นต้น ช่องที่ 10 ถึง ช่องที่ 15 ทำงานในโหมดนี้

อัตราเร็ว (baud rate) ในการรับส่งข้อมูลระหว่าง คอมพิวเตอร์กับบอร์ด ตั้งค่าได้ตั้งแต่ 2,400, 4,800, 9,600, 14.4K, 19.2K, 38.4K, 250K และ 500K, (ขึ้นอยู่กับ ความเร็วของคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์ พอร์ตอนุกรม ของคอมพิวเตอร์) การส่งคำสั่ง และข้อมูล ทำโดยผ่านทางพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ และมีจุดต่อ สำหรับ เชื่อมต่อบอร์ด มากกว่าหนึ่งบอร์ดเข้าด้วยกัน โดยตั้ง หมายเลขประจำตัวบอร์ด (ID) แตกต่างกันไป ได้ตั้งแต่ หมายเลข 0 ถึงหมายเลข 255

2.2.1 หลักการทำงาน

ไอซี MMi81385 เป็น ทำหน้าที่ควบคุม การทำงานทั้งในส่วนอินพุต-เอาต์พุต, การรับส่งข้อมูล และส่วนของ การอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ สำหรับ ทรานซิสเตอร์ [10] Q1, Q2, ตัวต้านทาน R1,R2,R3 และ R4 ทำหน้าที่เป็น วงจร driver/receiver เพื่อใช้ ทดแทนไอซี MAX232 การเชื่อมต่อกับพอร์ต RS-232 ทำผ่านทาง CON1 เป็นหัวต่อ DB9 ตัวเมีย แบบติดตั้ง กับแผ่นวงจรพิมพ์ สำหรับภาคจ่ายไฟ ใช้ไอซีเบอร์ 7805 ทำหน้าที่ รักษาระดับแรงดัน +5V สำหรับเลี้ยง วงจรจากแหล่งจ่ายไฟอินพุต 9 โวลต์ ที่ป้อนเข้ามาทาง

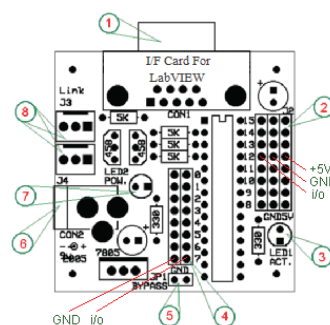
J3 ให้ได้แรงดัน ไฟฟ้าเอาต์พุตคงที่ 5 โวลต์ โดยมีตัว เก็บประจุ C1 ทำหน้าที่ฟิเตอร์ (filter) ซึ่งปัญหาของ การ์ดที่เชื่อมต่อกับโปรแกรม LabVIEW นี้เมื่อเทียบกับ การ์ดสำเร็จรูปจะมีความแตกต่างกันคือ

- คุณภาพของสัญญาณที่บอร์ดได้รับและ ส่งออกนั้นมีความผิดพลาดจากสัญญาณจริงเมื่อ แสดงผลผ่านจอโปรแกรม

- ข้อจำกัดของแรงดันที่บอร์ดสามารถรับ ได้ 0-5 V เท่านั้นซึ่งเมื่อเทียบกับ Card สำเร็จรูปนั้นถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ต่ำกว่าโดยการ์ดสำเร็จรูปนั้นรับ แรงดันได้ ถึง 0-20V

2.2.2 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของบอร์ด

สามารถอธิบายส่วนประกอบต่างดังภาพ ได้ดังนี้ [10]



ภาพที่ 3: ส่วนประกอบของบอร์ด

2.3 Data Acquisition System (DAQ System)

Data Acquisition System เป็นการเก็บรวบรวมวิเคราะห์ ข้อมูลจริงในงานทดลองทางวิทยาศาสตร์ ผ่านคอมพิวเตอร์ โดยจะต่างจากการใช้งานคอมพิวเตอร์ทั่วไป โดยมีตัว ตรวจรับรู้ (Sensor) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณทางกายภาพ ให้เป็นปริมาณทางไฟฟ้า แล้วแปลงสัญญาณนั้นให้อยู่ ในรูปของสัญญาณดิจิทัล เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ผ่าน ซอฟต์แวร์ประยุกต์ในลักษณะเวลาจริง (Real time) ซึ่ง Data Acquisition Card รุ่น NI USB-6009 [8] ที่นำมาใช้นั้น จะมีประสิทธิภาพการใช้งานมากกว่า การ์ดอินเตอร์เฟส

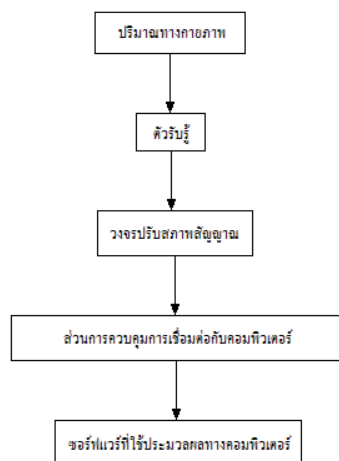
รุ่นอื่น อย่างเช่นที่กล่าวมาในหัวข้อย่อย 2.2.1 และการนำไปใช้งานในด้านเครือข่าย ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาไปเป็นชุดทดลองผ่าน ระบบเครือข่ายได้



ภาพที่ 4: Data Acquisition Card รุ่น NI USB-6009

2.3.1 องค์ประกอบของ Data Acquisition System

ซึ่งสามารถอธิบายรูปแบบและหลักการทำงานของ Data Acquisition System ได้ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: ไคอะแกรมการทำงานของ Data Acquisition System

2.3.1.1 ส่วนการตรวจวัดสัญญาณทางกายภาพ
ในที่นี้จะใช้ตัวตรวจจับ (Detector) ตัวรับรู้ หรือ ตัวแปลงปริมาณ (Transducer) เพื่อแปลงปริมาณทางกายภาพให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า

2.3.1.2 ส่วนปรับสภาพสัญญาณ

ทำหน้าที่ปรับปรุงคุณภาพของ สัญญาณ ไฟฟ้า ที่มาจากส่วนการตรวจวัดสัญญาณทางกายภาพการที่จะส่งสัญญาณต่อไปยังการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

โดยหน้าที่หลักของส่วนนี้คือการขยายขนาดสัญญาณ เนื่องจากสัญญาณส่วนใหญ่ที่ได้จากส่วนการตรวจวัดสัญญาณทางกายภาพจะมีขนาดสัญญาณที่ต่ำมาก (ประมาณ มิลลิโวลต์) และมักมีสัญญาณรบกวนจากแหล่งจ่ายไฟ ทำให้ค่าสัญญาณที่วัดได้ไม่ถูกต้องและไม่เที่ยงตรง นอกจากนี้วงจรปรับสภาพสัญญาณยังใช้ในการแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ไม่ได้อยู่ในรูปของความต่างศักย์ไฟฟ้าให้มาอยู่ในรูปของความต่างศักย์ไฟฟ้าเพื่อทำการแปลงสัญญาณนั้นให้เป็นสัญญาณดิจิทัล เช่น การแปลงค่ากระแสไฟฟ้า 4-20 mA จากตัวตรวจรับรู้ให้เป็นความต่างศักย์กระแสตรง 0-5 V เป็นต้น

2.3.1.3 ส่วนควบคุมการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

การเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์นี้จะมีอยู่ 2 แบบ คือแบบช่องเสียบ (Slot) และแบบเชื่อมต่อภายนอก โดยที่แบบช่องเสียบจะติดตั้งบนสล็อตขยายของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งติดต่อผ่านบัส PCI ส่วนการเชื่อมต่อภายนอกจะใช้พอร์ตสื่อสารมาตรฐาน ได้แก่ USB พอร์ตอนุกรม RS-232, พอร์ตขนาน IEEE 1284 (พอร์ตเครื่องพิมพ์), พอร์ตขนาน IEEE 488 หรือบัส GPIB รวมถึงบัสแบบ VXI

โดยในส่วนควบคุม การเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่รับค่าสัญญาณแอนะล็อกอินพุต, ส่งค่าสัญญาณแอนะล็อกเอาต์พุต, รับค่าสัญญาณดิจิทัลอินพุต, ส่งค่าสัญญาณดิจิทัลเอาต์พุต และทำการนับจำนวนหรือจับเวลา

2.3.1.4 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล

ส่วนนี้จะใช้โปรแกรม LabVIEW [1], [2] โดยในการพัฒนาซอฟต์แวร์จะพิจารณาข้อจำกัด 3 ประการคือ

1. ระบบปฏิบัติการที่ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์
ว่าเอื้อความสะดวกในการพัฒนาซอฟต์แวร์มากน้อยเพียงใด

2. ความเชี่ยวชาญในการเขียนและใช้โปรแกรม
3. ความสามารถเข้ากันได้ระหว่างซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์

2.3.3 การวัดสัญญาณใน Data Acquisition System

หลักการวัดสัญญาณสามารถทำได้ 2 ลักษณะ [5] คือ

1. ดิฟเฟอเรนเชียล (Differential)
2. ซิงเกิล-เอนด์แบบเทียบกราวด์ (Reference single-ended : RSE)

2.4 โปรแกรมเสมือนจริงออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)

การออกแบบสำหรับแสดง graphic ของ process และใช้เป็นส่วนติดต่อกับ Data Acquisition Card จะสามารถแสดงค่าการวัดในการทดลองโดยจะแสดงผลค่าของ Amplitude และ Principal Freq ที่จุดวัดสัญญาณของวงจร โดยจะใช้โปรแกรม LabVIEW เวอร์ชัน 8.5 ซึ่งทำงานบนระบบปฏิบัติการบน Window XP โดยมีการ์ด DAQ รุ่น NI USB-6009 ซึ่งมีโมดูล USB ภายในตัวสำหรับใช้อินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์มาใช้งานสำหรับ Data Acquisition Card ได้กำหนดให้ใช้ความสามารถของโมดูล USB ได้เต็มร้อยเปอร์เซ็นต์จะทำได้ด้วยการเขียนไดรเวอร์ทางฝั่งของคอมพิวเตอร์และใช้ USB-DAQ Toolkit for LabVIEW ติดต่อกับไดรเวอร์เพื่อควบคุมการทำงานและอ่านสัญญาณจาก Data Acquisition Card มาประมวลผล และยังมีหน้าที่ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก โดยการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล โดยผ่านพอร์ต USB ขั้นตอนที่สำคัญในการสร้างตัวโปรแกรม LabVIEW ประกอบด้วย

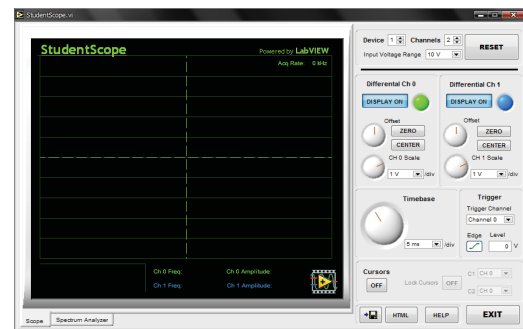
2.4.1 กำหนดความต้องการ เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำสิ่งใดเป็นสิ่งที่ต้องการที่จะแก้ไขหรือเป็นการกระทำสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้น

2.4.2 กำหนดว่าโปรแกรมจะปรากฏบนจอภาพในรูปแบบใด (รูปแบบการติดต่อกับผู้ใช้เรียกว่า User Interface)

2.4.3 เขียนรูปแบบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ โดยใช้ส่วนประกอบพื้นฐานที่มี เช่น หน้าต่าง เมนูและปุ่มคำสั่งต่าง ๆ (ส่วนประกอบนี้เรียกว่า Object หรือ Control)

2.4.4 กำหนดชื่อ สัญนาะ และลักษณะที่ปรากฏบนจอภาพของออบเจกต์

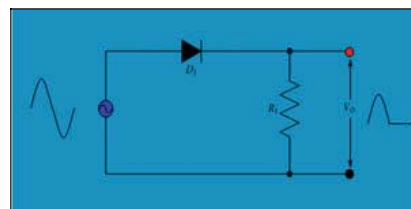
2.4.5 เขียนโปรแกรมหรือคำสั่งเพื่อให้แต่ละส่วนของโปรแกรมทำงาน ตามที่ต้องการแปลง (compile) และเริ่มโปรแกรมเพื่อการทำงาน



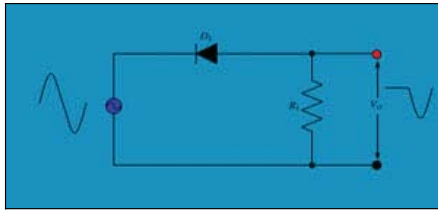
ภาพที่ 6: โปรแกรมเสมือนจริงออสซิลโลสโคป

2.5 ชุดทดลองวงจรคลิปเปอร์ (Clipper) และวงจรแคลมเปอร์ (Clamper)

2.5.1 วงจรคลิปเปอร์ เป็นวงจรที่ใช้สำหรับการตัดตำแหน่งสัญญาณรูปคลื่นใด ๆ บางครั้งเรียกว่าวงจรลิมิตเตอร์ (Limiter circuit) จำแนกตามการตัดสัญญาณมี 2 แบบ คือการตัดสัญญาณแบบบวกกับการตัดสัญญาณแบบลบ

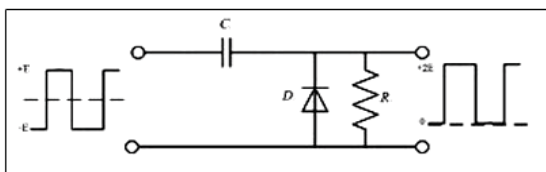


ภาพที่ 7: วงจรคลิปเปอร์แบบลบ (Negative Clipper)

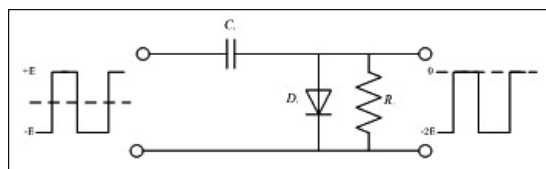


ภาพที่ 8: วงจรคลิปปเปอร์แบบบวก (Positive Clipper)

2.5.2 วงจรแคลมป์เปอร์ หรือเรียกว่าวงจรดีซีรีสทอร์ (DC Restore Circuit) เป็นวงจรที่ใช้สำหรับเปลี่ยนแปลงหรือยกระดับสัญญาณ โดยไม่มีผลต่อรูปร่างสัญญาณ วงจรแคลมป์เปอร์ แบ่งตามการยกระดับสัญญาณมี 2 แบบ คือ วงจรแคลมป์เปอร์แบบบวก (Positive Clamper) และ วงจรแคลมป์เปอร์ แบบลบ (Negative Clamper)



ภาพที่ 9: วงจรยกระดับสัญญาณแบบบวก



ภาพที่ 10: วงจรยกระดับสัญญาณแบบลบ

3. ผลการดำเนินการ

3.1 ผลจากการทดลองโปรแกรมเครื่องมือวัดออสซิลโลสโคป กับชุดทดลองวงจรคลิปปเปอร์

การทดลองเริ่มจากการทดลองวัดค่า Amplitude ของสัญญาณ Input ที่ป้อนให้กับวงจรคลิปปเปอร์จากออสซิลโลสโคปจริง และออสซิลโลสโคปเสมือนจริง

จำนวน 3 ครั้ง จากนั้นทำการวัดสัญญาณ Out put ของวงจรคลิปปเปอร์จากออสซิลโลสโคปจริง และออสซิลโลสโคปเสมือนจริง จำนวน 3 ครั้ง โดยตั้ง V/Div เท่ากับ 5V, Time/Div เท่ากับ 5 ms ผลที่ได้แสดงดังในตารางที่ 1

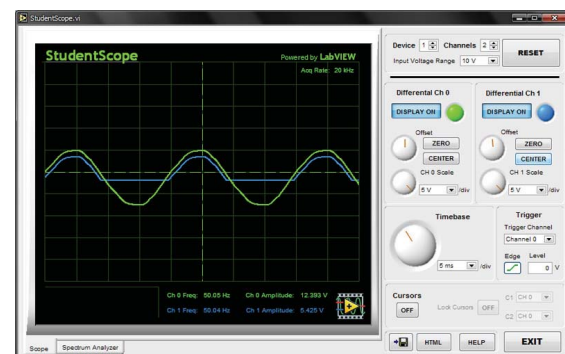
ตารางที่ 1: ค่าเปรียบเทียบผลการวัดโดยใช้ออสซิลโลสโคปทั้ง 2 แบบของวงจรคลิปปเปอร์

ประเภท	Amplitude						
	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ค่าเฉลี่ย
	I/P (V)	O/P (V)	I/P (V)	O/P (V)	I/P (V)	O/P (V)	
X	12	5.6	12	5.7	12	5.8	5.7
Y	12.299	5.384	12.294	5.387	12.289	5.381	5.384
Z							94.45

X คือ ค่าการวัดของออสซิลโลสโคปจริง

Y คือ ค่าการวัดของออสซิลโลสโคปเสมือนจริง

Z คือ ค่าเฉลี่ยของออสซิลโลสโคปเสมือนจริงเทียบกับออสซิลโลสโคปจริงคิดเป็นร้อยละ



ภาพที่ 11: สัญญาณผ่านวงจรคลิปปเปอร์ ที่วัดจากออสซิลโลสโคปเสมือนจริง

3.2 ผลจากการทดลองโปรแกรมเครื่องมือวัดออสซิลโลสโคป กับชุดทดลองวงจรแคลมป์เปอร์

การทดลองเริ่มจากการทดลองวัดค่า Amplitude ของสัญญาณ Input ที่ป้อนให้กับวงจรแคลมป์เปอร์ (Clamper) จากออสซิลโลสโคปจริง และออสซิลโลสโคปเสมือนจริง จำนวน 3 ครั้ง จากนั้นทำการวัดสัญญาณ Out put ของวงจรแคลมป์เปอร์ (Clamper) จากออสซิลโลสโคปจริง และออสซิลโลสโคปเสมือนจริง จำนวน 3 ครั้ง โดยตั้ง V/Div เท่ากับ 5V , Time/Div เท่ากับ 5 ms ดังแสดงในตารางที่ 2

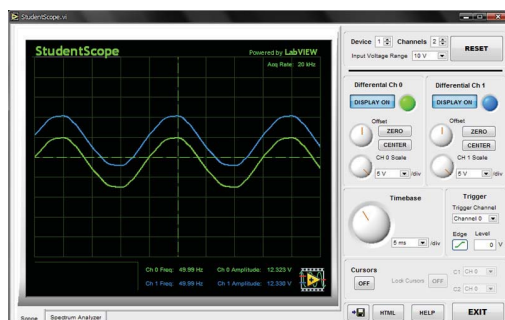
ตารางที่ 2 : ค่าเปรียบเทียบผลการวัดโดยใช้ออสซิลโลสโคปทั้ง 2 แบบของวงจรแคลมป์เปอร์

ประเภท	Amplitude						
	ครั้งที่1		ครั้งที่2		ครั้งที่3		ค่าเฉลี่ย
	IP (V)	OP (V)	IP (V)	OP (V)	IP (V)	OP (V)	
X	12	12	12	12.2	12	12.1	12.1
Y	12.303	12.44	12.297	12.52	12.309	12.68	12.547
Z							96.03

X คือ ค่าการวัดของออสซิลโลสโคปจริง

Y คือ ค่าการวัดของออสซิลโลสโคปเสมือนจริง

Z คือ ค่าเฉลี่ยของออสซิลโลสโคปเสมือนจริงเทียบกับออสซิลโลสโคปจริงคิดเป็นร้อยละ



ภาพที่ 12: สัญญาณผ่านวงจรแคลมป์เปอร์ ที่วัดจากออสซิลโลสโคปเสมือนจริง

4. สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินการโดยใช้โปรแกรมเครื่องมือวัดเสมือนจริงออสซิลโลสโคป เพื่อใช้ในการวัดค่าทดลองกับชุดทดลองวงจรคลิปเปอร์ และวงจรแคลมป์เปอร์ ในการวัดค่าจากวงจรจริง เพื่อเปรียบเทียบกับค่าจากการวัดค่าในซิมูเลตของวงจรคลิปเปอร์ และซิมูเลตของวงจรแคลมป์เปอร์ เพื่อเทียบค่าในการวัดของวงจรซิมูเลตกับวงจรจริงว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด

ปรากฏว่าโปรแกรมเสมือนจริงเครื่องมือวัดออสซิลโลสโคป สามารถใช้ในการวัดวงจรคลิปเปอร์ และวงจรแคลมป์เปอร์ ได้โดยมีประสิทธิภาพในการวัดค่าที่ถูกต้องตรงกับค่าที่วัดได้จากออสซิลโลสโคปจริง โดยค่าเฉลี่ยของทั้ง 2 วงจรประมาณ 95 %

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง ขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ช่วยให้คำแนะนำต่าง ๆ และขอขอบคุณบุคคลท่านอื่น ๆ ที่มีได้กล่าวถึงที่มีส่วนให้ความช่วยเหลือในการสร้างชุดทดลองเครื่องมือวัดออสซิลโลสโคปเสมือนจริงนี้สำเร็จด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กิจไพบุลย์ ชีวพันธุ์ศรี. การออกแบบแอฟพลิเคชันระบบกราฟฟิคด้วย LabVIEW. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2550.
- [2] เจริญ เพชรมุณี. เรียนลัด LabVIEW. กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด , 2547.
- [3] อุดลย์ ถัดยาแก้ว. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์). กรุงเทพฯ :สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีว

- [4] นายนครินทร์ รัชโพธิ์, นายนิพนธ์ นันตะภาพ, นายพีระ สุขสถิต “ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต” ปรินญาณิพนธ์อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยี อิเล็กทรอนิกส์ (โทรคมนาคม) วิทยาลัย เทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2551.
- [5] ระบบ DAQ , [cited 16 ,กุมภาพันธ์ 2548] Available from URL: <http://www.4uengineer.com/modules.php?name=New s&file=print&sid=44>
- [6] ชีรบูลย์ หล่อวิเชียรรุ่ง, อรรถพล บุญยะโกศา และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตร วิไล, เรียนรู้และปฏิบัติการระบบคาน้ำแยกควิ- จิชั่นอย่างง่าย, บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด, กรุงเทพฯ.
- [7] DAQ [22 เมษายน 2552] Available from URL: http://www.ni.com/pdf/products/us/2004_3762301101_dlr.pdf
- [8] Data Sheet *Data Acquisition Card* รุ่น NI USB-6009 Availablefrom URL:<http://www.ni.com/pdf/products/us/37172b.pdf>
- [9] วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาลอก [22 เมษายน 2552] Available From URL:<http://www.elecnet.chandra.ac.th/learn/tipntrick/atd/default.htm>
- [10] MMI-DAQ [22 เมษายน 2552] Available from URL : <http://mamamahine-interface.com/mmi81385/mmi81385.html>

เครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง

The detected Frequency Electromagnetic Wave Signal For High Frequency

อภิเดช โคตรมิตร และ สืบศักดิ์ พันธุ์ไพโรจน์

วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : sspr@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางการประมวลผลสัญญาณได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ทำให้มีการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากันในทุกๆ ย่านความถี่ จึงส่งผลให้เกิดการทับซ้อนของสัญญาณขึ้น เครื่องตรวจจับสัญญาณก็เป็นอุปกรณ์หนึ่งที่ใช้ในการตรวจจับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อระบุสัญญาณที่รับได้มาจากทิศทางใด มีความเข้มของสัญญาณมากน้อยเพียงใด และในย่านความถี่วีเอชเอฟถึงยูเอชเอฟ ก็เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีการใช้งานมาก โดยเฉพาะสัญญาณโทรทัศน์ จากวัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์จึงสร้าง เครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงในช่วงคลื่นวีเอชเอฟถึงยูเอชเอฟ เพื่อหาทิศทางและแสดงผลออกเป็นความเข้มของสัญญาณ เครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นส่วนของ ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ประกอบด้วย เครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและส่วนควบคุมที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89C51 รับการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ และควบคุมการทำงานหลัก โดยการหมุนฐานเสาอากาศที่ติดตั้งกับสเต็ปปีงมอเตอร์ ที่มีการหมุนทั้งหมด 32 สเต็ป เพื่อให้สายอากาศยาคูตะที่สร้างขึ้นสามารถตรวจจับสัญญาณที่ส่งมาประมวลผลและแสดงผลผ่านทางหน้าจอแอลซีดี (LCD) ของเครื่องตรวจจับสัญญาณ ส่วนที่สอง โปรแกรม (Software) เป็นการเขียนโปรแกรม คำสั่งแอสเซมบลี ที่บันทึกลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีโปรแกรมวิซวลเบสิก (Visual Basic) ที่ติดตั้งบนคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ติดต่อสั่งการเครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และนำข้อมูลที่ตรวจจับได้มาแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของกราฟเรดาร์ (Radar) ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในช่วงคลื่นความถี่ วีเอชเอฟถึงยูเอชเอฟ 6 ช่องสัญญาณ คือช่อง 5, 7, 9, NBT, TPBS และช่อง 3 จำนวนช่องสัญญาณละ 5 ครั้งในพื้นที่และเวลาที่กำหนดและนำค่าที่ได้มาประมวลผลเปรียบเทียบ และแสดงผลเป็นความแรงของสัญญาณในรูปแบบกราฟเรดาร์ สามารถระบุทิศทางรับที่แน่ชัดได้ โดยจากการทดลองเครื่องตรวจจับสัญญาณที่สร้างขึ้นนั้นสามารถหาค่าประสิทธิภาพความแรงของสัญญาณที่รับได้รวมเฉลี่ยทั้ง 6 ช่องสัญญาณ เมื่อเทียบกับค่าความแรงของสัญญาณอ้างอิง AGC max ที่ 23.97940009 dBm สูงสุดในทางอุดมคติแล้ว ได้เท่ากับ 56.5413% ซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่าค่า

สัญญาณ AGC Sensibility ที่ใช้งานจริง ในการรับสัญญาณและแสดงผลของทีวีจูนเนอร์ ที่มีค่าเท่ากับ 8.152996031 dBm -11.03052404 dBm คิดเป็นค่าประสิทธิภาพได้เท่ากับ 34%-46% ดังนั้นเครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงจะสามารถตรวจจับสัญญาณและแสดงผลได้ตามค่ามาตรฐาน

คำสำคัญ: ตรวจจับสัญญาณ ไมโครคอนโทรลเลอร์ สเต็ปป์มอเตอร์ โปรแกรมวิซวลเบสิก ความแรงของสัญญาณ

Abstract

Technology immediately developed that uses more electromagnetic wave frequency regions is the cause of frequency overlap. A Detected Frequency is equipment used to detect and identify the electromagnetic wave direction, concentration and frequency of a signal. Electromagnetic Wave Signal for Very High is widely used especially for television signals. The objectives of this project are to build a Detected Frequency Electromagnetic Wave Signal for Very High direction finding and to show the results as a concentrated signal. The Frequency Detected in this case consists of two parts: hardware composed of the Frequency Trap Electromagnetic Wave Signal and also a Microcontroller to support computer connections, which were mainly controlled through a circular antenna fixture with a stepping motor. The 32 steps of the Detected assessed signals by a Yagiuda antenna and showed signal concentrations results on the Frequency Detected's LCD monitor. The second part is the software written in Assembly Command in/for the Microcontroller that was controlled by a Visual Basic Program installed in a computer. The program commanded the electromagnetic wave Detected and displayed the result as a Radar Graph on the computer monitor. The results showed the efficiency of The Frequency Detected for the six VHF to UHF TV channels of 3, 5, 7, 9, NBT and TPBS. Evaluation compared and showed the concentrated signal as a Radar Graph clearly identifying the direction at a set place and time over five tests for each channel. The concentrated efficiency of The Detected Frequency Electromagnetic Wave Signal averaged over the six TV channels when compared to a reference concentrated signal from AGC max. highest ideal of 23.97940009 dBm was 56.5413%. The result showed that an efficiency of normally used AGC Sensibility for television tuners has a rate of 8.152996031 dBm - 11.03052404 dBm, in consequence the Detected Frequency Electromagnetic Wave Signal for VHF to UHF has an effective detected signal and standard assessed result.

Keywords: Detected receiver Microcontroller Stepping motor Visual basic The concentrated signal

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางการประมวลผลสัญญาณได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ทำให้มีการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากันมากมาย ย่านความถี่ จึงส่งผลให้เกิดการทับซ้อนของสัญญาณขึ้น เครื่องตรวจจับสัญญาณก็เป็นอุปกรณ์หนึ่ง ที่ใช้ในการตรวจจับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อระบุว่าเป็นสัญญาณที่รับได้มาจากทิศทางใด มีความเข้มของสัญญาณมากน้อยเพียงใด และในย่านความถี่ วีเอชเอฟถึงยูเอชเอฟ ก็เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีการใช้งานมาก โดยเฉพาะสัญญาณโทรทัศน์ จากวัตถุประสงค์ของปริิณญาณพนธ์จึงสร้าง เครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง ในช่วงวีเอชเอฟถึงยูเอชเอฟ เพื่อหาทิศทางและแสดงผลออกเป็นความแรงของสัญญาณ

2. การดำเนินการ

2.1 โครงสร้าง

เครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ วีเอชเอฟถึงยูเอชเอฟ ประกอบด้วยฐานและแกนสเต็ปปีงมอเตอร์ มีความสูง 57 เซนติเมตร ขนาดความสูงของเสาที่ใช้มีขนาด 138 เซนติเมตรสามารถถอดแยกได้ 2 ท่อน ซึ่งมีส่วนควบคุม 2 ส่วนคือ ควบคุมการทำงานหลักกับส่วนที่ใช้ขับ สเต็ปปีงมอเตอร์

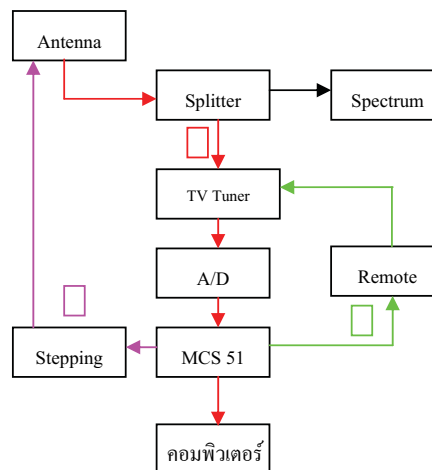


ภาพที่ 1 : โครงสร้างเครื่องดักจับสัญญาณคลื่น

แม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ วีเอชเอฟถึงยูเอชเอฟ

2.2 หลักการทำงาน

หลักการทำงานของเครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ วีเอชเอฟถึงยูเอชเอฟ แสดงโดยบล็อกไดอะแกรม การทำงานของแต่ละภาค ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 : บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง ช่วง VHF-UHF

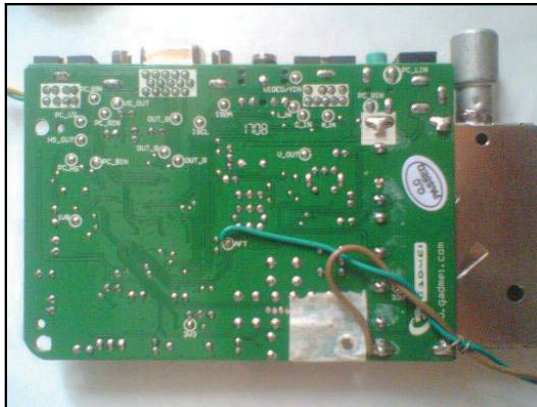
ขั้นที่ 1 เมื่อระบบพร้อมทำงานเราสามารถตั้งงานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยจะสั่งให้เครื่องรับเลือกช่องสัญญาณผ่าน Remote Control

ขั้นที่ 2 เมื่อเลือกช่องได้แล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะสั่งให้วงจรขับสเต็ปปีงมอเตอร์เริ่มทำงานโดยการหมุนเสาอากาศไป 1 รอบ (ในขณะนั้นเครื่องรับสัญญาณ ส่งสัญญาณ AGC มาให้กับ MCS-51 เช่นกัน)

ขั้นที่ 3 ขณะที่เสาอากาศหมุนไป 1 รอบ ข้อมูลที่รับมาทั้งหมด 32 ค่า หรือ 32 จุด ต่อการหมุน 1 รอบ โดยทั้ง 32 ค่านี้ จะบอกถึงทิศทางแสดงเป็นตำแหน่ง (Address) ในหน่วยความจำและสามารถใช้คอมพิวเตอร์นำค่ามาแสดงผลได้

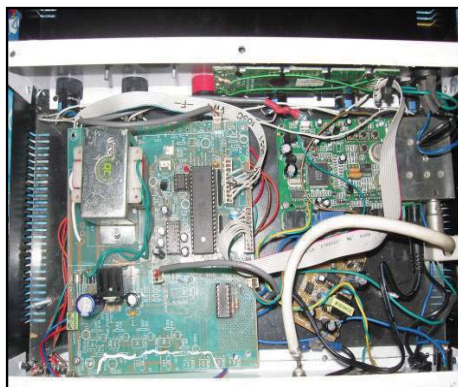
2.3 ส่วนควบคุมการทำงานหลัก

เป็นส่วนที่มีความสำคัญซึ่งการทำงานนั้นจะประกอบด้วยการสั่งการจากไมโครคอนโทรลเลอร์ให้สเต็ปป์หมุนเพื่อตรวจจับสัญญาณโดยใช้สายอากาศวิทยุโดยสัญญาณจะผ่านเข้าไปยังจูนเนอร์และวงจร AGC จากจูนเนอร์ของทีวีบ็อกซ์ จะทำการ ส่งมายังไอซี A/D เพื่อ



แปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลก่อนที่จะส่งเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์นำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ

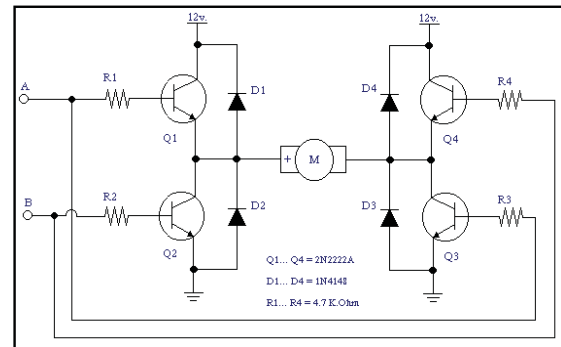
ภาพที่ 3 : ตำแหน่งการต่อสายสัญญาณ AGC



ภาพที่ 4 : แผงอุปกรณ์โดยรวมภายในกล่องคอนโทรลหลัก

2.4 สเต็ปป์มอเตอร์และวงจรขับ

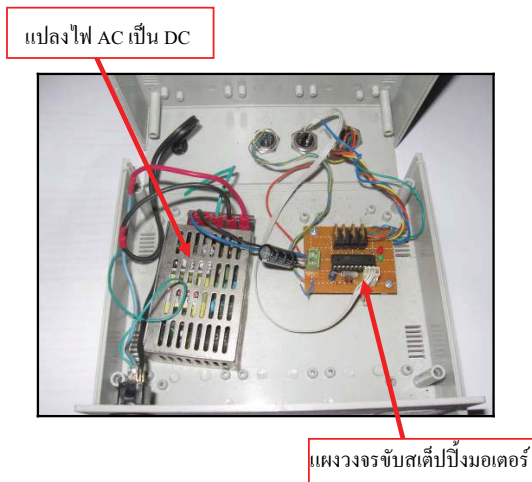
ในส่วนของวงจรควบคุมมอเตอร์กลับทิศทางการหมุนได้โดยอาศัยหลักการขับสเต็ปป์มอเตอร์จากวงจร H-Bridge ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 : วงจร H-Bridge

ในส่วนการทำงานเนื่องจากการควบคุมทิศการหมุนของมอเตอร์กระแสตรงสามารถทำได้ โดยการควบคุมทิศทางการไหล ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดอาเมเจอร์ซึ่งสามารถทำได้โดยการกลับขั้วไฟฟ้าที่ป้อนให้กับขั้วของมอเตอร์โดยการควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้านั้นส่วนใหญ่แล้วจะใช้วิธีการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่า H-Bridge เข้ากับมอเตอร์ ดังภาพที่ 5 มีหลักการทำงานพื้นฐานดังนี้ เมื่อมีการจ่ายไบอัสเข้าที่จุด A ทำให้มีกระแสไหลผ่าน R1 เข้าสู่ขา Base ของ Q1 และมีกระแสไหลผ่าน R3 เข้าสู่ขา Base ของ Q3 ทำให้ Q1 และ Q3 ทำงาน เปรียบเทียบสวิตช์ปิดวงจรส่งผลให้มีกระแสไหลจากแหล่งจ่าย 12 V ผ่านขา Collector และ Emitter ของ Q1 ผ่านเข้าสู่ขั้วบวกของมอเตอร์ผ่านไปยัง Collector และ Emitter ของ Q3 ทำให้มีกระแสไหลผ่านมอเตอร์ในทิศทางบวกและครบวงจร ทำให้มอเตอร์หมุนในทิศทาง Forward ได้ส่วนกรณี Reward คือ เมื่อมีการจ่ายไบอัสเข้าที่จุด B ทำให้มีกระแสไหลผ่าน R2 เข้าสู่ขา Base ของ Q2 และมีกระแสไหลผ่าน R4 เข้าสู่ขา Base ของ Q4 ทำให้ Q2 และ Q4 ทำงาน เปรียบเทียบสวิตช์ปิดวงจรส่งผลให้มีกระแสไหลจากแหล่งจ่าย 12 V ผ่านขา Collector และ Emitter ของ Q4 ผ่านเข้าสู่ขั้วบวกของมอเตอร์ผ่านไปยัง Collector และ Emitter ของ Q2 ทำให้มีกระแสไหลผ่าน

มอเตอร์ในทิศทางบวกและครบวงจรข้อควรระวังก็คืออย่าให้ทรานซิสเตอร์ 4 ตัวทำงานพร้อมกันเด็ดขาดเพราะทำให้เกิดการลัดวงจร



ภาพที่ 6 : กล่องควบคุมสเต็ปมอเตอร์

จากภาพที่ 7 แสดงการติดตั้งสเต็ปมอเตอร์เข้ากับฐานเสาเพื่อที่จะทำให้สายอากาศที่ติดอยู่กับเสาหมุนเพื่อตรวจจับสัญญาณทั้งหมดที่หมุนไป 1 รอบ (360 องศา) จับทิศทางทั้งหมด 32 ตำแหน่ง

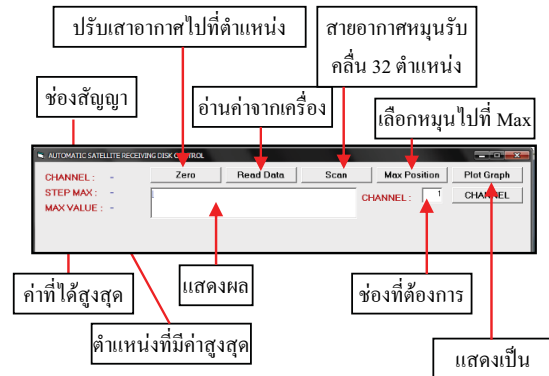


ภาพที่ 7 : ชุดแกนสเต็ปมอเตอร์

2.5 โปรแกรมวิซวลเบสิก

ออกแบบและเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการติดต่อสั่งการกับเครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

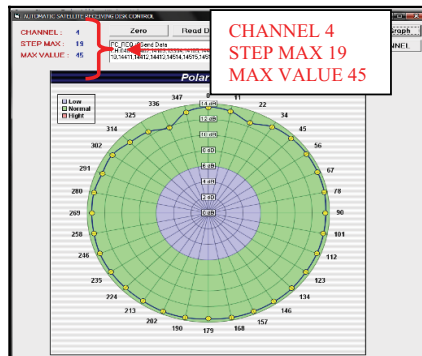
ความถี่สูงและแสดงผลความแรงสัญญาณในรูปแบบกราฟ



ภาพที่ 8 : หน้าต่างการทำงาน

จากภาพที่ 8 สามารถสั่งงานพร้อมทั้งแสดงผลได้โดยผ่านทางโปรแกรมวิซวลเบสิกนี้ ซึ่งหลักการทำงานคือ ใส่ช่องสัญญาณที่ต้องการจะวัด แล้วกดปุ่ม CHANNEL หลังจากนั้น ทำการปรับเสาอากาศไปยังตำแหน่งเริ่มต้นโดยการกดที่ปุ่ม Zero ก่อนที่จะให้สายอากาศตรวจจับสัญญาณในตำแหน่งต่างๆ โดยการกดปุ่ม Scan เมื่อสายตรวจจับสัญญาณทั้งหมด 32 ตำแหน่งแล้วเราสามารถอ่านค่าจากหน่วยความจำของเครื่องตรวจจับสัญญาณและให้โปรแกรมแสดงผลความแรงของสัญญาณในรูปแบบเรดาร์ โดยการกดปุ่ม Read Data และ Plot Graph ตามลำดับ ซึ่งทางด้านซ้ายของภาพที่ 3 จะบอกช่องสัญญาณที่ได้ทำการตรวจจับสัญญาณ ตำแหน่งที่มีค่าสูงสุด และค่าที่ได้สูงสุดในการวัดครั้งนั้นๆ โดยผู้ทดลองสามารถกดปุ่ม Max Position เพื่อสั่งการให้เสาอากาศหมุนไปยังตำแหน่งที่มีค่าสูงสุดได้อีกด้วย

3. ผลการดำเนินงาน



ภาพที่ 9 : ผลความแรงสัญญาณในรูปแบบกราฟ

จากการทดสอบการตรวจจับสัญญาณโดยแสดงผลดังตัวอย่างภาพที่ 9 ทำการตรวจจับสัญญาณทั้งหมด 6 ช่องสัญญาณโทรทัศน์ ช่องละ 5 ครั้ง สามารถหาค่าเฉลี่ยรวมประสิทธิภาพความแรงของสัญญาณทั้ง 6 ช่องสัญญาณจากค่าเฉลี่ยรวมในแต่ละช่องดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของแต่ละช่องสัญญาณ

ช่องสัญญาณที่	ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย (%)
5	56.314
7	56.782
9	57.016
NBT	56.548
TPBS	56.238
3	56.35

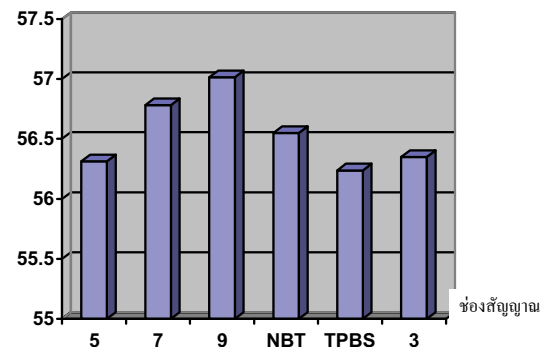
จากตารางสามารถวาดเป็นแผนภูมิแท่งแสดงความแตกต่างของประสิทธิภาพในการวัดแต่ละช่องสัญญาณได้ดังภาพที่ 10

ฉะนั้นค่าประสิทธิภาพความแรงของสัญญาณรวมที่ได้จากเครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ วีเอชเอฟถึงยูเอชเอฟ เท่ากับ 56.5413%

โดยค่าที่ได้้นั้นเมื่อเทียบกับค่าประสิทธิภาพของสัญญาณ AGC Sensibility (8.152996031 dBm-

11.03052404 dBm หรือคิดเป็นค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 34%-46%) แล้วมีค่ามากกว่า ดังนั้นเครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสูงจะสามารถรับสัญญาณและแสดงผลได้

ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย (%)



ภาพที่ 10 : แผนภูมิแท่งแสดงความแตกต่างของประสิทธิภาพในการวัดแต่ละช่องสัญญาณ

4. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดสอบการทำงานของเครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง สามารถสรุปการทำงานออกเป็นส่วนต่างๆ ได้ดังนี้

ด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware)

4.1 สร้างเครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและส่วนควบคุม จำนวน 6 ช่องสัญญาณที่ความถี่ วีเอชเอฟถึงยูเอชเอฟได้

4.2 สร้างเสาอากาศยาคิอุดะ ชนิดชี้ทิศทางแบบรวมสัญญาณ และส่วนควบคุมที่สามารถหมุนได้ 360 องศา โดยควบคุมด้วย สเต็ปป์ มอเตอร์ (Stepping Motor) หมุน 32 สเต็ปจำนวน 1 ดันได้

4.3 ออกแบบวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกที่สายอากาศรับเป็นสัญญาณดิจิทัลได้

4.4 ออกแบบวงจรเพื่อให้เครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง สามารถติดต่อกับ

คอมพิวเตอร์ได้ โดยผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด AT89C51 และโปรแกรม แอสเซมบลีได้

ด้านโปรแกรม (Software)

4.5 เขียนโปรแกรม แอสเซมบลีเพื่อใช้ในการควบคุมไมโคร คอนโทรลเลอร์ และประมวลผลส่วนต่างๆ เช่น การทำงานของสแต็ค มอเตอร์ การติดต่อและรับคำสั่งจากโปรแกรมวิซวลเบสิก เพื่อนำค่าที่รับได้มาแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ ของเครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงได้

4.6 สามารถหาทิศทางและความเข้มของสัญญาณโดยเปรียบเทียบกับเครื่องมือวัด ชนิด มัลติมิเตอร์ (Multi Meter) และ แถบความถี่ (Spectrum) โดยแสดงผลรูปแบบการแพร่คลื่นเป็นความเข้มในรูปแบบของกราฟเรดาร์ได้

จากการทำงานของเครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง นั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์และขอบเขตคือ เครื่องสามารถตรวจจับสัญญาณในแต่ละช่องสัญญาณโทรทัศน์และแสดงผลเป็นความแรงของสัญญาณทั้ง 1 รอบ(360 องศา) 32 ตำแหน่งในรูปแบบกราฟเรดาร์และยังสามารถนำไปวิเคราะห์และสรุปได้ว่าความแรงของสัญญาณนั้นมีรูปแบบเช่นใด และสมควรที่จะตั้งสายอากาศรับไปในทิศทางใด โดยสามารถตรวจจับได้ในทุกสถานที่และภูมิประเทศที่ต่างกันอย่างอีกด้วย

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่ช่วยให้คำแนะนำต่างๆ และขอขอบคุณบุคคลท่านอื่นๆ ที่มีได้กล่าวถึงที่มีส่วนให้

ความช่วยเหลือในการสร้างเครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง ช่วงวีเอชเอฟถึงยูเอชเอฟนี้สำเร็จด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กิตติ ภักดีวัฒนะกุล. visual Basic 6 ฉบับฐานข้อมูล. กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ครั้งที่ 2 มีนาคม 2543.
- [2] กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และ จำลอง คุรุอุตสาหกรรม. Visual Basic 6 ฉบับโปรแกรมเมอร์. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร : หจก.ไทยเจริญการพิมพ์, 2544.
- [3] ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล และ วรพจน์ กรแก้ววัฒนะกุล. ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผลิตตำรา บริษัท อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด, 2541.
- [4] ชาญวัฒน์ ณ พัทลุง สุริยะ เหลียวกลาง และ แสงทอง พูนเพ็ง. งานรับสัญญาณดาวเทียมอัตโนมัติ. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- [5] ธนสันต์ ศรีพัฒนพงศ์. การสร้างโปรแกรมหาค่าคุณสมบัติของอากาศชั้นจากแผนภูมิไซโครเมตริก. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- [6] ชีรวัฒน์ ประกอบผล. การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) 2540.
- [7] นที คุ้มปิยะผล และ วิทวัส เหมะภูดิน. สายอากาศปรับทิศทางได้. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549.
- [8] ประสิทธิ์ ประพัฒน์มงคล. หลักการระบบสื่อสาร. 2539.
- [9] พรจิต ประทุมสุวรรณ. เครื่องมือวัดอุตสาหกรรมเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์. กรุงเทพมหานคร : เรือนแก้วการพิมพ์, 541.
- [10] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. พหุเทคนิควิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร. พิมพ์ครั้งที่ 4, 2541.
- [11] อภิชาติ ภูพลับ. เริ่มต้นเขียนโปรแกรมติดต่อและควบคุมฮาร์ดแวร์ด้วย Visual Basic. นนทบุรี : สำนักพิมพ์อินโฟเพรส, 2546.
- [12] อุดม จีนประดับ. ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2541.
- [13] Constantine A. Balanis. Antenna Theory analysis and design second edition. Arizona State University, John Wiley & Song, Inc
- [4] <http://www.sparkmuseum.com>
- [5] <http://www.adisak51.com>
- [6] <http://elec.chandara.ac.th/tipntrick/steppin>

การออกแบบระบบป้องกันการลัดวงจรไฟฟ้าด้วยระบบสมองกลฝังตัว

A Design of Short Circuit Protection Unit Based On Embedded Systems

วันชัย ตาลานนท์¹ และ ณัฐพล จะสูงเนิน²

¹ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

²ภาควิชาวิศวกรรมระบบสมองกลฝังตัว คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

E-mail : ¹wtn@kmutnb.ac.th, ²nattapholj@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบระบบป้องกันการลัดวงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานด้วยระบบสมองกลฝังตัว เพื่อทดแทนเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ออกแบบโครงสร้างกลไกตัดกระแสแบบทางกล การออกแบบระบบนี้ประกอบไปด้วย ภาควัดค่ากระแสด้วย Hall Current Sensor ที่สามารถวัดค่ากระแสได้สูงสุด 200 แอมป์ ภาควัดปรับปรุงคุณภาพ สัญญาณใช้ลดสัญญาณรบกวนและจัดรูปแบบสัญญาณที่วัดจากตัววัดกระแสให้เป็นสัญญาณไซน์แบบเต็มคลื่นที่มี ขนาดระหว่าง 0-3 โวลต์ ภาควัดประมวลผลออกแบบโดยใช้ชิพสมองกลฝังตัวตระกูล ARM7TDMI-S รุ่น LPC-2132FBD ประมวลผลคำสั่งความเร็วสูงสุด 60 MHz ภายในชิพมีบรรจุโปรแกรมที่สามารถคำนวณหาค่ากระแสสูงสุด และกระแสประสิทธิภาพผ่านทางโมดูลแปลงสัญญาณแอนะล็อกที่ความเร็วสูงถึง 2.24 ไมโครวินาที จากการทดสอบ ระบบแสดงให้เห็นว่า เมื่อมีกระแสเกินหรือเกิดกระแสลัดวงจรมีระยะเวลา เกินกว่ากราฟอ้างอิงกระแส (thermal operation) ตามมาตรฐาน IEC 255 และ BS 142 ระบบจะตัดกระแสได้ตามระยะเวลาที่กราฟอ้างอิงกำหนด

คำสำคัญ: เซอร์กิตเบรกเกอร์ ระบบสมองกลฝังตัว

Abstract

This paper presents a design of short circuit protection unit based on embedded systems for replacement of traditional circuit breaker which is based on mechanical disconnection. The designed system are composed of hall-effect current based sensing unit, signal conditioning unit for filtering and shaping into full-waved sinusoid between 0-3.0 volts, processing unit implemented by LPC-2132FBD of ARM7TDMI-S with the speed of 60 MHz. In the processing unit, a program for calculating the maximum current value and rms value are developed under the processing speed of 2.24 μ S. From the experiments, it has been proved that the system can disconnect the line to prevent the short circuit under the thermal operation curve from IEC 255 and BS 142 standard.

Keywords: circuit breaker, embedded systems.

1. บทนำ

ไฟฟ้าเป็นสิ่งที่มีบทบาทในการดำรงชีวิตของพวกเราเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะเครื่องใช้และสิ่งอำนวยความสะดวกภายในบ้าน อุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านี้เมื่อมีการใช้งานเพิ่มขึ้นย่อมส่งผลให้การใช้กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นสูงตามไปด้วย ดังนั้นอุปกรณ์ป้องกันจึงต้องเลือกใช้ตามค่ากระแสที่เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าภายในบ้านโดยทั่วไปจะประกอบด้วย คัทเอาต์ ฟิวส์ และเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ป้องกันที่สามารถรับรู้ความผิดปกติของระบบและสามารถเปิดวงจรได้โดยอัตโนมัติเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้และต้องไม่ก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นกับระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำที่ใช้ภายในบ้านพักอาศัยหรือโรงงานอุตสาหกรรมแบ่งออกได้เป็น Miniature Circuit Breaker (MCB) ซึ่งจะมีกระแสพิกัดไม่เกิน 100 แอมป์ และ Molded Case Circuit Breaker (MCCB) มีกระแสพิกัดสูงกว่า 1000 แอมป์ โดยหลักการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ทั้งสองแบบนี้จะมีลักษณะสมบัติการตัดกระแสเป็นทั้งแบบ thermal curve หรืออาจเป็นแบบผสมคือ thermal-magnetic curve การที่จะออกแบบให้เซอร์กิตเบรกเกอร์สามารถตัดกระแสได้ตามกราฟลักษณะสมบัติของ thermal และ thermal-magnetic ตามมาตรฐาน IEC 255 [1] และ BS 142 [2] นั้นต้องอาศัยกระบวนการและกลไกทางกลที่ซับซ้อน และเมื่อกลไกทางกลมีการใช้งานจะประสบปัญหาเรื่องของความชื้น หรือใช้งานบริเวณที่มีฝุ่นละอองคราบน้ำมัน ส่งผลให้เกิดความผิดปกติต่อการเซนเซอร์กระแส และการตัดวงจรที่ไม่แน่นอน [3] สำหรับระบบที่เกิดการอาร์คหรือกระแสไฟฟ้าเกินฉับพลันระบบทางกลจะไม่สามารถตรวจพบความผิดปกติได้ [4] และประสบปัญหาเรื่องการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์อันเนื่องมาจากความไม่แน่นอนของวัสดุและอุปกรณ์ทางกล เช่น ความ-

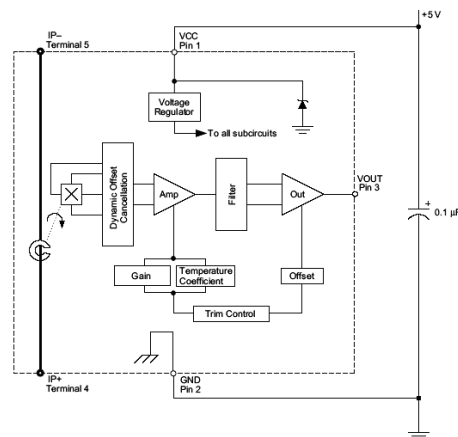
ไม่เป็นเชิงเส้นของแรงแม่เหล็กไฟฟ้าที่กระทำต่อการเคลื่อนที่ทางกลของชุดกลไกตัดการทำงานดังกล่าว

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอการออกแบบระบบป้องกันการลัดวงจรทางไฟฟ้าที่ควบคุมการทำงานด้วยระบบสมองกลฝังตัวที่สามารถตรวจจับอัตราการเพิ่มของกระแสผิดปกติไม่ให้มีค่ากระแสสูงถึงระดับอันตรายได้ [5],[6] และตัดวงจรไฟฟ้าในเวลาที่เหมาะสมเพื่อลดและแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2. อุปกรณ์และเครื่องมือ

2.1 ภาควัดกระแส

อุปกรณ์วัดกระแสจะใช้ Hall-Effect Current Sensor รุ่น ACS754-200A ซึ่งเป็นไอซีสำเร็จรูปที่สามารถวัดค่ากระแส AC และ DC ได้สูงสุดถึง 200 แอมป์ มีไดอะแกรมของโครงสร้างภายในแสดงดังภาพที่ 1

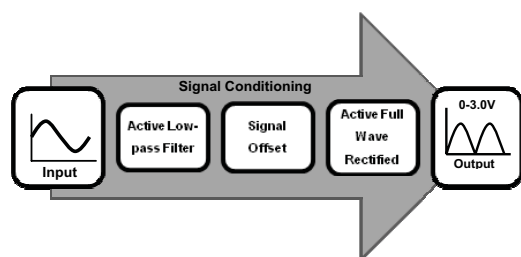


ภาพที่ 1 ผังไดอะแกรมของ ACS754-200A [7]

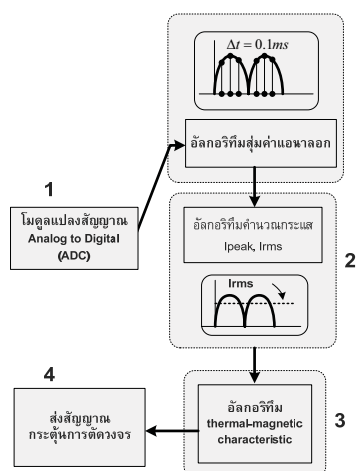
2.2 ภาครับปรุงคุณภาพสัญญาณ

ภาครับปรุงคุณภาพสัญญาณ (Signal Conditioning) ประกอบไปด้วย วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Active Low-pass Filter) วงจรยกระดับสัญญาณ (Signal Offset) วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่น (Active Full Bridge Rectified) ตามลำดับ สำหรับในภาคส่วนนี้จะทำหน้าที่ลดสัญญาณรบกวนที่มีความถี่สูงกว่าความถี่

ปรกติ 50 Hz และจัดรูปแบบสัญญาณเอาต์พุตที่วัดได้จาก Hall-Effect Current Sensor ให้อยู่ในรูปสัญญาณไซน์แบบเต็มคลื่นที่มีขนาด 0-3.0 โวลต์ มีลำดับกระบวนการส่งผ่านสัญญาณดังภาพที่ 2 จากนั้นจะนำสัญญาณที่ได้ดังกล่าวส่งผ่านทางโมดูลแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นข้อมูลดิจิทัล (Analog to Digital module) เพื่อทำการประมวลผลคำสั่งตามอัลกอริทึมการทำงานภายในระบบสมองกลฝังตัวต่อไป



ภาพที่ 2 กระบวนการปรับปรุงคุณภาพสัญญาณ



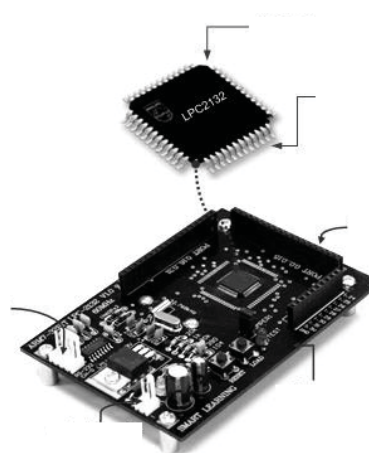
ภาพที่ 3 หน้าที่การทำงานของระบบสมองกลฝังตัว

2.3 ภาคประมวลผลด้วยระบบสมองกลฝังตัว

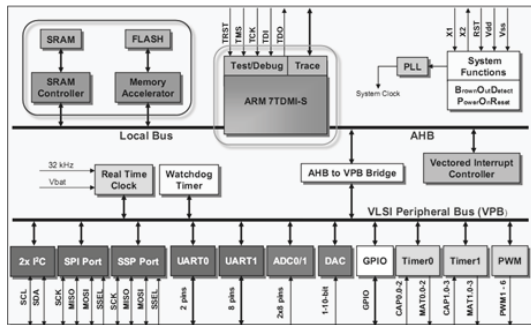
ภาคประมวลผลสำหรับงานวิจัยได้ประยุกต์ใช้ชิพสมองกลฝังตัว เป็นหน่วยประมวลผลกลางของระบบป้องกันการลัดวงจรทางไฟฟ้า โดยชิพสมองกลฝังตัวมีหน้าที่หลักคือ 1) กำหนดเวลาในการสุ่มอ่านตัวอย่างค่ากระแสที่วัดได้ 2) คำนวณค่ากระแสสูงสุด (I_{peak}) และค่ากระแสประสิทธิผล (I_{rms}) 3) ประมวลผล

คำสั่งตามอัลกอริทึมกระแส thermal curve และ magnetic-thermal curve 4) ควบคุมการเปิดวงจรเมื่อตรวจพบกระแสเกินและเกิดการลัดวงจรทางไฟฟ้า ดังภาพที่ 3

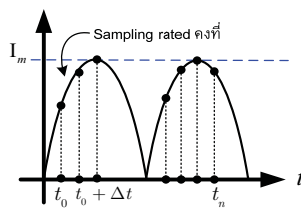
สำหรับตัวชิพสมองกลฝังตัวที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นตระกูล ARM7TDMI-S รุ่น LPC2132FBD64 ออกแบบเป็นบอร์ดทดลองดังภาพที่ 4 มีคุณสมบัติเด่นในการประมวลผลคำสั่งขนาด 32 บิต ทำงานที่ความเร็วสูงสุดถึง 60MHz ภายในชิพบรรจุหน่วยความจำโปรแกรม 64 กิโลไบต์ และมีโมดูลแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นข้อมูลดิจิทัล (ADC) ความเร็ว 2.24 ไมโครวินาที รวมทั้งมีระบบอินพุต/เอาต์พุตให้ใช้งานได้อย่างสะดวกสำหรับภาคส่วนโปรเซสเซอร์ตระกูล ARM7TDMI-S รุ่นนี้แสดงโครงสร้างได้ดังภาพที่ 5 ซึ่งจะออกแบบตามโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม RISC (Reduced Instruction Set Computing) ซึ่งทำให้ชิพมีขนาดเล็กสามารถกระทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์และประมวลผลสัญญาณดิจิทัล (Digital Signal Processing) ได้อย่างรวดเร็ว



ภาพที่ 4 บอร์ดสมองกลฝังตัว ARM7-LPC2132 V1.0



ภาพที่ 5 ฟังก์ชันไอโอแกรม ARM7TDMI-S รุ่น
LPC2132FBD [8]



ภาพที่ 7 สัญญาณไซน์แบบเต็มคลื่น

2.4 แหล่งจ่ายกระแส

ภาคแหล่งจ่ายกระแส (Current Source) ที่ใช้ในการทดลองนี้ ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายกระแสแบบสัญญาณไซน์ (Sine Wave) สามารถปรับขนาดกระแสได้สูงสุดถึง 1000 แอมป์

3. กระแสและการตัดวงจร

3.1 การคำนวณกระแสสูงสุด

การคำนวณค่ากระแสจากสัญญาณไซน์แบบเต็มคลื่นดังภาพที่ 7 ด้วยการใชระบบสมองกลฝังตัวนั้นต้องอาศัยความรวดเร็วในการคำนวณ เนื่องจากพฤติกรรมของการเกิดกระแสเกินหรือกระแสลัดวงจรนั้นสามารถเกิดขึ้นได้ภายในเวลาอันรวดเร็ว ดังนั้นเพื่อให้ระบบสามารถตรวจจับพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของกระแสแบบฉับพลันได้ จึงต้องออกแบบอัลกอริทึมการคำนวณค่ากระแสสูงสุด (I_m) ให้ทำงานได้รวดเร็วดังนี้

จากภาพที่ 7 สามารถคำนวณหาค่ากระแสสูงสุด (I_m) ได้เมื่อทราบค่าเวลา Sampling Rate ที่แน่นอน ซึ่งจุด Sampling สัญญาณที่เวลา t_0 และ $t_0 + \Delta t$ จะได้สมการดังนี้

$$i(t_0) = I_m \sin(100\pi t_0 + \varphi) \quad (1)$$

$$i(t_0 + \Delta t) = I_m \sin(100\pi t_0 + 100\pi \Delta t + \varphi) \quad (2)$$

พิจารณาด้านขวาของสมการ (2)

$$\begin{aligned} \sin(100\pi t_0 + 100\pi \Delta t + \varphi) &= \\ \sin(100\pi t_0 + \varphi) \cos(100\pi \Delta t) &+ \\ + \cos(100\pi t_0 + \varphi) \sin(100\pi \Delta t) \end{aligned} \quad (3)$$

เมื่อกำหนดให้ $M = \cos(100\pi \Delta t)$ และ $N = \sin(100\pi \Delta t)$

แทนลงในสมการ (3) จะได้

$$\begin{aligned} \sin(100\pi t_0 + 100\pi \Delta t + \varphi) &= \\ M \sin(100\pi t_0 + \varphi) + N \cos(100\pi t_0 + \varphi) \end{aligned} \quad (4)$$

แทนค่า (4) ลงใน (2) จะได้

$$\begin{aligned} i(t_0 + \Delta t) &= \\ M I_m \sin(100\pi t_0 + \varphi) + N I_m \cos(100\pi t_0 + \varphi) \end{aligned} \quad (5)$$

แทนค่า (1) ลงใน (5) และจัดรูปใหม่ได้เป็น

$$I_m \cos(100\pi t_0 + \varphi) = \frac{i(t_0 + \Delta t) - M i(t_0)}{N} \quad (6)$$

นำสมการ (1) หาด้วย (6) จะได้

$$(100\pi t_0 + \varphi) = \tan^{-1} \left[\frac{i(t_0) N}{i(t_0 + \Delta t) - M i(t_0)} \right] \quad (7)$$

เมื่อแทนค่าโดเมนที่ได้กลับ จะทราบค่า Amplitude ได้

สมการเป็น 2 กรณีคือ เมื่อ $\sin(100\pi t_0 + \varphi) \neq 0$

$$I_m = \frac{i(t_0)}{\sin(100\pi t_0 + \varphi)} \quad (8)$$

และเมื่อ $\sin(100\pi t_0 + \varphi) = 0$

$$I_m = \frac{i(t_0 + \Delta t) - M i(t_0)}{N} \quad (9)$$

3.2 ลักษณะสมบัติของค่ากระแสตัดวงจร

กราฟลักษณะสมบัติของกระแส thermal และ magnetic จะใช้เป็นค่าอ้างอิงเพื่อเปรียบเทียบค่ากระแสและค่าเวลาการตัดกระแสเกินหรือการลัดวงจร สำหรับ

การทดสอบการตัดกระแสลัดวงจรในงานวิจัยนี้จะอ้างอิงจากกราฟผกผันของรีเลย์ป้องกันกระแสเกินซึ่งออกแบบตามมาตรฐาน IEC 255 และ BS 142 สำหรับค่าคงที่ต่างๆตามมาตรฐาน BS 142 สามารถจำแนกได้เป็น 4 ประเภท ดังตารางที่ 1 และสามารถกำหนดสมการกำหนดค่าเวลาได้ดังนี้

$$T = \frac{K\beta}{\left(\frac{I}{I_n}\right)^\alpha - 1}$$

(10)

เมื่อ T = เวลา (วินาที)

K = ค่าตัวคูณเวลา สำหรับ Static relay (digital) มีค่า

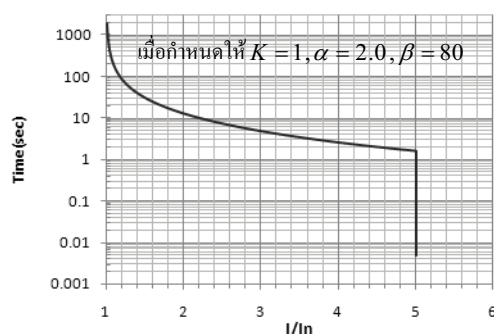
ตั้งแต่ 0.05 ถึง 1.0

I = กระแส

I_n = กระแสที่ตั้งค่า

ตารางที่ 1 ค่าคงที่มาตรฐาน BS412

	α	β
Normal inverse	0.02	0.14
Very inverse	1.00	13.50
Extremely inverse	2.00	80.00
Long-time inverse	1.00	120.00



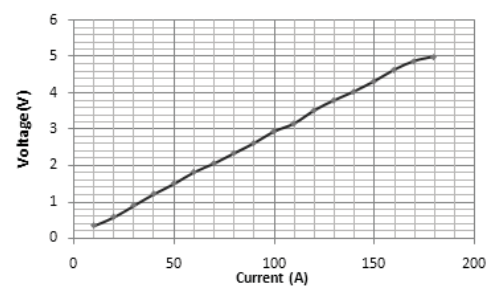
ภาพที่ 8 กราฟกระแส thermal-magnetic

4. ผลการทดลอง

จากการออกแบบระบบป้องกันการลัดวงจรทางไฟฟ้าด้วยระบบสมองกลฝังตัว สามารถจำแนกผลการทดลองของแต่ละส่วนการทดลองได้ดังนี้

4.1 การทดสอบภาควัดกระแส

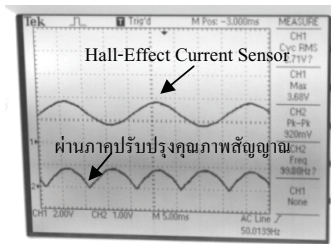
ผลการทดลองการวัดค่ากระแสด้วย Hall Current Sensor ได้ทำการทดสอบวัดกระแสตั้งแต่ 0-180 แอมป์ จากการทดลองพบว่าสามารถวัดค่ากระแสในย่านดังกล่าวได้สัญญาณเอาต์พุตที่วัดได้เป็นสัญญาณไซน์ที่ไม่มีความผิดเพี้ยน และสัญญาณรบกวนต่ำ รวมถึงผลตอบสนองของกระแสด้านอินพุตต่อแรงดันเอาต์พุตมีความเป็นเชิงเส้นดังภาพที่ 9



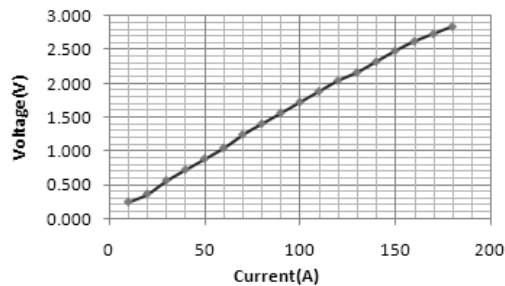
ภาพที่ 9 กราฟแรงดันเอาต์พุตต่อการวัดกระแส 0-180A

4.2 ผลการทดลองภาคปรับปรุงคุณภาพสัญญาณ

ภาคปรับปรุงคุณภาพสัญญาณ ได้ทำการทดสอบโดยการจ่ายกระแสตั้งแต่ 0-180 แอมป์ ให้กับ Hall Current Sensor จากนั้นส่งผ่านสัญญาณที่วัดได้ให้กับภาคปรับปรุงคุณภาพสัญญาณพบว่าสามารถลดปริมาณสัญญาณที่รบกวน และสามารถปรับให้เป็นรูปแบบสัญญาณไซน์เต็มคลื่นดังภาพที่ 10 ได้ ซึ่งมีขนาดของแรงดันเอาต์พุตต่อค่ากระแสเมื่อผ่านกระบวนการจากภาคปรับปรุงคุณภาพสัญญาณจะอยู่ระหว่าง 0-3.0 โวลต์ ดังภาพที่ 11



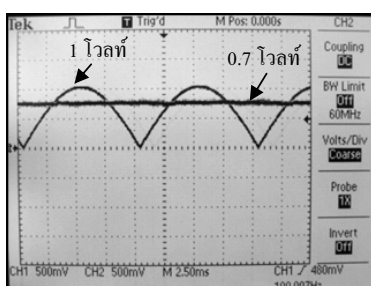
ภาพที่ 10 เอด์พุตที่วัดได้เป็นสัญญาณไซน์แบบเต็มคลื่น



ภาพที่ 11 กราฟแรงดันเอด์พุตต่อการวัดกระแส 0-180A

4.3 การคำนวณกระแสประสิทธิผล (RMS)

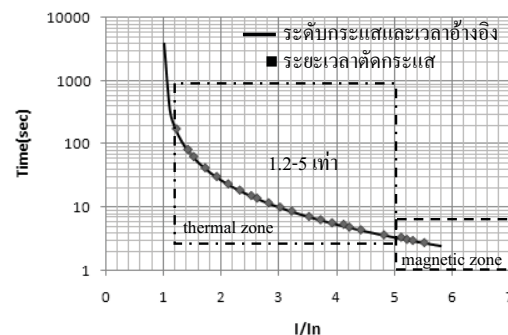
การทดลองคำนวณค่ากระแส(RMS) จากอัลกอริทึมการหาค่ากระแสสูงสุด (I_m) พบว่าสามารถคำนวณค่ากระแส RMS ได้ถูกต้อง ซึ่งในการทดสอบจะทำการจ่ายกระแสผ่าน Hall-Effect Current Sensor และผ่านภาคปรับปรุงคุณภาพสัญญาณจนได้แรงดันเอด์พุตเท่ากับ 1 โวลต์ จากนั้นส่งสัญญาณที่ได้ให้ระบบสมองกลฝังตัวทำการทดสอบวัดและคำนวณค่ากระแส RMS จากรูปคลื่นไซน์แบบเต็มคลื่น ด้วยอัลกอริทึมที่ได้โปรแกรมไว้ภายในระบบสมองกลฝังตัว จากการทดสอบได้ค่ากระแส RMS เท่ากับ 0.7 โวลต์ ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ผลการคำนวณค่ากระแส RMS

4.4 การทดลองกระแสตัดวงจร

การทดลองการตัดกระแสตัดวงจร ในการทดลองส่วนนี้จะออกแบบกราฟอ้างอิงระดับกระแสและเวลาตามมาตรฐาน IEC 255 และ BS 142 โดยค่าคงที่สำหรับการคำนวณค่าเวลาจากสมการที่ 10 กำหนดค่า $K=1, \alpha=2.0, \beta=80$ ได้เส้นอ้างอิงดังกล่าวดังภาพที่ 13 จากนั้นทำการทดลองจ่ายกระแสแบบฉับพลันที่ขนาดกระแสตั้งแต่ 1.2 เท่าของกระแส I_n (กำหนดให้ค่ากระแส I_n เท่ากับ 32 แอมป์) จนถึง 5.0 เท่าของกระแส I_n ซึ่งเป็นเฉพาะกระแสตาม thermal cure เท่านั้น จากการทดลองพบว่าระยะเวลาในการตัดกระแสเป็นไปตามขนาดกระแสและเวลาตามเส้นกราฟอ้างอิงที่กำหนดไว้ ส่วนการทดลองกระแสที่ 5.1 เท่าของกระแส I_n เป็นต้นไป ระบบจะต้องตัดกระแสแบบทันทีทันใดซึ่งจะเป็นส่วนของการอ้างอิงกับค่ากราฟกระแส magnetic ซึ่งจะไม่กล่าวในบทความนี้



ภาพที่ 13 กราฟผลทดลองตัดกระแสอ้างอิงแบบ

thermal curve

5. สรุป

บทความนี้นำเสนอการออกแบบระบบป้องกันการลัดวงจรด้วยระบบสมองกลฝังตัว การออกแบบระบบนี้ประกอบด้วยภาคส่วนการวัดสัญญาณกระแสภาคส่วนปรับปรุงคุณภาพสัญญาณ ภาคส่วนประมวลผลด้วยระบบสมองกลฝังตัว ในแต่ละภาคส่วนจะมีการ

ทำงานที่สัมพันธ์กันโดยเริ่มจากการวัดกระแส การลด
สัญญาณรบกวน จัดรูปแบบสัญญาณและทำการประมวลผล
สัญญาณด้วยระบบสมองกลฝังตัว สำหรับในส่วนของ
ซอฟต์แวร์จะมีการรวบรวมคำสั่งและอัลกอริทึมที่ต้อง
ใช้ในการคำนวณทำการโปรแกรมข้อมูลคำสั่งลงในชิพ
สมองกลฝังตัว ทำให้ระบบสมองกลฝังตัวนี้สามารถ
ทำงานได้ทันที ซึ่งจากผลการทดลองการตัดระบบเมื่อมี
กระแสเกินหรือเกิดกระแสลัดวงจรตามเวลาของกราฟ
อ้างอิงกระแส thermal มาตรฐาน IEC 255 และ BS 142
พบว่าสามารถตัดกระแสระบบได้ตามระยะเวลาที่กราฟ
อ้างอิงกำหนดดังภาพที่ 13 ซึ่งจากผลที่ได้ศึกษาการ
ออกแบบป้องกันการลัดวงจรด้วยระบบสมองกลฝังตัว
พบว่ามิชชีโอได้เปรียบในเรื่องของการวัดค่ากระแสที่
สามารถวัดย่านสูงถึง 200A และชิพสมองกลสามารถ
คำนวณอัลกอริทึมได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังสามารถ
กำหนดระยะเวลาในการตัดกระแสด้วยโปรแกรมได้
อย่างแม่นยำ และที่สำคัญชิพสมองกลฝังตัวสามารถลบ
ข้อมูลและเขียนข้อมูลใหม่ได้ทำให้สามารถปรับแก้ไข
คุณสมบัติการทำงานในอนาคตได้ด้วยการพัฒนาโปรแกรม
ใหม่ได้สะดวก ซึ่งเป็นอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าทางเลือก
ใหม่สำหรับระบบ Home Automation ในปัจจุบันและ
ในอนาคต

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] IEC 255 International Standard
- [2] BS 142 International Standard
- [3] YanYan Luo; JianGuo Lu; ZhiGang Li, "Study of
reliability test and analysis for miniature circuit breakers,"
Electrical Contacts, 2002. Proceedings of the Forty-Eighth
IEEE Holm Conference on , vol., no., pp. 80-85, 2002.
- [4] Stammberger, H.; Pursch, H.; Zacharias, A.; Terhoeven, P.,
"Simulation of the temporal behavior of circuit breakers
and motor starters," Electrical Contacts, 2004. Proceedings
of the 50th IEEE Holm Conference on Electrical Contacts

and the 22nd International Conference on Electrical Contacts ,
vol., no., pp. 35-40, 20-23 Sept. 2004.

- [5] Nochumson, C.J., "Application of new technologies in power
circuit breakers with higher interrupting capacity and short
time ratings," Pulp and Paper Industry Technical Conference ,
1999. Conference Record of 1999 Annual , vol., no., pp.27-41,
21-25 Jun 1999.
- [6] Khargekar, A.K.; Pavana Kumar, P., "A novel scheme for
protection of power semiconductor devices against short
circuit faults," Industrial Electronics, IEEE Transactions
on , vol.41, no.3, pp.344-351, Jun 1994.
- [7] ACS754 Current Sensor User manual
- [8] Phillip-LPC2000 User manual

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร.ชวาล โสทธิวันวงศ์ ประธาน
กรรมการบริหาร บริษัท เซฟ-ที-คัท ประเทศไทย จำกัด
ผู้สนับสนุนทุนและเครื่องมือในการวิจัย

ขอบคุณทีมงานวิจัย ผศ.ดร.พูนศักดิ์ โกษิยาภรณ์
นายไกรสุข บุญประดิษฐ์ และนางทานตะวัน เต็กชื่น

การพัฒนาสื่อเรื่องการวิเคราะห์สัญญาณดิจิทัลด้วยตัววิเคราะห์

สเปกตรัมเสมือนผ่านระบบเครือข่าย LAN

Development of Digital Signal Analysis with Virtual Spectrum Analyzer

via LAN System

ชาญชัย กุศลจิตกรณ¹ มนตรี เข้มราช² ชาญวิทย์ ตั้งสิริวรกุล³ เฉลิมชาติ มานพ⁴ และ ทีมาญ ดิษสุธรรม⁵

^{1,2,3} ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

⁴ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

⁵ แผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคระยอง

E-mail : ¹ckj@kmutnb.ac.th, ²cwtk@kmutnb.ac.th, ⁴kmchaler@kmitl.ac.th, ⁵teekayu_25@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาสื่อเรียนรู้เรื่องการวิเคราะห์สัญญาณดิจิทัลด้วยตัววิเคราะห์สเปกตรัมเสมือนผ่านระบบเครือข่าย LAN โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ การสร้างสื่อการสอนแบบออนไลน์ในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากในปัจจุบันดิจิทัลออสซิลโลสโคปมีราคาค่อนข้างแพง และอาจเกิดการเสียหายได้ง่าย รวมถึงมีฟังก์ชันการทำงานที่จำกัดตามบริษัทผู้ผลิต ดังนั้น ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างตัววิเคราะห์สเปกตรัมเสมือนด้วยโปรแกรม LabVIEW เพื่อติดต่อกับดิจิทัลออสซิลโลสโคป TDS5054 ของ Tektronix ผ่านพอร์ต GPIB เสมือน ซึ่งสามารถทดลองผ่านระบบ LAN ได้ นอกจากนี้ ได้สร้างชุดสคริปต์สำหรับการสร้างสัญญาณในรูปแบบต่างๆ เพื่อใช้เป็นสื่อการสอนในวิชาการวิเคราะห์สัญญาณดิจิทัล จากผลการทดสอบได้ผลในระดับที่น่าพอใจ โดยนักศึกษาสามารถทดลองใช้งานระบบที่สร้างขึ้นได้เป็นอย่างดี รวมถึงได้มีการเปรียบเทียบผลกับการคำนวณให้ผลสอดคล้องกัน

คำสำคัญ: ตัววิเคราะห์สเปกตรัมเสมือน เครือข่าย LAN GPIB เสมือน

Abstract

This paper describes the development of digital signal analysis with virtual spectrum analyzer via LAN system. The main objective is creating an on-line lab instruction tool. Since, nowadays digital oscilloscope is quite expensive and can be damaged if not handled properly. Its function is also limited by the manufacturer concerned, the researchers have designed and created a virtual spectrum analyzer using LabVIEW to interface with Tektronix TDS5054 digital oscilloscope through virtual GPIB port which can be used via a LAN system. The researchers also create a hardware signal generator unit to be used in teaching digital signal analysis. Upon testing, the virtual spectrum analyzer works satisfactorily and students can learn through the LAN system quite well. The virtual spectrum analyzer gives out the result in line with the calculation in a comparison.

Keywords: Virtual Spectrum Analyzer, Local Area Network, Virtual GPIB

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีนักวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ได้มีการคิดค้นและวิจัยเทคโนโลยีใหม่อยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะด้านระบบเครื่องมือวัดในอุตสาหกรรมนั้น ได้มีการนำเทคโนโลยีทางด้านซอฟต์แวร์ทำงานร่วมกับระบบเครื่องมือวัดเพื่อความสะดวกในการแก้ไขกระบวนการการทำงานของระบบที่ได้รับการออกแบบ แต่โดยทั่วไประบบเครื่องมือวัดจะขาดออสซิลโลสโคปไม่ได้ ซึ่งออสซิลโลสโคปก็มีด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบอนาล็อก และแบบดิจิทัล ในปัจจุบันส่วนใหญ่แล้วจะเป็นแบบดิจิทัลเกือบทั้งหมด เนื่องจากง่ายต่อการใช้งาน สามารถเก็บข้อมูลลงหน่วยความจำ ความสามารถในการขยายและย่อรูปบนหน้าจอออสซิลโลสโคปได้ และมีฟังก์ชันที่ใช้งานมากกว่าแบบอนาล็อก แต่อย่างไรก็ตามดิจิทัลออสซิลโลสโคปดังกล่าวก็ไม่สามารถจะเพิ่มเติมฟังก์ชันโดยผู้ใช้ได้เอง แต่จะถูกกำหนดจากบริษัทผู้ผลิตมาให้เรียบร้อยแล้ว ดังนั้นถ้าเราต้องการฟังก์ชันและการทำงานที่สอดคล้องกับงานที่เราต้องการ

ก็ต้องจัดหาดิจิทัลออสซิลโลสโคปตัวใหม่มาใช้ ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองงบประมาณ นอกจากนี้ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นอีกหนึ่งปัญหาของการใช้ออสซิลโลสโคปคือดิจิทัลออสซิลโลสโคป 1 เครื่องสามารถใช้งานได้เพียง 1-2 คนเท่านั้น[1-7] ดังนั้น บทความนี้จึงนำเสนอการพัฒนาสื่อการสอนเรื่องการวิเคราะห์สัญญาณดิจิทัลด้วยตัววิเคราะห์สเปกตรัมเสมือนผ่านระบบเครือข่าย LAN เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

2. เทคนิคการประมวลผลสัญญาณดิจิทัล

กระบวนการในการสร้างสื่อเรื่องการวิเคราะห์สัญญาณจะเริ่มจากการลดทอนระดับสัญญาณให้อยู่ในย่านที่กำหนดไว้ก่อน จากนั้นทำการสุ่มสัญญาณด้วยวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล แล้วนำสัญญาณดังกล่าวมาผ่านตัวกรองวินโดว์แบบต่างๆ เพื่อทำการลดการรั่วไหลของสเปกตรัม(Leakage effect) และผลอื่นๆ ก่อนใช้เทคนิค FFT เพื่อแปลงไปอยู่ในโดเมนความถี่ต่อไป

2.1 การสุ่มสัญญาณ

กระบวนการแปลงสัญญาณจากโดเมนเวลาเป็นโดเมนความถี่นั้นสามารถทำได้ด้วยเทคนิคการประมวลผลสัญญาณดิจิทัลต่างๆ ซึ่งกระบวนการแรกที่สำคัญได้แก่ การสุ่มสัญญาณ (Sampling) โดยถ้าสุ่มสัญญาณด้วยความถี่สูงๆจะทำให้ได้รายละเอียดของซาร์โมนิกมากเช่นกัน แต่ก็จะสิ้นเปลืองขนาดหน่วยความจำและเวลาในการประมวลผลอีกด้วย ดังนั้น จากทฤษฎีของ Shannon's famous sampling ได้สรุปว่า สัญญาณควรถูกสุ่มด้วยความถี่ที่ใช้ในการสุ่มสัญญาณประมาณ 2 เท่าของความถี่สูงสุดที่ต้องการ ดังสมการ (1)

$$f_s > 2f_{\max} \quad (1)$$

เมื่อ f_s = ความถี่สุ่มสัญญาณ

f_{\max} = ความถี่สูงสุดที่ต้องการ

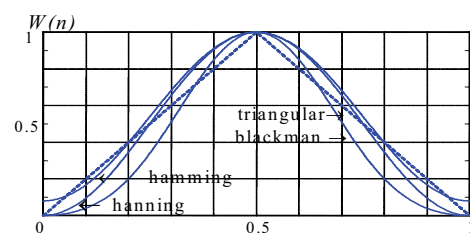
2.2 การแปลงสัญญาณด้วย FFT

การแปลงสัญญาณจากโดเมนเวลาเป็นโดเมนความถี่นั้นสามารถทำได้โดยการใช้เทคนิคการประมวลผลสัญญาณดิจิทัล เช่น DFT (Discrete fourier transform), FFT (Fast fourier transform), วิธี Prony เป็นต้น โดยในบทความวิจัยนี้ได้เลือกใช้เทคนิค FFT เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ เช่น ความเร็วในการประมวลผล ต้องการหน่วยความจำน้อย เหมาะสำหรับการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์และไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นต้น ในความจริงแล้วเทคนิค FFT ก็คืออัลกอริทึมที่เร็วและมีประสิทธิภาพของ DFT นั่นเอง โดยปกติแล้วเทคนิค FFT ต้องการการคำนวณเท่ากับ $M \log_2 N$ เมื่อ N คือจำนวนการสุ่มสัญญาณ ในขณะที่ DFT ต้องการ N^2

ปกติแล้วเมื่อสัญญาณถูกแปลงจากโดเมนเวลาเป็นโดเมนความถี่ด้วยเทคนิค FFT จะทำให้เกิดผลของกริด (Grid effect) และการรั่วไหลของสเปกตรัม โดยเกิดจากการสุ่มสัญญาณที่ไม่เป็นจำนวนเท่าของความถี่สัญญาณโดเมนเวลา จะทำให้เกิดการรั่วไหลของสเปกตรัมและ side lobes ในโดเมนความถี่ ซึ่งจะส่งผลให้ความถี่ แอมพลิจูด และเฟสของสัญญาณไม่ถูกต้อง แต่สามารถลดผลกระทบดังกล่าวได้โดยการประยุกต์ใช้ตัวกรองวินโดว์แบบต่างๆ เป็นต้น

2.3 ตัวกรองดิจิทัลด้วยฟังก์ชันวินโดว์

ตัวกรองวินโดว์เป็นเทคนิควงจรกรองดิจิทัลประเภท FIR ที่มีผลของการตอบสนองที่ค่าหนึ่งซึ่งตรงข้ามกับ IIR ที่มีผลการตอบสนองถึงจำนวนอนันต์ และมีข้อดีก็คือ สามารถออกแบบให้มีการตอบสนองทางเฟสเป็นเชิงเส้นได้อย่างแท้จริง โดยบทความนี้ได้เลือกใช้ตัวกรองแบบ FIR เพื่อลดผลของการรั่วไหลสเปกตรัมของเทคนิค FFT ซึ่งตัวกรองที่เลือกใช้ ได้แก่ วินโดว์สามเหลี่ยม วินโดว์ฮานนิง วินโดว์แฮมมิง วินโดว์แบล็กแมน และวินโดว์ไครเซอร์ ดังแสดงในภาพที่ 1

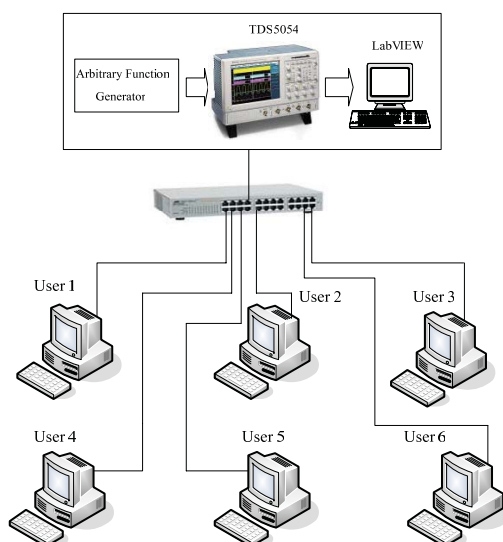


ภาพที่ 1 : รูปร่างของวินโดว์ชนิดต่างๆ

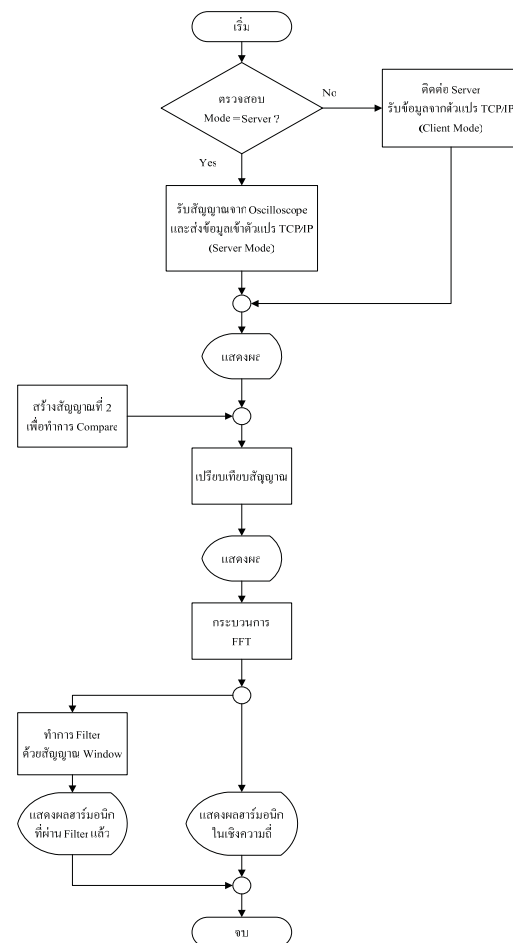
3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ขั้นแรกของการดำเนินงานวิจัยสามารถศึกษาเพิ่มเติมจาก [5] โดยได้กล่าวถึงรายละเอียดในการเขียนโปรแกรม LabVIEW เพื่อติดต่อกับดิจิตอลออสซิลโลสโคป TDS5054 แบบตัวเดียว (Standalone) ซึ่งให้ผลการทดสอบที่น่าพอใจ แต่สามารถใช้งานได้เพียงเครื่องเดียวเท่านั้น ดังนั้น ในบทความวิจัยนี้ได้พัฒนาความสามารถของระบบดังกล่าวให้เพิ่มมากขึ้น โดยสามารถทดลองได้โดยผ่านเครือข่าย LAN ดังแสดงระบบที่ได้ออกแบบไว้ในภาพที่ 2

จากภาพที่ 2 แสดงระบบที่ได้นำเสนอประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญได้แก่ ฟังแม่ข่าย และฟังลูกข่าย โดยฟังแม่ข่ายประกอบด้วยดิจิตอลออสซิลโลสโคป TDS5054 จอคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ภายใต้การทดสอบ ในที่นี้คือ ฟังก์ชันกำเนิดสัญญาณ ส่วนฟังเครื่องลูกข่ายไม่ต้องมีอุปกรณ์หรือเครื่องมืออะไรเพิ่มเติมเพียงแค่โปรแกรมที่เขียนด้วยโปรแกรม LabVIEW เท่านั้น และกำหนดหมายเลขตำแหน่ง (IP address) ให้อยู่ในวง LAN เดียวกันกับเครื่องแม่ข่าย

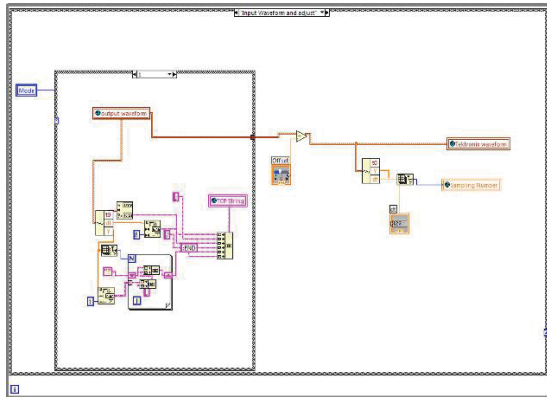


ภาพที่ 2 : ระบบที่ได้นำเสนอ

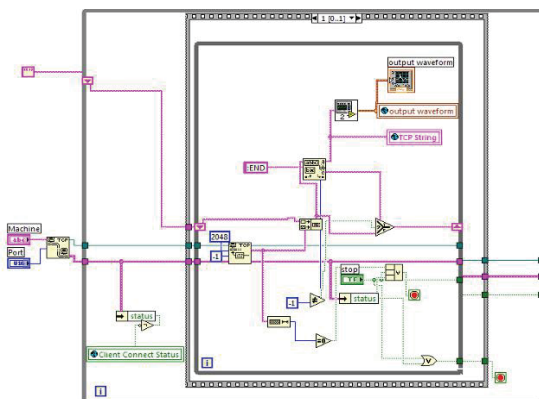


ภาพที่ 3 : บล็อกไดอะแกรมการทำงานอย่างง่าย

จากภาพที่ 3 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานอย่างง่ายของโปรแกรม LabVIEW ที่ได้ออกแบบขึ้นทั้งฟังแม่ข่ายและฟังลูกข่าย โดยทั้ง 2 ฟังทำงานด้วยโปรแกรมเหมือนกัน การทำงานเริ่มจากการตรวจสอบเครื่องเป็นแม่ข่ายหรือลูกข่ายดังแสดงในภาพที่ 4 และ 5 ตามลำดับ จากนั้นก็ตรวจสอบการตั้งค่าต่างๆ พร้อมทั้งประมวลผลต่อไป



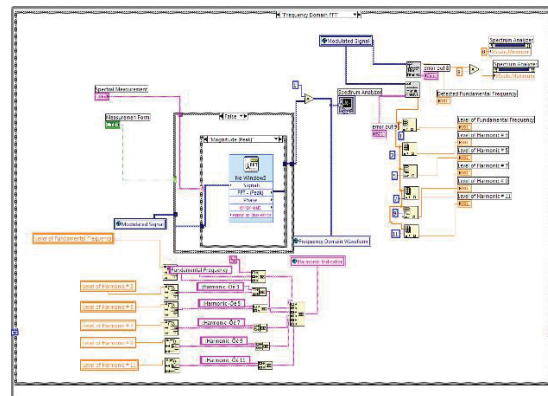
ภาพที่ 4 : โปรแกรมย่อยส่วนรับสัญญาณจากดิจิทัล
ออสซิลโลสโคป TDS5054 (แม่ข่าย)



ภาพที่ 5 : โปรแกรมย่อยส่วนรับสัญญาณจากดิจิทัล
ออสซิลโลสโคป TDS5054 (ลูกข่าย)

ภาพที่ 6 แสดงโปรแกรมส่วนการวิเคราะห์สัญญาณ
ฮาร์มอนิกด้วยเทคนิค FFT การทำงานของส่วน
โปรแกรมนี้เริ่มจากการนำสัญญาณอินพุตทางโดเมน
เวลาที่ได้จากภาพที่ 4 หรือ 5 มาแปลงไปเป็นโดเมน
ความถี่ด้วยเทคนิค FFT โดยสามารถเลือกได้ว่าจะทำ
การกรองสัญญาณด้วยตัวกรองวินโดว์แบบต่างๆ
หรือไม่ ได้แก่ วินโดว์สามเหลี่ยม วินโดว์ฮานนิง
วินโดว์แฮมมิง วินโดว์แบล็คแมน และวินโดว์โครเซอร์

ดังแสดงในภาพที่ 1 หรือเลือกโหมดการแปลงค่า เช่น
ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถระบุค่า
อันดับของฮาร์มอนิกที่ต้องการตรวจสอบได้อีกด้วย
ส่วนภาพที่ 7 แสดงภาพถ่ายจริงที่ใช้ในการทดสอบ
ระบบที่ได้ออกแบบขึ้น จากภาพจะเห็นได้ว่าเครื่องลูก
ข่ายทำงานได้เช่นเดียวกับเครื่องแม่ข่าย



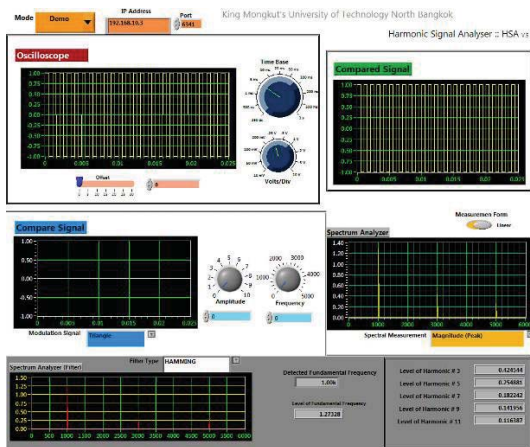
ภาพที่ 6 : โปรแกรมส่วนการวิเคราะห์สัญญาณ
ฮาร์มอนิกด้วย FFT



ภาพที่ 7 : ระบบที่ใช้ในการทดสอบจริง

4. ผลการทดสอบ

การทดสอบระบบที่สร้างขึ้นเริ่มจากการให้นักศึกษาหรือผู้สนใจอ่านใบงานการทดลองก่อน จากนั้นให้กระทำการทดลอง โดยปรับสัญญาณในรูปแบบต่างๆ เช่น สัญญาณไซน์ สัญญาณสี่เหลี่ยม สัญญาณซึ้นบวกฮาร์มอนิกที่ 3 สัญญาณซึ้นบวกกับสามเหลี่ยม (สัญญาณสมมูลของเทคนิคสเปซเวกเตอร์) ซึ่งสัญญาณเหล่านี้เป็นพื้นฐานที่สำคัญของการศึกษาการวิเคราะห์สัญญาณดิจิทัลและอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

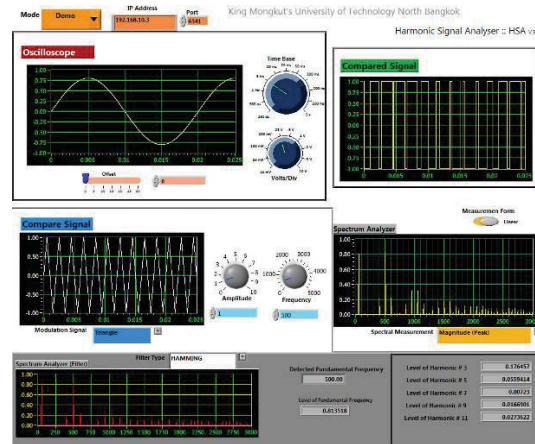


ภาพที่ 8 : สัญญาณสี่เหลี่ยม 1 โวลต์และความถี่ 1 kHz

ภาพที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ฮาร์มอนิกของสัญญาณสี่เหลี่ยมมีแอมพลิจูด 1 โวลต์และความถี่ 1 kHz เมื่อแปลงสัญญาณดังกล่าวด้วย FFT จะให้ฮาร์มอนิกลำดับที่ ได้แก่ 1, 3, 5, 7... ดังสมการ (2)

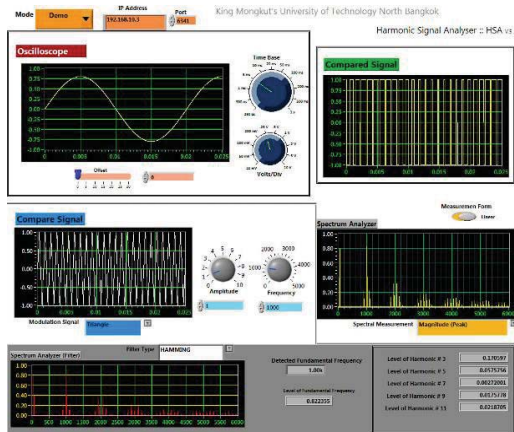
$$f(t) = \sum_{n=1,3,5,\dots} \frac{4V}{n\pi} \sin(n\pi t) \quad (2)$$

เมื่อ V คือแอมพลิจูดของสัญญาณสี่เหลี่ยมในโดเมนเวลา n คือจำนวนเลขที่



ภาพที่ 9 : การวิเคราะห์สัญญาณไซน์เปรียบเทียบกับสัญญาณคลื่นพาหะความถี่ 500 Hz

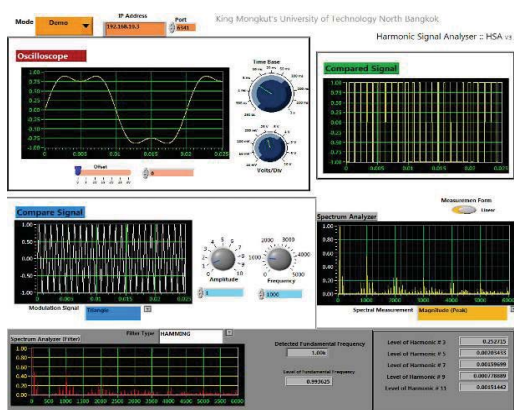
ภาพที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์สัญญาณไซน์เปรียบเทียบกับสัญญาณพาหะความถี่ 500 Hz ซึ่งเป็นการมอดูเลตทางความถี่ของพัลส์ จากนั้นนำสัญญาณดังกล่าวผ่านเทคนิค FFT จากภาพจะเห็นว่าสัญญาณในโดเมนความถี่จะประกอบไปด้วยสัญญาณมูลฐานที่ความถี่ 50 Hz และกลุ่มฮาร์มอนิกตามความถี่ของ 3 เหลี่ยมหรือความถี่สวิตซ์ ซึ่งได้แก่ ความถี่ 500 Hz, 1 kHz, ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับ [8] และเมื่อเปลี่ยนความถี่ 3 สามเหลี่ยมจาก 500 Hz เป็น 1 kHz จะเห็นว่าสัญญาณมูลฐานมีแอมพลิจูดเท่าเดิม คือ 0.8 V ส่วนกลุ่มฮาร์มอนิกจะเลื่อนไปเป็นจำนวนเท่าๆกับความถี่สัญญาณ 3 เหลี่ยม ได้แก่ 1kHz, 2 kHz, ดังแสดงในภาพที่ 10



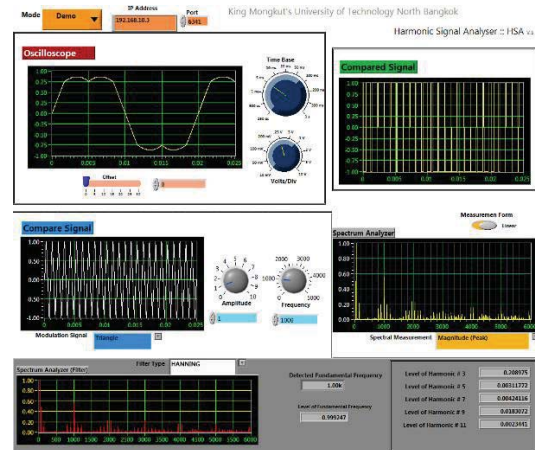
ภาพที่ 10 : การวิเคราะห์สัญญาณไซน์เปรียบเทียบกับสัญญาณคลื่นพาหะความถี่ 1 kHz

ภาพที่ 11 แสดงการวิเคราะห์สัญญาณไซน์บวกกับสัญญาณไซน์ความถี่ 3 เท่าดังสมการ (3) เปรียบเทียบกับสัญญาณ 3 เหลี่ยมความถี่ 1 kHz จากภาพจะเห็นว่าความถี่ของสัญญาณ 3 เหลี่ยมคงที่ แต่มีการเปลี่ยนสัญญาณอ้างอิง ทำให้มีองค์ประกอบมูลฐานเท่ากับ 1 V และฮาร์มอนิกอันดับ 3 ที่บวกเข้าไปแอมพลิจูด 0.25 V รวมถึงกลุ่มฮาร์มอนิกที่เป็นจำนวนเท่าของความถี่สัญญาณ 3 เหลี่ยม

$$f(t) = V \sin \omega t + 0.25V \sin 3\omega t \quad (3)$$



ภาพที่ 11 : การวิเคราะห์สัญญาณไซน์บวกกับสัญญาณไซน์ความถี่ 3 เท่าเปรียบเทียบกับสัญญาณ 3 เหลี่ยมความถี่ 1 kHz



ภาพที่ 12 : การวิเคราะห์สัญญาณไซน์บวกกับสัญญาณ 3 เหลี่ยมเปรียบเทียบกับสัญญาณ 3 เหลี่ยมความถี่ 1 kHz

ภาพที่ 12 แสดงการวิเคราะห์สัญญาณไซน์บวกกับสัญญาณ 3 เหลี่ยมเปรียบเทียบกับสัญญาณ 3 เหลี่ยมความถี่ 1 kHz จากรูปจะเห็นว่าให้ผลสอดคล้องกับภาพที่ 11 เนื่องจากว่าสัญญาณทั้ง 2 มีความคล้ายคลึงกันมากตาม [8] ซึ่งสัญญาณดังกล่าวนี้เมื่อนำไปประยุกต์ใช้งานจริงในการควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำจะให้อายุได้เปรียบมากกว่าสัญญาณรูปไซน์ดังภาพที่ 9 และ 10 ในเรื่องของการใช้ประโยชน์แรงดัน (Voltage utilization) จากการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นสลับได้ดีกว่าประมาณ 15 %

5. สรุปผลการทดลอง

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาสื่อเรียนรู้เรื่องการวิเคราะห์สัญญาณดิจิทัลด้วยตัววิเคราะห์สเปกตรัมเสมือนผ่านระบบเครือข่าย LAN โดยในการทดสอบได้ใช้โปรแกรม LabVIEW ในการควบคุมระบบทั้งหมดทั้งฝั่งแม่ข่ายและลูกข่าย รวมถึงติดต่อกับดิจิทัลออสซิลโลสโคป TDS5054 และฮาร์ดแวร์ภายใต้การทดสอบ ส่วนเครื่องลูกข่ายเมื่อใช้งานต้องทำการ

ล็อกอินเข้าสู่ระบบก่อนจากนั้นจะติดต่อกับเครื่องแม่ข่ายได้ ทั้งนี้เครื่องลูกข่ายสามารถปรับแต่งสัญญาณและเลือกฟังก์ชันการทำงานได้อิสระในแต่ละเครื่อง โดยการทดสอบได้ทดสอบกับเครื่องลูกข่ายจำนวน 10 เครื่องซึ่งให้ผลเป็นที่น่าพอใจ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ ประจำปี 2549

เอกสารอ้างอิง

- [1] J. Heh, J. Chang, S. Li and M. Chang, "Providing Student Hints and Detecting Mistakes Made by Students in a Virtual Experiment Environment", *IEEE Trans. on Education.*, vol.51, No.1, February 2008, pp. 61-68.
- [2] A. Leva, and F. Donida, "Multifunctional Remote Laboratory for Education in Automatic Control: The CrAutoLab Experience", *IEEE Trans. On Industrial Electronics*, Vol. 55, No. 6, June 2008, pp. 2376-2385.
- [3] C. Bhunia, S. Giri, S. Halder and P. Purkait, "A Low-Cost PC-Based Virtual Oscilloscope", *IEEE Trans. on Education.*, vol.47, No.2, May 2004, pp.295-299.
- [4] P. Bilski, W. Winiecki, "Virtual Spectrum Analyzer Based on Data Acquisition Card", *IEEE Trans. On Instru. and Meas.*, Vol. 51, No. 1, Feb 2002, pp. 82-87.
- [5] J. Anthony vento, "Application of Labview in higer education laboratories", *Conf. Proceeding*, 1988, pp.444-447.
- [6] M.L. Higa, D.M. Tawy and S.M Lord, "An Introduction to LabVIEW Exercise for an Electronics Class", *IEEE Conf. 2002*, pp. 13-16.
- [7] S. Hengkietisak, C. Tangsiriworakul, S. Tipayakanont, C. Manop and W. Sena-vongse, "Laboratory Digital Signal Analysis with Virtual Spectrum Analyzer," *IEEE ICIT*, City university of Hongkong, Hongkong 2005.
- [8] M. A. Boost, and P. D. Ziogas, "State-of-the-Art Carrier PWM Techniques: A Critical Evaluation", *IEEE Trans. On Industry Applications*, Vol. 24, No. 2, March/April 1998, pp. 271-1988.

บูสต์คอนเวอร์เตอร์ขนาด 2 เฟส ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับเซลล์เชื้อเพลิง

สุวัจน์ ลิกบุตร* สุนันท์ สองจันทร์* ปฏิพัทธ์ ทวนทอง*^{*,**} และ พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล*^{**,}

* ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : ³Phatiphat.Thounthong@ensem.inpl-nancy.fr

** สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย - ฝรั่งเศส

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถ.พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F2010 มาใช้ในงานควบคุมการทำงานของวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ ขนาด 2 เฟส ที่มีความต่างเฟสกัน 180 องศา เพื่อใช้งานร่วมกับเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) ด้วยเทคนิคการอินเตอร์ลีฟหรือการขนานวงจรกำลัง จากหลักการดังกล่าว สัญญาณพัลส์วิดมอดูเลชันที่ใช้ในการขับมอสเฟตจะทำงานต่างเฟสกัน 180 องศา ที่ความถี่ในการสวิตช์แต่ละเฟส 25 kHz ทำให้ประสิทธิภาพของระบบสูง ริปเปิลของกระแสลดลง และยืดอายุการใช้งานของเซลล์เชื้อเพลิงให้มากขึ้น ผลการทดลองพบว่า วงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ขนาด 2 เฟส ที่ใช้เทคนิคการอินเตอร์ลีฟ ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F2010 มีประสิทธิภาพในการทำงานมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: บูสต์คอนเวอร์เตอร์ การอินเตอร์ลีฟ ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

This paper presents 2-phase fuel cell boost converter controlled by a microcontroller dsPIC30F2010 at a phase shift of 180 degree, with interleaved technique or parallel the power circuits. By the principle of pulse width modulation (PWM) for driving power MOSFET have a phase shift of 180 degree and a constant switching frequency of 25 kHz. The converter will operate at high efficiency and low ripple current. As a result, fuel cell life

time will increase. Experiment results verify that the 2 phase fuel cell boost converter by using interleaved switching technique controlled by microcontroller dsPIC30F2010 have efficiency of 90%.

Keywords: Boost converter, Interleaved technique, Microcontroller.

1. บทนำ

ในปัจจุบันเชื้อเพลิงมีราคาที่สูงขึ้นและเชื้อเพลิงบางประเภทก็เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงได้มีการคิดค้นเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) ขึ้นเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน ซึ่งเป็นเซลล์เชื้อเพลิงทางเคมีไฟฟ้าที่สามารถเปลี่ยนจากพลังงานเคมี ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรงและไม่เป็นมลพิษกับสิ่งแวดล้อม ก๊าซที่ใช้ทำปฏิกิริยาทางเคมีไฟฟ้า คือ ก๊าซไฮโดรเจนและออกซิเจน สำหรับเซลล์เชื้อเพลิงจะให้พลังงานไฟฟ้า น้ำและความร้อน [1], [2], [3]

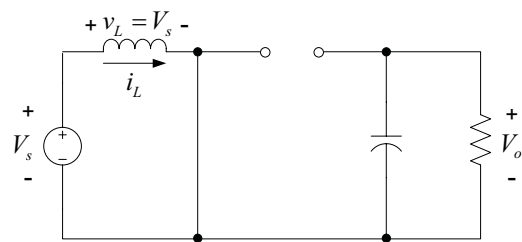
เนื่องจากเซลล์เชื้อเพลิงมีขนาดกระแสสูงแต่แรงดันต่ำ จึงใช้วงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ปรับขนาดแรงดันให้สูงขึ้น [4], [5] แต่เนื่องจากกระแสที่ได้สูงมาก อุปกรณ์ที่ใช้จึงต้องทนกระแสได้สูง อุปกรณ์ที่ใช้มีขนาดใหญ่ จึงใช้เทคนิคการอินเตอร์ลิฟหรือการขนานวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์เพื่อลดขนาดของอุปกรณ์และลดรูปเปิดของกระแสอินพุตเป็นการยืดอายุการใช้งานของเซลล์เชื้อเพลิง

2. เทคนิคและหลักการ

2.1 บูสต์คอนเวอร์เตอร์ [6], [7]

หลักการทำงานของวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์เพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าตามที่ต้องการจะเริ่มจากข้อกำหนดที่ว่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำในแต่ละคาบเวลาจะเท่ากับศูนย์และสามารถหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำได้โดยวิเคราะห์การทำงานของสวิตช์ในแต่ละโหมด ดังนี้

2.1.1 ขณะสวิตช์นำกระแส ภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วงจรสมมูลเมื่อสวิตช์นำกระแส

กระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายจะไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำโดยผ่านสวิตช์ ขณะเดียวกันไดโอดจะไบอัสกลับ จากกฎของเคอร์ชอฟฟ์จะได้สมการของแรงดัน

$$-V_s + v_L = 0 \quad (1)$$

$$v_L = V_s = L \frac{di_L}{dt} \quad (2)$$

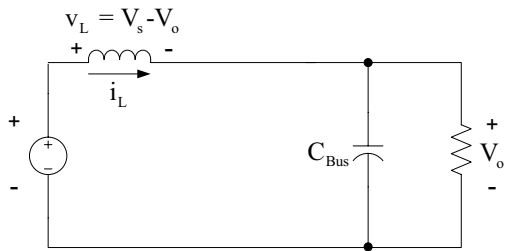
$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_s}{L} \quad (3)$$

เมื่ออัตราการเปลี่ยนแปลงของกระแสคงที่ จะถือว่า การเพิ่มของกระแสไฟฟ้าเป็นเชิงเส้นทำให้สามารถคำนวณได้จาก

$$\frac{\Delta i_L}{\Delta t} = \frac{\Delta i_L}{DT} = \frac{V_s}{L} \quad (4)$$

$$\Delta i_{L,on} = \frac{V_s DT}{L} \quad (5)$$

2.1.2 ขณะสวิตช์ไม่นำกระแส ภาพที่ 2



ภาพที่ 2 วงจรสมมูลเมื่อสวิตช์ไม่นำกระแส

เมื่อสวิตช์ไม่นำกระแสไดโอดจะถูกไบอัสตรงทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำอย่างต่อเนื่องทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ด้านออกมีค่าคงที่จากกฎของเคอร์ชอฟฟ์จะได้สมการของแรงดันไฟฟ้า

$$-V_s + V_L + V_o = 0 \quad (7)$$

$$V_L = V_s - V_o \quad (8)$$

$$V_L = L \frac{di_L}{dt} \quad (9)$$

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_s - V_o}{L} \quad (10)$$

ขณะสวิตช์ไม่นำกระแส $dt = (1-D)T$ ดังนั้น อัตราการไหลของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำมีค่าคงที่ และการลดลงของกระแสเป็นเชิงเส้นสามารถคำนวณได้จาก

$$\Delta i_{L,off} = \left(\frac{V_s - V_o}{L} \right) (1-D)T \quad (11)$$

อัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าด้านออกต่อแรงดันไฟฟ้าด้านเข้าที่เรียกว่า อัตราการขยายแรงดันคำนวณได้จากสมการ

$$\Delta i_{L,on} + \Delta i_{L,off} = 0 \quad (12)$$

$$\left(\frac{V_s}{L} \right) DT + \frac{(V_s - V_o)(1-D)T}{L} = 0 \quad (13)$$

$$\therefore \frac{V_o}{V_s} = \frac{1}{1-D} \quad (14)$$

2.2 เทคนิคการอินเตอร์ลีฟ [8], [9]

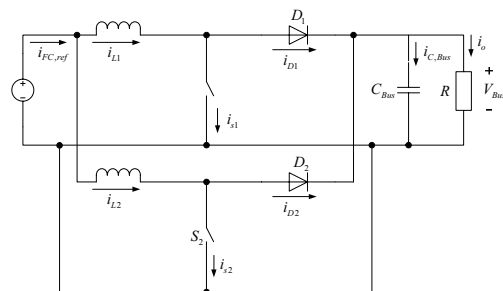
เทคนิคการอินเตอร์ลีฟ (Interleaved Technique) สามารถทำได้โดยการนำเอาสัญญาณขับสวิตช์ของวงจรแปลงผันหลายๆ วงจรมาต่อขนานกันแล้วกำหนดสัญญาณขับสวิตช์ให้เหลื่อมเวลาในการทำงาน ดังภาพที่ 3 เพื่อให้วงจรสลับการทำงานซึ่งกันและกัน โดยจะแบ่งมุมการทำงานของสัญญาณขับสวิตช์ให้ทำงานให้ครบกันพอดีในแต่ละหนึ่งรอบเวลาการทำงาน

จากสูตร

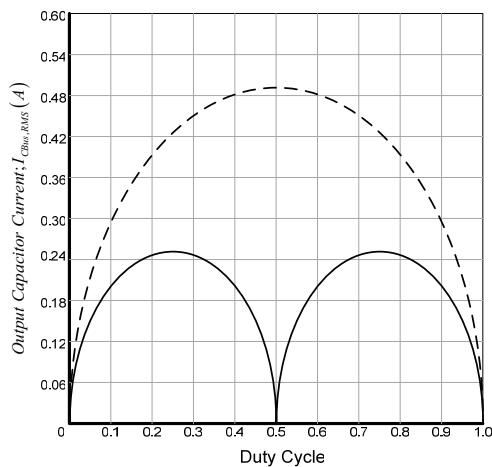
$$\text{มุมการทำงานของสัญญาณ} = 360 / N \quad (15)$$

เมื่อ N คือ จำนวนวงจรที่นำมาขนานกัน

ซึ่งวงจรที่นำมาอินเตอร์ลีฟหรือขนานกันต้องมีความถี่ของการสวิตช์ที่เท่ากัน จากหลักการนี้จะทำให้แอมพลิจูดของกระแสลดลง และเป็นการเพิ่มความถี่กระแส โดยที่ไม่ทำให้เกิดการสูญเสียที่สวิตช์หรืออุปกรณ์สามารถลดรูปเปิดของกระแสในวงจรได้ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 3 วงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ที่ใช้เทคนิคการอินเตอร์ลีฟ



ภาพที่ 4 กระแสเฉลี่ยที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุกับวัฏจักรงานของวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ที่มีการขนาน 2 วงจร

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ภาพที่ 5 แสดงบล็อกไดอะแกรมระบบการควบคุมบูสต์คอนเวอร์เตอร์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

ในโครงงานนี้ได้ใช้ dsPIC30F2010 ของบริษัท Microship เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งใช้การประมวลผลข้อมูลแบบ 16 บิต ซึ่งมีจุดเด่นในด้านของความสามารถในการประมวลผลข้อมูลสัญญาณแบบดิจิทัล เหมาะสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในงานควบคุมต่างๆ โดยโครงสร้างภายใน dsPIC30F2010 จะเป็นการผสมผสานระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และ DSP (Digital Signal Processing) รวมเข้าไว้ด้วยกัน

ใน dsPIC30F2010 ได้บรรจุโมดูลเปรียบเทียบข้อมูลไว้ 2 ชุด ซึ่งมีการทำงานหลัก คือ เปรียบเทียบข้อมูลที่ค่าฐานเวลาหนึ่งๆ กับข้อมูลในรีจิสเตอร์ หากเท่ากันเมื่อใดก็จะกำหนดสัญญาณพัลส์ออกมาทางเอาต์พุต ซึ่งขึ้นอยู่กับข้อกำหนดโหมดทำงาน ดังนั้น จึงมักนำโมดูลมาใช้ในการกำเนิดสัญญาณพัลส์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับการนำมาใช้สร้างสัญญาณ PWM

ในการโหมดกำเนิดสัญญาณ PWM รีจิสเตอร์ OCxR จะถูกใช้ในการเก็บค่าดีวตีไซเคิลได้เพียงอย่างเดียว

ดังนั้น ในการเขียนข้อมูลเพื่อกำหนดค่าของดีวตีไซเคิลจึงต้องกระทำผ่านรีจิสเตอร์ OCxR แทน ทุกครั้งที่ค่าของรีจิสเตอร์คาบเวลา (Period Register) ซึ่งได้ค่ามาจากไทเมอร์ 2 หรือ 3 มีค่าตรงกับเงื่อนไขที่กำหนดค่าดีวตีไซเคิลที่เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ OCxR จะถูกโหลดมายัง OCxR เพื่อนำไปใช้สร้างสัญญาณ PWM ต่อไป

การควบคุมแบบพีโอใช้ควบคุมการทำงานของบูสต์คอนเวอร์เตอร์เพื่อรักษาระดับกระแสอินพุตให้คงที่โดยเขียนโปรแกรมควบคุมลงในไมโครคอนโทรลเลอร์

$$M_n = K \times e_n + \frac{1}{T_i} U_n \quad (16)$$

$$M_{n-1} = K \times e_{n-1} + \frac{1}{T_i} U_{n-1} \quad (17)$$

จากสมการที่ (16)

$$M_n = K \times e_n + \frac{1}{T_i} \left(U_{n-1} + \frac{T}{2} (e_{n-1} + e_n) \right) \quad (18)$$

$$M_n - M_{n-1} = K (e_n + e_{n-1}) + \frac{T}{T_i} \left(\frac{e_n + e_{n-1}}{2} \right) \quad (19)$$

เมื่อกำหนดให้

$$K_p = K \quad ; \text{Proportion Gain}$$

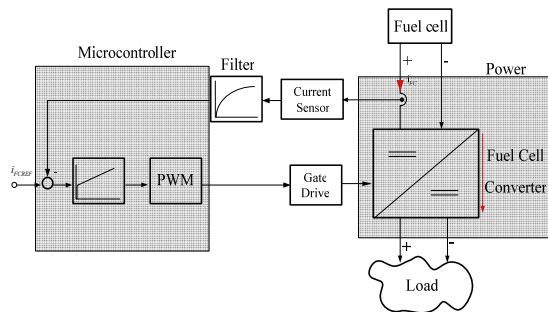
$$K_i = \frac{T}{T_i} \quad ; \text{Integral Gain}$$

$$T = \text{Sampling Time}$$

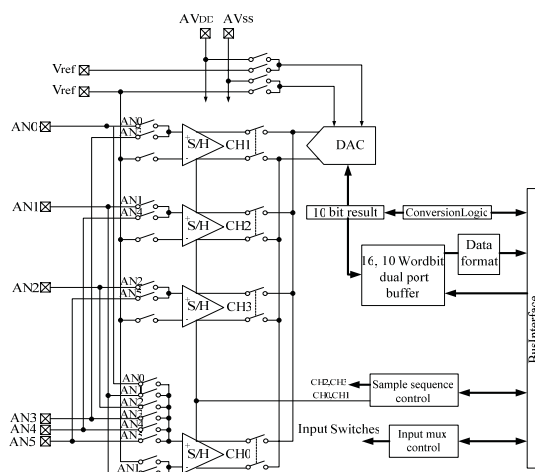
$$\therefore M_n = M_{n-1} + K_p (e_n - e_{n-1}) + \frac{K_i}{2} (e_n - e_{n-1}) \quad (20)$$

การแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลจะเลือกใช้พอร์ต RB0 และ RB1 ทำงานเป็นอินพุตแอนะล็อก โดยรับกระแสป้อนกลับมาจากเอาต์พุตของบูสต์คอนเวอร์เตอร์ที่ผ่านการแปลงจากกระแสเป็นแรงดันและแบ่งแรงดันให้เหลือ 0 - 4.6 โวลต์ โดยเลือกใช้ช่องของวงจรสุ่มและเก็บค่าสัญญาณ (Sample and Hold) ช่องที่ 0 (CH0)

สำหรับแหล่งจ่ายแรงดันอ้างอิงในการแปลงสัญญาณแอนะล็อก เป็นดิจิทัลใช้แหล่งจ่ายจากภายนอก 0 - 5 โวลต์ แสดงในภาพที่ 6



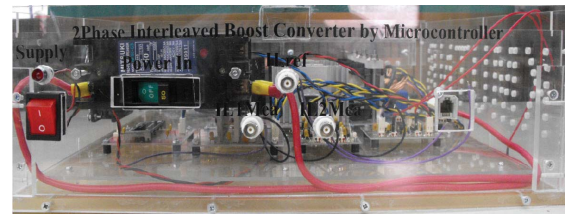
ภาพที่ 5 บล็อกไดอะแกรมการควบคุม
บูสต์คอนเวอร์เตอร์



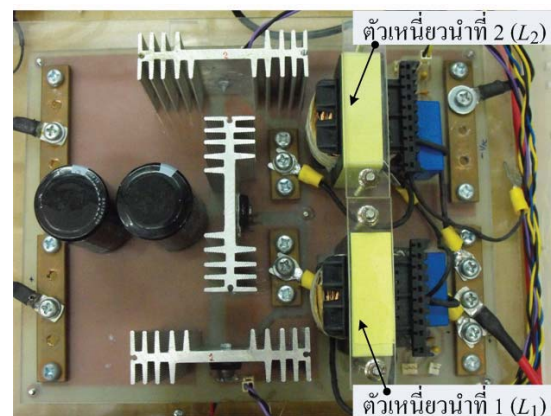
ภาพที่ 6 ไดอะแกรมการทำงานของโมดูลแปลง
อนาล็อกเป็นดิจิทัล ใน dsPIC30F2010

3. ผลการทดลอง

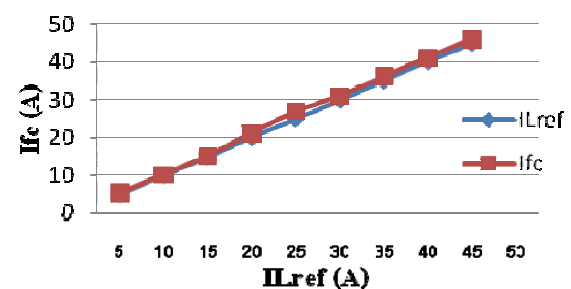
ภาพที่ 7 และ 8 แสดงภาพถ่ายของบูสต์คอนเวอร์เตอร์ขนาด 2 เฟส ที่ได้ออกแบบและสร้างจริงในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 7 บูสต์คอนเวอร์เตอร์ขนาด 2 เฟส ควบคุมโดย
ไมโครคอนโทรลเลอร์



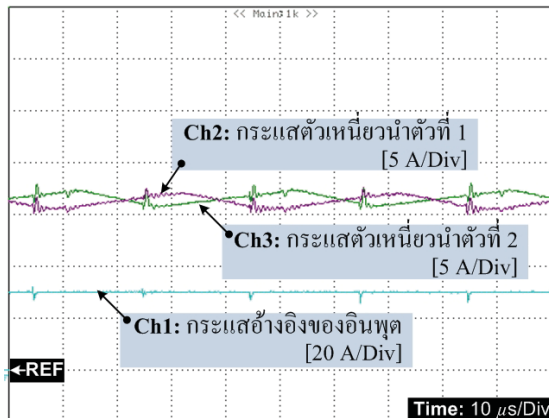
ภาพที่ 8 วงจรภาคกำลังของวงจรคอนเวอร์เตอร์
ขนาด 2 เฟส



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสอ้างอิง
กับกระแสอินพุต

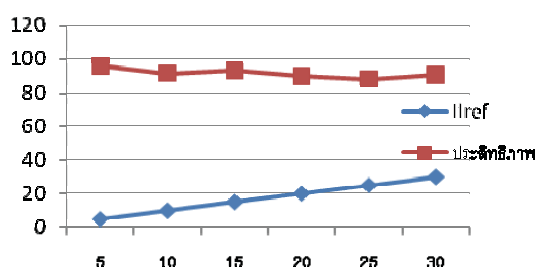
ภาพที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสอ้างอิงกับกระแสอินพุตที่ค่ากระแสอ้างอิงค่าต่างๆ ซึ่งเป็นการทดสอบที่แสดงให้เห็นว่ากระแสที่อินพุตแปรผันตามค่ากระแสอ้างอิงที่รับเข้ามา

ภาพที่ 10 แสดงลักษณะสมบัติกระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำทั้ง 2 เฟส โดยป้อนกระแสอ้างอิง 30 แอมป์ จะได้กระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำแต่ละ 15 แอมป์



ภาพที่ 10 กระแสอ้างอิงและกระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำทั้ง 2 ตัว ที่กระแสอ้างอิงของอินพุตที่ 30 แอมป์

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของบูสต์คอนเวอร์เตอร์ขนาด 2 เฟส ที่มีการควบคุมแบบดิจิตอลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F2010 ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ประสิทธิภาพของบูสต์คอนเวอร์เตอร์ที่ควบคุมแบบดิจิตอล

สรุป

ผลการทดลองวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ขนาด 2 เฟส ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับเซลล์เชื้อเพลิง การส่งถ่ายพลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิงไปยัง

ระบบ (Boost Converter) เพื่อหาประสิทธิภาพของวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ พบว่ากระแสทางด้านอินพุตของวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์สามารถควบคุมได้ตามสัญญาณอ้างอิงที่รับเข้ามา วงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ขนาด 2 เฟส ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์มีประสิทธิภาพ 90.85 เปอร์เซ็นต์ ที่แรงดันเอาต์พุต 60 โวลต์ กระแสอินพุต 30 แอมป์

เอกสารอ้างอิง

- [1] P. Thounthong, B. Davat, and S. Raël, "Drive friendly," *IEEE Power Energy Mag.*, vol. 6, no. 1, pp. 69–76, 2008.
- [2] M. C. Péra, D. Candusso, D. Hissel, and J. M. Kauffmann, "Power generation by fuel cells," *IEEE Ind. Electron. Mag.*, vol. 1, no. 3, pp. 28–37, 2007.
- [3] M. Tekin, D. Hissel, M. C. Péra, and J. M. Kauffmann, "Energy-management strategy for embedded fuel-cell systems using fuzzy logic," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 54, pp. 595–603, Feb. 2007.
- [4] A. Emadi, Y. J. Lee, and K. Rajashekara, "Power electronics and motor drives in electric, hybrid electric, and plug-in hybrid electric vehicles," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 55, pp. 2237–2245, June 2008.
- [5] M. H. Nehrir, C. Wang, and S. R. Shaw, "Fuel cells: promising devices for distributed generation," *IEEE Power Energy Mag.*, vol. 4, pp. 47–53, Jan./Feb. 2006.
- [6] P. Thounthong, S. Raël, and B. Davat, "Test of a PEM fuel cell with low voltage static converter,"

- J. Power Sources*, vol. 153, pp. 145–150, Jan. 2006.
- [7] P. Thounthong, S. Raël, and B. Davat, “Control strategy of fuel cell and supercapacitors association for distributed generation system,” *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 54, pp. 3225–3233, Dec. 2007.
- [8] M. Baumann and J.W. Kolar, “Parallel connection of two three-phase three-switch buck type unity-power-factor rectifier systems with DC-link current balancing,” *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 54, pp. 3042–3053, Dec. 2007.
- [9] P. Thounthong, P. Sethakul, S. Raël, and B. Davat, “Design and implementation of 2-phase interleaved boost converter for fuel cell power source,” in *Proc. IET-PEMD 2008*, 2–4 Apr. 2008, York, U.K., pp. 91–95.

การจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังโดยใช้หลักการสวิทช์ซิงโมเดล ด้วยโปรแกรมซิมูลิงค์

Simulation of Power Electronics Circuit by switching model

by Matlab-Simulink

นิชมน พูนน้อย¹ ปฏิพัทธ์ ทวนทอง² และ พนาฤทธิ์ เสริมฐกุล³

^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

^{2,3} สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอการจำลองการทำงานของอิเล็กทรอนิกส์กำลังด้วยโปรแกรมซิมูลิงค์เพื่อวิเคราะห์แรงดันเอาต์พุตและกระแส i_N โดยนำสมการกระแสและสมการแรงดันที่หาได้จากในสถานะของสวิทช์ต่างกันมาสร้างแบบจำลองสวิทช์ซิงโมเดล จากผลการทดสอบการจำลองวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์สามารถขยายแรงดันอินพุต 26V เป็นเอาต์พุต 60V ได้ ที่กระแส 10A ได้ตรงตามที่คำนวณและเมื่อเปรียบเทียบกับสัญญาณที่วัดได้จากชิ้นงานวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ ปรากฏว่ารูปคลื่นของกระแสและแรงดันมีค่าเท่ากัน ดังนั้นการจำลองวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ด้วยวิธีสวิทช์ซิงโมเดลสามารถใช้อ้างอิงและเป็นแนวทางในการออกแบบและทดสอบอิเล็กทรอนิกส์กำลังได้

คำสำคัญ : วงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ แบบจำลองสวิทช์ซิง

Abstract

The proposed paper presents to analysis power electronics circuit by using switching model by Matlab-Simulink program. The output voltage and induction current from voltage and current equations by derived from boost converter circuit in different states to build switching model are detailed. Experimented and simulation results illustrate that the boost converter is adapted input voltage from 26V to output 60V at input current of 10A. Therefore simulation by switching model can be able to reference and design, test method power electronics circuit.

Keywords: Boost converter, Switching model

1. บทนำ

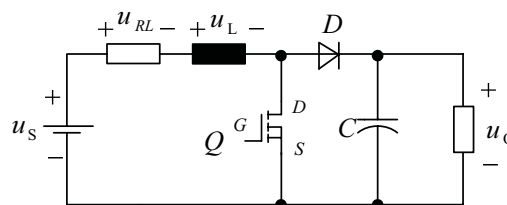
วงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง คือวงจรที่ทำหน้าที่เพิ่มหรือลดระดับแรงดันไฟฟ้าด้านออกให้สูงกว่าหรือต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าด้านเข้า สามารถประยุกต์ใช้กับงานได้ทั่วไปเช่น ใช้ต่อร่วมกับเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) [1], [2], [3] หรือเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เพื่อให้แรงดันไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตสูงขึ้น อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการใช้งาน เป็นต้น ในการสร้างแบบจำลอง จำเป็นที่จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับสมการคณิตศาสตร์ของวงจรเพื่อนำไปสร้างจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ [4] งานนำเสนอนี้จะใช้โปรแกรมซิมูลิคและวิธีการจำลองจะใช้วิธีแบบสวิตช์ซิงโมเดล โดยจะใช้สมการของกระแสและแรงดันที่คำนวณได้จากวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ที่สภาวะการทำงานต่างกัน มาสร้างแบบจำลอง และจะนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับสัญญาณจากการทดลองซึ่งงานจริงเพื่อพิสูจน์ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีความถูกต้องเพียงใด

2. ทฤษฎีวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์

เพื่อให้่ายต่อการวิเคราะห์หาสมการของวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ [6] มีเงื่อนไขการทำงานของวงจรคือ

- กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ ณ ตำแหน่งเดียวกันในแต่ละคาบ จะมีค่าเท่ากันและมีค่าเป็นบวกเสมอ
- แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำในแต่ละคาบจะเท่ากับศูนย์ หมายถึงผลรวมของผลคูณระหว่างแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำกับเวลาในแต่ละคาบจะมีค่าเท่ากับศูนย์
- ตัวเก็บประจุทางด้านเอาต์พุต (C_{Bus}) มีขนาดใหญ่ ทำให้แรงดันไฟฟ้าด้านเอาต์พุตมีค่าคงที่
- ตัวเหนี่ยวนำอินพุตที่ต่ออยู่กับแหล่งจ่ายจะมีค่าความต้านทานภายใน (R_L) ในเกิดขึ้น ดังนั้นวงจรจะมีค่า

ความต้านทานต่ออนุกรมอยู่กับแหล่งจ่าย ถือว่าเป็นการสูญเสียที่เกิดขึ้นในระบบคอนเวอร์เตอร์



ภาพที่ 1 วงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์

ในการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองใช้วงจรดังภาพที่ 1 มาพิจารณา และการออกแบบวงจรจะมีเงื่อนไขตามตารางที่ 1 ซึ่งกำหนดส่วนประกอบต่างๆของวงจรเพื่อใช้ในการคำนวณทำให้สามารถวิเคราะห์หาสมการแรงดันและสมการกระแสจากการปิดและเปิดของสวิตช์ดังต่อไปนี้

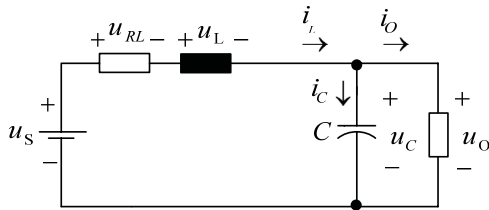
ตารางที่ 1. เงื่อนไขและข้อกำหนดของวงจร

แรงดันอินพุต	26V
ความถี่ในการสวิตช์	25kHz
กำลังไฟฟ้าเอาต์พุต	600W
แรงดันเอาต์พุต	60V
แรงดันกระเพื่อม (ΔV_{Bus})	1V
กระแสกระเพื่อม (Δi_L)	1.5A
ประสิทธิภาพ (η)	90%
ค่าความต้านทานตัวเหนี่ยวนำ	0.001 Ω

2.1 ขณะสวิตช์ไม่นำกระแส

เมื่อสวิตช์เปิดวงจรแรงดันที่เอาต์พุตจะเท่ากับแรงดันที่แหล่งจ่ายไฟรวมกับแรงดันของตัวเหนี่ยวนำ ไดโอดจะถูกไบอัสไปข้างหน้าทำให้นำกระแส ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำอย่างต่อเนื่อง ตัวเก็บประจุทำหน้าที่กรองแรงดันเพื่อให้แรงดันเอาต์พุต

เรียบมากขึ้น จากภาพที่ 2 จะได้สมการกระแสและแรงดันดังนี้



ภาพที่ 2 วงจรสมมูลย์เมื่อสวิตช์ไม่นำกระแส

แรงดันที่แหล่งจ่ายเท่ากับแรงดันที่ตัวเหนี่ยวนำรวมกับแรงดันที่ตัวเก็บประจุดังสมการ

$$u_S = (i_L \cdot R_L) + (L \frac{di_L}{dt}) + u_O \quad (1)$$

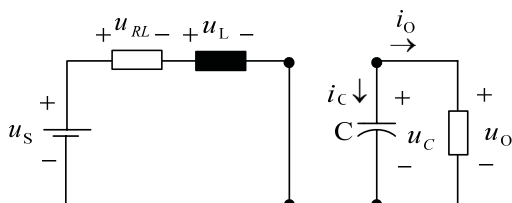
$$i_L = \frac{1}{L} \int (u_S - (i_L \cdot R_L) - u_O) dt \quad (2)$$

$$i_L = i_C + i_O \quad (3)$$

$$u_O = \frac{1}{C} \int (i_L - i_O) dt \quad (4)$$

2.2 ขณะสวิตช์นำกระแส

ขณะสวิตช์ปิดวงจรกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟจะไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำและผ่านสวิตช์ ไดโอดจะถูกไบอัสกลับทำให้ไม่สามารถนำกระแสได้ จากภาพที่ 3 จะได้สมการกระแสและแรงดันดังนี้



ภาพที่ 3 วงจรสมมูลย์เมื่อสวิตช์นำกระแส

แรงดันที่แหล่งจ่ายมีค่าเท่ากับแรงดันที่ตัวเหนี่ยวนำดังสมการ

$$u_S = (i_L \cdot R_L) + (L \frac{di_L}{dt}) \quad (5)$$

$$i_L = \frac{1}{L} \int (u_S - i_L \cdot R_L) dt \quad (6)$$

$$i_C = i_O \quad (7)$$

$$u_O = \frac{1}{C} \int (i_O) dt \quad (8)$$

จากตารางที่ 1 สามารถคำนวณค่าของอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ได้ดังนี้
ค่าตัวดีไซ์ของสัญญาณพีคดับลิแอมคำนวณได้จาก

$$D = 1 - \frac{U_S}{U_{Bus}} \quad (9)$$

จากการคำนวณได้ค่าตัวดีไซ์เท่ากับ 0.57 ขนาดของตัวเก็บประจุคำนวณได้จาก

$$C_{Bus} = \frac{\eta \cdot P_{FP} \cdot D}{U_{Bus} \cdot \Delta U_{Bus} \cdot f} = 364 \mu F \quad (10)$$

ในการออกแบบวงจรเลือกใช้ตัวเก็บประจุขนาด 480 μF

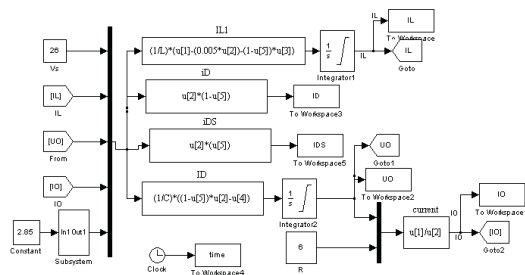
ขนาดของตัวเหนี่ยวนำคำนวณได้จากสูตร

$$L = \frac{U_S \cdot D}{\Delta I_L \cdot f} = 118 \mu H \quad (11)$$

3. การสร้างแบบจำลอง

การสร้างแบบจำลองโดยทั่วไปจะใช้เครื่องมือสำเร็จรูป (Tool Block) มาแทนค่าต่างๆของอุปกรณ์และจะมีการแยกสภาวะการเปิด-ปิดของสวิตช์โดยใช้อุปกรณ์สวิตช์ ทำงานร่วมกับสัญญาณพีคดับลิแอมส่วนในแบบจำลองที่นำเสนอจะใช้หลักการคำนวณของสมการคณิตศาสตร์ที่ทำได้ มาเขียนลงในบล็อกสมการ ดังภาพที่ 4 จะเห็นว่ามีแยกเป็นสมการของ

กระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ (i_L) สมการกระแสที่ไหลผ่านมอดเฟส (i_{DS}) สมการกระแสที่ไหลผ่านไดโอด (i_D) และสมการของแรงดันเอาต์พุต (u_O) ออกจากกัน ส่วนสถานะการเปิด-ปิดของสวิตช์ จะใช้หลักการของสมการโดยทำให้สมการบางส่วนหายไปด้วยสัญญาณ



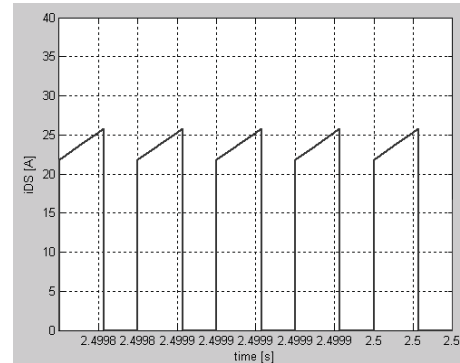
ภาพที่ 4 แบบจำลองสวิตช์ซิงโครมัลโมเดลคอนเวอร์เตอร์

เตอร์พีดับบลิวเอ็ม (PWM: Pulse Width Modulation) ที่ได้จากการเปรียบเทียบสัญญาณคำสั่งกับสัญญาณสามเหลี่ยมที่มียอดสูง 5 V ความถี่ 25kHz

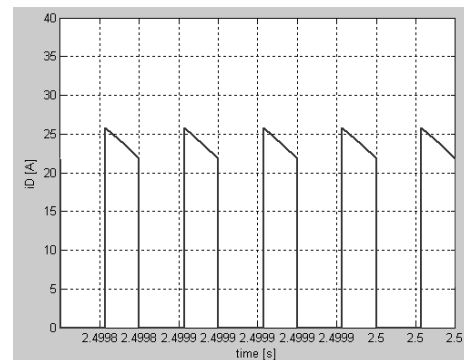
4. ผลการทดสอบแบบจำลองสวิตช์ซิงโครมัลและวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์

แบบจำลองที่สร้างขึ้นจะทดสอบที่ค่าคิวดีไซเคิลของสัญญาณพีดับบลิวเอ็มคงที่ คือ 0.57 ใช้ค่าความต้านทานเป็นโหลด จากภาพที่ 5 จะสังเกตเห็นว่ากระแสที่ไหลผ่านมอดเฟส (i_{DS}) จะมีการเปิดและปิดตามสัญญาณพีดับบลิวเอ็ม ที่ส่งเข้าไป ทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ ผ่านไปยังไดโอด (i_D) ดังภาพที่ 6 จะเห็นว่าไดโอดมีช่วงไบอัสไปข้างหน้าและช่วงไบอัสกลับ ซึ่งจะสัมพันธ์กับกระแสที่ไหลผ่านมอดเฟส (i_{DS}) เมื่อวัดกระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำที่ทำหน้าที่เก็บและคายพลังงาน ดังภาพที่ 7 อ่านค่ากระแส (i_L) ได้ 10A ส่วนทางด้านเอาต์พุตจะมีตัวเก็บประจุ (C_{Bus}) ที่ทำ

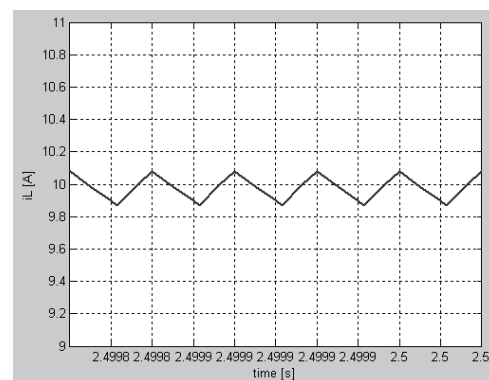
หน้าที่กรองแรงดันไฟฟ้าให้เรียบมากขึ้นสามารถอ่านค่าแรงดันได้ 60 V ดังภาพที่ 8



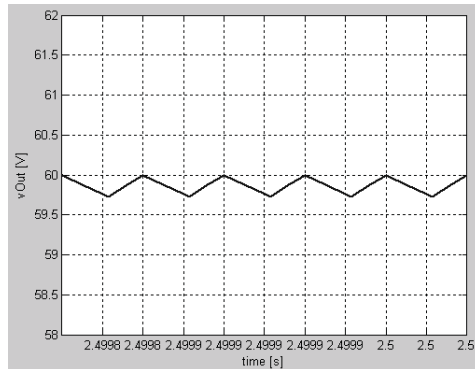
ภาพที่ 5 กระแสที่ไหลผ่านมอดเฟส (i_{DS})



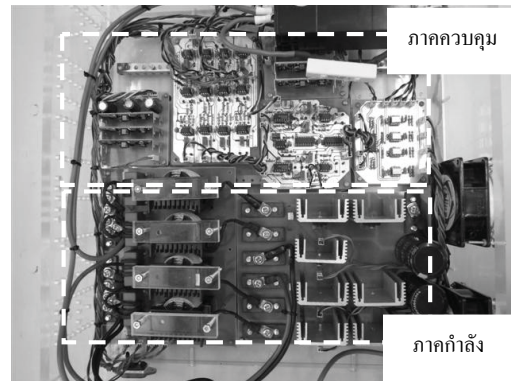
ภาพที่ 6 กระแสที่ไหลผ่านไดโอด (i_D)



ภาพที่ 7 กระแสตัวเหนี่ยวนำ (i_L)

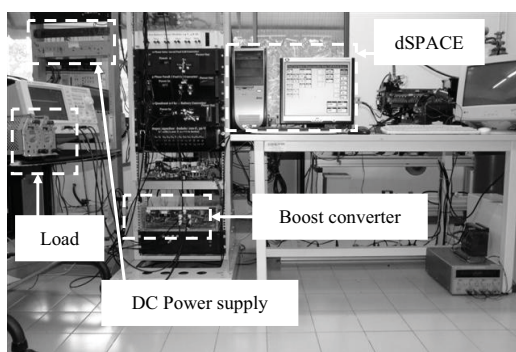


ภาพที่ 8 แรงดันเอาต์พุต (u_{Bus})



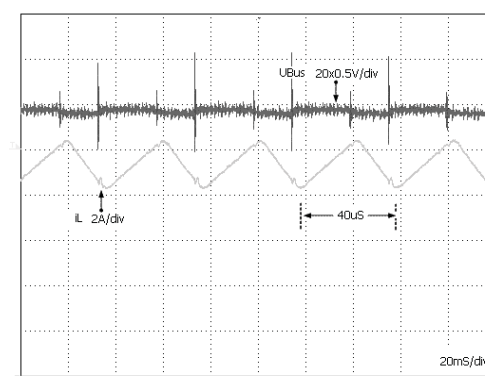
ภาพที่ 10 อุปกรณ์ภายในของคอนเวอร์เตอร์

เมื่อทำการทดลองวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์จริงที่ได้สร้างขึ้น ดังภาพที่ 9 โดยใช้ ดิสแพช (dSPACE-DS1104) เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณคำสั่งกระแสอ้างอิง (i_{LREF}) สำหรับสั่งให้คอนเวอร์เตอร์ทำงาน โดยมีแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงขนาด 26 V, 50 A เป็นแหล่งจ่ายอินพุตให้กับวงจรคอนเวอร์เตอร์และทางเอาต์พุตของวงจรต่ออยู่กับโหลดความต้านทานปรับค่าได้ ภายในกล่องคอนเวอร์เตอร์ที่สร้างขึ้นดังภาพที่ 10 เป็นคอนเวอร์เตอร์อัตราขยายสูง แต่มีพื้นฐานมาจากการรวมวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์หลายๆตัวเข้าด้วยกัน ถ้าหากสั่งให้วงจรทำงานเพียงวงจรเดียว ก็จะกลายเป็นวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ได้ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 9 ชุดทดลอง

จากนั้นทำการตั้งสัญญาณคำสั่งกระแสอ้างอิงจากดิสแพช ให้วงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ทำงาน แล้วทำการวัดค่ากระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ (i_L) อ่านค่ากระแสได้ 10 A และแรงดันเอาต์พุต (u_{Bus}) อ่านได้ 60 V ดังภาพที่ 11 จากภาพจะสังเกตเห็นว่ารูปคลื่นกระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ (i_L) มีลักษณะใกล้เคียงกับการจำลองการทำงาน แต่รูปคลื่นแรงดันเอาต์พุต (u_o) ของการทดลองชิ้นงานจริง รูปคลื่นจะมีสัญญาณรบกวนจากการสวิตช์ของมอดเฟส ทำให้แรงดันไม่เรียบเหมือนรูปคลื่นแรงดันจากการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรมซิมูลิงค์



ภาพที่ 11 กระแส i_L จากบูสต์คอนเวอร์เตอร์จริง

5. สรุป

ผลจากการจำลองวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ด้วยวิธีสวิตซ์ซิงโมเดลโดยการใช้สมการคณิตศาสตร์ของแรงดันและกระแสที่คำนวณได้ พบว่าสามารถทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดได้คือ ที่แรงดันเอาต์พุต 60 V และกระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ (I_L) 10 A โดยใช้โพลเป็นความต้านทาน เมื่อนำผลทดลองจากชิ้นงานวงจรคอนเวอร์เตอร์จริง อ่านค่ากระแสได้ 10 A, 60 V เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับพบว่าผลการทดลองทั้งสองอย่างมีค่าเท่ากัน แสดงให้เห็นว่าการจำลองวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ด้วยวิธีสวิตซ์ซิงโมเดลสามารถใช้อ้างอิงในการออกแบบและทดสอบวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ได้จริง ดังนั้นการจำลองแบบสวิตซ์ซิงโมเดลสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวงอิเล็กทรอนิกส์กำลังอื่นๆได้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] P. Thounthong, B. Davat, and S. Raël, "Drive Friendly: Fuel Cell/Supercapacitor Hybrid Power Sources for Future Automotive Power Generation,," IEEE Power & Energy Magazine, Volumn 6, No. 1, pp. 69-76, Jan./Feb. 2008.
- [2] P. Thounthong, S. Raël and B. Davat, "Analysis of supercapacitor as second source based on fuel cell power generation,," IEEE Transactions on Energy Conversion, Volumn 24, No. 1, pp. 247 - 255 , March 2009. 2007 Impact Factor: 1.018
- [3] P. Thounthong, B. Davat, S. Raël, and P. Sethakul, "Fuel cell high-power applications,," IEEE Industrial Electronics Magazine, Volumn 3, Issue 1, pp. 32 - 46, March 2009.
- [4] P. Thounthong and B. Davat, Fuel Cell Energy Source for Electric Vehicle Applications. Publisier: Nova Science Publishers, New York, 2008

- [5] Kassakian, John G., Martin F. Schlecht, and George C. Verghese. Principle of power electronics. Reading, MA: Addison-Wesley, 1991.ISBN: 9780201096897.

**การศึกษาการกระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากตัวนำรูปทรงกระบอก
โดยอาศัยทฤษฎีการเลี้ยวเบนเชิงเรขาคณิตแบบสม่ำเสมอ
Study on an Electromagnetic Wave Scattering from a PEC Cylinder by
Using the Uniform Geometrical Theory of Diffraction**

จิตติพงษ์ เลิศวิริยะประภา¹ กิตติศักดิ์ แพ้ว² ชวงค์ พงศ์เจริญพาณิชย์ และ โมไนย ไกรฤกษ์²

¹ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

²คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

E-mail : ¹ttp@kmutnb.ac.th, ²kpchuwon@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาการกระจายของคลื่นที่เกิดขึ้นกับตัวกระจายที่เป็นตัวนำสมบรูณ์รูปทรงกระบอกที่มีโดยอาศัยทฤษฎีการเลี้ยวเบนทางเรขาคณิตแบบสม่ำเสมอ (Uniform Geometrical Theory of Diffraction; UTD) ทฤษฎี UTD คือวิธีการคำนวณโดยการประมาณในย่านความถี่สูง ถูกใช้เพื่อคำนวณปัญหาการกระจายของคลื่นจากสายอากาศแบบต่างๆ ในการวิเคราะห์จะทำการศึกษาผลกระทบจาก ตัวกระจายคลื่นที่เป็นตัวนำรูปทรงกระบอกเดี่ยว ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จาก UTD สอดคล้องกันเป็นอย่างดีกับผลการคำนวณจากโปรแกรม NEC-BSC ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จภาพที่ใช้ในการจำลองการแพร่กระจายคลื่นบนโครงสร้างที่ซับซ้อน ทฤษฎีการเลี้ยวเบนทางเรขาคณิตแบบสม่ำเสมอนี้ทำให้เกิดความเข้าใจลึกซึ้ง การแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศ และยังเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูง จึงทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องในทางปฏิบัติซึ่งเหมาะสมสำหรับประยุกต์ใช้ในการคำนวณการแพร่กระจายคลื่นจากสายอากาศชนิดต่างๆ

คำสำคัญ: ทฤษฎีการเลี้ยวเบนทางเรขาคณิตแบบสม่ำเสมอ

Abstract

This paper presents a study on a wave scattering from a PEC cylinder by the using Uniform Geometrical Theory of Diffraction (UTD). The UTD is a high frequency method used to describe the electromagnetic radiation and scattering problems. In this work, the UTD is applied to analyze the scattered field from a PEC cylindrical structure. The results of the total field of the UTD solution agree very well with the results from the NEC-BSC program, which is a simulation program for the electromagnetic high frequency analysis of the radiation from antennas in the presence of complex structures. The UTD analysis is provides the physical insight of antenna radiation mechanisms as well as efficient and accurate for treating a variety of practical antenna configurations.

Keywords: Uniform Geometrical Theory of Diffraction (UTD)

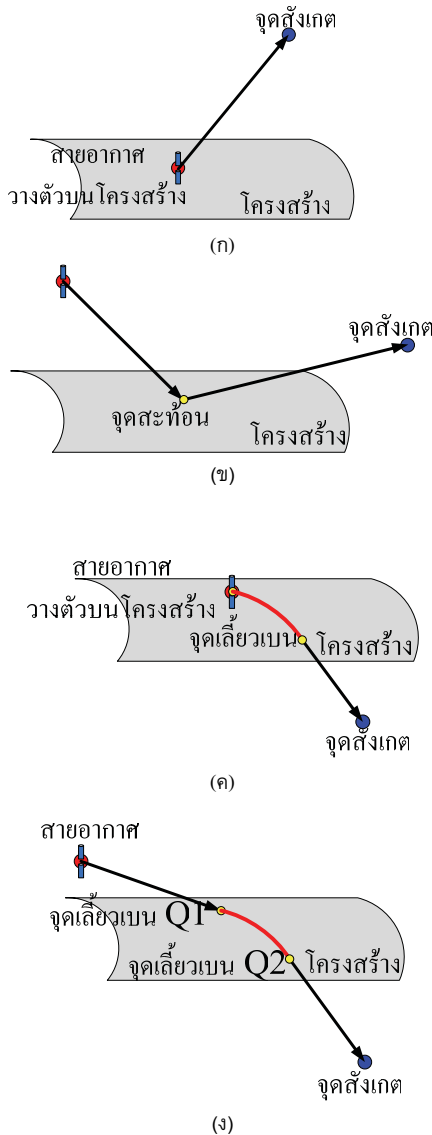
1. บทนำ

ในย่านความถี่สูง การแผ่รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การแพร่กระจาย การกระจัดกระจาย และการเลี้ยวเบนของคลื่น แสดงถึงพฤติกรรมพื้นฐานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เราสามารถอธิบายพฤติกรรมพื้นฐานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านความถี่สูงได้ในแง่ของรังสี โดยสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กรวมที่จุดสังเกตสามารถหาได้โดยการรวมกันเชิงเส้น (Superposition) ของสนามทั้งหมดของรังสีที่มาถึงยังจุดสังเกต ซึ่งจะประกอบไปด้วย เส้นรังสีทางตรง (Direct Ray) หรือคลื่นตกกระทบ (Incident Wave) จากแหล่งกำเนิดหรือสายอากาศ รังสีซึ่งเกิดจากการสะท้อน (Reflected Ray) จากสภาพแวดล้อมหรือโครงสร้างตัวกระจัดกระจายคลื่นและรังสีเลี้ยวเบน (Diffracted Ray) จากสภาพแวดล้อมหรือโครงสร้างตัวกระจัดกระจายคลื่น โดยเกี่ยวข้องกับบริเวณต่างๆ ที่สัมพันธ์กับเส้นรังสีที่อยู่บนสายอากาศหรือโครงสร้างกระจัดกระจายคลื่นดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 1

การอธิบายปัญหาการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปแบบของการอินทิเกรตการ

แพร่กระจายคลื่นของกระแสเหนี่ยวนำโดยรวมบนสายอากาศและโครงสร้างของตัวกระจัดกระจายคลื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถทำได้โดยวิธีเชิงเลข เช่นวิธีโมเมนต์วิธีองค์ประกอบสปีนนิ่ง วิธีผลต่างสปีนนิ่ง หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เช่นฟังก์ชันเจาะจง (Eigenfunction) เพื่ออธิบายสนามแม่เหล็กไฟฟ้ารวมที่จุดสังเกต อย่างไรก็ตาม ที่ความถี่ปานกลางถึงความถี่สูงและเมื่อโครงสร้างของปัญหามีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับความยาวคลื่น เทคนิคการคำนวณเชิงเลขดังกล่าว เริ่มจะมีประสิทธิภาพลดลง เพราะเทคนิคการคำนวณเชิงเลขดังกล่าว อยู่บนพื้นฐานของสมการแมกซ์เวลล์ที่ต้องการการอินทิเกรตบนโครงสร้างของสายอากาศและตัวกระจัดกระจายคลื่น จึงทำให้มีความซับซ้อนและใช้เวลาในการคำนวณค่อนข้างมาก ดังนั้นถ้าสามารถทำการคำนวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเฉพาะที่เป็นจุดสำคัญได้ จะทำให้ลดความซับซ้อนและเวลาในการคำนวณดังวิธีการที่นำเสนอในการประมาณเชิงความถี่สูง [1-2] ซึ่งจากงานวิจัยดังกล่าวพบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการประมาณเชิงความถี่สูงเพียงพอที่จะเป็นคำตอบในการวิเคราะห์การแพร่กระจาย

คลื่นของโครงสร้างทางไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ดังกล่าว ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

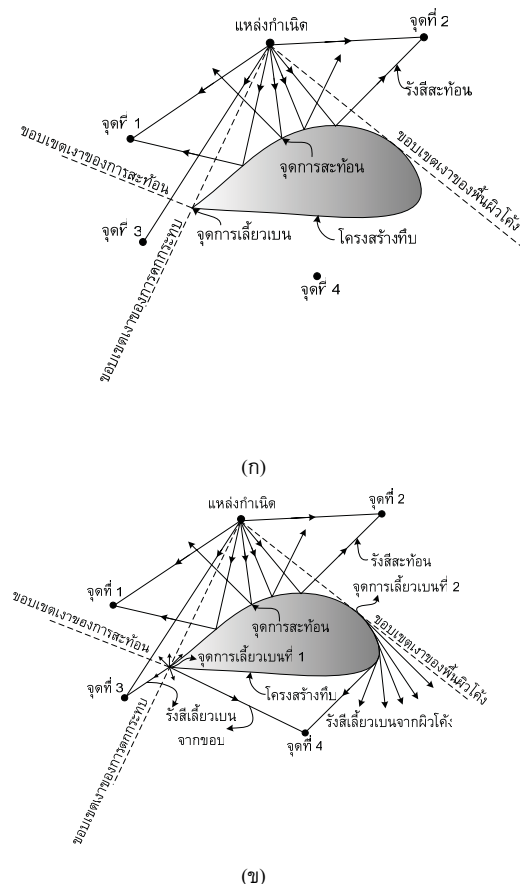


ภาพที่ 1: เส้นรังสีจากสายอากาศที่ยังจุดสังเกต (ก) เส้นรังสีตกกระทบ (ข) เส้นรังสีสะท้อน (ค) เส้นรังสีเลี้ยวเบนจากสายอากาศ บนโครงสร้าง (ง) เส้นรังสีเลี้ยวเบน

จากหลักการเรขาคณิตของแสง (Geometrical Optics) ซึ่งเป็นหลักการพื้นฐานดั้งเดิมในการคำนวณ การแพร่กระจายคลื่น [3, 4] โดยประกอบด้วยคลื่นตก

กระทบ คลื่นสะท้อน และคลื่นส่งผ่านเท่านั้น คลื่นตกกระทบจะหาค่าไม่ได้ที่ขอบของโครงสร้างจึงทำให้เกิด ขอบเขตเงาของคลื่นตกกระทบ (Incident Shadow Boundary: ISB) และพื้นผิวโค้งที่เรียบจะทำให้เกิด ขอบเขตเงาของพื้นผิว (Surface Shadow Boundary: SSB) นอกจากนี้คลื่นสะท้อนจะหายไปทีขอบทำให้เกิด ขอบเขตเงาของการสะท้อน (Reflection Shadow Boundary: RSB) ดังแสดงในภาพที่ 1

สนามที่จุดที่ 3 ดังแสดงในภาพที่ 2 (ก) มีเพียงสนาม ตกกระทบที่มาจากแหล่งกำเนิดโดยตรงเพียงอย่างเดียว



ภาพที่ 2: (ก) หลักการเรขาคณิตของแสง (ข) หลักการ การเลี้ยวเบนเชิงเรขาคณิตของแสง

แต่ในหลักการการเลี้ยวเบนเชิงเรขาคณิตของแสง (Geometrical Theory of Diffraction) [4] จะเกิดสนาม

เลี้ยวเบนที่ขอบมายังจุดที่ 3 ด้วย ดังแสดงในภาพที่ 2 (ข) และสนามที่จุดที่ 4 จะหายไปหมดตามการทำนายด้วยหลักการเรขาคณิตของแสงดังภาพที่ 2 (ก) ในทางตรงกันข้าม การทำนายด้วยหลักการการเลี้ยวเบนเชิงเรขาคณิตของแสง สนามจะไม่เป็นศูนย์ที่จุดที่ 4 ซึ่งเป็นการรวมกันเชิงเส้นของสนามเลี้ยวเบนที่ขอบและสนามเลี้ยวเบนบนพื้นผิวดังในภาพที่ 2 (ข) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าหลักการเชิงเรขาคณิตของแสงไม่สามารถทำนายสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ไม่เป็นศูนย์ภายในขอบเขตเงาของคลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อนได้ ดังนั้นความล้มเหลวของหลักการเชิงเรขาคณิตของแสงในขอบเขตเงาสามารถถูกแก้ไขได้โดยอาศัยทฤษฎีการเลี้ยวเบนเชิงเรขาคณิตของแสงโดยรวมผลของคลื่นเลี้ยวเบนเข้าไปด้วย ซึ่งเกิดจากสนามเลี้ยวเบนที่ขอบหรือจากจุดที่ไม่ต่อเนื่องของพื้นผิว อย่างไรก็ตาม หลักการเลี้ยวเบนเชิงเรขาคณิตของแสงก็ยังล้มเหลวในการอธิบายสนามที่รอยต่อของบริเวณขอบเขตเงา (ตัวอย่างเช่น ISB RSB และ SSB) โดยมีค่าเป็นอนันต์ที่บริเวณนี้ ซึ่งความล้มเหลวที่เกิดขึ้นที่รอยต่อของการเปลี่ยนแปลงบริเวณขอบเขตเงา สามารถแก้ไขได้โดยอาศัยทฤษฎีการเลี้ยวเบนเชิงเรขาคณิตแบบสม่ำเสมอ (Uniform Geometrical Theory of Diffraction: UTD) ซึ่งอาศัยฟังก์ชันรอยต่อ (Transition Function) เป็นตัวชดเชยค่าที่เป็นอนันต์ของผลลัพธ์ที่ได้จากทฤษฎีการเลี้ยวเบนเชิงเรขาคณิตของแสงที่บริเวณขอบเขตต่างๆ ทำให้ผลรวมของสนามที่ได้มีความต่อเนื่องตลอดช่วงทั้งภายในและภายนอกบริเวณรอยต่อของขอบเขตเงา นอกจากนี้ผลลัพธ์ที่ได้จากทฤษฎีการเลี้ยวเบนเชิงเรขาคณิตแบบสม่ำเสมอสามารถที่จะลดรูปให้เหมือนกับผลลัพธ์ที่ได้จากทฤษฎีการเลี้ยวเบนเชิงเรขาคณิตของแสงได้โดยอัตโนมัติ ฟังก์ชันรอยต่อนี้เป็นฟังก์ชันพิเศษที่ถูกใช้เพื่อแสดงลักษณะสมบัติของ

กระบวนการเลี้ยวเบน เช่นถ้าการเลี้ยวเบนที่เกิดจากขอบ ฟังก์ชันรอยต่อจะอยู่ในรูปของการอินทิเกรตของเฟรสเนล (Fresnel Integrals) แต่ถ้าในกรณีที่มีการเลี้ยวเบนเกิดจากพื้นผิวโค้งเรียบ ฟังก์ชันรอยต่อก็จะอยู่ในรูปฟังก์ชันของฟ็อก (Fock Function) ซึ่งก็จะประกอบไปด้วยการอินทิเกรตฟังก์ชันของแอร์รี่ (Airy Function) [5-8].

2. ทฤษฎีการเลี้ยวเบนทางเรขาคณิตของคลื่นแบบสม่ำเสมอ UTD

2.1 สนามรังสีตกกระทบ

ในบริเวณที่สามารถเห็นแหล่งกำเนิด สนามรังสีตกกระทบจากหลักการเรขาคณิตของแสง สามารถหาค่าได้และจะเป็นศูนย์ในบริเวณอื่นๆ สนามรังสีตกกระทบในกรณีสองมิติสามารถเขียนได้ดังนี้

$$\bar{E}^i(P_L) = \bar{E}^i(O_i) \sqrt{\frac{\rho_1^i}{\rho_1^i + s^i}} e^{-jks^i} \quad (1)$$

โดย ρ_1^i และ ρ_2^i คือรัศมีความโค้งของหน้าคลื่นตกกระทบ รังสีตกกระทบในกรณีสามมิติจะไม่ขอล่าในที่นี่ [1]

2.2 สนามรังสีสะท้อน

สนามรังสีสะท้อนสามารถหาค่าได้ในบริเวณที่การสะท้อนสามารถหาค่าได้และเป็นศูนย์ในบริเวณอื่นๆ สนามรังสีสะท้อน $\bar{E}^r(Q_R)$ ที่จุดสังเกต Q_R สัมพันธ์กับคลื่นตกกระทบ $\bar{E}^i(Q_R)$ ที่จุด Q_R และแสดงในกรณีสองมิติได้ตามนี้

$$\bar{E}^r(P_L) = \bar{E}^i(Q_R) \cdot \bar{R} \cdot \sqrt{\frac{\rho_1^r}{\rho_1^r + s^r}} e^{-jks^r} \quad (2)$$

โดยที่ค่า \bar{R} คือไดแอดิกสัมประสิทธิ์การสะท้อน ในกรณีของการสะท้อนบนพื้นผิวโค้ง ค่าสัมประสิทธิ์การ

สะท้อนจะประกอบด้วยฟังก์ชันรอยต่อ $F(X_p)$ และฟังก์ชันการกระจายของฟ็อก (Fock Scattering Functions) สามารถอ้างอิงได้จาก [2]

2.3 สนามรังสีเลี้ยวเบนบนโครงสร้างผิวโค้ง

สนามรังสีเลี้ยวเบน $\bar{E}^d(P_s)$ ที่จุดสังเกตในบริเวณขอบเขตเงา สัมพันธ์กับรังสีตกกระทบ $\bar{E}^i(Q_1)$ ที่จุด Q_1 ซึ่งสามารถเขียนได้เป็น

$$\bar{E}^d(P_s) = \bar{E}^i(Q_1) \cdot \bar{T}_{s,h}(Q_1, Q_2) \cdot \sqrt{\frac{\rho_2^d}{s^d(\rho_2^d + s^d)}} e^{-jks^d} \quad (3)$$

โดยที่ในกรณีของการเลี้ยวเบนบนพื้นผิวโค้งสัมประสิทธิ์การเลี้ยวเบน $\bar{T}_{s,h}(Q_1, Q_2)$ จะประกอบด้วยฟังก์ชันรอยต่อ $F(X_p)$ และฟังก์ชันการกระจายของฟ็อก

เพื่อความกระชับรายละเอียดของตัวแปรต่างๆ ที่ไม่ได้กำหนดไว้ในบทความนี้สามารถอ้างอิงได้จาก [1-2] ความต่อเนื่องของสนามรวมที่บริเวณรอยต่อในแต่ละขอบเขตรอยต่อ และความถูกต้องของสนามรวมในบริเวณต่าง ๆ จะสัมพันธ์กับค่าที่ถูกต้องของสัมประสิทธิ์ต่างๆ เช่น สัมประสิทธิ์การสะท้อนและสัมประสิทธิ์การเลี้ยวเบนจากโครงสร้าง ขอบ ผิวโค้ง ลิ่ม และมุมเป็นต้น

2.4 สนามรังสีรวมที่เกิดจากโครงสร้างผิวโค้ง

สนามรังสีรวมที่เกิดจากการกระจายของแหล่งกำเนิดจากโครงสร้างผิวโค้งสามารถเขียนได้เป็นสองบริเวณกล่าวคือบริเวณที่จุดสังเกตสามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดและบริเวณที่ไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิด สำหรับสนามรวมบริเวณที่จุดสังเกตสามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดสามารถหาได้จาก

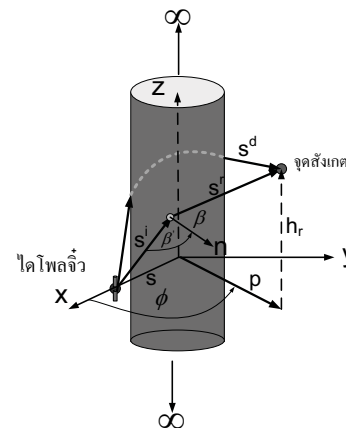
$$\bar{E}(P_L) = \bar{E}^i(P_L) + \bar{E}^r(P_L) \quad (4)$$

และในบริเวณที่ไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดสนามรวมสามารถหาได้จาก

$$\bar{E}(P_s) = \bar{E}^d(P_s) \quad (5)$$

โดยที่ P_L และ P_s คือ จุดสังเกตที่อยู่ในบริเวณที่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดและในบริเวณที่ไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดตามลำดับ

3. โครงสร้างปัญหา



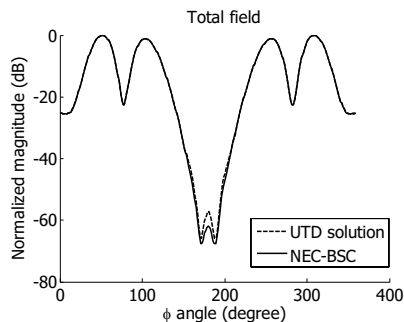
ภาพที่ 3: ตัวกระจายคลื่นทรงกระบอกยาวอนันต์

แหล่งกำเนิดไดโพลขนาดจิ๋วและโครงสร้างของตัวกระจายคลื่นทรงกระบอกยาวอนันต์แสดงในภาพที่ 3 แหล่งกำเนิดอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางทรงกระบอกยาวอนันต์ s รัศมีทรงกระบอกยาวอนันต์ a จุดสังเกตอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางทรงกระบอกยาวอนันต์ p แหล่งกำเนิดทำมุมกับจุดสังเกต ϕ ความสูงของจุดสังเกต h_r ทำการคำนวณสนามรวมที่จุดสังเกตด้วยการเปลี่ยนแปลงค่ามุม ϕ จากมุม 0° ไปจนถึง 360°

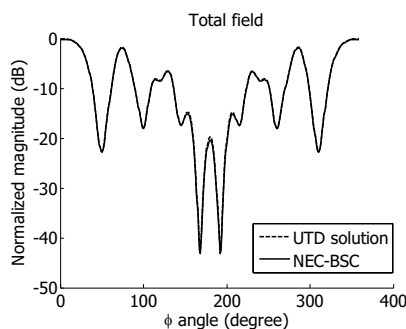
4. ผลการวิเคราะห์

ผลการเปรียบเทียบการคำนวณด้วยวิธี UTD กับผลการคำนวณด้วยโปรแกรมคำนวณการแพร่กระจายคลื่น (NEC-BSC) ของสนามรวมจากไดโพลไฟฟ้าขนาดจิ๋วและจากไดโพลแม่เหล็กขนาดจิ๋วดังแสดงในภาพที่ 4 (ก) และภาพที่ 4 (ข) ตามลำดับ พารามิเตอร์ s มีค่า

เท่ากับ 2λ พารามิเตอร์ a มีค่าเท่ากับ 1λ จุดสังเกต p มีค่าเท่ากับ 100λ ความสูงของจุดสังเกต h_r มีค่าเท่ากับศูนย์ ผลการคำนวณด้วยวิธี UTD กับผลการคำนวณด้วยโปรแกรมคำนวณการแพร่กระจายคลื่น (NEC-BSC) มีความสอดคล้องกันเป็นอย่างดี



(ก) แหล่งกำเนิดไดโพลไฟฟ้าขนาดจิ๋ว



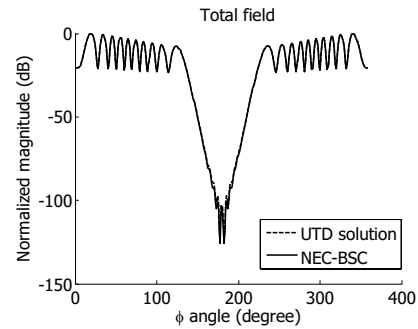
(ข) แหล่งกำเนิดไดโพลแม่เหล็กขนาดจิ๋ว

ภาพที่ 4: สนามรวมที่จุดสังเกตเมื่อ $S=2\lambda$ $a=1\lambda$

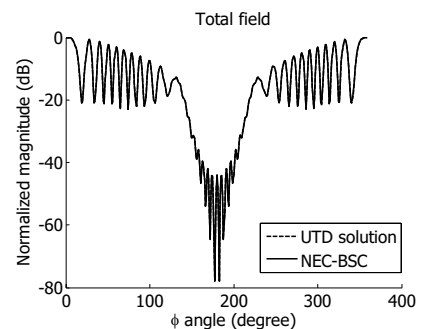
$P=100\lambda$ และ $h_r=0$

ผลการคำนวณแสดงในภาพที่ 5 (ก) และ (ข) พารามิเตอร์ s มีค่าเท่ากับ 10λ พารามิเตอร์ a มีค่าเท่ากับ 5λ จุดสังเกต p มีค่าเท่ากับ 50λ ความสูงของจุดสังเกต h_r มีค่าเท่ากับ 0 ผลการคำนวณด้วยวิธี UTD กับผลการคำนวณด้วยโปรแกรมคำนวณการแพร่กระจายคลื่น (NEC-BSC) มีความสอดคล้องกันเป็นอย่างดี โดยเมื่อแหล่งกำเนิดอยู่ห่างจากตัวกระตุ้น

กระจายคลื่นทรงกระบอก สนามรวมจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว



(ก) แหล่งกำเนิดไดโพลไฟฟ้าขนาดจิ๋ว

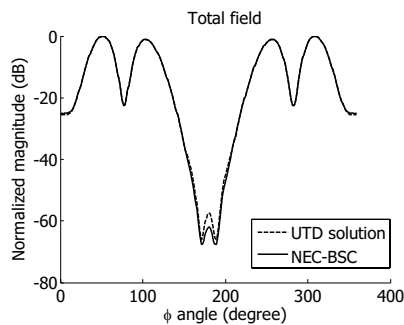


(ข) แหล่งกำเนิดไดโพลแม่เหล็กขนาดจิ๋ว

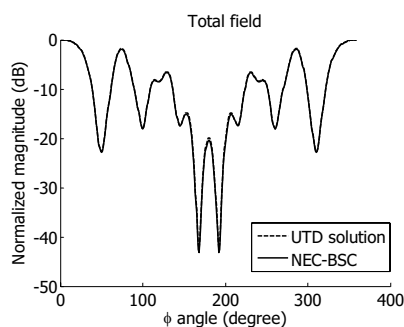
ภาพที่ 5: สนามรวมจากแหล่งกำเนิดไดโพลไฟฟ้า

ขนาดจิ๋ว $S=10\lambda$ $a=5\lambda$ $P=50\lambda$ และ $h_r=0$

ผลการคำนวณสนามรวมจากไดโพลไฟฟ้าขนาดจิ๋ว และจากไดโพลแม่เหล็กขนาดจิ๋วดังแสดงในภาพที่ 6 (ก) และภาพที่ 6 (ข) ตามลำดับ พารามิเตอร์ s มีค่าเท่ากับ 2λ พารามิเตอร์ a มีค่าเท่ากับ λ พารามิเตอร์ p มีค่าเท่ากับ 100λ ความสูงของจุดสังเกต h_r มีค่าเท่ากับ 5λ ผลการคำนวณด้วยวิธี UTD กับผลการคำนวณด้วยโปรแกรมคำนวณการแพร่กระจายคลื่น (NEC-BSC) มีความสอดคล้องกันเป็นอย่างดี



(ก) แหล่งกำเนิดไดโพลไฟฟ้าขนาดจิ๋ว



(ข) แหล่งกำเนิดไดโพลแม่เหล็กขนาดจิ๋ว

ภาพที่ 6: สนามรวมจากแหล่งกำเนิดไดโพลไฟฟ้า

ขนาดจิ๋ว $S=2\lambda$ $a=1\lambda$ $P=100\lambda$ และ $h_r=5\lambda$

5. บทสรุป

การคำนวณปัญหาการแพร่กระจายคลื่นด้วยวิธี UTD เป็นวิธีการที่ให้ผลที่แม่นยำเมื่อเปรียบเทียบกับ การคำนวณด้วยวิธีการคำนวณอื่น ผลการเปรียบเทียบ การคำนวณด้วยวิธี UTD กับผลการคำนวณด้วย โปรแกรมคำนวณการแพร่กระจายคลื่น (NEC-BSC) สนามรวมจากไดโพลไฟฟ้าขนาดจิ๋วและจากไดโพล แม่เหล็กขนาดจิ๋ว พบว่ามีความสอดคล้องกันเป็นอย่างดี

วิธีการคำนวณการแพร่กระจายคลื่นด้วยวิธี UTD สามารถนำไปประยุกต์ใช้เทียบเคียงในการคำนวณการ แพร่กระจายคลื่นในสภาพแวดล้อมจริง เช่น บริเวณที่มี การแพร่กระจายคลื่นผ่านมีลักษณะตัวกระจายกระจาย คลื่นเป็นทรงกระบอก หรือการแพร่กระจายคลื่นในป่า

ที่มีลักษณะของต้นไม้สูงโปร่ง เทคนิคเหล่านี้ทำให้เรา เข้าใจในเรื่องของกลไกการแพร่กระจายคลื่นของ สายอากาศและยังพบว่ายังเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูง และให้ผลที่ถูกต้องในทางปฏิบัติสำหรับประยุกต์ใช้ในการ คำนวณการแพร่กระจายคลื่นโดยสายอากาศที่มี รูปทรงต่าง ๆ

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] R. G. Kouyoumjian and P. H. Pathak, "A uniform geometrical theory of diffraction for an edge in a perfectly conducting surface," *Proc. IEEE*, vol. 62, pp. 1448-1461, Nov. 1974.
- [2] P. H. Pathak, "Techniques for high frequency problems," in *Antenna Handbook, Theory Application and Design*, Y. T. Lo and S. W. Lee, Eds. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988.
- [3] D. A. McNamara, C. W. I. Pistorius, and J. A. G. Malherbe, *Introduction to the Uniform Geometrical Theory of Diffraction*. New York: Artech House, 1990.
- [4] C. A. Balanis, *Advanced Engineering Electromagnetics, IEE EM Wave Series* 10, (Peter Peregrinus), 19.
- [5] P. H. Pathak, "An asymptotic analysis of the scattering of plane waves by a smooth convex cylinder," *Radio Sci.*, Vol. 14, pp. 419-435, May-June 1979.
- [6] P. H. Pathak, W. D. Burnside, and R. J. Marhefka, "A uniform UTD analysis of the diffraction of electromagnetic waves by a smooth convex surface," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-28, pp. 609-622, Sept. 1980;
- [7] P. H. Pathak, N. Wang, W. D. Burnside and R. G. Kouyoumjian, "A uniform GTD solution for the radiation from sources on a convex surface," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-29, pp. 609-621, July 1981.
- [8] P. H. Pathak and N. Wang, "Ray analysis of mutual coupling between antennas on a convex surface," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-29, Nov. 1981.

คอนเวอร์เตอร์อัตราขยายสูงสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงในงานผลิตกำลังไฟฟ้า

High Gain Non-Isolated Converter for Fuel Cell Distributed Generation

นิชมน พูนน้อย¹ ปฏิพัทธ์ ทวนทอง² และ พนาฤทธิ์ เสริมฐกุล³

^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

^{2,3} สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอเกี่ยวกับการการวิเคราะห์ และออกแบบสร้างวงจรแปลงผันไฟตรง-ไฟตรง แบบ คอนเวอร์เตอร์อัตราขยายสูงเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการประยุกต์คอนเวอร์เตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานร่วมกับเซลล์เชื้อเพลิง วงจรแปลงผันที่นำเสนอมีข้อดีคือมีอัตราขยายแรงดันเอาต์พุตสูง ทำให้สามารถขยายแรงดันไฟฟ้าทางเอาต์พุตให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการใช้งานหรือสามารถประยุกต์ใช้กับงานอื่นๆ ได้ แนวความคิดของงานวิจัยนี้อยู่ที่การออกแบบและสร้างวงจรคอนเวอร์เตอร์อัตราขยายสูงโดยมีเป้าหมายเพื่อให้มีความสามารถในการขยายระดับแรงดันเอาต์พุตได้ 200 V ได้โดยมีพิกัดกำลังไฟฟ้าเอาต์พุตสูงสุด 1000 W มีประสิทธิภาพสูง จากการศึกษารูปแบบและออกแบบสร้างวงจรแปลงผันแบบคอนเวอร์เตอร์อัตราขยายสูง ได้ออกแบบให้ทำงานที่แรงดันอินพุต 26V แรงดันเอาต์พุต 200V มีพิกัดกำลังไฟฟ้าเอาต์พุตสูงสุด 1000 W ผลการทดสอบพบว่า วงจรแปลงผันแบบคอนเวอร์เตอร์อัตราขยายสูง ที่สร้างขึ้นสามารถจ่ายแรงดันเอาต์พุตเป็นไปตามข้อกำหนดได้ วัดประสิทธิภาพสูงสุดได้ 88.6 %

คำสำคัญ : บุสต์คอนเวอร์เตอร์ คอนเวอร์เตอร์ เซลล์เชื้อเพลิง

Abstract

The purposed paper presents to analysis and design of high gain for fuel cell converter. The high voltage power supply is practical and development converter for applicable and appropriate in associate with fuel cell. The advantage of the proposed converter topology is high voltage ratio to able. Concepts of the research are to design high gain non-isolated converter, at 980W maximum output power and high efficiency and reliability. The prototype converter is operated at input voltage of 26 V, output voltage of 200 V, and rated output power of 1000 W. The experimental results authenticate the excellent performance at maximum efficiency of 88.6%.

Keywords: Boost converter, Converter, Fuel Cell

1. บทนำ

ปัญหาเรื่องการขาดแคลนพลังงานและมลพิษที่เกิดจากการใช้พลังงานนั้นๆ ที่เริ่มมีปัญหามากขึ้นทุกวัน จึงมีแหล่งพลังงานทางเลือกใหม่คือ เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) [1] ซึ่งเซลล์เชื้อเพลิงเป็นแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า [2] ดังนั้นการเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้า จึงเป็นพลังงานสะอาดไม่เกิดควันพิษจากการเผาไหม้ เชื้อเพลิงหลักของเซลล์เชื้อเพลิงนี้มาจาก ก๊าซไฮโดรเจน (Hydrogen) ทำปฏิกิริยาร่วมกับก๊าซออกซิเจน (oxygen) เรียกปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้ว่า ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี (electrochemically) แต่เซลล์เชื้อเพลิงยังมีข้อจำกัดคือ แรงดันไฟฟ้าที่ได้มีแรงดันต่ำ ไม่สามารถนำไปใช้งานได้จึงจำเป็นต้องมีวงจรยกระดับแรงดันเพื่อให้แรงดันมีขนาดที่สูงขึ้น วงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ [3] เป็นวงจรที่นิยมใช้กับงานที่ต้องการยกระดับแรงดันทางด้านเอาต์พุตให้สูงกว่าแรงดันไฟฟ้าด้านอินพุตแต่อัตราขยายแรงดันเอาต์พุตยังไม่สูงมาก หากต้องการให้วงจรมีอัตราขยายสูงมากกว่านี้ทำได้โดยการใช้หม้อแปลงเข้ามาช่วยเช่น วงจรฟลายแบ็กคอนเวอร์เตอร์ (flyback converter) เป็นต้น แต่วงจรฟลายแบ็กยังมีปัญหาเรื่องการออกแบบหม้อแปลงและอื่นๆที่ใช้ในวงจร

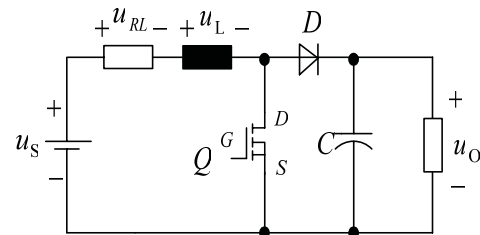
จากปัญหาดังกล่าวทำให้มีการประยุกต์วงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์แบบธรรมดาเป็นวงจรคอนเวอร์เตอร์อัตราขยายสูง [4] เพื่อทำให้มีอัตราขยายแรงดันสูงมากขึ้น และใช้วิธีการขนานวงจรคอนเวอร์เตอร์ (Interleaved technique) เพื่อให้คอนเวอร์เตอร์สามารถจ่ายกระแสได้มากขึ้น

2. ทฤษฎี

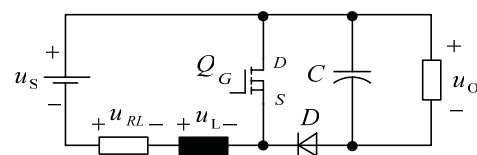
2.1 วงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ (Boost Converter)

เมื่อพิจารณาวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์จากภาพที่ 1 และ 2 จะเห็นว่าตำแหน่งของตัวเหนี่ยวนำและไดโอด

อยู่ในตำแหน่งที่ต่างกัน แต่หลักการทำงานและอัตราขยายแรงดันเอาต์พุตของวงจรยังเหมือนเดิม ดังนั้นสามารถวิเคราะห์หลักการทำงานของสวิตช์ในแต่ละโหมด [5] เพื่อหาสมการกระแสและสมการแรงดันได้ดังนี้



ภาพที่ 1: วงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ตัวเหนี่ยวนำอยู่ด้านบวก



ภาพที่ 2: วงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ตัวเหนี่ยวนำอยู่ด้านล่าง

เมื่อ R_L คือค่าความต้านทานของขดลวดของตัวเหนี่ยวนำ

2.1.1 ขณะสวิตช์นำกระแสเมื่อสวิตช์ปิดวงจรกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจะไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ และผ่านสวิตช์ ขณะเดียวกันไดโอดจะถูกไบอัสย้อนกลับทำให้ไม่สามารถนำกระแสได้จากกฎของเคอร์ชอฟฟ์จะได้สมการของแรงดันและกระแสไฟฟ้านี้

$$u_s = (i_L \cdot R_L) + (L \frac{di_L}{dt}) \quad (1)$$

$$i_L = \frac{1}{L} \int (u_S - i_L \cdot R_L) dt \quad (2)$$

$$u_O = \frac{1}{C} \int (i_O) dt \quad (3)$$

2.1.2 ขณะสวิตช์ไม่นำกระแส เมื่อสวิตช์ไม่นำกระแส กระแสไฟฟ้าในตัวเหนี่ยวนำจะเปลี่ยนแปลงทันทีทันใดไม่ได้ ไดโอดจะถูกไบอัสไปข้างหน้าให้นำกระแส ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำอย่างต่อเนื่อง สมมติแรงดันไฟฟ้าที่ด้านออกมีค่าคงที่ จากกฎของเคอร์ชอฟฟ์จะได้สมการแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำดังนี้

$$u_S = (i_L \cdot R_L) + (L \frac{di_L}{dt}) + u_O \quad (4)$$

$$i_L = \frac{1}{L} \int (u_S - (i_L \cdot R_L) - u_O) dt \quad (5)$$

$$u_O = \frac{1}{C} \int (i_L - i_O) dt \quad (6)$$

2.1.3 อัตราขยายแรงดันทางด้านเอาต์พุต

$$u_O = \frac{u_S}{(1-D)} \quad (7)$$

เมื่อ D คือค่าคิวตี้ไซเคิล (Duty cycle)

2.2 วงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์แบบขนานหลายเฟส [4]

ในงานที่ต้องการให้วงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น ทำได้โดยการนำวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์มาต่อขนานกันและยังมีข้อดีคือ

- ตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำมีขนาดและจำนวนน้อยลง
- สามารถลดกระแสกระเพื่อม (Ripple Current) ทางด้านอินพุตและเอาต์พุตให้น้อยลงได้
- ชุดวงจรคอนเวอร์เตอร์ที่มีการขนานวงจรทบแรงดันนี้เป็นการเพิ่มความเชื่อมั่นของระบบ

(reliability) ให้เพิ่มมากขึ้นและยังเป็นการเพิ่มความสามารถในการจ่ายพลังงานของวงจรคอนเวอร์เตอร์ให้มากขึ้นโดยที่ไม่มีการขนานอุปกรณ์เข้าไปในวงจร

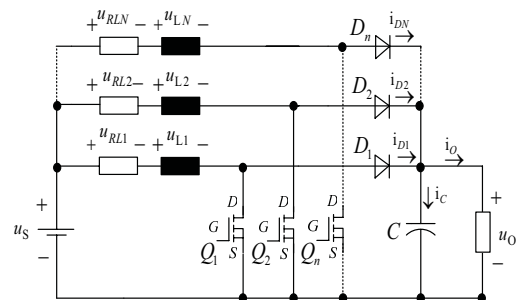
- เมื่ออุปกรณ์ของตัววงจรที่นำมาต่อขนานกันช่วยในการจ่ายกระแส ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่านอุปกรณ์แต่ละวงจรก็น้อยลง ความร้อนที่เกิดขึ้นก็น้อยลงตามไปด้วย ทำให้ระบบการระบายความร้อนทำได้ง่ายเพราะความร้อนไม่สูงมาก

- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังแต่ละตัวของวงจรจะช่วยในการจ่ายกระแสรวม ทำให้สามารถลดคุณสมบัติการทนกระแสของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังแต่ละตัวลงได้ ทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์แต่ละตัวเล็กลงและราคาถูกลงด้วย

มุมในการสวิตช์ของสวิตช์แต่ละตัวหาได้จากสูตร

$$\text{มุมในการสวิตช์} = \frac{2\pi}{N} \text{ (องศา)} \quad (8)$$

เมื่อ N คือจำนวนวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ที่ต่อขนานกัน



ภาพที่ 3: วงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์แบบขนาน

จากภาพที่ 3 จะเห็นว่ามีจำนวนวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์เข้าไปจำนวน N ตัว ดังนั้นการวิเคราะห์หาสมการแรงดันและกระแสที่ใช้หลักการเดียวกับวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ แต่กระแสที่ไหลเข้าตัวเก็บประจุมีหลายสาขาจึงคิดกระแสที่ไหลผ่านไดโอดแต่ละ

ตัวเพื่อแยกคิกกระแสแต่ละสาขาตามจำนวนวงจรที่
ขนานเข้าไป จะได้สมการดังนี้คือ

2.2.1 ขณะสวิตช์นำกระแส

$$i_{D1} = \frac{1}{L_1} \int (u_S - R_{L1} i_{D1}) dt \quad (9)$$

$$i_{D2} = \frac{1}{L_2} \int (u_S - R_{L2} i_{D2}) dt \quad (10)$$

$$i_{DN} = \frac{1}{L_N} \int (u_S - R_{LN} i_{DN}) dt \quad (11)$$

$$u_O = \frac{1}{C} \int (i_{D1} + i_{D2} + i_{DN}) dt \quad (12)$$

2.1.2 ขณะสวิตช์ไม่นำกระแส

$$i_{D1} = \frac{1}{L_1} \int (u_S - (R_{L1} i_{D1}) - u_O) dt \quad (13)$$

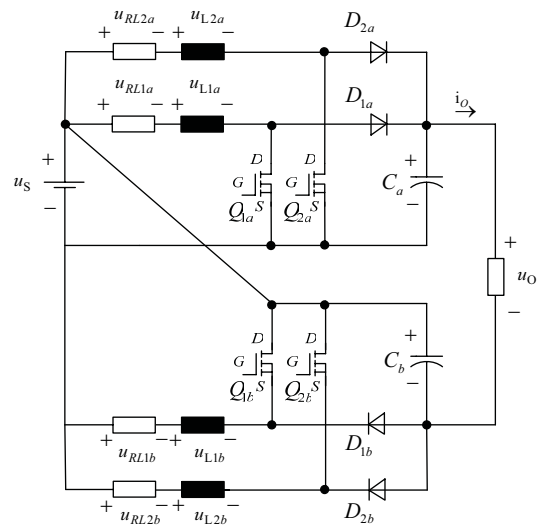
$$i_{D2} = \frac{1}{L_2} \int (u_S - (R_{L2} i_{D2}) - u_O) dt \quad (14)$$

$$i_{DN} = \frac{1}{L_N} \int (u_S - (R_{LN} i_{DN}) - u_O) dt \quad (15)$$

$$u_O = \frac{1}{C} \int (i_{D1} + i_{D2} + i_{DN}) - i_O dt \quad (16)$$

2.3 วงจรคอนเวอร์เตอร์อัตราขยายสูง [6]

วงจรคอนเวอร์เตอร์อัตราขยายสูง ดังภาพที่ 4 เป็น
วงจรที่ประยุกต์มาจากวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ที่มีตัว
เหนี่ยวนำอยู่ด้านบวกและด้านลบอย่างละวงจรนำมา
รวมกัน เพื่อช่วยในเรื่องของการจ่ายกระแส จึงใช้
วิธีการขนานวงจรคอนเวอร์เตอร์มาต่อเพิ่ม จากวงจร
เพื่อให้่ายต่อการวิเคราะห์จึงแบ่งวงจรออกตามตัวเก็บ
ประจุคือ C_a และ C_b ดังนั้นอุปกรณ์ที่ต่ออยู่ในวงจรจึง
เรียกตามชื่อของตัวเก็บประจุของแต่ละวงจร สามารถ
วิเคราะห์หาสมการกระแส แรงดันและอัตราขยาย
แรงดันเอาต์พุตได้ดังนี้



ภาพที่ 4: วงจรคอนเวอร์เตอร์อัตราขยายสูง

สมการกระแสและสมการแรงดัน

$$i_{Ca} = (i_{D1} + i_{D3}) - i_O \quad (17)$$

$$u_a = u_{Ca} = \frac{1}{C_a} \int ((i_{D1} + i_{D3}) - i_O) dt \quad (18)$$

$$i_{Cb} = (i_{D2} + i_{D4}) - i_O \quad (19)$$

$$u_b = u_{Cb} = \frac{1}{C_b} \int ((i_{D2} + i_{D4}) - i_O) dt \quad (20)$$

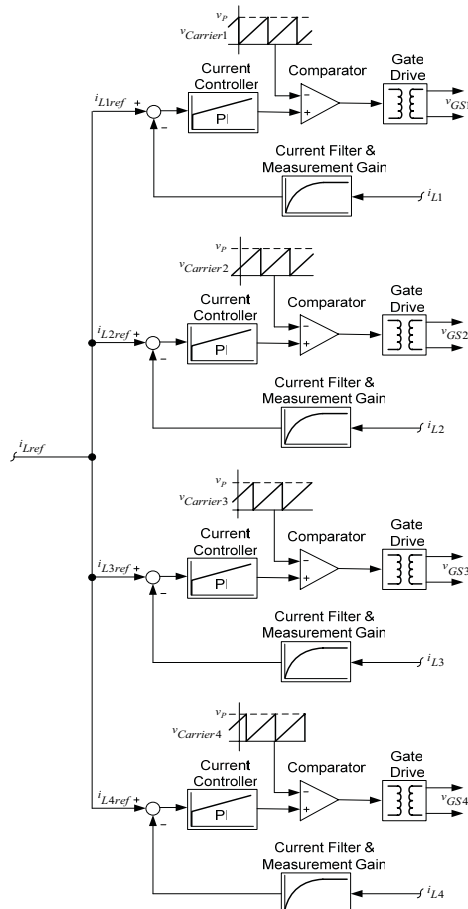
$$u_O = (u_a + u_b) - u_S \quad (21)$$

อัตราขยายแรงดันทางด้านเอาต์พุต

$$U_O = \frac{U_S \cdot (1 + D)}{(1 - D)} \quad (22)$$

3. ออกแบบและสร้างระบบต้นแบบ

คอนเวอร์เตอร์นี้จะควบคุมกระแสในลูปปิดแยก
อิสระจากกัน วงจรทั้งหมดจะเป็นแบบอนาลอก
สามารถเขียนเป็นบล็อกของวงจรควบคุมได้ดังภาพที่ 5
จากภาพการสวิตช์ของแต่ละวงจรจะมีการเหลื่อมเฟส
กันเฟสละ 90° สัญญาณคำสั่ง (i_{LREF}) จะถูกส่งมาจาก
อุปกรณ์ภายนอกโดยใช้สัญญาณคำสั่งเดียวกันทั้งสี่ตัว
ในการออกแบบและสร้างวงจรคอนเวอร์เตอร์เลือกใช้
อุปกรณ์ตามตารางที่ 1



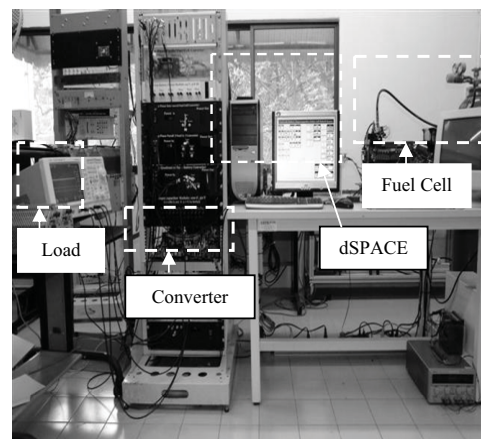
ภาพที่ 5: บล็อกวงจรควบคุมทั้งหมด

ตารางที่ 1 รายการและข้อกำหนดทั่วไปของวงจร

รายการ/สัญลักษณ์	ข้อกำหนด
แรงดันอินพุต	26 V
แรงดันเอาต์พุต	200 V
ค่าความเหนี่ยวนำ	150 uH
ค่าความจุเอาต์พุต	480 uF
มอดเฟส	IRFP254
ไดโอด	RURG3020
ความถี่สวิตช์กำลัง	25 kHz
แกนเฟอร์ไรต์	ETD 49

4. ผลการทดลอง

ดีสเปซ (dSPACE-DS1104) ใช้เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณคำสั่งกระแสอ้างอิง (i_{LREF}) สำหรับสั่งให้คอนเวอร์เตอร์ทำงาน โดยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงด้านอินพุตได้มาจากเซลล์เชื้อเพลิงดังภาพที่ 6 โดยทำการทดสอบที่แรงดัน 200V และมีการปรับภาระความต้านทานให้มีความต้านทานแตกต่างกันเพื่อที่จะทำให้วงจรมีการจ่ายกระแสที่ต่างกันแต่ยังรักษาระดับแรงดันเอาต์พุตที่ 200V

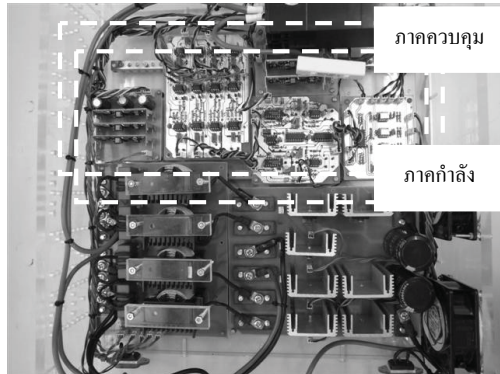


ภาพที่ 6: ชุดที่ใช้ทำการทดลอง

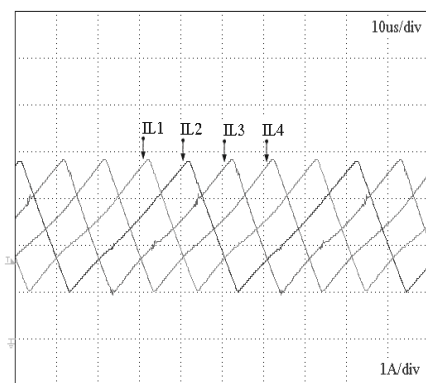
ภายในกล่องคอนเวอร์เตอร์ดังภาพที่ 7 ประกอบไปด้วยสองส่วนคือ ภาควาลัง คือ ส่วนที่ทำหน้าที่ขยายแรงดันไฟฟ้าและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอุปกรณ์แต่ละตัวสูง และภาคควบคุม คือส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของภาควาลัง ให้เป็นไปตามเงื่อนไข ภาควาลังทำงานที่แรงดันไฟฟ้าต่ำ จากภาพที่ 8 ทำการวัดกระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ

ทั้งนี้ตัวจะสังเกตเห็นว่ากระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำแต่ละเฟสมีการแบ่งกระแสที่เท่ากันเฟสละ 3 A และมีการเหลื่อมเฟสกันเฟสละ 90° ตามหลักของการขนานวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ เมื่อทำการสั่งให้

คอนเวอร์เตอร์ทำงานที่เฟสละ 5 A ดังภาพที่ 9 แล้วการวัดแรงดัน



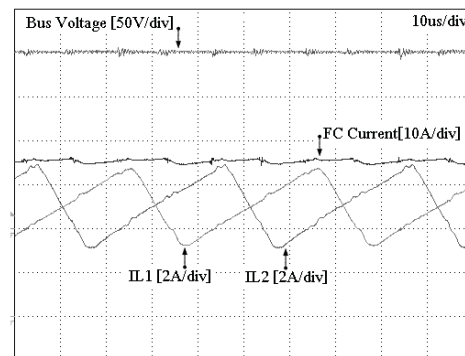
ภาพที่ 7: อุปกรณ์ภายในคอนเวอร์เตอร์



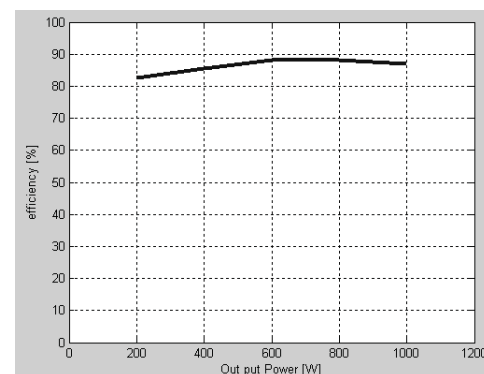
ภาพที่ 8: กระแส I_L เฟสละ 3A

อินพุต กับแรงดันที่เอาต์พุตพบว่า คอนเวอร์เตอร์รับแรงดันอินพุต 26 V แล้วขยายแรงดันเอาต์พุต (u_{Bus}) ให้มีขนาด 200 V ส่วนกระแสที่วัดได้ยังคงมีการแบ่งกระแสที่เท่าๆกัน จากนั้นได้ทำการสั่งให้คอนเวอร์เตอร์ทำงานที่กระแสต่างกันแต่รักษาระดับแรงดันเอาต์พุตที่ 200 V เพื่อหาประสิทธิภาพ เมื่อนำไปเขียนกราฟตามภาพที่ 10 ระหว่างประสิทธิภาพของคอนเวอร์เตอร์เทียบกับกำลังงานทางด้านเอาต์พุต พบว่าตั้งแต่ 200 W

ถึง 600 W คอนเวอร์เตอร์ที่สร้างขึ้น ประสิทธิภาพจะค่อยๆเพิ่มขึ้น แต่เมื่อกำลังงานทางด้านเอาต์พุตมากกว่า 800 W ประสิทธิภาพค่อยๆลดลง คอนเวอร์เตอร์มีประสิทธิภาพทางเอาต์พุตสูงสุด 88.6 % และกระแสอินพุตที่รับมาจากเซลล์เชื้อเพลิง มีการกระเพื่อม 3 A



ภาพที่ 9 กระแส I_L เฟสละ 5A



ภาพที่ 10 ระหว่างประสิทธิภาพของคอนเวอร์เตอร์เทียบกับกำลังงานทางด้านเอาต์พุต

5. สรุป

จากผลการทดลองคอนเวอร์เตอร์อัตราขยายสูงที่สร้างขึ้นสามารถขยายแรงดันเอาต์พุตได้ 200V ที่ 1kW มีประสิทธิภาพมากกว่า 80% สามารถลดการกระเพื่อมของกระแสเซลล์เชื้อเพลิงได้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] P. Thounthong, B. Davat, and S. Raïl, "Drive Friendly: Fuel Cell/Supercapacitor Hybrid Power Sources for Future Automotive Power Generation,," IEEE Power & Energy Magazine, Volumn 6, No. 1, pp. 69-76, Jan./Feb. 2008.
- [2] P. Thounthong, S. Raïl and B. Davat, "Analysis of supercapacitor as second source based oon fuel cell powergeneration," IEEE Transactions on Energy Conversion, Volumn 24, No. 1, pp. 247 - 255 , March 2009. 2007 Impact Factor: 1.018
- [3] P. Thounthong, S. Raïl and B. Davat, "Test of a PEM fuel cell with low voltage static converter," Journal of Power Sources, Volume 153, Issue 1, 23 January 2006, pp. 145-150, Elsevier publisher. 2006 Impact Factor: 3.521
- [4] P. Thounthong, B. Davat, S. Raïl, and P. Sethakul, "Fuel cell high-power applications," IEEE Industrial Electronics Magazine, Volumn 3, Issue 1, pp. 32 - 46, March 2009. [the invited paper]
- [5] Kassakian, John G., Martin F. Schlecht, and George C. Verghese. Principle of power electronics. Reading, MA: Addison-Wesley, 1991.ISBN: 9780201096897
- [6] P. Thounthong, P. Sethakul, and B. Davat "Modified 4-phase interleaved fuel cell converter for high-power high-voltage applications," in Proceeding of the International Conference on Industrial Technology (ICIT'09), Monash University, Gippsland-Australia, 10-13 February 2009, pp. 440-445.

ผลกระทบของทรายแป้งต่อกำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัด

ของดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์

Influence of Silt Contents on Unconfined

Compressive Strength of Cement Treated Clays

ปิยพล กิตติโรจน์ไยธิน¹ พานิช วุฒิพุกษ์² ชัยรัตน์ ชีระวัฒนสุข³ และ เชิดชนินทร์ หมดมลทิน³

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : ¹ piyapon.k@hotmail.com, ² pnv@kmutnb.ac.th, ³ chairatsuk@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอผลกระทบของทรายแป้งต่อกำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดของดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์ โดยใช้การทดสอบกำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัด (ASTM D 2166-85) ตัวอย่างดินเม็ดละเอียด ที่ทำการศึกษามี 2 ประเภท คือ 1.ดินเหนียวธรรมชาติ 2.ดินเหนียวสังเคราะห์ ส่วนผสมคืออัตราส่วนผสมต่อน้ำหนักแห้งระหว่างทราย แป้งและดินเหนียว ที่อัตราส่วนผสม 0:100, 15:85, 30:70 และ 45:55 ตามลำดับ ผสมซีเมนต์ในอัตราส่วนร้อยละ 7.5, 15 และ 20 ต่อน้ำหนักแห้ง ที่อายุการบ่ม 7 วัน และ 28 วัน

จากการศึกษาพบว่า กำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัด มีความสัมพันธ์กับประเภทของดินเม็ดละเอียด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณซีเมนต์ อายุการบ่ม และปริมาณทรายแป้งที่เพิ่มขึ้น จากผลการศึกษาพบว่าสมการทำนายกำลังของดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์ ที่อายุการบ่มต่างๆกัน ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนปริมาณความชื้นรวมของดินผสมซีเมนต์ ต่อร้อยละปริมาณซีเมนต์ที่ผสม (A_w/C_w) ความแตกต่างของอัตราส่วนดังกล่าวสำหรับดินเหนียวธรรมชาติและดินเหนียวสังเคราะห์ มีค่าระหว่าง 1.75–6.91 และ 4.50–61.95 ตามลำดับ ผลการทำนายกำลังของดินแต่ละประเภท มีค่าใกล้เคียงกับผลการทดสอบที่ได้ โดยมีค่าความผิดพลาดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทางวิศวกรรม

คำสำคัญ: ดินเม็ดละเอียด, กำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัด, สมการทำนายกำลัง

Abstract

This paper is to present the relationship between silt content and engineering properties of fine grain soil admixed with cement by unconfined compressive test (ASTM D 2166-85). Fine grain soil sample was categorized into two types namely: 1. Natural clay 2. Synthesized clay mixed by silt of 0 %, 15 %, 30% and 45% of sample weight. The cement was mixed in the amount 0%, 7.5%, 15% and 20% by weight of mixed soil sample and was then cured at 7 days and 28 days.

From this study it could be observed that unconfined compressive strength of fine grain soil stabilized soil increases by increasing of cement content, curing age and percent silt content. The strength equation is based on the empirical finding that the unconfined compressive strength of cement stabilized soils at a particular curing time is dependent only upon the total water of grain soil stabilized / cement ratio, A_w/C_w . Equations agreed well of Natural and synthesized clay specimens one. The difference of total water of grain soil stabilized / cement ratio in ranges between 1.75 to 6.91 and 4.50 to 61.95 respectively. The predicted strengths are in good agreement with the observed values within acceptable engineering error.

Keywords: Fine grain soil, Unconfined compressive strength, Predict strength equation

1. บทนำ

ในกรุงเทพมหานครดินส่วนมากจะเป็นดินเหนียวละเอียด ซึ่งในดินเหนียวละเอียดนอกจากจะมีส่วนประกอบที่เป็นดินเหนียวแล้ว ยังมีทรายปะปนอยู่ในส่วนมากบ้างน้อยบ้างตามแต่พื้นที่ จากการศึกษาในอดีตพบว่า สัดส่วนของดินเหนียวมีผลโดยตรงกับคุณสมบัติพื้นฐานของดิน เช่น ค่าพิกัดเหลว ค่าพิกัดพลาสติก นอกจากนี้ปริมาณดินเหนียวยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับกำลังของดิน การปรับปรุงคุณภาพของดินเหนียวมีอยู่หลายรูปแบบหลายวิธีอยู่ด้วยกัน วิธีหนึ่งที่น่าสนใจ คือ การปรับปรุงคุณสมบัติดินเหนียวด้วยซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มีทั้งการนำปูนซีเมนต์มาผสมโดยตรงกับดินแล้วทำการบดอัด และการทำเสาเข็มดินซีเมนต์ ซึ่งในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับและได้รับความสนใจจากวิศวกรเป็นอย่างมาก

ในอดีตมีงานวิจัยหลายๆงานที่เกี่ยวข้องกับการทำนายกำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดของดินเหนียวที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยซีเมนต์ จากการศึกษาของ [1] สำหรับดินเหนียวที่เกิดจากการตกตะกอนทับถมทั้งบนบกและในทะเล (Inland and Marine Clays) ที่ปริมาณความชื้นของดินเท่ากับขีดจำกัดเหลว พบว่า ดินเหนียวทั้งสองประเภทมีรูปแบบโครงสร้างระหว่างเม็ดดินเหมือนกัน และสรุปว่า ดินเหนียวต่างชนิดกันที่ปริมาณความชื้นเท่ากับขีดจำกัดเหลวจะมีรูปแบบโครงสร้างเม็ดดินเหมือนกัน ดังนั้น ปริมาณซีเมนต์ผสมค่าหนึ่งการพัฒนา กำลังของดินเหนียวชนิดต่างๆที่รูปแบบโครงสร้างเม็ดดินเหมือนกัน (ในสถานะของเหลว) จะขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นที่ขีดจำกัดเหลวเป็นสำคัญ

งานวิจัยของ [1] และ [2] เสนอการใช้อัตราส่วนดินเหนียว-น้ำต่อซีเมนต์ (w/c) สำหรับดินเหนียว

ปรับปรุงคุณภาพด้วยซีเมนต์แทนที่การใช้อัตราส่วน น้ำ ต่อซีเมนต์ (w/c) ซึ่งหลักเกณฑ์นี้คือการปรับปรุงจาก กฎของ Abrams ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย ในทาง เทคโนโลยีคอนกรีตนอกจากนั้น ได้เสนอสมการ สำหรับการคำนวณกำลังของดินเม็ดละเอียดที่ปรับปรุง คุณภาพด้วยซีเมนต์โดยมีพื้นฐานจากพารามิเตอร์ของ w/c เพื่อทำนาย กำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดของ ดินเหนียว ที่เสริมเสถียรภาพด้วยซีเมนต์ ที่อายุการบ่ม ต่างๆ อย่างไรก็ตามงานวิจัยในอดีตที่ผ่านมาพบว่า ยัง ไม่มีการศึกษาใดที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบของทราย แปร่ง ต่อคุณลักษณะด้านกำลัง

ของดินเหนียว ที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยซีเมนต์ การวิจัยนี้ เพื่อศึกษาผลกระทบของทรายแปร่งต่อกำลังรับแรงอัด แบบไม่ถูกจำกัดของดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์ ที่ อัตราส่วนผสมทรายแปร่งและดินเหนียวต่างๆกัน ควบคุมปริมาณน้ำของดินตัวอย่างก่อนการผสมซีเมนต์ ให้เท่ากับขีดจำกัดเหลว จากนั้นทดสอบ กำลังรับ แรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดของตัวอย่างดินเม็ดละเอียดผสม ซีเมนต์และการทดสอบหาลักษณะ โครงสร้างทาง กายภาพและทางเคมีสำหรับทุกอัตราส่วนของดิน ตัวอย่างที่อายุการบ่มที่ 7 วัน และ 28 วัน ตามลำดับ

2. การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

2.1 ทรายแปร่ง (Silt)

ตัวอย่างทรายแปร่งที่ใช้ในการศึกษานี้ได้จากการคัด ขนาดดินเหนียวธรรมชาติด้วยวิธีการร่อนผ่านตะแกรง โดยนำดินเหนียวธรรมชาติที่ระดับความลึก 4 – 5 เมตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ นำมาร่อนผ่านตะแกรงแบบเปียก (wet sieve) โดยคัด ขนาดของทรายแปร่งที่มีขนาดของเม็ดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 (75 μ m) และค้างอยู่บนตะแกรงเบอร์ 400 (38 μ m) ทำการร่อนแบบเปียก 2 ครั้ง

ตัวอย่างดินเหนียวที่ใช้ในการศึกษาแบ่งได้ 2 ประเภทคือ 1. ดินเหนียวธรรมชาติ 2. ดินเหนียว สังเคราะห์ ซึ่งยังสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ 1. ดินเบนโทไนต์ (B) 2. ดินเคโอลินไนต์ (K) 3. ดินเบน โทไนต์ผสมกับดินเคโอลินไนต์ (B+K) ที่อัตราส่วน ต่างๆดังต่อไปนี้ B:K=0.25:0.75, B:K=50:50 และ B:K=0.75:0.25 ตามลำดับ ค่าคุณสมบัติพื้นฐานต่างๆ ของดินตัวอย่างแสดงไว้ในตารางที่ 1

2.2. ตัวอย่างดินผสม

ตัวอย่างดินผสม ได้จากการผสมตัวอย่างดินเหนียว ธรรมชาติหรือดินเหนียวสังเคราะห์ที่กล่าวมา กับทราย แปร่งที่ผ่านการคัดขนาดแล้ว โดยผสมในอัตราส่วน ร้อยละของน้ำหนักแห้งของทรายแปร่งต่อดินเหนียว เท่ากับ 0 %,15 %,30 % และ 45 % ตามลำดับ จากนั้น เตรียมตัวอย่างดินผสม (ทรายแปร่งและดินเหนียว) ให้มี ค่าปริมาณความชื้นเท่ากับขีดจำกัดเหลว จากนั้นทำการ ผสมน้ำและดินตัวอย่างให้เข้ากันโดยใช้เครื่องผสม ไฟฟ้า สังเกตตัวอย่างให้เข้ากันก่อนทำการผสมซีเมนต์ และหล่อตัวอย่างทดสอบ

ตารางที่ 1 ค่าคุณสมบัติพื้นฐานต่างๆ ของดินตัวอย่าง

Properties	Natural Clay	Bentonite	Kaolinite			
		(B)	(K)	B25:K75	B50:K50	B75:K25
Liquid limit (%)	51.85	460	65.2	160	207	310
Plastic limit (%)	28.69	53.6	29.7	43.9	37.8	48.6
Plastic index	23.16	406.4	35.5	116.1	169.2	261.4

2.3 ขั้นตอนการผสมซีเมนต์ในตัวอย่างดินผสม

ในการศึกษานี้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เป็นวัสดุประสาน มีค่าความถ่วงจำเพาะ 3.15 ทำการ ผสมซีเมนต์แห้งกับตัวอย่างดินผสมที่เตรียมไว้ใน

ขั้นตอนที่แล้วโดยแปรเปลี่ยนอัตราส่วนร้อยละของน้ำหนักแห้งของซีเมนต์ต่อดินผสม เท่ากับ 7.5%, 15% และ 20% ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณซีเมนต์ที่ใช้ในการปรับปรุงดินในสนาม หลังจากนั้นผสมซีเมนต์และตัวอย่างดินผสมให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอในเวลา 10 นาทีด้วยเครื่องผสมไฟฟ้า

2.4 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างทดสอบ

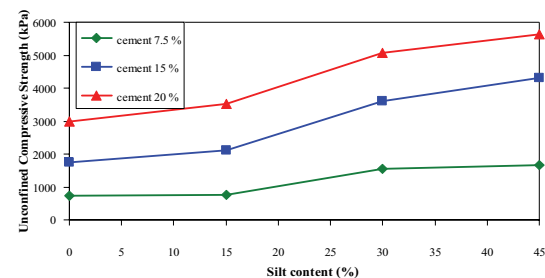
ในการเตรียมตัวอย่างทดสอบกำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดตาม ASTM D2166-85 นำตัวอย่างดินผสมซีเมนต์ที่ได้ใส่ในแบบหล่อ PVC โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มม. ความสูง 75 มม. ไล่ฟองอากาศขณะใส่ตัวอย่างดินผสมซีเมนต์ดังกล่าวโดยเตรียมตัวอย่างทดสอบในแต่ละอัตราส่วนผสมจำนวน 3 ตัวอย่าง นำตัวอย่างออกจากแบบหล่อแล้วทำการห่อตัวอย่างและแบบหล่อด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการการสูญเสียความชื้น จากนั้นนำตัวอย่างไปบ่มในห้องควบคุมความชื้น บ่มตัวอย่างที่อายุการบ่ม 7 วัน และ 28 วัน เมื่อครบอายุทดสอบแล้วดำเนินการทดสอบ ขณะทดสอบควบคุมอัตราการกดตัวอย่างให้มีค่าคงที่เท่ากับ 0.86 มม./นาที (1.14% per minute) จนตัวอย่างวิบัติ ต่อจากนั้นทำการทดสอบหาลักษณะโครงสร้างทางจุลภาค ศึกษาส่วนประกอบทางเคมีจากตัวอย่างที่อัตราส่วนต่างๆต่อไป

3. ผลการทดสอบ

กำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดเพิ่มขึ้นตามปริมาณซีเมนต์ที่เพิ่มขึ้นดังแสดงในรูปที่ 1 ผลการทดสอบสอดคล้องกับการศึกษาของ [1], [2], [3], [4] การเพิ่มขึ้นของกำลังของดินผสมซีเมนต์เนื่องมาจาก ปฏิกิริยาไฮเดรชันขององค์ประกอบของซีเมนต์ โดยสารประกอบแคลเซียมซิลิเกต (C_3S และ C_2S) ที่มีอยู่ในซีเมนต์ทำปฏิกิริยากับน้ำ ก่อให้เกิด $Ca(OH)_2$ และ Calcium Silicate Hydrate (CSH) ทำหน้าที่เป็นตัวประสาน ในขณะเดียวกัน ปฏิกิริยาไฮเดรชันของไตรแคลเซียมไฮดรอกซิมูนิเนต (C_3A) จะเกิดขึ้นด้วยทำให้เกิดการแข็งตัวในดินเหนียวผสมซีเมนต์ นอกจากนั้น ยังเกิดปฏิกิริยาไฮ

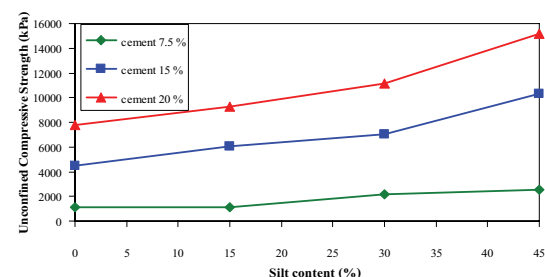
เดรชันของเตตระแคลเซียมอูมิโนเฟอร์ไรต์ (C_4AF) ร่วมด้วย จากผลของปฏิกิริยาทั้งหมดเหล่านี้ ทำให้พันธะประสานใหม่เกิดขึ้นเป็นผลให้โครงสร้างดินมีความแข็งแรงขึ้นตามไปด้วย

ในขณะที่จำนวนของร้อยละของทรายแป้งเพิ่มขึ้นพบว่า กำลังรับแรงอัดของดินผสมซีเมนต์มีค่าเพิ่มขึ้นด้วยดังแสดงในรูปที่ 1 ถึงรูปที่ 8 อย่างไรก็ตาม จากผลการทดสอบส่วนใหญ่พบว่าการเพิ่มขึ้นของกำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อปริมาณของทรายแป้งมีค่ามากกว่า 30 %



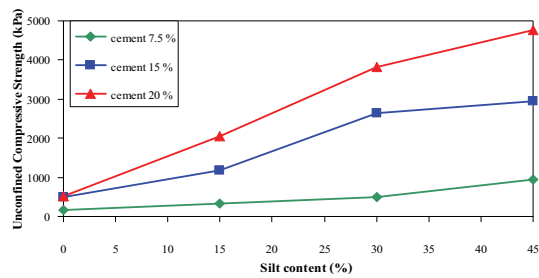
รูปที่ 1 กำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดที่อายุการบ่ม

7 วัน สำหรับดินเหนียวธรรมชาติ(Natural Clay) ผสมทรายแป้ง

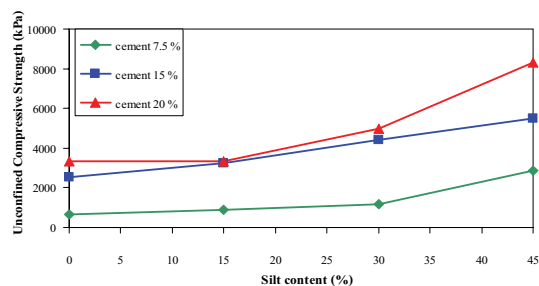


รูปที่ 2 กำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดที่อายุการบ่ม

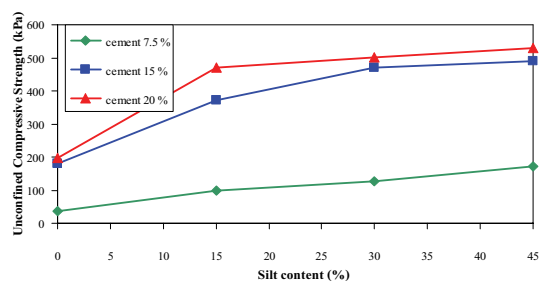
28 วัน สำหรับดินเหนียวธรรมชาติ(Natural Clay) ผสมทรายแป้ง



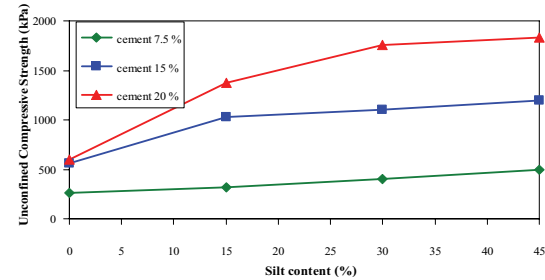
รูปที่ 3 กำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดที่อายุการบ่ม 7 วัน สำหรับดินเหนียวเคโอลิไนต์ (Kaolinite Clay) ผสมทรายแป้ง



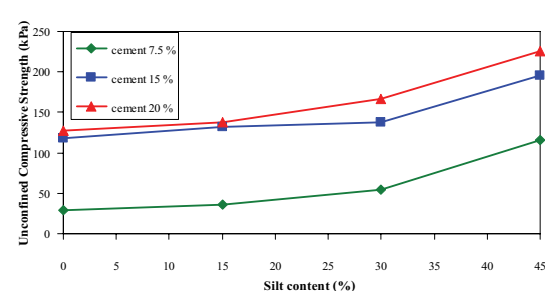
รูปที่ 4 กำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดที่อายุการบ่ม 28 วัน สำหรับดินเหนียวเคโอลิไนต์ (Kaolinite Clay) ผสมทรายแป้ง



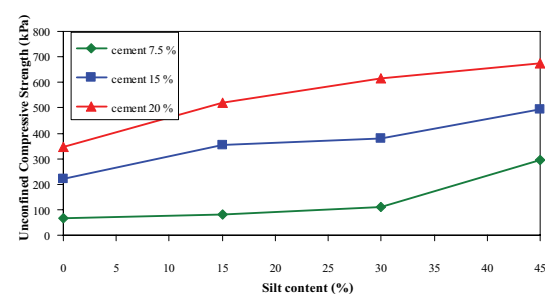
รูปที่ 5 กำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดที่อายุการบ่ม 7 วัน สำหรับดินผสม (Kaolinite 75 : Bentonite 25) ผสมทรายแป้ง



รูปที่ 6 กำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดที่อายุการบ่ม 28 วัน สำหรับดินผสม (Kaolinite 75 : Bentonite 25) ผสมทรายแป้ง



รูปที่ 7 กำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดที่อายุการบ่ม 7 วัน สำหรับดินเหนียวเบนโทไนต์ (Bentonite) ผสมทรายแป้ง



รูปที่ 8 กำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดที่อายุการบ่ม 28 วัน สำหรับดินเหนียวเบนโทไนต์ (Bentonite) ผสมทรายแป้ง

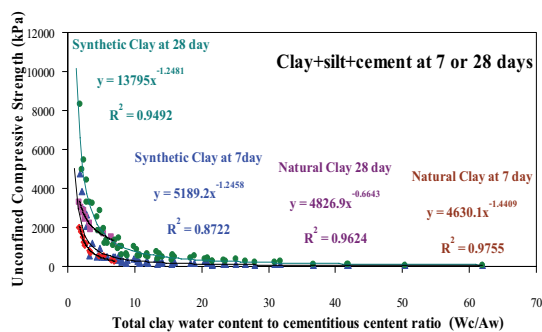
4. การทำนายกำลัง

การทำนายกำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัด ของดินเม็ดละเอียดที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยซีเมนต์ ในทางปฏิบัติให้ได้ค่าที่ถูกต้อง และเหมาะสม ตัวแปรที่มีนัยสำคัญเริ่มมาจากการกำหนด หรือออกแบบอัตรา

ส่วนผสม ในเบื้องต้นวิธีการส่วนใหญ่ที่ใช้ในการทำนาคำลึงมีพื้นฐานจาก Abram's Law ซึ่งเป็นสมการที่ใช้ในการทำนาคำลึงของคอนกรีต งานวิจัยหลายงานในอดีตที่ผ่านมา [2], [3], [4] ได้มีการปรับปรุงสมการตามองค์ประกอบของการศึกษา เพื่อให้เหมาะสมกับดินเหนียวผสมซีเมนต์ ในแต่ละการศึกษา การศึกษานี้นำเสนอ สมการที่ใช้ในการทำนาคำลึงรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดของดินเหนียวผสมซีเมนต์โดยปรับปรุงจาก Abram's law ดังแสดงในสมการที่ 1

$$q_u = A[Wc/Aw]^{-B} \quad (1)$$

เมื่อ: q_u = คำลึงรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัด (kPa)
 W_c = ปริมาณความชื้นรวมของดินผสมซีเมนต์ (%)
 A_w = ร้อยละปริมาณซีเมนต์ที่ผสม (%)
 A, B = ค่าคงที่เฉพาะซึ่งขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของดินประเภทของซีเมนต์ และอายุการบ่ม



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างคำลึงรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดและอัตราส่วนของปริมาณความชื้นรวมของดินผสมซีเมนต์ต่อ ร้อยละปริมาณซีเมนต์ที่ผสมของดินเหนียวธรรมชาติและดินเหนียวสังเคราะห์

จากรูปที่ 9 เมื่อรวมสมการในแต่ละอัตราส่วนผสมจะได้สมการทั่วไป ดังแสดงในสมการที่ (2),

(3), (4) และ (5) สำหรับตัวอย่างดินเหนียวธรรมชาติและดินเหนียวสังเคราะห์ที่อายุการบ่ม 7 วัน และ 28 วันตามลำดับ

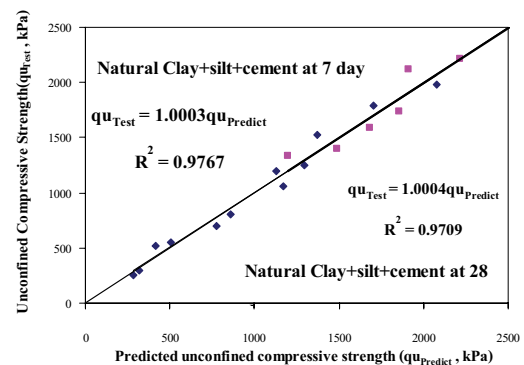
$$q_{u_{\text{Predict}}} = 4826.9[Wc/Aw]^{-0.664} \quad (2)$$

$$q_{u_{\text{Predict}}} = 4630.1[Wc/Aw]^{-1.441} \quad (3)$$

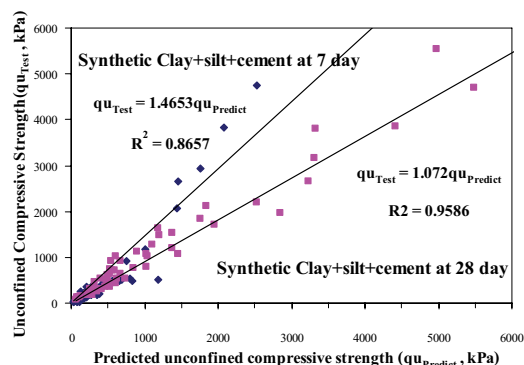
$$q_{u_{\text{Predict}}} = 5189.2[Wc/Aw]^{-1.246} \quad (4)$$

$$q_{u_{\text{Predict}}} = 13795[Wc/Aw]^{-1.248} \quad (5)$$

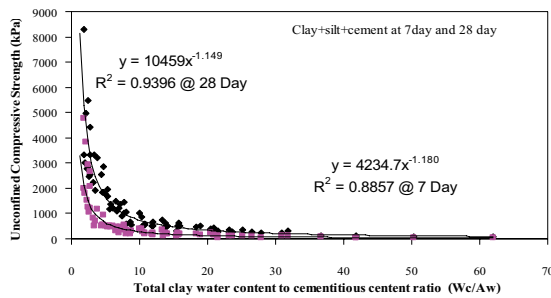
เมื่อนำผลของสมการ มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดสอบ มีค่าใกล้เคียงกันมากซึ่งจะแสดงผลออกมาในรูปของสมการเส้นตรงจากกราฟดังแสดงในรูปที่ 10 และรูปที่ 11



รูปที่ 10 แสดงเปรียบเทียบผลการทดลองกับผลจากสมการที่ (3)(2)



รูปที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบผลการทดลองคำลึงรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดกับผลจากสมการทำนายคำลึงสมการที่ (4) และ (5)



รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดแบบ
ไม่ถูกจำกัดและ
อัตราส่วนของปริมาณความชื้นรวมของดิน
ผสมซีเมนต์ต่อ
ร้อยละปริมาณซีเมนต์ที่ผสมของดินเหนียว
สังเคราะห์

จากรูปที่ 12 เมื่อรวมสมการในแต่ละอัตรา
ส่วนผสมจะได้สมการทั่วไป ดังแสดงในสมการที่ (6)
และ (7) สำหรับอายุการบ่มที่ 7 วัน และ 28 วัน
ตามลำดับ

$$qu_{Predict} = 4234.7[Wc/Aw]^{-1.180} \quad (6)$$

$$qu_{Predict} = 10459[Wc/Aw]^{-1.149} \quad (7)$$

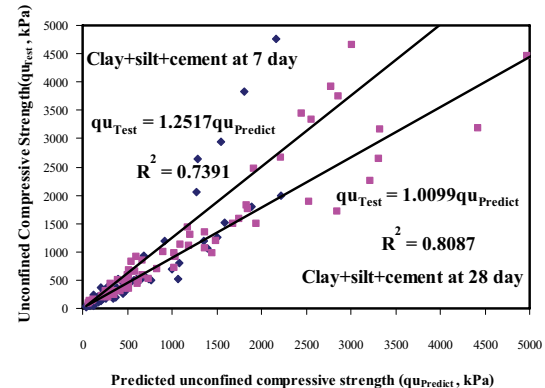
ทำการจัดรูปเพื่อสะดวกในการใช้งาน จะได้สมการ
การนำค่ากำลัง ดังแสดงในสมการที่ (8) และ (9)
สำหรับอายุการบ่มที่ 7 วัน และ 28 วัน ตามลำดับ

$$qu_{Predict} = K \left[\frac{Wc}{Aw} \right]^{-1.165} \quad (8)$$

$$qu_{Predict} = 2.47K \left[\frac{Wc}{Aw} \right]^{-1.165} \quad (9)$$

โดยที่ค่า K เป็นค่าคงที่ซึ่งเท่ากับ 4234.7

เมื่อนำผลของสมการมาเปรียบเทียบกับ ผลที่ได้จากการ
ทดสอบมีค่าใกล้เคียงกันมาก ซึ่งจะแสดงผลออกมาใน
รูปของสมการเส้นตรงจากกราฟดังแสดงในรูปที่ 17
และรูปที่ 18



ภาพที่ 17 แสดงแสดงเปรียบเทียบผลการทดลองกับ
ผลจากสมการที่ (8)(9)

5. บทสรุป

การเพิ่มขึ้นของสัดส่วนทรายแป้งในดินผสม
ซีเมนต์จะทำให้กำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดมีค่า
เพิ่มขึ้น กำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดจะมีค่าเพิ่มขึ้น
อย่างเห็นได้ชัดเมื่อปริมาณของทรายแป้งมีค่ามากกว่า
ร้อยละ 30 นอกจากนั้น พบว่า ที่ 7.5 % ของซีเมนต์
กำลังของดินผสมซีเมนต์มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากเมื่อ
เปรียบเทียบกับดินผสมที่ใช้ปริมาณซีเมนต์ที่ 15% และ
20% สมการที่ปรับปรุงจาก Abram's law สามารถ
ทำนายกำลังรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดของดินผสม
ซีเมนต์ได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] Nagaraj, T. S., Yaligar, P., Miura, N. and Yamadera, A.
(1996). Predicting strength development by cement
admixture based on water content. Proceedings of IS-
Tokyo '96/The Second International Conference on

- Ground Improvement and Geosystems, Tokyo, Japan,
Vol.2: pp.431-436.
- [2] Miura, N., Horpibulsuk, S. and Nagaraj, T. S. (2001).
Engineering behavior of cement stabilized clay at high
water content. Soils and Foundations, Vol.41, No. 5,
pp.33-45.
- [3] Jongpradist, P., Jumlongrach, N. and Youwai, S. (2006).
Predicting strength of cement-fly ash admixed Bangkok
clay at high water content. The 6th Symposium on
Soil/Ground Improvement and Geosynthetics, Bangkok,
Thailand. pp.61-67.
- [4] Horpibulsuk, S., Miura, N. and Nagaraj, T. S. (2003).
Assessment of strength development in cement-admixed
high water content clay with Abram's law as a basis.
Geotechnique, Vol.53, No. 4, pp.439-444.

เกี่ยวกับผู้เขียน

นายปิยพล กิตติโรจน์โยธิน

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รศ.ดร.พานิช วุฒิพุกภัย

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผศ.ดร.ชัยรัตน์ ชีระวัฒนสุข

ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การปรับปรุงช่วงต่อระหว่างที่กั้นถนนและราวสะพาน

Improvement of Transition Section of Roadside Barrier and Bridge Railing

ศิริศักดิ์ กองสมศักดิ์สกุล¹ สืบพงษ์ ไพศาลวัฒน์² และ สันชัย อินทพิชัย³

กลุ่มงานออกแบบทาง สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวง

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : ¹ssk@kmutnb.ac.th , ²sci@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

จากรูปแบบตามแบบมาตรฐานการติดตั้งราวกันอันตรายของกรมทางหลวง เมื่อยานพาหนะเสียหลักชนราวกันอันตรายแล้วเกิดการโก่งตัว เมื่อถึงบริเวณคอสะพานจะทำให้ยานพาหนะชนกับราวสะพาน ทำให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงได้ งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาถึงประเด็นความปลอดภัยในช่วงรอยต่อระหว่างราวกันอันตรายและคอสะพาน เพื่อทำการออกแบบรอยต่อบริเวณดังกล่าวให้เกิดความปลอดภัยสูงสุดแก่ผู้ใช้ทางที่เสียหลัก จากผลการศึกษาแบบมาตรฐานสำหรับบริเวณรอยต่อระหว่างราวกันอันตรายกับราวสะพานประเภทต่างๆ ของกรมทางหลวงถูกเสนอแนะ ซึ่งรูปแบบจะมีตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อ (Terminal Connector) ระหว่างราวกันอันตรายกับราวสะพาน เพิ่มขึ้นมาจากแบบมาตรฐานเดิมเพื่อทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างราวกันอันตรายกับราวสะพาน โดยได้ทำการวิเคราะห์ถึงแรงกระทำที่เกิดขึ้น และ พิจารณาออกแบบตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อ ให้สามารถรับแรงกระทำได้โดยไม่เกิดการวิบัติ อันจะส่งผลให้เกิดการพุ่งเข้าชนของยานพาหนะบริเวณคอสะพานได้

คำสำคัญ: ที่กั้นถนน ราวสะพาน ตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อ

Abstract

According to standard drawings of installation of roadside barrier by Department of Highways (DOH), where errant vehicle loses control to the roadside, snagging of errant vehicle can be expected and cause severe accident. This study then examines the current situation of such problems and designs the transition section between W-Beam Guardrail and bridge railing to prevent snagging. According to the study, terminal connector is proposed to connect between these two rails. The force acts on the railing and terminal connector are determined. The details of connectors including W-Beam plate, bolts, and connections are designed and assembled. The results of the

study provide the detailed drawing of the terminal connector between W-Beam Flexible Post and different types of bridge railing used by DOH.

Keywords: Roadside Barrier, Bridge Railing, Terminal Connector

1. บทนำ

ราวกันอันตรายด้านข้างที่ใช้ในประเทศไทยมี 2 ประเภท ได้แก่ 1) ราวกันอันตรายแบบยืดหยุ่น(Flexible Barrier) ได้แก่ W-Beam Guardrail Weak Post และ 2) ราวกันอันตรายแบบแข็ง ได้แก่ New-Jersey Type Concrete Barrier ซึ่งมีลักษณะการถ่ายแรงที่แตกต่างกัน ในทางปฏิบัติบริเวณคอสะพานของกรมทางหลวง มักจะทำการติดตั้ง W-Beam Guardrail Weak Post ในช่วงที่รถพุ่งเข้าบริเวณคอสะพานและบริเวณราวสะพานจะมีลักษณะเป็นแบบแข็งทั้งรูปแบบของราวสะพานชนิดต่างๆ หรือราวสะพานแบบ New-Jersey Type โดยปกติในบริเวณช่วงการเปลี่ยนแปลงระหว่าง ราวกันอันตรายแบบยืดหยุ่น/แบบกึ่งแข็งกับราวกันอันตรายแบบแข็ง จะต้องมีการออกแบบช่วงการเปลี่ยนแปลง [1] โดยที่ในการออกแบบจะต้องให้เกิดความแข็งทีละน้อย(Gradually Stiffening) ของระบบการป้องกันในช่วงที่รถพุ่งเข้าบริเวณคอสะพานทั้งหมด เพื่อไม่ให้เกิดการพุ่งเข้าชน (Snagging) ราวกันอันตรายแบบแข็งของยานพาหนะที่เสียหลักในช่วงการเปลี่ยนแปลง

ตามหลักการของการออกแบบช่วงการเปลี่ยนแปลง ดังที่กล่าวมาข้างต้นจะต้องมีหลักการสำคัญดังนี้ ช่วงรอยต่อจะต้องแข็งแรงพอที่เมื่อเกิดการชนแล้วจะต้องไม่หลุดแยกออก และจะต้องได้รับการออกแบบเพื่อป้องกันมิให้รถที่เสียหลักชนบริเวณรอยต่อ แล้วเกิดการไถลไปพุ่งเข้าชนกับราวสะพาน หรือ ชนกับรถที่สวนมาในทิศทางตรงกันข้าม ช่องรอยต่อจะต้องมี

ความยาวที่พอเพียงเพื่อที่จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงการโก่งตัวอย่างกะทันหัน ซึ่งจะเป็นผลให้เกิดการพุ่งเข้าชนได้ ความแข็งแรงของช่วงรอยต่อจะต้องเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ

หลักการดังกล่าวข้างต้นจะถูกนำมาใช้เพื่อออกแบบรอยต่อของอุปกรณ์ป้องกันอันตรายบริเวณคอสะพาน และนำผลการออกแบบมาทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานว่าเป็นไปอย่างที่ต้องการหรือไม่ โดยตามมาตรฐานสากล ในบริเวณช่วงรอยต่อจะต้องมีการแนบราวกันอันตรายแบบยืดหยุ่นหรือแบบกึ่งแข็ง เข้าไปกับราวสะพานเพื่อลดโอกาสที่จะเกิดการพุ่งเข้าชน

อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติของหน่วยงานที่ดูแลเรื่องถนนในประเทศไทยได้นำมาตรฐานที่ใช้ในสากลมาประยุกต์ใช้ แต่ได้พัฒนามาตรฐานของหน่วยงานตนเองขึ้นมา ซึ่งมีรายละเอียดของแบบรอยต่อที่แตกต่างกันไป อีกทั้งคุณสมบัติของวัสดุก็อาจจะไม่เหมือนกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณรอยต่อไม่มีการแนบราวกันอันตรายไปกับราวสะพาน ซึ่งอาจทำให้เกิดการพุ่งเข้าชนเมื่อเกิดอุบัติเหตุได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนารูปแบบของช่วงรอยต่อดังกล่าวให้มีความเหมาะสม และปลอดภัยตามหลักมาตรฐานสากลเพื่อจะนำมาประยุกต์ใช้กับหน่วยงานต่างๆ ที่รับผิดชอบงานถนน

2. เอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะของราวสะพานในประเทศไทย

ลักษณะของราวสะพานสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบหลัก ได้แก่ ราวสะพานคอนกรีตและราวสะพานเหล็ก โดยที่รูปแบบของราวสะพานคอนกรีตนั้นมี 5 รูปแบบหลัก คือ

1. ราวสะพานคอนกรีตแบบ Traffic Railing Type 1 ใช้กับสะพานที่ไม่มีทางเท้า

2. ราวสะพานคอนกรีตแบบ Traffic Railing Type 2 ใช้กับสะพานที่ไม่มีทางเท้าที่มีความยาวมากกว่า 80.00 ม.

3. ราวสะพานคอนกรีตแบบ Combination Railing Type 3 ใช้กับสะพานที่มีทางเท้ากว้าง 0.50 ม. หรือมากกว่า

4. ราวสะพานคอนกรีตแบบ Combination Railing Type 4 ใช้กับสะพานที่มีทางเท้ากว้าง 0.50 ม. หรือมากกว่าและมีความยาวสะพานมากกว่า 80.00 ม.

5. ราวสะพานคอนกรีตแบบ Traffic Curb and Pedestrian Railing Type 5 ใช้กับสะพานที่มีปริมาณคนเดินเท้าสูง

2.2 ลักษณะของราวกันอันตรายในประเทศไทย

ลักษณะของราวกันอันตรายในประเทศไทยของทุกหน่วยงานสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทได้แก่

- ราวกันอันตรายแบบยืดหยุ่น (Flexible Guardrail)

i. ชนิด W-Beam Guardrail Weak Post

ii. ชนิด Cable Guardrail

- ราวกันอันตรายแบบแข็ง (Rigid)

i. ชนิด New Jersey Type

ปัจจุบันนี้ราวกันอันตรายประเภทสายเคเบิล ไม่ได้ถูกนำมาใช้งาน เนื่องจากประสบปัญหาเรื่องของการบำรุงรักษา ประกอบกับลักษณะทางกายภาพที่เป็นอันตรายต่อผู้ขับขี่จักรยานยนต์ ทำให้ราวกันอันตรายประเภทดังกล่าวถูกยกเลิกการนำมาใช้ที่สุดในขณะ

ที่ราวกันอันตรายชนิด W-Beam Guardrail Weak Post และ ราวกันอันตรายชนิด New Jersey Type ยังคงถูกนำมาใช้ โดยตำแหน่งที่ใช้จะอยู่บริเวณสายทางทั่วไปที่มีความเสี่ยงในการเกิดอันตรายต่อยานพาหนะที่เสียหลัก โดยที่ราวกันอันตรายชนิด W-Beam Guardrail Weak Post จะถูกนำมาใช้บริเวณช่วงต่อกับราวสะพาน (บริเวณคอสะพาน) ตามแบบมาตรฐานหมายเลขที่ RS-302 และ RS-303 ของกรมทางหลวง [2]

ลักษณะของรอยต่อ (Transition) บริเวณคอสะพานจากการสำรวจภาคสนามและรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ พบว่าบริเวณรอยต่อของระหว่างราวกันอันตรายบริเวณคอสะพานและราวสะพาน ไม่ได้มีการต่อเชื่อมและไม่ได้มีการออกแบบรอยต่อบริเวณดังกล่าว ลักษณะการติดตั้งบริเวณคอสะพาน จะทำการติดตั้งราวกันอันตรายชนิด W-Beam Guardrail Weak Post ต่อไปจนถึงบริเวณราวสะพาน โดยเว้นระยะห่างไว้ก่อนจะถึงราวสะพาน

3. เปรียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยเป็นการทดลองออกแบบช่วงรอยต่อระหว่างราวกันอันตรายและราวสะพาน เพื่อนำเสนอรูปแบบช่วงรอยต่อใหม่ที่เหมาะสม มีขั้นตอนวิจัยดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในเรื่องมาตรฐานต่างๆที่ใช้สำหรับออกแบบช่วงรอยต่อระหว่างราวกันอันตรายแบบยืดหยุ่น (W-Beam Guardrail Weak Post) และราวสะพานแบบคอนกรีต ทั้งตามมาตรฐานประเทศไทยและมาตรฐานต่างประเทศ

2. เก็บข้อมูลภาคสนามเกี่ยวกับช่วงรอยต่อ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับมาตรฐานประเทศไทยที่ใช้อยู่

ในปัจจุบัน และเพื่อเป็นแนวคิดสำหรับช่วงรอยต่อที่จะออกแบบใหม่

3. ออกแบบรอยต่อระหว่างราวกันอันตรายและราวสะพานแบบใหม่

4. วิเคราะห์ผลการศึกษา

5. สรุปผล

งานวิจัยทำการทดสอบการชนของรอยต่อราวกันอันตรายกระทำตามข้อแนะนำใน [3] โดยกำหนดแรงกระทำที่ ความเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ยานพาหนะน้ำหนัก 2,000 กิโลกรัม และมุมการชนที่ 25 องศา

4. ผลการวิจัย

ตามมาตรฐานกรมทางหลวง RS-302 และ RS-303 กำหนดให้ความหนาของราวกันอันตรายเท่ากับ 3.2 มิลลิเมตร หน่วยแรงดึงประลัยของราวกันอันตรายเท่ากับ 41 กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร และขนาดของตัวยึดให้ใช้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ในที่นี้กำหนดให้ใช้ตัวยึดประเภท A307 โดยที่หน่วยแรงดึงประลัยและหน่วยแรงเฉือนประลัย (รอยต่อแบบรับแรงกด) ตามวิธี LRFD มีค่าเท่ากับ 3,100 และ 1,650 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ [4]

จากข้อมูลข้างต้น สามารถคำนวณกำลังประลัยตามขนาดของตัวยึด โดยที่ค่าตัวคูณสำหรับหน่วยแรงดึงประลัยและหน่วยแรงเฉือนประลัยเป็น 0.80 และ 0.65 ตามลำดับ ได้กำลังแรงดึงและกำลังแรงเฉือนของตัวยึดเป็น 4.9 และ 2.1 ตัน ตามลำดับ

4.1 แรงกระทำ

เป็นขั้นตอนในการคำนวณหาแรงมากที่สุดที่อาจเกิดขึ้นได้ในชิ้นส่วนต่างๆ

4.2 W-beam

แรงดึงมากที่สุดที่เกิดขึ้นใน W-beam โดยที่ไม่หักลดรูจะ สามารถคำนวณได้จากหน่วยแรงดึงประลัย

ความหนาของราวกันอันตราย และความยาวของราวอันตราย (ประมาณ 500 มิลลิเมตร) ค่าแรงดึงมากที่สุดที่เกิดขึ้นใน W-beam คือ 65.6 ตัน

4.3 ตัวยึด (Bolt)

สำหรับตัวยึดพิจารณาเฉพาะกำลังเฉือนประลัยเท่านั้น เนื่องจากกำลังเฉือนประลัยมีค่าน้อยที่สุด หากพิจารณาที่ตัวยึดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร จำนวน 8 ตัวยึด พบว่ากำลังเฉือนประลัยมีค่า 16.8 ตัน เปรียบเทียบกับตัวยึดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 และ 24 มิลลิเมตร จำนวน 4 ตัวยึด พบว่ากำลังเฉือนประลัยมีค่า 16.0 และ 19.2 ตัน ตามลำดับ

4.5 ความสามารถในการรับแรง

ตามรูปแบบมาตรฐานการติดตั้งแผ่นตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อ พบว่าด้านที่มีรูเจาะ 4 รูด้านติดตั้งกับราวกันอันตรายแบบคอนกรีต ส่วนอีกด้านหนึ่งที่ต้องต่อทาบกับ W-beam ให้มีการเคลื่อนตัวด้วยตัวยึดจำนวน 8 ตัว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร

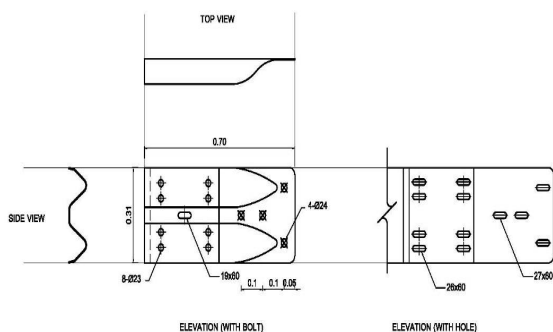
กรณีที่เกิดรถชน W-beam และทำให้เกิดแรงดึงใน W-beam ได้มากที่สุด แรงนี้จะถูกส่งผ่านไปยังตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อ โดยผ่านตัวยึดจำนวน 8 ตัว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตรก่อน ซึ่งรับแรงได้เพียง 16.8 ตัน ดังนั้นตัวยึดจำนวน 8 ตัว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร จะเกิดการวิบัติก่อนแผ่น Plate จากการเฉือนขาด แต่ในความเป็นจริง การวิบัติเกิดขึ้นเพราะแรงเฉือนและแรงดึง เนื่องจากแผ่น Plate จะเกิดการเปลี่ยนรูปก่อน

ในการก่อสร้างอาจพิจารณาเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวยึดและลดจำนวนของตัวยึด เพื่อการทำงานที่ประหยัดทั้งเวลาและงบประมาณ จากผลการคำนวณ จึงเห็นควรเสนอให้กำหนดตัวยึดเป็นตัวยึดจำนวน 4 ตัว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 มิลลิเมตร ซึ่งมีค่ากำลังเฉือนประลัยเท่ากับ 19.2 ตัน

4.6 รูปแบบรอยต่อบริเวณราวกันอันตรายกับราว

สะพาน (Transition Section)

บริเวณรอยต่อระหว่างราวสะพานกันอันตรายชนิด W-Beam Guardrail กับราวสะพานคอนกรีตในการศึกษาครั้งนี้ที่ได้กล่าวมาข้างต้น จะถูกยึดติดกันด้วยตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อ (Terminal Connector) ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญด้วยกัน 3 ส่วนด้วยกันได้แก่ ส่วนของ W-Beam ส่วนของตัวยึด สำหรับการยึด Splice Plate (ระหว่างราวกันอันตรายกับ Terminal Plate) และ ส่วนของตัวยึด สำหรับการยึด Terminal Plate กับราวสะพานคอนกรีต โดยรูปแบบที่ทั้ง 3 ส่วนจะถูกนำมาประกอบรวมกันตามผลการศึกษาข้างต้น แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 : แบบรายละเอียดตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อ

โดยในแบบรายละเอียดจะออกแบบโดยมีแนวคิดให้วัสดุทุกอย่างสอดคล้องกับราวกันอันตรายตามแบบมาตรฐานกรมทางหลวง ได้แก่ ความกว้าง (ความสูง) ความหนา และรูปร่างของ Terminal Plate จะสอดคล้องกับรูปแบบของราวกันอันตรายชนิด W-Beam Guardrail ขนาดของตัวยึด ที่ใช้ในส่วนของ Splice Plate ก็จะเป็นขนาดเดียวกันกับที่ระบุไว้ในแบบมาตรฐานราวกันอันตรายของกรมทางหลวง เพื่อให้เกิดความสะดวกในการติดตั้ง

4.7 การออกแบบตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อกับราว

สะพานประเภทต่างๆ

จากการออกแบบราวกันอันตรายที่ใช้ในประเทศไทยจะมีประเภท W-Beam Flexible Post และ New Jersey Concrete Barrier และราวกันอันตรายที่ใช้บริเวณคอสะพานจะเป็นราวกันอันตรายชนิด W-Beam Flexible Post เพียงอย่างเดียว ดังนั้นในการศึกษาจึงได้นำผลของการออกแบบ ตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อ ดังที่ได้กล่าวถึงก่อนหน้านี้ มาเป็นพื้นฐานและทำการปรับปรุงรูปแบบราวสะพานในกรณีที่ไม่สามารถทำการยึดด้วยตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อได้

จากการศึกษาได้ทำการออกแบบ ตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อ สำหรับขอบเขตการทดสอบ TL2 ทำให้ได้รูปแบบตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อสำหรับนำไปปรับใช้กับราวสะพานประเภทต่างๆ ดังนี้

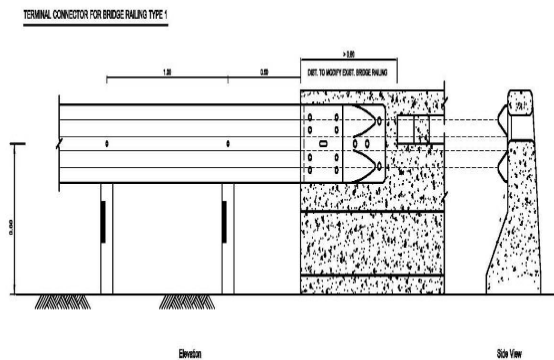
1. ราวสะพาน Traffic Railing Type 1

ราวสะพาน Traffic Railing Type 1 เป็นราวสะพานคอนกรีต ที่มีมิติในส่วนของความสูงเท่ากับ New Jersey Barrier แต่มีข้อแตกต่างโดยบริเวณที่ผิวหน้าของราวสะพานจะอยู่ในแนวตั้ง และมีช่องว่างของราวสะพานคอนกรีต ซึ่งเมื่อจะทำการติดตั้งตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อ บริเวณปลายราวสะพาน Traffic Railing Type 1 จะต้องได้รับการปรับปรุงไม่ให้มีช่องว่างเพื่อให้สามารถยึดติดตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อเข้ากับราวสะพานได้ โดยบริเวณปลายราวสะพานจะต้องเป็นคอนกรีตทึบ มีระยะไม่น้อยกว่าความยาวของตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อที่จะทำการยึดราวสะพาน ดังแสดงในภาพที่ 2

2. ราวสะพาน Traffic Railing Type 2

ราวสะพาน Traffic Railing Type 2 เป็นราวสะพานคอนกรีตที่มีมิติทั้งหมดเหมือนกับ New Jersey Barrier แต่จะมีราวเหล็กติดตั้งเพิ่มเติมอยู่บริเวณด้านบนของราวสะพาน การติดตั้งตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อเข้ากับราว

สะพานชนิดนี้ จะต้องมีการปรับปรุงบริเวณปลายของราวสะพานเช่นเดียวกัน โดยการปรับปรุงจะเป็นในลักษณะของการบากราวสะพานคอนกรีตให้อยู่ในแนวตั้ง



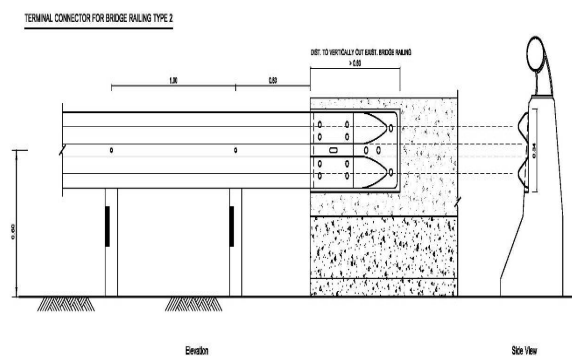
ภาพที่ 2: การติดตั้งตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อกับราวสะพาน Traffic Railing Type 1

เนื่องจาก New Jersey Barrier นั้นจะมีผิวหน้าที่มีความลาดชัน การติดตั้ง ตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อ เข้าไปโดยตรงจะทำให้แผ่นโลหะต้องมีการบิด การยึดฝังตัวยึดทำได้ลำบาก อันจะส่งผลให้ความสามารถในการรับแรงต่างๆ เปลี่ยนไป การบากราวสะพานจะทำการบากรั้งแต่บริเวณปลายราวสะพานที่จะต่อกับราวกันอันตรายโดยบากรในระดับที่จะทำการยึดราวกันอันตรายโดยมีความยาวของการบากรไม่น้อยกว่าความยาวของตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อที่จะทำการยึด โดยไม่ให้มีระยะเผื่อมากเกินไป และมีความสูงเท่ากับความสูงของตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อรวมกับระยะเคลื่อนที่ยอมให้ ดังแสดงในภาพที่ 3

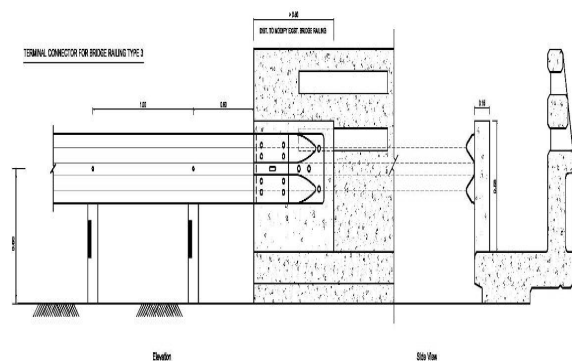
3. ราวสะพาน Traffic Railing Type 3

เนื่องจากราวสะพาน Traffic Railing Type 3 จะเป็นราวสะพานแบบที่มีทางเท้า การเชื่อมต่อระหว่างราวกันอันตรายกับราวสะพานจะไม่สามารถกระทำได้โดยตรง

ในกรณีที่ต้องการให้มีการเชื่อมต่อดังกล่าว ก็จะต้องทำการก่อสร้างกำแพงคอนกรีตบริเวณปลายสะพานในตำแหน่งของขอบถนน (Curb) บนทางเท้าราวสะพาน โดยมีระยะเพียงพอที่จะทำการติดตั้งตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อ เพื่อจะได้ทำการติดตั้งตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อเข้ากับราวสะพานส่วนที่ก่อสร้างขึ้นมาพิเศษต่างหากแทน โดยมีรายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 3: การติดตั้งตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อกับราวสะพาน Traffic Railing Type 2

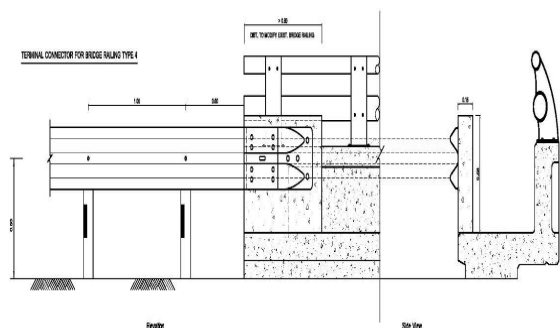


ภาพที่ 4: การติดตั้งตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อกับราวสะพาน Traffic Railing Type 3

4. ราวสะพาน Traffic Railing Type 4

เนื่องจากราวสะพาน Traffic Railing Type 4 จะเป็นราวสะพานแบบที่มีทางเท้าเช่นเดียวกับ Type 3 แต่จะมีราวด้านบนเป็นราวเหล็ก การเชื่อมต่อระหว่างราวกัน

อันตรายกับราวสะพานจะไม่สามารถกระทำได้โดยตรง ดังนั้น ในกรณีที่ต้องการให้มีการเชื่อมต่อดังกล่าว ก็จะต้องทำการก่อสร้างกำแพงคอนกรีตบริเวณปลายสะพานในตำแหน่งของขอบถนนบนทางเท้าราวสะพาน โดยมีระยะเพียงพอที่จะทำการติดตั้งตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อ เพื่อจะได้ทำการติดตั้งตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อเข้ากับราวสะพานส่วนที่ก่อสร้างขึ้นมาพิเศษต่างหากแทนเช่นเดียวกับ Traffic Railing Type 3 โดยมีรายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 5

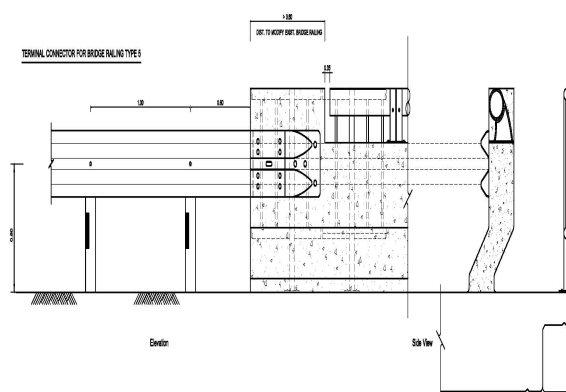


ภาพที่ 5 : การติดตั้งตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อกับราว

สะพาน Traffic Railing Type 4

5. ราวสะพาน Traffic Railing Type 5

ราวสะพาน Traffic Railing Type 5 เป็นราวสะพานคอนกรีต ที่มีราวเหล็กด้านบน มีทางเท้าอยู่ด้านนอก และผิวหน้าของราวสะพานจะอยู่ในแนวตั้ง อย่างไรก็ตามระดับความสูงของราวสะพานในตำแหน่งที่จะติดตั้งตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อนั้นจะเป็นระดับที่ติดตั้งราวเหล็กด้านบน ทำให้สามารถยึดติดตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อเข้ากับราวสะพานได้ จึงต้องมีการปรับปรุงปลายราวสะพานเป็นคอนกรีตทึบมีระยะไม่น้อยกว่าความยาวของตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อ ที่จะทำการยึดราวสะพานในลักษณะที่คล้ายคลึงกับ Traffic Railing Type 1 โดยมีรายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 : การติดตั้งตัวเชื่อมบริเวณรอยต่อกับราว

สะพาน Traffic Railing Type 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะการศึกษานี้ได้ทำการศึกษาถึงการเชื่อมต่อระหว่างราวกันอันตรายบริเวณคอสะพานและราวสะพานเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการพุ่งเข้าชน เมื่อมียานพาหนะเสียหลักบริเวณคอสะพาน โดยสามารถสรุปประเด็นสำคัญจากการศึกษาได้ดังนี้

ในการศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์เพื่อพัฒนาช่วงส่วนต่อระหว่างราวกันอันตรายกับราวสะพานทั้ง 5 แบบ โดยนำค่าจากการทดสอบระดับ 2 ซึ่งจะต้องสามารถรองรับยานพาหนะที่หนัก 2,000 กิโลกรัม ดังนั้นไม่สามารถจะรองรับการเสียหลักของยานพาหนะประเภท รถบรรทุก หรือ รถโดยสาร ตั้งแต่ขนาดกลางขึ้นไปได้

ผลการศึกษสามารถช่วยลดความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุในลักษณะที่ยานพาหนะเสียหลักออกด้านข้างทางได้ในช่วงที่มีการเสียหลักบริเวณคอสะพาน

จากผลการศึกษารูปแบบรอยต่อที่ใช้จะมีรูปแบบที่เหมือนกัน ไม่ว่าจะเป็นการต่อระหว่างราวกันอันตรายกับราวสะพานประเภทใดๆ โดยในกรณีที่เป็นราวสะพานที่เป็นราวเหล็ก หรือ มีทางเท้าอยู่ด้านหน้าราวสะพาน จะต้องทำการก่อสร้าง Approach Barrier

บริเวณปลายสะพานสำหรับการติดตั้งรอยต่อระหว่าง
ราวกันอันตรายกับราวสะพานเพื่อทำการถ่ายแรง

เนื่องจากรอยต่อที่ได้ออกแบบในการศึกษา ได้
พิจารณาโดยใช้วัสดุต่างๆ ตามวัสดุเดิมของราวกัน
อันตรายที่มีการใช้อยู่ในประเทศไทย ซึ่งถ้าจะมีการนำ
รอยต่อดังกล่าวไปติดตั้งจะต้องทำการปรับปรุงราวกัน
อันตรายเดิมเพียงเล็กน้อย โดยจะมีแผ่นรอยต่อเพิ่มเข้า
มาและจะต้องมีการบากบริเวณราวสะพาน เพื่อให้แผ่น
เหล็กบริเวณรอยต่อสามารถทาบได้อย่างสนิท

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณเงิน
รายได้ คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พ.ศ. 2551

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Bligh, R.P. 2006. Transition from Guardrail to Concrete
Bridge Rail for Low-Speed Roadways, Transportation
Research Record, 1904, 20-25.
- [2] Standard Drawings for Highway Construction. 1994.
Department of Highways, Thailand.
- [3] Roadside Design Guide. 2000. AASHTO, Washington,
USA.
- [4] วินิต ช่อวิเชียร. การออกแบบโครงสร้างเหล็ก. พิมพ์ครั้งที่
1, กรุงเทพมหานคร : ป. สัมพันธ์พาณิชย์, 2539.

การผลิตแผ่นฝ้าเพดานภายในอาคารที่ทำจากหญ้าแฝก

The production process of in house ceiling made from vetiver grass

สยาม แกมขุนทด

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

sayamk@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

ในการศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากรรมวิธีในการผลิตแผ่นฝ้าเพดานภายในอาคารที่ทำจากหญ้าแฝก และทำการทดสอบคุณสมบัติตามขั้นตอนมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ (มอก.876-2547) ได้แก่ การทดสอบหาค่าความชื้น, การดูดซึมน้ำ, การพองตัวเมื่อแช่น้ำ, ความหนาแน่น, ค่าแรงยึดเหนี่ยวภายในหรือแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า, ค่าความต้านทานแรงดึงและโมดูลัสยืดหยุ่น จากการทดลองขึ้นรูปแผ่นฝ้าเพดาน พบว่า ขนาดความยาวของหญ้าแฝกยาวที่เหมาะสมที่ใช้ในการอัดแผ่นได้ดีที่สุด คือ ยาวไม่เกิน 10 เซนติเมตรโดยประมาณ สัดส่วนที่เหมาะสมได้แก่ หญ้าแฝก 90% กาวยูเรียฟอรัลดีไฮด์ 10% อุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้ในการอัดอยู่ที่ 120 องศาเซลเซียส ความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอัดแผ่นเท่ากับ 0.80 กรัม/ลบ.ซม. แรงอัดที่เหมาะสมอยู่ที่ 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ระยะเวลาที่ใช้ในการอัดที่เหมาะสมอยู่ที่ 5 - 6 นาที และผลจากการทดสอบคุณสมบัติ ได้ค่าความชื้น 7.71% ค่าการพองตัว 15.37% ค่าการดูดซึมน้ำ 14.25% ค่าความหนาแน่น 0.821 กรัม/ลบ.ซม. ค่าแรงยึดเหนี่ยวภายในหรือค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า 0.59 เมกกะปาสกาล ค่าความต้านทานแรงดึงของแผ่นทดสอบ 22.61 เมกกะปาสกาล และค่าโมดูลัสยืดหยุ่น 2,212 เมกกะปาสกาล

คำสำคัญ: แผ่นฝ้าเพดาน, หญ้าแฝก, แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ

Abstract

This paper aims to study production process of in house ceiling made from vetiver grass. The engineering properties were tested according to Thai Industrial Standard of smooth plywood (TIS 876-2547) namely: moisture content, water absorption, swelling, density, internal adhesion or vertical tension test, bending test and elastic modulus. To form the ceiling, it was found that the suitable length of vetiver grass was 10 cm. with proportion of vetiver grass to urea formaldehyde glue of 90:10. The temperature used to press the specimen is 120^oc with density

and pressure of 0.80 gm./cm³ and 150 psi, respectively and The specimen was pressed for 5 to 6 minutes. The tested results revealed that moisture content, water absorption, swelling, density, internal adhesion or vertical tension test, bending test and elastic modulus was 7.71%15.3% 14.25% 0.821 gm/cm³ 0.59 Mpa 22.61 Mpa 2212 Mpa, respectively.

Keywords : house ceiling, vetiver grass, smooth plywood

1. บทนำ

ในปัจจุบันมนุษย์มีความต้องการที่จะใช้ไม้แผ่นไปผลิตเป็นแผ่นเฟอร์นิเจอร์และอื่นๆ มีจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ โดยในปี พ.ศ. 2547 ที่ผ่านมาประเทศไทยต้องนำเข้าไม้จากต่างประเทศถึงปีละกว่า 5 หมื่นล้านบาท (องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้, 2547) อีกทั้งพรพิมล และคณะ (2545:73) ได้คาดคะเน อัตราความต้องการแผ่นปาร์ติเคิลบอร์ด ในปี พ.ศ. 2560 จะมีความต้องการแผ่นปาร์ติเคิลบอร์ด 1.93 ล้านลูกบาศก์เมตร เห็นได้ว่า อัตราความต้องการยังมีสูงมาก และในปัจจุบันเทคโนโลยีทางการใช้ประโยชน์จากเศษไม้ และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่นๆ เพื่อผลิตเป็นอุตสาหกรรมมีความเจริญก้าวหน้าสูง สามารถใช้เศษไม้ และวัสดุเส้นใยจากพืชเกษตรมาย่อยละเอียดแล้วอัดเป็นแผ่นประกอบเพื่อนำมาทดแทนการใช้ไม้ธรรมชาติ (Wood-based panels) การผลิตวัสดุแผ่นประกอบจากเศษวัสดุต่างๆ เช่น ป่าน ปอ วัชพืช หญ้า ชานอ้อย เป็นต้น กรรมวิธีการดังกล่าวใช้กระบวนการอัดขึ้นรูปพร้อมด้วยไฮดรอลิก เช่นเดียวกับการผลิต ปาร์ติเคิลบอร์ด (วรธรรม และคณะ 2547) หญ้าแฝกเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจ เพราะหญ้าแฝกมีรากยาว ประมาณ 3 เมตรเศษ สามารถที่จะยึดเกาะดินไม่ให้เกิดการพังทลายได้ ส่วนที่ปลายรากยังมีสารไนเตรทที่สร้างสารอาหารในดินและสร้างความชุ่มชื้นให้แก่ดิน นอกจากนี้หญ้าแฝกยังมีคุณสมบัติที่ป้องกัน มอด มด

ปลวกและแมลงต่างๆได้ แต่เมื่อปลูกไปในระยะ 4-6 เดือน หญ้าแฝกจะขึ้นรกรงซึ่งอาจก่อให้เกิดแหล่งเพาะเชื้อโรคได้ ทำให้หน่วยงานของรัฐต้องเสียงบประมาณในแต่ละปีเป็นจำนวนมากในการตัดฟันและเผาทำลายทุกๆ 4-6 เดือนซึ่งถ้าหากสามารถนำเอาหญ้าแฝกที่นำไปเผาทำลาย มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เพดานภายในอาคารได้ก็จะก่อให้เกิดประโยชน์หรือสร้างมูลค่าให้กับวัสดุที่เหลือทิ้งดังกล่าวได้ ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะนำเอาหญ้าแฝกมาพัฒนาโดยผ่านกระบวนการต่างๆ จนกลายเป็นแผ่นฝ้าเพดานภายในอาคาร

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 2.1 เพื่อศึกษากกรรมวิธีในการผลิตแผ่นฝ้าเพดานภายในอาคารที่ทำจากหญ้าแฝก
- 2.2 เพื่อผลิตแผ่นฝ้าเพดานภายในอาคารที่ทำจากหญ้าแฝก
- 2.3 เพื่อทดสอบคุณสมบัติ แผ่นฝ้าเพดานภายในอาคารที่ทำจากหญ้าแฝกตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547)

3. วิธีดำเนินการขึ้นรูปแผ่นฝ้าเพดาน

1. ตัดหญ้าแฝกจากแหล่งปลูกไปตากแดดเพื่อลดปริมาณความชื้น



ภาพที่ 1 : การตากหญ้าแฝก

2. การนำเอาหญ้าแฝกเข้าเครื่อง ตอกทูปและตีสับ เพื่อลดขนาด และให้ได้ขนาดที่เหมาะสมในการอัด คือ ความยาวไม่เกิน 10 เซนติเมตร



ภาพที่ 2 : การใช้เครื่องตอกทูปเพื่อลดขนาดหญ้าแฝก

3. การนำเอาหญ้าแฝกเข้าเครื่องร่อนเอาฝุ่นละออง ออกและ เพื่อคัดแยกขนาดวัสดุเพื่อสะดวกในการคลุก ผสม



ภาพที่ 3 : การใช้เครื่องร่อนเพื่อเอาฝุ่นละอองออก

4. นำเอาหญ้าแฝกไปทดสอบหาความชื้น โดยสุ่ม หญ้าแฝกในปริมาณ 1- 5 กรัม เข้าเครื่องทดสอบ ความชื้น 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย โดยใช้อุปกรณ์ คือ เครื่องชั่งน้ำหนักและเคชิตเตอร์



ภาพที่ 4 : การใช้เครื่องหาความชื้นก่อนนำไปใช้

5. ถ้าความชื้นเกินต้องเข้าตู้อบร้อน เพื่อไล่ความชื้น ออกก่อนนำไปผสม (ค่าความชื้นที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 4-13%)

6. ชั่งน้ำหนักหาปริมาณของ หญ้าแฝก และกาวยูเรีย-ฟอรัมาลดีไฮด์ โดยปริมาณเริ่มต้นที่ 10%



ภาพที่ 5 : การชั่งน้ำหนักของกาวยูเรีย-ฟอรัมาลดีไฮด์

7. การคำนวณหาปริมาณของหญ้าแฝกที่ 90% ที่ใช้ในการอัดขึ้นรูปแผ่น โดยเริ่มความหนาแน่นเท่ากับ 0.80 กรัม/ลบ.ซม.

8. นำหญ้าแฝก ใส่ลงเครื่องคลุกผสม เพื่อเตรียมผสม กับกาวยูเรีย-ฟอรัมาลดีไฮด์



ภาพที่ 6 : การใช้เครื่องคลุกผสมหญ้าแฝก

9. นีดพ่นกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ในเครื่องคลุกผสม



ภาพที่ 7 : การนีดพ่นกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ในเครื่องคลุกผสม

10. โรยหญ้าแฝก ที่ผ่านการคลุกผสม ลงในกล่องอัดด้วยแผ่นโลหะ ขนาด 400x400x10 มิลลิเมตร ที่เคลือบพาราฟินเหลว หรือน้ำมันพืชหรือแผ่นเทปล่อน

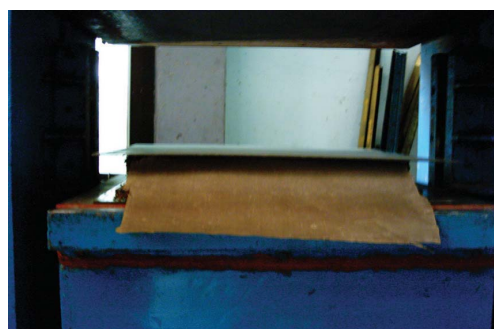


ภาพที่ 8 : การโรยหญ้าแฝกที่ผ่านการคลุกผสมลงในกล่องอัด



ภาพที่ 9 : ตัวอย่างหลักจากนำกล่องออกแล้วปูทับด้วยแผ่นเทปล่อน

11. อัดหญ้าแฝกด้วยเครื่องอัดร้อนไฮดรอลิก หาอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้ในการอัดโดยเริ่มจาก 100 องศาเซลเซียส จนได้อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 120 องศาเซลเซียส หาระยะเวลาในการอัดโดยเริ่มที่ 3 นาที ระยะเวลาในการอัดที่เหมาะสมอยู่ที่ 5-6 นาที และหาค่าความหนาแน่นในการอัดตามมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.40- 0.90 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้แรงดันในการอัดจำเพาะโดยเริ่มแรงอัดที่ 100ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ไปเรื่อยๆ จนได้แรงอัดที่เหมาะสมคือ 150ปอนด์ต่อตารางนิ้ว



ภาพที่ 10 : แสดงการอัดหญ้าแฝกด้วยเครื่องไฮดรอลิก

12. อัดเสร็จแล้ว นำแผ่นออกจากเครื่องอัด โดยมีขนาด 400x400x10 มิลลิเมตร เก็บแผ่นทิ้งไว้เพื่อปรับสภาพให้แผ่นคลายความร้อนและหดตัวประมาณ 7 วัน



ภาพที่ 11 : การพักแผ่นหญ้าแฝกเพื่อปรับสภาพเพื่อให้แผ่นคลายความร้อนและหดตัว

13. วัดขนาดความกว้าง ยาว และหนาของชิ้นงานตัดขอบข้างให้เหลือ ขนาด 350 x 350 x 10 มิลลิเมตร จำนวน 3 แผ่น เพื่อทดสอบตามมาตรฐานต่อไป



ภาพที่ 12 : แสดงแผ่นผ้าที่ทำจากหญ้าแฝกที่เสร็จสมบูรณ์พร้อมที่จะนำไปทดสอบ

4. วิธีการทดสอบ

นำแผ่นผ้าเพดานที่ได้ขึ้นรูปจำนวน 3 แผ่น แต่ละแผ่นนำไปตัดย่อยขนาด 50 x 50 มม. จำนวน 15 ชิ้น รวม 45 ชิ้น และตัดย่อยขนาด 50 x 200 มม. จำนวน 3 ชิ้น รวม 9 ชิ้น แล้วทำการทดสอบคุณสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) แบ่งเป็น 6 การทดสอบได้ดังนี้

1. ทดสอบหาค่าความชื้น (Water Content) ขนาด

50 x 50 มม. จำนวน 9 ชิ้น โดยอบที่อุณหภูมิ $(103 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ จนได้มวลคงที่

2. ทดสอบความหนาแน่น (Density) ขนาด 50 x 50 มม. จำนวน 9 ชิ้น โดยการชั่งน้ำหนักและวัดขนาดหาปริมาตรของชิ้นทดสอบ

3. ทดสอบหาค่าการดูดซึมเมื่อแช่น้ำ (Water Absorption) ขนาด 50 x 50 มม. จำนวน 9 ชิ้น โดยการนำชิ้นทดสอบมาชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปแช่ในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ โดยตั้งชิ้นทดสอบให้ได้ฉากกับระดับผิวน้ำ ให้ขอบบนอยู่ใต้ระดับผิวน้ำ ประมาณ 25 มม. แล้วทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง แล้วจึงนำชิ้นทดสอบมาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง

4. ทดสอบการพองตัว เมื่อแช่น้ำ (Thickness Swelling) ขนาด 50 x 50 มม. จำนวน 9 ชิ้น โดยการนำชิ้นทดสอบมาวัดความหนา แล้วนำไปแช่ในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ โดยตั้งชิ้นทดสอบให้ได้ฉากกับระดับผิวน้ำ ให้ขอบบนอยู่ใต้ระดับผิวน้ำ ประมาณ 25 มม. โดยทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง แล้วนำชิ้นทดสอบมาวัดความหนาตามตำแหน่งเดิม

5. การทดสอบหาค่าแรงยึดเหนี่ยวภายใน (Internal Bond) ขนาด 50 x 50 มม. จำนวน 9 ชิ้น โดยการติดผิวน้ำทั้งสองของชิ้นทดสอบกับแผ่นดิ่ง โดยใช้กาวสังเคราะห์ที่ให้แรงยึดระหว่างชิ้นทดสอบกับแผ่นดิ่งได้มากกว่าแรงยึดในชิ้นทดสอบ แล้วนำชิ้นทดสอบไปเข้าเครื่องดึง ดึงให้ชิ้นทดสอบแยกออกจากกันซึ่งปกติจะแยกในชั้นไส้ อัตราการเพิ่มแรงดึงต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกดจนกระทั่งชิ้นทดสอบหักต้องไม่น้อยกว่า 30 วินาที แต่ไม่เกิน 90 วินาที (ความเร็วในการดึงประมาณ 2 มม./นาที)



ภาพที่ 13 : ตัวอย่างก่อนทำการทดสอบหาค่าแรงยึดเหนี่ยวภายใน

6. การทดสอบหาค่าความต้านทานแรงดัด (Bending Streng) และมอดุลัส ยึดหยุ่น ขนาด 50 x 200 มม. จำนวน 9 ชิ้น โดยวางขึ้นทดสอบบนแท่งรองรับซึ่งมีระยะห่างกัน 15 เท่าของความหนาของขึ้นทดสอบ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 150 มม. โดยให้ปลายขึ้นทดสอบยื่นออกไปจากจุดที่รองรับข้างละประมาณ 25 มม. แล้วใช้แรงกดลงที่จุดกึ่งกลางของขึ้นทดสอบ โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกด จนกระทั่งขึ้นทดสอบหักต้องไม่น้อยกว่า 30 วินาที แต่ไม่เกิน 90 วินาที (ความเร็วในการดัดประมาณ 10 มม./นาที่)

5. ผลการทดสอบ

5.1 ผลการทดลอง การขึ้นรูปแผ่นฝ้าเพดาน

1) การหาขนาดของวัสดุที่เหมาะสมในการอัดแผ่น จากการทดลองพบว่า ขนาดที่เหมาะสมที่ใช้ในการอัดแผ่นได้ดีที่สุด คือ ขนาดของหญ้าแฝกยาวไม่เกิน 10 ซม. โดยประมาณ ถ้าขนาดของหญ้าแฝกยาวเกิน 10 ซม. พบว่า วัสดุเกิดการกระจายตัวไม่ดีเท่าที่ควร มีการกระจุกตัวอยู่บริเวณจุดใดจุดหนึ่งของแผ่น ทำให้บริเวณที่มีการกระจุกตัวมากเกิดอาการบวม นูน หรือมีลักษณะโป่ง พองผิวไม่เรียบ

2) อุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้ในการอัดร้อน

ในการทดลองอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้ในการอัดร้อน โดยเริ่มที่ 100 องศาเซลเซียสไปเรื่อยๆจนกว่าจะได้อุณหภูมิที่เหมาะสม จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้ในการอัดร้อนอยู่ที่ 120 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิที่ 100-118 องศาเซลเซียส พบว่า แผ่นที่อัดมีลักษณะไม่เรียบ มีการหลุดล่อนของวัสดุ คือ หญ้าแฝก ผิวหยาบไม่เรียบ และที่ 125-140 องศาเซลเซียส พบว่าแผ่นมีลักษณะบิดงอ สีคล้ำ ไหม้ เนื่องจากให้ความร้อนสูงเกินไป

3) ระยะเวลาที่ใช้ในการอัด

การหาระยะเวลาในการอัดโดยเริ่มที่ 5 นาทีและเพิ่มเวลาไปเรื่อยๆ จนแผ่นไหม้ เพื่อหาระยะเวลาในการอัดร้อนที่เหมาะสม โดยระยะเวลาที่ใช้ในการอัดที่เหมาะสมจากการทดลอง อยู่ที่ 5-6 นาที เมื่อทดสอบต่ำกว่า 5 นาที พบว่าแผ่นไม่เรียบมีการขยายตัวออก และเมื่อทดสอบสูงกว่า 6 นาที ปรากฏว่าแผ่นมีรอยไหม้และบิดงอ

4) ความหนาแน่นที่เหมาะสมที่ใช้ในอัตราส่วนผสมของวัสดุ

การหาความหนาแน่นที่เหมาะสม โดยเริ่มที่ 0.80 กรัม/ลบ.ซม. และเพิ่มความหนาแน่นไปเรื่อยๆ จนผิวของแผ่นบวม นูน ไม่เรียบ จากการทดลองพบว่า ความหนาแน่นที่เหมาะสมที่ใช้ในการอัดส่วนผสมของวัสดุจะอยู่ที่ 0.80 กรัม/ลบ.ซม. ซึ่งจากการทดลองโดยใช้ความหนาแน่นที่ 0.70-0.78 พบว่า แผ่นผนังจะไม่เรียบและลึบเป็นบางส่วน ผิวจะอ่อนนุ่ม ไม่แข็งตัว และการทดลองโดยใช้ความหนาแน่นที่ 0.85-0.90 พบว่า แผ่นมีลักษณะแบน แข็ง กรอบ แต่จะขยายออกด้านข้างและโก่งงอ

5) ขนาดของแผ่นทดสอบ

แผ่นที่ทดสอบที่อัดขึ้นรูปจะมีขนาด 400x400x10 มิลลิเมตร ทิ้งไว้เพื่อปรับสภาพ 7 วัน แล้วตัดขอบข้างจนเหลือขนาด 350x350x10 มิลลิเมตร จากนั้นก็ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ เพื่อทำการทดสอบ

6) ปริมาณความชื้นของวัสดุก่อนอัดแผ่น

การหาปริมาณความชื้นของวัสดุก่อนอัด ได้แก่ การสุ่มตรวจวัสดุ 3 ครั้ง ซึ่งปริมาณที่ใช้ในแต่ละครั้งประมาณ 1-5 กรัม โดยเข้าเครื่องทดสอบความชื้นแล้วหาค่าเฉลี่ย ได้ค่าความชื้น 8.93%

7) ปริมาณกาว ที่ใช้ในการผสมกับหย้าแฝก

ปริมาณกาวที่เหมาะสม จะอยู่ที่ประมาณ 10-13 % ในที่นี้ใช้กาวในปริมาณ 10 % (ใช้เกณฑ์การทดสอบของ วรรณม อุณจิตติชัย, 2543 : 87-105) หากใช้น้อยเกินไป กาวจะยึดเกาะกับวัสดุน้อย เมื่ออัดออกมาแล้วจะทำให้วัสดุหลุดลุ่ย ไม่ยึดเกาะเป็นแผ่น ในกรณีที่ใช้กาวมากเกินไป จะทำให้แผ่นที่อัดเหนียว และอ่อนไม่แข็งแรง

8) แรงดันหรือแรงอัดที่ใช้ในการอัดแผ่น

การหาแรงดันที่ใช้ในการอัดที่เหมาะสมที่สุด โดยเริ่มที่ 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้วไปเรื่อยๆ จนวัสดุเบียดออกทางด้านข้างของแผ่นเกิดการโป่งนูนเนื่องจากแรงดันที่กดทับ ซึ่งแรงดันที่ใช้ในการอัดแผ่นผนังที่เหมาะสมที่สุดจะอยู่ที่ 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จากการทดลองโดยใช้แรงดันที่ 120-145 ปอนด์ต่อตารางนิ้วระหว่างที่ทำการปรับสภาพของแผ่นทดสอบ 7 วัน พบว่า ความหนาของแผ่นจะขยายตัวหรือพองตัว และจากการทดลองใช้แรงดันที่ 155-160 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ระหว่างที่ทำการปรับสภาพของแผ่นทดสอบ 7 วัน พบว่า ผิวจะแข็ง วัสดุจะเบียดออกทางด้านข้าง และเกิดการบิดงอ

5.2 ผลการทดสอบตามมาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ (มอก.876-2547) ดังตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2

ตารางที่ 1 : ผลการทดสอบค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำ, ค่าการดูดซึมและค่าปริมาณความชื้น

แผ่นที่ทดสอบ	ค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำ (%)	ค่าการดูดซึมเมื่อแช่น้ำ (%)	ปริมาณความชื้น (%)
	แช่น้ำที่ 2 ชม.(%)	แช่น้ำที่ 2 ชม.(%)	
1	15.28	14.33	8.35
2	14.49	13.88	7.37
3	16.34	14.54	7.40
ค่าเฉลี่ย	15.37	14.25	7.71
ค่ามาตรฐานอุตสาหกรรม	ไม่เกิน 12%	ไม่ได้กำหนด	4 -13%

ตารางที่ 2 : ผลการทดสอบค่าความต้านทานแรงดัด, ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น, ค่าแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าและค่าความหนาแน่น

แผ่นที่ทดสอบ	ค่าความต้านทานแรงดัด (MPa)	ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (MPa)	ค่าแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (MPa)	ค่าความหนาแน่น (gm/cm ³)
1	23.50	2130	0.51	0.788
2	20.81	2060	0.58	0.838
3	23.52	2175	0.67	0.837
ค่าเฉลี่ย	22.61	2122	0.59	0.821
ค่ามาตรฐานอุตสาหกรรม	ไม่น้อยกว่า 14 Mpa	ไม่น้อยกว่า 1800 Mpa	ไม่น้อยกว่า 0.4 Mpa	0.40-0.90 กรัม/ลบ.ซม.

6. สรุปผล

จากผลการขึ้นรูปแผ่นฝ้าเพดาน พบว่า ขนาดความยาวของการย้อยหย้าแฝกไม่ควรเกิน 10 เซนติเมตร โดยประมาณ อัตราส่วนผสมที่เหมาะสม คือหย้าแฝก 90% กาวยูเรียฟอรัมาลดีไฮด์ 10 % อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอัดอยู่ที่ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้ใน

การอัดที่เหมาะสมอยู่ที่ 5-6 นาที ความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอัดแผ่น 0.80 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาณความชื้นของแผ่นหญ้าแฝกก่อนอัดเฉลี่ยอยู่ที่ 8.93% และแรงดันที่ใช้ในการอัดแผ่นที่เหมาะสมอยู่ที่ 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และเมื่อนำแผ่นฝ้าเพดานไปทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ (มอก.876-2547) แล้ว พบว่า ค่าปริมาณความชื้น ค่าความต้านทานแรงคด ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น ค่าแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าและค่าความหนาแน่น ได้ค่าที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำเพียงค่าเดียวที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

ผลการวิจัย แสดงให้เห็นว่า แผ่นฝ้าเพดานที่ผลิตขึ้นยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานในเรื่องของการพองตัว เมื่อวัสดุมีการโดนน้ำหรือเกิดความชื้นแล้วจะทำให้วัสดุมีการพองตัวเกิดขึ้น ฉะนั้นการที่จะนำแผ่นฝ้าเพดานไปใช้งานจากการวิจัยในครั้งนี้ควรที่จะใช้แผ่นฝ้าภายในอาคารเท่านั้น ไม่ควรที่จะนำไปใช้ภายนอกอาคาร อาจจะทำให้วัสดุเกิดการพองตัวหรือบวมเมื่อได้รับความชื้น ซึ่งในอนาคตหากจะนำไปใช้ในภายนอกอาคารจึงควรวิจัยในเรื่องของค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำเสียก่อน โดยอาจจะปรับในเรื่องของการขึ้นรูปใหม่ โดยควบคุมปัจจัยที่อาจจะส่งผลในด้านของการพองตัวที่เกิดขึ้นจากความชื้น เช่น อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของหญ้าแฝกกับกาวยูเรียฟอรัมาลดีไฮด์ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอัด ระยะเวลาที่ใช้ในการอัด ความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอัดแผ่น ปริมาณความชื้นของแผ่นหญ้าแฝกก่อนอัด หรือแรงดันที่ใช้ในการอัดแผ่น เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาที่ดิน. หญ้าแฝก (Vetiveria zizanioides Nash.). กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ : 2535, 61 หน้า.

- [2] พรพิมล อมรโชติ และคณะ. การพัฒนาใช้ประโยชน์ไม้สักขนาดเล็กจากสวนป่ามาใช้ประโยชน์เพื่อผลิตเป็นแผ่นวัสดุทดแทนไม้. อ้างในการประชุมการป่าไม้ ประจำปี 2545 ด้านวัสดุทดแทนไม้. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ : 2545
- [3] วรธรรม อุ่นจิตติชัย และคณะ. โครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นประกอบหญ้าแฝกกันปลวกภายใต้โครงการวิจัยและพัฒนาปฏิสัมพันธ์ของหญ้าแฝกกับปลวกเพื่อสนองพระราชดำริพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว : 2547
- [4] สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ (มอก. 876-2547)

โครงถักเหล็กสามมิติจากเศษเหล็กข่อยเพื่อใช้เป็นคานถ่ายแรง ในการทดสอบโครงสร้าง

Built-up 3D trusses from scrap deformed bars used as transfer beams in structural testing

ชำนาญ ควงจรัส¹ และ ศักดา กตเวทวรกิจ²

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: ¹ cdr@kmutnb.ac.th , ² skg@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

คานถ่ายแรงตามมาตรฐานวิธีการทดสอบโครงสร้างต่าง ๆ เช่น การทดสอบความแข็งแรงแรงดัดของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM โดยทั่วไปแล้วผลิตจากเหล็กรูปพรรณ Wide flange ซึ่งมีน้ำหนักมากและราคาแพง ขณะที่เศษเหล็กข่อยจากการทดสอบการรับแรงดึงจำนวนมากยังสามารถรับแรงได้แม้ตอนที่ถูกดึงจนยืดตัวเกินจุดคราก จึงนำเศษเหล็กข่อยนี้มาประดิษฐ์เป็นโครงถักสามมิติขึ้นเพื่อใช้ทดแทนคานที่ผลิตจากเหล็ก Wide flange จากการวิเคราะห์และทดสอบโครงถักสามมิติที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้พบว่า สามารถถ่ายแรงได้ตามที่ต้องการ โดยโครงถักมีการแอ่นตัวอยู่ในเกณฑ์กำหนด ($L/600$) จึงสามารถนำโครงถักนี้ไปใช้ในการถ่ายแรงเพื่อทดสอบโครงสร้างอื่น ตามมาตรฐานการทดสอบนั้น

คำสำคัญ: ความแข็งแรงแรงดัด โครงถัก เศษเหล็ก

Abstract

The transfer beam used in the structural testing standard method, e.g. Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete, generally is produced from wide flange steel shapes which are heavy and expensive. The tensile test for deformed bar gives a lot of scrap which some of its still can be used even pulled beyond yield point. This scrap will be reused as the members of 3D trusses, which will be replaced the wide flange beam in some testing method. The 3D trusses were tested and found that they could transfer load and complied with the

deflection requirement (less than $L/600$). These 3D trusses can be used as the transfer beams in the structural testing standard method.

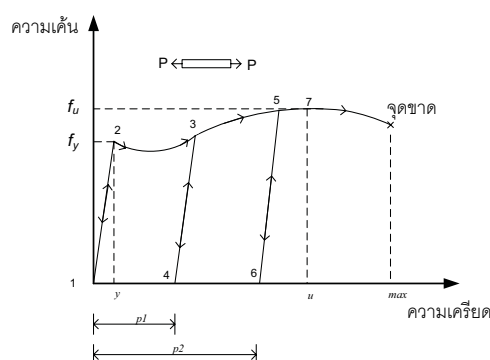
Keywords: Flexural Strength, Truss, Scrap

1. บทนำ

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ให้บริการทดสอบแรงดึงเหล็กเส้นแก่บุคคลและหน่วยงานภายนอกจำนวนมาก เหล็กเส้นที่ถูกนำมาทดสอบมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางทุกขนาดตั้งแต่ 6 มิลลิเมตร ถึง 40 มิลลิเมตร โดยเป็นเหล็กทุกชั้นคุณภาพ คือ SR24, SD30, SD40 และ SD50 เหล็กเส้นที่ถูกดึงจนขาดเหล่านี้มีความยาวประมาณ 30 ถึง 50 เซนติเมตร ซึ่งไม่ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น แต่ถูกกำจัดและจำหน่ายเป็นเศษเหล็ก

อย่างไรก็ตามจากคุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าทั่วไปดังแสดงในภาพที่ 1 เมื่อเหล็กถูกดึงจนถึงจุดครากที่จุด 2 เหล็กจะยืดตัวออกโดยไม่สามารถรับแรงดึงได้เพิ่มขึ้น จนกระทั่งเกิด สภาพ Strain Hardening ที่จุดที่ 3 เหล็กจะรับแรงดึงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จนถึงจุด 7 เหล็กจะรับแรงดึงได้สูงสุด หลังจากนั้นเหล็กจะยืดตัวและหน้าตัดเกิดการคอดก้วยจนขาดในที่สุด ช่วงระหว่างก่อนจุดครากเมื่อลดแรงดึงเหล็กจะคืนตัวโดยไม่เกิดการยืดตัวถาวร แต่ภายหลังการครากแล้วเมื่อลดแรงดึงจนหมด เหล็กจะคืนตัวบางส่วนและเกิดการยืดตัวถาวร (ϵ_p) โดยขนาดการยืดตัวถาวรขึ้นอยู่กับจุดที่เริ่มลดแรงดึง ดังแสดงในภาพที่ 1 เมื่อมีการเพิ่มแรงดึงขึ้นอีกภายหลังการคราก เส้นความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด (3-4, 5-6) โดยประมาณจะขนานกับเส้นความสัมพันธ์ก่อนการคราก (1-2) ทั้งนี้บริเวณใกล้กับจุดที่ 4 และจุดที่ 6 จะได้รับผลกระทบจากการยืดตัว

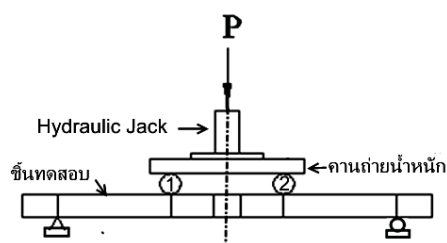
พลาสติก (Plastic Deformation) ซึ่งทำให้ค่ากำลังครากด้านแรงดึง (Tensile yield Strength) เพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Bauschinger effect และเหล็กยังสามารถรับแรงดึงได้อย่างปกติ จากคุณสมบัติทางกลนี้ จะเห็นว่า เมื่อเหล็กเส้นถูกดึงในการทดสอบจนขาดนั้น บริเวณที่ใกล้กับตำแหน่งที่ขาดจะมีบางส่วนเกิดการยืดตัวถาวร และบริเวณที่ห่างออกไปบางส่วนอาจยังมีสภาพยืดหยุ่น แต่ไม่ว่ากรณีใด ๆ เหล็กเส้นเหล่านี้ยังสามารถรับแรงดึงได้อย่างน้อยที่สุดเท่ากับจุดคราก ดังนั้นโดยทั่วไปเศษเหล็กที่ได้จากการทดสอบแรงดึงจึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกตามสมควร



ภาพที่ 1: กราฟความสัมพันธ์ความเค้น-ความเครียดของเหล็กกล้าทั่วไป

ขณะที่ในการทดสอบทางโครงสร้างโดยทั่วไปซึ่งใช้คานถ่วงน้ำหนักระหว่าง Hydraulic Jack กับโครงสร้างที่ทดสอบดังตัวอย่างการติดตั้งการทดสอบที่แสดงในภาพที่ 2 เช่น การทดสอบหาค่ามอดูลัสของการแตกหักของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C78-08 [1] คานถ่วงน้ำหนักจะถ่ายเทแรงจาก Hydraulic Jack สู่ชิ้นทดสอบ

ที่ตำแหน่ง 1 และ 2 ดังนั้นโดยลักษณะการใช้งาน คานดังกล่าวจะต้องมีขนาดหน้าตัดไม่เล็กมาก ไม่ยาวเกินไป และต้องมีความแข็งแรงกว่าชิ้นงานที่จะทดสอบ และจะดีที่สุดเมื่อคานมีคุณสมบัติเสมือนเป็นคานแข็งเกร็ง (Rigid beam) ในห้องทดลองทั่วไปคานดังกล่าวถูกประดิษฐ์ขึ้นจากเหล็กรูปพรรณ เช่น การใช้เหล็ก Wide Flange และเสริมให้แข็งแรงด้วยเหล็กแผ่น เป็นต้น ซึ่งคานลักษณะดังกล่าวโดยทั่วไปจะมีน้ำหนักมาก และราคาแพง



ภาพที่ 2: การติดตั้งการทดสอบการค้ำของคาน
โดยทั่วไป

2. วัตถุประสงค์

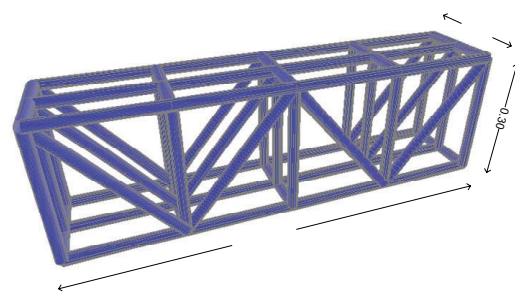
ผลงานวิจัยนี้นำเสนอการวิเคราะห์และออกแบบโครงถักสามมิติจากเศษวัสดุเหล็กเส้นเพื่อใช้เป็นคานถ่ายเทแรง และเสนอผลทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกของโครงถักสามมิติที่ประดิษฐ์ขึ้น

3. โครงถักสามมิติ

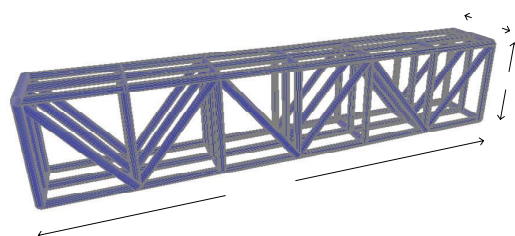
3.1 ขนาดของโครงถักสามมิติ

โครงถักสามมิติต้องมีขนาดความยาวและความลึกไม่มากเพื่อให้สามารถเคลื่อนย้ายด้วยกำลังคนได้ง่าย ในขณะเดียวกันจะต้องแข็งแรงและรับน้ำหนักที่กึ่งกลางช่วงเมื่อทำหน้าที่ถ่ายเทแรงได้ไม่น้อยกว่า 5-6 ตันและการแอนตัวที่กึ่งกลางช่วงขณะใช้งานต้องไม่เกิน $L/500-L/600$ เมื่อ L คือความยาวระหว่างจุดถ่ายเทแรงจากเงื่อนไขการใช้งานดังกล่าวประกอบกับผลการวิเคราะห์เบื้องต้นจึงกำหนดให้โครงถักสามมิติประกอบ

ขึ้นจากเหล็กเส้น DB25 มีสัดส่วนและความยาว 1.0 เมตร และ 1.5 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 3(ก) และภาพที่ 3(ข) ตามลำดับ



(ก) โครงถักยาว 1.0 เมตร



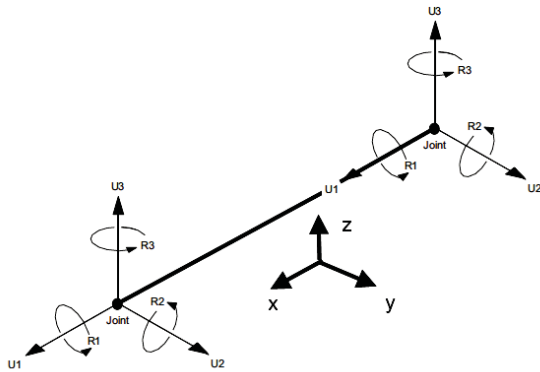
(ข) โครงถักยาว 1.5 เมตร

ภาพที่ 3 สัดส่วนของโครงถักสามมิติ

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบโครงถักเหล็กสามมิติ

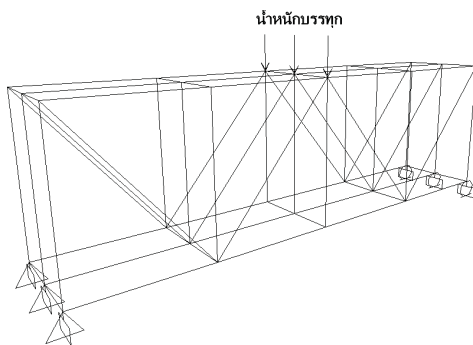
3.2.1 แบบจำลองในการวิเคราะห์โครงสร้าง

การวิเคราะห์โครงถักภายใต้สมมุติฐานการมีพฤติกรรมแบบยืดหยุ่น ด้วยโปรแกรม SAP2000 [2] โดยจำลองแต่ละองค์อาคารด้วยชิ้นส่วนแบบโครงข้อแข็ง (Frame Element) ซึ่งมี 6 ตัวแปรอิสระ (Degree of Freedom-DOF) ที่แต่ละปลายขององค์อาคาร คือการเคลื่อนที่ในทิศทางทั้งสามแกนและการหมุนรอบแกนทั้งสามดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ชิ้นส่วนแบบโครงข้อแข็ง 6DOF ที่แต่ละปลาย

แต่ละองค์อาคารต่อกันแบบยึดหมุน โดยพิกัดขององค์อาคารเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อ 3.1 และรูปร่างหน้าตัดกลมตันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ที่ปลายทั้งสองข้างของโครงถักรองรับด้วยฐานรองรับประเภท Hinge และ Roller โดยน้ำหนักบรรทุกกระทำที่กึ่งกลางช่วง ดังแสดงในภาพที่ 5

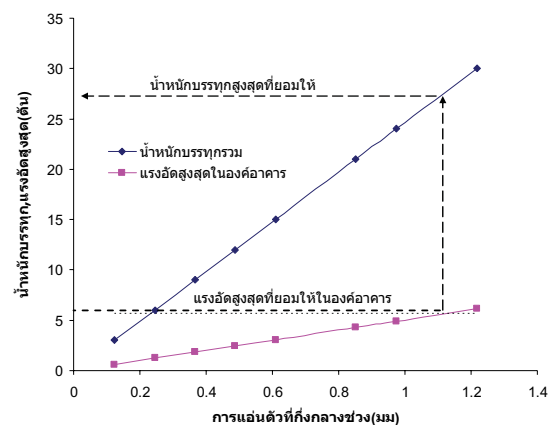


ภาพที่ 5 แบบจำลองในการวิเคราะห์โครงถักสามมิติ ช่วงยาว 1.0 ม.

3.2.2 ผลการวิเคราะห์โครงถัก

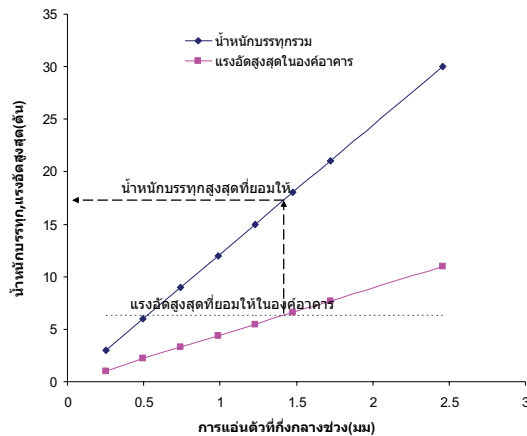
ผลวิเคราะห์โครงถักที่น้ำหนักบรรทุกทุกขนาดต่าง ๆ พบว่าในโครงถักช่วงยาว 1.0 เมตร แรงอัดสูงสุดเกิดขึ้นที่ชิ้นส่วนเอียง (Diagonal Chord) บริเวณกึ่งกลางช่วงซึ่งมีความยาวขององค์อาคารเท่ากับ 0.39 เมตร ส่วนโครงถักช่วงยาว 1.5 เมตร แรงอัดสูงสุดเกิดขึ้นที่ชิ้นส่วน

แนวนอนด้านบน (Top Chord) บริเวณกึ่งกลางช่วงซึ่งมีความยาวขององค์อาคารเท่ากับ 0.25 เมตร เมื่อทำการตรวจสอบขนาดขององค์อาคารดังกล่าว ด้วยวิธีออกแบบโครงสร้างเหล็กรูปพรรณวิธีหน่วยแรงใช้งานตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) [3] พบว่าชิ้นส่วนดังกล่าวสามารถรับแรงอัดได้สูงสุด 5.7 ตัน และ 6.3 ตัน ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการแอ่นตัวที่กึ่งกลางช่วงต่อน้ำหนักบรรทุกสูงสุด และแรงอัดในองค์อาคารสูงสุดของโครงถักทั้งสองช่วงความยาวแสดงในภาพที่ 6 และภาพที่ 7 ซึ่งจากข้อมูลการวิเคราะห์ และตรวจสอบตามมาตรฐาน วสท. ดังกล่าว สามารถเห็นได้ว่าโครงถักสามารถรับแรงกระทำที่กึ่งกลางช่วงได้สูงสุดประมาณ 27.6 ตัน สำหรับโครงถักช่วงยาว 1.0 เมตร และ 17.5 ตัน สำหรับช่วงยาว 1.5 เมตร โดยหน่วยแรงสูงสุดที่เกิดขึ้นในชิ้นส่วนดังกล่าวไม่เกินค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ ขณะที่การแอ่นตัวที่เกิดขึ้น ณ กึ่งกลางช่วงประมาณ 1.1 มิลลิเมตร และ 1.4 มิลลิเมตร สำหรับช่วงยาว 1.0 เมตรและ 1.5 เมตร ตามลำดับ



ภาพที่ 6 กราฟความสัมพันธ์น้ำหนักบรรทุกสูงสุด

แรงอัดสูงสุดและการแอ่นตัวที่กึ่งกลางช่วงของโครงถักช่วงยาว 1.0 เมตร



ภาพที่ 7 กราฟความสัมพันธ์น้ำหนักบรรทุกสูงสุด

แรงอัดสูงสุดและการแอนตัวที่กึ่งกลางช่วงของ
โครงถักช่วงยาว 1.5 เมตร

3.3 ขั้นตอนการประดิษฐ์โครงถักจากเหล็กข้ออ้อย

ขั้นตอนการประดิษฐ์โครงถักเหล็กสามมิติแสดงใน
ภาพที่ 8 คือ ก) เลือกชิ้นเสกเหล็ก DB25 ที่ไม่เป็นสนิม
ข) ตัดเหล็กตามความยาวที่ต้องการ ค) และ ง) เชื่อม
เหล็กแต่ละชิ้นขึ้นรูปเป็นโครงถัก จ) เชื่อมเหล็กแผ่น
หนา 6 มิลลิเมตร ที่ตำแหน่งปลายและกึ่งกลางช่วงเพื่อ
ความสะดวกต่อการใช้งาน



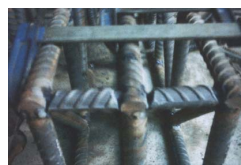
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

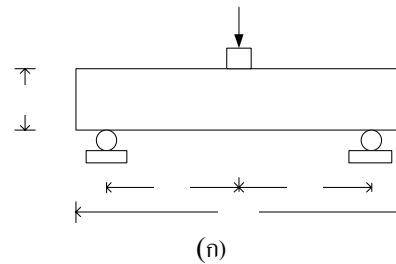


(จ)

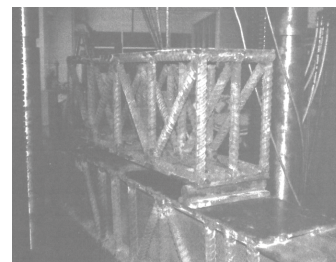
ภาพที่ 8 ขั้นตอนการประดิษฐ์โครงถักจาก (ก) ถึง (จ)

4. ผลทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกของโครงเหล็ก

เพื่อเป็นการตรวจสอบการรับน้ำหนักได้จริงของ
โครงถักที่ประดิษฐ์ขึ้น จึงทดสอบการรับน้ำหนักที่
กึ่งกลางช่วงด้วยเครื่อง UTM SHIMUDZU ขนาด 100
ตัน มีระยะการติดตั้งดังแสดงในภาพที่ 9



(ก)



(ข)

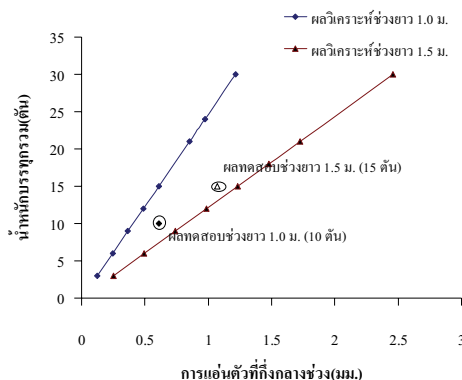
ภาพที่ 9 การติดตั้งเพื่อทดสอบโครงถัก

ช่วงยาว 1.0 เมตร

ในการทดสอบนี้ได้ทดสอบความสามารถในการรับ
แรงกระทำตามขนาดความต้องการนำโครงถักที่
ประดิษฐ์ขึ้นนี้ไปใช้งานเป็นคานถ่ายแรงในการทดสอบ
โครงสร้างอื่น ๆ เท่านั้นแม้ว่าจากผลการวิเคราะห์ได้
แสดงค่าความสามารถในการรับแรงกระทำมากกว่าที่
ต้องการในการใช้งานก็ตาม ดังนั้นสำหรับโครงถักช่วง
ยาว 1.0 เมตร จึงทดสอบการรับน้ำหนักโดยการเพิ่มแรง
กระทำจากน้อยไปมากถึงค่าแรงกระทำ 10 ตัน พบว่า
โครงถักมีการแอนตัวเพียงเล็กน้อยไม่เกินอัตราส่วน
L/600 ขณะที่โครงถักช่วงยาว 1.5 เมตร ก็ทดสอบการ
รับน้ำหนักในลักษณะเดียวกันแต่ทดสอบจนถึงค่าแรง
กระทำ 15 ตัน พบว่าโครงถักมีการแอนตัวเพียงเล็กน้อย

ไม่เกินอัตราส่วน $L/600$ เช่นเดียวกัน ผลการทดสอบเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์แสดงในภาพที่ 10 นอกจากนี้การแอ่นตัวที่เกิดขึ้นก็มีค่าลดลงเมื่อลดน้ำหนักบรรทุกลง โดยไม่เกิดการแตกหักขององค์อาคารหรือรอยเชื่อม ของทั้งสองช่วงความยาว

โครงถักทั้งสองช่วงความยาวนี้ถูกนำไปใช้งานจริงในห้องปฏิบัติการทดสอบวัสดุ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ซึ่งเป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ประโยชน์ได้ต่อไป



ภาพที่ 10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุก และการแอ่นตัวที่กึ่งกลางช่วง

5. สรุป

เศษเหล็กที่ผ่านกระบวนการทดสอบแรงดึงแล้วสามารถนำมาประดิษฐ์เป็นโครงถักเหล็ก เพื่อใช้เป็นคานถ่ายแรงในการทดสอบโครงสร้างอื่น ๆ ได้ โดยโครงถักที่ประดิษฐ์นี้สามารถรับน้ำหนักได้ตามความต้องการนำไปใช้งานได้ 10 ตันและ 15 ตัน สำหรับโครงถักช่วงยาว 1.0 เมตรและ 1.5 เมตร ตามลำดับ โดยสภาพการรับน้ำหนักขณะใช้งานของโครงถักเหล็ก มีการแอ่นตัวเล็กน้อยอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายกิตติ งามะพันธ์ และ นายกิตติศักดิ์ โสมวงศ์ ศิษย์เก่าภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ให้ความช่วยเหลือในการเตรียมข้อมูลสำหรับผลงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] American Society for Testing and Materials, "ASTM C78 - 08 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)", USA, 2008
- [2] Computers and Structures, Inc., "CSI Analysis reference manual for SAP2000®", Berkeley, California, USA, 2007
- [3] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, "มาตรฐานสำหรับอาคารเหล็กรูปพรรณ (วสท. 1015-40)", กรุงเทพมหานคร, 2540

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่านในดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์

INFLUENCING FACTORS OF PERMEABILITY ON FINE GRAINED SOIL ADMIXED WITH CEMENT

ธนภรณ์ ทิพย์มนตรี¹ พานิช วุฒิพุกษ์² และ ชัยรัตน์ ชีระวัฒนสุข³

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: ¹cafair_@hotmail.com , ²pnv@kmitnb.ac.th , ³chairatsuk@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้สังเกตเห็นถึงความสำคัญของปัจจัยหลักที่ควรปรับปรุงคุณสมบัติของดินให้สามารถนำมาใช้ทางด้านวิศวกรรมได้ 2 ประการ คือ ศึกษาค่าอัตราความชื้นน้ำ และอัตราส่วนช่องว่างระหว่างเม็ดดินของดินเม็ดละเอียดที่ปรับปรุงคุณสมบัติแล้ว จึงมีแนวคิดที่จะลดอัตราการซึมน้ำ และลดอัตราส่วนช่องว่างระหว่างเม็ดดินให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน ในการศึกษานี้จะปรับปรุงคุณสมบัติดินเหนียว เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำและอัตราส่วนช่องว่างระหว่างเม็ดดิน โดยผสมทรายแป้งลงในดินเหนียวที่อัตราส่วน 0 : 100 , 15 : 85 , 30 : 70 และ 45 : 55 ตามลำดับ ผสมซีเมนต์ในอัตราส่วนร้อยละ 7.5 , 15 และ 20 ค่อน้ำหนักแห้ง ที่อายุการบ่ม 7 และ 28 วัน จากการศึกษาพบว่าเมื่อมีปริมาณอัตราส่วนของทรายแป้งเพิ่มขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำในดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์ จะมีค่าสูงขึ้นตามอัตราส่วนของทรายแป้ง เมื่อมีปริมาณอัตราส่วนร้อยละของซีเมนต์เพิ่มขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำในดินจะมีค่าลดลง ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำในดินสูงกว่าการบ่มตัวอย่างที่ 7 วัน จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่านของน้ำในดินมากกว่าการบ่มตัวอย่างที่ 28 วัน เพราะการบ่มที่ 28 วัน มีระยะเวลาเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันของซีเมนต์

คำสำคัญ: ดินเม็ดละเอียด สัมประสิทธิ์การซึมผ่าน อัตราส่วนช่องว่าง..

Abstract

This research observe the process to improve engineering properties of soft clay as two values interesting to study permeability and pore size of soil admixed with cement. The purpose of this research was to determine the Influencing Factors of Permeability on Fine Grain Soil Admixed with Cement. Fine grain soil sample was Natural clay mixed with silt of by 0%,15%, 30% and 45% of sample weight. The cement was mixed in the amount of 7.5%,15% and 20 % by weight of mixed soil sample and was then cured at 7 days and 28 days. Triaxial Permeability Test with Two Back Pressure Systems was conducted in the research. From the study it could be observed that permeability in fine grain soil increase as silt content increase but when the cement admixed increase the permeability was decreased. Then the curing time as 7 days to be increased permeability more than curing time of 28 days. This result was decreased settlement of soft clay so following quantity of silt admixed, amount of cement admixed and curing time.

Keywords: Fine grain soil, Permeability Pore size.

1. บทนำ

ดินในสภาพธรรมชาติมีความแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของภูมิภาคประเทศ ตามมาตรฐาน ASTM 2487-83 ได้จำแนกประเภทของดินเม็ดละเอียดเป็น 2 ประเภท คือ ทรายแป้ง (Silt) และดินเหนียว (Clay) ดินเม็ดละเอียดทั้ง 2 ประเภท นี้มีความแตกต่างกัน ทั้งขนาดอนุภาคเม็ดดิน ค่าความเหนียว ค่ากำลังการรับน้ำหนัก เป็นต้น แต่ที่สำคัญของความแตกต่างอีกประการหนึ่งคือ ค่าอัตราการซึมผ่านดิน ซึ่งดินเหนียวจะมีค่าอัตราการซึมผ่านน้อยกว่าทรายแป้ง ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักๆ ได้แก่ ขนาดของอนุภาคเม็ดดิน คุณสมบัติของเหลวในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน อัตราส่วนช่องว่าง รูปร่างและการจัดเรียงตัวของช่องว่าง และระดับความอิ่มตัวของน้ำในดิน จากปัจจัยดังกล่าวถ้าไม่เหมาะสม จะส่งผลต่ออัตราการซึมผ่านของดินทำให้ดินไม่สามารถนำไปใช้ในงานด้านวิศวกรรมได้[1]

การวิจัยนี้ เห็นถึงความสำคัญของปัจจัยหลักที่ควรปรับปรุงคุณสมบัติของดินให้สามารถนำมาใช้ทางด้านวิศวกรรมได้ 2 ประการ คือ ศึกษาค่าอัตราความชื้นน้ำและอัตราส่วนช่องว่างระหว่างเม็ดดินของดินเม็ดละเอียดที่ปรับปรุงคุณสมบัติแล้ว จึงมีแนวคิดที่จะลดอัตราการซึมผ่าน และลดอัตราส่วนช่องว่างระหว่างเม็ดดินให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน ในการศึกษานี้จะปรับปรุงคุณสมบัติดินเหนียว โดยผสมทรายแป้งลงในดินเหนียวเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำ[2] และอัตราส่วนช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ซึ่งจะผสม ทรายแป้ง : ดินเหนียว ที่อัตราส่วน 0 : 100 , 15 : 85 , 30 : 70 และ 45 : 55 ตามลำดับ จากนั้นผสมซีเมนต์กับดินตัวอย่าง (ดินเหนียวถูกผสมทรายแป้งแล้ว) ในอัตราส่วนร้อยละ 7.5, 15, และ 20 ต่อน้ำหนักแห้งสำหรับทุกอัตราส่วนของดินตัวอย่าง ควบคุมปริมาณน้ำของดินตัวอย่างก่อนการผสมซีเมนต์ ให้มีค่าปริมาณความชื้นเท่ากับขีดจำกัดเหลว(Liquid Limit) ของดินตัวอย่าง จากนั้น ทำการทดสอบ

สัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำโดยวิธีการทดสอบความ สามารถซึมผ่านของดินในการทดสอบแรงอัด 3 แกน ด้วยระบบความดันย้อนกลับ 2 ทิศทาง (Triaxial Permeability Test with Two Back Pressure Systems) ตามมาตรฐาน ASTM D 5084-90 ของดินตัวอย่างผสมซีเมนต์ ที่อายุการบ่ม 7 วัน และ 28 วัน ตามลำดับ เมื่อได้ทราบอัตราส่วนการผสมทรายแป้งและปูนซีเมนต์ในดินเหนียวแล้ว ก็จะสามารถนำค่าอัตราส่วนความเหมาะสมในการผสมดังกล่าวไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณสมบัติดินเหนียวเพื่อให้สามารถนำดินนั้นมาใช้งานด้านวิศวกรรมได้อย่างเหมาะสมต่อไป

2. การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

2.1 ทรายแป้ง (Silt)

ตัวอย่างทรายแป้งที่ใช้ในการศึกษานี้ได้จากการคัดขนาดดินเหนียวธรรมชาติด้วยวิธีการร่อนผ่านตะแกรง โดยนำดินเหนียวธรรมชาติที่ระดับความลึก 4 – 5 เมตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ นำมาร่อนผ่านตะแกรงแบบเปียก (wet sieve) โดยคัดขนาดของทรายแป้งที่มีขนาดของเม็ดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 (75 μ m) และค้างอยู่บนตะแกรงเบอร์ 400 (38 μ m) ทำการร่อนแบบเปียก 2 ครั้ง ซึ่งจะได้ขนาดของทรายแป้งที่คัดแล้วมีขนาดที่เล็กกว่า 75 μ m

ตัวอย่างดินเหนียวที่ใช้ในการศึกษา คือ ดินเหนียวธรรมชาติ ค่าคุณสมบัติพื้นฐานต่างๆของดินตัวอย่างแสดงไว้ในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าคุณสมบัติพื้นฐานต่างๆ ของดินตัวอย่าง

Clay : Silt	LL (%)	PL (%)	PI (%)	G _s
100% : 0%	51.85	28.57	23.16	2.63
85% : 15%	48.40	25.64	22.76	2.64
70% : 30%	40.00	23.27	16.73	2.65
55% : 45%	34.90	21.79	13.11	2.66

2.2 ตัวอย่างดินผสม

ตัวอย่างดินผสม ได้จากการผสมตัวอย่างดินเหนียวธรรมชาติที่กล่าวมา กับทรายแป้งที่ผ่านการคัดขนาดแล้ว โดยผสมในอัตราส่วนร้อยละของน้ำหนักแห้งของทรายแป้งต่อดินเหนียว เท่ากับ 0 %, 15 %, 30 % และ 45 % ตามลำดับ จากนั้นเตรียมตัวอย่างดินผสม (ทรายแป้งและดินเหนียว) ให้มีค่าปริมาณความชื้นเท่ากับขีดจำกัดเหลว จากนั้นทำการผสมน้ำและดินตัวอย่างให้เข้ากันโดยใช้เครื่องผสมไฟฟ้า สังเกตตัวอย่างให้เข้ากันก่อนทำการผสมซีเมนต์และหล่อตัวอย่างทดสอบ

2.3 ขั้นตอนการผสมซีเมนต์ในตัวอย่างดินผสม

ในการศึกษานี้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เป็นวัสดุประสาน มีค่าความถ่วงจำเพาะ 3.15 ทำการผสมซีเมนต์แห้งกับตัวอย่างดินผสมที่เตรียมไว้ในขั้นตอนที่แล้ว โดยแปรเปลี่ยนอัตราส่วนร้อยละของน้ำหนักแห้งของซีเมนต์ต่อดินผสม เท่ากับ 7.5%, 15% และ 20% ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณซีเมนต์ที่ใช้ในการปรับปรุงดินในสนาม หลังจากนั้นผสมซีเมนต์และตัวอย่างดินผสมให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอในเวลา 10 นาที ด้วยเครื่องผสมไฟฟ้า

2.4 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างทดสอบ

ในการเตรียมตัวอย่างทดสอบ Triaxial Permeability Test With Two Back Pressure Systems ตามมาตรฐาน ASTM D 5084-90 นำตัวอย่างดินผสมซีเมนต์ที่ได้ใส่ในแบบหล่อ PVC โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 66 มิลลิเมตร ความสูง 24 มิลลิเมตร ทำการไล่ฟองอากาศขณะใส่ตัวอย่างดินผสมซีเมนต์ดังกล่าวโดยเตรียมตัวอย่างทดสอบในแต่ละอัตราส่วนจำนวน 2 ตัวอย่าง ทำการห่อตัวอย่างและแบบหล่อด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการการสูญเสียความชื้น เก็บไว้นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างดินผสมไปบ่มแช่ไว้ในน้ำที่อายุการบ่ม 7

วัน และ 28 วัน เมื่อครบอายุทดสอบแล้วนำ ตัวอย่างออกจากแบบหล่อแล้วทำการทดสอบความสามารถในการซึมผ่านของน้ำในเครื่องทดสอบดังรูปที่ 1 ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่าน (Coefficient of Permeability), k (m/s) ของตัวอย่างได้จากสมการที่ 1

$$k = \frac{QL}{Aht} \quad (1)$$

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำที่เก็บได้ช่วง t
 k = สัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของดิน
 t = เวลาที่ใช้ในการเก็บน้ำปริมาตร Q
 L = ความยาวของตัวอย่างดิน
 A = พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างดิน
 h = ผลต่างของความสูงระหว่างจุดไหลเข้าและจุดไหลออกของน้ำจากตัวอย่างดิน

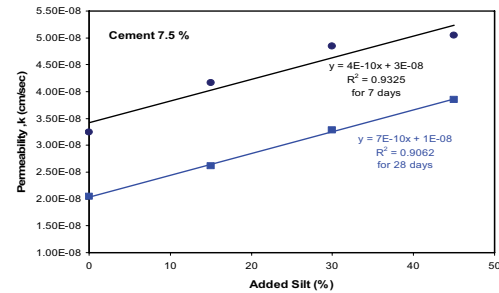
3. ผลการทดสอบ

3.1. ผลการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลซึม

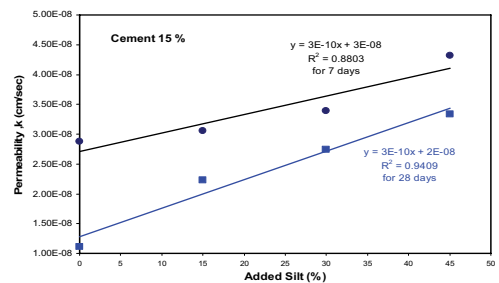
ของดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์

3.1.1. อิทธิพลของปริมาณทรายแป้งที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน

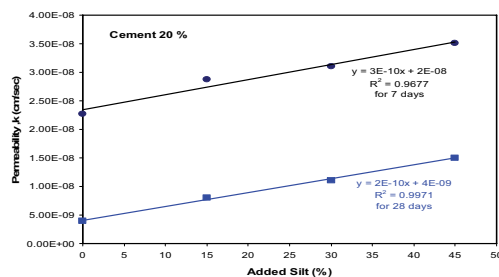
เมื่อผสมทรายแป้งในปริมาณที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของทรายแป้ง เนื่องจากทรายแป้งที่นำมาผสมมีลักษณะอนุภาคเป็นเม็ดมีขนาดปานกลางประมาณ 0.002 ถึง 0.02 (0.05) มิลลิเมตร ร่วนไม่เกาะเป็นก้อน เมื่อนำมาผสมกับดินเหนียวธรรมชาติซึ่งจัดเป็นดินประเภทที่มีความเชื่อมแน่น (Cohesion) มีขนาดอนุภาคเล็กกว่าขนาดอนุภาคของทรายแป้ง ดังนั้นเมื่อทำการผสมทรายแป้งเข้าไปจะทำให้เกิดช่องว่างระหว่างอนุภาคมากขึ้น ความพรุนของตัวอย่างทดสอบจึงมากขึ้น ส่งผลให้ค่าความซึมผ่านของน้ำเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของทรายแป้งด้วยเช่นกัน ดังแสดงในภาพที่ 1 ภาพที่ 2 และภาพที่ 3



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ของปริมาณทรายแป้งที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การไหลซึมของดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์ที่ 7.5%



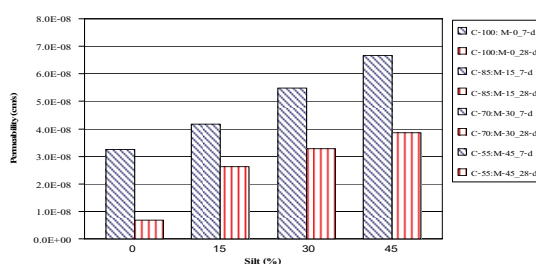
ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ของปริมาณทรายแป้งที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การไหลซึมของดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์ที่ 15%



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ของปริมาณทรายแป้งที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การไหลซึมของดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์ที่ 20%

3.1.2. อิทธิพลของระยะเวลาในการบ่ม ที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน

ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความชื้นน้ำลดลงทุกตัวอย่างการทดสอบ ดังภาพที่ 4 ตัวอย่างที่อายุการบ่ม 7 วัน จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความชื้นผ่านของน้ำในดินมากกว่าการบ่มตัวอย่างที่ 28 วัน เนื่องจากซีเมนต์ที่เป็นส่วนผสมในก้อนตัวอย่างที่อายุบ่ม 28 วัน มีระยะเวลาเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันมากกว่าตัวอย่างที่อายุการบ่ม 7 วัน ซึ่งความสามารถในการซึมผ่านของน้ำจะถูกควบคุมโดยความพรุนของซีเมนต์เพสต์ โดยความพรุน (Capillary Porosity) จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ และคุณสมบัติของปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Degree of Hydration) [3] ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชันเรียกว่า Ettringite และ CSH gel มีลักษณะเป็นผลึกเส้นใย จะมีขนาดใหญ่กว่า 2 เท่า ของซีเมนต์ก่อนการเกิดปฏิกิริยา มีผลทำให้ก้อนตัวอย่างที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชันนี้จะเข้าอุดช่องว่างระหว่างเม็ดซีเมนต์ และเกิดผิวสัมผัสก่อให้เกิดการก่ตัวของซีเมนต์เพสต์ เมื่อเวลาผ่านไปความเข้มข้นของตัวอย่างที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชันจะมาก ระยะเวลาการเกิดและการขยายตัวเพิ่มขึ้นทำให้ความพรุนลดลง จำกัดการเคลื่อนที่ของเม็ดซีเมนต์ ทำให้ความสามารถในการซึมผ่านของน้ำลดลง [4]

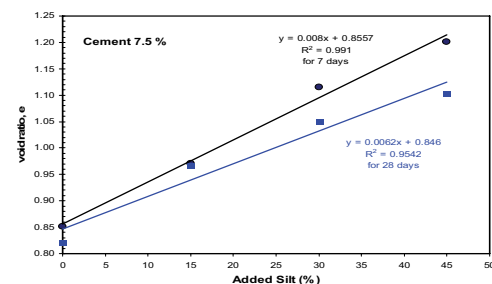


ภาพที่ 4 ระยะเวลาการบ่มที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การไหลซึมของดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์

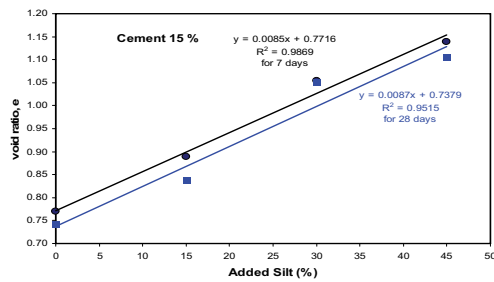
3.2 ผลการทดสอบหาอัตราส่วนช่องว่างของดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์.

3.2.1. อิทธิพลของปริมาณทรายแป้งที่มีผลต่ออัตราส่วนช่องว่างในดิน

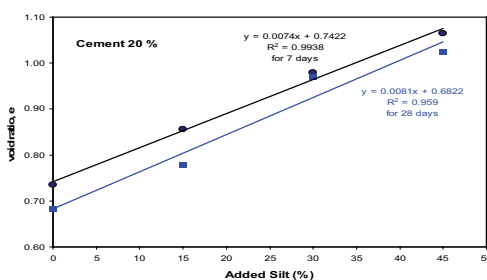
เมื่อผสมทรายแป้งในตัวอย่างที่ปริมาณทรายแป้งเพิ่มขึ้นจากภาพที่ 5 ภาพที่ 6 และภาพที่ 7 จะเห็นได้ว่าปริมาณช่องโพรงของดินตัวอย่างจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณทรายแป้งด้วย แต่อย่างไรก็ตามจากผลการทดสอบนี้ ชี้ให้เห็นว่าปริมาณช่องโพรงในดินเพิ่มขึ้นตามปริมาณทรายแป้งนั้น เนื่องจากดินที่ใช้ในการศึกษาเป็นดินเหนียวซึ่งเป็นดินเม็ดละเอียด เดิมดินเหนียวซึ่งได้มาจากธรรมชาตินั้นจะมีช่องโพรงค่อนข้างเล็ก เพราะการจัดเรียงตัวของอนุภาคดินที่แบนเป็นแผ่น และมีอนุภาคขนาดเล็กจึงทำให้ก้อนตัวอย่างที่เป็นดินเหนียวธรรมชาติมีความแน่นมากพอสมควร เมื่อผสมทรายแป้งซึ่งมีขนาดอนุภาคที่ใกล้เคียงกันโดยจะโตกว่าเล็กน้อย ทำให้เกิดช่องโพรงกว้างขึ้น



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทรายแป้งกับอัตราส่วนช่องว่างในดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์ที่ 7.5%



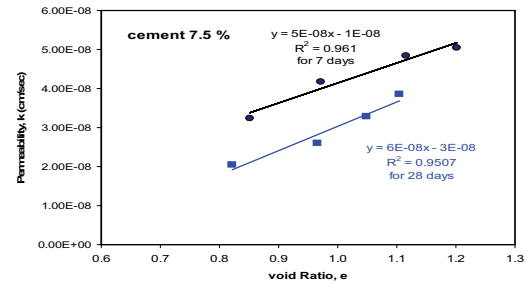
ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทรายแบ่งกับอัตราส่วนช่องว่างในดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์ที่ 15%



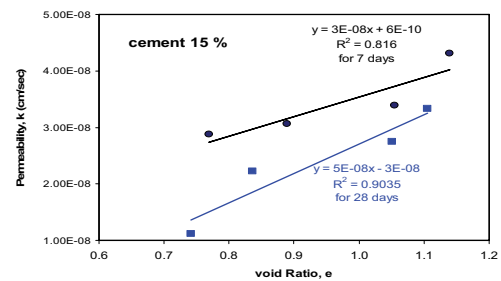
ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทรายแบ่งกับอัตราส่วนช่องว่างในดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์ที่ 20%

3.2.2. อิทธิพลของอัตราส่วนช่องว่างในดินที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน

เนื่องจากการผลการทดสอบดังกล่าวข้างต้น อาทิ เช่น การผสมทรายแบ่งในดิน การผสมปูนซีเมนต์ เป็นต้น ด้วยสาเหตุดังกล่าวจึงต้องศึกษาว่าอิทธิพลใดที่มีความสำคัญมากกว่า จากภาพที่ 8 ภาพที่ 9 และภาพที่ 10 จะเห็นได้ว่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนช่องว่างเนื่องจากเมื่อมีช่องว่างมากขึ้นก็สามารถไหลซึมผ่านในดินได้มากขึ้นด้วย ดังนั้นความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านแปรผันโดยตรงกับอัตราส่วนช่องว่างในดิน

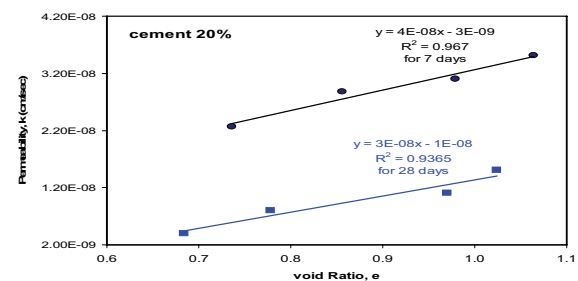


ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนช่องว่างกับสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์ที่ 7.5%



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนช่องว่างกับสัมประสิทธิ์การซึม

ผ่านของดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์ที่ 15%



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนช่องว่างกับสัมประสิทธิ์การซึมผ่านในดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์ที่ 20%

5. บทสรุป

5.1.สรุปผลการทดสอบคุณสมบัติด้านวิศวกรรม ของดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์

(1) ปริมาณทรายแบ่งที่ผสมในดินเหนียวมากขึ้น มีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความชื้นน้ำของดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์ มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณทรายแบ่ง

(2) ปริมาณซีเมนต์ที่ผสมในดินเม็ดละเอียดมากขึ้น มีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความชื้นน้ำผ่านดินมีค่าลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาของปูนซีเมนต์ที่ผสมนั้น สมบูรณ์ ส่งผลให้เกิดความทึบน้ำมากขึ้น

(3) ระยะเวลาการบ่มดินเม็ดละเอียดผสมซีเมนต์ เมื่อมีการบ่มด้วยระยะเวลานานขึ้นจะมีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความชื้นน้ำลดลง ทั้งนี้เนื่องจากเวลาที่เพิ่มขึ้นนั้นจะช่วยในการทำปฏิกิริยาของซีเมนต์ที่ผสมในดินเม็ดละเอียด ได้ทำปฏิกิริยาสมบูรณ์ เกิดความทึบน้ำมากขึ้นตามระยะเวลาการบ่ม

5.2. สรุปผลการทดสอบอัตราส่วนโพรงของดินเม็ด ละเอียดผสมซีเมนต์

(1) ปริมาณทรายแบ่งที่ผสมในดินเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้มีปริมาณช่องว่างเพิ่มขึ้นตามด้วย

(2) ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผสมในดินเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความชื้นน้ำลดลง

(3) ระยะเวลาในการบ่มที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ปริมาณช่องโพรงในดินลดลง

(4) ค่าสัมประสิทธิ์ความชื้นน้ำแปรผันโดยตรงกับปริมาณช่องโพรงในดิน

เอกสารอ้างอิง

- [1] Ruenkairergsa, T., (1982), "A Research on Types of Soil for Stabilization Suitable for Cement or Lime." Group Training in Road Construction, Department of Highways, Bangkok, Thailand, pp.20-25.
- [2] Finno, R.J., Chung, K.Y., Yin, J., and Feldkamp, J.R. (1996). "Coefficient of permeability from AC electroosmosis experiments. II; Results." J.Geotech, Engrg., ASCE, Vol.122, No.5,pp.355-364.
- [3] Fratalocchi, E.and Pasqualini, E., (1998). "Permeability over time of cement slurry walls." Environmental Geotechnics, Seco e Pinto (ed), pp.509-514.
- [4] Felt, E.j., Factors Influencing Physical Properties of Soil-Cement Mixtures. Highway Research Board Bull. 108, National Research Council. Washington D.C. , U.S.A. , (1955) : 136-162.

เกี่ยวกับผู้เขียน



นายชนกฤษณ์ ทิพย์มนตรี
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ



รศ.ดร.พานิช วุฒิปากย์
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ



ผศ.ดร.ชัยรัตน์ ธีระวัฒนสุข
ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและ
สิ่งแวดล้อม
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ

การพัฒนาเครื่องมือทดสอบการอัดตัวคายน้ำแบบควบคุมแรงดันคงที่ Development of Prototype of Constant Pressure Control for Consolidation test

สุภัทร¹ แจ้งฉาย¹ พานิช วุฒิพิทยักษ์² และ ชัยรัตน์ ชีระวัฒนสุข³

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: ¹supat_jan@hotmail.com, ²pnv@kmutnb.ac.th, ³chairatsuk@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอผล การพัฒนาเครื่องมือทดสอบการอัดตัวคายน้ำแบบควบคุมแรงดันคงที่ การทดสอบการอัดตัวคายน้ำเป็นการทดสอบที่จำเป็นต่อการหาค่าพารามิเตอร์ที่ใช้คำนวณการทรุดตัวของโครงสร้างของชั้นดินเหนียวอ่อน วิธีการทดสอบแบบดั้งเดิมเป็นการทดสอบที่ใช้ระยะเวลาในการทดสอบไม่น้อยกว่า 1 สัปดาห์ เครื่องมือที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการทดสอบการอัดตัวคายน้ำ ใช้แรงดันน้ำเป็นตัวควบคุมระบบการทดสอบ นอกจากนี้อุปกรณ์การทดสอบแบบอัตโนมัติดังกล่าวสามารถลดระยะเวลาในการทดสอบลงได้ ข้อดีของการพัฒนาของเซลล์ต้นแบบนี้สามารถควบคุมการระบายน้ำ ได้อย่างถูกต้อง และสามารถรองรับน้ำหนักกดที่เพิ่มสูงขึ้นได้โดยขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของแวนวาล์วกันน้ำซึม และนำไปประยุกต์ใช้ได้กับตัวอย่างที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ได้เช่นเดียวกัน การตรวจสอบความถูกต้องพบว่าเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นให้ผลการทดลองที่สอดคล้องกับผลการทดลองแบบดั้งเดิม

คำสำคัญ: อัดตัวคายน้ำ ชั้นดินเหนียวอ่อน แรงดันน้ำ แรงดันคงที่

Abstract

This research is to develop Prototype of Constant pressure control for Consolidation test. Consolidation test is an essential method for determining parameters which can be used for calculating the settlement of soft clay layers. Conventional testing procedure is time consuming which takes at least a week to complete. This paper presents the newly developed consolidation testing equipment using electronic devices and a water pressure control. This aforementioned equipment is capable of reducing testing time. The advantage of this type of cell is that drainage can be precisely controlled In addition Hydraulic loading system gives accurate control of applied

load over a wide range including high pressures on large diameter samples. Verification test showed that the equipment developed provided similar consolidation test results as those obtained using conventional consolidation method.

Keywords: Consolidation , Soft clay layers, Water pressure , Constant pressure .

1. บทนำ

ปัจจุบันอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศยังอยู่ในอัตราสูง และการก่อสร้างก็เจริญเติบโตมีการพัฒนาเห็นได้จาก อาคาร โรงงาน และระบบสาธารณูปโภคขนาดใหญ่ขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อรองรับการขยายตัวทางเศรษฐกิจทั้งในเขตกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล การสร้างโครงการขนาดใหญ่บนพื้นที่ลุ่มน้ำอย่างเช่นเขตกรุงเทพมหานคร มักพบปัญหาเกี่ยวกับสภาพของดินที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการดำเนินงานด้านวิศวกรรม มีคำถามว่าฐานรากของสิ่งก่อสร้างเหล่านั้นสามารถรับน้ำหนักได้และมีโอกาสที่จะเกิดการทรุดตัวได้หรือไม่ กล่าวคือดินกรุงเทพมหานครและปริมณฑลนั้นเป็นดินที่เกิดจากพัดพาดินตะกอนมาทับถมบริเวณปากแม่น้ำ ทำให้เกิดการผสมกันของดินหลายชนิดเช่น กรวด (Gravel) , ทราย (Sand), ดินเหนียว (Clay) และทรายแป้ง (Silt) ทับถมกันขึ้นมาเป็นชั้นดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทรายแป้งและดินเหนียวที่เป็นมวลเม็ดขนาดเล็กที่สามารถพัดพาไปได้ง่าย

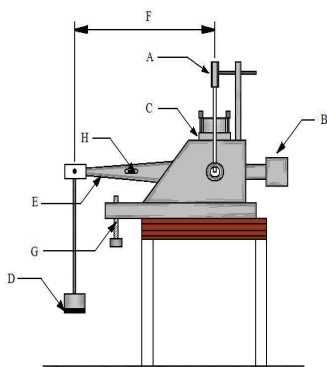
เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่า ดินเหนียวเป็นดินที่มีคุณสมบัติการเปลี่ยนรูปสูงภายใต้สภาวะรับน้ำหนัก ทำให้ดินมีเสถียรภาพต่ำ ไม่มั่นคงแข็งแรง และไม่เหมาะสมต่อการทำงานก่อสร้าง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องได้รับการทดสอบ โดยสามารถที่จะหาค่าการทรุดตัวของชั้นดินได้จากการทดสอบการอัดตัวคายน้ำของดิน (Consolidation Test) ซึ่งวิธีหนึ่งที่ยอมรับใช้คือวิธีของ

เทอร์ซาคี (Terzaghi) มาตรฐานการทดสอบ ASTM D2435[1] กล่าวว่าในการทดสอบนำตัวอย่างดินมากดทับด้วยน้ำหนักค้างไว้ 24 ชั่วโมงโดยจะเพิ่มน้ำหนักจำนวน 7 ครั้ง รวมใช้เวลานาน 7 วัน เทอร์ซาคีได้ประดิษฐ์ เครื่องมือสำหรับการทดสอบคุณสมบัติการทรุดตัวแบบ การอัดตัวคายน้ำของดิน (Oedometer) แบบคานงัด (Lever Arm) ในปัจจุบันการทดสอบการอัดตัวคายน้ำยังใช้เครื่องมือที่ไม่แตกต่างไปจากเครื่องมือที่ได้พัฒนาในสมัยก่อนมากนัก เครื่องมือแบบคานงัด มีกลไกการกดตัวอย่างโดยใช้หลักการคานงัดเพื่อเพิ่มน้ำหนักกดทับ ในทางกลับกันเมื่อตัวอย่างดินในวงแหวนตัวอย่างทรุดลงไประดับของคานก็จะเอียงตามอัตราส่วนของคานงัด ถ้าไม่มีการปรับตัวคานนี้ให้อยู่ในระดับ จะทำให้น้ำหนักกดทับผิดไปได้ ค่าอัตราส่วนคานงัด จะเปลี่ยนแปลงไปได้เล็กน้อยเนื่องจากแนวกระทำของคานไม่ตั้งฉาก และถ้าตัวอย่างดินมีความอ่อนตัวมากก็จะทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่ตรงกับความเป็นจริง ดังนั้นการพัฒนาเครื่องทดสอบนี้จึงต้องการที่จะควบคุมน้ำหนักกดตัวอย่างให้คงที่ และกระบวนการเปลี่ยนน้ำหนักสามารถเปลี่ยนน้ำหนักได้ทันที โดยการปรับแรงดันอากาศ

บทความนี้เสนอการพัฒนาเครื่องต้นแบบการทดสอบการอัดตัวคายน้ำแบบควบคุมแรงดันคงที่ ความถูกต้องของผลการทดลอง ครั้งนี้คุณสมบัติทางวิศวกรรมที่จะนำไปเปรียบเทียบกับวิธีดั้งเดิม

2. การทดสอบการอัดตัวคาน้ำแบบดั้งเดิม

ชุดทดสอบการอัดตัวคาน้ำจะต้องถูกออกแบบมาให้มีความแข็งแรง น้ำเชื้อถึลักษณะเครื่องมือจะมีคาน้ำถ่วงแรง (Loading Beam) ที่มีจุดแขวนน้ำหนักอยู่สามจุด แต่ละจุดจะทำให้มีสัดส่วนการกดน้ำหนักของเครื่องมือลงบนวงแหวนทดสอบดินต่อน้ำหนักที่ให้ระยะจากจุดหมุนถึงขอแขวนน้ำหนัก (F) เป็น 9:1, 10:1, 11:1 มีอุปกรณ์ตัวหนึ่งเรียกว่าตัว ค้ำยัน (Screw Jack) ตำแหน่ง (G) ในภาพที่ 2-1 ทำหน้าที่เป็นตัวรับหรือพยุงน้ำหนักรจากคาน้ำถ่วงแรง เพื่อว่าในขณะที่มีการเพิ่มน้ำหนักโดยที่ยังไม่พร้อมจับเวลาจะได้มีตัวประคองรับน้ำหนักเอาไว้ก่อนนั่นเอง คาน้ำถ่วงแรงจะถูกกดต่ำลงมา ต่อเมื่อพร้อมสำหรับจับเวลาเริ่มการทดสอบให้น้ำหนัก ก็ให้คลายเกลียวตัวค้ำยันลงมา เมื่อทำดังนี้จึงเป็นการเริ่มต้นให้คาน้ำหนักบรรทุก ต่อวงแหวนทดสอบดินนั่นเอง ข้อควรระวังคือตัวค้ำยันนี้ไม่ได้ป้องกันการบวมตัวของดิน คาน้ำถ่วงแรงจะลอยตัวสูงขึ้น



ภาพที่ 2-1 เครื่องมือการทดสอบการอัดตัวคาน้ำ (แบบคาน้ำถ่วง)

ดังนั้นเมื่อไรก็ตามที่มีการนำน้ำหนักออกและยังไม่พร้อมจับเวลาของการทดสอบ จะต้องมือน้ำหนักมากกดทับที่ด้านบนสุดของจุดแขวน โดยน้ำหนักที่นำมากดจะต้องไม่น้อยกว่าน้ำหนักเดิมก่อนเปลี่ยนน้ำ หนักทดสอบ

การอัดตัวของดินตัวอย่างจะถูกวัดจาก มาตรฐานหน้าปัดที่มีความละเอียดสูงไม่น้อยกว่า 0.002 มม.ถูกยึดติดไว้กับขาค้ำยันรูปประกอบ ช่วงระยะการวัดของมาตรหน้าปัดนี้จะมีระยะไม่มากนัก เนื่องจากมีความละเอียดสูง ดังนั้นเมื่อเริ่มทำการติดตั้งตัวอย่างในครั้งแรกที่สุดจะต้องให้ขาวัดของ มาตรหน้าปัด นี้ถูกกดเข้าไปก่อน ต่อเมื่อดินถูกกดทรุดตัวลงมาขาวัดของ มาตรหน้าปัด นี้ก็จะค่อยๆ ยึดขึ้นตามระยะการทรุดตัวไม่มีความจำเป็นสำหรับการติดตั้งระดับน้ำสำหรับการวัดระดับของคาน้ำถ่วงแรง เพราะว่าในช่วงของมุมการเคลื่อนที่ของคาน้ำถ่วงแรงนี้ ค่าสัดส่วนของน้ำหนักที่ให้ต่อน้ำหนักที่รับยังคงเดิมนั่นเองแต่ถ้าหาก ระดับเอียงมากเกินไป ก็ควรปรับระดับของคาน้ำถ่วงแรงเพื่อไม่ให้มีปัญหาในการทดสอบต่อ

3. หลักการออกแบบเครื่องต้นแบบ

3.1 หลักการการออกแบบเครื่องต้นแบบการอัดตัว

คาน้ำแบบควบคุมแรงดันคงที่มีดังนี้

- ใช้ความดันน้ำ เพิ่มน้ำหนักกระทำแรงอัดดิน
- มีจุด วัดความดันน้ำของตัวอย่างดินระหว่างการทดสอบ
- มีทางระบายน้ำสองทางอยู่ด้านล่างและด้านบน
- วงแหวนบรรจุตัวอย่างจะเป็นแบบอยู่กับที่
- การอ่านค่าทดสอบจะอ่านค่าความดันน้ำ ควบคู่กับการอ่านค่าทรุดตัวจากมาตรหน้าปัด

3.2 ข้อแตกต่างของเครื่องมือเดิมกับเครื่องต้นแบบ

ตารางที่ 1 ข้อแตกต่างของเครื่องมือเดิมกับเครื่องต้นแบบ

เครื่องมือเดิม	เครื่องต้นแบบ
คานหมุนขึ้นลง การให้น้ำหนักมีการเปลี่ยนแปลงไม่คงที่	เครื่องมือต้นแบบน้ำหนักจะอยู่ในแนวตั้งตลอดเวลา
การเพิ่มน้ำหนักใช้แผ่นเหล็กเป็นตัวถ่วงน้ำหนักผ่านอุปกรณ์คันกระดก	การเพิ่มน้ำหนักใช้การปรับวาล์วความดัน
การเปลี่ยนน้ำหนักต้องนำน้ำหนักไปถ่วงที่ตักก่อนจึงเปลี่ยนน้ำหนักได้	การเปลี่ยนน้ำหนักใช้การปรับวาล์วความดัน
การระบายน้ำได้แบบเดียวคือ บนล่าง	ระบายได้ สามแบบคือ ทางด้านบน และล่าง ทางด้านล่างทางเดียว ทางด้านบนทางเดียว
การลดน้ำหนักต้องยกแผ่นเหล็กออก	การลดน้ำหนักใช้การปรับวาล์วความดัน

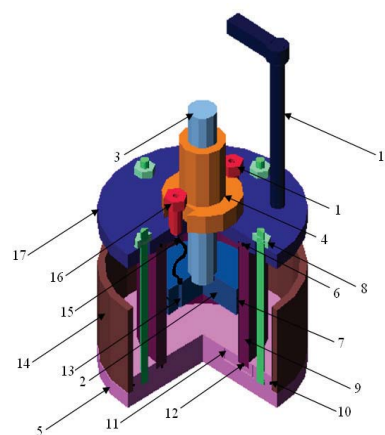
3.3 ขั้นตอนการทำงานอัดตัวคาน้ำแบบแบบควบคุมแรงดันคงที่

ภาพที่ 3-2 แสดงให้เห็นถึงเครื่องทดสอบการอัดตัวคาน้ำแบบควบคุมแรงดันคงที่ แบบสรุป ซึ่งประกอบไปด้วยตัวโครทที่เป็นสแตนเลส ทรงกระบอก กลไกที่ใช้ประกอบด้วยช่องอัดแรงดันน้ำ (1) โดยจะอัดเข้ากระบอกใส่ตัวอย่างดินทดสอบ (9) ส่งผ่านตัวกดดินทดสอบ (2) ที่ยึดติดกับแกนวัดการทรุดตัว (3) และตัวป้องกันการรั่วซึมของแกน (4) โดยตัวกดดิน (2) จะมีแหวนยาง (7) ป้องกันแรงดันกับตัวอย่างดิน โครงภายนอกประกอบด้วย ฐานเครื่อง (5) ที่มีการเจาะรูระบายน้ำ (11) ให้ตัวอย่างดินมีความชุ่มน้ำตลอดการทดสอบโดยมีผนัง อะคริลิกใส (14) และแหวนยาง (10) คอยป้องกันน้ำอีกชั้นหนึ่ง ชั้นส่วนฐาน (5) จะยึดติดกับกระบอกตัวอย่าง (9) และฝาปิด (17) โดยแกนยึด (8) แต่ละชิ้นส่วนที่ยึดกันจะมีระบบกันซึมโดยแหวนยางเริ่มจากฐานจะมีแหวนยาง (12) ป้องกันกระบอกกับตัวอย่างดิน กระบอกกับฝาปิดจะมีแหวนยาง (6) ป้องกันแรงดันในกระบอกรั่วออกมา เครื่องทดสอบนี้สามารถจะระบายน้ำทางด้านบนได้โดยมีรูระบาย (13)

ที่ตัวกดผ่านท่อยาง (15) และวาล์วปิดเปิด (16) และวัดความดันผ่านวาล์วปิดเปิด (16) ได้เช่นเดียวกัน การวัดการทรุดตัวสามารถติดตั้งเครื่องวัดกับแกนยึดเครื่องวัด (18) กับแกนวัดการทรุดตัว (3)



ภาพที่ 3-1 เครื่องมือการทดสอบการอัดตัวคาน้ำ

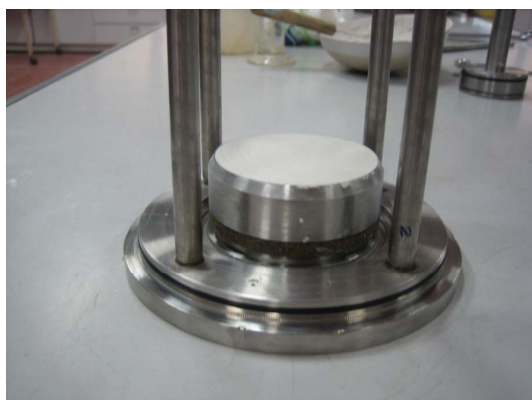


ภาพที่ 3-2 แสดงส่วนประกอบเครื่องมือการทดสอบการอัดตัวคาน้ำแบบควบคุมแรงดันคงที่

4. การทดสอบการอัดตัวคาน้ำแบบควบคุมแรงดันคงที่ และดินตัวอย่าง

4.1 ขั้นตอนการทดสอบการอัดตัวคาน้ำของเครื่องต้นแบบ

หลักการทดสอบเหมือนกับการทดสอบการอัดตัวคาน้ำแบบดั้งเดิม หลักการทำงานมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



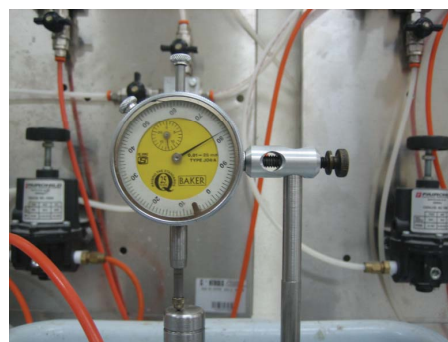
ภาพที่ 4-1 ดินตัวอย่างที่จะทดสอบใส่อุปกรณ์

1. นำดินตัวอย่างที่จะทดสอบใส่อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบโดยมีหินปูนรองอยู่ด้านล่าง (ภาพที่ 4-1)
2. ประกอบเครื่องทดสอบโดยที่ตัวอย่างยังคงมีความอมน้ำอยู่เหมือนแบบวิธีดั้งเดิม (ภาพที่ 4-2)



ภาพที่ 4-2 เครื่องทดสอบที่ประกอบเตรียมที่จะทดสอบ

3. เปิดเครื่องควบคุมแรงดันอากาศ เพื่อส่งแรงดันน้ำไปเก็บไว้ในอุปกรณ์กระบอกแรงดันจุดที่ 1 ของภาพที่ 3-2 เพื่อไล่อากาศออกจากกระบอกแรงดัน



ภาพที่ 4-3 ติดตั้ง มาตรหน้าปิด กับเครื่องทดสอบ



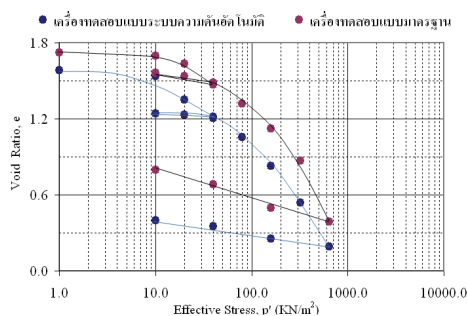
ภาพที่ 4-4 เครื่องทดสอบที่ประกอบกับเครื่องควบคุมแรงดันอากาศ

4. ติดตั้ง มาตรหน้าปิด ไว้กับขายึดดังรูปประกอบที่ 4-3 และปรับหน้าปิดช่วงระยะการวัดของ มาตรหน้าปิด
5. เริ่มการทดสอบนำค่า น้ำหนักกดเริ่มต้นไปเพิ่มแรงดันที่อุปกรณ์ ควบคุมแรงดันของเครื่อง ควบคุมแรงดันอากาศ(ภาพที่4-4)
6. อ่านค่าการทรุดตัวของตัวอย่างดินจาก มาตรหน้าปิดและบันทึกผลการทดสอบตามมาตรฐาน ที่เวลา 0.1 ,0.25 ,0.50 ,1 , 1.25 , 2.25 , 4 , 6.25 ,9 , 12.25 ,16 ,25 ,36 ,49 , 64 , 81 , 100 นาที และ 3, 6, 12 , จนถึง 24 ชั่วโมง แล้วจึงจะเติมน้ำหนักให้น้ำหนักใหม่ โดยการหมุนวาล์วความดันของเครื่อง ควบคุมแรงดันอากาศ พร้อมกับเริ่ม อ่านค่าที่เวลาต่างๆตามเดิม[2] การเติมน้ำหนักและการอ่านค่าจะดำเนินไปจนเสร็จสิ้น

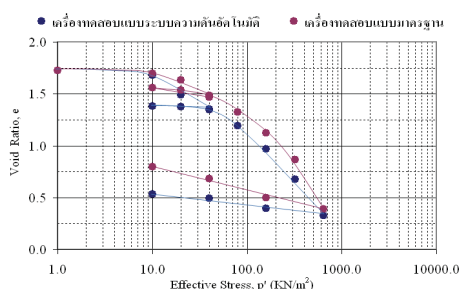
การทดสอบได้มีการเปรียบเทียบกับวิธีดั้งเดิมโดยมีการลดน้ำหนัก ในช่วงของ Load ที่ 3 และ Load ที่ 7 เพื่อเป็นการเปรียบเทียบ

5. ผลการทดสอบ

ผลที่ได้มาจากการทดสอบทั้ง 2 วิธี ผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนช่องว่าง (Void Ratio) กับค่าความดัน (Pressure) ของดินตัวอย่าง ที่ได้จากการทดสอบของอุปกรณ์ทั้งสองชนิดดังแสดงดังภาพที่ 5-1 แสดงให้เห็นว่าลักษณะกราฟที่ได้จากการทดสอบของอุปกรณ์ทดสอบแบบดั้งเดิมและอุปกรณ์ทดสอบแบบอัตโนมัติใกล้เคียงกันในช่วงการเพิ่มน้ำหนัก ช่วงที่ 2 ก่อนการลดน้ำหนักครั้งที่ 2



ภาพที่ 5-1 กราฟค่าอัตราส่วนช่องว่าง กับ ค่าความดัน ของดินตัวอย่างที่ได้มาจากการทดสอบทั้ง 2 วิธี



ภาพที่ 5-2 กราฟเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนช่องว่าง กับค่าความดัน ของดินตัวอย่างที่ได้มาจากการทดสอบทั้ง 2 วิธี

6. บทสรุป

เครื่องต้นแบบสำหรับการทดสอบการอัดตัวคายน้ำแบบความดันคงที่ ที่ประกอบกับ อุปกรณ์ควบคุมแรงดันของเครื่อง มาตรฐานเปิด การตรวจความถูกต้องของผลการทดสอบการอัดตัวคายน้ำโดยใช้อุปกรณ์ต้นแบบ เปรียบเทียบผลการทดสอบจากวิธีดั้งเดิม ของความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนช่องว่าง (Void Ratio) กับค่าความดัน (Pressure) ของดินตัวอย่าง พบว่าเครื่องต้นแบบให้ผลการทดสอบที่คล้ายกับวิธีดั้งเดิม แต่ยังคงต้องทดสอบกับตัวอย่างดินในธรรมชาติเพิ่มเติม เพราะการเปรียบเทียบในครั้งนี้ใช้ตัวอย่างดินเทียม ดังนั้นเครื่องต้นแบบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นจะต้องทำการทดสอบในส่วนตัวอย่างเพิ่มเติม เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้แทนที่อุปกรณ์การทดสอบการอัดตัวคายน้ำแบบดั้งเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- [1] ASTM D2435, 1998. Annual book of ASTM standard, West Conshohocken, PA, 1998. Copyright, American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959
- [2] สภากร วุฒิจิตรา, 2541, ทดลองปฐพีกลศาสตร์, Library Nine Pub.,

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการเรียนการสอน ผ่านทางระบบเครือข่าย Management Information System Through the Learning Network

ปัทมากร เนตยวิจิตร

สาขาวิชาระบบสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตดอนแก่น
E-mail: pathamakorn@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการเรียนการสอนผ่านทางระบบเครือข่าย เพิ่มความสะดวก รวดเร็วในการจัดการข้อมูล โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล จากกลุ่มตัวอย่างของผู้ทดลองใช้งานระบบ ซึ่งเป็นนักศึกษาที่ศึกษาในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตดอนแก่น จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 155 ตัวอย่าง โดยพัฒนาระบบใช้ภาษา PHP ในการพัฒนา และใช้ฐานข้อมูลในส่วนของ MySQL เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลของระบบงานเป็นการรวบรวมข้อมูลในรูปแบบสอบถาม และนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS V. 11 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 155 คน จากการประเมินระบบ กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในการทดลองใช้ระบบอยู่ในระดับค่า Mean 4.125 อยู่ในความสำคัญระดับมาก จากข้อมูลของระบบงานพบว่า ระบบงานช่วยลดปริมาณกระดาษทำให้จำนวนกระดาษที่ใช้ลดลง 4.35 รูปแบบเอกสารมีการจัดแบบฟอร์มที่เป็นมาตรฐาน ข้อมูลแสดงบนเอกสารมีความถูกต้อง ชัดเจน 3.96 เอกสารต่างๆ ที่นำเสนอตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการ 4.04 ระบบงานมีการจัดการข้อมูลโดยรวมที่ดี 4.13 การเข้าถึงข้อมูลในระบบงานมีความสะดวกใช้งานง่ายทำให้การทำงานรวดเร็วขึ้น 4.22 สารสนเทศที่แสดงในเอกสารมีความชัดเจน กระชับ 4.17 ระบบงานมีรูปแบบสวยงาม ใช้งานง่าย 3.96 ความปลอดภัยในการจัดเก็บข้อมูล 4.22 ภาพรวมของระบบงาน 4.09 การนำไปใช้งานได้จริง 4.13

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศ ระบบเครือข่าย

Abstract

The purpose of this research was to study the developing information technology to managed study the curriculums though the network that faster and more convenient to managed the information. The research collected data from 155 sampling groups who studying in the Faculty of Technical Education of Rajamangala University of Technology Isan, Khonkaen campus. The instruments used for the research were: a set of the developed system by using PHP and some parts of MySQL database which consisted of checklist and rating scale questionnaires. The data were analyzed by SPSS V.11. to find percentage, arithmetic mean and standard deviation. The result of this analysis regarding satisfaction of the 155 samples found that the overall approval ratings of the satisfaction of the sampling groups were at high levels, 4.125. When considering in specific items, it was found that it was at a very high level for every item expectance, the good pattern and used convenient was at moderate level.

Keywords: Information, Network

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบันนี้มีความสะดวก รวดเร็วในการทำงานอย่างมาก โดยเฉพาะงานทาง ระบบเครือข่ายเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการส่ง ข้อมูล การสืบค้นข้อมูล การตรวจสอบข้อมูล ซึ่งงาน ในระบบนี้สามารถรองรับการทำงานได้หลายส่วน และสามารถนำงานในส่วนนี้มาทำงานเพื่อลดภาระใน การทำงาน และช่วยในการจัดการงานเอกสารให้ได้ อย่างรวดเร็วสาขาวิชาระบบสารสนเทศ วิศวกรรม วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น เป็นสาขาหนึ่งที่เปิดสอนนักศึกษา เป็นจำนวนมาก ในการจัดการเรียนการสอนของ สาขาวิชา เครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพ ในการเรียนของนักศึกษา คือคะแนนผลการเรียนของ นักศึกษา เพื่อให้การตรวจสอบงานของนักศึกษาทำได้ สะดวก รวดเร็ว และเพื่อลดระยะเวลาในการทำงาน ของส่วนงานนี้ลง จึงได้มีการพัฒนาระบบสารสนเทศ เพื่อการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาผ่านทาง ระบบเครือข่าย เพื่อจัดทำระบบงานให้เป็นมาตรฐาน ง่ายในการจัดการระบบงาน สามารถตรวจสอบผลการส่ง งานของนักศึกษา ตรวจสอบผลคะแนนของงานที่ นักศึกษาส่งได้ตลอดเวลา รวมไปถึงอาจารย์ผู้สอน สามารถสร้างเครื่องมือเพื่อใช้เป็นช่องทางในการนำ ข้อมูลการเรียนการสอน ให้นักศึกษาได้ทำการ ดาวน์โฮลด์ เพื่อนำข้อมูลไปศึกษาได้ก่อนเวลาเรียน

ทางผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการพัฒนาระบบ สารสนเทศในการจัดทำระบบงานดังกล่าว เพื่อการ จัดการระบบการเรียนการสอนให้เป็นมาตรฐาน เพื่อ ลดระยะเวลาในการทำงาน และเพิ่มความสะดวก รวดเร็วในการจัดการกับระบบการเรียนการสอนได้ อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.1 เพื่อพัฒนาระบบงานที่สามารถจัดการเรียนการ สอนได้
- 1.2 เพื่อนำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์มาช่วย ในการจัดการข้อมูลทางด้านการเรียนการสอนให้มี ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
- 1.3 เพื่อเพิ่มความสะดวก รวดเร็ว ในการจัดระบบ การเรียนการสอนของอาจารย์และนักศึกษา

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผู้ทำวิจัยต้องศึกษาถึงการพัฒนาระบบสารสนเทศ เพื่อการจัดการเรียนการสอนผ่านทางระบบเครือข่าย โดยมีลำดับดังนี้

3.1 ระบบการเรียนการสอน

การพัฒนาระบบการเรียนการสอนอาศัยแนวคิดเรื่อง ระบบการเรียนการสอนได้แก่ การจัดองค์ประกอบ ต่างๆ ของการเรียนการสอนให้มีความสัมพันธ์กันเป็น ระบบ ผู้วิจัยจึงใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบ สารสนเทศเพื่อการจัดการเรียนการสอนผ่านทางระบบ เครือข่าย เพื่อเป็นพื้นฐานให้เข้าใจแนวความคิด เกี่ยวกับระบบการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ ระบบ การเรียนการสอนของ ชัยยง พรหมวงศ์ ทิศนา แฉม มณี และสัจ จุฑานันท์ ผลการศึกษาระบบการเรียน การสอนต่างๆ พบว่ามีองค์ประกอบที่จำเป็นของระบบ การเรียนการสอน 12 ประการ ที่จะประกอบเป็นกรอบแนวคิด ในการพัฒนาระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต ได้แก่ 1)การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอน 2) การวิเคราะห์ผู้เรียน 3)การออกแบบเนื้อหา 4) การ กำหนดวิธีการเรียนและกิจกรรม 5)เตรียมความพร้อม การเรียนทางอินเทอร์เน็ต 6)การกำหนดคุณสมบัติของ ผู้สอนและเตรียมผู้สอน 7)การดำเนินการเรียนการสอน ทางอินเทอร์เน็ต 8)การสร้างเสริมทักษะและการจัด กิจกรรมสนับสนุน 9)การควบคุม ตรวจสอบ ติดตาม การเรียน 10)ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนการสอน 11)การ

ประเมินผลการสอน 12) ข้อมูลป้อนกลับเพื่อการปรับปรุงแก้ไข[1]

3.2 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

ระบบข้อมูลระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (MIS) เป็นระบบเกี่ยวกับการจัดหาหรือข้อมูลที่สัมพันธ์กับข้อมูล เพื่อการดำเนินงาน เช่น การใช้ MIS เพื่อช่วยเหลือกิจกรรมของสถานศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับนักศึกษา อาจารย์ผู้สอน และบุคคลอื่นที่เข้ามาเกี่ยวข้อง การประมวลผลของข้อมูลจะช่วยแบ่งภาระการทำงานและยังสามารถนำสารสนเทศมาช่วยในการข้อมูลเอกสาร เพื่อลดปริมาณกระดาษที่ต้องใช้ หรือเป็นระบบซึ่งรวมความสามารถของผู้ใช้งานและคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ได้มาซึ่งสารสนเทศเพื่อการดำเนินงานการจัดการและเพื่อเพิ่มความสะดวกสบาย

3.3 Learning Management System หรือระบบการจัดการเรียนรู้ เป็นซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ จะประกอบด้วยเครื่องมืออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้สอน ผู้เรียน ผู้ดูแลระบบ โดยที่ผู้สอนนำเสนอเนื้อหาและสื่อการสอนขึ้นเว็บไซต์ รายวิชาตามที่ได้ขอให้ระบบ จัดไว้ให้ได้โดยสะดวก ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหา กิจกรรมต่าง ๆ ได้โดยผ่านเว็บ ผู้สอนและผู้เรียนติดต่อ สื่อสารได้ผ่านทางเครื่องมือการสื่อสารที่ระบบจัดไว้ให้ [2]

3.4 ระบบการจัดการเนื้อหาของเว็บไซต์ (Content Management System: CMS) คือ ระบบที่พัฒนาคิดค้นขึ้นมาเพื่อช่วยลดทรัพยากรในการพัฒนา และบริหารเว็บไซต์ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการกำลังคน ระยะเวลา และเงินทอง ที่ใช้ในการสร้างและควบคุมดูแลไซต์ โดยส่วนใหญ่แล้ว มักจะนำเอา ภาษาสคริปต์ ต่างๆ มาใช้ เพื่อให้วิธีการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติ ซึ่งมักต้องใช้ควบคู่กันกับ โปรแกรมเว็บ

เซิร์ฟเวอร์ (เช่น Apache) และดาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์ (เช่น MySQL)

ลักษณะเด่นของ CMS ก็คือ มีส่วนของ ผู้ควบคุมระบบ ที่ใช้ในการบริหารจัดการส่วนการทำงานต่างๆ ในเว็บไซต์ ทำให้สามารถบริหารจัดการเนื้อหาได้อย่างรวดเร็ว และเน้นที่การจัดการระบบผ่านเว็บในลักษณะรูปแบบของ ระบบเว็บท่า [3]

3.5 ระบบเครือข่าย

การสื่อสารโดยทั่วไป หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารความรู้สึกนึกคิดสู่กัน สิ่งมีชีวิตทุกประเภทมีกระบวนการสื่อสารที่เป็นเอกลักษณ์ อาจอยู่ในรูปของการสื่อสารแบบจุดต่อจุด (จากผู้ส่งไปสู่ผู้รับรายเดียว) หรือแบบกระจาย (จากผู้ส่งไปสู่ผู้รับหลายราย หรือไปสู่กลุ่มผู้รับ)

การสื่อสารในระบบคอมพิวเตอร์ เป็นกระบวนการส่งผ่านข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ระหว่างกัน (Peer-to-Peer) โดยอาจเชื่อมต่อในรูปแบบจุดต่อจุด (คอมพิวเตอร์ต่อเครื่อง) แบบกระจายระหว่างจุดกับกลุ่ม (คอมพิวเตอร์เดียวกับกลุ่มคอมพิวเตอร์) และแบบกระจายระหว่างกลุ่ม (กลุ่มคอมพิวเตอร์กับกลุ่มคอมพิวเตอร์) สำหรับกลุ่มของคอมพิวเตอร์นี้ เรียกว่า เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network) ซึ่งช่วยให้มนุษย์สามารถใช้ทรัพยากรร่วมกันให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เช่นการใช้เครื่องพิมพ์ร่วมกัน

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการศึกษาสำหรับโรงเรียน อ่างศิลาพิทยาคม จังหวัดชลบุรี (ยิ่งยศ ลอดหั่น: 2541) มหาวิทยาลัยบูรพา. สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา. การทำวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาวิเคราะห์สารสนเทศสำหรับการบริหารงานและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อจัดการศึกษาสำหรับโรงเรียนอ่างศิลาพิทยาคมจังหวัดชลบุรี โดยใช้โปรแกรม Microsoft Access 97 for

Windows 95 เป็นโปรแกรมที่ใช้จัดการงานทางด้านฐานข้อมูลกระบวนการพัฒนาระบบสารสนเทศ ข้อเสนอแนะของผู้ทำวิจัยเดิม มีปัญหาในส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในการจัดการข้อมูลบนฐานข้อมูลเนื่องจากโปรแกรมไม่สามารถรองรับการจัดการจำนวนมากได้ แต่ในส่วนของการงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม MySQL ในการจัดการฐานข้อมูลของระบบ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลได้ดีกว่าโปรแกรมเดิม การพัฒนาระบบสารสนเทศการจัดการเรียนการสอนบนเครือข่ายวิทยาลัยการอาชีพท่าตูม พรพิทักษ์ ศรีแก้ว :มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี. สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ : 2548 ออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศการจัดการเรียนการสอนบน เครือข่ายของวิทยาลัยการอาชีพท่าตูมด้วยคอมพิวเตอร์ให้มีการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบสามารถ รายงานผลได้อย่างถูกต้องรวดเร็วและเป็นปัจจุบันเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบด้วยการ

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยคือ นักศึกษาที่กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3,4 และนักศึกษาระดับปริญญาตรี(ต่อเนื่อง) ชั้นปีที่ 4 ของสาขาระบบสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์ และสาขาวิชาการจัดการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่นในส่วนของการวิชา Management Information System และวิชา Planning Management Information System จำนวน 95 คนและกลุ่มเป้าหมาย นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ สาขาวิชาระบบสารสนเทศ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น วิชาโปรแกรมสำเร็จรูปจำนวน 60 คน

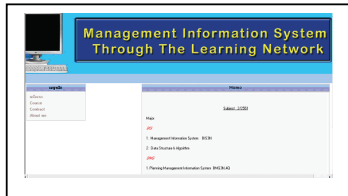
5. เครื่องมือและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

(1) การทดสอบใช้งานระบบ(2)เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ คือแบบสอบถาม ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบปลายปิด (Close-end Questionnaire) และแบบปลายเปิด (Open-end Questionnaire) เป็นแบบสอบถามที่มีทั้งหมด 3 ตอน ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ สาขาวิชาที่เรียน วิชาที่ลงเรียนในภาคเรียนที่ 2/2551 ตอนที่ 2 การประเมินผลของระบบ มีทั้งหมด 10 ข้อ เป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ซึ่งประกอบด้วย (1) ระบบงานช่วยลดปริมาณกระดาษทำให้จำนวนกระดาษที่ใช้ลดลง (2)รูปแบบเอกสารมีการจัดแบบฟอร์มที่เป็นมาตรฐาน ข้อมูลแสดงบนเอกสารมีความถูกต้องชัดเจน(3)เอกสารต่างๆที่นำเสนอ ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการ(4)ระบบงานมีการจัดการข้อมูลโดยรวมที่ดี (5) การเข้าถึงข้อมูลในระบบงานมีความสะดวก ใช้งานง่ายทำให้การทำงานรวดเร็วขึ้น (6) สารสนเทศที่แสดงในเอกสารมีความชัดเจน กระตัดรัด (7) ระบบงานมีรูปแบบสวยงาม ใช้งานง่าย (8) ความปลอดภัยในการจัดเก็บข้อมูล (9) ภาพรวมของระบบงาน(10) การนำไปใช้งานได้จริง ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ เป็นแบบสอบถามแบบคำถามปลายเปิด (Open-end Questionnaire)

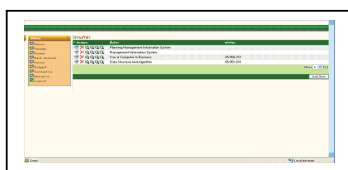
6. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

(1) การรวบรวมเอกสารและศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (2) ดำเนินการพัฒนาเครื่องมือเกี่ยวกับงานวิจัย โดยการนำ DFD มาช่วยในการพัฒนาเพื่อให้มีเนื้อหาครอบคลุม แล้วนำเสนอต่อผู้ชำนาญการในการตรวจสอบระบบเบื้องต้น เพื่อขอคำแนะนำแก้ไขและปรับปรุง (3)ทำการทดสอบระบบงาน (4)นำระบบงานที่ทำการพัฒนาให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานระบบ5.นำแบบประเมินเก็บ

ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง (6)สรุปผลการประเมินจากกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่1: ตัวอย่างของระบบงาน



ภาพที่2: การจัดการระบบผลการประเมินระบบ

รายละเอียด	ผลการประเมิน			
	Mean	Std.	Sum	Percent
1. ระบบงานช่วยลดปริมาณกระดาษที่ใช้ในเอกสารที่ใช้	4.35	.573	100	56.5
2. รูปแบบเอกสารมีการจัดแบบฟอร์มที่เป็นมาตรฐาน ข้อมูล	3.96	.438	91	73.9
3. เอกสารที่จัดทำเอกสาร ครบถ้วนประเด็นที่สื่อสาร	4.04	.562	93	69.6
4. ระบบงานมีการจัดการข้อมูลโดยอัตโนมัติ	4.13	.458	95	78.3
5. การเข้าถึงข้อมูลในระบบงานมีความสะดวก ใช้งานง่ายทำให้	4.22	.471	97	82.3
6. สารสนเทศที่แสดงในเอกสารมีความชัดเจน สะดวก	4.17	.450	96	76.5
7. ระบบงานมีรูปแบบสวยงาม ใช้งานง่าย	3.96	.467	91	73.9
8. ความปลอดภัยในการจัดเก็บข้อมูล	4.22	.473	97	82.3
9. ความสะดวกในระบบงาน	4.09	.468	94	76.5
10. การนำไปใช้งานได้จริง	4.13	.548	95	78.3

ตารางที่1: ตารางผลการประเมินของระบบงาน

7. บทสรุป

จากการประเมินระบบจากตาราง พบว่าผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจในการทดลองใช้ระบบอยู่ในระดับค่า Mean 4.125 จากตารางของข้อมูลพบว่า

ระบบงานช่วยลดปริมาณกระดาษทำให้จำนวนกระดาษที่ใช้ลดลง 4.35 รูปแบบเอกสารมีการจัดแบบฟอร์มที่เป็นมาตรฐาน ข้อมูลแสดงบนเอกสารมีความถูกต้อง ชัดเจน 3.96 เอกสารต่างๆที่นำเสนอตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการ 4.04 ระบบงานมีการจัดการข้อมูลโดยรวมที่ดี 4.13การเข้าถึงข้อมูลในระบบงานมีความสะดวก ใช้งานง่ายทำให้การทำงานรวดเร็วขึ้น

4.22 สารสนเทศที่แสดงในเอกสารมีความชัดเจน กะทัดรัด 4.17 ระบบงานมีรูปแบบสวยงาม ใช้งานง่าย 3.96 ความปลอดภัยในการจัดเก็บข้อมูล 4.22 ภาพรวมของระบบงาน 4.09 การนำไปใช้งานได้จริง 4.13 สรุปจากการประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานของผู้ใช้ระบบพบว่าผู้ใช้พึงพอใจในการใช้ระบบเฉลี่ยร้อยละ 90 ซึ่งระบบทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการจัดการข้อมูล การเข้าดูเอกสารที่ตรงตามความต้องการผู้ใช้งาน ซึ่งส่งผลให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

8. ปัญหาและอุปสรรค

1) รูปแบบในการนำเสนอข้อมูลบนทางเว็บ จะต้องมีการจัดการข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของเอกสารชนิด Acrobat Reader เพื่อป้องกันการแก้ไขข้อมูล ตัวอย่างเช่น ค่ะแนบสอบ เพื่อเป็นการป้องกันการเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูล 2) เอกสารที่จะใช้งานในระบบมีจำนวนมาก ต้องมีการจัดการในส่วนของการเอกสารเอกสารเพื่อที่จะสามารถอัปโหลดเอกสารขึ้นเว็บได้

ข้อเสนอแนะ

1) ควรมีการเพิ่มระบบในการจัดส่งงานผ่านทางระบบได้ 2) เมื่อฐานข้อมูลมีปริมาณมากขึ้น ควรมีการจัดการที่รองรับการทำงานในปริมาณที่เพิ่มขึ้นได้ เพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- [1] พจน์ สะเพียรชัย. แนวทางการพัฒนาระบบเครือข่ายระบบสารสนเทศทางการศึกษาแห่งชาติ (ธันวาคม 2527 - มกราคม 2528) :51
- [2] มนต์ชัย เทียนทอง การพัฒนาระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ ปีที่2 ฉบับที่ 3 มกราคม-มิถุนายน 2549 บทความวิจัย
- [3] ทองพูน หิบบัทรอง ระบบบริหารและจัดการผู้สอนระบบบริหารการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ:2548

การสร้างระบบควบคุมตรรกแบบฟัซซี่แบบพร้อมกัน

จันทนา ผ่องแผ้วศรี¹ (จันทรพรชัย) และ กฤษณะ สีพนมวัน²

ภาควิชาคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

E-mail: ¹ctana@su.ac.th

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยพัฒนาระบบควบคุมโดยใช้ตรรกแบบฟัซซี่แบบพร้อมกันบนระบบฝังตัว ระบบควบคุมด้วยตรรกแบบฟัซซี่เป็นระบบที่นิยมใช้มาก เช่น ระบบควบคุมอุณหภูมิ ระบบควบคุมเครื่องซักผ้า ระบบควบคุมความชื้น ระบบควบคุมความดัน เป็นต้น การพัฒนาระบบตรรกแบบฟัซซี่บนระบบฝังตัวเป็นสิ่งที่ท้าทาย เนื่องจากระบบฝังตัวมีทรัพยากรจำกัด ทั้งขนาดหน่วยความจำและความเร็ว ในงานวิจัยนี้เสนอวิธีการพัฒนาระบบควบคุมแบบตรรกแบบฟัซซี่สองระบบให้รันในเวลาพร้อมกันสองรูปแบบ ศึกษาเปรียบเทียบลักษณะการทำงาน วิธีการอิมพลีเมนต์ ให้เหมาะกับข้อจำกัดของระบบแบบฝังตัว ในที่นี้อาศัยระบบควบคุมอุณหภูมิเป็นต้นแบบ

คำสำคัญ: ระบบตรรกแบบฟัซซี่ ระบบฝังตัว ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ ระบบควบคุมอุณหภูมิ

Abstract

In this work, we develop embedded concurrent fuzzy control systems. The fuzzy control systems are very popular, for example, temperature controllers, washing machine controllers, humidity controllers, pressure controllers etc. Developing fuzzy systems on embedded systems is challenging since embedded systems have limited resources in both memory and speed. In this research, we propose two solutions in developing two concurrent fuzzy controllers to run simultaneously in real-time. We study pros and cons for each solution in terms of how it work and its implementation to make it suitable for embedded systems constraints. Here, we use the temperature controller as a prototype for it is popular in consumer electronics.

Keywords: Fuzzy Systems, Embedded Systems, Fuzzy Control Systems, Temperature Controllers

1. บทนำ

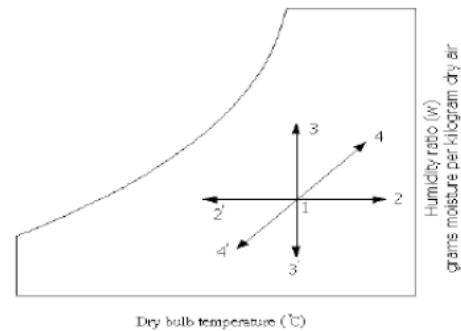
ระบบควบคุมเป็นระบบที่ใช้งานอย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ การสร้างระบบควบคุมมีความยุ่งยากในการโมเดลและแก้สมการ เพื่อหาโมเดลการทำงานที่เหมาะสม นอกจากนี้สมการเหล่านี้ถ้าจะมีความซับซ้อน ตรรกแบบฟัซซี่จึงเป็นที่นิยมใช้แทนที่การหาสมการโมเดลเหล่านี้ ทำให้การสามารถหาหลักการควบคุมด้วยวิธีการอนุมานแบบฟัซซี่ได้

ระบบควบคุมที่นิยมใช้มากในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้แก่ การควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นในอุปกรณ์ เช่น เครื่องปรับอากาศ เตาอบ และอื่นๆ ส่วนใหญ่นิยมใช้การควบคุมแบบฟัซซี่อีกด้วย ในการควบคุมอุณหภูมิในเครื่องปรับอากาศ ต้องการการทำงานแบบเวลาจริง โดยจะทำแบบ period คือทุกช่วงเวลา เพื่อควบคุมในอุณหภูมิกงที่ให้ได้มากที่สุด นอกจากนี้โปรแกรมการควบคุมต้องฝังลงไป ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ทำประมวลผลได้ อนึ่ง ไมโครคอนโทรลเลอร์ประกอบด้วยชิพที่มีขนาดหน่วยความจำจำกัด การทำงานไม่เร็วนัก แต่ราคาถูก การพัฒนาโปรแกรมบน ระบบฝังตัวแบบนี้จึงต้องพิจารณาเงื่อนไขเหล่านี้ด้วย

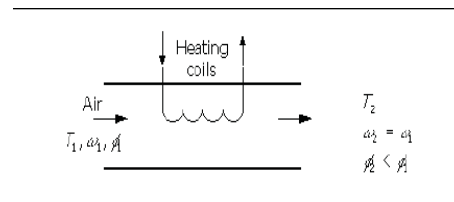
ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสนใจจะพัฒนาระบบแบบพร้อมกัน ให้ทำงานแบบเวลาจริง บนระบบฝังตัวเช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ และอื่นๆ โดยมีเป้าหมายเพื่อศึกษาลักษณะการใช้ทรัพยากรของ ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ เมื่อทำงานพร้อมกันมากกว่าหนึ่งระบบขึ้นไป ตัวอย่างระบบควบคุมที่ใช้ในการพัฒนาได้แก่ระบบควบคุมอุณหภูมิ และระบบควบคุมความชื้นแบบฟัซซี่ ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

2. ระบบควบคุมความชื้นแบบฟัซซี่ [1]

ระบบควบคุมความชื้นก็สามารถใช้ ในเครื่องปรับอากาศได้ เนื่องจากความชื้นก็สัมพันธ์กับอุณหภูมิ ดังภาพที่ 1 ในงานวิจัยของสันติและคณะ [1] ได้นำไปใช้ในกระบวนการให้ความร้อนและการดึงความร้อนจากอากาศ ดังภาพที่ 2

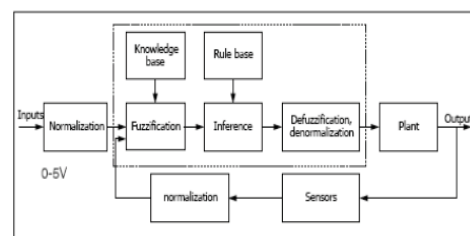


ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้น



ภาพที่ 2 กระบวนการให้ความร้อนลดค่าความชื้นสัมพัทธ์ของระบบ

ในระบบดังกล่าวจะมีเป้าหมายในการควบคุมแรงดันที่จ่ายให้กับขดลวดความร้อนเพื่อให้ความชื้นสัมพัทธ์คงที่ โครงสร้างระบบได้แก่ภาพที่ 3

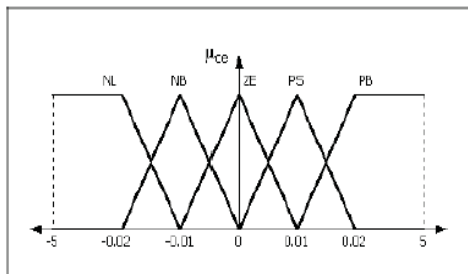
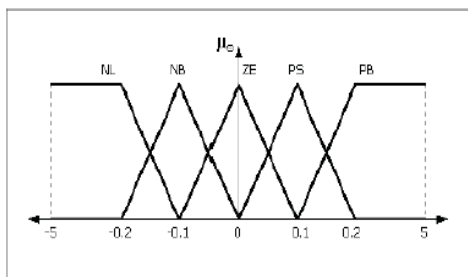


ภาพที่ 3 โครงสร้างระบบควบคุมแบบฟัซซี่

ในระบบดังกล่าวมีอินพุตสองตัวได้แก่ error (e) และ อัตราการผิดพลาด (ce)

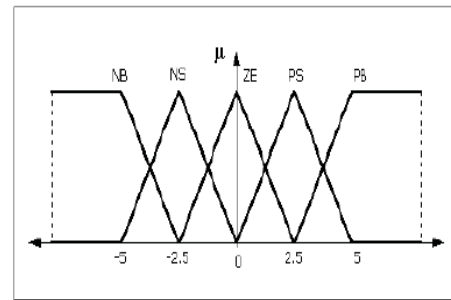
เมื่อเริ่มต้นจะอ่านอินพุตเข้ามา และทำการ normalize ก่อน โดยหา

$e1 = \text{set point} - \text{input1}$ และ $e2 = \text{set point} - \text{input2}$ ซึ่งหมายถึงค่าผิดพลาด ณ เวลา t-1 และ ค่าผิดพลาด ณ เวลา t ตามลำดับ ส่วน input1, input2 คือค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่อ่านเข้ามา ณ เวลา t-1 และเวลา t ตามลำดับ ภาพที่ 4 แสดงฟังก์ชันสมาชิกของ e , ce



ภาพที่ 4 ฟังก์ชันสมาชิกของอินพุตทั้งสอง e, ce ตามลำดับ

สำหรับเอาต์พุตได้แก่ค่าแรงดัน Vref จะมีฟังก์ชันสมาชิกดังรูป



ภาพที่ 5 ฟังก์ชันสมาชิกของ Vref

ดังนั้นกฎที่ได้จะประกอบด้วย rule matrix ขนาด 5 x 5 เนื่องจากแต่ละอินพุตมี 5 ตัวแปรภาษา และมีสองอินพุต ดังภาพที่ 6

3. ระบบควบคุมอุณหภูมิแบบฟัซซี่สำหรับเครื่องปรับอากาศ

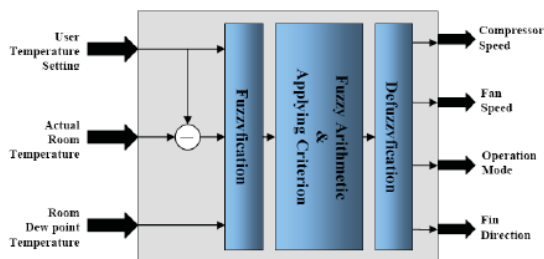
ได้มีผู้นำเสนอระบบควบคุมอุณหภูมิแบบฟัซซี่จำนวนมาก ทั้งแบบซับซ้อนและไม่ซับซ้อนตัวอย่างข้างล่างได้จาก [4]

ในการควบคุมนี้ จะมีอินพุตสามตัวได้แก่ เซนเซอร์อ่าน อุณหภูมิปัจจุบัน ค่าอุณหภูมิที่ผู้ใช้เซตไว้ และค่าความชื้นปัจจุบัน ค่าเหล่านี้จะถูก fuzzified และทำการอนุมานตามกระบวนการของ fuzzy inference และจะทำการ defuzzified เพื่อหาค่าเอาต์พุตที่ต้องการ เพื่อนำไปควบคุมโดยเอาต์พุตมี 4 ตัว ได้แก่ ความเร็ว compressor ความเร็วพัดลม โหมดการทำงาน และทิศทางใบพัด ดังภาพที่ 7 แสดง block diagram ของระบบ

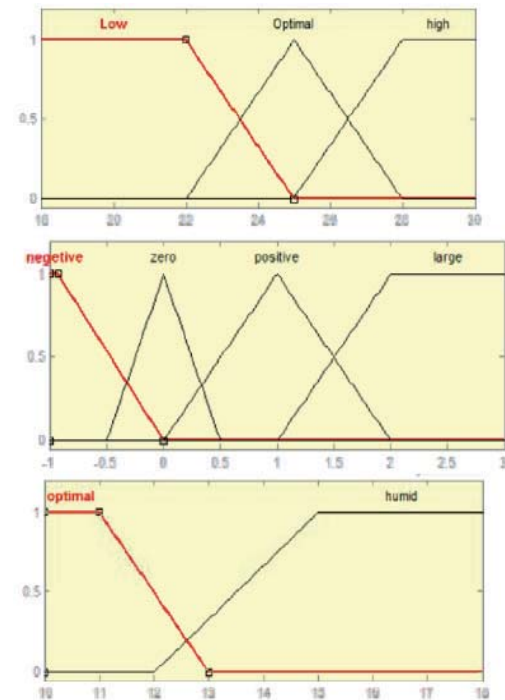
			ZE	PS	PB
	NB	NB	NB	NB	NB
ZE	NB	NB	NS	NS	NS
PS	PS	PS	PS	PB	PB
PB	PB	PB	PB	PB	PB

ภาพที่ 6 กฎของการควบคุมแรงดัน

สำหรับกฎการอนุมานจะมีอินพุตสองตัวได้แก่ U_t คือค่าอุณหภูมิที่ผู้ต้องการ และ T_{diff} คือค่าความแตกต่างระหว่าง U_t และอุณหภูมิปัจจุบัน ส่วนค่าความชื้น T_d จะถูกอ่านเข้ามาโดย dew point sensor อินพุตตัวนี้จะถูกอ่านเข้ามาและถูก fuzzified เช่นกัน ภาพที่ 8 แสดงฟังก์ชันสมาชิกของแต่ละอินพุต



ภาพที่ 7 Block diagram ของการควบคุมอุณหภูมิ

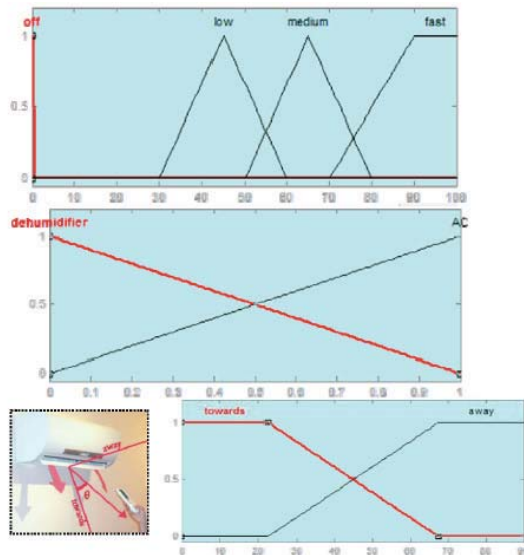


ภาพที่ 8 ฟังก์ชันสมาชิกของ U_t , T_{diff} , T_d ตามลำดับ

สำหรับเอาต์พุตนั้น จะมีสี่เอาต์พุตดังข้างต้น compressor และ fan speed ใช้ฟังก์ชันสมาชิกเดียวกัน ส่วน operation mode ใช้เป็นตัวตัดสินว่าเครื่องปรับอากาศนี้จะทำงานในโหมด AC (ให้ความเย็น) หรือโหมด dehumidifier ค่าเอาต์พุตที่เป็น พืช เชตเช่นกัน สำหรับใบพัด (fin direction) นั้น จะทำงานในสองทิศทางได้แก่ ไปข้างหน้า (away) หรือให้เป่าลงด้านล่าง (towards) ภาพที่ 9 แสดงฟังก์ชันสมาชิกของเอาต์พุตต่างๆ

ภาพที่ 10 แสดงกฎการอนุมาน ในที่นี้แสดงเป็นตารางสองมิติ จำนวนสองตาราง เมื่อ $T_d = \text{optimal}$ และเมื่อ $T_d = \text{humid}$ ดังรูป จะเห็นว่าเนื่องจากระบบมีอินพุตทั้งหมด 3 อินพุต และแต่ละอินพุตมีจำนวนตัวแปรภาษา 4,3,2 ตามลำดับ จะทำให้เกิดกฎทั้งหมด 24 กฎ สำหรับแต่ละเอาต์พุต

จะเห็นได้จากความซับซ้อนของระบบดังกล่าวจะทำให้เกิดการใช้น้ำหน่วยความจำข้อมูลที่มากเนื่องจากจำนวนตัวแปร ภาษาและตัวแปรอินพุต เอาท์พุตมีมาก

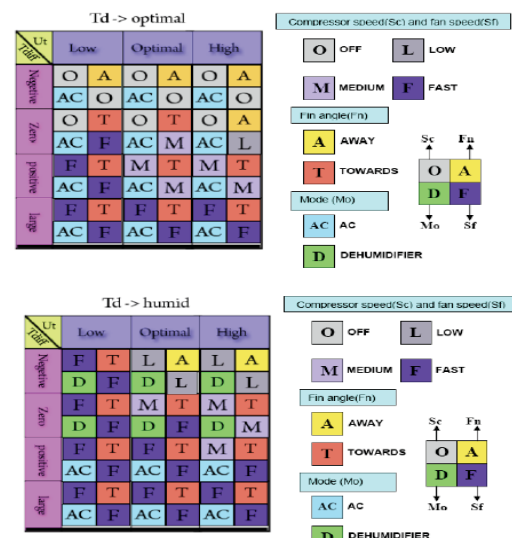


ภาพที่ 9 ฟังก์ชันสมาชิกของแต่ละเอาต์พุต compressor & fan speed ,operation mode และ fin direction

นอกจากนี้ยังมีระบบควบคุมอุณหภูมิแบบอื่นๆ [2-3] Tabeli et.al.[2] ซึ่งมีลักษณะการควบคุมแบบ cascade ดังรูป 11 ซึ่งสำหรับระบบ chilling ขนาดใหญ่ และมีเน้นการประหยัดพลังงาน

สิ่งที่น่าสนใจในงานเหล่านี้จะเห็นได้ว่าระบบควบคุมแบบฟัซซี่มีความซับซ้อนมากขึ้นเมื่อจำนวนอินพุตมากขึ้นและจำนวนตัวแปรภาษามากขึ้น ในงานวิจัย [5] ได้ทำการวัดผลของ การใช้น้ำหน่วยความจำข้อมูลสำหรับการอินฟลิเมนต์ระบบตรรกแบบฟัซซี่บนไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเห็นว่าการจัดเก็บฟังก์ชันสมาชิกเป็นส่วนสำคัญกับการใช้น้ำหน่วยความจำ และการประมวลผล รูปแบบการจัดเก็บจะเป็นแบบ table lookup จะให้ผลเร็วกว่าในการอนุมาน แต่จะเปลืองเนื้อที่หน่วยจำนวนในลักษณะฟังก์ชันเชิงเส้น แต่หากใช้วิธีการคำนวณเอา จะทำให้ใช้ขนาดพื้นที่ในส่วนนี้คงที่

ดังนั้นหากระบบมีหลาย ๆ ระบบ เพื่อต้องการให้ประหยัดหน่วย ความจำ จึงจำเป็นต้องใช้เก็บจำนวนจุดคงที่ เช่น 3 จุด สำหรับรูปร่างสามเหลี่ยมและสี่จุดสำหรับรูปร่าง trapezoid ก็จะทำให้ประหยัดเนื้อที่ลงไป แต่อาจจะทำให้การอนุมานช้าลง เนื่องจากต้องคำนวณหาค่าสมาชิกก่อน เพราะการคำนวณแบบเลขทศนิยมจะทำให้ช้าบนไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนั้นจะเห็นว่า เมื่ออินฟลิเมนต์หลายๆ ระบบ พร้อมกันบนไมโครคอนโทรลเลอร์ ข้อจำกัดเหล่านี้จะสำคัญมากต่อไปจะกล่าวถึงวิธีการอินฟลิเมนต์ แบบพร้อมกัน



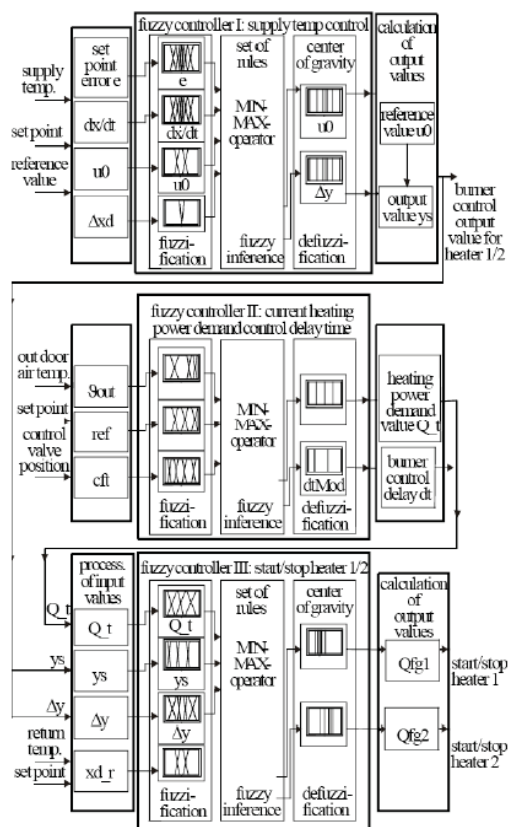
ภาพที่ 10 กฎการอนุมาน

4. การทำงานแบบพร้อมกัน

ใน การ ทำ งาน แบบ พ ร อ ม กั น บน ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำได้หลายวิธี ในที่นี้จะกล่าวถึงการใช้ interrupt ก่อน ในการอินฟลิเมนต์วิธีอินเทอร์รัปต์นั้น ทำให้การทำงานเป็นแบบ cycle กล่าวคือ ทำ task 1 และทำ task 2 และกลับไปทำ task 1 ใหม่เรื่อยไปในที่นี้ task 1 จะเป็น fuzzy ระบบที่ 1 และ task 2 จะเป็น fuzzy ระบบที่สอง การอินฟลิเมนต์แบบนี้มี

overhead code ไม่มากนัก เนื่องจากใช้ interrupt ใน ไมโครคอนโทรลเลอร์ แต่ผู้เขียนโปรแกรมต้องรู้จักวิธีการใช้อินเตอร์รัปต์ใน ไมโครคอนโทรลเลอร์

ในตัวอย่างนี้ทำงานดังนี้ ทุกครั้งที่มีการเกิดอินเทอร์รัปต์ จะไปรัน ISR ฟังก์ชันเพื่อเพิ่มค่า ตัวนับ task และรันฟังก์ชันของ task ตามตัวนับนั้นๆ เช่น เมื่อ ครั้งแรกมีอินเทอร์รัปต์ขึ้นจะไปรัน task 1 และเมื่อ task 1 ทำงานเสร็จรอบ ค่าตัวนับ task จะเพิ่มขึ้นเพื่อไปรัน task ต่อไป ได้แก่ task 2 เมื่ออินเทอร์รัปต์เกิดขึ้นอีก จะให้ task 2 เริ่มทำงาน และเมื่อ task 2 ทำงานเสร็จรอบ ค่าตัวนับ task จะกลับไปยัง task 1 เพื่อให้ task 1 ทำงานต่อเมื่ออินเทอร์รัปต์เกิดขึ้นอีก ภาพที่ 12 แสดงตัวอย่างโค้ดแบบ interrupt



ภาพที่ 11 การควบคุมอุณหภูมิแบบ cascade

การเขียนโค้ดแบบนี้จะเพิ่มการใช้หน่วยความจำ ข้อมูลไม่มากนัก แต่การทำงานแบบพร้อมกันยังทำไม่ได้ดีนัก เนื่องเป็นการทำงานแบบ cyclic การกำหนดเงื่อนไขด้านเวลาทำได้โดยการเซต ให้เกิดอินเทอร์รัปต์ทุกๆ period แต่ task ทั้งสองไม่สามารถสื่อสารกันได้

ในรูปแบบที่ 2 จะเป็นการใช้รูปแบบ OS-based โดยจะใช้ Micro C OS/II ซึ่งเป็น real-time OS ที่นิยมในระบบฝังตัวมาก แต่เมื่อใช้ OS นี้จะใช้ทรัพยากรหน่วยความจำเพิ่มอีก 2 Kbytes ทำให้อาจจะไม่เหมาะกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก แต่การพึ่งพา Micro C/OS II จะทำให้สามารถทำงาน multi-tasking ตามกลไกของ OS แบบ preemptive ได้ ใน OS นี้จะใช้ระบบ priority scheduling และ task สามารถสื่อสารกันได้ด้วยวิธีการต่างๆ และมีการใช้ lock การใช้ทรัพยากรสำคัญอีกด้วย นอกจากนี้ยังมี delay function เพื่อให้ task หยุดทำงานเป็นช่วงๆ (period) หากไม่พิจารณาเงื่อนไขของหน่วยความจำและต้องการการทำงานแบบพร้อมกันที่สมบูรณ์กว่า การเลือกใช้แบบ OS-based จะเหมาะสมกว่า ภาพที่ 13 แสดงตัวอย่าง main โค้ด ของการระบบฟิวซ์ซีแบบพร้อมกัน ในแต่ละ task จะทำ loop ของการอนุมานหนึ่งรอบและมี delay หนึ่งเวลาเพื่อให้งานเป็นรอบ และเพื่อให้ OS สามารถสลับไปทำ task อื่นๆ ได้

```
#pragma interrupt Interrupt_ISR //
void Interrupt_ISR(void){
    // one tick every 500us at 16Mhz
    if (PIR1bits.TMR1IF){
        // set up timer 1 again to interrupt 500us in future
        PIR1bits.TMR1IF = 0;
        T1CONbits.TMR1ON = 0;
        TMR1H = TMR1RESET_HIGH;
        TMR1L = TMR1RESET_LOW;
        T1CONbits.TMR1ON = 1;
        // Task_0 Read Input
        task_counter++;
        if(task_counter>=
TASK_COUNTER_MAX){
            task_counter = 0;
            switch (task_counter) {
                case 0: if (task0_enable == TRUE)
                    fuzzy_temp_control();
                    break;
                case 1: if (task1_enable == TRUE)
                    fuzzy_humid_control();
                    break; }
        }
```

ภาพที่ 12 ตัวอย่างโค้ดแบบอินเทอร์รัปต์ ใน ISR

ในตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบการทำงานแบบ
พร้อมกันในด้านต่างๆ สำหรับแบบ interrupt และ
แบบ Micro-C based ข้อมูลดังกล่าวได้จากการทดสอบ
ตัวอย่างรูป 12-13 ข้างต้นด้วย MPLAB IDE จำลองบน
PIC18LF8722

```
void main (void)
{
    OSInit();
    OSTaskCreate(fuzzy_humid_control, (void *)0 ,
&inp_humid[0], 0);
    OSTaskCreate(fuzzy_temp_control, (void *)0 ,
&inp_temp[0], 1);
    OSStart();
}
```

ภาพที่ 13 ตัวอย่าง main code ของ Micro C

ตารางที่ 1 สรุปข้อแตกต่างระหว่างทั้งสองวิธี

ปัจจัย	Micro C	Interrupt
การใช้หน่วยความจำข้อมูล	ต้องการประมาณ 2K ขึ้นต่ำสำหรับ OS	ต้องการประมาณ 160 byte ต่อระบบพีซี
การ switch task	ประมาณ 40 microsec	ประมาณ 1.4 วินาที
การสื่อสารระหว่างงาน	ด้วย Mailbox/ Queue และมี semaphore API	ผู้ใช้จัดการเอง
การจัดการด้านเวลา	ใช้ฟังก์ชัน Delay	ใช้ Timer interrupt
การจัดการด้าน scheduling	ใช้ priority-based	ผู้ใช้เขียนเอง

ในข้อมูลเบื้องต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาการทำงานของหน่วยความจำ ของทั้งสองรูปแบบ จะพบว่าของ Micro C OS จะต้องการใช้หน่วย ความจำขั้นต่ำ 2K Bytes ในการจัดเก็บ OS แต่สำหรับการเขียนแบบ Interrupt นั้น จะใช้เนื้อที่ประมาณ 160 Bytes เพิ่มเติมให้กับโค้ดที่เกี่ยวข้องด้าน interrupt แต่เวลา ในการ switch task ของ micro C จะดีกว่ามาก การจัดการด้านเวลานั้น แบบ interrupt จะต้องใช้ Timer interrupt มาช่วย และจำนวน Timer นั้นมีจำกัดต่อฮาร์ดแวร์จริง

อนึ่งโค้ดที่ปรากฏในรูป 12 นั้นจะสามารถเปลี่ยนได้ตาม แนวคิดการใช้งานเช่นอาจต้องการใช้ Timer แต่ละตัวสำหรับ การจัดการเวลาของแต่ละงาน ก็ทำได้ เป็นต้น ดังนั้นในการเลือกการพัฒนาแบบพร้อมกัน นั้น หาก ใช้ ฮาร์ดแวร์ ขนาด เล็ก เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ การใช้แบบ interrupt จะเหมาะสมกว่า เนื่องจากประหยัดการใช้ทรัพยากร และ สำหรับระบบควบคุม ที่ซับซ้อน ต้องการฮาร์ดแวร์ ความสามารถสูงขึ้น เช่นในกรณีของ FPGA ก็ใช้ระบบแบบ Micro C ได้

5. สรุปผล

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาความเป็นไปได้และข้อดีข้อเสียใน การพัฒนาระบบตรรกแบบพีซีแบบพร้อมกัน ผู้วิจัยได้ อาศัยระบบควบคุมอุณหภูมิและควบคุมความชื้นแบบ พร้อมกันสองรูปแบบได้แก่แบบ interrupt และแบบ OS-based ซึ่งพบว่าแบบ interrupt กินทรัพยากรเพิ่มเติมน้อยกว่าแบบ OS เหมาะสมกับการนำไปใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีหน่วยความจำจำกัด (4K)แต่หากใช้แบบ OS จะทำ multitasking ในวิธี scheduling แบบ priority และ เพิ่มขีดความสามารถด้านการสื่อสารระหว่าง task และการใช้

ทรัพยากรร่วมกันอีกด้วย สำหรับ Micro C/OS II ใช้หน่วยความจำเพิ่มเติมอีก 2Kbyte ซึ่งหมายถึงต้องการ microncontroller ที่มีหน่วยความจำมากกว่า 4Kbyte กรณีระบบทั้งสองซับซ้อน จึงอาจจะเหมาะสมกับตระกูล DSP หรือ FPGA

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สันติ หวังนิพนานโต สุภาพ ทองโอ และพยงค์ศักดิ์ ศรีขวัญ แก้ว, Relative Humidity Controlled by Fuzzy Logic Control, การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 3, 2547.
- [2] Talebi et. Al. Application of Fuzzy Logic for Energy Management of Air Conditioning, Chilling, and Heating Systems, Accessed 5 Jan 2009, Available at www.f09.fh-koeln.de/fakultaet/personen/profs/johannes.goeke/nocms/Institut/Dokumente/Talebi-Daryani,Jan%20Pfaff.pdf
- [3] Sahbiul Islam Md et.al. , Development of a Fuzzy Logic Controller Algorithm for Air Conditioning Systems, ICSE 2006, pp. 830-834.
- [4] Patanaik Amiya, Fuzzy Logic Control of Air Conditioners, Accessed 5 Jan 2009, Available at www.cybergeeks.co.in/projects/projects/Fuzzy%20Logic%20Control%20of%20Air%20Conditioners.pdf
- [5] Phongpensri Chantana et. al. Different Fuzzy Parameter Selection based on Multiple Criteria for Microcontroller, EUC 2008.

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการผลงานทางวิชาการ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ศิวรรณ ชาญศิริวัฒน์

สาขาวิชาระบบสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตดอนแก่น

E-mail: chansira@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการผลงานวิชาการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้กรณีศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตดอนแก่น เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลผลงานวิชาการของบุคลากรในมหาวิทยาลัย ระบบสารสนเทศเพื่อจัดการผลงานวิชาการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตประกอบไปด้วย 7 ส่วนงาน ได้แก่ ส่วนจัดการข้อมูลหน่วยงาน ส่วนจัดการข้อมูลผู้ใช้ระบบ ส่วนตรวจสอบผู้เข้าใช้งานระบบ ส่วนจัดการข้อมูลประเภทผลงานวิชาการ ส่วนจัดการข้อมูลผลงานวิชาการส่วนการสืบค้นข้อมูล และส่วนการรายงานข้อมูล โดยเครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยภาษา PHP ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรม และโปรแกรม MySQL ใช้สำหรับจัดการฐานข้อมูลระบบ และได้ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ประเมินประสิทธิภาพของระบบ และผู้ใช้งานระบบ ได้แก่ อาจารย์ เจ้าหน้าที่ และบุคคลทั่วไป จำนวน 20 คน ประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ โดยใช้แบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของระบบในภาพรวมด้านการทดสอบระบบที่ละส่วนงาน อยู่ในระดับมาก ($X = 4.26$) ด้านการทดสอบระบบโดยรวม อยู่ในระดับมาก ($X = 4.11X$) ด้านการทดสอบความง่ายในการใช้งานของระบบ อยู่ในระดับมาก ($X = 4.30$) ด้านการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ อยู่ในระดับมาก ($X = 4.13$) ด้านความปลอดภัยของระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($X = 4.67$) เมื่อนำทุกด้านมาสรุปผลในภาพรวมของระบบพบว่า อยู่ในระดับมาก ($X = 4.24$) ด้านผู้ใช้งานระบบ มีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับมาก ($X = 4.24$) ดังนั้นระบบสารสนเทศเพื่อจัดการผลงานวิชาการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลผลงานวิชาการ และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศ ผลงานวิชาการ

Abstract

The purposes of this research were (1) to development of Academic Achievement Management Information System via Internet: a case study of Rajamangala University of Technology Khon Kaen Campus, and (2) to improve the performance of management and searching Academic Achievement. An Academic Achievement Management Information System employed 7 parts which included (1) Department management part, (2) User management part, (3) Login part, (4) Type of Academic Achievement management part, (5) Academic Achievement management part, (6) Searching part, and (7) Report part. Tools used in this research were (1) PHP Language for development program, (2) MySQL for Database management system, and (3) the questionnaires that asked experts for efficiency and users for satisfaction toward the Academic Achievement Management Information System. The sampling group for this research selected by using Simple Random Sampling was 20 users and 3 experts. The result of this research showed that the efficiency of Academic Achievement Information Management System evaluated by experts into Unit test was at the good level ($X = 4.26$), Integration test was at the good level ($X = 4.11$), Usability test was at the good level ($X = 4.30$), Performance test was at the good level ($X = 4.13$) and Security test was at the best level ($X = 4.67$). Finally, the efficiency of Academic Achievement Management Information System was at the good level ($X = 4.24$). The satisfaction of Academic Achievement Management Information System which evaluated by users was at the good level ($X = 4.24$). Therefore, Academic Achievement Management Information System was able to management academic achievement and highly responsive to users demanded and expectations

Keywords: Information System, Academic Achievement.

1. บทนำ

สถาบันอุดมศึกษาเป็นสถาบันการศึกษาระดับสูงที่ได้รับการคาดหวังจากสังคมให้เป็นแหล่งผลิตและพัฒนาทรัพยากรบุคคลที่มีคุณค่า และมีความพร้อมในการพัฒนาประเทศ โดยมีบทบาทหน้าที่หลัก 4 ประการ ได้แก่ การสอน การวิจัย การทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม และการให้บริการทางวิชาการแก่สังคม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น เป็นหน่วยงานหนึ่งที่สังกัดในสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ที่เน้นหนักในการจัดการศึกษา ผลิตบุคลากรหลากหลายสาขาตามความต้องการของท้องถิ่นและสังคม อีกทั้งมีบทบาทในด้าน

การวิจัย ทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม และบริการวิชาการแก่สังคม โดยเฉพาะผลงานทางด้านวิชาการที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นทางด้านงานวิจัย บทความสิ่งประดิษฐ์ ล้วนแล้วแต่มีบทบาทต่อการพัฒนาศักยภาพของบุคลากร และมหาวิทยาลัยให้ก้าวสู่ความเป็นเลิศทางวิชาการ ซึ่งในขณะเดียวกันการเผยแพร่องค์ความรู้เหล่านี้ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่นนั้น ยังไม่แพร่หลายนัก การนำเสนอผลงานส่วนใหญ่ยังอยู่ในวงที่จำกัดเฉพาะบุคคลเท่านั้น หากมีสื่อที่สามารถนำเสนอผลงานทางวิชาการให้แพร่หลายไปยังบุคคลทุกระดับได้ทุกที่ทุก

เวลา น่าจะเป็นโอกาสที่ดีต่อการศึกษาและพัฒนาศักยภาพในด้านต่าง ๆ ต่อไป

ทางผู้จัดทำจึงมีแนวความคิดในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการผลงานทางวิชาการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตขึ้น เพื่อที่จะได้มีสื่อที่ใช้ในการเผยแพร่ความรู้ในด้านต่าง ๆ ของทางมหาวิทยาลัย ซึ่งจะยังผลประโยชน์ให้แก่บุคคลทั่วไปและบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยสามารถเข้ามาศึกษาค้นคว้าข้อมูลได้ทุกที่ทุกเวลา อีกทั้งยังสามารถสรุปข้อมูลทางผลงานทางวิชาการได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว โดยผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ เป็นการให้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าที่สุดที่สุด

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการผลงานทางวิชาการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น

2.2 เพื่อวัดประสิทธิภาพ และความพึงพอใจของระบบที่มีต่อระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการผลงานทางวิชาการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

3.1. ระบบสารสนเทศ

ระบบสารสนเทศ^[3] (Information System) หมายถึง ระบบที่มีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการรวบรวม จัดเก็บ หรือจัดการกับข้อมูลข่าวสารเพื่อให้ข้อมูลนั้น กลายเป็นสารสนเทศที่ดี สามารถนำไปใช้ในการประกอบการตัดสินใจได้ในเวลาอันรวดเร็วและถูกต้อง

3.2 ผลงานวิชาการ

ผลงานวิชาการ^[4] หมายถึง เอกสารหรือหลักฐานที่จัดทำขึ้นจากความรู้ ความสามารถ ทักษะและ

ประสบการณ์ของผู้จัดทำ โดยการศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์ สังเคราะห์ วิจัย และได้นำไปใช้แก้ปัญหา หรือพัฒนางานในหน้าที่จนเกิดผลดีต่อการพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาและ เป็นประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการ

3.3 การหาประสิทธิภาพของระบบ

แบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของระบบ เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ สอบถามข้อมูลเกี่ยวกับด้านต่าง ๆ จำนวน 5 ด้าน ได้แก่ Unit Test เป็นการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นโดยทดสอบระบบเป็นส่วน ๆ ที่ละหน้าจอรว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องหรือไม่ Integration Test เป็นการทดสอบระบบโดยรวม Usability Test เป็นการทดสอบระบบว่าสามารถใช้งานได้ง่ายหรือไม่ Performance Test เป็นการทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบ เช่น เวลาในการตอบกลับ เป็นต้น Security Test เป็นการทดสอบระบบรักษาความปลอดภัยของระบบ

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อนุรักษ์ ปันคำ^[2] (2549) ทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการงานวิจัยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยดำเนินการจัดทำข้อมูลสารสนเทศด้านงานวิจัย ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โปรแกรมพัฒนาด้วยภาษา ASP และใช้ SQL Server 2000 โดยระบบสามารถบันทึกข้อมูลงานวิจัย และสืบค้นงานวิจัยได้ เช่นเดียวกับระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการผลงานวิชาการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ต่างกันตรงภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม และระบบเน้นการจัดเก็บข้อมูลงานวิจัย แต่ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการผลงานวิชาการเน้นในเรื่อง

การจัดเก็บข้อมูลผลงานวิชาการทุกประเภท ซึ่งงานวิจัยก็เป็นหนึ่งในผลงานวิชาการ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ สราวุธ ชินาภ และ พัฒนา ลาดี^[1] (2547) ทำการวิจัยเรื่อง “ระบบการจัดเก็บและสืบค้นภาคินิพนธ์ของ นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของระบบการจัดเก็บและสืบค้นภาคินิพนธ์ของนักศึกษา ซึ่งได้เน้นในการจัดเก็บข้อมูลภาคินิพนธ์เท่านั้น ซึ่งระบบนี้สามารถจัดเก็บไฟล์ข้อมูลภาคินิพนธ์ได้เช่นเดียวกันกับระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการผลงานวิชาการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะต่างจากงานวิจัยของ สุนิสา อินทนิล^[5] ทำการวิจัยเรื่อง “การศึกษาความพึงพอใจต่อระบบสารสนเทศงานวิจัยผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ของผู้สอนคอมพิวเตอร์และผู้วิจัยในสถานศึกษา สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 4 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศงานวิจัยผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยระบบสามารถจัดเก็บและสืบค้นงานวิจัยได้เช่นเดียวกัน ต่างกันตรงที่ระบบนี้ไม่สามารถจัดเก็บไฟล์ผลงานงานวิจัยได้

4. วิธีดำเนินงานวิจัย

4.1. ขอบเขตการวิจัย

4.1.1 ขอบเขตทางด้านโปรแกรม

4.1.1.1 ส่วนการจัดการข้อมูลผู้ใช้ระบบผู้ใช้สามารถลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานระบบได้ ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้ ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่ม ลดสิทธิการเข้าใช้ระบบของผู้ใช้ระบบได้ ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการข้อมูลผู้ใช้ระบบได้

4.1.1.2 ส่วนการตรวจสอบข้อมูลผู้ใช้ระบบสามารถตรวจสอบการเข้าใช้งานของผู้ใช้ระบบและผู้ดูแลระบบได้

4.1.1.3 ส่วนการจัดการข้อมูลประเภทผลงานวิชาการ ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการข้อมูลประเภทของผลงานวิชาการได้

4.1.1.4 ส่วนการจัดการข้อมูลผลงานวิชาการ ผู้ใช้ระบบสามารถจัดการข้อมูลผลงานวิชาการที่ผู้ใช้เป็นหัวหน้างานได้ ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการข้อมูลผลงานวิชาการของผู้ใช้ทุกคนได้

4.1.1.5 ส่วนการสืบค้นข้อมูลผลงานวิชาการสามารถสืบค้นข้อมูลแยกตามประเภทของผลงานวิชาการได้ สามารถสืบค้นข้อมูลตามชื่อผู้แต่ง และชื่อของผลงานวิชาการได้ ในกรณีที่เป็นผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนเข้าใช้ระบบ สามารถดาวน์โหลดเอกสารของผลงานวิชาการได้

4.1.1.6 ส่วนรายงานข้อมูลทั่วไป

4.1.2 ขอบเขตด้านซอฟต์แวร์

4.1.2.1 ระบบทำงานบนโปรแกรมเวปเบราว์เซอร์ (Web Browser) เช่น Microsoft Internet Explorer เท่านั้น

4.1.2.2 ระบบรองรับการทำงานบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งติดต่อกับเครือข่ายโดยใช้โปรโตคอล TCP/IP

4.1.2.3 ระบบติดตั้งได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) ที่รองรับการทำงานของภาษา PHP และระบบฐานข้อมูล MySQL เท่านั้น

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.2.1 ด้านฮาร์ดแวร์ ที่ใช้ในการพัฒนาระบบประกอบด้วย

4.2.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

4.2.1.2 เครื่องคอมพิวเตอร์เครือข่าย

4.2.2 ด้านซอฟต์แวร์

4.2.2.1 ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL

4.2.2.2 โปรแกรม Apache ที่หน้าที่เป็น Personal Web Server ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

4.2.2.3 โปรแกรม Web Browser ได้แก่ Internet Explorer

4.2.2.4 โปรแกรมช่วยในการออกแบบภาพกราฟฟิกต่าง ๆ

4.2.3 ด้านภาษาคอมพิวเตอร์

4.2.3.1 ใช้ภาษา PHP

4.2.3.2 ใช้ภาษา HTML

4.2.3.3 ใช้ภาษา SQL

4.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม

4.3.1 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ประเมินประสิทธิภาพของระบบงาน

4.3.2 กลุ่มผู้ใช้งานได้แก่อาจารย์ เจ้าหน้าที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น เลือกโดยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 20 คน

การวิจัยครั้งนี้เป็นการหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจของการใช้ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการผลงานวิชาการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire)

4.4 วิธีการวิจัย

4.4.1 ศึกษาความต้องการของระบบงาน

4.4.2 วิเคราะห์ระบบงาน รวบรวมข้อมูล และความต้องการของระบบงาน วิเคราะห์ระบบงานโดยใช้ Context Diagram Data Flow Diagram และ ER Diagram

4.4.3 ออกแบบระบบงาน ออกแบบฐานข้อมูลโดยใช้พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)

ออกแบบ User Interface ออกแบบแบบสอบถามวัดประสิทธิภาพและความพึงพอใจในการใช้งานระบบ

4.4.4 พัฒนาระบบงาน จัดเตรียมฐานข้อมูลที่จะใช้และเขียนโปรแกรม

4.4.5 ทดสอบระบบ ทดสอบระบบย่อย ทดสอบระบบรวม รวบรวมเอกสารประกอบการพัฒนา

4.4.6 ติดตั้งและใช้งานจริง

4.4.7 การวัดและประเมินผลความพึงพอใจของระบบ โดยสถิติที่ใช้ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

5. ผลการดำเนินการวิจัย

ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการผลงานทางวิชาการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น มีความสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 ผลการทำงานของระบบ



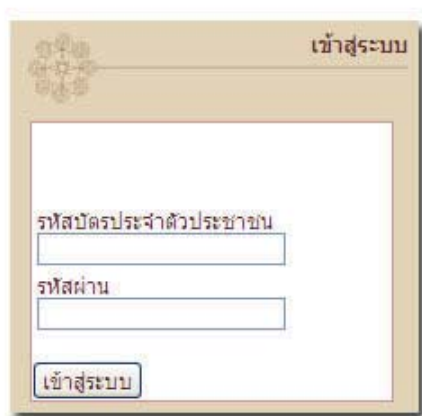
ภาพที่ 1 : แสดงหน้าจอการทำงานของระบบ

5.1.1 ส่วนการจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน ผู้ใช้สามารถลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานระบบได้ ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้ ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่ม ลดสิทธิการเข้าใช้ระบบของผู้ใช้ระบบได้ ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการข้อมูลผู้ใช้งานระบบได้



ภาพที่ 2 : แสดงส่วนการจัดการข้อมูลผู้ใช้งานระบบ

5.1.2 ส่วนการตรวจสอบข้อมูลผู้ใช้งานระบบ สามารถตรวจสอบการเข้าใช้งานของผู้ใช้ระบบและผู้ดูแลระบบได้



ภาพที่ 3 : แสดงส่วนการตรวจสอบข้อมูลผู้ใช้งานระบบ

5.1.3 ส่วนการจัดการข้อมูลประเภทผลงานวิชาการ ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการข้อมูลประเภทของผลงานวิชาการได้



ภาพที่ 4 : แสดงส่วนการจัดการข้อมูลประเภทผลงานวิชาการ

5.1.4 ส่วนการจัดการข้อมูลผลงานวิชาการผู้ใช้งานระบบสามารถจัดการข้อมูลผลงานวิชาการที่ใช้เป็นหัวหน้างานได้ ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการข้อมูลผลงานวิชาการของผู้ใช้ทุกคนได้



ภาพที่ 5 : แสดงการจัดการข้อมูลผลงานวิชาการ

5.1.5 ส่วนการสืบค้นข้อมูลผลงานวิชาการสามารถสืบค้นข้อมูลแยกตามประเภทของผลงานวิชาการได้ สามารถสืบค้นข้อมูลตามชื่อผู้แต่ง และชื่อของผลงานวิชาการได้ ในกรณีที่เป็นผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนเข้าใช้ระบบ สามารถดาวน์โหลดเอกสารของผลงานวิชาการได้

ตารางที่ 3 : แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบในภาพรวมของระบบ

รายการ	X	ระดับประสิทธิภาพ
1. ด้านการทดสอบระบบที่ละส่วนงาน	4.26	มาก
2. ด้านการทดสอบระบบโดยรวม	4.11	มาก
3. ด้านการทดสอบความง่ายในการใช้งานของระบบ	4.30	มาก
4. ด้านการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	4.13	มาก
5. ด้านความปลอดภัยของระบบ อยู่ในระดับมาก	4.67	มากที่สุด

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ โดยผู้ใช้งานระบบ ได้แก่เจ้าหน้าที่ และนักวิชาการ จำนวน 20 คน โดยผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 : ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ

รายการ	X	ระดับประสิทธิภาพ
1. ระบบสามารถใช้งานได้ง่าย	4.63	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของการจัดวางรูปแบบ	4.75	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมของการใช้สีและกราฟิก	4.38	มาก
4. ความต่อเนื่องการใช้งานระบบ	4.13	มาก
5. ความสามารถของระบบที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้	4.25	มาก
6. ความรวดเร็วในการใช้ระบบ	4.38	มาก
7. ความรวดเร็วการประมวลผล	4.25	มาก
8. ความน่าเชื่อถือของระบบ	4.38	มาก
9. ความเหมาะสมของการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้	4.38	มาก
10. ระบบรักษาความปลอดภัยของระบบ	4.38	มาก

6. บทสรุป

ระบบสารสนเทศเพื่อผลงานวิชาการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถจัดการข้อมูลผลงานวิชาการของ

บุคลากรในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตขอนแก่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถสืบค้นข้อมูลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ซึ่งระบบโดยรวมสามารถตอบสนองต่อความต้องการใช้งานของผู้ใช้ระบบได้เป็นอย่างดี ซึ่งระบบยังมีข้อจำกัดบางประการ เช่น ระบบสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพเมื่อทำงานผ่าน Internet Explorer เท่านั้น และไม่สามารถรองรับ browser อื่น ๆ เช่น fire fox, chrome ได้ อีกทั้งไม่สามารถแนบไฟล์ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ได้ ดังนั้นหากมีไฟล์ที่มีขนาดใหญ่จะต้องทำการย่อขนาดของไฟล์ให้เล็กลงก่อนแนบไฟล์ข้อมูลในระบบ ดังนั้นระบบควรเพิ่มความสามารถในการแนบไฟล์ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ได้ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ควรเพิ่มเงื่อนไขในการสืบค้นข้อมูลให้หลากหลาย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าถึงข้อมูล ควรมีการสรุปจำนวนผลงานวิชาการในแต่ละประเภทตามช่วงเวลาที่กำหนด เพื่อให้สามารถจำแนกข้อมูลสรุปสำหรับผู้บริหารได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สราวุธ ชินาภ และ พัฒนา ศรีชาติ, “ระบบการจัดเก็บและสืบค้นภาคินพนธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี”, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (2547)
- [2] อนุรักษ์ ปันคำ, “การพัฒนาสารสนเทศเพื่อการจัดการงานวิจัยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ”, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (2549)
- [3] โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, “System Analysis and Design”, บริษัท เอช.เอ็น.กรุ๊ป จำกัด (2550)
- [4] คู่มือการใช้งานระบบผลงานวิชาการ (Online Document), เข้าถึงได้จาก : http://dss.psu.ac.th/dss_person/main.asp, เข้าถึงเมื่อ 1 พ.ย. 2551
- [5] สุนิสา อินทนิล, “การศึกษาความพึงพอใจต่อระบบสารสนเทศงานวิจัยผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของผู้สอนคอมพิวเตอร์และผู้วิจัยในสถานศึกษา สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 4 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (Online Document), เข้าถึงได้จาก : <http://www.thaisearch.com>, เข้าถึงเมื่อ 11 พ.ย. 2551

การพัฒนาระบบสำรองโปรแกรมการตรวจสอบและแจ้งเตือน

การสื่อสารภายในเครือข่าย

Improving Backup System for Notification and Monitoring Program within Communication Network

อชิรัชญ์ สอนเนียม¹ และ นริศร แสงกะนอง²

¹ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

²ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: ¹Achirat_sor@TrueCorp.co.th, ²nss@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอระบบสำรองข้อมูลของ โปรแกรมการตรวจสอบและแจ้งเตือนการสื่อสารภายในเครือข่าย ในกรณีที่มีการสื่อสารภายในเครือข่ายมีความหนาแน่นมากจนทำให้โปรแกรมไม่สามารถทำงานได้ โดยตรวจสอบจากค่าการใช้ CPU และ RAM ของเครื่อง รวมทั้งสถานะ การสื่อสารภายในเครือข่าย ซึ่งระบบสามารถทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครื่อง ในเครือข่ายได้ โดยเครื่องที่ติดตั้งระบบตรวจสอบอีกเครื่องหนึ่งจะสามารถทำการตรวจสอบได้ในทันที โดยนำหลักการของ RAID มาใช้ในการควบคุมการสำรองข้อมูลสำหรับการตรวจสอบและใช้หลักการของ Load Balancing ในการแบ่งภาระงานให้กับระบบสำรองโปรแกรมการตรวจสอบและแจ้งเตือนการสื่อสารภายในเครือข่าย โดยในส่วนของการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างระบบ (Sync) จะใช้เทคโนโลยีของ WCF ในการรับ-ส่งข้อมูล

คำสำคัญ: ระบบสำรองการตรวจสอบ

Abstract

This article has the objective to develop a Data Backup System for Communication Monitoring and Warning in Network: A Case Study of True Visions Co.,LTD. If communication in the network has high density and causes the program to be unable to work, the system will check usage value of CPU and RAM, including status of the communication within the network. The system can distribute data to other computers in the network from the computer that was installed the monitoring program. The RAID's concept was used for data backup controlling for monitoring, and the

Load Balancing concept was used to distribute tasks to the Data Backup System of the Communication Monitoring and Warning in the Network Program. For the part of data receiving-sending between the systems (Sync) will use the Technology of WCF for data receiving - sending.

Keywords: Backup System, Monitoring

1. บทนำ

ปัจจุบันนี้ได้มีผู้พัฒนาระบบที่ช่วยในการตรวจสอบการเชื่อมต่อขึ้นหลายระบบ โดยมีความสามารถในการตรวจสอบได้ทั้งแบบ HTTP ICMP และแบบอื่นๆ รวมทั้งสามารถแจ้งเตือนได้หลายลักษณะเช่น อีเมล ข้อความสั้น ในกรณีที่ ระบบตรวจสอบการเชื่อมต่อทำงานอยู่บน เซิร์ฟเวอร์ (Server) ตัวเดียวกับระบบหลักอื่นๆ เช่น ระบบที่ให้บริการเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ต่างๆ เมื่อมีการใช้ทรัพยากรของเครื่องเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เครื่องอยู่ในสถานะที่ไม่สามารถให้บริการได้ ระบบตรวจสอบการสื่อสารจึงไม่สามารถทำการตรวจสอบหรือแจ้งเตือนได้ ในขณะที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ยังคงสามารถทำงานได้บางส่วน

จากปัญหาข้างต้น จึงเป็นเหตุให้ผู้วิจัยมีความต้องการที่จะพัฒนาโปรแกรมที่ทำหน้าที่ตรวจสอบและแจ้งเตือนการสื่อสารในระบบเครือข่าย โดยในกรณีที่เครื่องอยู่ในสถานะที่ไม่สามารถให้บริการหลักได้ ระบบสามารถทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครื่องในเครือข่ายได้ ซึ่งเครื่องที่ติดตั้งระบบตรวจสอบเครื่องอื่นๆจะสามารถช่วยทำการตรวจสอบในทันทีโดยอัตโนมัติ โดยในส่วนที่สองจะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ส่วนที่สามจะกล่าวถึงหลักการและการออกแบบของระบบ ส่วนที่สี่จะกล่าวถึงการดำเนินการและตัวอย่างการพัฒนาระบบ ส่วนที่ห้าจะกล่าวถึงผลการทดสอบระบบโดยแสดง

เห็นถึงการกระจายงานได้โดยอัตโนมัติ ส่วนที่หกเป็นส่วนของการสรุปผลการพัฒนาระบบทั้งหมด

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 RAID

ในปัจจุบัน มีวิธีการนำดิสก์หลายตัวมาเชื่อมต่อกันได้หลายวิธี ซึ่งจะช่วยในการจัดวางตำแหน่งของข้อมูลให้ได้อย่างเหมาะสม และช่วยในการเพิ่มความซ้ำซ้อนของข้อมูล (Data Redundancy) อันจะทำให้ระบบคอมพิวเตอร์นั้นมีความเชื่อถือได้มากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม ได้มีการกำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรมสำหรับวิธีการเชื่อมต่อดิสก์หลายตัวให้ทำงานร่วมกันเรียกว่า RAID (Redundant Array of Independent Disk) [3] ขึ้นมาใช้งาน โดย RAID มีหลายระดับด้วยกัน ซึ่งในบทความนี้ใช้หลักการของ RAID ระดับ 1 ที่ใช้วิธีการสร้างข้อมูลซ้ำซ้อน (Redundancy) แตกต่างออกไป ใน RAID กลุ่มอื่นนั้นจะใช้รูปแบบการคำนวณแพริตี้เพื่อสร้างข้อมูลซ้ำซ้อนขึ้นมา แต่ใน RAID ระดับ 1 จะทำข้อมูลซ้ำซ้อนด้วยการสร้างสำเนาข้อมูลไว้โดยตรง ข้อมูลถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ ที่เรียกว่า “Strip” เหมือนกับที่ใช้ใน RAID ระดับ 0 แต่ในกรณีนี้ ข้อมูลในแต่ละ “Strip” จะถูกบันทึกไว้สองสำเนาซึ่งอยู่ในดิสก์คนละตัวกัน RAID ระดับ 1 มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

2.1.2 สามารถตอบสนองความต้องการอ่านข้อมูลได้จากดิสก์ตัวใดตัวหนึ่งก็ได้ ซึ่งก็จะเลือกใช้ดิสก์ตัวที่

มีระยะเวลาการเคลื่อนหัวอ่าน รวมกับระยะเวลาหน่วย
รอการหมุนของดิสก์ที่น้อยที่สุด

2.1.3 การตอบสนองความต้องการในการบันทึก
ข้อมูลทำให้ต้องมีการบันทึกข้อมูลลงใน Strip ในดิสก์
ทั้งสองตัว แต่ก็สามารถทำพร้อมกันได้ ดังนั้น
ระยะเวลาการบันทึกข้อมูล จึงขึ้นอยู่กับระยะเวลาของ
ดิสก์ตัวที่ทำงานได้ช้ากว่า อย่างไรก็ตาม RAID ระดับ 1
ไม่มีผลเสียของการบันทึก (Write Penalty) ในขณะที่
RAID ระดับ 2 ถึงระดับ 6 ใช้วิธีการคำนวณค่าบิต
เพร็ด ดังนั้นเมื่อเกิดการบันทึกข้อมูลใน Strip หนึ่ง ตัว
ระบบจะต้องทำการคำนวณค่าบิตเพร็ดก่อนที่จะทำการ
บันทึกค่าบิตนั้นลงในดิสก์

2.1.4 การฟื้นฟูสภาพจากความล้มเหลวของดิสก์นั้น
ง่ายมาก เนื่องจากข้อมูลจะยังคงมีเก็บอยู่ในดิสก์อีกตัว
หนึ่งเสมอ ในกรณีที่ความต้องกรอ่านข้อมูลนั้น
สามารถแยกทำงานในดิสก์หลายตัวได้พร้อมกัน

2.2 อัลกอริทึมในการกระจายภาระงาน

(Load Balancing)

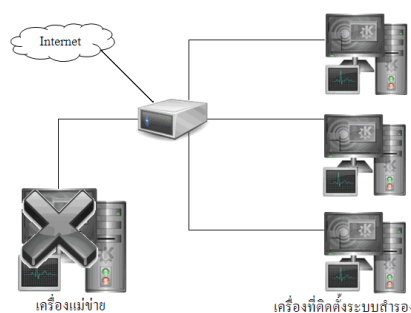
อัลกอริทึมในการกระจายภาระงานมีหลายแบบ
ด้วยกันแต่ในบทความนี้ได้เสนอแบบเลือกภาระงาน
น้อย (Least Connection) [4] เพื่อให้เหมาะสมกับการ
ทำงานของระบบ จากการร้องขอในทุกเว็บเป็นการ
จัดการโดยโหนดบาลานซ์ และโหนดบาลานซ์จะเป็น
การกำหนดจำนวนของการเชื่อมต่อให้ในแต่ละเว็บของ
เครื่องให้บริการ (Server) เพื่อให้สัมพันธ์กับภาระงานที่
โหนดบาลานซ์จ่ายให้ส่วนในการแบบการกระจายแบบ
เลือกภาระงานน้อย โดยจะเลือกจ่ายภาระงานให้กับเว็บ
เครื่องให้บริการที่มีภาระงานน้อย

3. หลักการและการออกแบบของระบบ

3.1 หลักการ

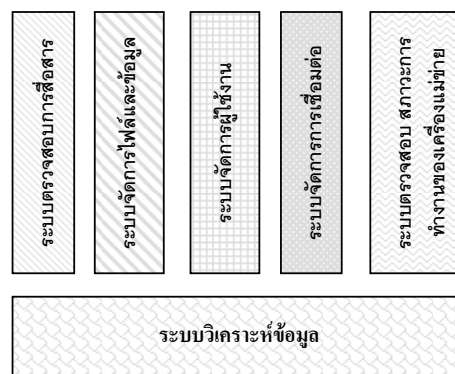
ในส่วนของระบบสำรองโปรแกรมการตรวจสอบ
และแจ้งเตือนการสื่อสารภายในเครือข่ายนั้นมีการ
เชื่อมต่อระบบของเครื่องแม่ข่ายและเครื่องสำรอง ดัง
ภาพที่ 1

ในกรณีที่เครื่องแม่ข่ายไม่สามารถให้บริการได้
เครื่องแม่ข่ายจะทำการกระจายงานให้กับเครื่องสำรอง
โดยอัตโนมัติ หลังจากที่เครื่องแม่ข่ายกลับมาทำงานได้
ตามปกติ เครื่องสำรองจะโอนข้อมูลการตรวจสอบ
กลับคืนให้กับเครื่องแม่ข่าย



ภาพที่ 1 การเชื่อมต่อเครื่อง

3.2 ออกแบบระบบโดยรวม



ภาพที่ 2 แผนผังของระบบ โดยรวม

แผนผังของระบบโดยรวมประกอบไปด้วยระบบ
ย่อย ดังภาพที่ 2 โดยระบบย่อยนี้จะถูกควบคุมการ
ทำงานด้วยระบบวิเคราะห์ข้อมูล โดยในระบบวิเคราะห์
ข้อมูลจะทำหน้าที่วิเคราะห์หาความผิดปกติการทำงาน

เมื่อไรโดยการดึงข้อมูลจากระบบย่อย และเมื่อต้องการ
สลับการทำงาน ระบบวิเคราะห์ข้อมูลจะวิเคราะห์ว่า
ควรจะแบ่งงานให้เครื่องลูกข่ายใดจำนวนเท่าใด ซึ่ง
ระบบย่อยจะมีรายละเอียดในการทำงานดังต่อไปนี้

3.2.1 ระบบตรวจสอบการสื่อสาร ทำหน้าที่
ตรวจสอบการสื่อสารของระบบ และแจ้งเตือนการ
สื่อสาร โดยการตรวจสอบนั้นจะใช้ข้อมูลจากระบบ
จัดการไฟล์และข้อมูล ในการตรวจสอบ

3.2.2 ระบบจัดการไฟล์และข้อมูล ที่ทำหน้าที่ในการ
บันทึกข้อมูลลงไฟล์หรืออ่านไฟล์ข้อมูลรวมไปถึงการ
จัดการข้อมูลสำหรับการตรวจสอบการสื่อสารโดยแบ่ง
การทำงานเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนการจัดการข้อมูลสำหรับ
การตรวจสอบการสื่อสารในขณะที่เครื่องแม่ข่ายทำงาน
ปกติ และส่วนจัดการข้อมูลสำหรับการตรวจสอบการ
สื่อสารหลังการโอนงานกลับคืนให้เครื่องแม่ข่ายโดย
การนำข้อมูลของเครื่องสำรองมารวมเข้าด้วยกันกับ
ข้อมูลการตรวจสอบการสื่อสารในขณะที่เครื่องแม่ข่าย
ทำงานปกติ

3.2.3 ระบบจัดการผู้ใช้ ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูล
ส่วนตัวของผู้ดูแลระบบ และจัดการข้อมูลสำหรับการ
แจ้งเตือนการสื่อสารขัดข้อง

3.2.4 ระบบจัดการการเชื่อมต่อข้อมูล ทำหน้าที่ใน
การจัดการการสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องแม่ข่าย กับ
เครื่องสำรอง และจัดการการในส่วนของการแบ่งงาน
ให้กับระบบหลัก

3.2.5 ระบบตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่อง
แม่ข่ายทำหน้าที่ตรวจสอบความคับคั่งของข้อมูล และ
จำนวน Processes ของเครื่องที่ระบบตรวจสอบติด
ตั้งอยู่ เพื่อใช้สำหรับการตัดสินใจสลับการทำงานใน
กรณีที่เครื่องแม่ข่ายไม่สามารถให้บริการได้

3.2.6 ระบบวิเคราะห์ข้อมูล ทำหน้าที่หลักในการ
ประมวลผลข้อมูลจากระบบทั้ง 5 ที่กล่าวมาเพื่อการ
ตรวจสอบการสื่อสารของระบบที่ป้อนไว้ในระบบ
จัดการไฟล์และข้อมูล

4. การดำเนินงาน

ในส่วนของการดำเนินการจะกล่าวถึงการตรวจสอบ
สถานะการทำงานของเครื่องแม่ข่าย และการคำนวณ
การกระจายงานให้กับเครื่องสำรอง

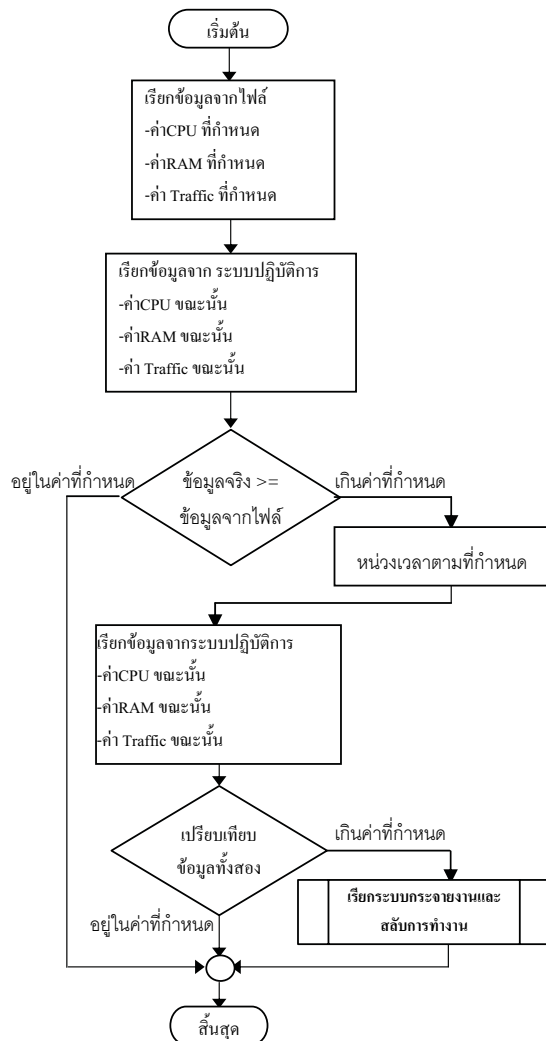
4.1 การตรวจสอบเครื่องแม่ข่าย

จากภาพที่ 3 เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบเครื่องแม่
ข่าย โดยเริ่มจากการเรียกข้อมูลจากไฟล์ ที่ได้ทำการเก็บ
ค่าไว้ก่อนหน้านี้แล้ว หลังจากนั้นจึงทำการเรียกข้อมูล
สถานะเครื่องแม่ข่ายจากระบบปฏิบัติการ เมื่อได้ข้อมูล
ครบแล้ว ระบบจะทำการตรวจสอบสถานะโดยนำ
ข้อมูลทั้งสองข้อมูล มาเปรียบเทียบกันในส่วนของการ
ตรวจสอบสถานะของเครื่องแม่ข่าย จะทำการดึงข้อมูล
จากระบบปฏิบัติการโดยมี Source Code ที่สำคัญดัง
ภาพที่ 4

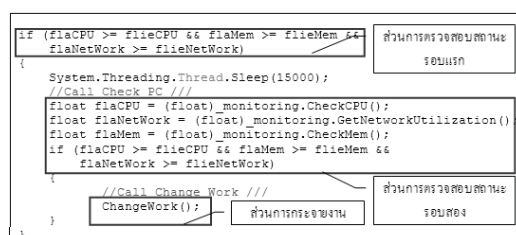
4.2 การคำนวณการกระจายงานให้กับเครื่องสำรอง

เมื่อระบบตรวจสอบเครื่องแม่ข่ายพบว่าค่าของตัว
แปรทั้งสามเกินกว่าที่กำหนดระบบจะหน่วงเวลาและ
ตรวจสอบอีกครั้งหากยังคงเกินกว่าค่าที่กำหนด ระบบ
จะเรียกกระบวนการกระจายงานและสลับการทำงาน ขึ้นมา
เพื่อทำการกระจายงาน

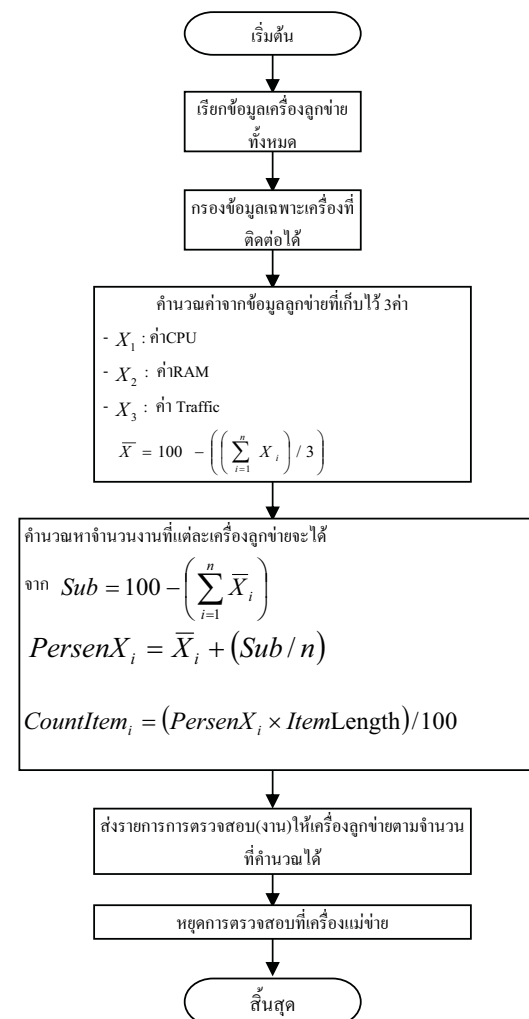
จากภาพที่ 5 เป็นการกระจายงานให้เครื่องสำรอง
เมื่อระบบตัดสินใจกระจายงานเริ่มจากการดึงข้อมูลของ
เครื่องสำรองที่มีค่าของ CPU, Memory, Network
Traffic จากนั้นกรองให้เหลือเฉพาะเครื่องที่ติดต่อยัง
นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของทั้งสาม เพื่อนำค่าดังกล่าว
มาคำนวณหาจำนวนงานที่ได้ในแต่ละเครื่อง ตามสูตร



ภาพที่ 3 การตรวจสอบเครื่องแม่ข่าย



ภาพที่ 4 การตรวจสอบสถานะของเครื่องแม่ข่าย



ภาพที่ 5 การกระจายงานให้เครื่องลูกข่าย

$$Sub = 100 - \left(\sum_{i=1}^n \bar{X}_i \right)$$

$$PersenX_i = \bar{X}_i + (Sub / n)$$

$$CountItem_i = (PersenX_i \times ItemLength) / 100$$

โดยที่

Sub คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการรับงาน
ของเครื่องทั้งหมด

n คือ จำนวนเครื่องทั้งหมด

X_i คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการรับงานแต่ละเครื่อง

$PersentX_i$ คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการรับงานแต่ละเครื่องที่จะใช้ในการหาจำนวนงานแต่ละเครื่อง

$ItemLength$ คือ จำนวนงานทั้งหมด

$CountItem_i$ คือ จำนวนงานของแต่ละเครื่องที่จะตรวจสอบ

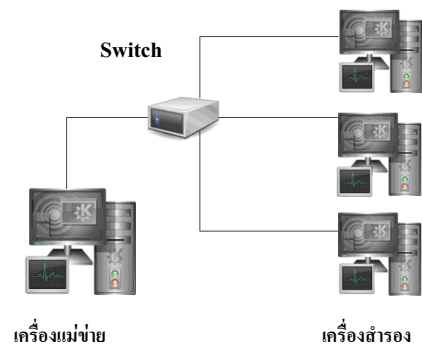
หลังจากนั้นจึงส่งข้อมูลให้เครื่องสำรองโดยข้อมูลที่ส่งให้กับเครื่องสำรองนั้นก็คืองานที่ถูกกระจายให้กับเครื่องสำรองโดย มี Source Code ในส่วนของการแบ่งงานและกระจายงาน ที่สำคัญดังนี้

```
float sub = 100 - (float)sumValue);
int index = 0;
float count = 0;
foreach (string com in strAllClient)
{
    strClients = com.Split(sp2, StringSplitOptions.None);
    count = float.Parse("0" + strClients[1]) + (sub / strAllClient.Length);
    count = (count * strGuids.Length) / 100;
    count = (float)Math.Round(count, 0) + index;
    for (int intSendindex = index; intSendindex < count; intSendindex++)
    {
        if (index < strGuids.Length)
        {
            strSendItem += or + strGuids[intSendindex];
            or = "!!!";
            index = intSendindex;
        }
        index += 1;
        Program.Send(strSendItem, strClients[0]);
    }
}
```

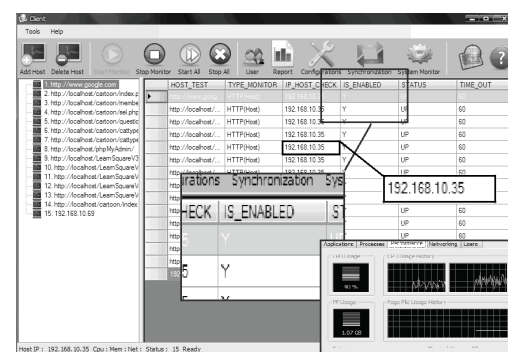
ภาพที่ 6 การแบ่งงานและกระจายงาน

5. ผลการทดสอบ

จากการทดสอบระบบโดยการนำเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่ายที่ติดตั้งระบบเชื่อมต่อกันดังภาพที่ 7 ในสภาวะการทำงานปกติของเครื่องแม่ข่ายสามารถตรวจสอบการเชื่อมต่อได้ปกติ โดยสถานะของรายการจะมีสถานะเป็น Y ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 7 การเชื่อมต่อของเครื่อง



ภาพที่ 8 เครื่องแม่ข่ายก่อนการกระจายงาน

HOST_TEST	TYPE_MONITOR	IP_HOST_CHECK	IS_ENABLED	STATUS	TIME_OUT
http://localhost/...	HTTP(Host)	192.168.10.35	Y	UP	60

ภาพที่ 9 รายละเอียดของข้อมูลการตรวจสอบโฮสต์

จากภาพที่ 9 คือรายละเอียดของข้อมูลการตรวจสอบโดย Host Test คือ โฮสต์ที่ทำการตรวจสอบ Type_Monitor คือ ประเภทการตรวจสอบ IP_Host_Check คือ เลขเครื่องที่ทำการตรวจสอบ โฮสต์นั้น IS Enable คือ สถานการณ์ตรวจสอบโดยที่ Y คือกำลังตรวจสอบ และ N คือ หยุดการตรวจสอบ Status คือ สถานะของโฮสต์ Time_Out คือ ระยะเวลาในการตอบสนอง

จากภาพที่ 10 แสดงรายการของเครื่องสำรองในระบบสำรองโปรแกรมตรวจสอบและแจ้งเตือนโดยเครื่องแม่ข่ายจะมีสถานะเป็นโฮสต์

Name

gao1

Order

1

Status

Host

IP Address

192.168.10.35

OK

Add

Delete

Sort Order

Stop Sync

Sync Data Now!

	NAME	IP_ADDRESS	IS_ENABLED	IS_HOST	ORDER	CPU	NETWORK	MEM
	gao1	192.168.10.35	Y	Y	1	41	0	37
	gao2	192.168.10.36	N	N	2	4	0.155284	34
	gao3	192.168.10.37	N	N	2			

ภาพที่ 10 รายการเครื่องสำรองระบบ

ผลการทดสอบระบบในสภาวะการทำงานไม่ปกติของเครื่องแม่ข่าย ระบบสามารถทำการกระจายงานให้กับเครื่องลูกข่ายได้โดยสถานะของรายการจะมีสถานะเป็น N หมายเลข IP Address ของเครื่องที่ทำการตรวจสอบเปลี่ยนเป็นของเครื่องลูกข่าย และหยุดการตรวจสอบที่เครื่องแม่ข่าย ดังภาพที่ 11

Host	Test	Type	Monitor	IP	Host	Check	Is Enabled	Time Out	Status
1	http://www.google.com	HTTP	Monitor	192.168.10.36	N	60	UP		
2	http://localhost/canion/index.c	HTTP	Monitor	192.168.10.36	N	60	UP		
3	http://localhost/canion/index.c	HTTP	Monitor	192.168.10.36	N	60	UP		
4	http://localhost/canion/index.c	HTTP	Monitor	192.168.10.36	N	60	UP		
5	http://localhost/canion/index.c	HTTP	Monitor	192.168.10.36	N	60	UP		
6	http://localhost/canion/index.c	HTTP	Monitor	192.168.10.36	N	60	UP		
7	http://localhost/canion/index.c	HTTP	Monitor	192.168.10.36	N	60	UP		
8	http://localhost/canion/index.c	HTTP	Monitor	192.168.10.36	N	60	UP		
9	http://localhost/canion/index.c	HTTP	Monitor	192.168.10.36	N	60	UP		
10	http://localhost/canion/index.c	HTTP	Monitor	192.168.10.36	N	60	UP		
11	http://localhost/canion/index.c	HTTP	Monitor	192.168.10.36	N	60	UP		
12	http://localhost/canion/index.c	HTTP	Monitor	192.168.10.36	N	60	UP		
13	http://localhost/canion/index.c	HTTP	Monitor	192.168.10.36	N	60	UP		
14	http://localhost/canion/index.c	HTTP	Monitor	192.168.10.36	N	60	UP		
15	http://localhost/canion/index.c	HTTP	Monitor	192.168.10.36	N	60	UP		

ภาพที่ 11 เครื่องแม่ข่ายขณะการกระจายงาน

ผลการทดสอบหลังการกระจายงาน ในส่วนแสดงรายงาน (Report) แบ่งออกเป็นสองแบบคือ แบบแสดงรายงานการตรวจสอบ และแบบแสดงรายงานการส่งข้อความ พบว่าระบบสามารถนำผลการตรวจสอบของเครื่องแม่ข่าย และผลการตรวจสอบของเครื่องลูกข่ายมาแสดงได้ ดังภาพที่ 12 ซึ่งจะสังเกตได้ว่า IP ที่แสดงการทำงานของเครื่องที่ใช้ตรวจสอบการสื่อสารนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งก็คือการกระจายงานหรือการตรวจสอบโดยเครื่องลูกข่ายและแม่ข่ายนั่นเอง เมื่อสถานะของเครื่องแม่ข่ายอยู่ในภาวะที่มีค่าเกินกว่ากำหนด และทำการส่งงานไปให้เครื่องลูกข่ายทำหน้าที่แทน

http://www.accordclubthailand.com	192.168.10.36	UP	2009/04/06 23:06:06
http://www.accordclubthailand.com	192.168.10.35	UP	2009/04/06 23:05:17
http://www.accordclubthailand.com	192.168.10.35	UP	2009/04/06 23:04:32
http://www.accordclubthailand.com	192.168.10.35	UP	2009/04/06 23:03:49
http://www.accordclubthailand.com	192.168.10.37	UP	2009/04/06 23:02:08

ภาพที่ 12 ส่วนรายงาน (Report)

6. สรุป

ระบบสำรองโปรแกรมการตรวจสอบและแจ้งเตือนการสื่อสารภายในเครือข่ายพัฒนาขึ้นโดยอาศัยหลักการไหลคบาลานซ์ เพื่อช่วยในการกระจายงานให้กับเครื่องลูกข่ายในกรณีที่เครื่องแม่ข่ายไม่สามารถให้บริการได้ตามปกติ และหลังจากที่เครื่องแม่ข่ายกลับมาใช้งานได้ ระบบสามารถนำรายงานการตรวจสอบของเครื่องสำรองมารวมกับรายงานการตรวจสอบหลักได้ ในส่วนของการตรวจสอบการสื่อสารของระบบ ระบบยังสามารถส่งข้อความเตือน ในกรณีที่พบเหตุการณ์ผิดปกติเกิดขึ้น โดยสามารถแจ้งเตือนได้สองแบบด้วยการถือแบบส่งข้อความผ่านทางอีเมล และแบบส่งข้อความผ่านทางข้อความสั้น ไปยังโทรศัพท์มือถือ หรืออุปกรณ์สื่อสารที่สามารถรับข้อความได้

7.เอกสารอ้างอิง

- [1] ก้าวหน้า พิทยพงศ์พันธุ์, “ระบบแจ้งเตือนและตรวจสอบระบบฐานข้อมูล ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กรณีศึกษาบริษัท อินทรี ดิจิตอล จำกัด,” Available online at <http://suanpalm.kmutnb.ac.th/iwebform>
- [2] ก่อศักดิ์ นพรัตน์เรืองเด่น, “การพัฒนาโปรแกรมแสดงสถานะเครือข่ายด้วยภาษาจาวา,” Available online at <http://thesis.stks.or.th>
- [3] จักรกฤษณ์ แร่ทอง, “RAID: Redundant Array of Independent Disks,” Available online at http://www.nextproject.net/article_detail.aspx?a_id=34
- [4] นรินทร์ หมั่นรัตน์, “Web Server With Load Balancing By PG07,” Available online at <http://gangku.thainetdev.com/g07sec02/index.htm>
- [5] Priya Dhawan, “Building Distributed Applications ASP.NET Web Services or .NET Remoting,” Available online at <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms978420.aspx>

A Study of WiMAX's cell and Mobile collaborative Mesh Deployment

Opaseuth Siharath, Anirach Mingkhwan

Information Technology Department

Faculty of Information Technology, KingMongKut's University of Technology

North Bangkok

E-mail: s_opasth@laotel.com, Anirach@ieee.org

Abstract

Nowadays WiMAX technology offers several advantaged over the currently available technology such as GSMs or UMTS technology and to be a solution for those thing. Despite the clear advantages of the mesh mode in WiMAX networks, its development are currently at an early stage, due to the high complexity of the necessary mechanisms. In this situation, we propose an original, much simpler solution: the so-called support-mesh mode, the purposes of this research are to study the application of WiMAX, In case of some WiMAX nodes are fixed and mobile, then we study about the performance of the communication between mobile node when we put the mobile WiMAX, such as WiMAX mobile car or movement WiMAX node in between fixed WiMAX node. Also, the behavior of users will be considered as some users may be stationary users, while others may be mobile users. The traffic also will be studied that whether in normal time or rush hour. Our study will be focused on the link as WiMAX Mesh move or when the signals are low, and then we find the way to solve the problem. Lastly, we will discuss about how to merge fix and mobile WiMAX node technology, and how to handover between mobile nodes whether they change to another WiMAX Mesh network.

Keywords: WiMAX, Mobility Model, Mesh, Line of Sign and non-line of Sign.

1. Introduction

For this paper, we introduce the WiMAX network that including both Fixed and Mobile WiMAX with IEEE 802.16d and IEEE802.16e standards and study about the collaborative of them, consider for figure 1.1

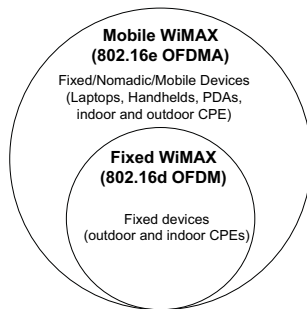


Figure 1.1 Fixed and Mobile collaborative

The IEEE 802.16 is a standard of WiMAX system, which it's including 2 standards, those are IEEE 802.16d and IEEE 802.16e and both of them provide a mechanism for creating multi-hop mesh, which can be deployed as a high speed wide-area wireless network. They also have the ability in supporting of connections for both Line of Sight (LOS) and Non Line Of Sight (NLOS) [1] and make them suitable for offering/providing ubiquitous services in rural and urban areas. Their high speed ability and symmetrical bandwidth characteristic can satisfy the needs of individual customers, public administrations, and enterprises of all sizes. Moreover, the cellular coverage makes its deployment extremely fast and relatively inexpensive. The IEEE 802.16d and IEEE 802.16e specify the air interface for fixed and Mobile BWA system in the frequency range 10-16 GHz and below 11 GHz. The standard cover both the Media Access Control (MAC) layer and Physical (PHY) layers, the 802.16 MAC layer was design to accommodate different PHYs and service, which address the need of different environment. In this

paper, systems of interest are those operating at frequencies below 11 GHz, where LOS is not required and using Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) modulation, known as "Wireless MAN-OFDM" air interface. The Topology of an IEEE802.16 based network consists of one base station (BS) and one or more subscriber station (SSs). In point to multipoint (PMP), which is the only mode for sharing media considered in this paper, the SSs within the given antenna sector receive the same transmission broadcast by the BS corresponding in the general to the internet service provider (ISP) on the downlink channel (DL). Each SS is required to capture and process only the traffic addressed to itself (or to the broadcast group or multicast group, it's a member of). On the uplink channel (UL) however, the time division multiple access (TDMA) scheme is applied. DL and UL channels are duplexes using one of the two following techniques: Frequency Division Duplex (FDD) and Time Division Duplex (TDD). For this paper we focus on 802.16d for fixed broadband wireless (Fixed Wireless for WiMAX) and IEEE802.16e for Mobile WiMAX system and will be operated in FDD mode. In this paper we discuss the design and implementation difficulties concerning network coverage discovered in a test-bed implementation of WiMAX. We point out the presence of unexpected in the coverage, which are not inherently characteristic of the WiMAX concept and also we consider re-configurable mesh organization of WiMAX base stations, we suggest directions for further development of this kind of network operation, partly based on our practical experience. Despite the clear advantages of the mesh mode in WiMAX networks, its development are currently at an early stage, due to the high complexity of the necessary mechanisms. In this situation, we propose an original, much simpler solution: the so-called support-mesh

mode, the purposes of this research are to study the application of WiMAX. And also we will apply this technology in the emergency scenarios such as Earthquake, wildfire, and flash flood. When those thing happens and the rescue team, probably 20–30 members or more, have to be in place, so they need the equipment that can communicate with each other to provide their help to the people or animals in place. In the case of WiMAX nodes are fixed and some node are terminated, then the mobile WiMAX, such as WiMAX mobile car or movement WiMAX node are needed and used instead of fixed WiMAX node. Also, the behavior of users will be considered as some users may be stationary users while others may be mobile users. The traffic also will be studied that whether in normal time or rush hour. The study will be focused on the link as WiMAX Mesh move or linkage goes down to find out how to solve the problem. Lastly, we will discuss about how to merge fix and mobile WiMAX node technology, and how to handover between WiMAX handsets whether they change to another WiMAX Mesh Router or when they are taken to another place.

2. IEEE 802.16d with mobility support

The IEEE 802.16d only covers fixed networks which have lead to IEEE conducting work in a mobility version, 802.16e. Another approach to solve the lack of mobility in 802.16d have been made in Mobility Support for IEEE 802.16d Wireless Networks. Their approach have the goal to enable mobility in IEEE 802.16d without modifying the standard.

2.2. IEEE 802.16e with seamless mobility

Even though IEEE just completed the work on the 802.16e standard there have already been suggested a mechanism for enabling seamless handover in networks based on the standard. It is described in a

Seamless Handover Mechanism for IEEE 802.16e Broadband Wireless Access. The mechanism is called **Last Packet Marking (LPM)** and integrates MAC-layer handover with the Network layer handover to decrease the handover effects on TCP service performance.

LPM mainly consists of the handover support in 802.16e, a few new messages and buffering of packets at BSs. The message added contains information about routing. The network model used consists of BSs and a hierarchy of routers connecting BSs. The main idea of LPM is to send incoming MS packets to both serving BS and target BS from the point in time when the MS is thinking of performing a handover. The target BS will receive incoming data and forward it to the MS when the handover is completed, but LPM simulations were performed on an 802.11 WLAN since the selected network simulator does not have the 802.16e implemented.

3. Mobility model and benefit

3.1 WiMAX Mobility Model

Each mobility model presents a set of particular input parameters by varying the values of these parameters; in fact we can obtain several mobility scenarios after many researchers had proposed difference mobility models the need to compare them aroused. For this reason, it was necessary to define mobility model metric, for this research we propose the Manhattan mobility model show in figure 3.1 Manhattan Mobility model (Manhattan Map) to be mobility model metric for simulating the network, so that actually, we can quantify any model. Many metric have been proposed in recent years, and two good representatives are the rate of link change and the average link duration. The collaborative of Mobile WiMAX nodes and Fixed WiMAX node are influenced to many factor of WiMAX network such

as: performance of routing protocol, network connectivity, moreover, the mobility pattern directly influences when communication links between nodes are established or broken, which is associated with the network topology. By providing enhancements to support mobile SS (MS) moving at vehicular speed, the system specified by task group 802.16e fills the gap between high data rate wireless LANs and high mobility cellular systems. The amendment IEEE 802.16e-2005 for a combined fixed and mobile operation in licensed bands below 6 GHz was published in 2006 [3]. Besides the Handover process, two modes of operation are defined that reduces the power consumption of MSs and that reduces the utilization of operational resources: The Sleep Mode defines certain phases in time in which the MS is absent from the BS air interface and thus unavailable to DL or UL traffic. The Idle Mode removes the active requirement of a MS to handover while traversing an environment populated by multiple BS. Optional handover procedures allow for “Macro Diversity Handover” and “Fast BS Switching”, techniques to increase the link quality by utilizing diversity combining and selection diversity, respectively

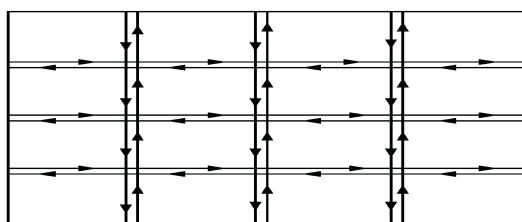


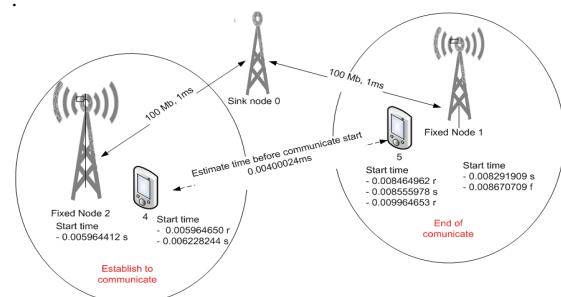
Figure 3.1 Manhattan Mobility model
(Manhattan Map)

3.2. Benefit of Fixed and Mobile WiMAX

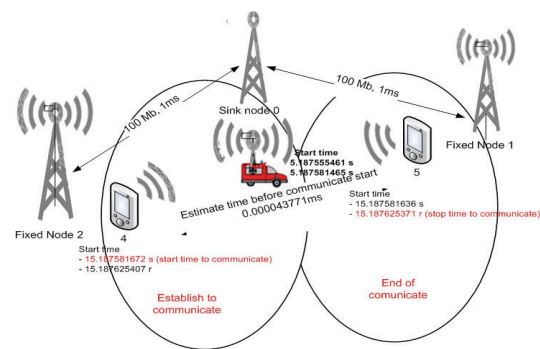
Collaborative

The collaborative of fixed and mobile WiMAX, can help us to provide a good quality of service, please consider the figure 3.2 (a) and 3.2 (b), those are the

topology that I do it in my research, in two cases of the topology (figure 3.2 (a) and (b) for the figure 3.1 A when the node 4 and node 5 try to talk together, they should talk via the Fixed WiMAX base station , for example when node 4 want to talk with node 5, node 4 should connect to node 2 first then node 0 and node 1 and final is node 5, it is spend more time to communicate between node 4 and node 5, but when we put the mobile WiMAX node in between node 4 and node 5 it will spend less time to talk together (this is the main idea of my research).



(a)



(b)

Figure 3.2: Fixed and Mobile WiMAX

Collaborative

So, in the figure 3.2 (b) we consider the communications between node 4 and node 5 via mobile WiMAX node (the red one is mobile WiMAX node), it can take short time to communicate with each other when we compare with the figure 4.1 that

they communicate via fixed WiMAX node. We can see the result of this research in item.

4. Simulation Study

This section describes simulation scenarios of the WiMAX's collaborative, it consist of 3 fixed WiMAX node, 1 of Mobile WiMAX node and 2 of Mobile nodes to talk together consider the figure 4.2 (a) and (b) that is my topology to simulate in NS-2.

5. Perspective on analysis of mobility model in WiMAX's collaborative nodes

A mobility model of WiMAX's collaborative nodes can be seen as a general process, as the input we have the simulation parameters, for the process in the middle we have mobility model, for this paper we propose the Manhattan model and in the result or output is the trace file it similar to text file in windows operating system, the output file or result from the simulating, will contains the information of all movements factor during the simulation. From this result or trace file, the simple trace file shown below, we can calculate all mobility metric such as time to handoff, the QoS of network, the performance of network and so on, in figure 5.1 shown the way to get the simulation's result of mobility model of the WiMAX collaborative.

Trace File

```
s -t 0.000000000 -Hs 0 -Hd -2 -Ni 0 -Nx 0.00 -Ny
0.00 -Nz 0.00 -Ne -1.000000 -NI AGT ...
r -t 0.000000000 -Hs 0 -Hd -2 -Ni 0 -Nx 0.00 -Ny 0.00
-Nz 0.00 -Ne -1.000000 -NI RTR ...
```

Each line represents a message being transferred
Common fields:

Event type (s = send, r = received, d = drop)

Time stamp

Source and destination

XYZ co-ordinates of the node

Network layer (AGT= agent, RTR = router, ...)

... many many others

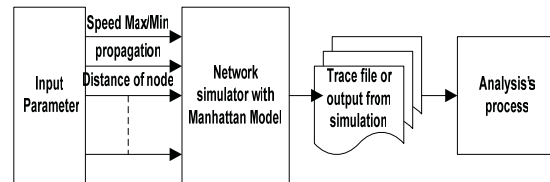


Figure: 7.1 The way to get result of simulation

5.1 Result of Analysis

The first analysis takes into the behaviors of the communication of node 4 and node 5 via the 3 fixed nodes, the second we consider the communication of node 4 and node 5 via mobile WiMAX node; we can see the result of analysis in figure 5.1 and figure 5.2

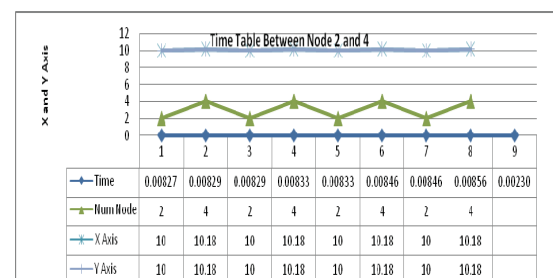
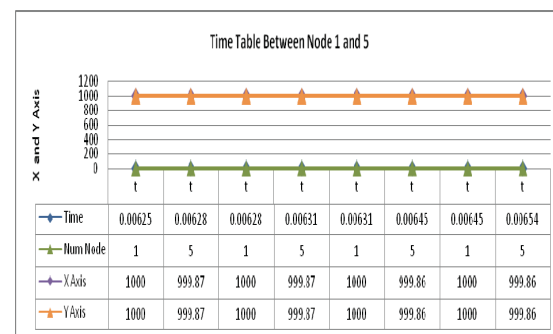


Figure 5.1: show the time table of the communications between node 4 and node 5 via node 1 and node 2 (Fixed WiMAX node)

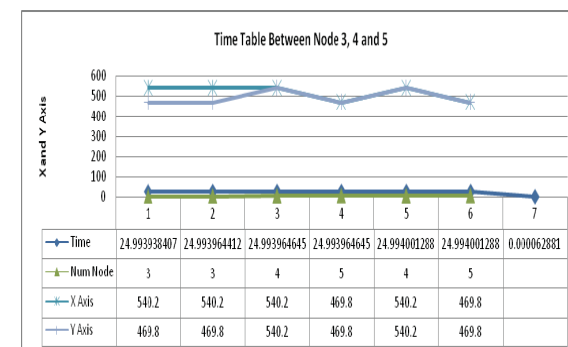
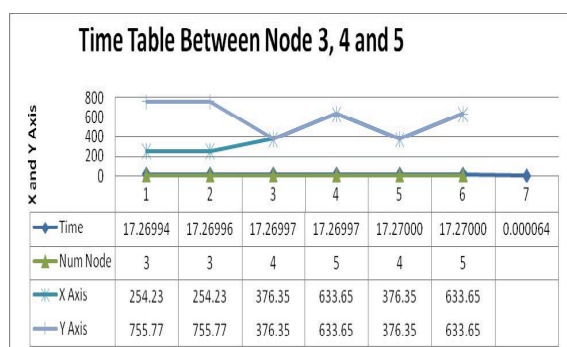
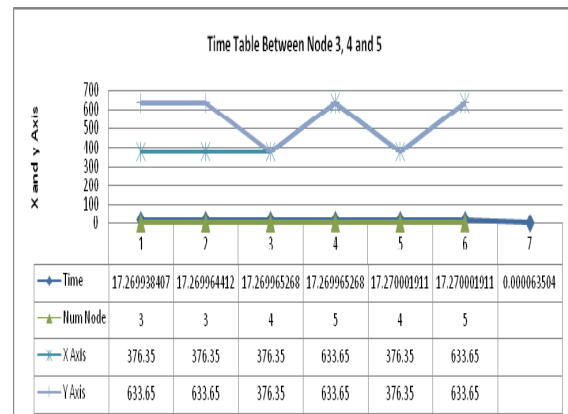
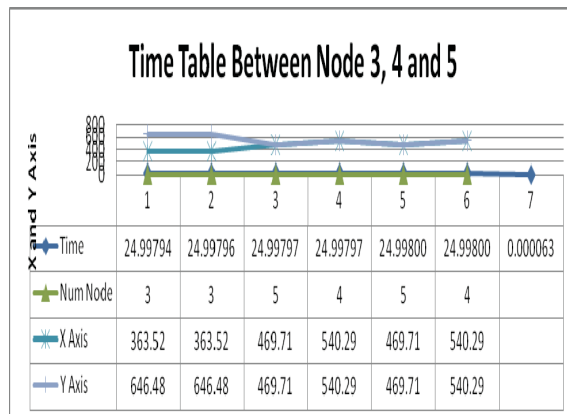


Figure 5.2: show the time table of the communications between node 4 and node 5 via node 3 (Mobile WiMAX node)

When we consider the result of communications between node 4 and 5 via node 1 and 2 and the communication of node 4 and node 5 via node 3 we can see the differences times of communication, when the node 4 and node 5 talk together via node 3 (node 3 is a Mobile WiMAX node) it will spend a short time to communicate. For this research we don't consider only the communication between node 4 and node 5 via node 1 node 2 and node 3, but we try to find the minimum time of the communications by changing the mobility speed of Mobile WiMAX node (node 3), we try to change from speed 20m per second, 30m per second, 40m per second, 50m per second and 60m per second, we can get the minimum time, which is shown in figure 5.3

Figure 5.3 show the time table when we change the speed of Mobile WiMAX node from 20, 30, 40, 50 and 60m per second and show the minimum and maximum time.

6. Conclusions

In this paper we propose the scenario of WiMAX system that including both Fixed and Mobile node working together or we call Fixed and Mobile collaborative, we study about the behavior of movement node of WiMAX, we consider the performance of collaborative time to work together between Fixed WiMAX and Mobile WiMAX and try to get minimum time to communicate with each other.

7. Future Work

For the future, the protocol must be considered and the topology should be modeled in many cases and the frequency allocation or frequency should be defined for many case of WiMAX network because of each country they have their own regulation to manage the frequency spectrums.

References

- [1] IEEE Std 802.16a-2003, "IEEE Standard for Local and metropolitan area networks-Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems--Amendment 2: Medium Access Control Modifications and Additional Physical Layer Specifications for 2-11 GHz," 2003.
- [2] IEEE Std 802.16-2004 (Revision of IEEE Std 802.16-2001), "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems," 2004.
- [3] IEEE 802.16e, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks, Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems, Amendment for Physical and Medium Access Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands, Feb. 2006

Software Measurement Metrics Reviews for Object Oriented

Tharisth Thimthong

Information Technology Faculty, King Mongkut University of Technology,

North Bangkok

E-mail: tharisth@gmail.com

Abstract

This paper is a literature review of concept and technique how to measure a quality of object-oriented software. As object oriented analysis and design (OOAD) has become to efficiency technique to software development life cycle (SDLC) according to demand of higher quality of software from now and so on. As the result, there has been a lot of research effort to develop validate metrics for measure a quality of OO design. Research and practice in developing design quality metrics has been less emphasis because of a complexity of object-oriented design, on the other hand, many of research has been focusing on measure in objected-oriented software in term of coupling and cohesion to identify quality of object-oriented design. This paper aims to present literature of Object Oriented measure that can be applied to measure internal quality of software.

Keywords: Object-Oriented Software Measurement, Software Quality, Design Quality, Object-Oriented Analysis, Object-Oriented Designs

1. Introduction

Demand of new application software or customized software continues to increase at a rapid rate. First mentioned as far back as the 1968 NATO Software Engineering Conference, is even more apparent now.

Software measurement is a field of software engineering; it belongs to experimental software engineering that means the understanding of strength and weaknesses of methods and tools in order to tailor them to specific goals of a software development project.

Even though many software measures have been releasing, but the question is still pointed to why software measurement is so problematic? One answer may be that software engineering is a highly complex process producing highly complex products. Other problems are that people do not like to be controlled by software measures. Moreover, lack of theoretical framework for software measurement and prove of experiments while technology has been changing rapidly. On the other hand there is poor education. People sometimes think that measurement is a simple procedure. Some theory of software measurement is not presented and used by scientists. Many scientists point out, that the current state of software measures is not satisfying.

All measures will correspond to the distinct levels in OOP which have 2 types of characteristic, inheritance and encapsulation. Traditional procedural programs can be considered as having two distinct levels system (inter-modular) and module (intra-modular).

2. Measurement and Measure

Measurement: Measurement is the process through which values are assigned to attributes of entities of the real world.

Measure: A measure is the result of the measurement process, so it is the assignment of a value to an entity with the goal of characterizing a specified attribute.

Therefore, a measure is not just a value, but it is a function that associates a value with an entity.

Measurement of software usually is separated into 2 attributes. Firstly, the internal attributes can be measured from software. Secondly, the external attributes which are attributes that related to software. Some research divides software measurement including internal and external attribute as follows;

Process measurement: - to measure attributes that correspondence to process measurement such as specification, analysis and design etc.

3. Measurement Metrics

As mentioned earlier, the problem of assessing the design quality of object-oriented software has been interesting to many researchers. Coupling, cohesion, and complexity are defined as quality measures for object-oriented software. Chidamber and Kemerer [Chidamber+91; Chidamber+94] defined coupling between classes in object oriented applications. The relevance of coupling as a metric of design quality was then related to maintenance, testing, and understandability [Hitz+95].

Measurement metric theories from many researchers were divided into traditional metrics and object-oriented metrics which can be described as following:-

3.1. Traditional Metrics

In an object-oriented system, traditional metrics are generally applied to the methods that comprise the operations of a class. The traditional metrics have been widely used, they are well understood by researchers and practitioners, and their relationships to software quality attributes have been validated.

There are three famous traditional metrics is cyclomatic complexity and line of code which proposed by McCabe.

3.1.1. Line of Code (LOC)

Various lines of code are also applied to methods. These include counting all physical lines of code, the number of statements which exclude comment line and blank line. Thresholds for evaluating the meaning of LOC measures may have to vary greatly depending on the coding language, in common interpretation, the measure value should be small.

3.1.2. Cyclomatic Complexity (CC)

The cyclomatic complexity [McCabe] is used to evaluate the application of an algorithm. A method with a low cyclomatic complexity may imply that decisions are deferred through message passing, not that the methods is not complex. The cyclomatic complexity cannot be used to measure the complexity of a class because of inheritance, but the cyclomatic complexity of individual methods can be combined with other measures to evaluate the complexity of the class. Although this metric is specifically applicable to the evaluation of complexity, it also is related to all of the other attributes.

3.1.3. Comment Percentage (COM)

The comment percentage is calculated by the total number of comments divided by the total lines of code. Since comments assist developers and maintainers, thresholds for evaluating the meaning may imply that 20 – 30% of the total line of code will be suitable for Understandability, Reusability, and Maintainability.

3.2. Object-Oriented Metrics

Many different metrics have been proposed for object-oriented software. The selected object-oriented metrics are primarily applied to the concepts of classes, coupling, and inheritance.

Metrics of Chidamber and Kemerer [Chidamber+91, Chidamber+94], Chidamber and Kemerer proposed 6 software metrics for object oriented system which divided into 3 categories as following:-

3.2.1. Class

A class is a template from which objects can be created. This set of objects share a common structure and a common behavior manifested by the set of methods. Three class metrics described here measure the complexity of a class using the class's methods, messages and cohesion.

1.1 Method: - A method is an operation upon an object.

Weighted Methods per Class (WMC)

The WMC is a count of the methods implemented within a class or the sum of the complexities of the methods (method complexity is measured by cyclomatic complexity). The second measurement is difficult to implement since not all methods are assessable within the class hierarchy due to inheritance. The number of methods and the complexity of the methods involved is a predictor of how much time and effort is required to develop and maintain the class. The larger the number of methods in a class, the greater the potential impact on children since children will inherit all the methods defined in a class. Classes with large numbers of methods are likely to be more application specific, limiting the possibility of reuse.

1.2 Message: - A message is a request that an object makes of another object to perform an operation. The operation executed as a result of receiving a message is called a method. The next metric looks at methods and messages within a class.

Response for a Class (RFC)

The RFC is the cardinality of the set of all methods that can be invoked in response to a message to an object of the class or by some method in the class.

This includes all methods accessible within the class hierarchy. This metric looks at the combination of the complexity of a class through the number of methods and the amount of communication with other classes. The larger the number of methods that can be invoked from a class through messages, the greater the complexity of the class. If a large number of methods can be invoked in response to a message, the testing and debugging of the class becomes complicated since it requires a greater level of understanding on the part of the tester. A worst case value for possible responses will assist in the appropriate allocation of testing time.

1.3 Cohesion: - Cohesion is the degree to which methods within a class are related to one another and work together to provide well-bounded behavior. Effective object-oriented designs maximize cohesion since it promotes encapsulation. The third class metric investigates cohesion.

Lack of Cohesion of Methods (LCOM)

LCOM measures the degree of similarity of methods by instance variable or attributes. Any measure of separateness of methods helps identify flaws in the design of classes. There are at least two different ways of measuring cohesion:

1. Calculate for each data field in a class what percentage of the methods use that data field. Average the percentages then subtract from 100%. Lower percentages mean greater cohesion of data and methods in the class.

2. Methods are more similar if they operate on the same attributes. Count the number of disjoint sets produced from the intersection of the sets of attributes used by the methods. High cohesion indicates good class subdivision. Lack of cohesion or low cohesion increases complexity, thereby increasing the likelihood of errors during the development process. Classes with low cohesion could probably be subdivided into two or more subclasses with increased

cohesion. This metric evaluates the design implementation as well as reusability.

2. Coupling: - Coupling is a measure of the strength of association established by a connection from one entity to another. Classes (objects) are coupled three ways:

1. When a message is passed between objects, the objects are said to be coupled.

2. Classes are coupled when methods declared in one class use methods or attributes of the other classes.

3. Inheritance introduces significant tight coupling between superclasses and their subclasses. (Since good object-oriented design requires a balance between coupling and inheritance, coupling measures focus on non-inheritance coupling.) The next object-oriented metric measures coupling strength.

Coupling Between Object Classes (CBO)

CBO is a count of the number of other classes to which a class is coupled. It is measured by counting the number of distinct non-inheritance related class hierarchies on which a class depends. Excessive coupling is detrimental to modular design and prevents reuse. The more independent a class is, the easier it is reuse in another application. The larger the number of couples, the higher the sensitivity to changes in other parts of the design and therefore maintenance is more difficult. Strong coupling complicates a system since a module is harder to understand, change or correct by itself if it is interrelated with other modules. Complexity can be reduced by designing systems with the weakest possible coupling between modules. This improves modularity and promotes encapsulation. CBO evaluates design implementation and reusability.

3. Inheritance

Another design abstraction in object-oriented systems is the use of inheritance. Inheritance is a type of relationship among classes that enables programmers to reuse previously defined objects including variables and operators. Inheritance decreases complexity by reducing the number of operations and operators, but this abstraction of objects can make maintenance and design difficult. The two metrics used to measure the amount of inheritance are the depth and breadth of the inheritance hierarchy.

Depth of Inheritance Tree (DIT)

The depth of a class within the inheritance hierarchy is the maximum length from the class node to the root of the tree and is measured by the number of ancestor classes. The deeper a class is within the hierarchy, the greater the number methods it is likely to inherit making it more complex to predict its behavior. Deeper trees constitute greater design complexity, since more methods and classes are involved, but the greater the potential for reuse of inherited methods. A support metric for DIT is the number of methods inherited (NMI). This metric primarily evaluates reuse but also relates to understandability and testability.

Number of Children (NOC)

The number of children is the number of immediate subclasses subordinate to a class in the hierarchy.

It is an indicator of the potential influence a class can have on the design and on the system. The greater the number of children, the greater the likelihood of improper abstraction of the parent and may be a case of misuse of subclassing. But the greater the number of children, the greater the reuse since inheritance is a form of reuse. If a class has a large number of children, it may require more testing of the methods of

that class, thus increase the testing time. NOC, therefore, primarily evaluates testability and design.

Metrics of Li and Henry [Li+93] proposed 4 software metrics, which focused on different internal attributes such as coupling, complexity, and size.

Data Abstraction Coupling (DAC) is the number of attributes in a class that have another class as their type.

Non Data Abstraction Coupling (DAC') is the number of different classes that are used as types of attributes in a class.

Number of Method (NOM) is the number of local methods.

SIZE2 is sum of number of attributes and number of local methods (DAC + NOM)

Metrics of Brito [Brito+94, Brito+96] proposed 5 software metrics in term of MOOD (Metrics for Object Oriented Design) which emphasis on design process of object oriented system such as encapsulation, inheritance, polymorphism, and message passing etc.

Method Hiding Factor (MHF) is defined as a quotient between the sum of the invisibilities of all methods defined in all of the classes and the total number of methods defined in the system under consideration.

Attribute Hiding Factor (AHF) is defined as quotient between the sums of the invisibilities of all attributes defined in all of the classes and the total number of attributes defined in the system under consideration.

Method Inheritance Factor (MIF) is defined as a quotient between the sum of inherited methods in all classes of the system under consideration and the total number of available methods (locally defined and include those inherited) for all classes.

Attribute Inheritance Factor (AIF) is defined as a quotient between the actual number of inherited

attributes in all classes of the system under consideration and the total number of available attribute (locally defined plus inherited) for all classes.

Polymorphism Factor (PF) is defined as the quotient between the actual number of different possible polymorphic situations, and the maximum number of possible distinct polymorphic situations for class.

Metric of Lorenz and Kidd [Loren+94], Lorenz and Kidd proposed 15 software metrics for object oriented system which divided into 3 categories as following:-

1. Class Size Metrics

Number of Public Instance Methods (PIM) is defined as counts the total number of public instance methods in a class. Public methods are those that are available as services to other classes.

Number of Instance Methods (NIM) is defined as counts all the public, protected, and private methods defined for class' instance.

Number of Instance Variables (NIV) is defined as counts the total number of instance variables in a class. Instance variables include private and protected variables available to the instance.

Number of Class Methods (NCM) is defined as counts the total number of class methods in a class. A class method is a method that is global to its instance

Number of Class Variable (NCV) is defined as counts the total number of class variables in a class.

2. Class Inheritance Metrics

Number of Method Overridden (NMO) is defined as counts the total number of methods overridden by a subclass. A subclass is allowed to define a method of the same name as a method in one of its upper-classes. This is called overriding the method.

Number of Methods Inherited (NMI) is the total number of method inherited by a subclass.

Number of Method Added (NMA) is defined as counts the total number of methods in a subclass.

Specialization Index Metric (SIX) is defined as Number of Overridden Methods (NMO) multiple by Hierarchy Nesting Level divided by Total Number of Methods (NMA)

3. Class Internal Metrics

Average Parameters per Method (APPM) is defined as Total of Methods Parameters divided by Total Number of Methods

Metric of Briand et al. [Brian+97] proposed 8 software metrics which are defined at the class level, and are counts of interactions between classes.

ACAIC, OCAIC, DCAEC, OCAEC, ACMIC, OCMIC, DCMEC, OCMEC

These measures distinguish the relationship between classes different type of interactions, and the locus of impact of the interaction.

The acronyms for the measures indicate what interactions are counted:

The first letter indicates the relationship (A: coupling to ancestor classes, DL Descendants, O: Others, i.e. none of the other relationship).

The next two letters indicate the type of interaction:

CA: there is a Class-attribute interaction between classes c and d if c has an attribute of type d.

CM: there is a Class-Method interaction between classes c and d, if class c has a method with a parameter type class d.

The last two letters indicate the locus of impact:

IC: Import coupling, the measure counts for a class c all interactions where c is using another class.

EC: Export coupling: count interactions where class d is the used class.

Metric of Marchesi [Marchesi+98] proposed 15 software metrics for OO analysis phase which are divided into 3 categories related to single classes, packages, system as a whole as following:

1. Class Metrics

CL1 is the weighted number of responsibilities for a class, inherited or not.

CL2 is the weighted number of dependencies for a class.

CL3 is the depth of inheritance tree.

CL4 is defined as a number of immediate subclasses of a class.

CL5 is defined as a number of distinct classes dependent on a class.

2. Package Metrics

PK1 is defined as a number of dependencies out with a package.

PK2 is defined as a number of dependencies within a package.

PK3 is an average of PK1.

3. Global Complexity Metrics

OA1 is defined as a number of classes.

OA2 is defined as a number of inheritance hierarchies.

OA3 is an average weighted number of class responsibilities.

OA4 is a standard deviation of OA3.

OA5 is an average number of direct dependencies of a class.

OA6 is a standard deviation of OA5.

OA7 is defined as a percentage of inherited responsibilities with respect to total number of responsibilities

Metric of Harrison et al. [Harri+98] have proposed the metric Number of Associations (NAS) which is defined as the number of associations of each class, counted by the number of association lines emanating from a class in a class diagram.

Metric of Bansiya et al. [Bansi+99; Bansi+02] have proposed 9 software metrics which were defined for assessing design properties.

Data Access Metric (DAM) is the ratio of the number of private attributes to the total number of attributes declared in the class.

Direct Class Coupling (DCC) is a count of the different number of classes that a class is directly related to.

Cohesion Among Method of Class (CAMC) computes the relatedness among methods of a class based upon the parameter list of methods.

Measure of Aggregation (MOA) is a count of the number of data declarations whose types are user defined classes

Measure of Functional Abstraction (MFA) is the ratio of the number of methods inherited by a class to the total number of methods accessible by member methods of the class.

Design Size of Class (DSC) counts the total number of classes in the design

Number of Hierarchies (NOH) counts the total number of class hierarchies in the design

Average Number of Ancestors (ANA) is computed by determining the number of classes along all paths from the “root” class(es) to all classes in an inheritance structure

Number of Polymorphic (NOP) counts the total number of polymorphic methods

Metric of Genero et al. [Gener+00, Gener+02] have proposed 16 software metrics for object oriented system which measure class diagram complexity due to the use of different kinds of relationships such as associations, generalizations, aggregations, and dependencies.

Number of Association (NAssoc) is defined as the total number of associations within a class diagram.

Number of Aggregation (NAgg) is defined as the total number of aggregation relationships within a class diagram.

Number of Dependencies (NDep) is defined as the total number of dependency relationships within a class diagram.

Number of Generalization (NGen) is defined as the total number of generalization relationships within a class diagram.

Number of Generalization Hierarchies (NGenH) is defined as the total number of generalization hierarchies within a class diagram.

Number of Aggregation Hierarchies (NAggH) is defined as the maximum between the DIT values obtained for each class of the class diagram.

Maximum DIT (MaxDIT) is defined as the maximum between the DIT values obtained for each class of the class diagram.

Maximum of HAgg (MaxHAgg) is defined as the maximum between the Hagg values obtained for each class of the class diagram.

Number of Association per Class (NAssocC) is defined as the total number of associations a class has with other classes or with itself.

Height of Class Aggregation (HAgg) the height of a class within an aggregation hierarchy is defined as the length of the longest path from the class to the leaves.

Number of Direct Parts (NODP) is defined as the total number of “direct part” classes which compose a composite class.

Number of Parts (NP) is defined as the number of “part” classes of a “whole” class.

Number of Wholes (NW) is defined as the number of “whole” classes of a “part” class.

Multiple Aggregation (MAgg) is defined as the number of direct “whole” classes that a class is part-of, within in an aggregation hierarchy.

Number of Dependencies In (NDepIn) is defined as the number of classes that depend on a given class.

Number of Dependencies Out (NDepOut) is defined as the number of classes on which a given class depends.

4. Conclusions

Software measurement will be the methodology that can measure in every process of software engineering. Coupling, cohesion, and complexity are defined as quality measures for OO systems. All proposed software metric are focused on different area

of scope such as whole system and class, in depth, relationships between classes and attributes. On the other hand, all the efforts and developments in research and international standardization in the past, there is no consensus yet on the concepts and terminology used in this field. Those metrics are still lacks of software improvement. Firstly, there cannot compare to functional requirement or business requirement. Secondly, there cannot identify cause of low performance or error. Lastly, those metric should be a core element for programming tool to help developer as guideline of what to do and what not to do.

5. References

- [1] Sherif Yacoub, Tom Robinson, Hany H. Ammar, “Dynamic Metrics for Object Oriented Designs.
- [2] Nongyao Chinasawas, Nakornthip Prompol, Chet Pattanothai, Pornsiri Muengchaisri, “Measurement Object Oriented Software” Nectec Technical Journal Vol. IV, NO. 13.
- [3] Ralph D. Neal, Roland Weistroffer, and Rechard J. Coppins, “The Assignment of Scales to Object-Oriented Software Measure” June 1997.
- [4] Marcela Genero, Mario Plattini, Coral Calero, “A Survey of Metrics for UML Class Diagrams” Journal of Object Technology Vol. 4, No. 9, Nov. 2005.
- [5] Martin Auer, Bernhard Graser, Stefan Biffl, “ A Survey on the Fitness of Commercial Software Metrics Tools for Service in Heterogeneous Environments: Common Pitfalls” IEEE Proceeding of the Ninth International Software Metrics Symposium 2003.
- [6] National Aeronautics and Space Administration Goddard Space Flight Center, Greenbelt Maryland 20771, “Software Quality Metrics for Object Oriented System Environments”, June 1995
- [7] Christopher M. Lott, “Measurement-Based Feedback in a Process-Centered Software Engineering Environment”, May 1996.

การพัฒนาต้นแบบโปรแกรมแลกเปลี่ยนข้อมูลการผ่าตัดระหว่างโรงพยาบาล โดยใช้เอกสาร เอกซเอมแอล และเทคโนโลยี DHTML กับ AJAX

วรรณษา เปาอินทร์ และ ประณต บุญไชยอภิสิทธิ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

E-mail: wansa@inet.co.th, pranot@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ ได้สร้างต้นแบบโปรแกรมแลกเปลี่ยนข้อมูลการผ่าตัดระหว่างโรงพยาบาล โดยได้ออกแบบจำลองข้อมูลการผ่าตัด และเขียนโปรแกรมจัดเก็บ ค้นหา และส่งข้อมูลการผ่าตัดผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบโปรแกรมเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลการผ่าตัดระหว่างโรงพยาบาลเป็นแนวทางสำหรับนำไปประยุกต์ใช้กับโรงพยาบาลต่างๆ ของประเทศไทย โดยได้อาศัยทฤษฎี Database Model และ XML เทคโนโลยี DHTML, AJAX และงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องมาเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ผลการพัฒนา ค้นพบว่า DHTML และ AJAX มีประโยชน์ในกรณีการแปลงข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลกับไฟล์ XML สองประการคือทำให้การถ่ายโอนข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลกับไฟล์ XML เป็นไปด้วยความราบรื่น และ ทำให้สร้างไฟล์ XML และแสดงผลได้ทันที ได้ต้นแบบแบบจำลองข้อมูลการผ่าตัดในรูปแบบ XML Schema และฐานข้อมูล ได้โปรแกรมต้นแบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงพยาบาลในประเทศไทยได้

คำสำคัญ: บันทึกการผ่าตัด การแลกเปลี่ยนข้อมูลการผ่าตัด เอกซเอมแอล

Abstract

This research is focused on creation of prototype program for surgeon's operative note data interchange between hospitals by development of data model and web application. Research objective is to develop prototype of data model and program to store, retrieve, transfer and transform operative note data between relational database and XML file. This research used database theory and XML as a concept framework. The development results include 2 findings about benefit of using DHTML and AJAX. These benefits are facilitation of data transfer between relational database and XML file and facilitation of XML file creation on top of current web page without changing of web page.

XML schema database model and web application developed in this research could also be used as a prototype of program and be applied to store, retrieve, transfer and transfer operative note data between hospitals in Thailand.

Keywords: Surgical Operative Notes, Operative Data Interchange, XML

1. บทนำ

แต่เดิมข้อมูลการผ่าตัดผู้ป่วยจะถูกบันทึกไว้ในกระดาษ โดยใช้แบบฟอร์มบันทึกการผ่าตัด 1 แบบฟอร์มต่อการผ่าตัดผู้ป่วย 1 ครั้ง และแบบฟอร์มบันทึกการผ่าตัดจะถูกรวบรวมเก็บไว้ในแฟ้มผู้ป่วยหรือเวชระเบียน เพื่อใช้อ้างอิงในการรักษาครั้งต่อไป และหากผู้ป่วยไปรักษาต่อโรงพยาบาลอื่นในอนาคต ถ้าแพทย์ผู้รักษาต้องการทราบข้อมูลการผ่าตัดครั้งก่อนญาติผู้ป่วยจะต้องเดินทางมาที่โรงพยาบาลแห่งแรกเพื่อขอถ่ายสำเนาบันทึกรการผ่าตัดไปใช้ในการรักษาครั้งปัจจุบัน

ผลสำรวจของสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ [1] พบว่าในปัจจุบัน มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในโรงพยาบาลหลายแห่ง ทำให้เริ่มมีการบันทึกข้อมูลการผ่าตัดผู้ป่วยลงไปในฐานข้อมูลของโรงพยาบาล อย่างไรก็ตาม หากต้องการส่งต่อข้อมูลไปโรงพยาบาลอื่นก็ยังคงต้องใช้วิธีพิมพ์รายงานบันทึกการผ่าตัดออกมาเป็นเอกสารในรูปกระดาษแล้วส่งต่อ ซึ่งหากมีการพัฒนาระบบที่ใช้ถ่ายโอนข้อมูลจากฐานข้อมูลของโรงพยาบาลออกมาในรูปแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์ก็จะทำให้สามารถสื่อสารข้อมูลการผ่าตัดผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ เกิดช่องทางและรูปแบบใหม่ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลการผ่าตัดระหว่างโรงพยาบาล แพทย์สามารถรับข้อมูลการผ่าตัดของผู้ป่วยจากโรงพยาบาลเดิมได้ง่ายขึ้น และผู้ป่วยก็จะได้รับความสะดวกขึ้นด้วย

เอกซ์เอ็มแอล (XML – eXtensible Markup Language) เป็นภาษาที่กำหนดความหมายของข้อมูลไปพร้อมๆ กับการแสดงรายละเอียดข้อมูล [2] โดยใช้ tag แสดงความหมายของข้อมูลที่อยู่ภายใน tag ภาษานี้สามารถใช้แสดงผลข้อมูลในเครื่องคอมพิวเตอร์หลายๆ แบบจึงใช้เป็นภาษากลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูลในอินเทอร์เน็ต ในทางการแพทย์มีผู้นำภาษาเอกซ์เอ็มแอลมาประยุกต์ใช้เพื่อกำหนดรูปแบบการบันทึกข้อมูลการรักษาก่อนผ่าตัดผู้ป่วยด้านต่างๆ ในแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์ [3][4] จึงน่าจะเป็นภาษาที่นำมาประยุกต์ใช้ในการวิจัยพัฒนาด้านแบบโปรแกรมแลกเปลี่ยนข้อมูลการผ่าตัดระหว่างโรงพยาบาลได้

การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาด้านแบบโปรแกรมเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลการผ่าตัดระหว่างโรงพยาบาลเป็นแนวทางสำหรับนำไปประยุกต์ใช้กับโรงพยาบาลต่างๆ ของประเทศไทยในอนาคตอันใกล้

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การบันทึกข้อมูลการผ่าตัด เป็นขั้นตอนปกติมาตรฐานในการปฏิบัติงานของศัลยแพทย์ โดยเมื่อผ่าตัดผู้ป่วยเสร็จ ศัลยแพทย์ทุกคน ต้องบันทึกข้อมูลการผ่าตัดลงไปในแบบฟอร์มบันทึกการผ่าตัด (Operative Note) แล้วจัดเก็บไว้ในเวชระเบียนผู้ป่วย เพื่อใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงต่อไป มาตรฐานแนวทางการบันทึกข้อมูลการผ่าตัดของแพทย์ไทยจะอ้างอิงมาตรฐานส่วนใหญ่ของวงการแพทย์ตะวันตกซึ่งมักมีข้อกำหนดไม่แตกต่างกัน

วิธีบันทึกข้อมูลการผ่าตัดเข้าสู่ระบบสารสนเทศโรงพยาบาลในปัจจุบันที่นิยมทำกันมีอยู่ 3 วิธี ได้แก่ การสแกนกระดาษแบบฟอร์มบันทึกการผ่าตัดที่แพทย์เขียนเสร็จสมบูรณ์แล้วเข้าไปเก็บเป็นไฟล์รูปภาพ (Image File) ในงานบันทึกแบบแข็ง (Hard Disk) ของเครื่องแม่ข่าย การกำหนดให้เลขานุการของแพทย์หรือผู้เรียบเรียงข้อมูลสุขภาพ (Medical Data Transcriber) เป็นผู้ป้อนข้อมูลเข้าสู่ระบบ และการกำหนดให้ ศัลยแพทย์ผู้ทำผ่าตัดบันทึกข้อมูลเข้าสู่ระบบเอง โดยวิธีที่น่าจะมีประสิทธิภาพและรับประกันความสมบูรณ์ของข้อมูลได้ดีที่สุดคือวิธีสุดท้าย แต่จนถึงปัจจุบัน ศัลยแพทย์ส่วนใหญ่ยังไม่นิยมนำข้อมูลเข้าสู่ระบบเอง เนื่องจากปัญหาการไม่ยอมรับหรือไม่คุ้นเคยกับการใช้คอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ตาม ศัลยแพทย์รุ่นใหม่ที่จะจบการศึกษามาเริ่มทำงานในระบบจะยอมรับการบันทึกข้อมูลเข้าสู่ระบบเองมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากประชากรรุ่นใหม่จะคุ้นเคยกับการใช้คอมพิวเตอร์มาตั้งแต่อายุน้อย

ระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้เพื่อบันทึกข้อมูลการผ่าตัดในโรงพยาบาล ส่วนใหญ่เป็นหน่วยโปรแกรมประยุกต์ (Module) ซึ่งเป็นองค์ประกอบย่อยในระบบสารสนเทศโรงพยาบาล (Hospital Information System) ซึ่งเป็นระบบซอฟต์แวร์ที่ได้รับการพัฒนามาเพื่อดำเนินการระบบโรงพยาบาลโดยเฉพาะ สำหรับโรงพยาบาลในประเทศไทย มีข้อมูลจากการสำรวจของสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ รายงานว่าโรงพยาบาลภาครัฐส่วนใหญ่ใช้ระบบสารสนเทศโรงพยาบาล HosXP และ HosOS ซึ่งเป็นระบบสารสนเทศโรงพยาบาลที่มีลักษณะเป็นโอเพนซอร์ส (Open Source Hospital Information System) โดยทั้งสองระบบมีหน้าจอบันทึกข้อมูลที่เป็นส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphical user interface - GUI) และ

จัดเก็บข้อมูลในระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ชื่อการค้า MySQL การสำรวจของสำนักงานหลักประกันสุขภาพครั้งนี้ยังมีข้อมูลจากโรงพยาบาลเอกชนไม่มาก จึงไม่สามารถเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างโรงพยาบาลรัฐและโรงพยาบาลเอกชน

การถ่ายโอนข้อมูลการผ่าตัดจากระบบฐานข้อมูลหนึ่งไปยังอีกระบบฐานข้อมูลหนึ่ง มักเกิดขึ้นในกรณีที่ผู้ป่วยเปลี่ยนสถานที่รักษา จากโรงพยาบาลแห่งหนึ่งไปยังโรงพยาบาลอีกแห่ง แต่เดิมการถ่ายโอนข้อมูลใช้วิธีพิมพ์รายงานบันทึกการผ่าตัดออกมาจากระบบฐานข้อมูล แล้วส่งกระดาษที่มีข้อมูลการผ่าตัดให้ผู้ป่วยนำไปให้แพทย์ที่อยู่ต่างโรงพยาบาลอ่าน หากแพทย์ต้องการบันทึกข้อมูลเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลของโรงพยาบาลแห่งที่สองนี้ ก็ต้องป้อนข้อมูลเข้าไปในระบบ โดยแพทย์อาจต้องป้อนข้อมูลเองหรือมอบหมายให้เลขานุการของแพทย์เป็นผู้ป้อนข้อมูลเข้าสู่ระบบ วิธีการนี้ ยุ่งยากซับซ้อนและมีขั้นตอนปฏิบัติที่อาจทำให้เกิดความผิดพลาดของข้อมูลได้ โดยเฉพาะในการป้อนข้อมูลใหม่ จึงมีผู้คิดระบบการถ่ายโอนข้อมูลผู้ป่วยจากระบบฐานข้อมูลหนึ่งไปสู่ระบบฐานข้อมูลหนึ่ง ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1996 คือระบบ Health Level 7 และ Clinical Document Architecture ซึ่งกำหนดให้ถ่ายโอนข้อมูลผ่านแฟ้มข้อมูลรูปแบบเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล (XML) [7]

ภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล (XML-eXtensible Markup Language) เป็นภาษาที่ใช้สร้างแฟ้มข้อมูลที่มีลักษณะพิเศษ โดยถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถนิยามความหมายของข้อมูลแล้วจัดเก็บไว้คู่กับเนื้อหาข้อมูลในแฟ้มเดียวกันได้ ภาษาเอ็กซ์เอ็มแอลถูกพัฒนาขึ้นมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1996 และกำหนดเป็นมาตรฐานที่รับรองโดย World Wide Web Consortium – W3C ตั้งแต่ วันที่ 10 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 1998 ลักษณะพิเศษของภาษาเอ็กซ์

เอ็มแอลที่มีจุดเด่นหลายด้าน [8] ได้แก่ การสร้างต้นแบบนิยามข้อมูลเพื่อการใช้งานต่างๆ เป็นภาษาที่นำเสนอในโปรแกรมค้นคว้าเว็บ (Web browser) ได้โดยง่าย เป็นมาตรฐานแบบเปิด จัดเรียงข้อมูลได้ทุกรูปแบบ ฯลฯ ทำให้มีผู้นิยามนำภาษาเอ็มแอลไปใช้ประโยชน์มากมายหลายด้าน ได้แก่ ใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างบุคคล องค์กร ระบบคอมพิวเตอร์ ใช้ในการพัฒนาเว็บ ใช้เป็นรากฐานในการพัฒนาภาษาใหม่ๆ ฯลฯ โดยเฉพาะการนำมาใช้พัฒนารูปแบบการบันทึกข้อมูลผู้ป่วย ในภาษา MML – Medical Markup Language และชุดข้อมูล CDA – Clinical Document Architecture

MML – Medical Markup Language พัฒนาขึ้นมาโดยองค์กร MedXML ในประเทศญี่ปุ่น วัตถุประสงค์ในการพัฒนา MML ให้เป็นมาตรฐานการจัดเก็บ เข้าถึง และแลกเปลี่ยนข้อมูลการรักษาผู้ป่วย ระหว่างแพทย์และโรงพยาบาลในประเทศญี่ปุ่น การพัฒนา MML ดำเนินอย่างต่อเนื่องมาจนถึงปี ค.ศ. 2002 ในเวอร์ชัน 3.0 จึงมีการกำหนดมาตรฐานให้สอดคล้องกับ CDA – Clinical Document Architecture

CDA – Clinical Document Architecture เป็นมาตรฐานชุดข้อมูลที่ใช้ภาษาเอ็มแอล พัฒนาขึ้นมาเป็นโครงสร้างข้อมูลการรักษาผู้ป่วยแต่ละราย มาตรฐาน CDA พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้เป็นมาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูลการรักษาผู้ป่วยระหว่างแพทย์และโรงพยาบาล โดยถือเป็นส่วนหนึ่งในมาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูลทางสุขภาพ HL-7 – Health Level 7 มีการพัฒนา CDA จากเวอร์ชัน 1.0 จนถึง เวอร์ชัน 2.0 ซึ่งเป็นเวอร์ชันที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

การนำ HL7 และมาตรฐานในชุดของ HL7 ไปใช้ในที่ต่าง ๆ นั้น พบว่ามีการดัดแปลง แต่งเติม และสร้างเพิ่มจากเดิมด้วย โดยเฉพาะ Clinical Document

Architecture – CDA นั้นถูกดัดแปลงไปใช้หลายเรื่อง เช่น ในประเทศไต้หวัน ดัดแปลง CDA ไปสร้างเป็น Taiwan Medical Template – TMT และต่อมา ฝูชว่น (2007) จากประเทศไต้หวัน ได้เป็นแกนนำในการพัฒนา TMT ที่ดัดแปลงจาก CDA ไปเป็น Traveler's Electronic Health Summary Template – TET สร้างเป็นต้นแบบชุดข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ด้านโรคที่ผู้ป่วยเป็นการแพทย์ และยาที่ผู้ป่วยได้รับเพื่อส่งมอบในรูปแบบแฟ้มข้อมูล ให้กับผู้ป่วยที่เดินทางท่องเที่ยวสามารถพกพาข้อมูลสุขภาพของตนเองในรูปแบบ แผ่นซีดีสมาร์ทการ์ด (Smart card) หรือ USB Drive ติดตัวไปได้ เมื่อเกิดการเจ็บป่วย หรือเกิดเหตุฉุกเฉิน สามารถส่งมอบข้อมูลดังกล่าวให้กับแพทย์ที่ทำงานอยู่ในประเทศที่ผู้ป่วยเดินทางเข้ามา ใช้เพื่อการรักษาได้อย่างต่อเนื่อง แนวคิดดังกล่าว อยู่ในขั้นเป็นโครงการพัฒนาและศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมาใช้กับนักท่องเที่ยวในย่านเอเชีย แปซิฟิก [9] แนวคิดลักษณะนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการสื่อสารข้อมูลการผ่าตัดของผู้ป่วยได้เช่นกัน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยและพัฒนา ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ได้แก่ การสังเคราะห์แบบจำลองข้อมูล และการพัฒนาต้นแบบโปรแกรม ออกแบบจำลองข้อมูลการผ่าตัดโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎี Data Modelling และเครื่องมือ Entity Relationship Diagram (ER-Diagram) ออกแบบ XML Schema และเอกสาร XML สำหรับจัดเก็บบันทึกการผ่าตัด สังเคราะห์กระบวนการจัดการข้อมูล โดยสร้างแบบจำลองกระบวนการ Dataflow model และ Process Specification ตามทฤษฎีการวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and Design) และเขียนโปรแกรมเป็น เว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ ภาษา PHP

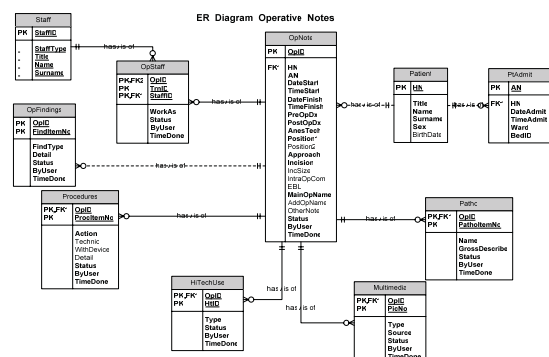
และ ฐานข้อมูล MySQL ทดสอบการส่งข้อมูลในระบบ
เครือข่ายอินเทอร์เน็ต

4. ผลการออกแบบระบบ และการพัฒนาโปรแกรม

แบบจำลองข้อมูลการผ่าตัด ประกอบไปด้วย Entity
ต่างๆ ดังนี้ (1).Patient (ผู้ป่วย) (2).OpNote (บันทึกการ
ผ่าตัดของผู้ป่วยแต่ละราย) (3).Staff (แพทย์และ
พยาบาลที่ร่วมทำผ่าตัด) (4).PtAdmit (ข้อมูลผู้ป่วยใน)
(5). HitechUse (เครื่องมือที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง)
6.Multimedia (สื่อบันทึกภาพหรือ VDO ของการ
ผ่าตัด) (7). Patho (ชิ้นเนื้อที่ส่งตรวจทางพยาธิวิทยา)

เมื่อใช้ ER Diagram ออกแบบ จะได้ตารางทั้งหมด
10 ตาราง ได้แก่ ตาราง 1.Patient (ผู้ป่วย) 2.OpNote
(บันทึกการผ่าตัดของผู้ป่วยแต่ละราย) 3.Staff (แพทย์
และพยาบาลที่ร่วมทำผ่าตัด) 4.PtAdmit (ข้อมูลผู้ป่วย
ใน) 5. HitechUse (เครื่องมือที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง)
6.Multimedia (สื่อบันทึกภาพหรือ VDO ของการ
ผ่าตัด) 7. Patho (ชิ้นเนื้อที่ส่งตรวจทางพยาธิวิทยา)
8.OpFindings (สิ่งที่ค้นพบในระหว่างผ่าตัด)
(9).OpStaff (รายการผู้ที่ปฏิบัติหน้าที่ในทีมผ่าตัดแต่ละ
ทีม) (10). Procedures (รายละเอียดขั้นตอนในการทำ
ผ่าตัด)

ซึ่งตารางทั้ง 10 นี้ จะมีความสัมพันธ์กัน แสดง
รูปแบบ ER Diagram ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ER-Diagram สำหรับข้อมูลการผ่าตัด

เมื่อออกแบบฐานข้อมูลแล้ว จึงออกแบบเอกสาร
XML ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลการผ่าตัด โดยการ
ออกแบบ XML schema สามารถแสดงในรูปแบบ Data
Type Definition ได้ดังต่อไปนี้

```
File opnote.dtd
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!ELEMENT OPNOTE (OpHeader, DateOp, TimeStart, DateEnd,
TimeEnd, PreOpDx, PostOpDx, OpName, Surgeon+, ScrubN+,
Anesthetist?, AnesN*, AnesTech, Position+, Approach, Incision,
Incsz?, Finding, FindPic?, OpDetail, OpPic1?, OpPic2?, Difficulty?,
EBL, OpConcept?, Specimen, Gross, HitechUse*, Note )>
<!ELEMENT OpHeader (#PCDATA)>
<!ATTLIST OpHeader HN CDATA #REQUIRED>
<!ATTLIST OpHeader PtName NMTOKENS #REQUIRED>
<!ATTLIST OpHeader AN CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT DateOp (#PCDATA)>
<!ELEMENT TimeStart (#PCDATA)>
<!ELEMENT DateEnd (#PCDATA)>
<!ELEMENT TimeEnd (#PCDATA)>
<!ELEMENT PreOpDx (#PCDATA)>
<!ELEMENT PostOpDx (#PCDATA)>
<!ELEMENT OpName (#PCDATA)>
<!ELEMENT Surgeon (SPos,SName)>
<!ELEMENT SPos (#PCDATA)>
<!ELEMENT SName (#PCDATA)>
<!ATTLIST SName ID CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT ScrubN (NPos,NName)>
<!ELEMENT NPos (#PCDATA)>
<!ELEMENT NName (#PCDATA)>
<!ATTLIST NName ID CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT Anesthetist (#PCDATA)>
<!ATTLIST AnesthetistID CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT AnesN (AnPos,AnName)>
<!ELEMENT AnPos (#PCDATA)>
<!ELEMENT AnName (#PCDATA)>
<!ATTLIST AnName ID CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT AnesTech (#PCDATA)>
<!ELEMENT Approach (#PCDATA)>
<!ATTLIST Approach ID CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT Position (#PCDATA)>
<!ELEMENT Incision (#PCDATA)>
<!ELEMENT Incsz (#PCDATA)>
<!ELEMENT Finding (Positive,Negative)>
<!ELEMENT Positive (#PCDATA)>
<!ELEMENT Negative (#PCDATA)>
<!ELEMENT FindPic (#PCDATA)>
<!ELEMENT OpDetail (Seq)+>
<!ELEMENT Seq (SeqNo,Action,Technic,Device)>
<!ELEMENT SeqNo (#PCDATA)>
<!ELEMENT Action (#PCDATA)>
<!ELEMENT Technic (#PCDATA)>
<!ELEMENT Device (#PCDATA)>
<!ELEMENT OpPic1 (#PCDATA)>
<!ELEMENT OpPic2 (#PCDATA)>
<!ELEMENT Difficulty (#PCDATA)>
<!ELEMENT EBL (#PCDATA)>
<!ELEMENT OpConcept (#PCDATA)>
<!ATTLIST OpConceptID CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT Specimen (#PCDATA)>
<!ELEMENT Gross (#PCDATA)>
<!ELEMENT HitechUse (HtNo,Name)*>
<!ELEMENT HtNo (#PCDATA)>
<!ELEMENT Name (#PCDATA)>
<!ATTLIST Name ID CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT Note (#PCDATA)>
```


Pre-op Dx:

Post-op Dx:

Surgeon1: Surgeon2: Surg:

Scrub Nurse1: Nurse2:

Anesthetist: AnesM1:

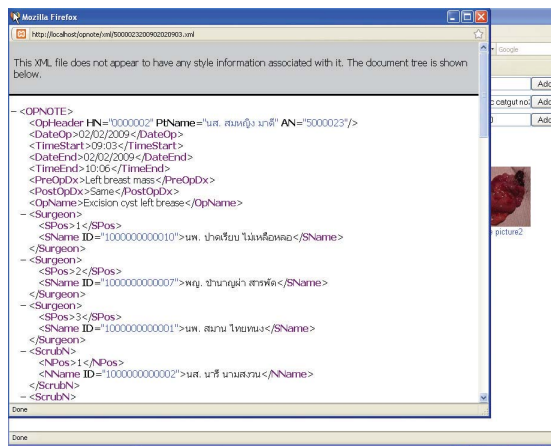
Anes Tech:

Position1: Position2:

ภาพที่ 4: การใช้ AJAX และ DHTML ถ่าย

โอนข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดงผล

บนหน้าจอบันทึกข้อมูลการผ่าตัด



ภาพที่ 5: File XML สำหรับบันทึกการผ่าตัด

5. สรุป

การพัฒนาต้นแบบโปรแกรมเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลการผ่าตัดระหว่างโรงพยาบาลครั้งนี้ ได้ใช้แนวคิดใหม่ในการพัฒนา Web Application โดยได้ใช้เทคนิค DHTML และ AJAX (Asynchronous Javascript And XML) ช่วยในการเขียนโปรแกรม พบว่าทำให้โปรแกรมใช้งานง่ายมากขึ้น ลดเวลาในการเปลี่ยนหน้าจอ ทำให้โปรแกรมทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า สอดคล้องกับแนวคิดผู้ชำนาญ ซึ่งสนับสนุนให้ใช้ AJAX เพิ่มประสิทธิภาพของ Web Application [10] โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมานี้ สามารถนำไปใช้เพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโรงพยาบาลส่วนใหญ่ของประเทศไทยได้ โดยอาจมีการปรับปรุงในส่วน

ฐานข้อมูลที่เชื่อมต่อกับทะเบียนผู้ป่วยของโรงพยาบาลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ, “การสำรวจระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในสถานบริการผู้สัญญาของสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ ปีพ.ศ. 2551,” (เอกสารอัดสำเนา), 2551.
- [2] M. Morrisson, “Getting to know XML,” XML in 24 hour, p.8, 2006.
- [3] K. Araki, K. Ohashi, S. Yamazaki, Y. Hirose, Y. Yamashita, R. Yamamoto, K. Minagawa, N. Sakamoto and H. Yoshihara, “Medical markup language (MML) for XML-based hospital information interchange,” Journal of Medical System, vol. 24, no. 3, pp. 195-211, 2000.
- [4] R .H. Dolin, L. Alshuler, S. Boyer, C. Beebe, F. M. Behlen and P. V. Biron, “HL7 clinical document architecture, release (2004).” [Online]. Available: <http://xml.coverpages.org/ni2004-08-20-a.html>, 2004.
- [5] M. Bloomrosen, “Health Data Concepts,” In M. Abheldak, S. Grostick, M. A. Hanken, and E. Jacobs, Health Information: Management of a Strategic Resource, p.110, 2007.
- [6] E. H. Shortliffe and M. S. Blois, “Biomedical data: Their Acquisition, Storage and Use,” In E. H. Shortliffe, and J. J. Cimino, Biomedical Informatics, pp.76-78, 2006.
- [7] W.E. Hammond, and J.J. Cimino, “Standard in Biomedical Informatics,” In E. H. Shortliffe, and J. J. Cimino, Biomedical Informatics, pp.300-302,2006.
- [8] G. Powell, Beginning XML databases, pp. 131-135,2007.
- [9] L. Y. Chuan, Establishing a Standardized Travelers’ Electronic Health Summary Template for the Asia Pacific Region. [PDF]. Available: <http://www.medinfor.org.tw/TET/TET2007v1.pdf>,2007.
- [10] บัญชา ปะสิละเตสัง, พัฒนาเว็บด้วยเทคนิค Ajax และ PHP p. 170-171, 2551.

การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับจัดเก็บข้อมูลบุคลากร Information System Development for Store Personal Data

ไพฑูรย์ยศาศ¹ เอกพงษ์ เชื้อสุวรรณ² ปรัชญ์ สุขทวี และ วีรพันธุ์ ศรีฤทธิ์

ห้องสืบค้นและวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเชียงราย

E-mail: ¹ yodkhad@hotmail.com, ² comcungb@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับช่วยในการจัดเก็บข้อมูลของบุคลากรในองค์กร โดยนำเทคโนโลยีฐานข้อมูล MySQL, เทคโนโลยีเว็บแอปพลิเคชัน Web 2.0 และเทคนิคการพัฒนาโค้ดแบบ AJAX มาใช้ในการพัฒนาระบบการประเมินผลการทำงานของบุคลากร ผลการทดลองใช้ระบบสารสนเทศสำหรับจัดเก็บข้อมูลของบุคลากรโดยบุคลากรวิทยาลัยเชียงรายเห็นว่าระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ดีกว่าระบบงานเดิมและสามารถนำมาใช้งานได้จริงโดยมีระดับความพึงพอใจถึง 89% และจากการตรวจสอบความถูกต้องของการจัดเก็บข้อมูล โดย ฝ่ายงานทะเบียน ฝ่ายงานบุคคลและฝ่ายงานวิชาการของวิทยาลัยเชียงรายปรากฏว่าระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลได้ถูกต้องตามมาตรฐานการจัดเก็บข้อมูลกลางของ สกอ.

คำสำคัญ: การบริหารข้อมูลบุคลากร ฐานข้อมูล เว็บแอปพลิเคชัน ระบบสารสนเทศ

Abstract

This article presents information system development for employee's data management in organization. This system is developed by MySQL, data base technology Web 2.0, web application technology and AJAX source code technique. The result of system testing implement shows new version system work better than old version system and new version system replacement by have contentment level arrive at 89 %. From checking justice of the arrangement collects data by work register faction personnel department faction and work technical faction of Chiangrai college appear that the system has can to store the data is correct standardized the arrangement collects data middle of Office of the higher education commission.

Keywords: data management, data base, information system, web application

1. บทนำ

ปัจจุบันการนำเทคโนโลยีในการจัดเก็บข้อมูลเข้ามาใช้งานในการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ของบุคลากรในแต่ละองค์กรมีบทบาทมากในการบริหารงาน องค์กร หรือหน่วยงานใดที่มีการบริหารข้อมูลของบุคลากรที่ดี ย่อมสามารถที่จะพัฒนาและบริหารงานบุคลากรในองค์กรได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ หากแต่ในแต่ละองค์กรมักจะประสบปัญหาในเรื่องของการจัดเก็บข้อมูลของบุคลากรโดยเฉพาะองค์กรขนาดใหญ่การจัดเก็บข้อมูลของบุคลากรยังเป็นเรื่องที่กำลังยากมากขึ้น เพราะการจัดเก็บเป็นแฟ้มเอกสารทำให้เอกสารมีปริมาณมากยากต่อการรวบรวม และการค้นหา รวมถึงการพิจารณาข้อมูลบุคลากรเพื่อบริหารจัดการบุคลากรก็ทำได้ยาก

ผู้จัดทำจึงได้มีความคิดพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับจัดเก็บข้อมูลบุคลากรขึ้น จากปัญหาของระบบเก่าที่มีการจัดเก็บข้อมูลด้วยมือ (Manual) โดยที่การบันทึกข้อมูลของบุคลากรยังเป็นรูปแบบของเอกสาร และจัดทำเป็นแฟ้ม ไม่มีฐานข้อมูลประเภทใดเลยที่จัดเก็บข้อมูลในคอมพิวเตอร์ ที่จะช่วยสนับสนุนประสิทธิภาพในการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบงานด้านการบริหารข้อมูลบุคลากร ประวัติบุคลากร, ประวัติเงินเดือน, ประวัติการทำงาน, ประวัติการรับเครื่องราช, ประวัติการฝึกอบรมฯฯ ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ทำให้ใช้เวลามากในการปฏิบัติงาน และอาจก่อให้เกิดความผิดพลาดในการประมวลผลข้อมูล ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการทำงานได้

ระบบสารสนเทศที่ถูกพัฒนาขึ้น จะทำการรวบรวมและจัดเก็บข้อมูล (Data) จากเอกสารต่าง ๆ อย่างเป็นระบบการนำระบบสารสนเทศดังกล่าวมาใช้ สามารถทำให้การจัดเก็บข้อมูลทำได้สะดวกอีกทั้งการเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการยังสามารถทำได้ถูกต้องและ

รวดเร็ว ช่วยทำให้การตรวจสอบการดำเนินงานในการบริหารงานให้ง่ายขึ้น และช่วยให้มีประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้น อีกทั้งระบบที่จะพัฒนาขึ้นมา ยังจะเป็นข้อมูลพื้นฐานของระบบงานจัดการเอกสารภายใน เช่น เอกสารการรับรองมาตรฐาน เอกสารการประเมินเอกสารต่างๆ ฯลฯ เป็นต้น

2. หลักการและแนวคิดในการออกแบบระบบ

2.1 ความปลอดภัยของระบบ ในการจัดเก็บข้อมูลของบุคลากรความปลอดภัยของระบบถือเป็นเรื่องสำคัญมากเรื่องหนึ่ง มาตรการรักษาความปลอดภัยของการใช้ระบบ ในส่วนหนึ่งได้นำเทคโนโลยีของ CAPTCHA (Completely Automated Public Turing Computer and Humans Apart) เข้ามาช่วยในเรื่องของการเข้าสู่ระบบ โดยที่ CAPTCHA สามารถที่จะป้องกันการเข้ามาของผู้ไม่หวังดีหรือบอตส์ (BOTS) เนื่องจากคอมพิวเตอร์ไม่สามารถแก้ปัญหาการทดสอบด้วย CAPTCHA ได้ จะต้องอาศัยมนุษย์ที่เพ่งดูกราฟิกเหล่านี้ และแกะตัวอักษรออกมาเพื่อพิมพ์ยืนยันอีกครั้งหนึ่ง ทำให้ระบบปลอดภัยจากบอตส์เหล่านั้นไปโดยปริยาย



ภาพที่ 1: ตัวอย่างภาพอักษรแบบ CAPTCHA

อีกมาตรการหนึ่งในการป้องกันของระบบคือ การสร้างระบบป้องกันการเข้าถึงไฟล์ระบบโดยตรง โดยการพัฒนาแบบที่อาศัยการทำงานของ Session เข้ามาช่วย ทำให้ผู้ใช้ที่เข้าระบบอย่างถูกต้อง ไม่สามารถที่จะเข้าไปยังไฟล์ข้อมูลของระบบที่ไม่ใช่ส่วนงานของผู้ใช้เองได้ ซึ่งช่วยในเรื่องของการแอบดูหรือแก้ไขข้อมูลของผู้อื่นในระบบได้

2.2 รูปแบบของการจัดเก็บข้อมูล ระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นมาได้ใช้เทคโนโลยีการเก็บข้อมูลของ MySQL Version 5.0 เนื่องด้วย MySQL 5.0 นั้นมีคุณสมบัติในระดับองค์กร (Enterprise) ซึ่งต้องการความน่าเชื่อถือสูงมาก ตามมาตรฐาน SQL 2003 โดยคุณสมบัติที่เพิ่มเติม ได้แก่ Stored Procedures, SQL Functions, Triggers, Views, Cursors, XA Distributed Transactions, ตัวเลือกระบบบีบอัดข้อมูล (federated and archive storage options), SQL Mode, ฯลฯ ซึ่งทำงานได้บนระบบปฏิบัติการที่หลากหลายเช่น Linux, Windows, Solaris, Mac OS X, FreeBSD, HP-UX, IBM AIX 5L, ฯลฯ

MySQL 5.0 นั้นอยู่บนข้อตกลง Open Source (GPL) หรือ Commercial MySQL Licenses ซึ่งทำงานตาม concept high-performance, reliability และ ease-of-use

2.3 การรักษาความลับของข้อมูลที่ส่งผ่านในระบบ ในการส่งผ่านข้อมูลในระบบแต่ละครั้ง จะทำการเข้ารหัสข้อมูล โดยใช้การเข้ารหัสแบบ Base64 ซึ่ง Base64 เป็นวิธีแปลง (encode/decode) ข้อมูล จะใช้สำหรับแปลงข้อมูลที่เป็น binary หรือข้อมูลที่มีตัวอักษรพิเศษ ไปเป็นข้อมูลที่เป็น text 64 ตัว เป็นที่มาของชื่อ base64 คือหนึ่งหลักมีเลขอยู่ 64 ตัว ประกอบไปด้วย 0-9 (10 ตัว) A-Z (26 ตัว) a-z (26 ตัว) รวมเป็น 62 ตัวบวกกับ symbol อีกสองตัว จะสังเกตได้ว่า ถ้าเลือก symbol ที่เหมาะสม ผลลัพธ์ของ base64 จะสามารถนำไปใช้งานต่างๆ ได้ เช่น ส่งไปทาง mail ด้วย SMTP Protocol (ซึ่งจะรับแค่ 7 bits) ใส่งไปใน database โดยใช้ SQL statement ทำเป็น parameter ส่งไปทาง URL แบบ get method เป็นต้น

การแปลงข้อมูล (Encode) ไปเป็น base64 มีหลักอยู่ว่าข้อมูลปลายทางแต่ละหลัก (ตัว) มีความเป็นไปได้ 64

ตัวอักษร 64 คือ 2^6 ดังนั้นต้องการข้อมูลต้นทางเพียง 6 bits สำหรับข้อมูลปลายทางแต่ละตัว (8 bits)

2.4 ระดับสิทธิ์ในการเข้าใช้ และความเป็นส่วนตัวของข้อมูล ในระบบได้ทำการแยกระดับสิทธิ์ของผู้ใช้เพื่อเข้าสู่ระบบงาน ได้อย่างถูกต้องและยังช่วยสนับสนุนมาตรการรักษาความปลอดภัย โดยได้จำแนกผู้ใช้งานออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ทั้งหมด 5 กลุ่ม ได้แก่

2.4.1 ผู้ดูแลระบบ

2.4.2 งานบุคลากร

2.4.2.1 ฝ่ายบุคคล

2.4.2.2 อาจารย์ผู้สอน

2.4.2.3 อาจารย์ฝ่ายสนับสนุนการสอน

2.4.2.4 หัวหน้าสาขา

2.4.2.5 คณบดี

2.4.3 งานทะเบียน

2.4.4 งานวิชาการ

2.4.5 สำนักอธิการบดี

2.4.5.1 ผู้อำนวยการสำนักอธิการ

2.4.5.2 อธิการบดี

2.4.5.3 ฝ่ายการเงิน

2.4.5.4 ฝ่ายสารบรรณ

2.4.5.5 ฝ่ายนิติกร

โดยในแต่ละสิทธิ์ของผู้ใช้แต่ละฝ่าย จะไม่สามารถที่จะเข้าไปยังระบบงานของอีกคนหนึ่งได้ ซึ่งจะถูกป้องกันโดยฟังก์ชันของ Session ที่สร้างไว้

2.5 ความคล่องตัวของตัวโปรแกรม ระบบที่พัฒนาขึ้นทำงานบนรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้การทำงานของระบบสามารถที่จะตอบสนองผู้ใช้ได้ทันที เหมือนกับโปรแกรมจำพวก Standalone ดังนั้นจึงได้มีการนำเทคนิคการพัฒนาแบบในแบบของ AJAX (Asynchronous JavaScript And XML) มา

ใช้ซึ่งคือเทคนิคการพัฒนาเว็บ ที่จะสร้างโปรแกรมบนเว็บ (web application) ที่สามารถตอบสนองกับผู้ใช้ได้อย่างเต็มที่ โดยทำให้หน้าเว็บนั้นตอบสนองได้เฉพาะจุด และเกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับฐานข้อมูล (Server) ในเบื้องหลังเท่านั้น

สำหรับเทคนิค AJAX นั้นจะเป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีดังต่อไปนี้

- XHTML (หรือ HTML), CSS สำหรับตกแต่งและจัดระเบียบข้อมูล ในส่วนการแสดงผล

- DOM และ JavaScript หรือ JScript ซึ่งเป็น client-side scripting language, เอาไว้แสดงผลแบบไดนามิก และจัดการตอบสนองกับการแสดงผล

- XMLHttpRequest เป็น object ที่ใช้สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลกับ web server แบบไม่ต่อเนื่องกัน (Asynchronous) ในบางสถานการณ์ object ประเภท IFrame จะถูกใช้แทนการใช้ XMLHttpRequest

- XML ที่จะใช้เป็นสื่อกลางในการรับข้อมูลมาจาก Server (จริงๆ แล้วจะใช้แบบไหนก็ได้ เช่น HTML, Text, JSON หรือแม้กระทั่ง EBML)

2.6 ความสะดวกในการใช้งานระบบ เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบสามารถใช้งานได้สะดวกมากขึ้น ได้พัฒนาในส่วนของระบบนำทาง (Navigator System) ที่ จะช่วยให้ผู้ใช้งานครั้งแรกเข้าใจในตัวระบบโดยง่าย สำหรับในเรื่องของความถูกต้องของข้อมูลที่ผู้ใช้พิมพ์ข้อมูลเข้าสู่ระบบ ในส่วนนี้ได้มีการนำเทคนิค Ajax มาสร้างฟังก์ชันในการจับข้อมูลและทำการตรวจสอบข้อมูล



ภาพที่ 2: การแบ่งหน้าต่างการทำงานของแต่ละฝ่ายงาน

3. การวิเคราะห์ออกแบบระบบ

ในการออกแบบระบบสารสนเทศสำหรับจัดเก็บข้อมูลบุคลากร ได้ทำการจำแนกข้อมูลออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

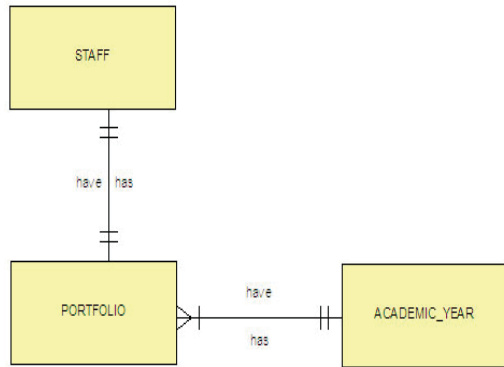
3.1 ข้อมูลเกี่ยวกับบุคลากร เป็นข้อมูลเกี่ยวกับประวัติส่วนตัวของบุคลากร เช่น ชื่อ-สกุล ที่อยู่ติดต่อ วัน เดือน ปีเกิด เป็นต้น

3.2 ข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตร เป็นข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรที่ทำการเปิดสอนในวิทยาลัย ซึ่งจะมี ความสำคัญกับข้อมูลของการทำงาน

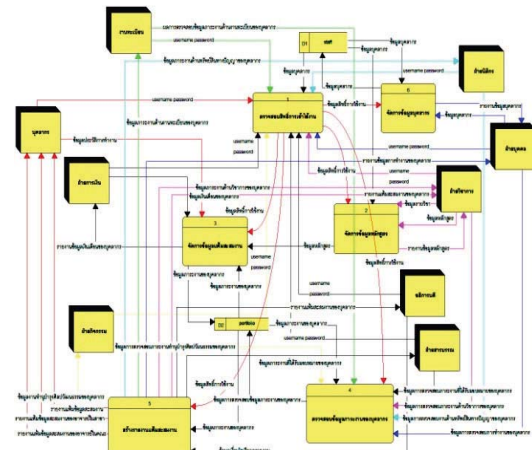
3.3 ข้อมูลแฟ้มสะสมงาน เป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมข้อมูลการทำงาน เช่น ภาระงาน, การลางาน ขาดงาน, ผลงานวิจัยทางวิชาการ เป็นต้น

3.4 ข้อมูลระบบและข้อมูลอ้างอิง เป็นข้อมูลอ้างอิงในระบบ ซึ่งจะอ้างอิงกับข้อมูลตามมาตรฐานกลางของสกอ.

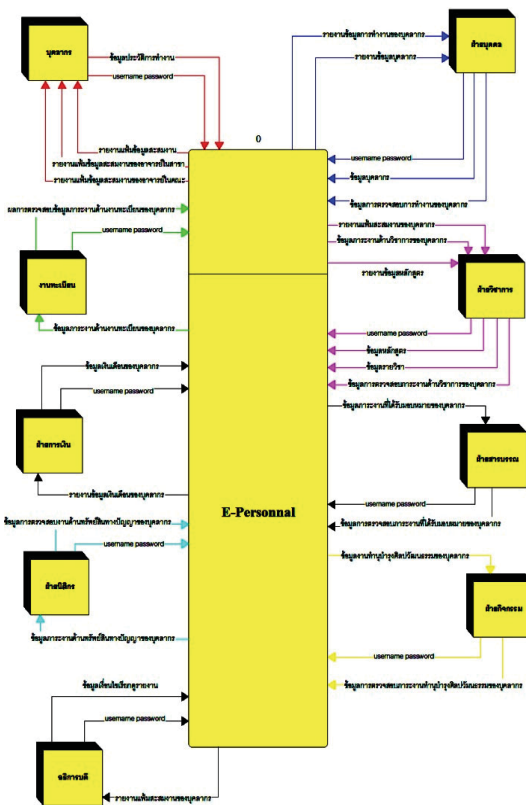
โดยมีรายละเอียดของการออกแบบ แสดงได้ดังภาพที่ 3 ถึงภาพที่ 6



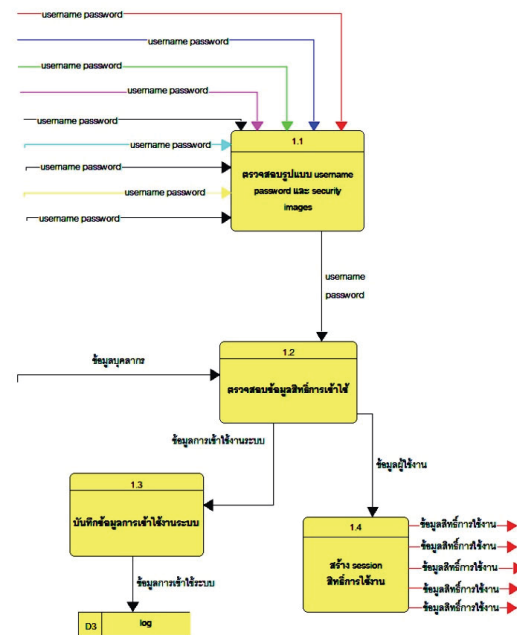
ภาพที่ 3: Entity Relationship Diagram



ภาพที่ 5 : Data Flow Diagram Level 0



ภาพที่ 4: DFD Contract Diagrams



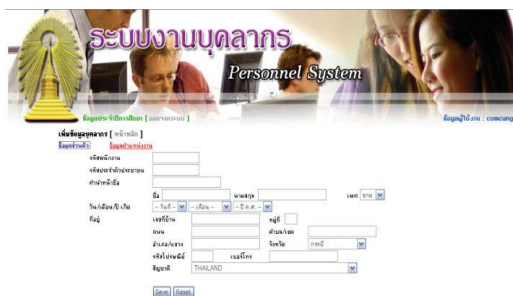
ภาพที่ 6 : DFD Level 1 การตรวจสอบสิทธิ์การใช้งาน

4. ผลลัพธ์ของการพัฒนาระบบ

จากการทดลองใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นมานี้โดยการให้บุคลากรของวิทยาลัยเชียงราย แยกเป็นฝ่ายบริหาร ฝ่ายสนับสนุนการสอนและอาจารย์ผู้สอน รวมทั้งสิ้น 70 คน พบว่าเมื่อทำการสัมภาษณ์ผู้ใช้งานแต่ละฝ่าย โดยทำการสอบถามในประเด็นของ ความสะดวกต่อการใช้

งานของผู้ใช้ ความสมบูรณ์ของข้อมูลที่มีอยู่ในรายงานที่แสดงอยู่บนระบบ การค้นหาได้ข้อมูลตรงกับความต้องการ การปรับปรุง แก้ไข เพิ่ม ลบข้อมูลถูกต้องเหมาะสม การช่วยลดขั้นตอนการทำงานที่เคยปฏิบัติการอยู่เป็นประจำ และสามารถนำมาใช้ทดแทนระบบเดิมที่ใช้งานอยู่ได้จริง โดยทำการแบ่ง ระดับการประเมินความพอใจออกเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด จากผลที่ได้บุคลากรส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในการทำงานของระบบเป็นอย่างดีโดยผู้ที่ประเมินความพึงพอใจในระดับดีถึงระดับดีมากของฝ่ายบริหารมี 90% ฝ่ายสนับสนุนการสอน 87 % อาจารย์ผู้สอน 90 % เมื่อเฉลี่ยทั้งองค์กรแล้วมีผู้ที่ประเมินความพึงพอใจของระบบในระดับดีถึงดีมากมีสูงถึง 89%

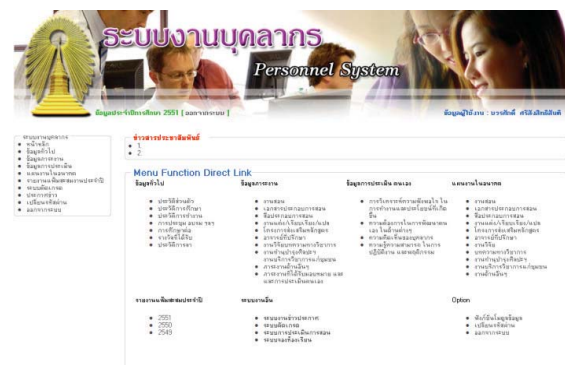
เมื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่จัดเก็บลงในระบบ โดยฝ่ายงานทะเบียน ฝ่ายงานวิชาการ และฝ่ายงานบุคคลของวิทยาลัยเชิงราย ผลปรากฏว่าระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลได้ถูกต้องตรงกับข้อมูลมาตรฐานกลางของ สกอ. เป็นอย่างดี



ภาพที่ 7: หน้าต่างการเพิ่มข้อมูลบุคลากร (ข้อมูลส่วนตัว)



ภาพที่ 8: หน้าต่างการเพิ่มข้อมูลบุคลากร (ข้อมูลตำแหน่งงาน)



ภาพที่ 9: หน้าต่างการทำงานของบุคลากร

5. บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบสารสนเทศเพื่อจัดเก็บข้อมูลบุคลากร โดยการนำเทคโนโลยีของสารสนเทศเข้ามาจัดการข้อมูลการทำงานของบุคลากร ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีปริมาณที่มากและยากลำบากในการจัดเก็บเพื่อการบริหารจัดการบุคลากรอย่างมีประสิทธิภาพระบบนี้จึงถูกพัฒนาขึ้นมา เพื่ออำนวยความสะดวกแก่บุคลากรในการจัดเก็บข้อมูล และแก่ผู้บริหาร ในการบริหารบุคคลในองค์กร ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับตัวบุคลากร อีกทั้งยังออกแบบไว้เพื่อรองรับระบบงานต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กิตติ รักดีวัฒนะกุล และ จำลอง ครุอุตสาหกรรม .2542 . การออกแบบฐานข้อมูล .กรุงเทพฯ : ไทยเจริญการพิมพ์.
- [2] กิตติ รักดีวัฒนะกุล, และ พนิดา พานิชกุล, “วิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software Engineering)”, กรุงเทพฯ, เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์, 2550
- [3] สมศักดิ์ โชคชัยชุตติกุล, “Insight PHP ฉบับสมบูรณ์”, พิมพ์ครั้งที่ 7, กรุงเทพฯ, โปรวิชั่น, 2550
- [4] ประชา พุกภัยประเสริฐ, “สร้างเว็บและเพิ่มลูกเล่นด้วย HTML&XHTML”, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ, ชัคเชส มีเดีย, 2550
- [5] วิชา ศิริธรรมจักร, “Web Programming ด้วย AJAX และ PHP”, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ, เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์, 2549

การพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อแสดงผลข้อมูลอาการไม่พึงประสงค์ภายหลัง ได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค

ทรงกรด เกษกาญจนานูช, จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์, สมคิด แซ่หลี่

สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

k_songkrod@hotmail.com

บทคัดย่อ

วิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อแสดงผลของอาการไม่พึงประสงค์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการจัดการข้อมูลผู้ป่วยที่มีอาการตามที่กล่าว เพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล รวมทั้งเข้าถึงข้อมูลได้จากทุกที่และเป็นปัจจุบัน และเพื่อความรวดเร็วในการรายงานผลของข้อมูลรูปแบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ข้าราชการ ลูกจ้าง และพนักงานราชการ สังกัดกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 20 คน การดำเนินวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยการพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับอาการไม่พึงประสงค์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค ทดสอบระบบด้วยวิธี (Black-Box Testing) จัดฝึกอบรม โดยใช้เกณฑ์การประเมิน 5 ระดับ แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยพบว่า ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับอาการไม่พึงประสงค์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค สามารถทำงานได้ถูกต้องตามขอบเขตและความต้องการของผู้ใช้งาน โดยความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับดีมาก ($X = 4.50$, $S.D. = 0.48$)

คำสำคัญ : ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ภูมิคุ้มกันโรค วัคซีน

Abstract

The objectives of this study are to develop and to combine information technology system of Adverse Events Following Immunization (AEFI) with Geographic Information System (GIS). Advantages of the system development are decreasing duplicate of reports, showing real-time database, accessing to database via internet for rapid and well reports. Public Health can use data to set up strategies to decrease AEFI rates. Population

sampling is obtained by purposive sampling from personnel of Ministry of Public Health (20 persons of health officer, nurse and employee were selected). The research tools are GIS for AEFI and 5 point scale questionnaire on satisfaction level of users toward the system.

The study indicates that GIS for AEFI has an effective ability to response to the users needs. The result shows that the satisfaction toward GIS for AEFI reaches at a level of very good ($\bar{X} = 4.50$, $S.D. = 0.48$)

Keyword: Geographic Information Systems, Adverse Events Following Immunization, Vaccine

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคด้วยวัคซีน เป็นวิธีการสร้างหรือเพิ่มพูนภูมิคุ้มกันโรคให้เกิดขึ้นในร่างกายเพื่อป้องกันไม่ให้อวัยวะเป็นโรคที่ป้องกันได้ด้วยวัคซีนหรือเซรุ่มนั้นๆ ซึ่งเป็นกลวิธีป้องกันโรคที่มีประสิทธิภาพสูง และมีความคุ้มค่ามากที่สุด ประเทศต่างๆ รวมทั้งประเทศไทย ได้ใช้การสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคเป็นเครื่องมือป้องกันและควบคุมโรคติดต่อที่เป็นปัญหาอย่างได้ผลดียิ่ง เช่น วัณโรค บาดทะยัก คอตีบ ไอศเพิบ หัด หัดเยอรมัน และโรคพิษสุนัขบ้า เป็นต้น ส่งผลให้ระยะที่ผ่านมา ประเทศต่างๆ รวมทั้งประเทศไทย ได้ร่วมกันกวาดล้างโรคไข้ทรพิษให้หมดไปจากโลกได้เป็นผลสำเร็จ โดยองค์การอนามัยโลกประกาศการปลอดไข้ทรพิษในปี พ.ศ. 2522 และในปัจจุบันโลกกำลังร่วมมือกันกวาดล้างโรคโปลิโอ (ขณะนี้ไม่มีรายงานผู้ป่วยโรคโปลิโอในประเทศไทย อัตราการป่วยมีแนวโน้มลดลง) ซึ่งคาดว่าจะเป็ผลสำเร็จในระยะอันใกล้ โดยใช้กลวิธีหลักคือการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคด้วยวัคซีน ในอนาคตโรคติดต่ออีกจำนวนมากจะได้รับการป้องกันและควบคุมได้ดีขึ้น เมื่อสามารถพัฒนาและผลิตวัคซีนป้องกันได้สำเร็จ (สำนักโรคติดต่อทั่วไป, 2550)

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้มีความสนใจในวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลของการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค จึงได้

ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูล ในเบื้องต้นพบว่าสำนักระบาดวิทยา สังกัดกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข เป็นหน่วยงานที่รวบรวมข้อมูลของโรคทางระบาดวิทยา พบว่ามีโรคทางระบาดวิทยาทั้งหมด 79 โรค ซึ่งโรครหัสที่ 78 เป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลของการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค โดยมีเมื่อผู้ป่วยได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค ทางสถานพยาบาลจะทำการเขียนบัตรรายงานผู้ป่วย (แบบ รง.506) และส่งข้อมูลไปรวบรวมในระดับจังหวัด ตามภูมิลำเนาของผู้ป่วยที่สาธารณสุขจังหวัด และสาธารณสุขจังหวัด จะทำการกรอกข้อมูลด้วยโปรแกรม EPIDEM ที่มีการพัฒนาในปี พ.ศ. 2538 โดยสำนักระบาดวิทยา พัฒนาจากโปรแกรม FoxPro 2.5 ทำงานบน Windows 95, 98 หรือ Windows Me (กลุ่มงานพัฒนาระบบและมาตรฐานงานระบาดวิทยา, 2546) เท่านั้น ในส่วนของโปรแกรมผู้วิจัยได้พบข้อจำกัด ที่ไม่สามารถยืดหยุ่นได้ดังนี้

1. เมื่อต้องการดูข้อมูลจากโปรแกรม EPIDEM เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลจะต้องทำการติดตั้งโปรแกรม EPIDEM ก่อนจึงจะสามารถดูข้อมูลได้

2. การกรอกข้อมูลไม่สามารถกรอกข้อมูลร่วมกันผ่านระบบเครือข่ายได้

3. ไม่รองรับเครื่องพิมพ์รุ่นใหม่ จะรองรับแบบที่เป็นหัวเข็มเท่านั้น หากต้องการเพิ่มเครื่องพิมพ์ จะต้องทำการเพิ่มในส่วนของตัวโปรแกรม ซึ่งไม่สะดวกต่อผู้ใช้งาน

4. ในการออกรายงานไม่สามารถออกรายงานได้ทันที เนื่องจากต้องรอรวบรวมข้อมูลทั้งหมด และทำการรวมข้อมูลมาที่ส่วนกลางก่อน

5. ไม่สามารถแสดงผลในลักษณะแผนที่หรือแผนที่ภูมิซึ่งเป็นที่ต้องการในการนำเสนอต่อผู้บริหาร และการแสดงผลในลักษณะแผนที่นี้ทำให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบข้อมูลในพื้นที่ต่างๆ

นอกจากนี้ผู้วิจัย ยังได้ทำการค้นคว้าเพิ่มเติมในส่วนข้อมูลทางระบาดวิทยา รหัสโรคที่ 78 ซึ่งเป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลของการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค ในส่วนของตัวแปรในการเก็บข้อมูลจะเก็บข้อมูลที่แสดงถึง รหัสโรคที่ป่วย ชื่อ นามสกุล สัญชาติ เพศ อายุ อาชีพ เป็นต้น ซึ่งตามตัวแปรที่ศึกษาทำให้พบว่า หลังจากที่ได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคแล้ว จะมีการไม่พึงประสงค์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค ซึ่งตัวแปรทางระบาดวิทยาไม่ได้ทำการเก็บข้อมูลดังกล่าวต่อ

โดยการที่จะพัฒนาเครื่องมือเพื่อตอบคำถามในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดทำแบบสอบถามความต้องการการใช้งานระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับการเฝ้าระวังอาการไม่พึงประสงค์ ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการของเจ้าหน้าที่ที่ทำหน้าที่บันทึกข้อมูล รวบรวมข้อมูล และนำเสนอข้อมูล เพื่อนำความต้องการที่ได้ของเจ้าหน้าที่ดังกล่าวไปประกอบการพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับการเฝ้า

ระวังประสงคฺ์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคจากผู้ตอบแบบสอบถามความต้องการการใช้งานระบบจำนวน 20 คน และจะต้องอาศัยความรู้ในด้านระบบสารสนเทศมาพัฒนาร่วมกันกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System : GIS ซึ่งจะทำให้มีฐานข้อมูลกลางร่วมกันเมื่อนำเข้าข้อมูลจากแบบ รง.506 แล้วจะสามารถค้นหาข้อมูลของผู้ป่วยรายนั้นมาทำการเพิ่มข้อมูลในส่วนของ AEFI ได้นอกจากนั้นเมื่อทำการเชื่อมต่อข้อมูลกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) จะทำให้สื่อความหมายของข้อมูลในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับช่วงเวลาได้ ปรับแต่งข้อมูลใช้ในการวิเคราะห์และการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ เมื่อข้อมูลปรากฏบนแผนที่ทำให้สามารถแปลและสื่อความหมายถึงการแพร่ระบาดของโรคในแต่ละพื้นที่อย่างชัดเจน

ดังนั้นผู้วิจัย จึงเล็งเห็นความสำคัญของประเด็นปัญหาที่ได้จากการสรุปจากข้างต้นในการใช้งานระบบเดิมและความต้องการเพิ่มเติมของผู้ใช้งาน จึงทำการพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับอาการไม่พึงประสงค์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคเข้ามาช่วยในการนำเสนอข้อมูลในลักษณะของแผนที่เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการแสดงผลของข้อมูลตั้งแต่ในระดับประเทศ จังหวัด และอำเภอ รวมทั้งสะดวกในการนำเสนอต่อผู้บริหาร ตลอดจนส่งผลให้สนับสนุนการบริหาร และการตัดสินใจในการควบคุมการระบาดของโรค และสำหรับอาการไม่พึงประสงค์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคในประเทศไทยต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับอาการไม่พึงประสงค์ ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค

1.1.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค ต่อการใช้งานระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับอาการไม่พึงประสงค์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค

1.2 สมมติฐานการวิจัย

ผู้มีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับอาการไม่พึงประสงค์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคอยู่ในระดับไม่ต่ำกว่าดี

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับอาการไม่พึงประสงค์ ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค มีองค์ประกอบที่ดำเนินการศึกษา ได้แก่

หน่วยงานที่ศึกษา : สำนักระบาดวิทยา สังกัดกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข โดยใช้ข้อมูลแบบรง.506 ในปี พ.ศ. 2550 โดยสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด 76 จังหวัด มีการรายงานข้อมูลผู้ป่วยลงในโปรแกรม EPIDEM แล้วส่งข้อมูลให้แก่ สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีการนำเอาเทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์มาช่วยในการนำเสนอ การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการติดตามและช่วยเหลือผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง (ปริเยศ, 2550) ซึ่งผู้วิจัยได้ทดลองกับศูนย์การแพทย์ ในเขตบางซื่อ จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยเครื่องวัดความดันโลหิตแบบอิเล็กทรอนิกส์ ควบคุมการทำงานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ และแสดงผล

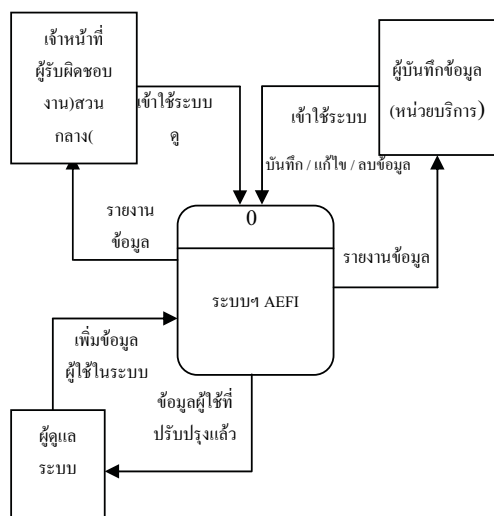
ผ่านทางจอแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องวัดจะทำหน้าที่วัดความดันโลหิตตามเวลาที่กำหนด และส่งข้อมูลไปยังโมเด็มเพื่อทำการเชื่อมต่อไปยังศูนย์การแพทย์ที่ให้บริการผ่านเครือข่ายโทรศัพท์มือถือทางบริการสารสั้น (Short Message Service : SMS) และการเชื่อมต่อโดยตรง (Data Call) โดยข้อมูลที่ส่งไปนั้นจะมีตำแหน่งที่อยู่ของผู้ป่วย และในส่วนโปรแกรมศูนย์การแพทย์ที่ให้บริการ ประกอบด้วยแผนที่ที่สามารถระบุตำแหน่งที่อยู่ของผู้ป่วย และจัดเก็บข้อมูลความดันโลหิตของผู้ป่วย และทำการแจ้งเตือน เมื่อผู้ป่วยอยู่ในภาวะฉุกเฉิน

เมื่อได้ศึกษาถึงเอกสารและงานวิจัยที่กล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นถึงความสำคัญและความจำเป็นในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สารสนเทศเพื่อใช้เป็นสื่อในการแสดงผลข้อมูลต่างๆ ในเชิงของรูปภาพหรือแผนที่ สามารถตอบสนองต่อการทำงานเฉพาะอย่างได้เป็นอย่างดี และตรงกับความต้องการของผู้ใช้ นอกจากนี้ยังทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำ การดำเนินงานมีความรวดเร็ว ประหยัดเวลาในการดำเนินงาน และมีความสะดวกในการใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับหลักการการนำเอาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ประโยชน์ เพื่อให้เกิดการพัฒนาและนำไปใช้กับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับอาการไม่พึงประสงค์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาเบื้องต้น

ในการดำเนินการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีการศึกษาการทำงานระบบเดิมในระบบปัจจุบันจากศูนย์ข้อมูลทางระบาดวิทยา สำนักระบาดวิทยา สังกัดกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ในวิธีการเก็บ



ภาพที่ 2 : Context Diagram ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับอาคารไม่พึงประสงค์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค

3.3 การพัฒนาระบบ

ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมจากที่ได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบไว้ ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรมระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows ติดตั้งโปรแกรม Internet Explorer ในการติดต่อการใช้งาน โดยใช้โปรแกรม NetBeans IDE ทำหน้าที่ให้บริการข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย ติดตั้งโปรแกรม JAVA เป็นโปรแกรมภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ โดยใช้ฐานข้อมูลเป็น Oracle โปรแกรม ArcView เป็นโปรแกรมในส่วนของการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบแผนที่ (GIS) และการเข้าสู่ระบบด้วยการกำหนดชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน สามารถทำงานผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เมื่อพัฒนาโปรแกรมเสร็จแล้ว ได้จัดทำคู่มือการใช้งานสำหรับผู้ใช้งานโปรแกรม (User Manual) และผู้ใช้งานระบบฯ (Admin Manual)

3.4 การทดสอบระบบ

การทดสอบโปรแกรม ได้ทำการทดสอบโปรแกรมที่เขียนขึ้น เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในรูปแบบของ

ภาษา ลำดับขั้นตอนการประมวลผลและการทดสอบด้วยข้อมูลแบบต่างๆ ว่าทำงานถูกต้องหรือไม่ ในการทดสอบโปรแกรมผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

3.4.1 นำโปรแกรมที่พัฒนาเสร็จแล้วพร้อมด้วยคู่มือผู้ใช้ ติดตั้งโปรแกรมแล้วทดสอบข้อมูลที่เป็นจริง และข้อมูลที่ไม่เป็นจริง เพื่อหาข้อผิดพลาดของโปรแกรมแล้วทำการปรับปรุงแก้ไข สามารถใช้งานได้ URL <http://webtrain.nhso.go.th/cplain>

3.4.2 นำโปรแกรมที่พัฒนาเสร็จแล้วพร้อมด้วยคู่มือผู้ใช้ ส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ แล้วทำการปรับปรุงข้อผิดพลาดตามข้อเสนอแนะ

3.4.3 นำโปรแกรมไปทดลองกับผู้เชี่ยวชาญจากการแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 ท่าน และให้ผู้เชี่ยวชาญทำการตอบแบบประเมินในแต่ละด้านเพื่อทำการหาประสิทธิภาพโปรแกรม

3.5 การทดสอบระบบกับกลุ่มตัวอย่างด้วยการฝึกอบรม

ได้ทำการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาเสร็จแล้วหลังจากดำเนินการแก้ไข และปรับปรุงเพิ่มเติมรายละเอียดตามที่ได้รับข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคนิค และผู้เชี่ยวชาญทางด้านสาธารณสุข และเพื่อตรวจสอบความถูกต้องในรูปแบบของการใช้งาน และความสะดวก รวมทั้งการแสดงผลของข้อมูล โดยดำเนินการทดลองใช้งานระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ สำหรับอาคารไม่พึงประสงค์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค กับกลุ่มตัวอย่างครั้งนี้เรียกว่า การทดลองขั้นอัลฟา (Alpha Testing) เป็นการทดลองร่วมกันระหว่างผู้ในระบบและผู้ออกแบบระบบ เพื่อยืนยันความถูกต้องของระบบ มีผลให้เกิดความพึงพอใจต่อการใช้งาน ที่ URL <http://webtrain.nhso.go.th/cplain> โดยจัดประชุมอบรมการใช้งานโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

เพื่อแสดงผลข้อมูลอาการไม่พึงประสงค์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค เสนอต่อสำนักกระบวนวิชา ในวันที่ 19 มีนาคม 2552 ณ ห้องประชุมอาจารย์สุชาติ เจตนเสน ระยะเวลา 3 ชั่วโมง กลุ่มเป้าหมายคือข้าราชการ ลูกจ้าง พนักงานราชการในสำนักกระบวนวิชา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข จำนวน 15 คน และในวันที่ 24 มีนาคม 2552 ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ณ ห้องประชุม สำนักงานสาธารณสุขภาคใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 20 คน และจัดเตรียมเอกสารสำหรับผู้ใช้งาน ตามจำนวนของผู้เข้ารับการฝึกอบรม เพื่อใช้ประกอบการอบรม

3.7 สรุปผลการวิจัย

ทำการสรุปผลการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง นำข้อมูลที่ได้มาทำการหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อตรวจสอบว่าเป็นไปได้ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แล้วทำการอภิปรายผลการวิจัยและจัดทำวิทยานิพนธ์

4. ผลของการวิจัย

4.1 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อแสดงผลข้อมูลอาการไม่พึงประสงค์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อแสดงผลข้อมูลอาการไม่พึงประสงค์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค ที่พัฒนาขึ้น เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบงานแต่ละโรงพยาบาลสามารถบันทึกข้อมูลผู้ป่วยโดยผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งข้อมูลที่ถูกบันทึกจะแสดงผลทันที โดยผู้บันทึกสามารถค้นหาข้อมูลได้ทันที และรายงานสามารถประมวลผลแบบอัตโนมัติสามารถแสดงยอดผู้ป่วยได้ สำนักกระบวนวิชาสามารถตรวจสอบข้อมูลแบบทันทีทั่วทั้งที่ ทราบได้ว่าการ

บันทึกข้อมูลเข้ามาในระบบล่าสุดโดยค้นหาจากรายงานที่แสดงผลข้อมูล

4.2 ผลของการประเมินความพึงพอใจ

จากการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อแสดงผลข้อมูลอาการไม่พึงประสงค์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามที่สร้างขึ้น เพื่อแสดงความพึงพอใจของผู้ใช้งานในแต่ละด้าน จึงสามารถสรุปผลความพึงพอใจดังนี้

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับอาการไม่พึงประสงค์ ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคของผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	รายการประเมินแต่ละด้าน	\bar{X}	S.D.	ระดับ ประสิทธิ ภาพ
1.	การทดสอบโปรแกรมที่เขียนไว้โดยการทดสอบเป็นงานๆ ทีละหน้าจอ (Unit Test)	4.08	0.52	มาก
2.	การทดสอบระบบๆ โดยการรวมแต่ละองค์ประกอบเข้าด้วยกัน (Integration Test)	4.05	0.59	มาก
3.	การทดสอบการทำงานได้ง่าย และสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้ (Usability Test)	4.10	0.66	มาก
4.	การทดสอบเพื่อวัดความพึงพอใจการทำงานของระบบๆ (Performance Test)	4.10	0.58	มาก
5.	ทดสอบการทำงานแต่ละส่วนของระบบ (Functionality Test)	4.15	0.68	มาก
รวมทุกด้าน		4.09	0.61	มาก

จากตารางที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจในแต่ละด้านอยู่ในระดับดีเท่ากัน โดยด้านที่มีความพึงพอใจจากค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ทดสอบการทำงานแต่ละส่วนของระบบ (Functionality Test)

5. บทสรุป

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาและศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับอาคารไม่พึงประสงค์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ 2 ประการ คือ ประการแรก เพื่อเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับอาคารไม่พึงประสงค์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค ประการที่สอง เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับอาคารไม่พึงประสงค์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ในการวิจัยครั้งนี้โดยคัดเลือกจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน และข้าราชการ ลูกจ้าง พนักงานราชการในสังกัดกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข จำนวน 20 คน ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากผู้ที่มีความรู้ทางด้านสาธารณสุขที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย และมีความสามารถใช้งานคอมพิวเตอร์เบื้องต้นได้ เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับอาคารไม่พึงประสงค์ภายหลังได้รับการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นผ่านการทดสอบฟังก์ชันการใช้งานของโปรแกรม และในส่วนของแบบสอบถามที่จัดทำขึ้น และทดลองการใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างประชากรแล้วจึงนำแบบสอบถามไปเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างประชากรที่สนใจศึกษาวิเคราะห์ทางสถิติ สำหรับวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและตัวสถิติที่ใช้ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้และสามารถหาข้อสรุปเกี่ยวกับสมมติฐานดังกล่าว

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มงานพัฒนาระบบและมาตรฐานงานระบาดวิทยา สำนัก
ระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. การ
เฝ้าระวังและสอบสวนอาการภายหลังได้รับการสร้าง
เสริมภูมิคุ้มกันโรค. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การ
รับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.), 2546.
- ปริเยศ ทรัพย์สินพันธ์. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทาง
ภูมิศาสตร์ในการติดตามและ ช่วยเหลือผู้ป่วยโรคความ
ดันโลหิตสูง. สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.
- สำนักโรคติดต่อทั่วไป กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.
ตำราวัคซีนและการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค พ.ศ. 2550.
กรุงเทพ มหานคร : โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหาร
ผ่านศึก, 2550.

การจัดการงานพิมพ์ด้วยระบบผู้เชี่ยวชาญ Printing Management with Expert System

ณรงค์เดช หัตถก้อง¹ วีรพันธุ์ ศิริฤทธิ์² ปรัชญ์ สุขทวี³ และ บวรศักดิ์ ศรีสังสิทธิ์สันติภ⁴

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเชียงราย

E-mail: crc_ao@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สำหรับการตรวจสอบและแก้ไขปัญหาในองค์กรที่ใช้งานเครื่องพิมพ์ และตลอดจนการควบคุมการทำงานการให้บริการด้านเครื่องพิมพ์ให้ง่ายต่อการจัดการแก่ผู้ดูแลระบบที่ใช้ในการบริหารทรัพยากรในองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการงานเครื่องพิมพ์ด้วยระบบผู้เชี่ยวชาญ จะมีการออกแบบระบบด้วยสถาปัตยกรรมแบบดาว และใช้ระบบปฏิบัติการ Windows Server 2003 R2 ในการควบคุมการทำงานและการให้บริการด้านงานพิมพ์ และใช้โปรแกรม Weka ในการวิเคราะห์ค่าความผิดพลาดของการใช้งานพิมพ์ของผู้ใช้แต่ละคน เพื่อเป็นประโยชน์ประกอบการตัดสินใจการควบคุมการให้บริการงานพิมพ์ จากการศึกษาการให้บริการการใช้งานพิมพ์ในองค์กรโดยผู้ดูแลระบบจะทำการรวบรวมข้อมูลการใช้งานเครื่องพิมพ์หลังจากนั้นจึงนำมาทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Weka ในการวิเคราะห์และพิจารณาจำนวนความผิดพลาดในการใช้งานและจากผลการศึกษาที่ได้ทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบการใช้งานที่ผิดพลาดของผู้ใช้แต่ละคนได้เพื่อเป็นประโยชน์ในการบริหารและจัดการทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้

คำสำคัญ : การจัดการ ระบบผู้เชี่ยวชาญ ควบคุม

Abstract

The objectives of this research is to study the systems which used for checking and solving problem in using printer in organization. It include printing service control system which is used as a simple way for system administrator in order to use resource in organization efficiently. The printer operating by expert system is designed by star topology. This operating system is Windows Server 2003 R2. And Weka program is used to analyse error printing of each user for the sake of decision support of system administrator. This initial study was found that the system administrator will collect printer data and analyse by using Weka program in organization.

The result of this study shows that the system administrator can inspect errors of each user in order to use resources in organization efficiently.

Keywords: Management, Expert system, Control

1. บทนำ

ในโลกแห่งความเป็นจริง มีความรู้มากมายที่มีลักษณะไม่ชัดเจนหรือมีลักษณะเป็นนัย ไม่แม่นยำ ซึ่งปกติแล้วมนุษย์เราจะคิดและให้เหตุผลกับปัญหาต่างๆ ด้วยข้อมูลที่รับเข้ามาแบบไม่ชัดเจนนี้ได้ เนื่องจากการตัดสินใจของมนุษย์ขึ้นอยู่กับพื้นฐานของข้อมูลที่มีลักษณะกำกวม ไม่สามารถระบุได้อย่างเด่นชัดแน่นอน นอกจากนั้นมนุษย์ยังมีการใช้ประสบการณ์ของตนในการเปรียบเทียบข้อมูลที่มีลักษณะใกล้เคียงกันไว้ด้วยกันได้อีกด้วย ปัจจุบันนี้สารสนเทศเพียงอย่างเดียวไม่สามารถตอบสนองความต้องการในเรื่องราวต่างๆ ขององค์กรได้เนื่องจากจำนวนสารสนเทศมีเป็นจำนวนมากจึงจำเป็นต้องอย่างยังต้องเปลี่ยนรูปแบบสารสนเทศให้มาอยู่ในรูปแบบของความรู้แทนในเมื่อความรู้และสารสนเทศมีความแตกต่างกัน ดังนั้น การจัดการความรู้ (Knowledge management หรือ KM) จึงแตกต่างจากการจัดการสารสนเทศ (Information Management) และมีความซับซ้อนกว่ามาก แต่อย่างไรก็ตามการจัดการด้านความรู้ทางสารสนเทศก็ยัง

จำเป็นที่ต้องนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยในการดำเนินการและเป็นเครื่องมือสำคัญในการจัดการความรู้ก็คือ ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System: ES) ซึ่งกำลังได้รับความนิยมนำมาใช้งานในเชิงธุรกิจเป็นจำนวนมาก เนื่องจากระบบผู้เชี่ยวชาญถูกพัฒนาให้มีขีดความสามารถใกล้เคียงกับสติปัญญาของมนุษย์ จึงช่วยเพิ่มศักยภาพของระบบสนับสนุนการตัดสินใจให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นรวมทั้งช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นจาก

ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ ด้วยในระบบผู้เชี่ยวชาญที่มีการใช้ลอจิกแค่สองสถานะตามปกตินั้น อาจจะเป็นการยากที่เราจะใช้เพื่อตอบคำถามบางอย่างได้ เนื่องจากลักษณะของคำถามบางอย่างนั้นเราไม่อาจจะให้คำตอบที่แน่นอนได้ อย่างไรก็ตาม มนุษย์ก็มีความพอใจกับคำตอบที่รับแม้ว่าคำตอบนั้นอาจจะไม่ถูกต้องทั้งหมดก็ตามและจากปัจจุบันพบว่ามีมีการนำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์และระบบสารสนเทศมาประยุกต์ให้เข้ากับระบบคอมพิวเตอร์ทำให้มีขีดความสามารถและมีประสิทธิภาพมากขึ้น หลักการของโครงการนี้ เป็นการประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) เข้ามาทำการวิเคราะห์ข้อมูลและจัดการปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระบบงานพิมพ์ในเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) ซึ่งในการปฏิบัติงานจริงนั้นบางปัญหาด้านการพิมพ์เกิดจากหลายสาเหตุ เช่น การใช้งานของผู้ใช้หรือเกิดจากอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ของเครื่องพิมพ์ และในบางครั้งอาจเกิดจากปัญหาทางกายภาพ เช่น หมึกเครื่องพิมพ์หมด เป็นต้น ดังนั้นเพื่อเป็นการทำให้การทำงานภายใต้ระบบนี้มีหลักการและความน่าเชื่อถือมากขึ้น เนื่องจากในบางครั้งปัญหาที่เกิดขึ้นในการใช้งานเครื่องพิมพ์ในแต่ละวันของแต่ละองค์กรปัญหานั้นไม่ได้ถูกนำมาทำการวิเคราะห์และหาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริงจึงทำให้ปัญหาของการใช้งานเครื่องพิมพ์ไม่ได้รับการแก้ไขซึ่งบางครั้งปัญหาที่เกิดขึ้นอาจเป็นปัญหาเล็กน้อยแต่ถ้าหากมีการนำมาวิเคราะห์โดยใช้หลักการแล้วก็จะทำให้การใช้งานเครื่องพิมพ์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและนอกจากนั้นยังมีการจัดเก็บ

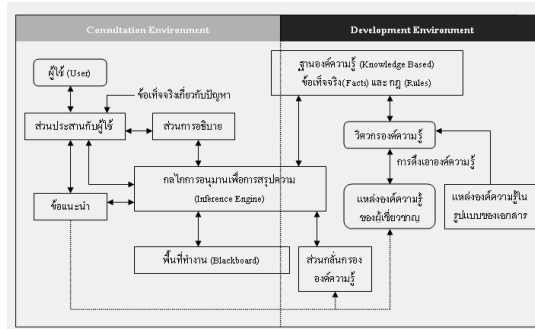
ข้อมูลของปัญหา เพื่อส่งให้กับผู้ดูแลระบบเพื่อทำการประเมินโดยใช้โปรแกรมเพื่อทำการวิเคราะห์หาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการให้บริการงานเครื่องพิมพ์ จากนั้นก็เป็นหน้าที่ผู้ดูแลระบบที่จะใช้วิธีการแก้ปัญหาในขั้นตอนต่อไปเพื่อให้ลดปริมาณจำนวนข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาถึงระบบผู้เชี่ยวชาญนี้ จำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงลักษณะเฉพาะของระบบผู้เชี่ยวชาญก่อน เพื่อที่จะได้เข้าใจถึงจุดเด่น และข้อจำกัด ของระบบผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งข้อแตกต่างระหว่างระบบผู้เชี่ยวชาญกับระบบข้อมูลทั่วไป ในส่วนแรกของบทความนี้จะกล่าวถึง ลักษณะเฉพาะของระบบผู้เชี่ยวชาญและข้อจำกัดต่างๆ ขั้นตอนการพัฒนาผู้เชี่ยวชาญ สำหรับงานในแต่ละแบบนั้นแตกต่างกันไป ซึ่งรวมทั้งองค์ประกอบของระบบผู้เชี่ยวชาญด้วย แต่โดยทั่วไปก็จะมีส่วนที่เหมือนกันสำหรับทุกระบบ นั่นคือส่วนที่เป็นพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญนั่นเอง วิศวกรผู้ซึ่งจะเป็นผู้พัฒนาระบบนอกจากจะต้องมีความรู้ในสาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์แล้ว ยังต้องเข้าใจถึงบทบาทและหน้าที่ของตนเอง รวมทั้งมีคุณสมบัติพิเศษอื่นๆ อีก ซึ่งหน้าที่หลักของวิศวกรที่ดูแลระบบผู้เชี่ยวชาญ ก็คือการรวบรวมความรู้เพื่อจัดสร้างฐานความรู้ ซึ่งเป็นหัวใจของระบบผู้เชี่ยวชาญนั่นเองในโลกความจริงระบบผู้เชี่ยวชาญก็เหมือนเครื่องจักรทั่วไปที่สามารถทำงานได้ตลอดเวลา แต่สำหรับผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์นั้น เมื่อถึงเวลาหนึ่งผู้เชี่ยวชาญก็ต้องเกษียณออกจากงานหรือไม่ก็เสียชีวิต ทำให้ประสิทธิภาพที่อยู่ในผู้เชี่ยวชาญสูญหายไปด้วย ถ้าองค์กรนั้นไม่มีการเตรียมการถ่ายถอดประสบการณ์ให้พนักงานรุ่นต่อไป ก็จะส่งผลให้ระบบเกิดการหยุดชะงักหรือเกิดปัญหา

ระยะหนึ่ง ไม่เพียงเท่านั้นระบบผู้เชี่ยวชาญยังสามารถตัดสินใจได้ถูกต้องกว่าผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ เนื่องจากการตัดสินใจของมนุษย์จะมีผลกระทบจากปัจจัยหลายอย่างและในกรณีเร่งด่วน หรืออยู่ในสถานการณ์ที่กดดัน หรือมีการจำกัดด้วยเวลาสำหรับการแก้ปัญหา ก็อาจจะทำให้ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ตัดสินใจผิดพลาดได้

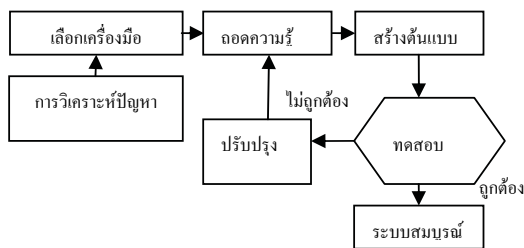
2.1 โครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ



ภาพที่ 1: แบบจำลองการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ
ฟังก์ชันที่เป็นองค์ประกอบของระบบ
ผู้เชี่ยวชาญมี 7 ส่วน ได้แก่

1. ส่วนการดึงองค์ความรู้ (Knowledge Acquisition Subsystem)
2. ส่วนฐานความรู้ (Knowledge Based)
3. ส่วนพื้นที่ทำงาน (Blackboard)
4. ส่วนการอธิบายความ (Explanation Facility)
5. ส่วนกลไกอนุมานหรือกลไกสรุปความ (Inference Engine)
6. ส่วนประสานกับผู้ใช้ (User Interface)
7. ส่วนกลั่นกรององค์ความรู้ (Knowledge Refinement)

2.2 การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ



ภาพที่ 2: ภาพแสดงขั้นตอนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ปัญหา เลือกเครื่องมือ จากนั้นจะเป็นขั้นตอนการถอดความรู้ การสร้างระบบต้นแบบ และทำการทดสอบ ถ้าหากว่าระบบต้นแบบที่ได้ยังไม่ถูกต้อง ต้นแบบนี้จะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขระบบใหม่ โดยเริ่มต้นจากการถอดความรู้ ปรับปรุงระบบต้นแบบ และทดสอบใหม่จนกระทั่งได้ต้นแบบที่ต้องการ

2.3 คลาสที่ใช้ในโปรแกรม Weka

weka.classifiers.rules

Weka เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเรียนรู้ของเครื่องในส่วนของการวิจัยนี้ได้ออกแบบให้ใช้ความรู้ในการวิเคราะห์โดยใช้ Weka และโปรแกรม Weka ถือได้ว่าเป็นโปรแกรมภาษา Java แบบหนึ่งที่ใช้ในการทำนายความเป็นไปได้ของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบว่า ในกรณีที่ได้ทำการ Classifier หรือได้ทำการกรองข้อมูลออกมาแล้วจะทำให้ทราบว่าจะอยู่ในกลุ่มที่เลือกหรือไม่เลือกใช้คลาส JRip ในการกำหนดกรณีที่เลือกกลุ่มตัวอย่าง JRip เป็นคลาสที่ใช้ในการจำแนกกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความสนใจโดยใช้กฎการเรียนรู้ในการสร้างเงื่อนไขในการวัดประสิทธิภาพความเป็นไปได้ของกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว เป็นฟังก์ชันที่มีรูปแบบการทำงานแบบวนซ้ำโดยมีขั้นตอนทั้งหมดอยู่ 3 ขั้นตอน คือ

1) จะทำการเรียกตัวสร้างเงื่อนไขในขั้นตอนโดยมีรูปแบบโครงสร้างในการค้นหาที่แน่นอนและจะเพิ่มอัตราความเป็นไปได้ในรูปแบบเมตริกซ์ขึ้นไปอีก

2) ตัวสร้างเงื่อนไขจะกำหนดจุดที่เป็นไปได้และทำการส่งกฎเพื่อทำการวิเคราะห์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพขึ้นอีก ส่วนในขั้นสุดท้าย JRip จะทำการพิจารณากฎและทำการลบกฎก่อนหน้านั้นเพื่อเพิ่มค่า DL (บอกขอบเขตของกฎ) เข้าไปอีกในกฎดังกล่าว

3) จะได้ผลของค่าที่กรองได้จากคลาสโดยแสดงออกมาเป็น Out Put คลาสของ JRip จะถูกใช้งานบ่อยๆ ในการคิดและทำนายความเป็นไปได้ในการแบ่งแยกหมวดหมู่ของกลุ่มข้อมูลที่มีลักษณะใกล้เคียงกันมากๆ

2.4 อัลกอริทึมการทำงานของคลาส JRip

เริ่มจากการกำหนดค่าเริ่มต้นให้ค่า RS (ค่าเริ่มต้น) มีค่าเป็นค่าว่าง {} และทำการตรวจสอบค่าของคลาสที่พบมาก จากนั้นจึงเริ่มการทำงานตามขั้นตอนดังนี้ คือ

1) สร้างลำดับชั้น: โดยให้ทำการวนรอบการทำงานของข้อที่ 1.1 และ 1.2 จนกระทั่งสามารถอธิบายกฎได้มากที่สุด ตัวอย่างเช่น ใช้ค่าของ DL ที่น้อยที่สุดเป็น 64 บิต ดังนั้นค่าความเป็นไปได้ หรือ อัตราค่าผิดพลาด คือ มากกว่าเท่ากับ 50%

1.1) ขั้นตอนการเพิ่มค่าที่เป็นไปได้: ในขั้นตอนนี้ให้ทำการสร้างกฎขึ้นมาจนกว่าจะเป็นค่าที่สามารถยอมรับได้ (ในที่นี้เราใช้ค่ามาตรฐานที่ 100%) โดยให้ใช้เงื่อนไข ดังนี้ คือ $p(\log(p/t) - \log(P/T))$ (ค่าที่ได้จากอัลกอริทึม).

1.2) ขั้นตอนการตัดออก: ในโอกาสที่จะเจอค่าที่เป็นไปได้นี้จะมีมากขึ้นตามลำดับการป้อน กฎ ดังนั้นการตัดออก ก็จะพบมากขึ้นเช่นกัน โดยใช้เงื่อนไขดังนี้ คือ ให้ $p/(p+n)$ (ค่าปกติ $(p+1)/(p+n+2)$, ถ้าเป็นจริงแล้วให้ค่าดังนี้ $p+n$ is 0, it's 0.5).

2) ขั้นตอนการปรับค่าให้เหมาะสม: หลังจากที่ได้ทำการสร้างกฎ $\{R_i\}$ ในขั้นตอนตามลำดับที่ 1.1 และ 1.2

มาแล้วก็จะผ่านขั้นตอนการตัดออกโดยอัตโนมัติและในขั้นตอนต่อไปก็จะทำการปรับค่าให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น โดยใช้เงื่อนไข $(TP+TN)/(P+N)$ หลังจากทำตามเงื่อนไขไปแล้วก็จะพบว่าค่าของ DL (บอกลบของเขตของกฎ) ที่เป็นไปได้มีค่าน้อยลง จากนั้นจึงทำการวนรอบตามขั้นตอนที่ 1.1 และ 1.2 อีกรอบ

3) ในขั้นตอนสุดท้ายทำการลบกฎที่ใช้เพิ่มค่า DL (บอกลบของเขตของกฎ) ออกไปแล้วทำการเพิ่มกฎใหม่ที่เป็นไปได้เข้าไปตามลำดับ

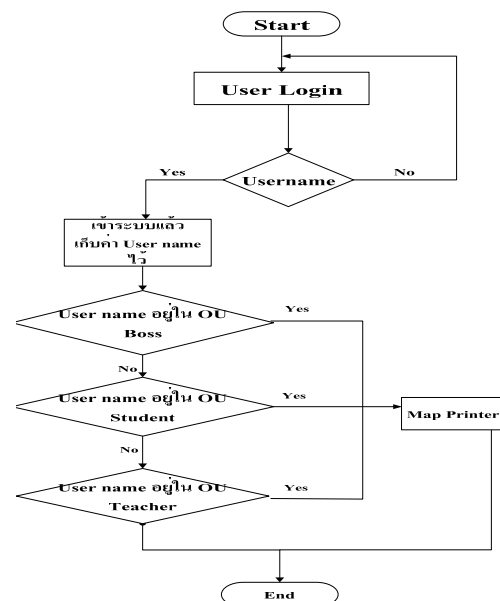
3. ผลการดำเนินงาน

การดำเนินการวิจัย ทางผู้ดำเนินการวิจัยได้เริ่มต้นการวิจัยด้วยการเก็บข้อมูลความผิดพลาดของงานพิมพ์ในองค์กรตัวอย่าง โดยรวบรวมปัญหาและสาเหตุของปัญหาการใช้งานเครื่องพิมพ์ที่เกิดขึ้น โดยจากการศึกษาพบว่าในบางครั้งในบางช่วงเวลาจะมีผู้ใช้งานเครื่องพิมพ์ผิดพลาดมากที่สุด และอีกทั้งจำนวนความถี่ของการใช้งานที่ผิดพลาดก็มากด้วย ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงมีความต้องการใช้กลุ่มข้อมูลตัวอย่างที่เกิดในแต่ละช่วงเวลานำมาทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Weka เพื่อทำนายความผิดพลาดที่เกิดจากปัญหาในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน โดยมีการดำเนินการวิจัยดังนี้ คือ

3.1 หลักการทำงานของเครื่องพิมพ์ในระบบ

ในการทำงานของเครื่องพิมพ์ในระบบโดเมน CRC.Net นั้นจะใช้เครื่องพิมพ์เพียงตัวเดียวแล้วทำการสร้างเครื่องพิมพ์เสมือนขึ้นมาอีกจำนวนสามตัว โดยจะแบ่งระดับความสำคัญของเครื่องพิมพ์ออกตามลำดับ ดังนี้คือ ลำดับที่หนึ่งเป็นเครื่องพิมพ์ของผู้บริหาร ลำดับที่สองเป็นเครื่องพิมพ์ของอาจารย์ ลำดับที่สามเป็นเครื่องพิมพ์ของนักศึกษา โดยในแต่ละเครื่องพิมพ์จะถูกกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงโดยผู้ใช้ตามความเป็นจริงและผู้

ที่สามารถจัดการเครื่องพิมพ์ได้ทั้งหมดมีเพียงผู้ดูแลระบบของโดเมน CRC.Net แต่เพียงผู้เดียวเท่านั้น โดยการใช้เครื่องพิมพ์ในแต่ละวันจะมีตารางการให้บริการอยู่ว่าเครื่องพิมพ์แต่ละตัวสามารถใช้ได้ในเวลาใดบ้าง ถ้าผู้ใช้มีสิทธิ์อยู่ใน OU (กลุ่มย่อย) จริงระบบจะทำการเชื่อมต่อเครื่องพิมพ์ให้โดยอัตโนมัติโดยข้อดีของการจัดการในระบบนี้คือ จะทำให้ง่ายและสะดวกต่อผู้ใช้ อีกทั้งยังสามารถจัดการดูแลอุปกรณ์ภายในระบบได้เป็นอย่างดีอีกด้วย โดยในการทำงานของระบบจริงสามารถอธิบายได้จาก Flow Chart ดังนี้



ภาพที่ 3: Flow Chart แสดงการให้บริการของระบบ

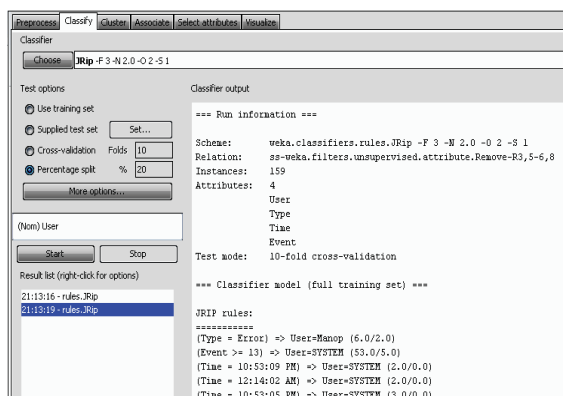
3.2 การใช้โปรแกรม Weka ในการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความผิดพลาด

ในการทดสอบระบบงานพิมพ์ของโดเมน CRC.Net นั้นปรากฏว่ามีค่าผิดพลาดเกิดขึ้นในระหว่างงานพิมพ์ของผู้ใช้แต่ละคน ดังนั้นเมื่อมีค่าผิดพลาดเกิดขึ้นทางผู้ดูแลระบบโดเมนของ CRC.Net จึงสังเกตเห็นปัญหาของ

ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น และน่าจะมีทางออกในการคาดคะเนความน่าจะเป็นในการตัดสินใจของค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ จึงได้มีแนวคิดนำค่าความผิดพลาดที่ได้มาทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมเพื่อให้มี Output ออกมาในค่าของการพิมพ์ที่ Success หรือ Fail แล้วนำค่าที่ได้ไปทำการตัดสินใจในการให้สิทธิ์การใช้เครื่องพิมพ์ ว่าควรมีการแก้ไขค่า Error ที่ออกมาอย่างไรเพื่อเป็นการช่วยตัดสินใจที่มีประโยชน์ในการทำงานของผู้ดูแลระบบ โดยการใช้ข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้จากข้อมูลที่เก็บไว้บนเครื่องให้บริการ ดังตัวอย่างแสดงตามตารางที่ 1 จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Weka คลาส JRip ดังแสดงตามภาพที่ 4

ตารางที่ 1: ตัวอย่างข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้ในแต่ละวัน

User	Type	Date	Time
Administrator	Information	4/3/2008	8:55:00
SYSTEM	Information	4/3/2008	8:00:00
non	Error	4/3/2008	9:10:00
SYSTEM	Information	4/3/2008	10:00:00
non	Error	4/3/2008	8:00:00
non	Error	4/3/2008	8:00:00



ภาพที่ 4: การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้คลาส JRip

ผลการรันโปรแกรม

JRIP rules:

```

=====
(Time = 13:00:00) and (User = N/A) => Type=Error
(3.0/0.0) (User = non) and (Time = 8:00:00) =>
Type=Error (3.0/0.0) (Date = 4/3/2008) and (User =
N/A) => Type=Error (6.0/2.0)
=> Type=Information (88.0/2.0)

```

Number of Rules : 4

Time taken to build model: 0 seconds

==== Stratified cross-validation ====

==== Summary ====

Correctly Classified Instances	88	88 %
Incorrectly Classified Instances	12	12 %
Kappa statistic	0.4318	
Mean absolute error	0.1323	
Root mean squared error	0.3012	
Relative absolute error	60.7573 %	
Root relative squared error	92.505 %	
Total Number of Instances	100	

โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลจาก Server โดยการนับจำนวนกลุ่มข้อมูลตัวอย่าง 100 ชุด ข้อมูล ตั้งแต่วันที่ 4/03/2008 ถึงวันที่ 8/03/2008 และเก็บข้อมูลรายละเอียดการใช้งานดังนี้ คือ User, Type, Date, Time และมีผู้ใช้งานคือ non, administrator, N/A และประกอบด้วย Type ทั้งหมดสองชนิด คือ Information กับ Error จากผลการรายงานข้อมูลการใช้เครื่องพิมพ์พบว่า ผู้ใช้ชื่อ N/A เกิด Error 3 ครั้ง ในวันที่

4/3/2008 เวลา 13:00:00 และผู้ใช้ non มีการใช้งานเครื่องพิมพ์เกิด Error 3 ครั้งจากและจากข้อมูลที่พบสามารถสรุปได้ว่าการใช้งานพิมพ์ทั้งหมด 100 ครั้งจากกลุ่มตัวอย่างพบที่มีการใช้งานการพิมพ์ถูกต้องที่เป็นค่า Success คิดเป็น 88 % และการใช้งานที่ผิดพลาดคิดเป็นทั้งหมด 12 % และยังพบว่าค่า Mean absolute error ของข้อมูลการพิมพ์มีค่าเท่ากับ 0.1323 ซึ่งก็เป็นข้อมูลที่ได้นำไปพยากรณ์และใช้ในการสรุปผลการใช้เครื่องพิมพ์ของแต่ละบุคคลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพิมพ์นอกจากนี้จากผลการรายงานสามารถทำนายได้ว่าเวลาในช่วงเวลา 13:00:00 น. ผู้ใช้ชื่อ N/A จะมีการใช้เครื่องพิมพ์ Error มากที่สุดและช่วงเวลา 8.00 น. ผู้ใช้ non จะมีการใช้งานที่เกิด Error มากที่สุดจากนั้นจะนำข้อมูลการใช้งานที่ Error นี้บันทึกเก็บไว้เพื่อใช้ในการค้นหาสาเหตุต่อไปในการแก้ไขและพัฒนาให้ดีขึ้นจากผลรายงานและข้อสรุปที่ได้

4. บทสรุป

ผู้ดำเนินการวิจัยสามารถ ดำเนินการวิจัยในการนำข้อมูลการใช้งานเครื่องพิมพ์จากกลุ่มตัวอย่างในช่วงระยะเวลาที่กำหนดมาทำการวิเคราะห์หาค่าความผิดพลาดโดยใช้โปรแกรม Weka และจากผลรายงานที่ได้จะนำไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจและการประเมินการใช้งานเพื่อเป็นการลดปริมาณการใช้งานเครื่องพิมพ์ที่ผิดพลาดอันเนื่องมาจากการใช้งานของบุคลากรในองค์กรในการหาค่าของการพิมพ์ผิดพลาดของผู้ใช้เพื่อไว้สำหรับแจ้งเตือนผู้ใช้ที่ทำการใช้งานผิดพลาดบ่อยครั้งโดยผู้ดูแลระบบจะเป็นผู้กำหนดจำนวนครั้งในการแจ้งเตือนโดยการกำหนดการแจ้งเตือนหรือการบล็อกในกรณีที่ผู้ใช้ทำการพิมพ์ผิดพลาดบ่อยครั้งมากเกินไปเพื่อเป็นการควบคุมการ

ใช้ทรัพยากรทั้งเครื่องพิมพ์และวัสดุอื่นๆในงานพิมพ์ในองค์กรให้เกิดประโยชน์สูงสุดและง่ายต่อการจัดการระบบแก่ผู้ดูแลระบบอีกด้วย

ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานในการวิเคราะห์จำนวนครั้งในการทำงานการพิมพ์ของผู้ใช้แต่ละคนและการบล็อกในกรณีที่ทำผิดบ่อยครั้งยังต้องอาศัยดุลพินิจของผู้ดูแลระบบเป็นผู้ตัดสินใจและระบบยังไม่สามารถกำหนดโควตาการใช้งานพิมพ์ให้กับผู้ใช้ในแต่ละรายได้

ข้อเสนอแนะ และแนวทางในการพัฒนางานวิจัยระบบการวิเคราะห์หรือขั้นตอนในการเลือกคลาสควรมีขั้นตอนที่น้อยลงเนื่องจากในบางครั้งผู้ดูแลระบบไม่จำเป็นต้องใช้เวลาในการรวบรวมข้อมูลการใช้งานและในการตรวจสอบค่าผิดพลาดในการใช้งานจากโปรแกรมในขั้นตอนของการหาผลลัพธ์ควรมีการพัฒนาโปรแกรมให้สามารถระบุคลาสได้ง่ายขึ้นซึ่งเหมาะกับการใช้งานในปัจจุบันที่อาศัยการทำงานด้วยความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพของผู้ดูแลระบบ

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] กิตติ ภัคดีวัฒนกุล, คัมภีร์ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจและระบบผู้เชี่ยวชาญ, พิมพ์ ครั้งที่ 2, 2550.
- [2] วิลาส ววงค์, ระบบผู้เชี่ยวชาญ, พิมพ์ครั้งที่ 1, ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และ คอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2535: หน้า 7-11.
- [3] ศรีไพร ศักดิ์รุ่งพงศากุล, ระบบสารสนเทศและการจัดการความรู้, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2549: หน้า 233-244.
- [4] ระบบผู้เชี่ยวชาญ, [Online]
Available: <http://www.spu.ac.th/~ktm/chapter11.html>
(Access date: November 6, 2006).

ระบบจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแบบบูรณาการการรู้สารสนเทศ Integrating Information Literacy into Student-Centered Learning Management System

แววตา เดชท้าววิวัฒน์¹ กันต์พงษ์ วรรณปัญญ² และ จริญญา แสนราช³

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: ¹wawta_t@hotmail.com, ²para@kmutnb.ac.th, ³jsr@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

ความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทำให้ระบบจัดการเรียนรู้เป็นเครื่องมือที่อำนวยความสะดวกต่อการสอนแบบมีส่วนร่วมระหว่างอาจารย์กับบรรณารักษ์เพื่อเพิ่มพูนทักษะการรู้สารสนเทศของนักศึกษา วัตถุประสงค์ของการศึกษาคือการบูรณาการการรู้สารสนเทศกับหลักสูตรที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในระบบจัดการเรียนรู้ ซึ่งใช้วิธีวิจัยทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 2 ที่เรียนวิชาสำนักงานอัตโนมัติ โดยใช้แบบทดสอบสามมิติของการรู้สารสนเทศและแบบประเมินรายงานในการประเมินการเรียนรู้ด้วยระบบจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ผลการศึกษาพบว่า การบูรณาการการรู้สารสนเทศในระบบจัดการเรียนรู้โดยการร่วมมือระหว่างอาจารย์กับบรรณารักษ์เป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพ สามารถส่งเสริมทักษะการรู้สารสนเทศและสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากการรู้สารสนเทศสอดคล้องกับการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางที่สนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิตและเป็นการเรียนรู้ที่นำไปปฏิบัติได้จริงในรายวิชา

คำสำคัญ: ระบบจัดการเรียนรู้ การรู้สารสนเทศ การบูรณาการการรู้สารสนเทศ การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการสอนแบบมีส่วนร่วม

Abstract

In accordance with the rise of Internet technology, the learning management system has become an appropriate way to support the collaborative teaching between faculty and librarians in enhancing the students' information literacy skills. The objectives of this research is to integrate information literacy into curriculum that emphasizes the student-centered approach through the learning management system. This study was based on the qualitative and qualitative research methodology. A sample group was 52 second-year students who took the Office Automation course. The students' information literacy competency test and the research paper evaluation form were applied to evaluate the integrating information literacy into learning management system. It is proved that

the integration of information literacy into the learning management system with the collaboration between faculty members and librarians is an efficient model. The model enhances the students' information literacy skills and supports their self-learning. Placing an emphasis on the student-centered approach and actual learning by practices, this model could be applied to any teaching courses to encourage students' lifelong learning.

Keywords: Learning Management System, Information Literacy, Integration of Information Literacy, Student-Centered Learning, Collaborative Teaching

1. บทนำ

นโยบายการจัดการศึกษาของประเทศไทยในปัจจุบันจะมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังปรากฏในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 22 ที่ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” [1] บทบาทของผู้สอนก็ปรับเปลี่ยนจากเดิมเป็นผู้ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนทุกอย่าง มาเป็นผู้วางแผนจัดการ ชี้แนะ อำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน [2] ตลอดจนส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจและมีทักษะในเรื่องกระบวนการเรียนรู้ เพื่อเอื้อให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดวิเคราะห์ วิพากษ์ความรู้ต่างๆ อย่างเต็มที่ และสามารถใช้ทักษะนั้นเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้หรือคำตอบที่ตนต้องการ และสรุปเป็นความรู้โดยตัวผู้เรียนเอง ซึ่งการสอนลักษณะนี้มาจากแนวคิดที่ว่าผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ (Student-Centered Approach) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางจึงเป็นกระบวนการจัดการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้เห็นถึงบทบาทสำคัญและความจำเป็นของการรู้สารสนเทศต่อการศึกษานำผู้เรียนให้เป็นบุคคลที่สามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิตการรู้สารสนเทศ (Information Literacy)

คือ ความรู้และความสามารถของบุคคลในการระบุความต้องการสารสนเทศของตนเอง ความสามารถในการค้นหา ประเมินคุณค่าและใช้ประโยชน์จากสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ [3] และสนับสนุนแนวทางการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เนื่องจากบุคคลที่รู้สารสนเทศ (Information Literate Person) สามารถพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นผู้เรียนรู้ที่เป็นอิสระและเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต [4]

สถาบันอุดมศึกษาในประเทศไทยตระหนักถึงความสำคัญของการรู้สารสนเทศ จึงกำหนดให้มีการสอนการรู้สารสนเทศทั้งที่เป็นวิชาบังคับและวิชาเลือกสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผู้รับผิดชอบในการสอน ได้แก่ อาจารย์จากภาควิชาบรรณารักษศาสตร์และบรรณารักษ์ซึ่งรับผิดชอบสอนทั้งรายวิชาหรือสอนเป็นบางส่วน [5], [6] ในรายวิชาที่เน้นการสอนแบบแก้ปัญหา (Problem-Based Learning) หรือแบบสืบเสาะความรู้ (Inquiry-Based Learning) [7] ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา มีงานวิจัยเพื่อประเมินการรู้สารสนเทศของนักศึกษาแต่ละมหาวิทยาลัย ส่วนใหญ่พบว่าระดับการรู้สารสนเทศของนักศึกษาอยู่ในระดับปานกลาง [8] ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอาชญญาและคณะ [9] ที่สำรวจการรู้สารสนเทศของนักศึกษาในภาพรวมทั้งประเทศพบว่าอยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน ทั้งนี้ในการเรียนระดับอุดมศึกษาเป็นการศึกษาระดับสูงสุด นักศึกษาจำเป็นต้องมีทักษะการรู้สารสนเทศในระดับ

มาก เพื่อเป็นบัณฑิตที่มีคุณภาพสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ตลอดชีวิต เนื่องจากสังคมยุคใหม่คาดหวังว่าบัณฑิตต้องมีทักษะ 3 ด้าน ได้แก่ การจัดการความรู้ (Knowledge Management) เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology) และการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning)[10] การที่มหาวิทยาลัยส่วนใหญ่สอนการรู้สารสนเทศเป็นรายวิชาอิสระ ทำให้นักศึกษาได้รับเฉพาะเนื้อหาวิชาอย่างเดียวจึงขาดการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ดังนั้นการบูรณาการการรู้สารสนเทศเข้ากับเนื้อหาวิชาและกิจกรรมการเรียนโดยมอบหมายงานให้นักศึกษาได้ค้นคว้าจะสอดคล้องและส่งเสริมการรู้สารสนเทศได้ดีกว่า เพราะทำให้นักศึกษาได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง[11]

การบูรณาการการรู้สารสนเทศกับการเรียนการสอนในสถานศึกษาเป็นที่ยอมรับว่าเป็นวิธีที่ได้ผลดีกว่าการสอนเป็นรายวิชาอิสระ สมาคมห้องสมุดวิทยาลัยและวิจัยและนักการศึกษาจำนวนมากให้ความเห็นว่า การสอนให้เกิดทักษะการรู้สารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องบูรณาการเข้ากับหลักสูตรในทุกระดับโดยความร่วมมือระหว่างบรรณารักษ์กับอาจารย์ [12] ซึ่งงานวิจัยเกี่ยวกับการรู้สารสนเทศในปี 2003 ส่วนใหญ่สนับสนุนให้บรรณารักษ์และอาจารย์ร่วมมือกันเพราะพบว่าก่อให้เกิดผลดีต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักศึกษา [13]

การบูรณาการการรู้สารสนเทศเป็นการสอนที่ผสมผสานเชื่อมโยงการรู้สารสนเทศกับสาระการเรียนรู้ในหลักสูตร เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการรู้สารสนเทศ การบูรณาการการรู้สารสนเทศที่ปรากฏในงานวิจัยเป็นการสอนการรู้สารสนเทศที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและกิจกรรมการเรียนในรายวิชานั้น ๆ ซึ่งอาจสอนในชั้นเรียน[14] หรือสอนผ่านเว็บด้วยการนำเสนอไว้ในระบบจัดการเรียนรู้ (Learning Management System) ที่ให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ร่วมกับบทเรียนผ่านเว็บในรายวิชาต่าง ๆ

[15],[16],[17],[18],[19],[20],[21],[22] รวมทั้งการพัฒนาบทเรียนการรู้สารสนเทศให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนที่มอบหมายงานให้นักศึกษาทำรายงาน วิจัย โครงการ หรือผลิตชิ้นงาน [23],[24] นอกจากนี้ มีเครื่องมือช่วยในการเรียน ได้แก่ แบบฝึกหัด แบบประเมินตนเอง การอธิบายคำศัพท์ การเชื่อมโยงไปยังแหล่งสารสนเทศของห้องสมุดและฐานข้อมูลออนไลน์ และการตอบคำถามออนไลน์ [16],[21],[22],[25] ทั้งนี้การบูรณาการดังกล่าวจะประสบความสำเร็จได้จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือระหว่างอาจารย์กับบรรณารักษ์และ/หรือผู้ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น ครูผู้ช่วยสอน ผู้ปกครอง เป็นต้น โดยบรรณารักษ์ต้องประชาสัมพันธ์และสร้างความสัมพันธ์กับอาจารย์เพื่อให้เกิดความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของการรู้สารสนเทศต่อการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักศึกษา [26],[27],[28],[29] ผลการวิจัยเหล่านี้สะท้อนให้เห็นว่าการบูรณาการการรู้สารสนเทศกับรายวิชาสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและพัฒนาทักษะการรู้สารสนเทศแก่นักศึกษาได้ดีกว่าการสอนเป็นรายวิชาอิสระ

ระบบจัดการเรียนรู้ (Learning Management System) สามารถอำนวยความสะดวกต่อการเรียนการสอนผ่านเว็บที่สามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนและประยุกต์มีลต์มีเดียเป็นสื่อกลางการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี[30] ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ สามารถควบคุมการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยเลือกลำดับเนื้อหาได้ตามต้องการและเลือกเวลาเรียนที่เหมาะสมตามความสะดวกของตนเองได้ [31] ระบบจัดการเรียนรู้จึงสนับสนุนการจัดการศึกษาตลอดชีวิตได้มีประสิทธิภาพมากกว่าการจัดการศึกษารูปแบบอื่น[32] รวมทั้งสามารถอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้การสนับสนุนการเรียนรู้แบบนำตนเอง (Self-Direct Learning) และการเรียนรู้เฉพาะบุคคลให้สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามศักยภาพ

จากปัญหาการพัฒนาทักษะการรู้สารสนเทศของสถาบันอุดมศึกษาในประเทศไทย และความสำเร็จของการบูรณาการการรู้สารสนเทศในรายวิชาที่ปรากฏในงานวิจัยจำนวนมากดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาหาแนวทางที่จะแก้ปัญหาหรือส่งเสริมการรู้สารสนเทศของนักศึกษาให้สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาระดับอุดมศึกษา ด้วยการพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการรู้สารสนเทศ โดยมีอาจารย์และบรรณารักษ์ร่วมกันสอนและสนับสนุนการรู้สารสนเทศแก่นักศึกษา ทั้งนี้ระบบจัดการเรียนรู้เป็นทางเลือกหนึ่งของวิธีการเรียนการสอนในปัจจุบันและอนาคตที่สอดคล้องกับนโยบายการศึกษาแห่งชาติที่ต้องการพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและตลอดชีวิต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 สังเคราะห์ตัวแบบการบูรณาการการรู้สารสนเทศในการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

2.2 พัฒนาระบบจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการรู้สารสนเทศตามตัวแบบที่สังเคราะห์ได้

2.3 พัฒนบทเรียนการรู้สารสนเทศที่บูรณาการการรู้สารสนเทศในการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

2.4 เปรียบเทียบการรู้สารสนเทศของกลุ่มผู้เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการรู้สารสนเทศกับกลุ่มผู้เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบไม่บูรณาการการรู้สารสนเทศ

2.5 เปรียบเทียบคุณภาพรายงานของกลุ่มผู้เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการรู้สารสนเทศกับกลุ่มผู้เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบไม่บูรณาการการรู้สารสนเทศ

2.6 ศึกษาความสัมพันธ์ของการรู้สารสนเทศกับคุณภาพรายงานของผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม

3. สมมุติฐานการวิจัย

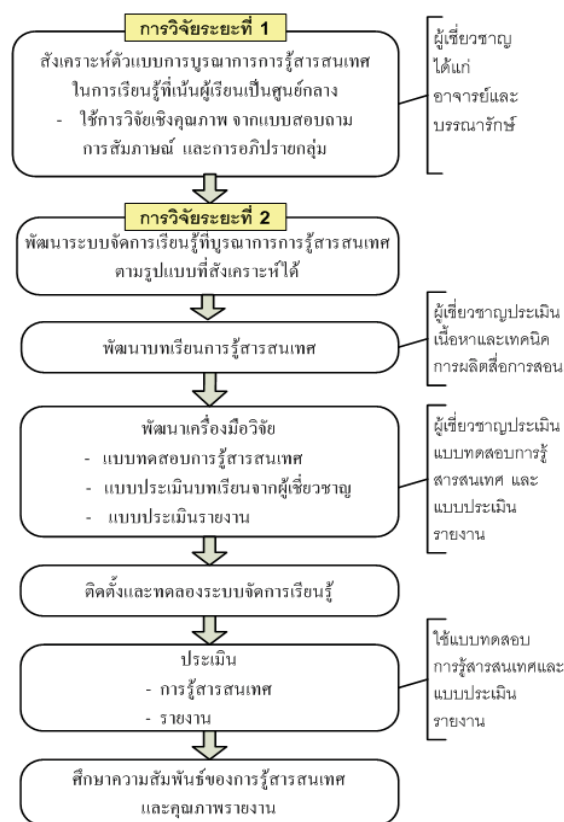
3.1 ระดับการรู้สารสนเทศของกลุ่มผู้เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการรู้สารสนเทศสูงขึ้นมากกว่ากลุ่มผู้เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบไม่บูรณาการการรู้สารสนเทศ

3.2 คุณภาพรายงานของกลุ่มผู้เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการรู้สารสนเทศมีคุณภาพมากกว่ากลุ่มผู้เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบไม่บูรณาการการรู้สารสนเทศ

3.3 ผู้เรียนที่มีการรู้สารสนเทศเพิ่มมากขึ้นจะทำรายงานได้มีคุณภาพเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน

4. กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยดังภาพที่ 1 ดังนี้



ภาพที่ 1: กรอบแนวคิดการวิจัย

5. วิธีการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ได้ดำเนินการตามวิธีการเชิงระบบ 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์สภาพและปัญหา การออกแบบระบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการรู้สารสนเทศ การพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการรู้สารสนเทศ การทดลองใช้ระบบจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลระบบจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งการวิจัยเป็น 2 ระยะ ดังนี้

5.1 ระยะที่ 1 เป็นการวิเคราะห์สภาพและปัญหา และการออกแบบระบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการรู้สารสนเทศ โดยใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อให้ได้ตัวแบบการบูรณาการการรู้สารสนเทศในการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อาจารย์จำนวน 7 คน และบรรณารักษ์จำนวน 7 คนที่มีประสบการณ์ร่วมกันสอนในรายวิชา โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อศึกษาความร่วมมือของอาจารย์และบรรณารักษ์ โดยส่งแบบสอบถามไปยังหัวหน้าบรรณารักษ์ห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 44 แห่ง เพื่อหาบรรณารักษ์ที่มีประสบการณ์สอนการรู้สารสนเทศในรายวิชา และขอให้บรรณารักษ์ดังกล่าวช่วยแนะนำอาจารย์ที่เคยติดต่อขอบรรณารักษ์ไปช่วยสอนในรายวิชา ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นบรรณารักษ์จำนวน 7 คนและอาจารย์จำนวน 7 คน จากนั้นผู้วิจัยสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับสภาพปัญหาและความต้องการการสอนการรู้สารสนเทศของบรรณารักษ์ ในประเด็นเนื้อหาการสอน วิธีการสอน การประเมินผล และเวลาที่ใช้ในการสอน

ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ดังกล่าวแล้วข้างต้น ผู้วิจัยพบว่าบรรณารักษ์มีปัญหาเรื่องเวลาสอนน้อยเกินไปทำให้ไม่สามารถเพิ่มเติมเนื้อหาและกิจกรรมที่จำเป็นต่อนักศึกษา และไม่คุ้นเคยกับคำศัพท์เฉพาะ

สาขาวิชา อาจารย์ต้องการให้สอนเกี่ยวกับการสืบค้นสารสนเทศ แนะนำแหล่งสารสนเทศ และเนื้อหาอื่นที่จะช่วยให้นักศึกษาสามารถทำงานที่มอบหมายให้สำเร็จ ซึ่งทั้งสองฝ่ายไม่เคยพูดคุยเพื่อแก้ปัญหาและวางแผนการสอนร่วมกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงจัดให้มีการสนทนากลุ่มเพื่ออภิปรายเกี่ยวกับการร่วมมือในการสอนเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาตัวแบบการบูรณาการการรู้สารสนเทศในรายวิชา

5.2 ระยะที่ 2 เป็นการพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการรู้สารสนเทศ การทดลองและประเมินผลการใช้ระบบจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีวิจัยเชิงปริมาณเพื่อพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ตามตัวแบบที่สังเคราะห์ได้ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 2 คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา บส 452 ระบบสำนักงานอัตโนมัติในห้องสมุดและศูนย์สารสนเทศ ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 52 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง ตัวแปรที่ศึกษา คือ ตัวแปรต้น ได้แก่ กลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการรู้สารสนเทศ จำนวน 26 คน และกลุ่มที่เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบไม่บูรณาการการรู้สารสนเทศ จำนวน 26 คน ตัวแปรตาม ได้แก่ ระดับการรู้สารสนเทศและคุณภาพรายงานของนักศึกษา

เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ ระบบจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการรู้สารสนเทศ บทเรียนการรู้สารสนเทศแบบประเมินบทเรียนการรู้สารสนเทศจากผู้เชี่ยวชาญแบบทดสอบการรู้สารสนเทศ และแบบประเมินรายงาน

6. ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

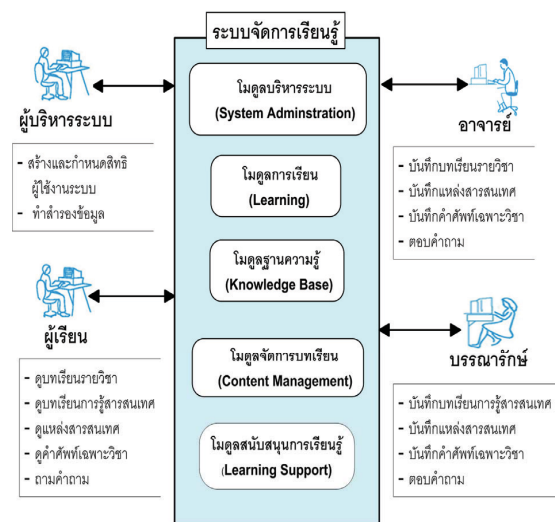
6.1 ทำให้ได้ระบบจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการรู้สารสนเทศกับการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและสามารถนำไปประยุกต์กับรายวิชาต่าง ๆ ได้

6.2 ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้และการรู้สารสนเทศได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายการศึกษาแห่งชาติที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

6.3 ทำให้เห็นประโยชน์ในความร่วมมือของบุคลากรของสถาบันอุดมศึกษา เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

7. การพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแบบบูรณาการการเรียนรู้สารสนเทศ ดังแสดงในภาพที่ 2

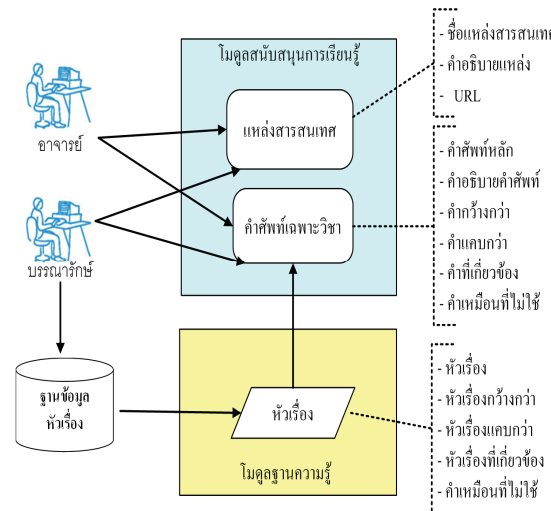


ภาพที่ 2: ภาพรวมของระบบจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการเรียนรู้สารสนเทศ

ระบบจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการการเรียนรู้สารสนเทศประกอบด้วยผู้ใช้งานระบบ 4 กลุ่ม ได้แก่ ผู้บริหารระบบ ผู้เรียน อาจารย์ และบรรณารักษ์ การทำงานของระบบประกอบด้วย 5 โมดูลหลัก ได้แก่ โมดูลบริหารระบบ โมดูลการเรียนรู้ โมดูลจัดการบทเรียน โมดูลสนับสนุนการเรียนรู้และโมดูลฐานความรู้

ในส่วนของการบูรณาการการเรียนรู้สารสนเทศนอกเหนือจากบรรณารักษ์สอนบทเรียนการเรียนรู้

สารสนเทศแล้ว บรรณารักษ์และอาจารย์แบ่งปันความรู้และประสบการณ์เพื่อช่วยเหลือการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ในโมดูลสนับสนุนการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย การแนะนำคำศัพท์เฉพาะวิชา การแนะนำแหล่งสารสนเทศ และการตอบคำถาม นอกจากนี้ในโมดูลฐานความรู้ที่เป็นการนำความรู้จากภายนอกเข้ามาอำนวยความสะดวกในการทำงานของระบบ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากฐานข้อมูลหัวข้อเรื่องสำหรับหนังสือภาษาไทยของสำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์มาบันทึกไว้เป็นฐานความรู้เพื่อใช้แสดงคำศัพท์ที่มีความสัมพันธ์กันกับคำศัพท์เฉพาะวิชาที่ผู้สอนต้องการที่จะแนะนำแก่ผู้เรียน หัวเรื่องในฐานความรู้จะช่วยผู้สอนคิดหาคำที่มีความสัมพันธ์กันกับคำที่ต้องการบันทึก ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 : แสดงความสัมพันธ์ของโมดูลสนับสนุนการเรียนรู้และโมดูลฐานความรู้

8. การทดลองและจัดเก็บข้อมูล

รูปแบบการทดลองที่ใช้ในการวิจัย คือ Pretest-Posttest Control Group Design มีการทดสอบสามมิติยะ

การรู้สารสนเทศก่อนและหลังการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง และทั้งสองกลุ่มได้รับการกระทำ (Treatment) ต่างกัน กลุ่มควบคุมเข้าเรียนในระบบจะได้รับเฉพาะบทเรียนรายวิชาและการถามตอบออนไลน์กับอาจารย์ ส่วนกลุ่มทดลองเข้าเรียนทางเว็บไซต์ดังกล่าวจะได้รับบทเรียนรายวิชาและการถามตอบออนไลน์กับอาจารย์เช่นเดียวกับกลุ่มควบคุม แต่จะเพิ่มเติมในส่วนของบทเรียนการเรียนรู้สารสนเทศ การแนะนำคำศัพท์เฉพาะวิชา การแนะนำแหล่งสารสนเทศ และการถามตอบออนไลน์กับบรรณารักษ์

9. สรุปผลการวิจัย

9.1 ตัวแบบการบูรณาการการเรียนรู้สารสนเทศในการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางที่สังเคราะห์ได้ คือ การสอนแบบมีส่วนร่วมระหว่างอาจารย์กับบรรณารักษ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้สารสนเทศของผู้เรียน และการรู้สารสนเทศสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและกิจกรรมการเรียนรู้

9.2 การพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการเรียนรู้สารสนเทศตามรูปที่สังเคราะห์ได้ ประกอบด้วย 5 โมดูลหลัก คือ โมดูลบริหารระบบ โมดูลการเรียนรู้ โมดูลจัดการบทเรียน โมดูลสนับสนุนการเรียนรู้ และโมดูลฐานความรู้

9.3 การพัฒนาบทเรียนการเรียนรู้สารสนเทศที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง คือ การแนะนำการทำรายงาน เนื้อหาที่สอนมีวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามมาตรฐานสามมิติของการรู้สารสนเทศระดับอุดมศึกษาของ ACRL ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: หัวข้อเนื้อหาการสอนการเรียนรู้สารสนเทศเปรียบเทียบกับมาตรฐาน ACRL [33]

เนื้อหาบทเรียนการเรียนรู้สารสนเทศ	มาตรฐาน ACRL
1. การกำหนดหัวข้อรายงาน	1. สามารถกำหนดขอบเขตของสารสนเทศที่ต้องการ
2. การสืบค้นสารสนเทศ	2. สามารถในการเข้าถึงสารสนเทศที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล
3. การประเมินแหล่งสารสนเทศ	3. ใช้วิจารณญาณในการประเมินสารสนเทศ
4. การเตรียมและเขียนรายงาน	4. ความสามารถใช้องค์ความรู้ที่รวบรวมได้
5. การอ้างอิงและบรรณานุกรม	5. เข้าใจประเด็นทางเศรษฐกิจ สังคม จริยธรรม กฎหมายและการเมืองเกี่ยวกับการใช้และเข้าถึงสารสนเทศ

ผลการพัฒนาบทเรียนและตรวจคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาได้ค่าเฉลี่ย 4.51 อยู่ในระดับดีมาก และด้านเทคนิคการผลิตสื่อการสอนได้ค่าเฉลี่ย 4.78 อยู่ในระดับดีมากเช่นกัน

9.4 การเปรียบเทียบการเรียนรู้สารสนเทศของกลุ่มผู้เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการเรียนรู้สารสนเทศกับกลุ่มผู้เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบไม่บูรณาการการเรียนรู้สารสนเทศ พบว่ากลุ่มทดลองมีระดับการเรียนรู้สารสนเทศสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 5.97 มากกว่ากลุ่มควบคุมที่มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1.91 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ว่าระดับการเรียนรู้สารสนเทศของกลุ่มผู้เรียน

ด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการรู้สารสนเทศสูงขึ้นมากกว่ากลุ่มผู้เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบไม่บูรณาการการรู้สารสนเทศ

9.5 การเปรียบเทียบคะแนนการทํารายงานของกลุ่มผู้เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการรู้สารสนเทศกับกลุ่มผู้เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบไม่บูรณาการการรู้สารสนเทศพบว่ากลุ่มทดลองมีระดับคะแนนรายงานเฉลี่ย 19.69 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีคะแนนรายงานเฉลี่ย 16.64 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ว่าคุณภาพรายงานของกลุ่มผู้เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการรู้สารสนเทศมีคุณภาพมากกว่ากลุ่มผู้เรียนด้วยระบบจัดการเรียนรู้แบบไม่บูรณาการการรู้สารสนเทศ

9.6 การศึกษาความสัมพันธ์ของการรู้สารสนเทศกับคุณภาพรายงานของผู้เรียนทั้งสองกลุ่มพบว่า ผู้เรียนที่มีการรู้สารสนเทศสูงมากขึ้นจะมีคะแนนรายงานสูงมากขึ้นตามด้วยเช่นกัน ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ว่าผู้เรียนที่มีการรู้สารสนเทศเพิ่มมากขึ้นจะทํารายงานได้มีคุณภาพเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน

10. ข้อเสนอแนะงานวิจัยต่อไป

10.1 ควรพัฒนาตัวแบบการบูรณาการการรู้สารสนเทศกับการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในรูปแบบอื่นนอกเหนือจากการสอนแบบมีส่วนร่วม (Collaborative Teaching) ของอาจารย์และบรรณารักษ์ และการช่วยเหลือการทํารายงาน ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางรูปแบบอื่นที่น่าสนใจศึกษา ได้แก่ การเรียนแบบร่วมมือระหว่างผู้เรียนกันเอง (Cooperative Learning) การเรียนแบบร่วมมือระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน (Collaborative

Learning) การเรียนแบบโครงการ (Project-Based Learning) และการเรียนรู้ด้วยการแก้ปัญหา (Problem-Based Learning)

10.2 เพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในระบบจัดการเรียนรู้ ซึ่งในการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้ามามีส่วนร่วมในการแบ่งปันความรู้ด้วย ได้แก่ ผู้เรียนพบเห็นหรือมีแหล่งสารสนเทศที่น่าสนใจสามารถเสนอแนะเข้ามาในช่องทางการแนะนำแหล่งสารสนเทศได้ด้วย และการนำผลงานของผู้เรียนเผยแพร่แก่ผู้เรียนอื่นโดยอาจจัดให้มีการประเมินหรือวิพากษ์วิจารณ์ผลงานเพื่อแลกเปลี่ยนและเรียนรู้ร่วมกัน

10.3 พัฒนารูปแบบการเรียนการรู้สารสนเทศแบบอัจฉริยะหรือแบบปรับเหมาะ (Adaptive) สำหรับผู้เรียนที่มีความแตกต่างในด้านต่าง ๆ ได้แก่ สาขาวิชาที่ศึกษา ทักษะการรู้สารสนเทศ ความถนัดทางการเรียนรู้ ความสามารถทางการเรียน และระดับการศึกษา

10.4 ขยายความสามารถของโมดูลฐานความรู้ ซึ่งอาจารย์และบรรณารักษ์มีส่วนร่วมในการแบ่งปันความรู้และประสบการณ์ เพื่ออำนวยความสะดวกในการบันทึกข้อมูลและการเรียนของผู้เรียน ได้แก่ ข้อมูลผลงานของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นสารสนเทศจากแหล่งต่าง ๆ และข้อมูลคำถามคำตอบที่อาจารย์และบรรณารักษ์ร่วมกันตอบผู้เรียน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาวัดความน่าเชื่อถือและใช้ซ้ำได้

10.5 ศึกษาหรือประเมินผลกระทบด้านอื่นที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนเมื่อได้รับการฝึกทักษะการรู้สารสนเทศ ได้แก่ ความรับผิดชอบ ความเป็นผู้นำ การเรียนรู้แบบนำตนเอง และความมีจริยธรรม โดยอาจใช้เกณฑ์การประเมินตามเป้าหมายการผลิตบัณฑิตของสถาบันอุดมศึกษาเป็นเป้าหมายในการประเมิน

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 2 2545
พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไข
เพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 พระราชบัญญัติการศึกษา
ภาคบังคับ พ.ศ.2545. รวบรวมโดย วิสิทธิ์ ไรจนพ
จนรัตน์. กรุงเทพฯ : พัฒนาการศึกษา, 2546.
- [2] ชนาธิป พรกุล. การออกแบบการสอน การบูรณาการ การ
อ่าน การคิดวิเคราะห์ และการเขียนกรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- [3] American Library Association. Presidential Committee
on Information Literacy. **The Final Report** from the
Presidential Committee on Information Literacy.
[Online] 1989. [cited 2007, February 7]. Available
from: [http://www.ala.org/ala/Professional resources/
infolit/index.cfm](http://www.ala.org/ala/Professional%20resources/infolit/index.cfm)
- [4] Dewey, B. I., ed. **Library User Education : Powerful
Learning, Powerful Partnerships**. Lanham, MD :
Scarecrow Press, 2001.
- [5] ประภาส พวณันท์. “การสอนการใช้ห้องสมุดและ
ทักษะทางสารสนเทศในมหาวิทยาลัยของรัฐ.” **วารสาร
วิจัยมหาวิทยาลัยรามคำแหง**. 6 (มกราคม – มิถุนายน
2546) : 21-43.
- [6] รัสรินทร์ เกตุชาติ. **การศึกษาเปรียบเทียบการจัดการ
เรียนการสอนวิชาการรู้สารสนเทศและวิชาการใช้
ห้องสมุดของสถาบันอุดมศึกษา สังกัดสำนักงาน
คณะกรรมการการอุดมศึกษา**. รายงานการศึกษานิเทศ
ปรัชญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาบรรณารักษ
ศาสตร์และสารสนเทศศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.
- [7] Wawta Techataweewan, Kuntpong Woraratpanya and
Charun Sangrach. **The Integration of Information
Literacy into Web-Based Tutorial with Librarian-
Faculty Partnership**. Paper presented at Asia-Pacific
Conference on Library & Information Education &
Practice, 2009. Tsukuba : Tsukuba University, 2009.
- [8] Wawta Techataweewan, Kuntpong Woraratpanya and
Charun Sangrach. **Web-based Collaborative Teaching
System Supporting Information Literacy Skills in
Higher Education**. Paper presented at E-Learn 2008 -
World Conference on E-Learning in Corporate,
Government, Healthcare, & Higher Education. Las
Vegas : AACE, 2008.
- [9] อาชัญญา รัตนอุบล และคนอื่นๆ. “หลักการเสริมสร้าง
การรู้สารสนเทศสำหรับสังคมไทย.” **วารสารครุศาสตร์**.
33 (กรกฎาคม-ตุลาคม 2548) : 61-75.
- [10] Pinto, Maria and Doucet, A-Vinciane. “An Academic
Portal for Higher Education Information Literacy: The e-
COMS Initiative.” **The Journal of Academic
Librarianship**. 33 (November 2007) : 604 - 611.
- [11] Farmer, Lesley S.J. “Facilitating Faculty Incorporation
of Information Literacy Skills into the Curriculum
Through the Use of Online Instruction.” **Reference
Services Review**. 31 (2003) : 307 - 312.
- [12] Breivik, Patricia Senn and Gee, Gordon E. **Information
Literacy: Revolution in the Library**. New York :
McMillan, 1989.
- [13] Johnson, Anna M. and Fent, Sarah. “Library Instruction
and Information Literacy 2003.” **Reference Services
Review**. 32(August 2004) : 413-442.
- [14] วนุชชิตา สุภัทวนิช. **การบูรณาการการรู้สารสนเทศใน
กระบวนการสอนรายวิชาภาษาอังกฤษของนักศึกษาระดับ
ปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยา
เขตกาฬสินธุ์**. รายงานการศึกษานิเทศศาสตรมหา
บัณฑิต สาขาวิชาบรรณารักษศาสตร์และสารสนเทศ
ศาสตร์ ภาควิชาบรรณารักษศาสตร์และสารสนเทศศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2547.
- [15] Abbott, Wendy and Peach, Deborah. “Building Info-
skills by Degrees : Embedding Information Literacy in
University Study.” **21st Annual Conference of the
International Association of Technological University
Libraries, 3-7 July, 2000, Brisbane**. [Online] 2000.
[cited 2008, August 10]. Available from:
[http://www.iatul.org/doclibrary/public/Conf_Proceedings
/ 2000/Abbott.rtf](http://www.iatul.org/doclibrary/public/Conf_Proceedings/2000/Abbott.rtf)
- [16] Donaldson, Kelly A. “Library Research Success :
Designing an Online Tutorial to Teach Information
Literacy Skills to First-Year Students.” **The Internet
and Higher Education**. 2 (2000) : 237-251.
- [17] Brown, Cecelia M. and Krumholz, Lee R. “Integrating
Information Literacy into the Science Curriculum.”
College & Research Libraries. 63 (March 2002) : 111-
123.
- [18] Dibble, Mark and Frank, Ilene. “Partnerships with
Faculty Enhance Information Literacy.” **Florida
Libraries**. 46 (Fall 2003) : 17-19.

- [19] Feast, Vicki. "Integration Information Literacy Skills into Business Courses." **Reference Services Review**. 31 (2003) : 81-95.16 Hegarty, et al., 2004.
- [20] Hegarty, Nora, et al. "On the Cat-Walk : WIT Libraries Learning Support Model." **Library Management**. 25 (April 2004) : 293 - 299.
- [21] Blaabjerg, Niels Jorgen. **User Centered Information Literacy Education-Application of Multimedia in E-Learning and Blending Learning**. [Online] (2005). [cited 2007, February 7]. Available from: http://www.swiminfo.dk/pdf/EISTA05_E721YC.pdf
- [22] Bruce, Christine, Edwards, Sylvia and Lupton, Mandy. **Six Frames for Information Literacy Education: A Conceptual Framework for Interpreting the Relationships Between Theory and Practice**. [Online] 2006. [cited 2008, April 20]. Available from: http://www.ics.heacademy.ac.uk/italics/vol5-1/pdf/sixframes_final20_1_.pdf
- [23]Simoneaux, Laverne et al. "The Library and You : Curriculum Integrated Library Instruction via the WWW." **Campus-Wide Information Systems**. 16 (3, 1999) : 89-94.
- [24] Samson, Sue and Millet, Michelle S. "The Learning Environment : First-Year Students, Teaching Assistants, and Information Literacy." **Research Strategies**. 19 (2003) : 84-98.
- [25] Lee, Gangkil, Hong, Suk-Ki and Jun, Woonchun. **Design and Implementation of a Web-Based Information Literacy Cultivation System for Emotionally Disturbed Students**. Berlin : Springer, 2003.
- [26] Kotter, W.R. "Bridging the Great Divide : Improving Relations Between Librarians and Classroom Faculty." **Journal of Academic Librarianship**. 25 (July 1999) : 294 - 303.
- [27] Black, Christine, Crest, Sarah and Volland, Mary. "Building a Successful Information Literacy Infrastructure on the Foundation of Librarian-Faculty Collaboration." **Research Strategies**. 18 (2001) : 215-225.
- [28] Rader, Hannelore B. "Building Faculty-Librarian Partnerships to Prepare Students for Information Fluency : The Time for Sharing Information Expertise is Now." **College & Research Libraries News**. 65 (February 2004) : 4 - 6, 80, 83, 90.
- [29] McAdoo, Monty L. **A Case Study of Faculty Perceptions of Information Literacy and Its Integration into the Curriculum**. D.Ed. Dissertation, Indiana University of Pennsylvania. [Online] 2008. [cited 2008, May 20]. Available from: <http://proquest.umi.com>
- [30] Zhao, Y. "Design for Adoption : The development of an Integrated Web-Base Education Environment." **JRCMST**. 17(3, 1998) : 113-132.
- [31] Henry, P. "E-learning technology, content and services." **Education & Training**. 43(2001), 249-255.
- [32] มนต์ชัย เทียนทอง. "E-Learning : การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเว็บตามแนวคิดวิธีการระบบ (System Approach) ตอนที่ 2." **พัฒนาเทคนิคศึกษา**. 16 (มกราคม – มีนาคม 2547) : 65-72.37
- [33] แววดา เดชาทวีวรรณ, กันตพงษ์ วรรณปัญญ และจัญญ์ แสงนราษ. "การบูรณาการการรู้สารสนเทศในการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง." **วารสารมนุษยศาสตร์ปริทรรศน์**. 30 (ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551) : 1-15.

การพัฒนาระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ

สุหัตถา ไชยรัมย์¹ จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์ และ กันต์พงษ์ วรรณปัญญ²

สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail:¹ suhattayac@gmail.com, ² para@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

มาตรฐาน SCORM เป็นข้อกำหนดที่ใช้ในการออกแบบสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ เพื่อประโยชน์ในการแลกเปลี่ยนสื่อการเรียนรู้ระหว่างองค์กร แต่การบรรจุหีบห่อ (Package) สื่อการเรียนการสอนเพื่อนำไปใช้งานนั้น ขาดความสอดคล้องกับหลักการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่ดี สื่อที่ดีควรมีการกำหนดวัตถุประสงค์ เนื้อหา และแบบทดสอบ ที่มีความสอดคล้องกัน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ (Learning Object Management System : LOMS) ที่ช่วยในการบรรจุหีบห่อสื่อการเรียนการสอนตามหลักการพัฒนาสื่อการสอนอัน ได้แก่ วัตถุประสงค์ เนื้อหา และแบบทดสอบ ขอบเขตของระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ สามารถบันทึก ค้นหา แก้ไข บรรจุสื่อการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการ ทดสอบระบบใช้เทคนิค Black-box Testing และ Alpha Test โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน ผลการวิจัยพบว่าระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ สามารถทำงานได้ตามขอบเขตที่กำหนด และผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ในระดับดี (ผิดพลาด! วัตถุไม่สามารถถูกสร้างจากการแก้ไขโค้ดเขตข้อมูล = 3.97, S.D. = 0.63) สรุปได้ว่าระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้จัดเก็บสื่อที่สอดคล้องกับหลักการพัฒนาสื่อได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: สื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ มาตรฐานสกอ ร่ม คำอธิบายข้อมูล

Abstract

A Sharable Content Object Reference Model (SCORM) was developed under the concept of “using a common e-learning standard to modernize education and training courses,” so that developing, packaging, and delivering a course material was sharable among organizations. However, a Learning Object (LO) development based on SCORM standard did not provide an efficient way to package training materials together. This made it difficult to create reusable training materials. Therefore, this research proposed a development of a Learning Object Management System (LOMS). The LOMS handled course packaging by enclosing the important elements of

training materials, including objectives, contents, and pre- and post-tests. The framework of the developed LOMS was able to save, search, modify, and package a training course. The completed LOMS was evaluated by black-box test and alpha test from six experts. It was found that the system can effectively manage the course material and the satisfaction of the experts was at a "Good" level. This verified that the developed LOMS can be applied to training course development and management systems.

Keywords: Learning Object, Learning Object Managements System, SCORM, Course Packaging

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กรมพัฒนาที่ดิน นำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี GIS เข้ามามีบทบาทในการจัดทำแผนที่ (Map) เพื่อพัฒนาสร้างระบบฐานข้อมูลดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศไทย โดยอาศัยองค์ความรู้ต่างๆ จัดทำเป็นโปรแกรมประยุกต์ที่สามารถวิเคราะห์และแสดงผลตามเงื่อนไขความต้องการต่างๆ ที่หลากหลาย ซึ่ง กรมพัฒนาที่ดิน ได้ให้บริการแก่เกษตรกรและผู้สนใจ ทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค แต่ประสบปัญหาการขาดความรู้ในการใช้งานโปรแกรม GIS ของเจ้าหน้าที่ จึงทำให้ไม่สามารถให้บริการข้อมูลทางระบบภูมิสารสนเทศของกรมฯ ได้อย่างถูกต้อง จึงทำให้เกิดการจัดหลักสูตรการฝึกอบรมทาง GIS ขึ้น โดยใช้วิธีการอบรมในห้องอบรม และคัดเลือกวิทยากรมาบรรยาย สำหรับเนื้อหาของการฝึกอบรมมีทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ การจัดฝึกอบรมหลักสูตรดังกล่าว มักจะมีการจัดในทุกปีงบประมาณ จากการจัดฝึกอบรมมักพบปัญหา เรื่อง สื่อที่ใช้ในการอบรม วิธีการจัดเก็บสื่อการอบรม เนื้อหาที่เปลี่ยนไปเนื่องจากมีการเปลี่ยนวิทยากร จึงทำให้ไม่มีมาตรฐานในเนื้อหาจึงทำให้ส่งผลกระทบต่อการรวมถึงการสร้างสื่อที่ไม่เข้ามาตรฐานด้วย

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำเสนอรูปแบบการสร้างสื่อที่มีมาตรฐาน โดยนำหลักการพัฒนาสื่อมาใช้ในการ

ออกแบบสื่อสำหรับใช้อบรม เพื่อให้มีความสอดคล้องระหว่าง วัตถุประสงค์ เนื้อหา และแบบทดสอบ ซึ่งผู้วิจัย เลือกเนื้อหาทางภาคทฤษฎีของหลักสูตรการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ เรื่อง หลักการพื้นฐานระบบภูมิสารสนเทศ ของ กรมพัฒนาที่ดิน โดยนำวิธีการสร้างสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ (Learning Object) มาใช้ในการพัฒนา แต่ในการสร้างสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ผู้สร้างมักจะไม่นำหลักการพัฒนาสื่อมาใช้ และมักไม่กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จึงทำให้สื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุที่สร้างขึ้น ถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างจำกัด เนื่องจากไม่ได้กำหนดความต้องการ ทำให้สื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุส่งผลกระทบต่อตอบสนองความต้องการได้ไม่เต็มที่ จึงทำให้มีการสร้างแบบทดสอบหรือกิจกรรมสั้นๆ เพื่อเป็นการประเมินผลในการสร้างสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุด้วยว่าสามารถดึงดูดความสนใจของผู้อบรมได้หรือไม่ ทั้งนี้ผู้วิจัยต้องการสร้างสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุสำหรับใช้ในการอบรม เพื่อลดปัญหามาตรฐานในเนื้อหาของสื่อการฝึกอบรม รวมถึงการสร้างสื่อที่ไม่เข้ามาตรฐานด้วย นอกจากนี้ผู้วิจัยออกแบบให้สื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ มีความสัมพันธ์กัน ระหว่างวัตถุประสงค์ และแบบทดสอบ เพื่อความสะดวกในการนำสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุกลับมาใช้ในครั้งต่อไป จึงพัฒนาระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ (Learning Object Management System: LOMS) ขึ้น และเชื่อมโยงกับระบบจัดการการเรียนรู้ (Learning Management System:

LMS) เพื่อทดลองการแลกเปลี่ยนข้อมูล ผู้วิจัยเลือกใช้มาตรฐาน E-learning คือ SCORM เนื่องจากเป็นมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับของสากล โดยงานวิจัยนี้พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขในส่วนปัญหาการจัดเก็บสื่อการอบรม การนำสื่อกลับมาใช้ใหม่ การสร้างสื่อให้ได้มาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูล รวมถึงการอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ผู้จัดฝึกอบรมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

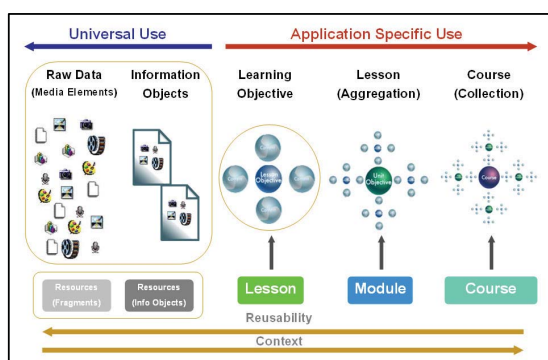
1.2.1 เพื่อพัฒนาระบบจัดการเก็บสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ของ กรมพัฒนาที่ดิน

1.2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพระบบจัดการเก็บสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ

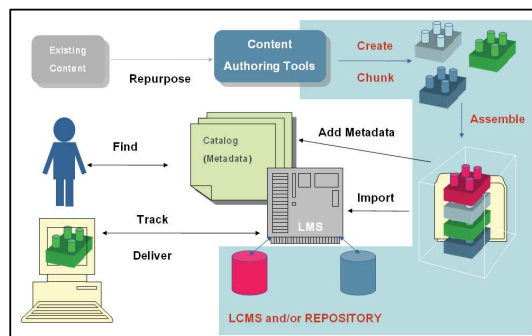
2.เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ (Learning Objects)

คือ สื่อที่เป็นดิจิทัลและไม่เป็นดิจิทัล ที่สามารถสื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหาที่สอนได้ โดยจะเน้นเนื้อหาที่มีความเป็นอิสระในตัวเอง สามารถใช้งานร่วมกับวิชาอื่นๆ ได้ ทั้งนี้สื่ออื่นๆ จะถูกจัดเก็บโดยระบบการจัดการและสามารถเรียกใช้ได้ตามความต้องการ



ภาพที่ 1 สื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุและ Content Object Model []



ภาพที่ 2 การนำสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุกลับมาใช้ใหม่ [3]

2.2 การวิเคราะห์และออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เพื่อนำไปพัฒนาเป็นขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของแต่ละบุคคลมากที่สุด ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) การพัฒนา (Development) การทดลองใช้ (Implementation) และการประเมินผล (Evaluation) [3]

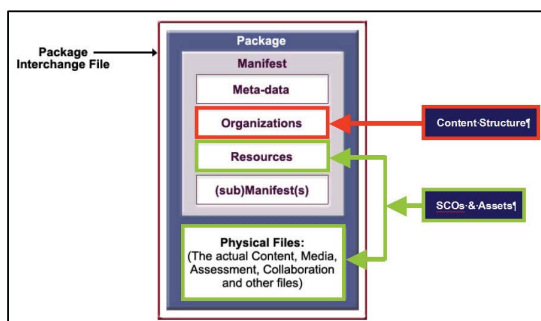
โดยผู้วิจัยนำผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ (Analysis) คือ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาบทเรียน และแบบทดสอบ มาใช้ในการสร้างความสัมพันธ์ของสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ

2.3 มาตรฐาน SCORM

SCORM ย่อมาจาก Sharable Content Object Reference Model ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย สถาบัน Advanced Distributed Learning: ADL กระทรวงกลาโหม สหรัฐอเมริกา (Department of Defense: DOD) และ White House Office of Science and Technology Policy (OSTP) ในปี 1997 ADL มีภารกิจสำคัญคือ พัฒนาและเตรียมความพร้อมให้การเรียนการสอน และการฝึกอบรมเครือข่ายคอมพิวเตอร์ให้มีคุณภาพสูงสุด สามารถเข้าถึงบทเรียนได้ทุกที่ (Anywhere) และทุกเวลา

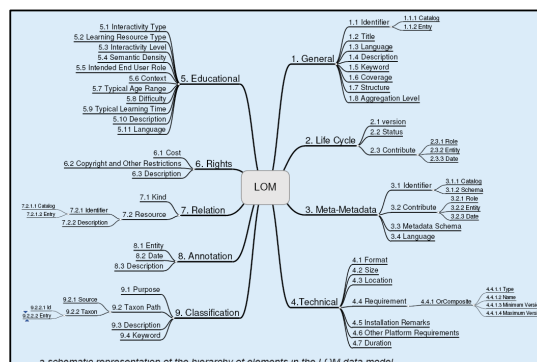
(Anytime) โดยใช้ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

ข้อกำหนดตามมาตรฐาน SCORM บทเรียนจะประกอบด้วยส่วนที่เรียกว่า SCO ซึ่งภายในส่วนนั้นๆ จะประกอบไปด้วยข้อความ ภาพ มัลติมีเดีย (เรียกว่า Digital Asset) ส่วนนั้นๆ เมื่อสร้างขึ้นจะมีการสร้าง Metadata กำกับก่อนที่จะไปทำหีบห่อ (Packaging) หากมองสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ตามมาตรฐานเป็นหีบห่อนี้ จะมีใบขนสินค้า (Manifest) ซึ่งระบุรายละเอียดของสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ โครงสร้างบทเรียนและวิธีนำมาใช้ [4] Learning Objects Metadata เป็นคำอธิบายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เชิงวัตถุ ซึ่งจะระบุถึงความเป็นมา เช่น วัตถุประสงค์ ผู้เรียน รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง ข้อมูลลิขสิทธิ์ เป็นต้น



ภาพที่ 3 SCORM Content Package [4]

ทั้งนี้ Learning Objects Metadata มีทั้งหมด 67 ข้อมูล ในส่วนของ SCORM ไม่จำเป็นต้องใช้ทุกข้อมูล ขึ้นอยู่กับแต่ละองค์กร จะกำหนดความต้องการใช้งานข้อมูล Metadata โดยให้เลือกรหัสจากรายการที่กำหนด และต้องการนิยามให้ชัดเจน เพื่อความเป็นมาตรฐานขององค์กร [2]



ภาพที่ 4 SCORM Content Package [6]

2.4 Learning Content Management System (LCMS)

คือ ระบบบริหารจัดการเนื้อหา เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการนำเข้าเนื้อหาวิชา แบบทดสอบ ข้อสอบ ประเมินผล ความรู้เพิ่มเติม ฯลฯ โดยรูปแบบของเนื้อหาอาจจะนำเสนอเป็นหลากหลายรูปแบบ Digital File ไม่ว่าจะเป็น PDF PowerPoint ข้อความธรรมดา Flash animation clip video ฯลฯ ซึ่งแล้วแต่ความเหมาะสม [7]

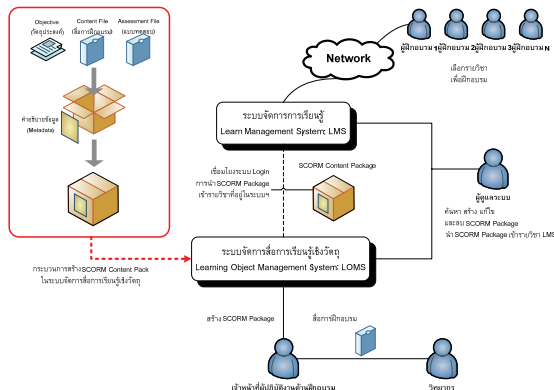
3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาสภาพปัญหา

แบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ การสำรวจสภาพปัญหา การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง และการสรุปปัญหา

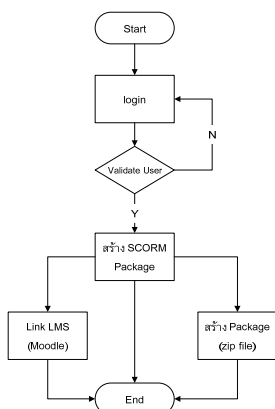
3.2 การวิเคราะห์ระบบและออกแบบระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ

แบ่งขั้นตอนออกเป็น 3 ส่วน คือ การวิเคราะห์ระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ การออกแบบระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ และการออกแบบหน้าจอการทำงานจากระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ



ภาพที่ 6 การทำงานของระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ

การแสดงกระบวนการสร้าง SCORM Content Package ในรูปแบบมาตรฐาน SCORM และภาพรวมของระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ผู้ใช้งานระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ การทำงานของระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ การเชื่อมโยงกับระบบจัดการการเรียนรู้ และการสร้าง SCORM Content Package ที่สร้างขึ้นตามแนวคิดความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ เนื้อหา และแบบทดสอบของผู้วิจัย

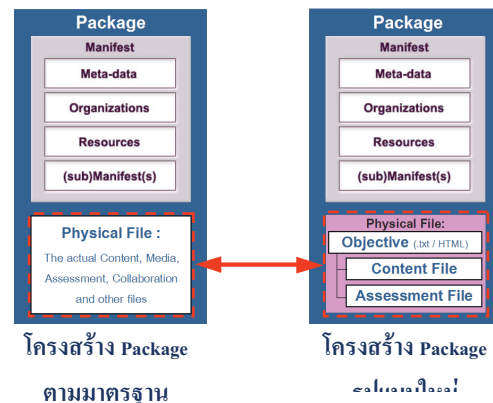


ภาพที่ 7 ภาพรวมของระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ

ภาพที่ 7 เป็นการแสดงการทำงานของระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ โดยจะประกอบไปด้วยการสร้าง

คำอธิบายข้อมูล (Metadata) การสร้าง SCORM Content Package การนำสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุเข้าสู่ระบบจัดการการเรียนรู้ (LMS)

นอกจากนี้ผู้วิจัยเพิ่มข้อมูลให้มีความสอดคล้องกับสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ คือ วัตถุประสงค์ เนื้อหา และแบบทดสอบ ที่สอดคล้องกัน เพื่อสะดวกต่อการใช้งานสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุนั้นๆ มากยิ่งขึ้นได้ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 โครงสร้าง SCORM Content Package

3.3 การพัฒนาระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ

แบ่งหัวข้อดังนี้ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ และวิธีทดสอบระบบทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์

3.4 การทดสอบระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ

ใช้วิธีการทดสอบทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software Engineering) จำนวน 2 วิธี คือ การทดสอบระบบแบบกล่องดำ (Black-Box Testing) และการทดสอบระบบแบบอัลฟ่า (Alpha Testing)

3.5 สรุปผลและรายงานผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำข้อมูลการดำเนินงานในการพัฒนาระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ และการทดสอบระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ มาใช้ในการสรุปผลและรายงานผลการวิจัย

4. ผลของการวิจัย

ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนพัฒนาระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุและส่วนทดสอบระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ

4.1 ส่วนพัฒนาระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ

สามารถสร้าง SCORM Content Package ได้ตามที่โครงสร้างที่ผู้วิจัยเพิ่มความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์ เนื้อหา และแบบทดสอบ เพื่อให้มีความสอดคล้องกัน ได้สำเร็จ โดย Package ที่สร้างขึ้นนั้นเป็นไปตามมาตรฐาน SCORM โดยสามารถสร้าง File ที่มีความสำคัญต่อการแลกเปลี่ยนข้อมูล และสร้างเป็น Zip file ได้จริง

ทั้งนี้ผู้วิจัยสามารถเชื่อมโยงการทำงานกับ LMS ได้สำเร็จ ซึ่ง LMS ที่ผู้วิจัยนำมาทดลอง คือ Moodle version 1.5 ส่วนของการนำ SCORM Package เข้าในรายวิชาของ Moodle เพื่อความสะดวกในการทำงานผ่านหน้าการทำงานของระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ อย่างสมบูรณ์

4.2 ส่วนทดสอบระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ

แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 แบบ คือ การทดสอบระบบแบบกล่องดำ (Black-Box Testing) และการทดสอบระบบแบบอัลฟ่า (Alpha Testing)

4.2.1 การทดสอบระบบแบบกล่องดำ (Black-Box Testing) เป็นการทดสอบที่มุ่งเน้นหาความถูกต้องของการตั้งค่าต่างๆ ของระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ โดยผู้วิจัยเอง ซึ่งผู้วิจัยจะกำหนดชนิดของข้อมูล และกำหนดค่าที่สูงสุด ต่ำสุด ของระบบฯ ที่สามารถรับได้ รวมถึงการแสดงผล เพื่อดูความถูกต้องในการทำงานของซอฟต์แวร์ ตรงตามที่กำหนดหรือไม่โดยไม่คำนึงถึงคำสั่งภายใน จะมีการทดสอบในการกรอกข้อมูลที่ถูกต้อง และข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ในส่วนของกรบันทึกข้อมูลต่างๆ เพื่อการสร้าง SCORM ให้กับ

สื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ การสร้าง File ที่มีความสำคัญต่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลการสร้าง SCORM Content Package รวมถึงการเชื่อมระบบกับ Moodle

4.2.2 การทดสอบระบบแบบอัลฟ่า (Alpha Testing) เป็นการทดสอบระบบโดยเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านการฝึกอบรม ของกรมพัฒนาที่ดิน จำนวน 2 หน่วยงาน สามารถสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบฯ อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.97 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ

ลำดับ	รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับ
1.	การทดสอบระบบฯ โดยการทดสอบเป็นงานๆ ทีละหน้าจอ	4.17	0.71	มากที่สุด
2.	การทดสอบระบบฯ โดยการรวมแต่ละองค์ประกอบเข้าด้วยกัน	3.88	0.78	มาก
3.	การทดสอบการทำงานได้ง่าย และสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้	3.81	0.62	มาก
4.	การทดสอบเพื่อวัดความพึงพอใจการทำงานของระบบฯ	4.03	0.43	มากที่สุด
5.	ทดสอบการทำงานแต่ละส่วนของระบบ	4.10	0.64	มากที่สุด
รวม		3.97	0.63	มาก

5.บทสรุป

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ พัฒนาระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ของ กรมพัฒนาที่ดิน โดยผู้วิจัยสามารถสร้างความสอดคล้องวัตถุประสงค์ เนื้อหา และแบบทดสอบ ทั้งนี้ Package สามารถสร้างได้ตามมาตรฐาน SCORM

5.1 ผลการพัฒนาระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ

ได้ระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ ที่สร้าง Package ได้ตามมาตรฐาน SCORM ให้กับสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ โดยปรับโครงสร้าง SCORM Content

Package ให้เป็นไปตามแนวคิดความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ เนื้อหา และแบบทดสอบของผู้วิจัย ซึ่งระบบฯ สามารถสร้าง File ที่มีความสำคัญต่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ตามข้อกำหนดของมาตรฐาน SCORM รวมถึงการสร้างเป็น SCORM Content Package หรือ Zip file ทั้งนี้ สามารถนำไปใช้จัดการในส่วนของกรจัดการเก็บสื่อการฝึกอบรม ของ กรมพัฒนาที่ดินได้

5.2 ผลการทดสอบระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ

จากการทดสอบระบบทั้ง 2 วิธี คือ การทดสอบระบบแบบกล่องดำ(Black Box Testing) และการทดสอบระบบแบบอัลฟ่า(Alpha Testing) สามารถสรุปผลได้ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการทำงานของระบบจัดการสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ

ลำดับ	รายการทดสอบ	สรุปผลการทดสอบ	
		สำเร็จ	ไม่สำเร็จ
1.	การสร้างมาตรฐาน SCORM ให้กับสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุ	✓	
2.	การปรับปรุงโครงสร้าง SCORM Content Package	✓	
3.	สร้างความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ และเนื้อหา รวมถึงแบบทดสอบ ภายใน SCORM Content Package	✓	
4.	การเชื่อมระบบฯ เข้ากับ LMS คือ Moodle	✓	
5.	การสร้าง SCORM Content Package โดยโครงสร้างใหม่	✓	
6.	การนำ SCORM Package ที่สร้างขึ้นไปใช้บน LMS หรือโปรแกรมที่รองรับมาตรฐาน SCORM	✓	
7.	ระบบฯ สามารถจัดการสื่อการฝึกอบรม ของ กรมพัฒนาที่ดิน ได้	✓	

6.เอกสารอ้างอิง

- [1] กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์, 2543.
- [2] ณัฐฐันรี สุขจิต. สื่อการสอนวิชาการเรียนการสอนแบบอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning). ศูนย์การเรียนรู้เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี. (27 ธันวาคม 2551)

[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา :

www.intercollege.ubu.ac.th/pdf/learning/chapter4.ppt

- [3] มนต์ชัย ทิพนทอง. การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระนครเหนือ, 2545.
- [3] อนุชัย ชีระเรืองไชยศรี. Learning Object: จากมุมมองด้านการเรียนการสอน. (27 ธันวาคม 2550) [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.learnsquare.com/download/seminar2007/Anuchai_present_3.ppt
- [4] สุชาย ชนเสถียร และ อมรรวรณ์ ลิ้มสมมุติ. สกอร์มมาตรฐานอีเลิร์นนิ่งที่ใช้กันทั่วโลก. กรุงเทพฯ : ดิจิเทคนต์, 2549.
- [5] D.Wirth and J. Books. An Introduction to the Advanced Distributed Learning Initiative. [Online] 2006 [cited 2008 November 17] Available from: <http://www.adl.gov>
- [6] IMS Global Learning Consortium Inc. All Rights Reserved. IMS Meta-data Best Practice Guide for IEEE 1484.12.1-2002 Standard for Learning Object Metadata. The IMS Logo is a trademark of IMS Global Learning Consortium, Inc.. [Online] 2004 [cited 2008 November 17] Available from: http://www.imsglobal.org/metadata/mdv1p3pd/imsmd_bestv1p3pd.html
- [7] M. Nichani. How does this affect the learner? The instructional designer?. [Online] [cited 2008 November 17] Available from: <http://www.intemettime.com/Learning/lcms/maish.gif>

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบร่วมมือโดยใช้เทคโนโลยี

Game Online ในการเรียนการสอนวิชาหลักการเขียนโปรแกรม

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

The Development of Computer Assisted Instruction Supported Collaborative

Learning using Online Game Technology

in Principle of Programming at Vocational Certificate Level

จรัญ แสงราช¹ และณัฐพล ฮวดสุนทร²

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: ¹ jsr@kmutnb.ac.th, ² naraki-s1@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อนำเสนอวิธีการพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบร่วมมือโดยใช้เทคโนโลยี Game Online ในการเรียนการสอนวิชาหลักการเขียนโปรแกรม เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้นกับผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือรูปแบบปกติ และเพื่อหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่ได้ใช้งานบทเรียนที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้น และกลุ่มควบคุมเรียนด้วยรูปแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ บทเรียนที่พัฒนาแบบประเมินพฤติกรรมในการทำงานเป็นกลุ่มของผู้เรียน แบบทดสอบระหว่างบทเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนในการใช้งานบทเรียน ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.39/84.27 พฤติกรรมในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้น ดีกว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบปกติ ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนที่พัฒนาขึ้น ทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิควิธีอยู่ในระดับดี สรุปได้ว่าบทเรียนที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถนำไปใช้งานกับกลุ่มเป้าหมายได้และนำไปเป็นต้นแบบในการพัฒนาในรายวิชาต่างๆ ได้

คำสำคัญ : บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบร่วมมือ เทคโนโลยีเกมออนไลน์

Abstract

The purposes of this article are to present the development process of the Computer Assisted Instruction Supported Collaborative Learning using Online Game Technology (CAISCL-OGT) in Principle of Computer Programming, to compare the teamwork behavior of students, and to find out the students satisfaction after using the developed CAISCL-OGT. The sampling group is divided into 2 groups: experimental group, learn with the developed CAISCL-OGT, and controlled group, learn with the traditional classroom collaborative learning. Tools using in this research are the developed CAISCL-OGT, post test, summative test, teamwork behavior evaluation form, and questionnaires. The results show that, firstly, the efficiency of the developed CAISCL-OGT is 85.39/84.27. Secondly, the teamwork behavior of experimental group is higher than controlled group. Thirdly, the student satisfaction is at high level in content and learning methodology. In conclusion, we can apply this CAISCL-OGT to the target group and use as prototype to develop other subject.

Keywords: CAISCL-OGT, Game Online Technology

1. บทนำ

วิชาหลักการเขียนโปรแกรม เป็นวิชาในสาขางานคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่มี การศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการ ขั้นตอนวิธี การวิเคราะห์ปัญหา การเขียนโปรแกรม กระบวนการทำงานในหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ ตรรกะกับเซต ตรรกะกับการ แก้ไขปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ การเขียนผังงาน การเขียนรหัสเทียม การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมขนาดเล็ก ซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานสำคัญที่ ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจโดยนำความรู้ความเข้าใจที่ได้ไปผ่านกระบวนการทางความคิดและนำไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรมต่อไปในอนาคต

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับผลการเรียน ของผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 สาขา คอมพิวเตอร์ธุรกิจ ในวิชาหลักการเขียนโปรแกรม ในปี การศึกษา 2548 จำนวน 67 คน และในปีการศึกษา 2549 จำนวน 66 คน ของโรงเรียนวณิชพาณิชย์การ พบว่ามี

ผู้เรียนที่มีผลการเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ (ได้เกรด 0) ในปี การศึกษา 2548 จำนวน 21 คน คิดเป็น 30% และในปี การศึกษา 2549 จำนวน 18 คน คิดเป็น 24% การที่ผล การเรียนไม่ผ่านเกณฑ์หรือมีผลการเรียนไม่สมบูรณ์นั้น จากการสัมภาษณ์และสอบถามในเบื้องต้นกับครูผู้สอน พบว่า ผู้เรียนขาดความสนใจในการเรียนรู้เนื้อหาของ บทเรียนและขาดส่งงานตามที่ผู้สอนได้กำหนดให้ส่ง (ในแผนกกิจกรรมการเรียนการสอน) และยังพบอีกว่า งานที่ผู้สอนได้กำหนดหรือมอบหมายนั้นส่วนใหญ่มี ลักษณะงานที่ต้องร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่ม จาก การศึกษาดังกล่าวข้างต้นทำให้สามารถสรุปสาเหตุ หลักๆ ที่ทำให้ผลการเรียนของผู้เรียน ไม่ผ่านเกณฑ์ หรือ ไม่สมบูรณ์ ได้แก่ ผู้เรียนขาดความสนใจในการ เรียนรู้เนื้อหาของบทเรียน เนื่องจากเทคนิคหรือการ ใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาของผู้สอนยังไม่สร้าง แรงจูงใจในการเรียนได้ และการที่ผู้เรียนขาดส่งงาน ตามที่ผู้สอนได้กำหนดให้ส่ง เนื่องจากผู้เรียนขาด

ทักษะการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม หรือ ไม่มีเครื่องมือสนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่ม

จากสาเหตุดังกล่าวผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการแก้ไขปัญหานี้ในเบื้องต้นพบว่า สามารถแก้ไขได้โดยการปรับเปลี่ยนรูปแบบการนำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์และเครือข่าย มาเป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการเรียนรู้การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้เนื้อหาของบทเรียน

การวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ศึกษาการนำเทคโนโลยี Game Online มาใช้สนับสนุนในการจัดรูปแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือ โดยเฉพาะเกมประเภท MMORPG (Massively Multiplayer Online Role-Playing Game) [1] ที่ผู้เล่นหลายคนเข้ามาเล่นในเวลาเดียวกัน และเสมือนอยู่ในโลกเดียวกัน โดยผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และผู้เล่นแต่ละคนจะสวมบทบาทเป็นตัวละครตัวหนึ่งในโลกนั้นด้วย ซึ่งทำให้ผู้เล่นสามารถพบปะ และมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เล่นอื่นได้หลากหลายอย่างอิสระการนำเสนอเนื้อหาและการจัดกิจกรรมของบทเรียนในรูปแบบการจัดการเรียนแบบร่วมมือ ผ่านการเรียนรู้ระบบดังกล่าวจะทำให้เกิดความสนุกสนานและเพลิดเพลินในการเรียน ทำให้การเรียนรู้ที่ได้เกิดจากแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) ซึ่งจะทำให้มีผลการเรียนที่ดีกว่าการเรียนรู้แบบปกติ และยังช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะทางสังคม และทักษะการทำงานร่วมกันของกลุ่ม ส่งผลให้เกิดความสัมพันธ์ของเพื่อนร่วมชั้นและปฏิสัมพันธ์ที่มีต่อกันในสังคม [2] ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ส่งผลต่อการดำเนินชีวิตและการทำงานในอนาคตของผู้เรียน

ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบร่วมมือ โดยใช้เทคโนโลยี Game Online ในการเรียนการสอนวิชาหลักการเขียนโปรแกรม เพื่อ

เปรียบเทียบพฤติกรรมในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มของผู้เรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นกับผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนแบบร่วมมือในรูปแบบปกติ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบร่วมมือที่พัฒนาขึ้น

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยี Game Online แบบ MMORPG

ลักษณะของเกมประเภท MMORPG [1] เป็นเกมที่ผู้เล่นหลายคนเข้ามาเล่นในเวลาเดียวกัน โดยผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และผู้เล่นแต่ละคนจะสวมบทบาทเป็นตัวละครตัวหนึ่งในเกมนั้น เกมที่คณะผู้วิจัยได้นำมาเป็นกรณีศึกษาในครั้งนี้ได้แก่ เกม Ragnarok Online [3] ซึ่งพื้นฐานโดยทั่วไปในการเล่นเกมนั้นคือการกำจัดสัตว์ประหลาด (Monster) เพื่อสะสมสิ่งของ (Item) และได้รับค่าประสบการณ์เพื่อนำมาพัฒนาทักษะของตนเอง (Skill) หรือพัฒนาความสามารถของตนให้สูงขึ้น (Status) นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการใช้ลักษณะเด่นในตัวเองรวมไปถึงการใช้อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อนำไปใช้สนับสนุนผู้เล่นอื่นๆ ได้อีกด้วย

2.1.1 โปรแกรมระบบ

สำหรับการทำงานของเกม Ragnarok Online ที่ผู้วิจัยได้ทำศึกษานั้น มีการติดตั้งโปรแกรม 2 ประเภทด้วยกันคือ

2.1.1.1 โปรแกรมสำหรับเครื่องแม่ข่าย เป็นโปรแกรมที่มีหน้าที่ให้บริการเครื่องลูกข่ายในการเข้าเล่นเกม จะประกอบด้วย 4 โปรแกรมหลัก คือ

- โปรแกรม Server สำหรับให้บริการผู้เล่นเกม ประกอบด้วย Login Server ทำหน้าที่ให้บริการการล็อกอินเข้าสู่เกม Char Server ทำหน้าที่ให้บริการจัดการตัวละครของผู้เล่นที่ผ่านการล็อกอิน และ Map

Server ทำหน้าที่ให้บริการเกี่ยวกับการจัดการแผนที่และสภาพแวดล้อมต่างๆ เพื่อโต้ตอบกับผู้เล่น

- โปรแกรมฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลของผู้เล่น โดยในส่วนของฐานข้อมูลจะประกอบด้วยตารางสำหรับเก็บข้อมูลต่างๆ เช่น ตารางเก็บข้อมูลสำหรับการล็อกอินเข้าเล่นเกมสำหรับผู้เล่น เป็นต้น

- โปรแกรมสำหรับให้บริการผู้เล่นในการลงทะเบียนและตรวจสอบข้อมูลต่างๆ ผ่านทางเว็บไซต์

- โปรแกรมสำหรับทำหน้าที่จำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ให้สามารถใช้ Domain Name แทนหมายเลข IP ในการติดต่อกับเครื่องลูกข่าย

2.1.1.2 โปรแกรมสำหรับเครื่องลูกข่าย เป็นโปรแกรมที่ผู้เล่นใช้ในการติดต่อกับเครื่องแม่ข่ายเพื่อเข้าเล่นเกม

2.1.2 องค์ประกอบของเกม ประกอบด้วย

2.1.2.1 Player คือ ตัวละครของผู้เล่นในเกม ซึ่งผู้เล่นสามารถเลือกบทบาทให้กับตัวละครที่สร้างได้

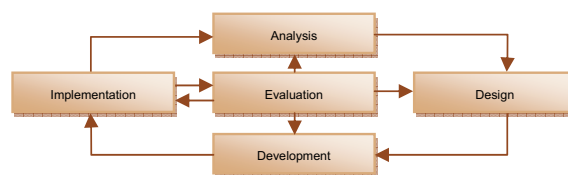
2.1.2.2 NPC (Non Player Character) คือ สิ่งที่ถูกสร้างขึ้นโดยคำสั่งของผู้พัฒนาเกมสำหรับใช้ในการโต้ตอบกับผู้เล่น เช่น NPC สำหรับให้ข้อมูลในการเล่นเป็นต้น

2.1.2.3 Monster คือ สัตว์ประหลาดที่ถูกสร้างขึ้นในเกม เป็นส่วนที่จะทำให้ผู้เล่นเกิดความตื่นเต้นเร้าใจเมื่อได้ทำการต่อสู้

2.1.2.4 Item คือ สิ่งของต่างๆ ที่ถูกสร้างขึ้นในเกม โดยสิ่งของที่ถูกสร้างขึ้นนี้สามารถแบ่งได้หลายชนิด เช่น Item ที่เป็นเครื่องแต่งกาย อาวุธ และ Card เป็นต้น

2.2 การออกแบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE

สำหรับการออกแบบการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยี Game Online นั้น ได้นำทฤษฎีการออกแบบการเรียนการสอนรูปแบบ ADDIE [4] มาประยุกต์ใช้ดังนี้



ภาพที่ 1 : แสดงขั้นตอนการออกแบบบทเรียน

คอมพิวเตอร์ตามแนวทางของรูปแบบการสอน ADDIE Model

2.2.1 การวิเคราะห์ (Analysis) ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้ การกำหนดหัวเรื่องและวัตถุประสงค์ทั่วไป การวิเคราะห์ผู้เรียน การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และการวิเคราะห์เนื้อหา

2.2.2 การออกแบบ (Design) ประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละส่วน ดังนี้ การออกแบบบทเรียน ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา แบบทดสอบก่อนเรียน สื่อ กิจกรรมวิธีการนำเสนอ และแบบทดสอบหลังบทเรียน เป็นต้น การออกแบบผังงาน (Flowchart) และการออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Storyboard) การออกแบบหน้าจอภาพ (Screen Design) ซึ่งเป็นการจัดพื้นที่ของหน้าจอภาพเพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหา ภาพ และส่วนประกอบอื่น ๆ

2.2.3 การพัฒนา (Development) ประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละส่วน ดังนี้ การเตรียมการ เกี่ยวกับองค์ประกอบ ได้แก่ การเตรียมข้อความ การเตรียมภาพ การเตรียมเสียง และการเตรียมโปรแกรมจัดการบทเรียน เป็นต้น การสร้างบทเรียน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดการ เพื่อเปลี่ยนสตอรี่บอร์ดให้กลายเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการสร้างเอกสารประกอบการเรียน

2.2.4 การนำไปใช้ (Implementation) เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปใช้ โดยใช้กับกลุ่มตัวอย่างย่อย เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของบทเรียนในขั้นต้น

และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมทางด้านเนื้อหาและด้านวิธีการนำเสนอบทเรียน จากนั้นจึงทำการปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปใช้

2.2.5 การประเมินผล (Evaluation) จะทำการประเมินถึงประสิทธิภาพของบทเรียนที่พัฒนาขึ้น

2.3 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ [5] เป็น การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนตั้งแต่สองคนขึ้นไป หรือโดยการแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำกิจกรรมร่วมกัน โดยในกลุ่มประกอบด้วย สมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพากัน มีความรับผิดชอบร่วมกัน ทั้งในส่วนตนและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งวิธีการที่นำมาประยุกต์ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

2.3.1 การเรียนแบบ Student Teams Achievement Division (STAD) ดำเนินการโดยการจัดกลุ่มผู้เรียนความสามารถกัน แล้วมอบหมายให้ศึกษาเนื้อหาสาระสาระนั้นร่วมกัน จากนั้นให้ผู้เรียนแยกทำแบบทดสอบในแต่ละตอน แล้วนำคะแนนของสมาชิกแต่ละคนมารวมกันเป็น “คะแนนของกลุ่ม” กลุ่มที่ได้คะแนนรวมสูงสุด จะได้รับการยกย่อง ชมเชย และบันทึกสถิติไว้

2.3.2 การเรียนแบบ JIGSAW ดำเนินการโดยการจัดกลุ่มผู้เรียนความสามารถกัน กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่า Home Group แล้วมอบหมายให้สมาชิกในกลุ่มศึกษาเนื้อหาสาระคนละ 1 ส่วน และหาคำตอบในประเด็นปัญหาที่ผู้สอนมอบหมายให้ จากนั้นให้สมาชิกในกลุ่ม แยกย้ายไปรวมกับสมาชิกกลุ่มอื่นซึ่งได้รับเนื้อหาเดียวกัน ตั้งเป็น Expert Group ขึ้นมา และร่วมกันทำความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นอย่างละเอียด และร่วมกันอภิปรายหาคำตอบประเด็นปัญหาที่ผู้สอน

มอบหมาย จากนั้นให้สมาชิกแยกย้ายกลับไปยังกลุ่มเดิมแล้วช่วยสอนสมาชิกในกลุ่มให้เข้าใจในสาระที่ตนได้ศึกษามา ซึ่งจะทำให้สมาชิกทุกคนก็จะได้เรียนรู้ภาพรวมของสาระทั้งหมด จากนั้นสมาชิกทุกคนทำแบบทดสอบ แต่ละคนจะได้คะแนนเป็นรายบุคคล และนำคะแนนของทุกคนมารวมกัน เป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด ได้รับรางวัลประเมินการเรียนรู้ ครูประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งทางด้านปริมาณ และคุณภาพ โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในการประเมิน

2.3.3 การเรียนแบบ Team Games Tournament (TGT) ดำเนินการโดยจัดกลุ่มผู้เรียนความสามารถกันกลุ่มละ 4 คน เรียกว่า Home Group ให้สมาชิกศึกษาเนื้อหาสาระร่วมกัน จากนั้นให้สมาชิกแต่ละคนแยกย้ายกันเป็นตัวแทนกลุ่ม ไปแข่งขันกับกลุ่มอื่น โดยจัดกลุ่มแข่งขันตามความสามารถ เรียกว่ากลุ่มแข่งขัน กำหนดให้มีสมาชิกกลุ่มละ 4 คน จากนั้นสมาชิกในกลุ่มแข่งขัน เริ่มแข่งขัน เมื่อแข่งขันเสร็จแล้ว ให้สมาชิกกลับไปกลุ่มเดิม แล้วนำคะแนนที่ได้แต่ละคนได้รวมเป็นคะแนนของกลุ่ม

3. การดำเนินการวิจัย

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

3.1.1 ลักษณะรายวิชาหลักการเขียนโปรแกรม

3.1.2 ความสำคัญของหัวข้อที่ใช้อยู่สำหรับการเรียนการสอน

3.1.3 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน

3.1.4 ลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหา

3.1.5 รูปแบบสำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบ
ร่วมมือในบทเรียน ได้แก่แบบ STAD แบบ Jigsaw และ
แบบ TGT

3.1.6 แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของผู้เรียน

3.1.7 กลุ่มผู้เรียน

3.1.8 รูปแบบการประเมินผลผู้เรียน

3.2 การออกแบบบทเรียน

3.2.1 ออกแบบโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนแบบร่วมมือที่ทำการพัฒนาเป็นแบบเชิงเส้น
ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่ง่ายที่สุดในการจัดการแฟรม
เนื้อหา

3.2.2 ออกแบบเค้าโครงเรื่องและบทดำเนินเรื่องใน
บทเรียน โดยบทดำเนินเรื่องที่ออกแบบจะมีลักษณะ
เป็นลำดับขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบ
ของการเรียนรู้แบบร่วมมือตามที่กำหนดไว้ในแต่ละ
บทเรียน ดังภาพที่ 2

บทเรียนที่ 1 ทฤษฎีเกี่ยวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์

วัตถุประสงค์ของบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ
ความหมายและประเภทของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน

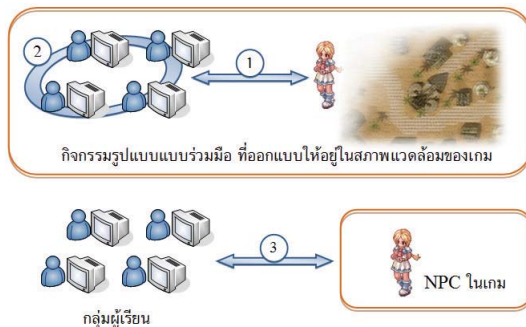
1. บอกความหมายของโปรแกรมคอมพิวเตอร์
2. บอกลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภท โปรแกรมระบบ
3. บอกลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภท โปรแกรมสำเร็จรูป
4. บอกลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภท โปรแกรมประยุกต์

จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้รูปแบบ **STAD**

บทดำเนินเรื่อง:

1. เริ่มต้น ให้ผู้เรียนไปรับภารกิจกับ NPC: อ.ฉัฐพล ซึ่งอยู่นอกโรงเรียน
โดย NPC: อ.ฉัฐพล จะบอกให้ผู้เรียน ไปร่วมกันทำภารกิจ 3 อย่าง เพื่อ
รวบรวมไอเทมสำหรับนำมาสร้างตำราหลักการเขียน โปรแกรมบทที่ 1
ซึ่งมีดังนี้
 - 1) ค้นหาไอเทมการ์ดความหมายของโปรแกรม 3 ส่วน ซึ่งอยู่กับ
มอนสเตอร์ 3 ตัว แล้วนำข้อมูลที่ได้จากไอเทมมาร่วมกันศึกษาและ
ทำความเข้าใจกันภายในกลุ่มจนสมาชิกทุกคนในกลุ่มมีความเข้าใจ
เกี่ยวกับความหมายของโปรแกรม แล้วจึงไปพบกับ NPC: อ.ฉัฐ
พล เพื่อทบทวนความเข้าใจก่อนทำภารกิจต่อไป
 - 2) ให้ผู้เรียนไปพบกับ NPC บรรณารักษ์ ซึ่งอยู่ในห้องสมุดของ
โรงเรียน N.Ro School เพื่อค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ ประเภทของ
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ แล้วนำความรู้ที่ได้จากการค้นคว้ามา
อธิบายให้สมาชิกในกลุ่มเข้าใจเกี่ยวกับประเภทของโปรแกรม
คอมพิวเตอร์
 - 3) ค้นหาไอเทมใบบันทึกข้อมูล โปรแกรมประเภทต่างๆ ซึ่งอยู่กับ
มอนสเตอร์ 3 ตัว แล้วนำข้อมูลที่ได้จากไอเทมมาร่วมกันศึกษาและ
ทำความเข้าใจกันภายในกลุ่มจนสมาชิกทุกคนในกลุ่มมีความเข้าใจ
เกี่ยวกับตัวอย่างของ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทต่างๆ แล้วจึง
ไปพบกับ NPC: อ.ฉัฐพล เพื่อทบทวนความเข้าใจก่อนเข้าทดสอบ
ความรู้ท้ายบทเรียน
2. ผู้เรียนที่ผ่านการทบทวนความรู้จาก NPC: อ.ฉัฐพล แล้ว จะเข้าสู่การ
ทดสอบความรู้ท้ายบทเรียน โดย NPC: อ.สุจิต จะทำหน้าที่ในการ
ทดสอบความรู้ของผู้เรียน
3. หลังจากที่ได้ผู้เรียนผ่านการทดสอบความรู้แล้ว จะกลับมาพบกับ NPC:
อ.ฉัฐพล อีกครั้งเพื่อนำไอเทมที่ได้รวบรวมมาไปสร้างเป็นตำรา

ภาพที่ 2 : ตัวอย่างแบบดำเนินเรื่อง



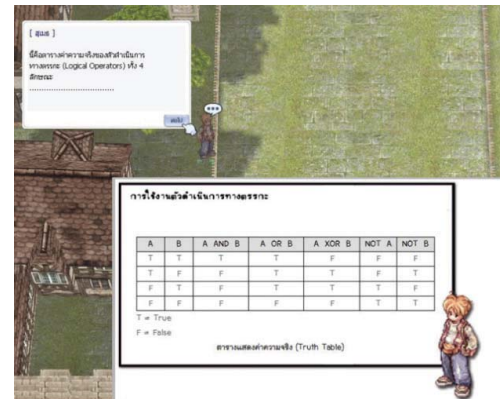
ภาพที่ 3 : ตัวอย่างการออกแบบลำดับขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

จากภาพที่ 3 เป็นตัวอย่างแสดงขั้นตอนการนำเสนอกิจกรรมที่ใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยหมายเลข 1 คือขั้นตอนที่ผู้เรียนเข้าติดต่อกับ NPC ในเกมเพื่อรับทราบข้อมูลและเริ่มเข้าสู่กิจกรรมในบทเรียน หมายเลข 2 คือขั้นตอนที่ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมในรูปแบบความร่วมมือที่ออกแบบให้อยู่ในสภาพแวดล้อมของเกม และหมายเลข 3 คือ ขั้นตอนที่ผู้เรียนเข้ารับการทดสอบความรู้กับ NPC หลังจากการทำกิจกรรมของบทเรียน

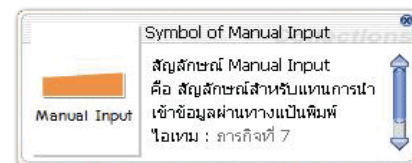
3.2.3 การออกแบบเนื้อหาที่ใช้ในการนำเสนอของบทเรียนเนื่องจากข้อมูลหรือเนื้อหาที่จะใช้นำเสนอในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบร่วมมือ โดยใช้เทคโนโลยี Game Online สามารถนำเสนอได้ 2 ลักษณะ คือ

- นำเสนอในลักษณะของข้อมูลที่ได้รับจาก NPC ดังแสดงในภาพที่ 4
- นำเสนอในลักษณะของข้อมูลที่ได้รับจาก Item ดังแสดงในภาพที่ 5

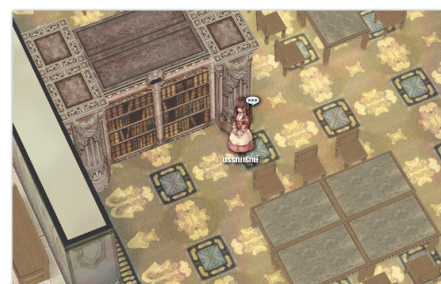
3.2.4 การออกแบบสภาพแวดล้อมในเกมให้เหมาะสมกับรูปแบบของกิจกรรมและการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังในแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 4 : ตัวอย่างการออกแบบเนื้อหาสำหรับนำเสนอผ่าน NPC



ภาพที่ 5 : ตัวอย่าง การออกแบบเนื้อหาสำหรับนำเสนอผ่าน Item



ภาพที่ 6 : ตัวอย่าง การกำหนดตำแหน่งที่ตั้งสำหรับการดำเนินกิจกรรมของบทเรียนในเกม

3.3 การพัฒนาบทเรียน

ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

3.3.1 การเขียนคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของ NPC ดังแสดงในภาพที่ 7

3.3.2 การทดสอบบทเรียนในส่วนต่างๆ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบการทำงานเบื้องต้นโดยคณะผู้วิจัย ได้แก่ การทดสอบการเชื่อมต่อจากเครื่องลูกข่ายในการเข้าใช้บริการจากเครื่องแม่ข่าย การทดสอบ

การทำงานของ NPC การทดสอบการแสดงผลของข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ที่นำเสนอผ่านทาง NPC และ Item

```
ลำดับขั้นตอนการโต้ตอบกับ NPC

(เริ่มต้นการทำงานของ NPC)
"สวัสดีครับ ..";
"คุณต้องการให้ผมอธิบายเรื่อง ค่าคงที่ และ ตัวแปร ใช่หรือเปล่าครับ ?";
next;
menu

"ใช่เลย ..,ใช่ยัง Enter_AC5;

Enter_AC5:
"เอาละ ตอนนี้ให้ดูค่าคงที่กับตัวแปรที่เราเรียนไว้ให้พร้อมนะ";
"ผมจะเริ่มสอนเรื่อง ค่าคงที่ และ ตัวแปร เสียหน่อยละ ..";
next;

Enter_AC5a:
mes "ค่าคงที่ คือ ..";
mes "ค่าของข้อมูลที่ถูกกำหนดขึ้น หรือกำหนดไว้กับตัวแปรเพื่อนำไปใช้งาน โดยค่าคงที่ จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้เมื่อโปรแกรมกำลังทำงาน ซึ่งค่าคงที่สามารถเป็นได้ทั้งตัวเลข, ตัวอักษร หรือ ข้อความ เช่น A = B + 2 จากตัวอย่าง 2 ข้อค่าคงที่ เป็นดังนี้";
next;
แสดงภาพ (ตัวอย่างลักษณะของค่าคงที่ทั้ง 2 ชนิด)
"ค่าคงที่ สามารถแบ่งออกได้ เป็น 2 ชนิด คือ";
" 1. ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String Constants) ";
" 2. ค่าคงที่ชนิดตัวเลข (Numeric Constants) ";
next;
```

ภาพที่ 7: ตัวอย่างคำสั่งสำหรับควบคุม NPC

3.3.3 การทดสอบบทเรียนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยในขั้นตอนนี้จะเป็นการให้กลุ่มนักเรียนจำนวน 4-8 คน เข้าใช้งานบทเรียนเพื่อช่วยกันตรวจสอบหาข้อผิดพลาดในการทำงานของบทเรียน

3.3.4 การประเมินบทเรียนทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิควิธีการโดยผู้เชี่ยวชาญด้านละ 3 ท่าน โดยสรุปอยู่ในเกณฑ์ดี ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	3	5.0	ความหมาย
ด้านเนื้อหา	4.42	0.20	ดี
- เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	4.42	0.21	ดี
- ภาพประกอบและการใช้ภาษา	4.33	0.20	ดี
- แบบทดสอบและการประเมินผล	4.50	0.19	ดีมาก
ด้านเทคนิควิธีการ	4.35	0.23	ดี
- เทคนิคเนื้อหาของบทเรียน	4.56	0.30	ดีมาก
- เทคนิคการจัดกิจกรรมแบบร่วมมือในบทเรียน	4.42	0.21	ดี
- เทคนิคการใช้มัลติมีเดียในเกม	4.25	0.19	ดี
- เทคนิคออกแบบการมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน	4.19	0.20	ดี

3.3.5 การปรับปรุงบทเรียนในส่วนที่ได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิค

3.4 การจัดเก็บข้อมูล

ในการจัดเก็บข้อมูลนั้น คณะผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2 สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ โรงเรียนวานิชพาณิชย์การ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 64 คน ออกเป็น 2 กลุ่ม เท่าๆ กัน เพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลองจะเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมจะเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือรูปแบบปกติ ทั้งนี้ได้มีการการเตรียมสถานที่ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนที่ทำการวิจัย และการสร้างคู่มือสำหรับการใช้งานบทเรียนด้วย

4. ผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินการวิจัย การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบร่วมมือโดยใช้เทคโนโลยี Game Online ในการเรียนการสอนวิชาหลักการเขียนโปรแกรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ได้ผลดังนี้

4.1 การพัฒนาบทเรียน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 7 บทเรียนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ 3 แบบดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ชื่อบทเรียนและรูปแบบการจัดกิจกรรม

บทเรียนที่	เรื่อง	รูปแบบการจัดกิจกรรม
1	ทฤษฎีเกี่ยวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์	STAD
2	ทฤษฎีเกี่ยวกับภาษาคอมพิวเตอร์และโปรแกรมแปลภาษา	STAD
3	ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูล	STAD
4	ทฤษฎีการวิเคราะห์งาน	Jigsaw
5	ทฤษฎีเกี่ยวกับตัวดำเนินการ	TGT
6	ขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์	STAD
7	เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์	STAD

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียน

คณะผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองกับกลุ่มทดลอง โดยให้ผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และหลังจากที่ผู้เรียนได้ทำการศึกษาจนครบทุกบทเรียนแล้วได้กำหนดให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบความรู้เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผลการทำแบบทดสอบแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งพบว่า บทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.39/84.27

ตารางที่ 3 : ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียน

คะแนนสอบ	N	คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	ประสิทธิภาพ
คะแนนระหว่างเรียน (E1)	32	40	34.16	85.39 %
คะแนนผลสัมฤทธิ์ (E2)	32	30	25.28	84.27 %

4.3 การวิเคราะห์พฤติกรรมในการทำงานร่วมกัน

คณะผู้วิจัยดำเนินการโดยให้ผู้เรียนทำแบบประเมินพฤติกรรมในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มหลังจากที่ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมในการเรียนการสอนจนครบทุกบทเรียน ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4 ซึ่งสรุปได้ว่าพฤติกรรมในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบร่วมมือโดยใช้เทคโนโลยี Game Online ดีกว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนแบบร่วมมือในรูปแบบปกติ

ตารางที่ 4 : ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมในการทำงาน

ร่วมกันเป็นกลุ่มของผู้เรียน

กลุ่ม	จำนวนคน	ค่าเฉลี่ย	ค่าความแปรปรวน	t _{คำนวณ}	t _{ตาราง}
กลุ่มทดลอง	32	9.50	0.77	5.99	1.6698
กลุ่มควบคุม	32	8.06	1.09		

df = 62 , $\alpha = .05$

4.3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน

คณะผู้วิจัยดำเนินการ โดยให้ผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นตอบแบบประเมินความพึงพอใจ หลังจากที่ได้ทำการศึกษา

จนครบทุกบทเรียนแล้ว ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 5 ซึ่งสรุปได้ว่า

ตารางที่ 5 : ผลของการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนที่พัฒนา

รายการประเมินประเมิน	จำนวน	S.D.	ความหมาย
โดยภาพรวม	4.47	0.15	ดี
ด้านเนื้อหาบทเรียน	4.41	0.12	ดี
ด้านเทคนิควิธีการ	4.52	0.17	ดีมาก

5. สรุปผล

จากประเด็นปัญหาที่คณะผู้วิจัยได้นำเสนอไปแล้ว ในบทนำนั้น มี 2 ประเด็นหลักได้แก่ ผู้เรียนขาดความสนใจในการเรียนรู้เนื้อหาของบทเรียนและขาดทักษะในการทำงานเป็นกลุ่ม ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ผ่านเกณฑ์นั้น ผลจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้พบว่า การนำเทคโนโลยี Game Online มาใช้ในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนนั้น ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจะสูงขึ้น มีส่วนช่วยให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาได้ดีขึ้น สามารถสร้างแรงจูงใจภายในสำหรับการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้ดีกว่ากระบวนการในการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ทำให้ผู้เรียนมีปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและคุ้นเคยกับการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งก่อให้เกิดผลดีต่อพฤติกรรมในการเรียนรู้โดยรวมของผู้เรียนทั้งหมดในชั้นเรียน และจุดเด่นประการหนึ่งคือ ผู้เรียนสามารถฝึกทบทวนความรู้และทำกิจกรรมต่างๆ ที่มีอยู่ในบทเรียนนอกเวลาเรียนได้อย่างสะดวก ทำให้การเรียนรู้และพฤติกรรมในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มของผู้เรียนไม่ถูกจำกัดไว้เพียงในห้องเรียนแต่สามารถที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันที่บ้าน อีกทั้งผู้เรียนยังสามารถที่จะได้ตอบกับเพื่อนร่วมชั้นรวมทั้งอาจารย์ผู้สอนผ่านทางบทเรียนได้ ซึ่งทำให้

ข้อจำกัดในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนลดลง และส่งผลที่ต่อความพึงพอใจของผู้เรียนด้วย

กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

6. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบร่วมมือ ที่นำเทคโนโลยี Game Online มาประยุกต์ใช้นั้นมีผลดีหลายประการ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรมีการนำหลักการดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่นๆ ควรมีการนำหลักการการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบอื่น ๆ มาประยุกต์ใช้เช่น Problem Based Learning, Constructivist เป็นต้น และอาจจะสร้างเป็นระบบโรงเรียนเสมือน โดยรองรับการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ที่มีอยู่ในโรงเรียน เช่นการเรียนเสริมในบางรายวิชาที่ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมาเรียนในห้องเรียน การค้นคว้าหาข้อมูลหรือการปรึกษาอาจารย์ผู้สอนผ่านทางระบบของเกม ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของระบบการศึกษาทางไกลนั่นเอง

7. บรรณานุกรม

- [1] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. MMORPG [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://en.wikipedia.org/wiki/MMORPG>. (สืบค้นวันที่ 3 เมษายน 2551).
- [2] Johnson, D.W. and Johnson, R.T. *Learning Together and Alone: Cooperative, Competitive, and Individualistic Learning*. (4th edition). Needham Heights, Mass.: Allyn & Bacon, 1994.
- [3] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. Ragnarok_online [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://en.wikipedia.org/wiki/Ragnarok_online (สืบค้นวันที่ 3 เมษายน 2551)
- [4] มนต์ชัย เทียนทอง. *การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- [5] ทิสนา แฉมฉฉ. *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 6.

การพัฒนาค้นคืนภาพด้วยสีและลดลายโดยใช้คอร์รีโลแกรมรูปแบบไบนารี และมิติแฟร็กทัล

นางสาวไข่มุก สรรพวุธ

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

khaimooks@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

แม้ว่าสีเป็นลักษณะเฉพาะของภาพที่สำคัญในระบบการค้นคืนภาพด้วยเนื้อหา แต่สีไม่สามารถแยกกลุ่มภาพที่มีสีเดียวกันแต่ลดลายต่างกันออกจากกันได้ ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการใช้ลักษณะเฉพาะทางสีและลดลายร่วมกันในการค้นคืนภาพ โดยใช้คอร์รีโลแกรมรูปแบบไบนารีในการถอดลักษณะเฉพาะทางสีและมิติแฟร็กทัลในการถอดลักษณะเฉพาะทางลดลายด้วยการใช้เทคนิคมิติแฟร็กทัลบ็อกซ์เคาน์ติ้ง ซึ่งมีปัจจัยหลักสองปัจจัยที่จะพิจารณาในวิทยานิพนธ์นี้ คือ ขนาดของ *s-block* และการกำหนดน้ำหนักของเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะเพื่อผสมผสานลักษณะเฉพาะของภาพ ผลการวิจัยหลังการกำหนดค่าที่เหมาะสมให้กับปัจจัยทั้งสอง พบว่า ค่าความแม่นยำเฉลี่ย เท่ากับ ร้อยละ 42.98 และค่าการเรียกกลับคืนเฉลี่ย เท่ากับ ร้อยละ 17.19 นอกจากนี้เวลาที่ใช้ในการประมวลผลทั้งการถอดลักษณะเฉพาะของภาพ และการค้นคืนภาพเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

คำสำคัญ : การค้นคืนภาพด้วยเนื้อหา ลักษณะเฉพาะทางลดลาย คอร์รีโลแกรมรูปแบบไบนารี มิติแฟร็กทัล มิติแฟร็กทัลบ็อกซ์เคาน์ติ้ง

1. บทนำ

การค้นหาข้อมูลในปัจจุบันทำได้โดยง่าย เนื่องจากอินเทอร์เน็ตเข้ามามีส่วนในชีวิตของเรามากขึ้น เราจึงสามารถค้นหาข้อมูลได้จากเว็บไซต์ที่ให้บริการด้านการค้นหาข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นเว็บไซต์ ข่าวสาร บทความ ภาพ เป็นต้น ซึ่งผลการค้นหานั้นอาจจะได้เพียงเนื้อหาที่ใกล้เคียงความต้องการเท่านั้น และในปัจจุบันมีการพัฒนามัลติมีเดียเพิ่มมากขึ้น จึงมีการค้นหาภาพโดยใช้ลักษณะเฉพาะของภาพทำให้ได้ภาพที่ใกล้เคียงมากขึ้น นักวิจัยจำนวนมากให้ความสนใจเรื่อง การค้นคืนภาพกันอย่างกว้างขวาง ซึ่งนิยมใช้ระบบค้นคืนภาพด้วยเนื้อหา (CBIR) [1] เป็นการค้นคืนภาพจากฐานข้อมูลโดยอาศัยลักษณะเฉพาะทาง เช่น สี รูปร่าง และลวดลาย ซึ่งระบบสามารถถอดลักษณะเฉพาะเหล่านั้นของภาพออกมาได้อย่างอัตโนมัติ โดยที่สีเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดของภาพ ทำให้นักวิจัยจำนวนมากใช้ลักษณะเฉพาะทางสีในการค้นคืนภาพ [1] ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาการค้นคืนภาพสลับโดเมนของการบีบอัดโดยใช้คอร์รีโลแกรมรูปแบบไบนารี (Binary Pattern Correlogram: BPC) ให้ประสิทธิภาพที่ดีในการค้นคืนภาพ [2] แต่วิธีการนี้ใช้ลักษณะเฉพาะทางสีเพียงอย่างเดียว ทำให้มีปัญหาในการค้นคืนภาพที่มีสีเดียวกันแต่ต่างกลุ่มภาพกัน เช่น กลุ่มภาพทะเล กับ กลุ่มภาพภูเขาหิมะ สองกลุ่มภาพนี้มีสีฟ้าเป็นสีหลักในภาพ เมื่อทำการค้นคืนภาพทะเล จะพบว่าภาพที่ถูกค้นคืนได้มีทั้งภาพทะเลและภาพภูเขาหิมะ หากมีการนำลักษณะเฉพาะทางรูปร่างหรือลวดลายมาใช้ร่วมกับลักษณะเฉพาะทางสี จะทำให้ผลการค้นคืนมีความแม่นยำเพิ่มมากขึ้น

งานวิจัยชิ้นนี้จึงมุ่งเน้นการใช้ลักษณะเฉพาะทางลวดลายเพื่อลดข้อด้อยของวิธีการดังกล่าว โดยกลุ่มภาพที่มีปัญหาในการค้นคืนภาพนั้น เป็นภาพธรรมชาติ

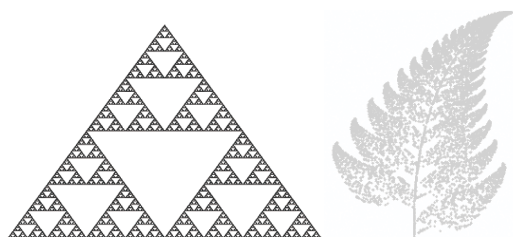
เช่น ภาพทะเล ภาพภูเขาหิมะ ภาพน้ำตก ภาพก้อนเมฆ [3] ภาพเหล่านี้มีรูปร่างไม่ชัดเจน ซึ่ง “มิติแฟร็กทัล” เป็นทฤษฎีที่เหมาะสมกับลวดลายลักษณะนี้ จึงนำมาใช้ร่วมกันกับคอร์รีโลแกรมรูปแบบไบนารี เพื่อให้ผลการค้นคืนภาพที่ดียิ่งขึ้น

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การค้นคืนภาพสลับโดเมนของการบีบอัดโดยใช้คอร์รีโลแกรมรูปแบบไบนารี ซึ่งลักษณะเฉพาะของภาพถูกกระทำอยู่โดเมนของการบีบอัด ส่งผลให้เวกเตอร์ลักษณะเฉพาะมีขนาดเล็ก รวมถึงการประมวลผลน้อยลงและยังคงประสิทธิภาพที่ดีในการค้นคืนภาพด้วย ซึ่งค้นคืนภาพได้ดีกับกลุ่มภาพที่มีรูปร่างชัดเจนและคล้ายกันกับภาพในกลุ่มเดียว [2] แต่ยังมีปัญหาดังที่กล่าวไว้ในบทนำ จึงนำมิติแฟร็กทัลมาใช้ร่วมกับวิธีนี้

มิติแฟร็กทัล เป็นเรขาคณิตเศษส่วน [3] สนใจรูปทรงที่เป็นจริงของธรรมชาติซึ่งขรุขระ ไม่เรียบร้อย เช่น ใบไม้ ก้อนเมฆ สายฟ้าแลบ ชายฝั่งทะเล ภูเขาและโดรคฟา ปอดของมนุษย์ เป็นต้น มิติของเรขาคณิตเศษส่วนจึงมีลักษณะคล้ายทศนิยมไม่รู้จัก คุณสมบัติสำคัญของแฟร็กทัลหรือเศษส่วนไม่รู้จัก คือ “ความคล้ายตนเอง” (Self-Similarity) นั่นคือ โครงสร้างของเศษส่วนที่ขยายตัวออกไปอย่างไม่สิ้นสุด ไม่ว่าในมิติทางเวลา (Time) หรือมิติทางทะเล (Space) ส่วนแล้วแต่มีรูปร่างคล้ายคลึงซ้ำกันเป็นแบบแผน (Pattern) ภาพมิติแฟร็กทัล ซึ่งลักษณะเฉพาะของภาพประเภทนี้ก็คือการทำงานที่เป็นการเวียนเกิด (Recursive) ซึ่งจะยังผลให้มีลักษณะที่ไม่สิ้นสุด ซึ่งเรียกว่า “อนันต์” แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 1 ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างภาพธรรมชาติได้เป็นอย่างดี เนื่องจากให้ความละเอียดของภาพที่ปรากฏและมีความคล้ายคลึงกับธรรมชาติ

มาก ดังเช่น ภาพภูเขา ภาพต้นไม้ ทะเลสาบ ซึ่งกราฟิกประเภทอื่นไม่สามารถทำได้ หรือแม้แต่ทำได้ก็ให้ความละเอียดได้ไม่ดีเท่าแฟร็กทัลชนิดหนึ่งที่มีชื่อเสียงมากคือ “Mandelbrot” ซึ่งเกิดการสร้างตามสูตรสมการคณิตศาสตร์ในแนวจำนวนเชิงซ้อน 2 มิติ ซึ่ง Mandelbrot ที่สร้างขึ้นมานี้ยังผลให้เกิดการพัฒนาเป็นรูปแบบอื่นๆ อีกมากมาย เช่น Julia Sets, Dragon Curve, Phoenix Curve เป็นต้น



ภาพที่ 1 : ตัวอย่างภาพมิติแฟร็กทัล

ภาพที่นำมาใช้กับมิติแฟร็กทัลนิยมใช้กับภาพขาวดำ โดย Sarkar และ Chaudhuri [4] ใช้วิธีบ็อกซ์เคาน์ติ้ง ซึ่งเป็นการนำจุดภาพแต่ละแถวมาจัดเรียงเป็นหลายตาราง แล้วนำค่าสี่แต่ละบ็อกซ์ของตารางที่สร้างขึ้นมาใหม่ไปคำนวณ เพื่อเป็นลักษณะเฉพาะทางลวดลาย และยังมีงานวิจัยที่นำวิธีการมิติแฟร็กทัลบ็อกซ์เคาน์ติ้งมาใช้ในการจำแนกแยกลักษณะเฉพาะบุคคลด้วยม่านตา ซึ่งม่านตาในมนุษย์สองข้างจะไม่เหมือนกัน และไม่มีการถ่ายทอดทางพันธุกรรมแม้แต่ในฝาแฝด โดยในงานวิจัยนั้นเลือกคำนวณเฉพาะส่วนของภาพม่านตาใช้ในการแบ่งกลุ่มข้อมูลตามลักษณะเฉพาะของลายม่านตาแยกออกเป็น 4 กลุ่ม ซึ่งได้ค่าความถูกต้องถึงร้อยละ 98.28 [5]

มิติแฟร็กทัลบ็อกซ์เคาน์ติ้งเป็นวิธีการปรับขนาดภาพจากขนาด $R \times R$ จุดภาพ ลดลงเหลือ $s \times s$ จุดภาพ มีขนาดมากกว่าหนึ่งและมีขนาดไม่เกินครึ่งหนึ่งของขนาด R โดยที่ s มีค่าเป็นจำนวนเต็ม ซึ่งในหนึ่งภาพจะ

มีสามมิติ ประกอบไปด้วย (x, y, z) มิติ (x, y) แทนตำแหน่งของจุดภาพในแนวแกนนอน (x) และแนวแกนตั้ง (y) และมิติ (z) แทนค่าความเข้มของแสงสีเทา ในที่นี้กำหนดให้ตำแหน่ง (x, y) แทนด้วย $s \times s$ และในแต่ละจุดแทนด้วย $s \times s \times s$ ให้ค่าความเข้มของแสงสีเทาที่น้อยที่สุดแทนด้วย h และค่าความเข้มของแสงสีเทาที่มากที่สุดแทนด้วย g นำไปคำนวณเพื่อให้ได้ค่า n_r ซึ่งเป็นค่าตัวแทนของกลุ่มจุดภาพนั้น ๆ

$$n_r(i, j) = g - h + 1$$

และผลรวมของค่า $n_r(i, j)$ คือ

$$N_r = \sum_{i, j} n_r(i, j)$$

ดังนั้น สัดส่วนของพื้นที่ภาพที่ลดลง คือ

$$b = \frac{s}{R}$$

และสามารถคำนวณหามิติแฟร็กทัลบ็อกซ์เคาน์ติ้งด้วยสมการต่อไปนี้

$$D = \frac{\log(N_r)}{\log(1/b)}$$

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในเบื้องต้นได้ทดลองใช้มิติแฟร็กทัลบ็อกซ์เคาน์ติ้งบน โค้ดบุ๊กเดียวกับกับวิธีคอร์รีโลแกรมรูปแบบไบนารี ซึ่งได้ผล ไม่ดี จึงทดลองบนภาพเฉลี่ยระนาบบิตเดียว (An Inter-Band Average Image: IBAI) คือ การรวมระนาบบิตของภาพสี RGB เข้าด้วยกันเป็นระนาบบิตเดียว จากนั้นจึงถอดลักษณะเฉพาะทางลวดลายของภาพด้วยมิติแฟร็กทัลบ็อกซ์เคาน์ติ้ง ลักษณะของฐานข้อมูลภาพที่ใช้ในการทดสอบเป็นฐานข้อมูลภาพถ่ายสีซึ่งเป็นภาพสีดิจิทัลแบบ RGB ชนิด JPEG ขนาดภาพเท่ากับ 64×64 จุดภาพ จำนวนทั้งหมด 500 ภาพ โดยแบ่งภาพตามลักษณะเนื้อหาของภาพออกเป็น 10 กลุ่ม

กลุ่มละ 50 ภาพ โดยมีกลุ่มภาพดังนี้ ภาพดอกทานตะวัน ภาพทะเล ภาพอาคาร ภาพรถบัส ภาพช้าง ภาพดอกกุหลาบ ภาพใบไม้ ภาพม้า ภาพภูเขาหิมะ และภาพแอปเปิล โดยมีขั้นตอนและวิธีที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

3.1 การเลือกขนาด s-block

ด้วยวิธีการปรับขนาดภาพจากขนาด $R \times R$ จุดภาพลดลงเหลือ $s \times s$ จุดภาพ ซึ่ง s หรือ s-block จึงมีความสำคัญในการคำนวณหามิติแฟร็กทัลบ็อกซ์เคาน์ติ้ง โดยกำหนดให้มีขนาด 2×2 , 4×4 , 8×8 , 16×16 และ 32×32 จุดภาพ ซึ่ง s-block ขนาด 16×16 ให้ผลการค้นคืนภาพโดยรวมดีที่สุด แม้จะมีบางกลุ่มภาพให้ผลการค้นคืนต่ำกว่าวิธีคอร์ริโลแกรมรูปแบบไบนารีเพียงอย่างเดียวก็ตาม

3.2 การกำหนดน้ำหนักเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะของภาพ

การนำลักษณะเฉพาะทางสีและลวดลายมาใช้ในการค้นคืนภาพ ต้องทำการผสมผสานลักษณะเฉพาะของภาพดังสมการนี้

$$D_{Euclidean}(f_1, f_2) = \sqrt{(w_1 f_1)^2 + (w_2 f_2)^2}$$

โดยที่ f_1 และ f_2 คือ ลักษณะเฉพาะทางสีและลวดลายตามลำดับ ดังนั้น w_1 และ w_2 คือ ค่าน้ำหนักสำหรับเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะทางสีและลวดลาย ซึ่งเมื่อนำ w_1 และ w_2 มารวมกันจะมีค่าเท่ากับ 1 สำหรับการทดลองในข้อ 3.1 ได้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0.5

ตารางที่ 1 : การกำหนดน้ำหนักเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ

ลักษณะเฉพาะ	น้ำหนักของเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ						
	1	2	3	4	5	6	7
สี	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
ลวดลาย	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8

ในการกำหนดน้ำหนักให้เวกเตอร์ลักษณะเฉพาะของภาพ ผู้วิจัยได้เพิ่มกลุ่มภาพที่มีสีและลวดลายใกล้เคียงกับกลุ่มภาพเดิมเพื่อให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยเพิ่มกลุ่มภาพ 10 กลุ่มภาพ กลุ่มภาพละ 50 ภาพ ได้แก่ ภาพดอกป๊อปปี้ ภาพเมฆ ภาพภูเขา ภาพดอก Daffodils ภาพรูปปั้น ภาพทะเลทราย ภาพน้ำตก ภาพข้าวโพด ภาพสตรอเบอรี่ และภาพบร็อคโคลี่

3.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของภาพ

ในงานวิจัยนี้ได้เปรียบเทียบความแตกต่างของภาพในฐานข้อมูลกับภาพสอบถาม โดยใช้การวัดระยะทาง D_I (D_I Distance) ในการวัดความแตกต่างของเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะของภาพทั้งสอง หากค่าระยะทางเป็นศูนย์ หมายถึง ภาพทั้งสองที่นำมาเปรียบเทียบกับกันนั้นมีความเหมือนกัน

$$I^{|I|}_{\gamma, L_I} = \sum_{i, j \in [m]} \frac{| \gamma_{cic_j}(I) - \gamma_{cic_j}(I') |}{1 + \gamma_{cic_j}(I) + \gamma_{cic_j}(I')}$$

โดยการแทนที่ค่าสัมบูรณ์ของความแตกต่างระหว่างเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ 2 เวกเตอร์ใด ๆ ด้วยค่าสัมบูรณ์ของความแตกต่างระหว่างเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ 2 เวกเตอร์ใด ๆ หากด้วย 1 บวกกับผลรวมของเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ 2 เวกเตอร์นั้น ซึ่งค่า 1 ในส่วนของสมการ ถูกเพิ่มเข้ามาเพื่อป้องกันการหารด้วยศูนย์

3.4 การวัดประสิทธิภาพของการค้นคืนภาพ

การวัดประสิทธิภาพของการค้นคืนใช้การวัดค่าความแม่นยำ (Precision) และค่าการเรียกกลับคืน (Recall) ซึ่งการวัดประสิทธิภาพชนิดนี้ เป็นการวัดประสิทธิภาพจากจำนวนของภาพที่เกี่ยวข้องที่ได้จากการสอบถาม ซึ่งค่าความแม่นยำ เป็นการวัดความ

แม่นยำในการค้นคืนภาพของระบบโดยพิจารณาจากจำนวนภาพที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันกับภาพสอบถามจากภาพที่ค้นคืนได้ทั้งหมด ซึ่งสามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\text{ค่าความแม่นยำ} = \frac{\text{จำนวนภาพที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้}}{\text{จำนวนภาพทั้งหมดที่ค้นคืนได้}}$$

ค่าการเรียกกลับคืน เป็นการวัดความสามารถในการค้นคืนภาพที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันกับภาพสอบถามจากภาพทั้งหมดในฐานข้อมูล คำนวณได้ดังนี้

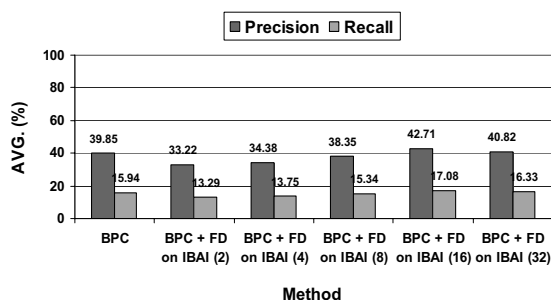
$$\text{ค่าการเรียกกลับคืน} = \frac{\text{จำนวนภาพที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้}}{\text{จำนวนภาพที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในฐานข้อมูล}}$$

ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้กำหนดให้แสดงภาพที่ได้จากการค้นคืนจำนวน 20 ภาพ

4. ผลการดำเนินงาน

การกำหนด s-block ให้มีขนาด 2x2, 4x4, 8x8, 16x16 และ 32x32 จุดภาพ พบว่า s-block ขนาด 16x16 จุดภาพ ให้ผลการค้นคืนภาพโดยรวมดีที่สุด แสดงดังภาพที่ 2 โดยกำหนดน้ำหนักเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะทางสีและลวดลายเท่ากันคือ 0.5 และ 0.5

ค่าเฉลี่ย Precision และ Recall ของแต่ละวิธีการ



ภาพที่ 2 : ผลการค้นคืนภาพบนภาพเฉลี่ย

ระนาบปิดเดียว

เมื่อสรุปขนาด s-block ที่เหมาะสมได้แล้ว จึงปรับน้ำหนักเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะของภาพที่แตกต่างเพื่อ

หาค่าที่เหมาะสมในการค้นคืนภาพ และเพิ่มกลุ่มภาพใหม่ลงในฐานข้อมูล ซึ่งมีลักษณะสีและลวดลายใกล้เคียงกับกลุ่มภาพเดิม เพื่อทดสอบการแยกกลุ่มภาพที่มีลักษณะใกล้เคียงออกจากกันได้อย่างชัดเจน โดยการกำหนดน้ำหนักเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะทางสีและลวดลายเท่ากับ 0.6:0.4, 0.7:0.3 และ 0.8:0.2 ให้ประสิทธิภาพของการค้นคืนภาพที่ดีที่สุด ซึ่งเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 2 พบว่า การกำหนดน้ำหนักเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะทางสีและลวดลายเท่ากับ 0.6:0.4 จะให้ประสิทธิภาพในการค้นคืนโดยรวมสูงกว่าวิธีการอื่น จึงสรุปได้ว่าน้ำหนักเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะทางสีและลวดลายที่เหมาะสมในการใช้ค้นคืนภาพคือ 0.6:0.4

ตารางที่ 2 : การเปรียบเทียบผลการค้นคืนภาพ

กลุ่มภาพ	0.6 : 0.4		0.7 : 0.3		0.8 : 0.2	
	Prec.	Recall	Prec.	Recall	Prec.	Recall
1	35	14	34.4	13.76	34	13.6
2	55.6	22.24	55.4	22.16	54.7	21.88
3	21.1	8.44	21	8.4	21	8.4
4	63	25.2	62.5	25	60.6	24.24
5	23.6	9.44	24.2	9.68	24.2	9.68
6	35.3	14.12	35.2	14.08	35	14
7	26.8	10.72	26	10.4	24.3	9.72
8	24.9	9.96	25.6	10.24	26.5	10.6
9	19.8	7.92	19.9	7.96	20.2	8.08
10	43.1	17.24	44.8	17.92	44.5	17.8
11	44	17.6	42.5	17	38	15.2
12	48.9	19.56	48.6	19.44	47.9	19.16
13	50.3	20.12	48.1	19.24	46.5	18.6
14	30.2	12.08	30.2	12.8	29.5	11.8
15	19.5	7.8	19.7	7.88	19.5	7.8
16	82.5	33	82.2	32.88	79.2	31.68
17	36.1	14.44	34.6	13.84	32.6	13.04
18	19.1	7.64	19	7.6	18.8	7.52
19	20.3	8.12	20.3	8.12	19.9	7.96
20	48.9	19.56	48.6	19.44	48.4	19.36

5. บทสรุป

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการค้นคืนลักษณะเฉพาะทาง ลวดลายโดยใช้มิติแฟร็กทัลบ็อกซ์เคาน์ติ้งร่วมด้วยกันกับการค้นคืนลักษณะเฉพาะทางสีด้วยคอร์รีโลแกรม รูปแบบไบนารี เพื่อให้ได้การค้นคืนที่ดียิ่ง เพราะการใช้ ลักษณะเฉพาะของภาพมากกว่าหนึ่งชนิดในการค้นคืน ภาพทำให้การค้นคืนภาพมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น โดยการใช้ร่วมกันนี้ได้ทำการถอดลักษณะเฉพาะทาง ลวดลายบนภาพเฉลี่ยระนาบบิดเดียว ซึ่งการใช้ s-block ขนาด 16x16 จุดภาพ เป็นขนาดที่เหมาะสมเพราะให้ ประสิทธิภาพในการค้นคืนภาพโดยรวมสูงที่สุด

จากการทดลองการกำหนดน้ำหนักเวกเตอร์ ลักษณะเฉพาะทางสีและลวดลายเพื่อใช้ในการผสมผสาน ลักษณะเฉพาะของภาพเข้าด้วยกัน ค่าที่เหมาะสม คือ 0.6:0.4 โดยที่ลักษณะเฉพาะทางสีเท่ากับ 0.6 และ ลักษณะเฉพาะทางลวดลายเท่ากับ 0.4 นอกจากนี้ผู้วิจัย ได้เพิ่มกลุ่มภาพที่มีสีและลวดลายใกล้เคียงกับกลุ่มภาพ เดิม เพื่อให้การทดลองนี้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

การใช้ลักษณะเฉพาะของภาพมากกว่าหนึ่งชนิดใน การค้นคืนภาพนั้น จะเพิ่มเวลาในการประมวลผลยิ่งขึ้น ทั้งขั้นตอนการถอดลักษณะเฉพาะของภาพ และการค้น ค้นภาพ โดยการถอดลักษณะเฉพาะทางสีด้วย คอร์รีโลแกรม รูปแบบไบนารีนั้นใช้เวลาเฉลี่ยต่อภาพ เท่ากับ 0.29 วินาที เมื่อเปรียบเทียบกับ การถอด ลักษณะเฉพาะทางสีและลวดลายด้วยคอร์รีโลแกรม รูปแบบไบนารีร่วมกับมิติแฟร็กทัลบ็อกซ์เคาน์ติ้งใช้ เวลาเฉลี่ยต่อภาพ เท่ากับ 0.32 วินาที ซึ่งใช้เวลา ประมวลผลเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และเวลาที่ใช้ ในการค้นคืนภาพด้วยคอร์รีโลแกรมรูปแบบไบนารี เพียงอย่างเดียวเท่ากับ 0.79 วินาทีต่อภาพ และการค้น ค้นภาพด้วยคอร์รีโลแกรมรูปแบบไบนารีร่วมกับมิติ แฟร็กทัลบ็อกซ์เคาน์ติ้งใช้เวลา 1.18 วินาทีต่อภาพ จะ เห็นได้ว่าเวลาในการประมวลผลเพิ่มขึ้นมาก ทั้งการ

ถอดลักษณะเฉพาะของภาพ และการค้นคืนภาพ จึง สรุปได้ว่าการนำมิติแฟร็กทัลบ็อกซ์เคาน์ติ้งเหมาะสม ในการใช้ร่วมกับคอร์รีโลแกรมรูปแบบไบนารีเป็น อย่างยิ่ง

5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เสนอวิธีการค้นคืนลักษณะเฉพาะทาง ลวดลายโดยใช้มิติแฟร็กทัลบ็อกซ์เคาน์ติ้งร่วมด้วยกันกับการค้นคืนลักษณะเฉพาะทางสีด้วยคอร์รีโลแกรม ของรูปแบบไบนารีแต่ผลการค้นคืนไม่ดีเมื่อใช้โคไดคแบบเดียวกับคอร์รีโลแกรมของรูปแบบไบนารี จึงควรรหาวิธีที่ใช้โคไดคร่วมกันได้ เพื่อการประมวลผลที่ รวดเร็วยิ่งขึ้น สำหรับการเปรียบเทียบเวกเตอร์ ลักษณะเฉพาะของภาพ ควรศึกษาและทดลองใช้การวัด ระยะทางแบบอื่น เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการค้น ค้นให้สูงขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] John Eakins and Margaret Graham. "Content-based Image Retrieval: A Report to the JISC Technology Applications Programme." 39 (October 1999) : 5-11.
- [2] เนารินทร์ อวระภา. การค้นคืนภาพสีบนโดเมนของการ บีบอัดโดยใช้คอร์รีโลแกรมของรูปแบบ ไบนารี. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.
- [3] ชัยวัฒน์ ธีระพันธุ์. "พุทธศาสนากับทฤษฎีไร้ระเบียบ." ประชาชาติธุรกิจ. [วารสารออนไลน์] 11 สิงหาคม 2548. [สืบค้น วันที่ 14 ตุลาคม 2551]. จาก <http://www.rmutphysics.com/CHARUD/oldnews/245/index245.htm>
- [4] M. J. Swain and D. H. Ballard. "Color Indexing." International Journal of Computer Vision. 7 (1991) : 11-32.
- [5] Li Yua, David Zhangb, Kuanquan Wanga and Wen Yanga. "Coarse Iris Classification Using Box-Counting to estimate Fractal Dimensions." Elsevier Pattern Recognition Society. 38 (2005) : 1791-1798.

หุ่นยนต์ช่วยเหลือผู้ป่วยควบคุมระยะไกลผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย

Patients Assistant Robot via Wireless LAN

วิวัฒน์ คล้ายนิล¹ นรินทร์กุล พันธุ์เขียน² ณัฐพล จิตธีธรรม³ พยุง มีสัง⁴ และ สุรพันธ์ ยิ้มมัน⁵

^{1,2,3} คณะวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ, ⁴ คณะวิศวกรรมศาสตร์, ⁵ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: ¹thechamp001@hotmail.com, ²nirunkun@gmail.com, ³jp_turtle@hotmail.com,

⁴pym@kmutnb.ac.th, ⁵sym_imi@yahoo.com

บทคัดย่อ

การรักษาผู้ป่วยโรคเมเร็งต่อมไทรอยด์นั้น จำเป็นต้องทำการรักษาด้วยการผ่าตัดและการใช้สารกัมมันตภาพรังสี (ไอโอดีน-131) ซึ่งหลังจากการรักษาจะมีรังสีแกมมาแพร่ออกมาจากผู้ป่วย เป็นเหตุให้เจ้าหน้าที่ไม่สามารถดูแลอย่างใกล้ชิดได้ เพราะจะทำให้เจ้าหน้าที่ได้รับรังสีแกมมาไปด้วย ซึ่งถ้าได้รับอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานก็อาจจะทำให้เกิดโรคเมเร็งได้เช่นเดียวกัน โครงการนี้จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถดูแล พูดยคุยกับผู้ป่วยได้อย่างใกล้ชิดโดยไม่ต้องเสี่ยงกับการได้รับสารกัมมันตภาพรังสี หุ่นยนต์จะสามารถควบคุมผ่านเครือข่ายไร้สายโดยเจ้าหน้าที่จะสามารถควบคุมผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้หุ่นยนต์นำอาหารและยาไปส่งให้คนไข้ที่อยู่ในห้องพักซึ่งถูกทำขึ้นเป็นพิเศษโดยใช้ตะกั่วเป็นตัวป้องกันรังสี นอกจากนี้บนตัวหุ่นยังได้ติดตั้งระบบสื่อสารไร้สายและระบบตรวจวัดปริมาณสารกัมมันตภาพรังสีอีกด้วย โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมได้รับการพัฒนาโดยใช้ภาษา Visual Basic 6 ทำการติดต่อผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย ตามมาตรฐาน 802.11g (Wi-Fi) หลังจากพัฒนาเสร็จได้รับการประเมินโดยใช้แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจของระบบ ผลการประเมินจากผู้ใช้งานจริง เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีเกณฑ์ของการใช้งานโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ: หุ่นยนต์ช่วยเหลือผู้ป่วย การควบคุมหุ่นยนต์ไร้สาย

Abstract

Thyroid cancer patient needs to be cured by operation and radiation therapy (Iodine 131). After the treatment, there are gamma rays come out from the patient's body. Due to this reason, officers can not take care of patient closely because they will receive the gamma ray as well. If they continuously receive the gamma rays for a long period of time, they might have cancer too. This project was developed in order to help officers to take care and to communicate with patient closely without gamma rays receiving risk. Robot can be controlled by officers' computer through wireless network for bringing food and drug to patient who is living in a special lead covered room. Besides, there are also a wireless communication system and a radiation detection system on the robot. Controlling program was developed on Visual Basic version 6 transmitting the data through wireless network according to the 802.11g wireless standard protocol. After development was completed, system satisfactory questionnaires were evaluated. The result from the real user can be concluded that the usability of developing system is at a very good level.

Keywords: Patients Assistant Robot, Remote Control Patients Assistant Robot.

1. บทนำ

การรักษามะเร็งต่อมไทรอยด์ด้วยการกลืนไอโอดีน-131 จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่แพทย์มักจะให้การรักษา กับผู้ป่วยที่ได้รับการตรวจวินิจฉัยแล้วว่าเป็นมะเร็งต่อมไทรอยด์ โดยจะทำการผ่าตัดเอาต่อมไทรอยด์ออกทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมด หลังจากนั้นจะให้การรักษา ต่อด้วยการกลืนไอโอดีน-131 ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษ สามารถปล่อยรังสีแกมมาออกมา ทางโรงพยาบาล จำเป็นต้องให้ผู้ป่วยอยู่ในอาคารพิเศษโดยมีฉากตะกั่ว กันล้อมรอบและแยกตัวออกจากผู้ป่วยทั่วไป เนื่องจาก หลังการรักษาด้วยการกลืนไอโอดีน-131 จะมีรังสีแกมมาในปริมาณมาก ซึ่งเป็นอันตรายต่อบุคคลรอบข้าง ทำให้แพทย์หรือพยาบาลที่ต้องทำการรักษาและดูแลผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด มีความเสี่ยงในการโดนสารกัมมันตภาพรังสี เมื่อได้รับรังสีเป็นเวลานานจะทำให้เกิดเป็นมะเร็งได้ โดยจากแนวคิดของ Potgieter และ

คณะ [2] ในการพัฒนาการควบคุมหุ่นยนต์ผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย และ LeRouge [1] ได้พัฒนาระบบ Video Conference สำหรับผู้ป่วย จากแนวคิดข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมและพัฒนาหุ่นยนต์ช่วยเหลือผู้ป่วยผ่านระบบเครือข่ายไร้สายขึ้น เพื่อทำหน้าที่แทนเจ้าหน้าที่ดูแลผู้ป่วยและลดความเสี่ยงของแพทย์พยาบาล เจ้าหน้าที่ พร้อมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลผู้ป่วยในสถาบันมะเร็ง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC

dsPIC คือชื่อของไมโครคอนโทรลเลอร์ 16 บิตจากบริษัทไมโครชิพ เทคโนโลยีผู้ผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ซึ่งเป็นที่รู้จักดีในแวดวงนักพัฒนาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยไมโครชิพเทคโนโลยี ได้กำหนดชื่ออย่างเป็นทางการสำหรับ

ไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นใหม่ที่ว่า Digital Signal Controller หรือ DSC นั้นหมายความว่า dsPIC เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้รับการออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่องานประมวลผลสัญญาณดิจิทัลสำหรับสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติที่มีความสามารถสูง

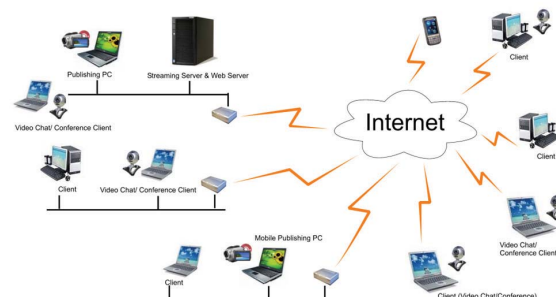
2.2 มาตรฐาน IEEE 802.11 WLAN

มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้รับการตีพิมพ์ครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2540 โดย IEEE (The Institute of Electronics and Electrical Engineers) และ เป็นเทคโนโลยีสำหรับ WLAN ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด คือข้อกำหนด (Specification) สำหรับอุปกรณ์ WLAN ในส่วนของ Physical (PHY) Layer และ Media Access Control (MAC) Layer โดยในส่วนของ PHY Layer มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดให้อุปกรณ์มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 1,2,5.5,11 และ 54 Mbps โดยมีสื่อ 3 ประเภทให้เลือกใช้ได้แก่ คลื่นวิทยุที่ความถี่สาธารณะ 2.4 และ 5 GHz, และ อินฟราเรด (Infrared) สำหรับในส่วนของ MAC Layer มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดให้มีกลไกการทำงานที่เรียกว่า CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access /Collision Avoidance) ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับหลักการ CSMA/CD (Collision Detection) ของมาตรฐาน IEEE 802.3 Ethernet

2.3 วิดีโอสตรีมมิง

วิดีโอสตรีมมิง (Video Streaming) เป็นการให้บริการข้อมูล Digital Video ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้สามารถให้บริการแก่ผู้ใช้งานจำนวนมากเมื่อเทียบกับระบบ Video Conference ตามปกติและมีการลงทุนน้อยกว่า นอกจากนี้ยังมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน สามารถให้บริการได้ทุกที่ที่มีระบบอินเทอร์เน็ต รวมทั้งอุปกรณ์เคลื่อนที่ทั้งหลาย โดยที่ระบบ Video Streaming สามารถที่จะปรับขนาดของ

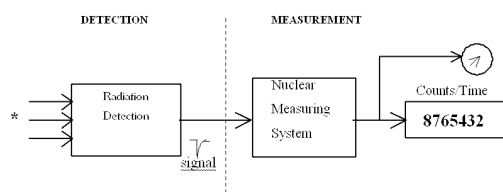
การส่งข้อมูลให้เหมาะสมกับความเร็วอินเทอร์เน็ตของผู้ใช้



ภาพที่ 1 : รูปแบบการทำงานของ Video Streaming

2.4 กระบวนการวัดรังสี

ในกระบวนการวัดรังสี จะแบ่งกลุ่มรังสีออกเป็น 2 กลุ่มเพื่อสะดวกในการพิจารณาวิธีตรวจวัดรังสี ได้แก่ รังสีที่เป็นอนุภาคซึ่งมีประจุในตัว (charged particulate radiation) และรังสีที่ไม่มีประจุไฟฟ้าในตัว (uncharged radiation) กล่าวคือรังสีที่มีประจุไฟฟ้าในตัวจะมีคุณสมบัติในการทำอันตรกิริยาที่บริเวณสนามคูลอมบ์ของอะตอมของตัวกลางที่รังสีเคลื่อนที่ผ่านเกิดการไอออไนซ์ (ionize) ได้ง่าย ปริมาณประจุไฟฟ้าที่เกิดจากการไอออไนซ์สามารถนำไปเข้ากระบวนการวัดทางอิเล็กทรอนิกส์ได้ทันที ดังนั้นรังสีประเภทนี้จึงสามารถตรวจวัดได้สะดวก ขณะที่รังสีประเภทไม่มีประจุไฟฟ้าในตัวการตรวจวัดจะต้องใช้วิธีพิเศษหรือเทคนิคการวัดทางอ้อม ซึ่งต้องอาศัยอันตรกิริยาหรือปฏิกิริยารังสีที่เหมาะสมรองรับการวัดรังสีประเภทนี้ การที่จะทราบว่ามีการแผ่รังสีจากอะตอมของสารในบริเวณใด มีปริมาณของรังสีมากน้อยเพียงใดนั้น จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการวัดรังสี ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 2 ขั้นตอนคือการตรวจวัดรังสี (detection) และการวัดปริมาณรังสี (measurement) ดังแสดงการทำงานเบื้องต้นในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 : กระบวนการวัดรังสีเบื้องต้น

2.5 การวัดอุณหภูมิร่างกาย

การวัดอุณหภูมิทางการแพทย์จะใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทวัดอุณหภูมิของร่างกาย โดยมีหลักในการพิจารณาดังนี้ ถ้าใช้ปรอทวัดอุณหภูมิจากบริเวณใต้รักแร้ โดยหนีบปรอทแน่นนาน 3 นาที อ่านอุณหภูมิเกิน 37.3 °C ถือว่ามีไข้ ถ้าเป็นการวัดในช่องปาก จะกระทำโดยการอมปรอทไว้ใต้ลิ้น อมไว้นาน 2 นาที ถ้าอ่านอุณหภูมิได้เกิน 37.8 °C ถือว่ามีไข้ และถ้าเป็นการวัดทางทวารหนัก อ่านอุณหภูมิได้เกิน 38 °C จึงจะถือว่าไข้ การพิจารณาว่ามีไข้หรือไม่จะพิจารณาจากค่าอุณหภูมิที่วัดได้ว่าเกินอุณหภูมิร่างกายปกติ 37.5 °C หรือไม่ ซึ่งถ้าอุณหภูมิเกินระดับของร่างกายปกตินั้นสรุปได้ว่ามีไข้ โดยอุณหภูมิที่วัดได้จากบริเวณช่องปาก ทวารหนักและช่องหูจะให้ค่าออกมาใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่แท้จริงของร่างกายมากที่สุด

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยของ LeRouge และคณะ [1] ได้กล่าวถึงการพัฒนาแบบ video conference สำหรับผู้ป่วยโดยมุ่งเน้นวัตถุประสงค์ไปที่การวัดคุณภาพของการทำงานของระบบ โดยหัวข้อที่ใช้ในการวิจัยนั้นได้แบ่งออกเป็น 4 หัวใหญ่ คือ คุณสมบัติทางเทคโนโลยี (Technology Attribute) คุณสมบัติประโยชน์การใช้สอย คุณสมบัติของสภาพแวดล้อมทางกายภาพ และองค์ประกอบเกี่ยวกับผู้ใช้งาน

จากงานวิจัยของ Potgieter และคณะ [2] นำเสนอการพัฒนาหุ่นยนต์ที่สามารถควบคุมการทำงานและการ

ติดต่อสื่อสารได้ผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย (802.11) โดยสามารถส่งภาพผ่านเครือข่ายกลับมาให้ผู้ควบคุมสามารถดูสถานะแวดล้อมรอบ ๆ ตัวหุ่นยนต์ได้

จากงานวิจัยของ สิริยาภรณ์ [3] ได้พัฒนาเครื่องวัดรังสีแกมมาแบบระบบมอโนเตอร์รังสีแกมมาชนิดเคลื่อนย้ายได้ที่เชื่อมโยงด้วยจีพีเอสเป็นระบบที่พัฒนาขึ้นสำหรับวัดรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม ซึ่งระบบสามารถรายงานผลในรูปแบบของสเปกตรัมพลังงาน ความแรงรังสี พร้อมทั้งตำแหน่งพิกัดของเส้นรุ้ง (Latitude) และเส้นแวง (Longitude) โดยอาศัยการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิตร่วมกับคอมพิวเตอร์ขนาดพกพา

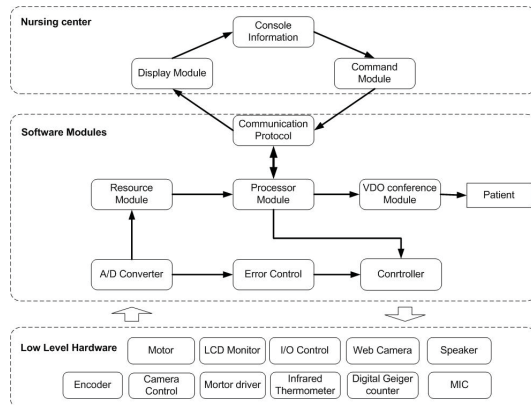
3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาระบบนั้นจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ Nursing Center (ส่วนติดต่อกับเจ้าหน้าที่) ทำหน้าที่รับคำสั่ง และแสดงผลค่าต่าง ๆ ที่ได้จากเซนเซอร์มาแสดงผลให้กับเจ้าหน้าที่ผ่านหน้าจอโปรแกรมที่ทางผู้วิจัยจะพัฒนาขึ้น

Software Modules (ส่วนของซอฟต์แวร์ที่ใช้ควบคุม) ในส่วนนี้จะแบ่งการทำงานออกเป็น 3 หน้าหลัก คือ ทำหน้าที่รับคำสั่งที่ได้จากเจ้าหน้าที่มาคำนวณและสั่งงานไปยังส่วนของฮาร์ดแวร์ให้ทำงานตามที่เจ้าหน้าที่สั่ง และส่วนรับคำสั่งจากฮาร์ดแวร์ซึ่งจะเป็นสัญญาณอนาล็อก มาแปลงให้เป็นดิจิทัลเพื่อส่งกลับขึ้นไปแสดงผลยังหน้าจอของเจ้าหน้าที่ และส่วนสุดท้ายคือรับผิดชอบการส่งภาพและเสียงระหว่างเจ้าหน้าที่และผู้ป่วยเพื่อให้สามารถติดต่อสื่อสารกันผ่านเครือข่ายได้

Low Level Hardware (ส่วนของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์) ทำหน้าที่ทำงานตามคำสั่งที่ได้รับมาจากในส่วนของ

ซอฟต์แวร์โดยจะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้ง
อยู่ในตัวหุ่นยนต์ซึ่งจะแสดงดังภาพที่ 3



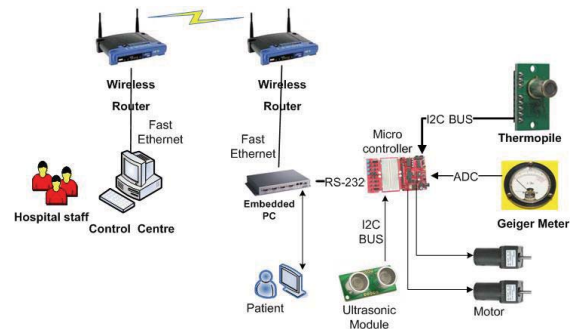
ภาพที่ 3 : แผนภาพแสดงภาพรวมของระบบ

3.1 การออกแบบระบบ

ในการรับคำสั่งจากเจ้าหน้าที่ จะสามารถทำได้โดยใช้แอปพลิเคชันที่รันอยู่บนเครื่องของเจ้าหน้าที่และจะส่งข้อมูลไปบนโปรโตคอล TCP/IP โดยรหัสที่ใช้ในการควบคุมจะส่งมาเป็นรหัส ASCII และในการสื่อสารระหว่างเจ้าหน้าที่และผู้ป่วยนั้นจะเป็นการสื่อสารแบบ 2 Way Communication โดยอาศัยวิธีการของ Real-Time Streaming เข้ามาช่วยในการจัดการเรื่องของภาพและเสียง ซึ่งคำสั่งควบคุมหุ่นยนต์นั้นจะไปสั่งงานซอฟต์แวร์ที่อยู่บนคอมพิวเตอร์ของหุ่นยนต์หลังจากนั้นคอมพิวเตอร์จะสั่งงานผ่านพอร์ต RS-232 ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานตามคำสั่งโดยจะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ควบคุมการวัดอุณหภูมิจากผู้ป่วย และยังสามารถควบคุมการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ป่วยและเจ้าหน้าที่ได้ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 : การสื่อสารระหว่างเจ้าหน้าที่และผู้ป่วย



ภาพที่ 5 : โครงสร้างของระบบ

จากภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่า เจ้าหน้าที่จะควบคุมหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ไปทำงานต่าง ๆ ได้โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งอยู่ในห้องพักและเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายไร้สาย ส่วนทางด้านของหุ่นยนต์นั้นจะถูกติดตั้งไวเลสเรดาร์ไว้เพื่อรับสัญญาณจากคอมพิวเตอร์หลังจากนั้นข้อมูลจะถูกส่งมายังเครื่อง Embedded PC ที่อยู่บนหุ่นยนต์จากนั้นจะส่งคำสั่งในการควบคุมไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งงานมอเตอร์ที่ติดเข้ากับล้อ ให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ตามที่เจ้าหน้าที่ต้องการโดยมีเงื่อนไขว่า ในการเดินหน้านั้นจะมีการวัดระยะทางจากด้านหน้าของหุ่นยนต์ถึงวัตถุ จะต้องมียาระหว่างมากกว่า 15 เซนติเมตรถึงจะสามารถเดินหน้าได้ และมีการรับค่าจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและปริมาณรังสี ส่งกลับเข้ามาให้ Embedded PC ส่งค่ากลับไปยังเจ้าหน้าที่

3.2 การพัฒนาระบบ

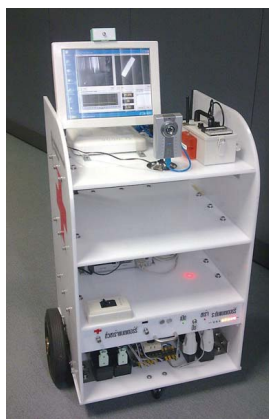
ในการพัฒนาหุ่นยนต์นั้นผู้วิจัยได้พัฒนาให้หุ่นยนต์มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีจำนวน 3 ชั้น โดยชั้นบนสุดจะใช้สำหรับวางจอภาพ กล้องไอพีสำหรับการสื่อสารระหว่างผู้ป่วยและเจ้าหน้าที่ ชั้นที่สองจะใช้สำหรับวางอาหารและยา เพื่อนำไปส่งให้กับผู้ป่วย ชั้นที่สามใช้สำหรับวาง Embedded PC เพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ ชั้นล่างสุดจะใช้ในการวางอุปกรณ์ที่ใช้ขับเคลื่อนหุ่นยนต์ และแหล่งจ่ายไฟฟ้าทั้งหมด

โดยจะมีไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ในส่วนของชุดขับเคลื่อนจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นตัวขับเคลื่อนล้อโดยใช้เฟืองทดรอบ ในส่วนของซอฟต์แวร์ที่ใช้ควบคุมและติดต่อสื่อสารนั้น จะพัฒนาด้วย Microsoft Visual Basic 6



ภาพที่ 6 : หน้าจอหลักของโปรแกรม

ส่วนของหน้าจอหลักนั้นจะใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ด้วย จะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ ส่วนของการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ป่วยและเจ้าหน้าที่ ส่วนของการควบคุมหุ่นยนต์ และส่วนของการแสดงผลอุณหภูมิและปริมาณรังสี



ภาพที่ 7 : หุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้น

4. ผลการทดสอบระบบ

ในการทดสอบระบบจะแบ่งการทดสอบออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน คือ การทดสอบด้านความถูกต้องในการ

ควบคุมการทำงาน การทดสอบวัดค่าที่ได้จาก Video Conference การทดสอบวัดอุณหภูมิ และการทดสอบวัดปริมาณรังสี

4.1 ผลการทดสอบความถูกต้องในการควบคุม

การทดสอบความถูกต้องในการทำงานของหุ่นยนต์นั้น ผู้วิจัยได้วัดระดับแรงดันไฟฟ้าที่ออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อส่งให้วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ทำงาน โดยจะแบ่งออกเป็นมอเตอร์ด้านซ้าย และมอเตอร์ด้านขวา โดยจะมีเงื่อนไขในการทำงานดังตารางที่ 1 ซึ่งผลที่ได้ออกมานั้น ตรงตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดเอาไว้

ตารางที่ 1 : สัญญาณไฟฟ้าที่วัดได้จาก

ไมโครคอนโทรลเลอร์

สถานะ	มอเตอร์ด้านซ้าย		มอเตอร์ด้านขวา	
เดินตรง	+ 4.92 V	- 4.85 V	- 4.84 V	+ 4.93 V
ถอยหลัง	- 4.86 V	+ 4.91 V	+ 4.94 V	- 4.85 V
เลี้ยวซ้าย	+ 4.89 V	- 4.91 V	+ 4.87 V	- 4.89 V
เลี้ยวขวา	- 4.81 V	+ 4.9 V	- 4.93 V	+ 4.92 V
หยุดเดิน	- 4.85 V	- 4.84 V	- 4.9 V	- 4.87 V

4.2 ผลการทดสอบวัดค่า ที่ได้จาก Video

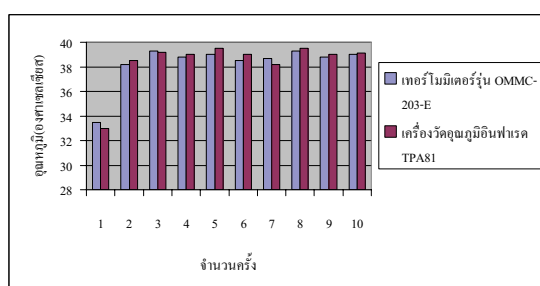
Conference

ผลการทดลอง จะพบว่า ค่า Delay นั้นแปรผันตรงกับ RTSP Cache ส่วน Packet Loss และ Sequence Error นั้น แปรผกผันกับค่า RTSP Cache ซึ่งค่า RTSP Cache ที่เราต้องการเลือกไปใช้งานนั้น เราต้องการค่าที่ให้ค่า Delay น้อย เพื่อให้ใกล้เคียงกับ Real-time มากที่สุด ต้องการ Packet Loss และ Sequence Error น้อย เพื่อให้ภาพที่ได้มีการสะดุดน้อยที่สุด ซึ่งได้ทำการเลือกค่า RTSP Cache ที่ 500 ms มาใช้งาน เนื่องจากว่า ค่า Delay ที่ให้นั้น แตกต่างกับ 300 ms และ 400 ms น้อย

มาก จนแทบจะไม่มีนัยสำคัญเลย แต่ว่าภาพที่ได้มีความ
สละคนน้อยกว่า 300 ms และ 400 ms อยู่พอสมควร

4.3 ผลการทดสอบวัดอุณหภูมิ

ในการทดสอบวัดอุณหภูมิ จะทดสอบการวัด
อุณหภูมิ โดยเทียบผลที่วัดได้จาก TPA81 เปรียบเทียบกับ
เทอร์โมมิเตอร์รุ่น OMMC-203-E โดยวัดอุณหภูมิ
เปรียบเทียบในเวลาที่แตกต่างกัน 10 ครั้ง ได้ผลดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 : เปรียบเทียบการวัดอุณหภูมิระหว่าง TPA81
และ เทอร์โมมิเตอร์ รุ่น OMMC-203-E E

จากภาพที่ 8 การวัดเพื่อหาความคลาดเคลื่อนทั้ง 10
ครั้งพบว่าค่าที่วัดได้จากเครื่องวัดอุณหภูมิ TPA81 เมื่อ
เปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์รุ่น
OMMC-203-E มีค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ 0.5
องศาเซลเซียส

4.4 ผลการทดสอบเครื่องวัดปริมาณรังสี

ทดสอบการวัดปริมาณรังสีค่าต่าง ๆ เพื่อทดสอบ
การทำงานของเครื่องวัดและการทำงานของวงจรแปลง
สัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล โดยการวัดเทียบกับ
เครื่องวัดปริมาณรังสีที่ได้รับการสอบเทียบค่ามาแล้ว
ยี่ห้อ Ludlum Meter รุ่น 14C สำหรับใช้ในการสอบ
เทียบ หลังจากการทดสอบพบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมี
ปริมาณเพิ่มมากขึ้นเมื่อค่าที่ทำการวัดสูงขึ้นเป็นเชิงเส้น
แสดงให้เห็นว่ามีสัญญาณรบกวนมากขึ้นเมื่อมีปริมาณ
รังสีเพิ่มขึ้น

4.5 ผลการประเมินความพึงพอใจ

ส่วนผลจากการประเมินประสิทธิภาพการทำงาน
ของระบบ จากผู้ใช้งานจริง 6 ท่าน มีความคิดเห็นว่า
ระบบสามารถทำงานได้ในระดับดีมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ย
เท่ากับ 4.71 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 : ผลการประเมินจากผู้ใช้งานจริง

รายการประเมิน	ผลการประเมิน	
	\bar{X}	ระดับ
ด้านหน้าที่ของโปรแกรม	4.65	ดีมาก
ด้านความเร็วในการทำงาน	4.63	ดีมาก
ด้านการใช้งานโปรแกรม	4.81	ดีมาก
ด้านความปลอดภัย	4.76	ดีมาก
สรุปผลการประเมิน	4.71	ดีมาก

5. สรุป และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

การรักษาโรคมะเร็งไทรอยด์ในปัจจุบัน ยังต้องใช้
วิธีการรักษาด้วยวิธีการผ่าตัดต่อมไทรอยด์ออกและ
กลืนไอโอดีน 131 หลังจากที่ได้รับไอโอดีน 131 แล้ว
จะทำให้ตัวผู้ป่วยมีรังสีแกมมาแพร่ออกมาจากร่างกาย
เป็นจำนวนมากซึ่งจะเป็นอันตรายต่อเจ้าหน้าที่ในการ
เข้าไปดูแลผู้ป่วย

หลังจากที่ทราบถึงปัญหาแล้วจึงศึกษาความเป็นไป
ได้ในการพัฒนาหุ่นยนต์ โดยนำแนวคิดของงานวิจัยที่
ได้ศึกษามาออกแบบหุ่นยนต์ให้เหมาะสมกับการใช้งาน
ซึ่งหุ่นยนต์จะมีลักษณะเป็นชิ้นสำหรับวางอุปกรณ์ที่ใช้
ในการติดต่อสื่อสาร อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ รังสี อาหาร
และยา เพื่อส่งให้กับผู้ป่วย

โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการควบคุมการ
ขับเคลื่อนหุ่นยนต์และควบคุมการรับค่าอุณหภูมิ

ปริมาณรังสี เพื่อส่งข้อมูลกลับไปยังเจ้าหน้าที่ การพัฒนาระบบสื่อสารระยะไกลไปยังหุ่นยนต์นั้นจะส่งผ่านเครือข่ายไร้สาย โดยใช้เราเตอร์ในการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมและหุ่นยนต์ เพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถติดต่อสื่อสารกับผู้ป่วยได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัสโดยตรงกับผู้ป่วย

หลังจากพัฒนาแล้ว ผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้จริงภายในสถาบันมะเร็ง และให้เจ้าหน้าที่ผู้ใช้งานจริงเป็นผู้ทดสอบ ซึ่งหุ่นยนต์สามารถทำงานทดแทนเจ้าหน้าที่ในการดูแลผู้ป่วยได้ในด้านการวัดอุณหภูมิร่างกายผู้ป่วย วัดปริมาณรังสีภายในห้อง อีกทั้งสามารถนำอาหารและยาไปส่งให้กับผู้ป่วยได้ หลังจากนั้นให้ผู้ทดสอบ ทำประเมินความพึงพอใจในการใช้งานซึ่งผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

การควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้การควบคุมแบบลูปเปิดนั้น ผู้วิจัยได้พบปัญหาในการควบคุมมอเตอร์ที่ไม่เท่ากัน ซึ่งสามารถพัฒนาต่อได้ด้วยวิธีการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ โดยใช้การป้อนกลับเพื่อควบคุมค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะทำให้สามารถควบคุมหุ่นยนต์ได้อย่างสมบูรณ์ขึ้น นอกจากนี้เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิในงานวิจัยนี้ มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 0.5 องศาเซลเซียส ซึ่งควรพัฒนาต่อโดยการเปลี่ยนวิธีการวัด หรือเปลี่ยนเซนเซอร์ที่มีความแม่นยำสูงขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] C. LeRouge, J. Garfield, and R. Hevner. Quality Attributes in Telemedicine Video Conferencing, 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2002.
- [2] Johan Potgieter, Glen Bright, Olaf Diegel, Sylvester Tlale. "Internet Control Of A Domestic Robot Using A

Wireless Lan." IEEE Robotics and Automation Auckland, 2002.

- [3] สิริยาภรณ์ แสงอรุณ. การพัฒนาระบบมอนิเตอร์รังสีแกมมาชนิดเคลื่อนย้ายได้ที่เชื่อมโยงด้วย จีพีเอส. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

การพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์โดยใช้

Adaptive Software Development (ASD)

Amporn Tansaku¹, Alisa Surapasethta², Kittima Mekhabunchaki³

Department of Software Engineering, Faculty of Science,

Sripatum University

E-mail: ¹yoyomod@hotmail.com ²alisa_surapasethta@hotmail.com ³kittima.me@spu.ac.th

บทคัดย่อ

การรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์นั้น จำเป็นต้องทำการรักษาด้วยการผ่าตัดและการใช้สารกัมมันตภาพรังสี (ไอโอดีน-131) ซึ่งหลังจากการรักษาจะมีรังสีแกมมาแพร่ออกมาจากผู้ป่วย เป็นเหตุให้เจ้าหน้าที่ไม่สามารถดูแลอย่างใกล้ชิดได้ เพราะจะทำให้เจ้าหน้าที่ได้รับรังสีแกมมาไปด้วย ซึ่งถ้าได้รับอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานก็อาจจะทำให้เกิดโรคมะเร็งได้เช่นเดียวกัน โครงการนี้จึงได้ถูกพัฒนาขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถดูแล พูดยคุยกับผู้ป่วยได้อย่างใกล้ชิดโดยไม่ต้องเสี่ยงกับการได้รับสารกัมมันตภาพรังสี หุ่นยนต์จะสามารถควบคุมผ่านเครือข่ายไร้สายโดยเจ้าหน้าที่จะสามารถควบคุมผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้หุ่นยนต์นำอาหารและยาไปส่งให้คนไข้ที่อยู่ในห้องพักซึ่งถูกทำขึ้นเป็นพิเศษ โดยใช้ตะกั่วเป็นตัวป้องกันรังสี นอกจากนี้บนตัวหุ่นยังได้ติดตั้งระบบสื่อสารไร้สายและระบบตรวจวัดปริมาณสารกัมมันตภาพรังสีอีกด้วย โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมได้รับการพัฒนาโดยใช้ภาษา Visual Basic 6 ทำการติดต่อผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย ตามมาตรฐาน 802.11g (Wi-Fi) หลังจากพัฒนาเสร็จได้รับการประเมินโดยใช้แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจของระบบ ผลการประเมินจากผู้ใช้งานจริง เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีเกณฑ์ของการใช้งานโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ: หุ่นยนต์ช่วยเหลือผู้ป่วย การควบคุมหุ่นยนต์ไร้สาย

Abstract

Thyroid cancer patient needs to be cured by operation and radiation therapy (Iodine 131). After the treatment, there are gamma rays come out from the patient's body. Due to this reason, officers can not take care of patient closely because they will receive the gamma ray as well. If they continuously receive the gamma rays for a long period of time, they might have cancer too. This project was developed in order to help officers to take care and to communicate with patient closely without gamma rays receiving risk. Robot can be controlled by officers' computer through wireless network for bringing food and drug to patient who is living in a special lead covered room. Besides, there are also a wireless communication system and a radiation detection system on the robot. Controlling program was developed on Visual Basic version 6 transmitting the data through wireless network according to the 802.11g wireless standard protocol. After development was completed, system satisfactory questionnaires were evaluated. The result from the real user can be concluded that the usability of developing system is at a very good level.

Keywords: Patients Assistant Robot, Remote Control Patients Assistant Robot

1. บทนำ

การเรียนการสอนภายในโรงเรียนฝึกอาชีพ กรุงเทพมหานคร ครูผู้สอนจะต้องจัดทำแผนการสอน รายวิชาและนำมากำหนดการเรียนรู้ตลอดภาคเรียน หลังจากนั้นครูผู้สอนจัดทำบันทึกหลังการสอน จาก ข้อความข้างต้นจะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนเน้นการ จัดทำเอกสารเพื่อเตรียมการสอนเป็นหลัก แต่ไม่ได้มี การเน้นด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความเข้าใจใน เนื้อหาที่เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำ เอเอสดีเข้ามาช่วยพัฒนาการเรียนของผู้เรียนให้เกิด ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยเริ่มจากการรับข้อมูลความ ต้องการของผู้เรียนมาวิเคราะห์อาศัยหลักการพัฒนา ซอฟต์แวร์แบบปรับตัว-เอเอสดี (Adaptive Software Development – ASD) เน้นการทำงานร่วมกันระหว่าง

ครูผู้สอนและผู้เรียน และการตรงต่อเวลาในการเข้า ห้องเรียน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษามาตรฐานของ ASD และการนำไป ประยุกต์ใช้กับการเรียนของผู้เรียนภายในห้อง คอมพิวเตอร์

2.2 เพื่อประยุกต์มาตรฐาน ASD ในการประเมิน ความก้าวหน้าการเรียนของผู้เรียน

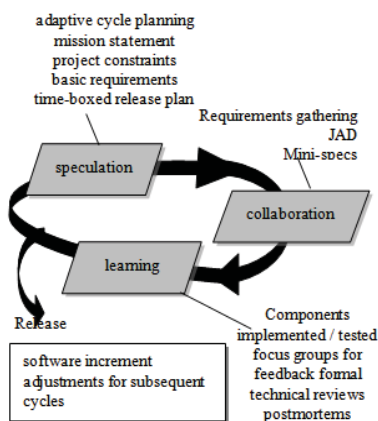
2.3 เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนของผู้เรียน ให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้น ต่อไปในอนาคต

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 Adaptive Software Development (ASD)

Jim Highsmith [1] การพัฒนาซอฟต์แวร์แบบ ปรับตัว (เอเอสดี) เป็นเทคนิคสำหรับจัดระเบียบตนเอง เป็นคุณสมบัติของระบบปรับตัวที่ซับซ้อน ปรักญา

เบื้องหลังเอสดีเน้นการทำงานร่วมกันระหว่างบุคคล และการจัดระเบียบทีมงานด้วยตนเอง โดยกำหนดวงจรชีวิตเอสดีในรูปที่ 2.1 ที่รวมเอาเฟสสามเฟสคือ การคาดเดา การร่วมมือ และการเรียนรู้เข้าด้วยกัน



ภาพที่ 1 : การพัฒนาซอฟต์แวร์แบบปรับตัว

การคาดเดา (Speculation) เริ่มมีการจัดทำบทบาทของผู้เรียน โดยใช้ข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ ข้อมูลแสดงหน้าที่ของผู้เรียน และความต้องการพื้นฐาน

การร่วมมือ (Collaboration) จูงใจครูผู้สอนและผู้เรียนให้ทำงานร่วมกัน เป็นวิธีการแบบเอาใจลงบทบาทที่สำคัญในการคิดอย่างร่วมมือ

การเรียนรู้ (Learning) ผู้เรียนสามารถเรียนรู้บทเรียนจนกระทั่งงานประสบความสำเร็จ

3.2 Agile Principle [2] ปรัชญาเอาใจ

สำหรับงานวิศวกรรมซอฟต์แวร์ เน้น 4 เรื่องหลักๆ คือ (1) ความสำคัญของทีมจัดระเบียบตนเองที่ควบคุมงานที่ตนทำอยู่ (2) การสื่อสารและความร่วมมือระหว่างสมาชิกในทีม (3) ผู้ปฏิบัติงาน (4) ผู้เรียน ควรระลึกไว้ว่าการเปลี่ยนแปลงเป็นตัวแทนของโอกาสดี ๆ และการเน้นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนพอใจอย่างรวดเร็ว

ขั้นตอนในการทำวิจัยได้นำมาจากหลักการของ Highsmith โดยมีการแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลักดังนี้

3.1.1 การประเมินการเจริญเติบโตของซอฟต์แวร์

โดยกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินซอฟต์แวร์ โดยมีองค์ประกอบดังนี้

Speculation โดยพิจารณาจาก หน้าที่ของผู้เรียน, อายุของผู้เรียน, ความรู้เดิมของผู้เรียน, การถ่ายทอดของครูผู้สอน

Collaboration โดยพิจารณาจาก การติดต่อสื่อสารระหว่างครูผู้สอนและผู้เรียน, การช่วยเหลือกันระหว่างที่เรียนรู้, บทเรียนมีความยากง่ายเท่าเทียมกัน, มีความชำนาญเฉพาะที่จะเป็นประโยชน์ต่อเรื่องที่เรียน, ปัญหาในระหว่างเรื่อง

Learning โดยพิจารณาจาก, บทเรียนตอบสนองกับผู้เรียน, การทบทวนของผู้เรียน, ผู้เรียนตรวจงานที่ทำเพื่อปรับปรุง

3.1.2 การกำหนดน้ำหนักของแต่ละปัจจัย

โดยมีระดับคะแนนสูงสุดที่ใช้ประเมิน เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ASD โดยมีค่าแต่ละองค์ประกอบดังนี้

ตารางที่ 1 : ค่ากลางในแต่ละองค์ประกอบ

รายละเอียด	น้ำหนักมาตรฐาน
Speculation	1
Collaboration	2
Learning	2
Total	5

3.1.3 การคำนวณระดับคะแนน

โดยรวบรวมผลคะแนนจากแบบประเมินที่กำหนด แล้วจากนั้นทำการประเมินระดับความก้าวหน้าตามมาตรฐาน ASD โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ High, Medium, และ Low ตามช่วงคะแนนดังนี้

ตารางที่ 2 : สรุปการประเมินระดับความก้าวหน้า

ช่วงคะแนน	ระดับ	ความหมาย
1.00 – 2.00	Low	ระดับต่ำสุด
2.01 – 3.00	Medium	ระดับปานกลาง
3.01 – 6.00	High	ระดับสูงสุด

4. วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research) โดยศึกษาการพัฒนาการเรียนคอมพิวเตอร์ นักศึกษาสาขาคอมพิวเตอร์ โรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร หลักและวิธีการดำเนินการวิจัยนี้ประกอบด้วย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้คือ ผู้เรียนโรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร สาขาคอมพิวเตอร์ รุ่นที่ 1 / 2552 ซึ่งมีจำนวน 20 ใบงาน

(ที่มา : จำนวนใบงานผู้เรียนโรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ รุ่น 1 ปีการศึกษา 2552)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ผู้เรียนโรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ รุ่น 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 20 ใบงาน

4.2 วิธีสุ่มเลือกตัวอย่าง

การเลือกตัวอย่างใช้วิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยใช้หลักเกณฑ์ ดังนี้

4.2.1 การคัดเลือกสาขาวิชาเป้าหมาย คัดเลือกจากกลุ่มผู้เรียนในโรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานครที่มีความสามารถในการเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้แก่นักศึกษาสาขาวิชาคอมพิวเตอร์

4.2.2 การคัดเลือกจำนวนกลุ่มตัวอย่าง คัดเลือกจากนักศึกษาที่อยู่ในการดูแลของผู้วิจัย โดยผู้วิจัยเป็นประธานและกรรมการ ในการพัฒนาการเรียนด้านคอมพิวเตอร์แก่ผู้เรียน

4.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.3.1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร Adaptive Software Development (ASD) [1],[2],[3],[4] ที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดโครงสร้าง และเนื้อหาของแบบสอบถาม (Structured interview)

4.3.2 จัดทำแบบสอบถามที่ประกอบด้วยคำถาม โดยได้รับคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อให้แบบสอบถามครอบคลุมเนื้อหาของเรื่องที่ทำการวิจัย และตอบสนองวัตถุประสงค์ได้ครบถ้วน

4.3.3 นำแบบสอบถามเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อขอรับคำแนะนำ แล้วนำมาทำการแก้ไข เพื่อปรับปรุงแบบสอบถามให้มีความสมบูรณ์

4.3.4 ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงแบบสอบถามเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

4.4 เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลของการวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้มาตรฐาน Adaptive Software Development (ASD) [1] กับการพัฒนาการเรียนของนักศึกษา ใช้การสร้างแบบสอบถาม (Questionnaire) และประเมิน (Assessment) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 2 แบบ สอบถามเกี่ยวกับ Speculation

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับ Collaboration

ส่วนที่ 4 แบบสอบถามเกี่ยวกับ Learning

4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยการเก็บข้อมูลด้วยการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ เพื่อประเมินระดับของการเรียนของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใดเมื่อเทียบกับระดับของมาตรฐาน ASD โดยประเมินผลในแบบสอบถามด้วยตนเอง โดยใช้แบบประเมินผลแบบสอบถามเป็นรายบุคคล โดยมีผู้เรียนเป็นผู้ตอบแบบสอบถาม โดยรวบรวมข้อมูล เพื่อประเมินระดับพัฒนาการเรียนจำนวน 5 ครั้ง

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากที่ได้รวบรวมข้อมูลทั้ง 5 ครั้งมีวิธีการดำเนินการดังนี้

4.6.1 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

4.6.2 รวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่ได้ในแต่ละครั้ง

วิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัย โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel 2003 โดยใช้สถิติ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และค่าร้อยละ (Percentage)

5. ผลของการวิจัย

5.1 สรุปการหาคำนำหนัก

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากแบบสอบถามไปประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 2003 แล้วนำเสนอผลการศึกษาในรูปแบบตาราง พร้อมด้วยคำอธิบายเชิงพรรณนาและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติประกอบเข้าด้วยกัน สามารถแบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 5 ส่วน ตามลำดับดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

การเลือกใช้ระบบปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Dos จำนวน 5 ใบงาน คิดเป็นร้อยละ

20.00 ระบบปฏิบัติการ Windows XP จำนวน 5 ใบงาน คิดเป็นร้อยละ 17.78 การเลือกใช้โปรแกรมพิมพ์งาน เอกสาร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ Microsoft Word จำนวน 3 ใบงานคิดเป็นร้อยละ 17.78 การเลือกใช้โปรแกรมคำนวณ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ Microsoft Excel จำนวน 2 ใบงาน คิดเป็นร้อยละ 22.22 การเลือกใช้โปรแกรมนำเสนอผลงาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ Microsoft PowerPoint จำนวน 5 ใบงาน คิดเป็นร้อยละ 22.22

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับ Speculation

สรุปผลคะแนนทั้ง 5 ครั้ง แยกตาม คุณภาพของ Speculation ซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 : Speculation

ใบงาน	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
1	2.50	3.50	4.00	4.12	8.12	4.45
2	1.00	3.20	2.50	4.00	8.00	3.74
3	2.20	3.46	3.99	4.12	8.23	4.40
4	2.60	3.25	3.86	4.12	8.12	4.39
5	3.10	3.24	3.45	4.12	8.34	4.45
6	1.01	2.04	3.02	4.12	8.45	3.73
7	1.00	2.03	3.65	4.32	8.44	3.89
8	1.34	3.00	3.23	4.22	8.40	4.04
9	1.23	3.31	3.44	4.77	8.11	4.17
10	1.40	3.24	3.56	4.87	8.77	4.37
11	2.10	3.45	3.67	4.77	8.21	4.44
12	2.03	3.87	3.90	4.33	8.99	4.62
13	3.00	3.09	3.76	4.87	8.55	4.65
14	1.67	2.76	3.56	4.12	8.31	4.08
15	1.09	2.09	3.00	4.23	8.00	3.68
16	1.78	3.20	3.30	4.33	8.65	4.25
17	2.13	3.50	3.70	4.56	8.45	4.47
18	1.99	3.10	3.23	4.09	8.00	4.08
19	2.30	3.20	3.43	4.12	8.00	4.21
20	2.50	3.30	3.90	4.30	8.66	4.53

ส่วนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับ Collaboration

สรุปผลคะแนนทั้ง 5 ครั้ง แยกตาม คุณภาพของ Collaboration ซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 : Collaboration

ใบงาน	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
1	1.34	2.50	4.00	6.00	7.90	4.35
2	1.00	2.00	4.90	7.90	8.40	4.84
3	1.40	1.70	2.00	8.00	8.50	4.32
4	1.90	2.00	2.40	7.00	7.30	4.12
5	2.00	2.30	2.60	6.00	7.20	4.02
6	1.90	2.00	2.40	6.40	7.00	3.94
7	1.70	2.40	3.40	5.30	6.90	3.94
8	1.70	2.90	3.20	6.90	6.80	4.30
9	1.00	2.50	3.60	5.90	7.90	4.18
10	1.30	2.90	3.60	6.00	8.20	4.40
11	1.90	2.30	3.90	7.90	8.90	4.98
12	1.80	3.90	4.90	6.00	7.00	4.72
13	1.80	3.00	4.50	6.90	7.20	4.68
14	2.00	2.40	2.60	3.67	7.20	3.57
15	1.99	2.00	2.20	3.90	7.00	3.42
16	1.70	2.00	2.50	3.76	6.50	3.29
17	1.60	2.00	2.40	2.70	8.45	3.43
18	1.70	2.30	2.90	3.00	8.00	3.58
19	1.80	2.50	2.90	3.10	8.00	3.66
20	1.90	2.40	2.60	2.90	8.66	3.69

ตารางที่ 5 : Learning

ใบงาน	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
1	2.50	3.50	4.00	4.12	8.12	4.45
2	1.00	3.20	2.50	4.00	8.00	3.74
3	2.20	3.46	3.99	4.12	8.23	4.40
4	2.60	3.25	3.86	4.12	8.12	4.39
5	3.10	3.24	3.45	4.12	8.34	4.45
6	1.01	2.04	3.02	4.12	8.45	3.73
7	1.00	2.03	3.65	4.32	8.44	3.89
8	1.34	3.00	3.23	4.22	8.40	4.04
9	1.23	3.31	3.44	4.77	8.11	4.17
10	1.40	3.24	3.56	4.87	8.77	4.37
11	2.10	3.45	3.67	4.77	8.21	4.44
12	2.03	3.87	3.90	4.33	8.99	4.62
13	3.00	3.09	3.76	4.87	8.55	4.65
14	1.67	2.76	3.56	4.12	8.31	4.08
15	1.09	2.09	3.00	4.23	8.00	3.68
16	1.78	3.20	3.30	4.33	8.65	4.25
17	2.13	3.50	3.70	4.56	8.45	4.47
18	1.99	3.10	3.23	4.09	8.00	4.08
19	2.30	3.20	3.43	4.12	8.00	4.21
20	2.50	3.30	3.90	4.30	8.66	4.53

ส่วนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับ Learning

สรุปผลคะแนนทั้ง 5 ครั้ง แยกตาม คุณภาพของ Learning ซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 5

ส่วนที่ 5 วิเคราะห์ระดับพัฒนาการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบ ตามมาตรฐาน ASD

ตารางที่ 6: สรุปคะแนนรวมแต่ละใบงาน

ใบงาน	เฉลี่ย
1	4.41
2	4.11
3	4.37
4	4.30
5	4.31
6	3.80
7	3.91
8	4.13
9	4.17
10	4.38
11	4.62
12	4.66
13	4.66
14	3.91
15	3.59
16	3.93
17	4.12
18	3.91
19	4.03
20	4.25

ตารางที่ 6 เป็นผลของการประเมินระดับความก้าวหน้าของใบงานผู้เรียน 20 ใบงาน โดยสามารถจำแนกแยกตามรายละเอียดต่างๆ ได้ดังนี้

ครั้งที่ 1 : ใบงานที่ 1 – 20 อยู่ในระดับ High ซึ่งถือได้ว่าการพัฒนาการเรียนรู้ในระดับสูงสุด

ครั้งที่ 2 : ใบงานที่ 1 – 20 อยู่ในระดับ High ซึ่งถือได้ว่าการพัฒนาการเรียนรู้ในระดับสูงสุด

ครั้งที่ 3 : ใบงานที่ 1 – 20 อยู่ในระดับ High ซึ่งถือได้ว่าการพัฒนาการเรียนรู้ในระดับสูงสุด

ครั้งที่ 4 : ใบงานที่ 1 – 20 อยู่ในระดับ High ซึ่งถือได้ว่าการพัฒนาการเรียนรู้ในระดับสูงสุด

ครั้งที่ 5 : ใบงานที่ 1 – 20 อยู่ในระดับ High ซึ่งถือได้ว่าการพัฒนาการเรียนรู้ในระดับสูงสุด

6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การประยุกต์นำ Adaptive Software Development (ASD) มาพัฒนาการเรียนสังเกตจากผลการทดลองจะเห็นว่าการทดลองครั้งที่ 1 จนถึง ครั้งที่ 5 อยู่ในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งเป็นบ่งชี้ให้เห็นว่าถ้านำ ASD เข้ามามีส่วนในการเรียนของผู้เรียนจะทำให้การปฏิบัติการภายในห้องเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Jim Highsmith , “Adaptive Software development” IEEE Standard, 2005
- [2] Alistair Cockburn, Agile Software Development, Addison-Wesley, USA, October 2006
- [3] Naur, P.,and B.Randall (eds), *Software Engineering: A Report on a Conference Sponsored by the Nato Science Committee, Nato, 2002*
- [4] E. Mnkandla, B. Dwolatzky, “Defining Agile Software Quality Assurance,” Pro-ceedings of the International Conference on Software Engineering Advances, 2006

ระบบสืบค้นบรรณานุกรมต่างห้องสมุดด้วยมาตรฐาน ISO23950

Interlibrary Bibliographical Searching System with ISO 23950 Standard

ชिरพงษ์ ญาณุชิตร์¹ และ ชัยณรงค์ เย็นศิริ²

ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ¹ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์²

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: ¹chirapongy@kmutnb.ac.th, ²cyr@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ได้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาระบบการสืบค้นบรรณานุกรมจากห้องสมุดต่างๆ ที่ให้บริการ Z39.50 Server ในเวลาเดียวกัน โดยใช้ช่องทางการสื่อสารผ่าน โปรโตคอล Z39.50 ตามมาตรฐาน ISO23950 ซึ่งเป็น โปรโตคอลที่พัฒนาขึ้นสำหรับงานทางด้านห้องสมุดโดยเฉพาะ และปัจจุบัน ได้มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย แต่ระบบที่หน่วยงานอื่นๆ ได้พัฒนานั้น ยังไม่มีการให้ความสำคัญเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยก่อนการใช้งาน และการใช้งานในปัจจุบันนั้นเป็นแบบส่งคำร้องขอไปยังเครื่อง Z39.50 Server ทุกครั้ง งานวิจัยนี้จึงเป็นการเพิ่มการรักษาความปลอดภัย ด้วยการพิสูจน์ตัวตนก่อนการใช้งานผ่าน LDAP Server และใช้รูปแบบการทำงานของ Web Proxy เข้ามาจัดการแก้ปัญหาความคับคั่งของข้อมูล โดยใช้ฐานข้อมูลซึ่งทำหน้าที่เป็นหน่วยความจำบรรณานุกรมชั่วคราว (Cache) ของระบบ เพื่อแก้ปัญหาในกรณีที่ผู้ใช้ทำการสืบค้นด้วยคำค้นเดียวกันและในช่วงเวลาเดียวกัน อีกทั้งทำให้ผู้ใช้บริการ สามารถค้นข้อมูลได้สะดวก รวดเร็ว ยิ่งขึ้น ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านพบว่า ระบบที่พัฒนานี้ มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.95$, $S.D. = 0.60$) แสดงว่าระบบที่พัฒนานี้ สามารถนำไปใช้ในห้องสมุดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: โปรโตคอล Z39.50 มาตรฐาน ISO23950 การค้นทางบรรณานุกรมแบบออนไลน์

Abstract

The purpose of this research is to develop a search engine to help finding bibliography from many libraries around the world that connect to Z39.50 Server by using protocol Z39.50 at the same time. Protocol Z39.50 with ISO standard 23950 is a client - server protocol designed especially for library applications and used widely in library community. Although numbers of library applications are developed for searching and retrieving information from Z39.50 Server, they do not provide accessing to the system with full security and spend a lot of times because of sending a request every time trying to connect with Z39.50 Server. For improving application performance, we develop a new web application to increase high security by using LDAP Server and Web Proxy to manage high traffic of information. Database is used to be a temporary storage (Cache) to store bibliography for solving the problem of user searching information with the same key at the same time. Moreover, these methods will make user feeling more comfortable, faster and more efficiency in searching information. The conclusion of questionnaire evaluations completed by five specialists, they have approved that Interlibrary Bibliographical Searching System have been processed more efficient.

Keywords: Z39.50, ISO 23950, Online Bibliographic Searching

1. บทนำ

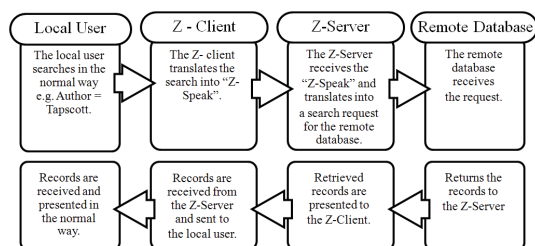
จากการแข่งขันทางการให้บริการฐานข้อมูลบรรณานุกรมออนไลน์ของศูนย์บริการห้องสมุดในปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาระบบสำหรับการให้บริการตามรูปแบบที่เหมาะสมต่อการให้บริการของศูนย์บริการนั้นๆ อย่างไม่หยุดนิ่ง ส่งผลให้เกิดความหลากหลายในการเข้าถึงข้อมูล ทำให้ผู้ใช้บริการต้องเสียเวลาทำความเข้าใจ ศึกษาวิธีการเข้าถึงข้อมูลจากสถานที่ต่าง ๆ ที่เปิดให้บริการ อีกทั้งยังก่อให้เกิดความไม่สะดวกเมื่อผู้ใช้บริการต้องการสืบค้นข้อมูลจากหลายที่ในเวลาเดียวกัน ในปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาโปรโตคอลที่เรียกว่า Z39.50 ขึ้น หรือที่เรียกว่ามาตรฐาน ISO23950 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับบรรณารักษ์และผู้ใช้บริการ ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลบรรณานุกรมของห้องสมุด ต่าง ๆ แต่การใช้งานจริงใน

ปัจจุบัน ยังไม่ได้มีการให้ความสำคัญทางด้านการรักษาความปลอดภัย ผู้ใช้สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องมีการพิสูจน์ตัวตนซึ่งอาจเป็นผลเสียต่อระบบถ้ามีการใช้งานผิดวัตถุประสงค์ อีกทั้งยังมีความยุ่งยากในการที่ผู้ใช้จะต้องทราบถึงหมายเลข IP และ Port ของเครื่อง Server ที่เปิดให้บริการประจำศูนย์

จากปัญหาข้างต้นที่ได้กล่าวมานั้น ผู้จัดทำมีแนวทางแก้ไขโดยการพัฒนาระบบ ในรูปแบบ Web Service ให้มีการพิสูจน์ผ่านโปรโตคอล LDAP ก่อนการใช้งานและมีการนำหลักการของ Web Proxy เข้ามาจัดการเพื่อลดความคับคั่งของข้อมูลโดยสร้างฐานข้อมูลชั่วคราว (Cache) สำหรับจัดเก็บผลการสืบค้นแล้วนำเสนอในครั้งถัดไปเมื่อผู้ใช้มีการสืบค้นในรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการทำงานเบื้องต้นของ OPAC ที่มีการใช้โปรโตคอล Z39.50 ในการสืบค้น ดังภาพที่ 1 และภาพที่ 2



ภาพที่ 1: หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบ

OPAC โดยใช้โปรโตคอล Z39.50

2.1.1 OPAC User เลือกห้องสมุดที่ต้องการโดยห้องสมุดเหล่านั้นจะต้องมีบริการในรูปแบบของ Z-Server

2.1.2 Z-Client แปลคำค้นให้อยู่ในรูปแบบ Z-Speak และส่งคำส่งไปยัง Z-Server ที่ผู้ใช้ต้องการ

2.1.3 เมื่อ Z-Server ได้รับคำร้องขอจาก Z-Client แล้ว ก็จะทำการแปล Z-Speak แล้วทำการส่งคำร้องไปยังฐานข้อมูล

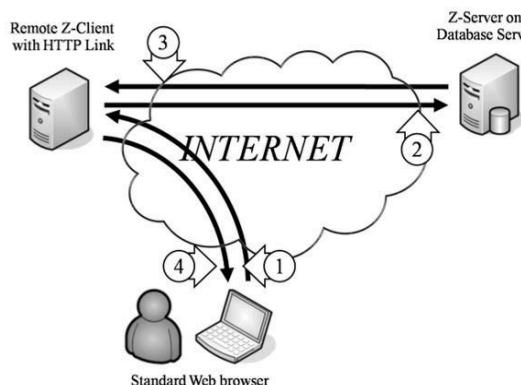
2.1.4 เมื่อฐานข้อมูลได้รับคำส่งก็จะทำการสืบค้นในฐานข้อมูลตามเขตข้อมูลที่ Z-Client ระบุมา

2.1.5 ฐานข้อมูลทำการส่งผลการสืบค้นกลับไปยัง Z-Server ซึ่งจะประกอบด้วยจำนวนรายการที่พบ และรายละเอียดของข้อมูลตามเขตข้อมูลที่ OPAC User ต้องการ

2.1.6 Z-Server จะทำการนำผลการสืบค้นที่ได้จากฐานข้อมูลส่งต่อไปยัง Z-Client

2.1.7 Z-Client รับข้อมูลผลการค้นแล้วส่งข้อมูลต่อไปยัง OPAC Software

2.1.8 OPAC Software จะทำการนำผลการสืบค้นที่ได้รับจาก Z-Client มานำเสนอให้กับ OPAC User



ภาพที่ 2: รูปแบบการเรียก Z39.50 ใช้ผ่าน

Web Service

2.2 โปรโตคอล LDAP

LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) เป็นโปรโตคอลใช้สำหรับติดต่อกับ Directory Service อยู่ในระดับแอปพลิเคชันเลเยอร์ ทำงานอยู่บนโปรโตคอล TCP/IP ซึ่งถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Netscape ร่วมกับทีมวิจัยจากมหาวิทยาลัยมิชิแกน วัตถุประสงค์เพื่อนำมาตรฐาน X.500 มาใช้งานจริงบนโปรโตคอล TCP/IP (X.500 เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับ Directory ที่สร้างขึ้นบน OSI Model) แนวคิดนี้เกิดขึ้นจากความต้องการที่จะให้เครื่องไคลเอนต์ (Lightweight PC Client) สามารถเข้าถึงไดเรกทอรีของมาตรฐาน X.500 ในฝั่งเซิร์ฟเวอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ [3]

2.3 เทคโนโลยีเว็บเซอร์วิส

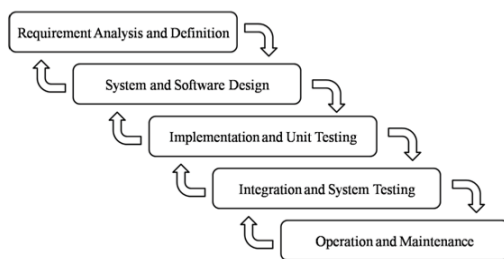
เว็บเซอร์วิส คือ แอปพลิเคชันหรือโปรแกรมซึ่งทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งในลักษณะให้บริการโดยจะถูกเรียกใช้งานจากแอปพลิเคชันอื่นๆ ผ่านเว็บ การให้บริการของเว็บเซอร์วิสจะมีเอกสารที่อธิบายคุณสมบัติของบริการกำกับไว้ และมีการนำเสนอให้สาธารณชนรับทราบผู้ใช้บริการสามารถค้นหาเว็บ

เซอร์วิส ได้โดยไม่ต้องรู้ที่อยู่จริงของแอปพลิเคชันหรือโปรแกรม [4]

เนื่องจากมีพื้นฐานอยู่บนภาษา XML และ HTTP เป็นเทคโนโลยีที่สามารถทำให้ซอฟต์แวร์แลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกันได้ ทำให้เกิดผลลัพธ์ที่สามารถทำงานร่วมกันระหว่างแพลตฟอร์มที่ต่างกัน คุณสมบัติพื้นฐานหลักที่เกี่ยวข้องกับเว็บเซอร์วิส คือ XML SOAP และ UDDI

2.4 Model ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

Waterfall Model หรือที่เรียกว่าวัฏจักรแบบน้ำตกดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: Model ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

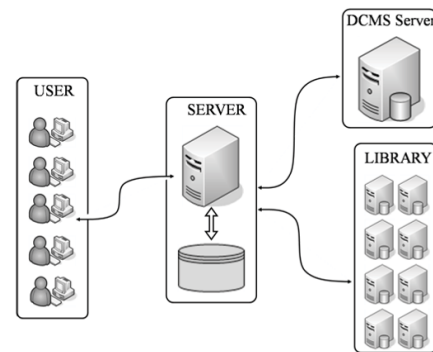
โมเดลอธิบายขั้นตอนการผลิตSoftwareโมเดลแรกๆที่ประกอบด้วยกิจกรรมหลักดังต่อไปนี้ [5]

- 2.4.1 วิเคราะห์และกำหนดความต้องการของระบบ
- 2.4.2 ออกแบบระบบและซอฟต์แวร์
- 2.4.3 พัฒนาและทดสอบระบบการทำงานส่วนต่างๆ
- 2.4.4 ทดสอบระบบในภาพรวม
- 2.4.5 ประเมินระบบและบำรุงรักษา

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วิเคราะห์และกำหนดความต้องการของระบบ

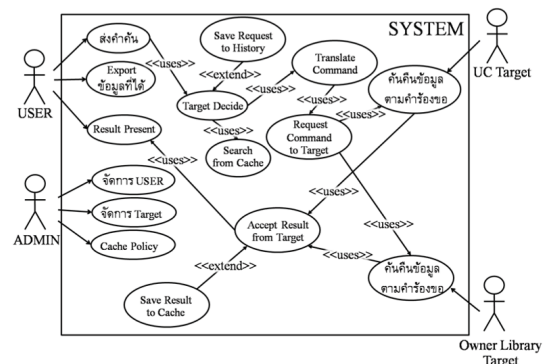
3.1.1 ระบบโดยภาพรวม ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: ระบบโดยภาพรวม

การทำงานของระบบมี 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนของการค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูลห้องสมุดอื่นๆ มาเก็บไว้ลงสู่ฐานข้อมูลของระบบ และส่วนหน้าเว็บเพจ ทำหน้าที่ในการแสดงผลการค้นหาที่ผู้ใช้ต้องการ ตามลักษณะคำค้นต่างๆ ของผู้ใช้งาน โดย ใช้มาตรฐาน ISO23950 ในขั้นตอนการสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลห้องสมุดอื่นๆ มาเก็บไว้ในฐานข้อมูลของระบบและระบบจะทำการค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูลของห้องสมุดที่มีการเปิดให้บริการทางด้านการสืบค้นในมาตรฐาน ISO23950 เท่านั้น

3.2 ออกแบบระบบและซอฟต์แวร์



ภาพที่ 5: ผู้เกี่ยวข้องและเหตุการณ์ทั้งหมด

3.2.1 ออกแบบระบบโดยภาพรวมดังภาพที่ 5 เป็นการออกแบบระบบในรูปแบบผู้เกี่ยวข้องและเหตุการณ์ทั้งหมดซึ่งมีหน้าที่การทำงานของฟังก์ชันต่างๆ ดังนี้

Save Request History บันทึกข้อมูลประวัติการสืบค้นในคำค้นต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการสืบค้นครั้งต่อไปโดยใช้คำค้นเดิม

Target Decide เลือกและกำหนดเป้าหมายห้องสมุดที่ต้องการสืบค้น

Translate Command แปลแปลงคำร้องขอให้เป็นภาษาที่ใช้ในมาตรฐาน ISO23950 เพื่อใช้ในการสื่อสารระหว่าง Z39.50 Client และ Z39.50 Server

Search in Cache การค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูลชั่วคราวที่สำรองข้อมูลไว้ในกรณีที่เกิดการสืบค้นด้วยคำค้นเดิม

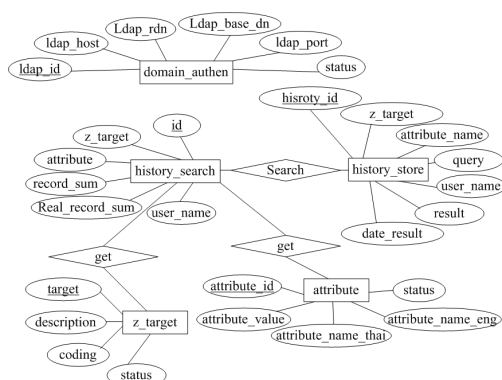
Request Command to Target ส่งคำร้องขอไปยัง Z39.50 Server

Accept Result from Target รับข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น

Save to Cache บันทึกข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการสืบค้นครั้งต่อไปโดยใช้คำค้นเดิม

3.2.2 ออกแบบฐานข้อมูล

สามารถสร้างเป็นฐานข้อมูลได้ทั้งหมด 5 ตารางและออกแบบเป็น E-R Diagram ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: ER-Diagram

ตาราง history_store จัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นเป็นข้อมูลดิบในรูปแบบ ISO2709

ตาราง history_search จัดเก็บข้อมูลประวัติคำค้น

ตาราง z_target จัดเก็บข้อมูลห้องสมุดที่ให้บริการ Z39.50 Server

ตาราง attribute จัดเก็บข้อมูลทางเลือกในการสืบค้น
ตาราง domain_authen จัดเก็บข้อมูลโดเมนที่ใช้สำหรับการพิสูจน์ตัวตนก่อนเข้าใช้งานกับ LDAP Server

3.3 พัฒนาและทดสอบระบบการทำงานส่วนต่างๆ

ทดสอบโมดูลการเชื่อมต่อกับ LDAP Server, MySQL และ Z-Server

พัฒนาระบบในส่วนของการเชื่อมต่อกับ Z-Server ของห้องสมุดที่เปิดให้บริการฐานข้อมูลบรรณานุกรมออนไลน์

พัฒนาระบบในส่วนของการนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น เก็บลงสู่ฐานข้อมูล และเก็บประวัติคำสืบค้น เพื่อใช้ในการตรวจสอบ ก่อนการส่งคำร้องขอหรือคำค้นไปยัง Z-Server

พัฒนาระบบในส่วนของการตรวจสอบประวัติการสืบค้นก่อนการส่งคำร้องขอหรือคำค้นไปยัง Z-Server

พัฒนาระบบในส่วนของการนำเสนอผลการสืบค้น

พัฒนาระบบในส่วนของการพิสูจน์ตัวตนกับ LDAP Server

พัฒนาระบบในส่วนของการ User Interface

3.4 ทดสอบระบบในภาพรวม

เป็นการทดสอบระบบทั้งทางด้าน Beta และ Alpha โดยบรรณารักษ์ สำนักหอสมุด มจพ. 5 ท่าน ซึ่งมีการประเมินผลหาประสิทธิภาพ ความพึงพอใจต่อระบบทั้งหมด 4 ด้านคือ ด้านฟังก์ชันการทำงาน ด้านการใช้งาน ด้านความถูกต้องของข้อมูล และด้านความพึงพอใจโดยรวมของระบบ

3.5 ประเมินระบบและบำรุงรักษา

ผู้ประเมินระบบคือบรรณารักษ์ และนักเอกสารสนเทศจำนวน 5 ท่านซึ่งได้รับการแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านบรรณานุกรม เป็นบุคลากรภายในสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ หลังจากได้ผลจากแบบประเมินแล้วจึงใช้หลักทางสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) เข้ามาช่วยในการสรุปผลการทดสอบและใช้เกณฑ์การวัดระดับความพึงพอใจของระบบโดยการวัดจากค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ

การบำรุงรักษาระบบสามารถจัดการได้โดยการอัพเดทฐานข้อมูล Cache เช่น รายชื่อห้องสมุดปลายทางที่ใช้ Z39.50 Server ได้จริงในปัจจุบัน ในตาราง z_target โดเมนของ LDAP Server ที่ทำการพิสูจน์ตัวตน ในกรณีที่มีการเปลี่ยนโดเมนในตาราง domain_authen เป็นต้น

4. ผลการดำเนินงาน

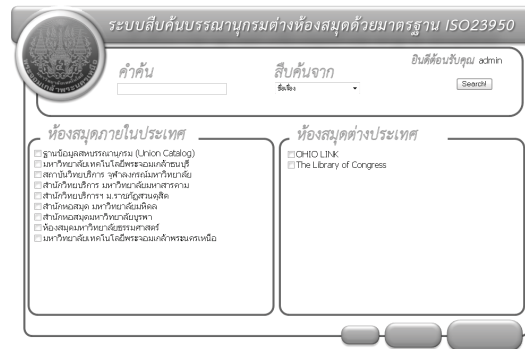
4.1 ผลของการพัฒนาระบบ

4.1.1 หน้าจอสำหรับ Login เข้าสู่ระบบ โดยพิสูจน์ตัวตนกับ LDAP Server ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: หน้าจอสำหรับ Login เข้าสู่ระบบ

4.1.2 การแสดงผลส่วนการใช้งานหลัก ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8: การแสดงผลส่วนการใช้งานหลัก

4.1.3 การแสดงผลผลลัพธ์การสืบค้น ดังภาพที่ 9

ผลลัพธ์จากการสืบค้น คำว่า : network security โดยสืบค้นจาก : ชื่อเรื่อง

ที่มาของข้อมูล	เป้าหมายการสืบค้น	ผลการสืบค้น	Link	หมายเหตุ
Server	ฐานข้อมูลบรรณานุกรม (Union Catalog)	พบมากกว่า 10 รายการ	Go!!	กรุณาทำหน้าเพื่อขอเอกสารฉบับอื่น
Server	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	ไม่พบข้อมูลที่ต้องการ		กรุณาทำหน้าเพื่อขอเอกสารฉบับอื่น
Server	สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ไม่พบ	Error Timeout	
Server	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	ไม่พบข้อมูลที่ต้องการ		กรุณาทำหน้าเพื่อขอเอกสารฉบับอื่น
Server	CHOL LINK	2 รายการ	Go!!	
Server	The Library of Congress	ไม่พบข้อมูลที่ต้องการ		กรุณาทำหน้าเพื่อขอเอกสารฉบับอื่น

คลิกดูรายละเอียด

ภาพที่ 9: การแสดงผลผลลัพธ์การสืบค้น

4.2 ผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญ

คะแนนการประเมินผลที่ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อระบบทั้งระบบ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.95 ทำให้สามารถแปลความหมายได้ว่าผู้ประเมินมีความพึงพอใจประสิทธิภาพของระบบทั้งระบบอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 1 : ผลคะแนนเฉลี่ยเปรียบเทียบในแต่ละ

หัวข้อ

หัวข้อในแบบประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลความ
ด้านฟังก์ชันการทำงาน	3.85	0.67	ดี
ด้านการใช้งาน	3.80	0.46	ดี
ด้านความถูกต้องของข้อมูล	4.15	0.61	ดี
ด้านประสิทธิภาพโดยรวม	3.97	0.68	ดี
เฉลี่ยรวม	3.95	0.60	ดี

5. บทสรุป

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาระบบสืบค้นบรรณานุกรมต่างห้องสมุดด้วยมาตรฐาน ISO23950

เพื่ออำนวยความสะดวกในการสืบค้นข้อมูล บรรณานุกรมจากห้องสมุดต่าง ๆ ที่ให้บริการสืบค้น บรรณานุกรมออนไลน์ด้วยโปรโตคอล Z39.50 โดยสามารถกำหนดเป้าหมายห้องสมุดที่ต้องการสืบค้นได้ มากกว่าหนึ่งทีในการสืบค้นแค่ครั้งเดียว ช่วยลดเวลาในการสืบค้นข้อมูลจากห้องสมุดหลายที่ได้ ในเวลาอันสั้น โดยออกแบบระบบให้มีการทำงานสามส่วนสำคัญคือ ส่วนการพิสูจน์ตัวตนด้วย LDAP Server ก่อนเข้าใช้งาน ส่วนการทำงานที่คล้ายคลึงกับรูปแบบของ Web Proxy โดยจัดทำฐานข้อมูลชั่วคราว (Cache) เพื่อเก็บผลการสืบค้นสำหรับให้บริการที่รวดเร็วขึ้นเมื่อมีการสืบค้น เดิม ลดความคับคั่งของข้อมูลในระบบเครือข่าย และ ส่วนการประมวลผลส่งคำร้องขอค้นไปยังห้องสมุดที่ต้องการ ซึ่งสามารถส่งได้มากกว่าหนึ่งห้องสมุด ตามความต้องการของผู้ใช้ โดยใช้ภาษา PHP และ SQL เป็นหลักในการพัฒนา ทั้งนี้จากการพัฒนาระบบ มี สมมุติฐานว่าระบบสืบค้นบรรณานุกรมต่างห้องสมุด ด้วยมาตรฐาน ISO23950 ที่สร้างขึ้นจะมีประสิทธิภาพ ที่ผู้ใช้พึงพอใจในอยู่ในระดับดี ผู้วิจัยได้นำระบบสืบค้น บรรณานุกรมต่างห้องสมุดด้วยมาตรฐาน ISO23950 ที่ สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านประเมินความ พึงพอใจต่อระบบที่พัฒนาขึ้น ผลการประเมิน พบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับการประเมินประสิทธิภาพระบบของ ผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.95$, $S.D. = 0.60$)

5.1 ข้อเสนอแนะ

5.1.1 ควรมีการพัฒนาในรูปแบบการให้บริการที่ หลากหลาย แยกส่วนการให้บริการในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การบริการสำหรับบรรณารักษ์ การบริการสำหรับ บุคลากรอาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักศึกษา และสำหรับ บุคคลภายนอกทั่วไป ทั้งนี้เนื่องมาจากความแตกต่าง ทางด้านสิทธิ์ในการเข้าใช้ทรัพยากรห้องสมุดของผู้เข้า ใช้ห้องสมุดระดับต่าง ๆ ทั้งที่เป็นสมาชิก และไม่ได้ เป็นสมาชิก รวมไปถึงพัฒนาเพิ่มเติมให้มีทางเลือกใน การพิสูจน์ตัวตนของผู้เข้าใช้ในระดับต่างๆ

5.1.2 ทางด้านการสืบค้นควรพัฒนาต่อไป ด้าน Advanced Search คือการสืบค้นที่มีเรื่องของ ตรรกะเข้า มาเกี่ยวข้อง เช่นการสืบค้นในลักษณะที่มี and or not เพื่อผลลัพธ์ที่ตรงตามความต้องการมากยิ่งขึ้น

5.1.3 ทางด้านการนำเสนอผลลัพธ์ สำหรับชื่อเขต ข้อมูลที่เป็น URL ในกรณีที่มี URL link เช่น link เข้า ไปดูในส่วนเอกสารฉบับเต็ม ควรทำให้สามารถเข้าไป ดูข้อมูลโดยการคลิกได้โดยตรง

5.1.4 ทางด้านการนำผลลัพธ์ไปใช้ ควรพัฒนาต่อให้ รองรับการนำข้อมูลออก (Export) ในรูปแบบต่างๆ เช่น ในรูปแบบของ ระเบียบข้อมูล MARC21 หรือ Text File เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับบรรณารักษ์ เมื่อ ต้องการนำข้อมูลที่ได้ไปใช้งานทางด้านอื่นๆ รวมทั้ง ในรูปแบบของ เอกสาร Word, Excel และทำให้ สามารถส่งต่อข้อมูลรายการที่ต้องการในรูปแบบของ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Email) เพื่ออำนวยความสะดวก มากยิ่งขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] จีระพล กลุ่มเทียม. (2550). **มาตรฐานการค้นคืนสารสนเทศ : Z39.50**. เอกสารประกอบการบรรยายสัมมนาความร่วมมือ ระหว่างห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา ครั้งที่ 25 14-16 พ.ย. 2550 ณ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา.
- [2] _____. (2004). **ความรู้เบื้องต้น Z39.50**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.thailis.or.th/index.php?option=com_content&task=view&id=18&Itemid=46
- [3] นิศา จูจันทร์ และคนอื่น ๆ. (ม.ป.ป.). **LDAP Lightweight Directory Access Protocol**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <http://www2.cs.science.cmu.ac.th/seminar/2546/LDAP/LDAP.HTM#home>
- [4] สราวุธ อ้อยศรีสกุล. (2544). **ถอดรหัส.NET+Web service**. กรุงเทพฯ : วิตดี กรุ๊ป
- [5] ทรงศักดิ์ รองวิริยะพานิช. (2552). **Process Models (ครั้งที่2)**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <http://www.cs.tu.ac.th/classes/451/undergrads456-public/LectureSlides/Software Process.ppt>

ปัจจัยและแนวทางการลดความเครียดของพนักงานในอุตสาหกรรมการผลิตสายไฟ

นายประเสริฐ ศรีบุญจันทร์* นางสาวหนึ่งฤทัย โสกา

นายณรัชช บรรมจศิริ นายวิสูตร พรหมศรี

ภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*psbc@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความเครียด ปัจจัยในการทำงานและพฤติกรรมการเผชิญปัญหา เปรียบเทียบความเครียดของพนักงาน จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยในการทำงานและพฤติกรรมการเผชิญปัญหา ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดกับปัจจัยในการทำงานและพฤติกรรมการเผชิญปัญหา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 351 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความถี่ ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแตกต่างด้วย *T - test* การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ผลจากการศึกษา พบว่า พนักงานมีระดับความเครียดอยู่ในเกณฑ์สูงกว่าปกติปานกลาง มีปัจจัยในการทำงานและพฤติกรรมในการเผชิญปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนปัจจัยในการทำงานและพฤติกรรมการเผชิญปัญหา มีความสัมพันธ์ทางลบกับความเครียดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

Abstract

The objectives of research were to study the level of stress, working factors and problem-confronting behavior of workers, to compare the stress of these workers, classified by personal factors, working factors and problem-confronting behavior, and to study the relationship between stress and working factors and problem-confronting behavior. The sample size for this study consisted of 351 workers. A constructed questionnaire was used as a tool to collect data and reliability equal 0.86. The statistics employed for data analysis were frequency, percentage, standard deviation, pair difference test by t-test, one-way ANOVA, and correlation.

Results from the study found that most workers had a moderate level of stress. The working factors and problem-confronting behavior were at a moderate level. The working factors and the problem-confronting behavior were negatively related, with significance at the level of .05

คำสำคัญ : ระดับความเครียด พฤติกรรมการเผชิญปัญหา การวิเคราะห์ความแปรปรวน

1. บทนำ

การทำงานเป็นเรื่องสำคัญประการหนึ่งของชีวิตมนุษย์ ความรู้สึกที่มีต่อการทำงานของแต่ละคนจะแตกต่างกันออกไป หลายคนทำงานด้วยความสุขและพอใจ แต่ก็มีหลายคนที่มีความรู้สึกอึดอัดไม่สบายใจในงานที่ทำอยู่ เกิดความกังวลใจ ความเครียดในการทำงานมีอิทธิพลที่สำคัญต่อสภาวะทางร่างกาย จิตใจ และการแสดงพฤติกรรมของบุคคล [1]

ความเครียดก่อให้เกิดความผิดปกติทางอารมณ์ เช่น ไม่สบายใจ หงุดหงิด นอนไม่หลับ ไม่มีสมาธิ และเกิดภาวะเจ็บป่วยทางร่างกาย เช่น โรคความดันโลหิต โรคเบาหวาน โรคหัวใจ นอกจากนี้ความเครียดยังมีอิทธิพลต่อการปฏิบัติงานต่อองค์กร คือทำให้ความสามารถในการปฏิบัติงานลดลง การทำงานไม่มีประสิทธิภาพ ขาดความพึงพอใจในการทำงาน ขาดขวัญและกำลังใจ [2]

อุตสาหกรรมการผลิตสายไฟเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่ต้องใช้คนทำงานร่วมกับเครื่องจักร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าและอันตรายอาจเกิดขึ้นได้จากการทำงาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความเครียด

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลในการทำงานและพฤติกรรมการเผชิญปัญหาที่มีผลต่อความเครียดของพนักงานในอุตสาหกรรมการผลิตสายไฟ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นแนวทางในการลด

ความเครียดจากการปฏิบัติงานของพนักงานในอุตสาหกรรมการผลิตสายไฟ

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลในการทำงาน พฤติกรรมการเผชิญปัญหาและระดับความเครียดของพนักงานในอุตสาหกรรมการผลิตสายไฟ

2.2 เพื่อเปรียบเทียบระดับความเครียดของพนักงาน

2.3 เพื่อเสนอแนวทางการลดความเครียดให้กับพนักงานในอุตสาหกรรมการผลิตสายไฟ

3. ประโยชน์ที่ได้รับ

3.1 ทราบถึงปัจจัยที่มีผลในการทำงาน พฤติกรรมการเผชิญปัญหาและระดับความเครียดของพนักงานในอุตสาหกรรมการผลิตสายไฟ

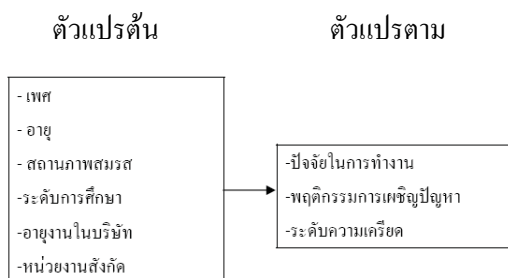
3.2 นำเสนอเป็นแนวทางการลดความเครียดให้กับพนักงานในอุตสาหกรรมการผลิตสายไฟ

4. วิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานเป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย มีดังนี้

4.1 ศึกษากรอบแนวคิด

กรอบแนวคิดของการศึกษา ประกอบด้วยตัวแปรต้นและตัวแปรตาม รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: กรอบแนวคิดของการศึกษา

จากภาพที่ 1 แสดงถึงกรอบแนวคิดของการศึกษา ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรต้น ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา อายุงานและหน่วยงานที่สังกัด ตัวแปรตาม ได้แก่ ปัจจัยในการทำงาน พฤติกรรมการเผชิญปัญหาและระดับความเครียด

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ พนักงานในอุตสาหกรรมการผลิตสายไฟ จังหวัดฉะเชิงเทรา ปี พ.ศ. 2552 จำนวน 4,000 คน แบ่งเป็นโรงงานตัดต่อสายไฟ จำนวน 1,500 คน โรงงานปั๊มยาแบบ จำนวน 900 คน โรงงานขึ้นรูปพลาสติก จำนวน 1,400 คน และสำนักงานธุรการ จำนวน 200 คน

กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มโดยการเปรียบเทียบกับตารางของ R.V. Krejcie & D.W. Morgan ได้จำนวนตัวอย่าง 351 คน [3]

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถาม หากคุณภาพของเครื่องมือโดยวิเคราะห์ความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.86

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86 ใช้แบบสอบถามจำนวน 351 ฉบับ จากกลุ่มตัวอย่าง 351 คน

แบบสอบถามที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 แบ่งเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ สถานภาพการสมรส ระดับการศึกษา ระยะเวลาที่ทำงาน หน่วยงานที่สังกัด ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามปัจจัยที่มีผลในการทำงาน ประเมินค่า (Rating Scale) ตามแบบของ Likert Scale ประกอบด้วยข้อคำถาม ทั้งหมด 26 ข้อ แบ่งเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ด้านความก้าวหน้าหน้าที่ ด้านสัมพันธภาพกับบุคคลอื่นในการปฏิบัติงาน ด้านความสำเร็จและความก้าวหน้าในงาน ด้านโครงสร้างและบรรยากาศขององค์กร ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามพฤติกรรมการเผชิญปัญหา ประเมินค่า (Rating Scale) ตามแบบของ Likert Scale ประกอบด้วยข้อคำถาม ทั้งหมด 14 ข้อ แบ่งเป็น 2 ด้าน ได้แก่ 1) การเผชิญปัญหาแบบมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยการเผชิญปัญหา 2 ด้านย่อย คือ 1.1) ด้านมุ่งเน้นการแก้ปัญหา 1.2) ด้านมุ่งเน้นอารมณ์ที่สนับสนุนการแก้ปัญหา 2) การเผชิญปัญหาแบบด้อยประสิทธิภาพ ประกอบด้วยการเผชิญปัญหา 2 ด้านย่อย คือ 2.1) ด้านมุ่งเน้นอารมณ์ที่ไม่สนับสนุนการแก้ปัญหา 2.2) ด้านหลีกเลี่ยงปัญหา

ชุดที่ 2 แบบประเมินความเครียด เป็นแบบประเมินและวิเคราะห์ความเครียดด้วยตนเอง โดยพัฒนาและดัดแปลงมาจากแบบสอบถามของกรมสุขภาพจิต [4]

ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 สร้างแบบสอบถาม ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

นำไปทดลองใช้กับกลุ่มพนักงาน จำนวน 30 ชุด

ขั้นตอนที่ 4 นำแบบสอบถาม ที่ผ่านการทดลองใช้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถาม

ขั้นตอนที่ 5 จัดทำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล [5]

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ด้านสังคมศาสตร์ รายละเอียดการวิเคราะห์ ดังนี้

4.5.1 แบบสอบถามประเภท Check list วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่า ความถี่และร้อยละ และแบบสอบถามที่เป็น Rating Scale วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.5.2 T-test ใช้ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 2 กลุ่ม

4.5.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) ใช้ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป

4.5.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Correlation) ใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยในการทำงานกับความเครียดและความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและการเผชิญปัญหากับความเครียด

การวิเคราะห์มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ผลการดำเนินงาน

5.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

การศึกษาข้อมูลทั่วไป พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 62.40 มีอายุอยู่ระหว่าง 31 - 40 ปี ร้อยละ 45.60 สำเร็จการศึกษาระดับต่ำกว่าปริญญาตรีร้อยละ 87.20 มีอายุงานในบริษัทต่ำกว่า 5 ปี ร้อยละ 43.00 มีสถานภาพโสดร้อยละ 27.6 และสังกัดหน่วยงานติดต่อสายไฟร้อยละ 38.50

5.2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลในการทำงาน

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลในการทำงาน รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลใน

การทำงาน

ปัจจัยที่มีผลในการทำงาน	\bar{X}	S.D.	ระดับ
ด้านดวงงาน	2.85	0.70	ปานกลาง
ด้านบทบาทหน้าที่	3.17	0.78	ปานกลาง
ด้านสัมพันธภาพกับบุคคลอื่นในการปฏิบัติงาน	3.25	0.70	ปานกลาง
ด้านความสำเร็จและความก้าวหน้าในงาน	3.16	0.80	ปานกลาง
ด้านโครงสร้างและบรรยากาศขององค์กร	3.20	0.83	ปานกลาง
รวม	3.15	0.62	ปานกลาง

จากตารางที่ 1 พบว่าปัจจัยที่มีผลในการทำงานทุกด้านมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง โดยเรียงลำดับค่าคะแนนเฉลี่ยจากมากไปน้อยดังนี้ ด้านสัมพันธภาพกับบุคคลอื่นในการปฏิบัติงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.25 ด้านโครงสร้างและบรรยากาศขององค์กรมีค่าเฉลี่ย 3.20 ด้านบทบาทหน้าที่ที่มีค่าเฉลี่ย 3.17 ด้านความสำเร็จและความก้าวหน้าในงานมีค่าเฉลี่ย 3.16 และด้านดวงงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.85

5.3 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมในการเผชิญ

ปัญหา

ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมในการเผชิญปัญหาของพนักงาน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: การวิเคราะห์พฤติกรรมในการ

เผชิญปัญหา

พฤติกรรมในการเผชิญปัญหา	\bar{X}	S.D.	ระดับ
1. การเผชิญปัญหาแบบมีประสิทธิภาพ			
- ด้านมุ่งเน้นการแก้ปัญหา	3.60	0.70	มาก
- ด้านมุ่งเน้นอารมณ์ที่สนับสนุนการแก้ปัญหา	3.46	0.76	ปานกลาง
2. การเผชิญปัญหาแบบไม่มีประสิทธิภาพ			
- ด้านมุ่งเน้นอารมณ์ที่ไม่สนับสนุนการแก้ปัญหา	3.16	0.73	ปานกลาง
- ด้านหลีกเลี่ยงปัญหา	3.14	0.83	ปานกลาง
รวม	3.31	0.43	ปานกลาง

จากตารางที่ 2 พบว่าระดับพฤติกรรมในการเผชิญปัญหามีค่าเฉลี่ยทุกด้านอยู่ในระดับปานกลาง โดยเรียงลำดับค่าคะแนนเฉลี่ยจากมากไปน้อยดังนี้ พฤติกรรมในการเผชิญปัญหาแบบมีประสิทธิภาพด้านมุ่งเน้นการแก้ปัญหาที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.60 ด้านมุ่งเน้นอารมณ์ที่สนับสนุนการแก้ปัญหาที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.46

การเผชิญปัญหาแบบไม่มีประสิทธิภาพด้านมุ่งเน้น
อารมณ์ที่ไม่สนับสนุนการแก้ปัญหาที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ
3.16 และการเผชิญปัญหาแบบไม่มีประสิทธิภาพด้าน
หลักหนีปัญหามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.14

5.4 ผลการวิเคราะห์ระดับความเครียด

ผลการวิเคราะห์ระดับความเครียดของพนักงาน
ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ผลการวิเคราะห์ระดับความเครียด

$n = 351$

ระดับความเครียด	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ความเครียดอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าปกติ (0-5 คะแนน)	-	-
ความเครียดอยู่ในเกณฑ์ปกติ (6-17 คะแนน)	111	31.62
ความเครียดอยู่ในเกณฑ์สูงกว่าปกติเล็กน้อย (18-25 คะแนน)	133	37.90
ความเครียดอยู่ในเกณฑ์สูงกว่าปกติปานกลาง (26-29 คะแนน)	43	12.25
ความเครียดอยู่ในเกณฑ์สูงกว่าปกติมาก (30-60 คะแนน)	64	28.23
รวม	351	100.0

จากตารางที่ 3 พบว่าพนักงานส่วนใหญ่มีระดับ
ความเครียดอยู่ในเกณฑ์สูงกว่าปกติเล็กน้อย คิดเป็น
37.90 เปอร์เซ็นต์

5.5 ผลการเปรียบเทียบระดับความเครียด

5.5.1 ผลการเปรียบเทียบระดับความเครียดจำแนก
ตามเพศ ผลการเปรียบเทียบระดับความเครียดจำแนก
ตามเพศ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4: ผลการเปรียบเทียบระดับความเครียดจำแนก
ตามเพศ

เพศ	จำนวน	ระดับความเครียด		S.D.	t	p
		\bar{X}	ระดับ			
ชาย	92	25.00	สูงกว่าปกติเล็กน้อย	6.20	-1.34	0.19
หญิง	148	26.00	สูงกว่าปกติปานกลาง	5.93		

จากตารางที่ 4 พบว่าพนักงานที่มีเพศต่างกัน มีระดับ
ความเครียดไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

5.5.2 ผลการเปรียบเทียบระดับความเครียดจำแนก
ตามอายุ

ผลการเปรียบเทียบระดับความเครียดจำแนกตามอายุ
ดังแสดงในตารางที่ 5, 6 และ 7

อายุ	จำนวน (คน)	ระดับความเครียด		S.D.
		\bar{X}	ระดับ	
17-30 ปี	97	27.00	สูงกว่าปกติปานกลาง	6.70
31-40 ปี	103	25.00	สูงกว่าปกติเล็กน้อย	4.89
41-50 ปี	31	26.00	สูงกว่าปกติปานกลาง	6.51
51 ปีขึ้นไป	9	29.00	สูงกว่าปกติปานกลาง	6.22

ตารางที่ 5: ผลการเปรียบเทียบระดับความเครียดจำแนก
ตามอายุ

ตารางที่ 6: ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	3	412.87	137.62	3.90	0.01
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	236	8328.70	35.29		
รวม	239	8741.58			

จากตารางที่ 5 และ 6 พบว่าพนักงานที่มีอายุต่างกัน
มีระดับความเครียดแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ
.05 แสดงว่ามีอย่างน้อย 1 คู่ของช่วงอายุที่มีค่าเฉลี่ย
ความเครียดแตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องทำการวิเคราะห์
เปรียบเทียบเป็นรายคู่ ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7: ความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยระดับ
ความเครียดของพนักงาน

อายุ	\bar{X}	17-30 ปี (27.00)	31-40 ปี (25.00)	41-50 ปี (26.00)	51 ปีขึ้นไป (29.00)
17-30 ปี	27.00	-	2.47*	1.45	2.21
31-40 ปี	25.00	-	-	1.03	4.68*
41-50 ปี	26.00	-	-	-	3.66
51 ปีขึ้นไป	29.00	-	-	-	-

* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 7 พบว่า มี 2 คู่ที่มีความแตกต่างอย่าง
มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 คือ ช่วงอายุ 17-30 ปี มีระดับ
ความเครียดที่แตกต่างกันกับช่วงอายุ 31-40 ปี และช่วง
อายุ 51 ปีขึ้นไป มีระดับความเครียดแตกต่างกันกับช่วง
อายุ 31-40 ปี

5.5.3 ผลการเปรียบเทียบระดับความเครียดจำแนกตามสถานภาพสมรส

ผลการเปรียบเทียบระดับความเครียดจำแนกตามสถานภาพสมรส ดังแสดงในตารางที่ 8, 9 และ 10

ตารางที่ 8: ผลการเปรียบเทียบระดับความเครียดจำแนกตามอายุ

สถานภาพ	จำนวน	ระดับความเครียด		S.D.
		\bar{X}	ระดับ	
โสด	75	28.00	สูงกว่าปกติปานกลาง	7.23
สมรส	142	25.00	สูงกว่าปกติเล็กน้อย	5.15
หย่าร้าง	23	26.00	สูงกว่าปกติปานกลาง	5.23

ตารางที่ 9: ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	2	511.28	255.64	7.36	0.01
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	237	8230.30	34.72		
รวม	239	8741.58			

จากตารางที่ 8 และ 9 พบว่าพนักงานที่มีสถานภาพสมรสต่างกัน มีความเครียดแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่ามีอย่างน้อย 1 คู่ของสถานภาพสมรสที่มีค่าเฉลี่ยความเครียดแตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบเป็นรายคู่ ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10: ความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยระดับความเครียดของพนักงาน

สถานภาพ	\bar{X}	โสด (28.00)	สมรส (25.00)	หย่าร้าง (26.00)
โสด	28.00	-	3.21*	2.58
สมรส	25.00	-	-	0.63
หย่าร้าง	26.00	-	-	-

* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 10 พบว่า มี 1 คู่ ที่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 คือ สถานภาพโสดมีระดับความเครียดแตกต่างกันกับสถานภาพสมรส

5.5.4 ผลการเปรียบเทียบระดับความเครียดจำแนกตามระดับการศึกษา

ผลการเปรียบเทียบระดับความเครียดจำแนกตามระดับการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11: เปรียบเทียบระดับความเครียดจำแนกตามระดับการศึกษา

ระดับการศึกษา	จำนวน	ระดับความเครียด		S.D.	t	p
		\bar{X}	ระดับ			
มัธยมหรือต่ำกว่าปริญญาตรี	205	26.00	สูงกว่าปกติปานกลาง	6.15	-0.10	0.91
ปริญญาตรี	35	26.00	สูงกว่าปกติปานกลาง	5.48		

จากตารางที่ 11 พบว่าพนักงานที่มีระดับการศึกษาต่างกัน มีความเครียดไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

5.5.5 ผลการเปรียบเทียบระดับความเครียดจำแนกตามระยะเวลาทำงาน

ผลการเปรียบเทียบระดับความเครียดจำแนกตามระยะเวลาทำงาน ดังแสดงในตารางที่ 12, 13 และ 14

ตารางที่ 12: เปรียบเทียบระดับความเครียดจำแนกตามระยะเวลาทำงาน

ระยะเวลาที่ทำงานในบริษัท	จำนวน	ระดับความเครียด		S.D.
		\bar{X}	ระดับ	
ต่ำกว่า 5 ปี	107	27.00	สูงกว่าปกติปานกลาง	6.52
6 – 10 ปี	85	26.00	สูงกว่าปกติปานกลาง	5.66
11 ปีขึ้นไป	48	24.00	สูงกว่าปกติเล็กน้อย	5.14

ตารางที่ 13: ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	2	287.43	143.71	4.02	0.02
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	237	8454.14	35.67		
รวม	239	8741.58			

จากตารางที่ 12 และ 13 พบว่าพนักงานที่มีระยะเวลาที่ทำงานในบริษัทต่างกัน มีความเครียดแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่ามีอย่างน้อย 1 คู่ของสถานภาพสมรสที่มีค่าเฉลี่ยความเครียดแตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบเป็นรายคู่

ตารางที่ 14: ความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยระดับ

ความเครียดของพนักงาน

ระยะเวลาที่ทำงานในบริษัท	\bar{X}	ต่ำกว่า 5 ปี (27.00)	6 – 10 ปี (26.00)	11 ปีขึ้นไป (24.00)
ต่ำกว่า 5 ปี	27.00	-	0.08	2.77*
6 – 10 ปี	26.00	-	-	2.69*
11 ปีขึ้นไป	24.00	-	-	-

* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 14 ทำการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยรายคู่ พบว่ามี 2 คู่ ที่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 คือ ระยะเวลาที่ทำงานในบริษัทต่ำกว่า 5 ปี มีระดับความเครียดแตกต่างกันกับระยะเวลาที่ทำงานในบริษัท 11 ปี ขึ้นไป และระยะเวลาที่ทำงานในบริษัท 6-10 ปี มีระดับความเครียดแตกต่างกันกับระยะเวลาที่ทำงานในบริษัท 11 ปี ขึ้นไป

5.5.6 ผลการเปรียบเทียบระดับความเครียดจำแนกตามหน่วยงานที่สังกัด

ผลการเปรียบเทียบระดับความเครียดจำแนกตามหน่วยงานที่สังกัด ดังแสดงในตารางที่ 15 และ 16

ตารางที่ 15: เปรียบเทียบระดับความเครียดจำแนกตามหน่วยงานที่สังกัด

หน่วยงานที่สังกัด	จำนวน	ระดับความเครียด		S.D.
		\bar{X}	ระดับ	
ตัดต่อสายไฟ	89	25.00	สูงกว่าปกติเล็กน้อย	5.07
ขึ้นรูปพลาสติก	90	26.00	สูงกว่าปกติปานกลาง	7.02
ปั๊มยาแบบ	44	25.00	สูงกว่าปกติปานกลาง	6.10
สำนักงานธุรการ	17	29.00	สูงกว่าปกติปานกลาง	3.95

ตารางที่ 16: ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	3	237.50	79.16	2.19	0.09
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	236	8504.07	36.03		
รวม	239	8741.58			

จากตารางที่ 15 และ 16 พนักงานที่มีหน่วยสังกัดที่ต่างกันมีความเครียดไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

5.5.7 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ปัจจัยที่มีผลในการทำงานกับระดับความเครียด

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ปัจจัยที่มีผลในการทำงานกับระดับความเครียด ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17: ความสัมพันธ์ปัจจัยที่มีผลในการทำงานกับระดับความเครียด

ความสัมพันธ์	ค่าความสัมพันธ์	
	r	P
ปัจจัยที่มีผลในการทำงานกับระดับความเครียด	-0.28	0.00

จากตารางที่ 17 ปัจจัยที่มีผลในการทำงานกับระดับความเครียดมีความสัมพันธ์กันในทางลบในระดับต่ำมากอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

5.5.8 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์พฤติกรรมการเผชิญปัญหา กับระดับความเครียด

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์พฤติกรรมการเผชิญปัญหา กับระดับความเครียด ดังแสดงในตาราง ที่ 18

ตารางที่ 18: ความสัมพันธ์พฤติกรรมการเผชิญปัญหา กับระดับความเครียด

ความสัมพันธ์	ค่าความสัมพันธ์	
	r	P
พฤติกรรมการเผชิญปัญหา กับระดับความเครียด	-0.24	0.00

จากตารางที่ 18 พฤติกรรมในการเผชิญปัญหา กับระดับความเครียดมีความสัมพันธ์กันในทางลบในระดับต่ำมากอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

5.6 ผลการเสนอแนะทางการลดความเครียด

ผลจากการทำวิจัยมีข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน และลดระดับความเครียดให้กับพนักงาน ดังนี้

5.6.1 ปัจจัยที่มีผลในการทำงาน ระดับปัจจัยที่มีผลในการทำงานของพนักงาน อยู่ในระดับปานกลาง แสดงว่าพนักงานสามารถทำงานร่วมกันได้ ช่วยเหลือกัน ได้และไม่มีปัญหามากนัก สิ่งที่ควรปรับปรุงเพื่อให้งานดีขึ้นและลดความเครียดของพนักงาน คือ

1) ควรจัดปริมาณงานให้เหมาะสมกับความสามารถของพนักงาน เช่น เพศหญิงงานควรจะ

เขากว่าเพศชาย ไม่เช่นนั้นเขาจะมองว่าเป็นงานที่หนักเกินไป

2) จำนวนพนักงานที่ปฏิบัติงานควรเพียงพอ กับปริมาณงานที่รับผิดชอบ การให้พนักงานจากหน่วยงานอื่นมาช่วยงานบ่อย ๆ นั้น ก็อาจทำให้พนักงานเกิดความเครียดได้

3) จัดให้พนักงานได้รับผิดชอบในงานที่สำคัญ พนักงานต้องการจะรับรู้ในงานบางอย่างที่สำคัญ เช่น การวางแผนโรงงาน การขายโรงงาน รวมทั้งอยากจะมีส่วนร่วมในงานนั้นๆด้วย ควรจะจัดงานที่สำคัญให้พนักงานได้รับผิดชอบบ้าง

4) ความชัดเจนในบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของงาน ควรมีการจัดงานในแต่ละหน้าที่ให้ชัดเจนเช่น ฝ่ายซ่อมบำรุง มีหน้าที่ อะไรบ้าง ฝ่ายธุรการมีหน้าที่ต้องทำอะไรบ้าง งานที่นอกเหนือจากหน้าที่ของตนเองพนักงานจะมองว่า เป็นงานที่ทำไม่ตรงกับความรู้ที่มี

5) ให้พนักงานมีอิสระในการปฏิบัติงานและการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับงาน เมื่อมอบหมายงานให้เขารับผิดชอบแล้ว ควรให้อิสระในการทำงานเต็มที่ ไม่เช่นนั้นพนักงานจะรู้สึกอึดอัด ไม่อยากทำงาน

6) บริษัทไม่ควรละเลยเรื่องการพัฒนาบุคลากรอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอโดยการส่งไปอบรมประชุม ศึกษาดูงานนอกสถานที่ หรือให้ออกาสในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น สร้างความก้าวหน้าในงานอาชีพ

7) หากพนักงานปฏิบัติงานได้เสร็จสิ้นและประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี ผู้บังคับบัญชาควรให้ออกาสในการเลื่อนขั้นหรือเลื่อนตำแหน่งที่สูงขึ้น

8) จัดสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งอุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องใช้ที่เพียงพอต่อการปฏิบัติงาน

5.6.2 พฤติกรรมในการเผชิญปัญหา

พนักงาน มีพฤติกรรมในการเผชิญปัญหาแบบมีประสิทธิภาพ ด้านมุ่งเน้นการแก้ปัญหาอยู่ในระดับสูง แสดงว่าพนักงานมีความสามารถในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าเป็นอย่างดี สิ่งที่เราควรทำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานให้กับพนักงาน คือ

1) ให้มีการฝึกอบรมพนักงานให้เข้าใจในการทำงานทั้งระยะก่อนทำงานและขณะทำงาน และหลังปฏิบัติงานเพื่อหาทางขจัดอุปสรรคและเรียนรู้กระบวนการทำงานให้สำเร็จ

2) เมื่อพนักงานมีปัญหาการทำงานควรมีผู้ให้คำปรึกษาและให้การช่วยเหลือแนะนำอย่างใกล้ชิด

3) ให้กำลังใจและยกย่องให้รางวัลแก่พนักงานผู้ปฏิบัติงานดี เพื่อเป็นตัวอย่างแก่ผู้ทำงานอื่นให้ทำดีขึ้นด้วย

5.6.3 ระดับความเครียดของพนักงาน

พนักงานมีระดับความเครียดอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งความเครียดในระดับนี้เป็นสัญญาณเตือนขั้นต้นว่าพนักงานกำลังเผชิญกับภาวะวิกฤตและความขัดแย้ง ซึ่งอาจจัดการแก้ไขด้วยความลำบาก ลักษณะดังกล่าวจะเพิ่มความรุนแรงซึ่งมีผลกระทบต่อการทำงาน สิ่งที่เราควรทำเพื่อป้องกันไม่ให้พนักงานเกิดความเครียดในการทำงาน คือ

1) ประเมินระดับความเครียดของพนักงานองค์กรควรมีการประเมินความเครียดของพนักงานโดยใช้แบบสอบถาม หรือการสำรวจความคิดเห็นที่จะทำให้ทราบระดับความเครียดของพนักงานแต่ละคนหลังจากที่ทราบข้อมูลทั้งหมดแล้ว องค์กรควรส่งเสริมให้มีการอบรมการจัดการความเครียด

2) การเอาใจใส่ดูแลพนักงาน ผู้บริหารควรเอาใจใส่ดูแลพนักงานในเรื่องของการทำงานและความเครียด พนักงานไม่ได้คาดหวังเพียงแต่จะได้รับ

การดูแลเมื่อเจ็บป่วยเท่านั้น แต่พวกเขายังต้องการให้นายจ้างเข้ามามีส่วนร่วมในการป้องกันความเจ็บป่วยและความเครียดที่จะเกิดขึ้นจากการทำงานอีกด้วย

6. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยเรื่องปัจจัยและแนวทางการลดความเครียดในอุตสาหกรรมการผลิตสายไฟ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความเครียด ปัจจัยในการทำงานและพฤติกรรมในการเผชิญปัญหา เปรียบเทียบความเครียดของพนักงาน จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยในการทำงานและพฤติกรรมในการเผชิญปัญหา ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดกับปัจจัยในการทำงานและพฤติกรรมในการเผชิญปัญหา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 351 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความถี่ ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแตกต่างด้วย t - test การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ผลจากการศึกษา พบว่าพนักงานมีระดับความเครียดอยู่ในเกณฑ์สูงกว่าปกติปานกลาง มีปัจจัยในการทำงานและพฤติกรรมในการเผชิญปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนปัจจัยในการทำงานและพฤติกรรมในการเผชิญปัญหาที่มีความสัมพันธ์ทางลบกับความเครียดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ผลการเปรียบเทียบระดับความเครียดของพนักงาน

- 1) เพศ พบว่าพนักงานที่มีเพศต่างกันมีความเครียดแตกต่างกัน
- 2) อายุ พบว่าพนักงานที่มีอายุต่างกัน มีความเครียดไม่แตกต่างกัน
- 3) สถานภาพสมรส พบว่าพนักงานที่มีสถานภาพสมรสต่างกันมีความเครียดไม่แตกต่างกัน
- 4) ระดับการศึกษา พบว่าพนักงานที่มีระดับการศึกษาต่างกันมีความเครียดไม่แตกต่างกัน

- 5) ระยะเวลาทำงาน พบว่าพนักงานที่มีระยะเวลาทำงานในบริษัทต่างกันมีความเครียดไม่แตกต่างกัน
- 6) หน่วยงานที่สังกัด พบว่าพนักงานที่มีหน่วยงานสังกัดที่ต่างกันมีความเครียดแตกต่างกัน
- 7) ปัจจัยที่มีผลในการทำงานกับความเครียดพบว่าปัจจัยที่มีผลในการทำงานกับความเครียดมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามในระดับที่ต่ำมาก
- 8) พฤติกรรมในการเผชิญปัญหากับความเครียด พบว่าพฤติกรรมในการเผชิญปัญหากับความเครียดมีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้ามในระดับที่ต่ำมาก

ผลจากการทำวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของรัตติพร พนพิเชฐกุล [6] ที่พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลที่มีผลต่อความเครียดทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ และสถานภาพสมรส โดยอายุของพนักงานมีความสัมพันธ์ทางลบกับความเครียดทั่วไปและสถานภาพสมรสที่แตกต่างกันมีความเครียดทั่วไปต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่า ปัจจัยที่มีผลในการทำงานมีความสัมพันธ์ในทางลบในระดับปานกลางกับความเครียด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แนวทางการลดความเครียดของพนักงานในอุตสาหกรรมการผลิตสายไฟที่ได้จากการทำวิจัยสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

ปัจจัยที่มีผลในการทำงาน ได้แก่ 1) ควรจัดปริมาณงานให้เหมาะสมกับความสามารถของพนักงาน 2) จำนวนพนักงานที่ปฏิบัติงานควรเพียงพอกับปริมาณงานที่รับผิดชอบ 3) จัดให้พนักงานได้รับพักผ่อนในงานที่สำคัญ 4) มีความชัดเจนในบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของงาน 5) ให้พนักงานมีอิสระในการปฏิบัติงานและการแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวกับงาน 6) บริษัทไม่ควรละเลยเรื่องการพัฒนาบุคลากรอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ 7) ควรให้โอกาสในการเลื่อนตำแหน่งเมื่อพนักงานปฏิบัติงานได้สำเร็จ 8) จัด

สภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

พฤติกรรมในการเผชิญปัญหา ได้แก่ 1) ให้มีการฝึกอบรมพนักงานให้เข้าใจในการทำงานทั้งระยะก่อนทำงานและขณะทำงาน และหลังปฏิบัติงานเพื่อหาทางจัดอุปสรรคและเรียนรู้กระบวนการทำงานให้สำเร็จ 2) เมื่อพนักงานมีปัญหาการทำงานควรมีผู้ให้คำปรึกษาและให้การช่วยเหลือแนะนำอย่างใกล้ชิด 3) ให้กำลังใจและยกย่องให้รางวัลแก่พนักงานผู้ปฏิบัติงานดี

ระดับความเครียดของพนักงาน ได้แก่ 1) องค์กรควรมีการประเมินความเครียดของพนักงานโดยใช้แบบสอบถาม หรือการสำรวจความคิดเห็นที่จะทำให้ทราบระดับความเครียดของพนักงานแต่ละคน หลังจากที่ได้รับข้อมูล หากพบว่าพนักงานมีความเครียดในระดับมาก องค์กรควรส่งเสริมให้มีการฝึกอบรม หรือจัดกิจกรรมสันทนาการเพื่อเป็นการจัดการกับความเครียด 2) ควรจะเอาใจใส่ดูแลในเรื่องการทำงานและความเครียดพนักงาน

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สสิทธิ์ แทนตระกูลพร “ความเครียดจากการทำงาน” กรุงเทพฯ : กรุงเทพฯเวชสาร 2548.
- [2] สมิต อาชวานิกุล “วิธีเอาชนะความเครียดและจัดการความวิตกกังวล” กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ 2547.
- [3] ธาณินทร์ ศิลป์จารี “การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS” พิมพ์ครั้งที่ 9 กรุงเทพฯ: บิสมิเนสอาร์แอนด์ดี 2551.
- [4] กระทรวงสาธารณสุข กรมสุขภาพจิต “ความเครียดของประชาชนจังหวัดนนทบุรีในภาวะวิกฤตเศรษฐกิจ” นนทบุรี 2548.
- [5] ธาณินทร์ ศิลป์จารี “การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS” พิมพ์ครั้งที่ 9 กรุงเทพฯ: บิสมิเนสอาร์แอนด์ดี 2551.

- [6] รัตติพร พนพิเชษฐกุล “ความเครียดและคุณภาพชีวิตในการทำงาน: กรณีศึกษา ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน)” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขารัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 2549.

**การศึกษาปัญหาและความต้องการของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการ
ของภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**

A Study Problems and Needs of Student Against Services Offered

**By Department of Materials Handling Engineering, Faculty of Engineering, King
Mongkut's University of Technology North Bangkok**

พัชรวิทย์ สุรีย์เดชชัย

Department of Materials Handling Engineering

Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

E-mail: Patcharaweeks @ kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและความต้องการของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการของภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประชากรในการวิจัยเป็นนักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 238 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าไคสแควร์ t -test การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการของภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือกับสถานภาพทั่วไป พบว่า ปัญหาของนักศึกษาที่ขึ้นอยู่กับสาขาวิชา ได้แก่ ความต้องการสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ปัญหาของนักศึกษาที่ขึ้นอยู่กับลักษณะของโครงการ ได้แก่ สถานที่ติดตั้งบอร์ดประชาสัมพันธ์ และ วิธีที่ต้องการรับข่าวสารจากภาควิชา ปัญหาของนักศึกษาที่ขึ้นอยู่กับระดับชั้นปี ได้แก่ จำนวนครั้งโดยเฉลี่ยต่อภาคการศึกษาที่ติดต่อกับภาควิชา

คำสำคัญ: ปัญหา ความต้องการ การให้บริการภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ

Abstract

This research is a survey research which aims to study problems and Needs of student against services offered by Department of Material Handling Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok. The population used in research composes of 238 students who are studying as first year students subjected to 2007 school year. The tool used in the research are questionnaires. The statistic used for information analysis are percentage, mean, standard deviation, Chi-Square, t-test, analysis statistic used in package program SPSS. The overall problems faced by students from the Department of Materials Handling Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok for first top 5, are as followed: machine service in Engineering Workshop of the faculty, information or data service of the faculty, material, tool and equipment services for testing, services offered by personnel in the faculty and lacking of samples for documents' filling in.

Keywords: problems, demands, services offered by Department of Materials Handling Engineering.

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ ถูกจัดตั้งขึ้นโดยแนวความคิดของอดีตอธิการบดี (ศาสตราจารย์บุญศักดิ์ ใจจงกิจ) โดยอดีตอธิการบดี เริ่มวางแผนที่จะรับสมัครนักศึกษาเข้าเรียนรุ่นแรกในปี พ.ศ. 2515 มีผู้มาสอบมากพอสมควร แต่ผลสุดท้ายก็ไม่มีผู้ใดผ่านการสอบคัดเลือกได้ ต่อมาในปี พ.ศ. 2516 ก็ประกาศรับสมัครสอบในต้นปีการศึกษา 2516 ปรากฏว่ามีผู้สอบเข้าศึกษาต่อได้ทั้งหมด 18 คน

การจัดตั้งภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ มีวัตถุประสงค์ที่จะให้การศึกษาแก่นักศึกษาปกติ และนักศึกษาที่มีประสบการณ์ หรือกำลังทำงานอยู่ในอุตสาหกรรมทุกประเภทได้ศึกษาทั้งภาคทฤษฎี และปฏิบัติในระดับปริญญาตรีโดยเน้นหนักทางด้านวิชาการขนถ่ายวัสดุ และวิศวกรรมอุตสาหกรรม เป็นวิชาหลัก ส่วนวิชาประกอบอื่นๆ ที่สำคัญได้แก่วิชาทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมไฟฟ้า คณิตศาสตร์ ภาษา และสังคม ครอบคลุมตามเกณฑ์ของทบวงมหาวิทยาลัย เพื่อให้ผู้สำเร็จการศึกษาเหล่านี้ไปทำงานในภาครัฐ และเอกชนโดยอาจเป็นวิศวกรปฏิบัติ นักเทคโนโลยี หรือตำแหน่งอื่นๆ ที่สอดคล้องกับวิชาที่เรียน

ภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ เป็นภาควิชาแรกในประเทศไทยที่ได้ประสานปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (อศ.บ) สาขาเทคโนโลยีวัสดุ และมีชื่อปริญญาเป็นภาษาอังกฤษว่า Bachelor of Industrial Technology in Materials Handling หรือมีชื่อย่อว่า B.Ind.Tech.(MH)

ในปีพ.ศ. 2547 ภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ ได้ทำการปรับปรุงหลักสูตร เนื่องจากปัจจุบันวิทยาการในด้านต่างๆ ได้เปลี่ยนแปลงก้าวหน้าไปอย่างไม่หยุดยั้ง โดยเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และประกอบกับตั้งแต่ปี 2545 เป็นต้นมา สภาวิศวกรไม่

ออกใบอนุญาตให้กับหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาจึงเน้นหลักสูตรทางด้านปฏิบัติเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้นักศึกษาสามารถออกไปใช้ในงานจริงได้ และในปัจจุบันภาควิชามีนักศึกษาทั้งหมดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนนักศึกษาหลักสูตร

อุตสาหกรรมศาสตร ภาควิชาวิศวกรรม

ขนถ่ายวัสดุ ปีพ.ศ. 2545 -2549

ปี พ.ศ.	ชั้นปีที่ 1 (คน)	ชั้นปีที่ 2 (คน)	ชั้นปีที่ 3 (คน)	รวม (คน)
2545	150	130	60	340
2546	175	150	60	385
2547	240	200	60	500
2548	240	200	60	500
2549	240	200	90	530

ที่มา : งานทะเบียนและสถิตินักศึกษา, 2549

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) เพื่อศึกษาถึงปัญหาและความต้องการของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการ ของภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 238 คน ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ได้สำรวจข้อมูลจากประชากรทั้งหมด

การวิเคราะห์และการนำเสนอผลการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะนำเสนอในรูปตารางและภาพประกอบคำบรรยาย

หรือตารางประกอบคำบรรยาย โดยแบ่งการนำเสนอ เป็น 7 ข้อดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถานภาพการติดต่อขอรับบริการกับภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการของภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปัญหาของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการของภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำแนกตามสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการของภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กับสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

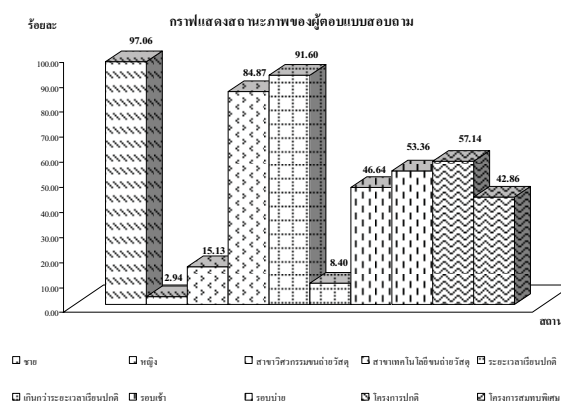
6. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของปัญหาของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการของภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

7. ผลการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) สำหรับข้อคำถามที่เป็นปลายเปิด ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ ที่มีต่อการปรับปรุงและพัฒนาการให้บริการของภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

จากการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์เป็นผลของการวิจัย และจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 7 ข้อ เป็นลำดับดังนี้

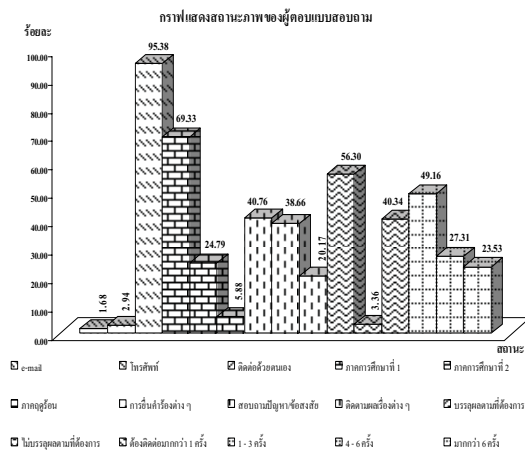
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check - List) มีข้อคำถาม 5 ข้อ แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากผลการวิจัยพบว่า สถานภาพผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาเพศชาย สาขาวิชาเทคโนโลยีขนถ่ายวัสดุ โครงการปกติ รอบเช้า

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถานภาพการติดต่อขอรับบริการกับภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ดังแสดงภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถานะภาพการติดต่อขอรับบริการกับภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

จากผลการวิจัยพบว่าสถานะภาพผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ติดต่อขอรับบริการด้วยตนเอง กับภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ เฉลี่ย 3 ครั้ง ต่อภาคการศึกษา และติดต่อกับภาควิชามากที่สุดภาคการศึกษาที่ 1 เกี่ยวกับเรื่องการยื่นคำร้องต่างๆ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปัญหาของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการของภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำแนกตามสถานะภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

การวิเคราะห์ข้อมูลจะวิเคราะห์ทั้งในภาพรวมของปัญหาของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการของภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือจะวิเคราะห์ปัจจัยด้านภาพรวมทั้งหมดและวิเคราะห์เป็นรายข้อจำนวน 14 ข้อ ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

1. การให้บริการข่าวสารของภาควิชา
2. การให้บริการของเจ้าหน้าที่สำนักงานภาควิชา
3. ไม่กล้าติดต่อสื่อสารกับเจ้าหน้าที่ภาควิชา
4. ขาดตัวอย่างที่จะนำมาใช้ในการกรอกเอกสารต่างๆ
5. การบริการห้องเรียนต่อจำนวนนักศึกษา
6. สภาพแวดล้อมของห้องเรียน
7. อุปกรณ์การเรียนการสอนในห้องเรียน
8. การให้บริการเครื่องจักรในโรงประลองของภาควิชา
9. การให้บริการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดสอบ
10. การให้บริการของเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและ โรงประลองของภาควิชา
11. สภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการทดสอบและโรงประลองของภาควิชา
12. การให้บริการห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์
13. การให้บริการของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์
14. สภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

จากการวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS พบว่าปัญหาของการให้บริการของภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.99 สำหรับผลการพิจารณาเป็นรายข้อ ปรากฏว่า มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.88 - 3.18

การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของปัญหาของนักศึกษานักศึกษาที่มีต่อการให้บริการของภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

จำแนกตามสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามใน
ด้านเพศ สาขาวิชา ลักษณะของโครงการ ระดับชั้นปี
รอบการศึกษา จะเป็นการวิเคราะห์ความแตกต่างของ
ค่าเฉลี่ย โดยใช้ t-test ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ
ระดับปัญหาของการให้บริการของภาควิชา
วิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ โดยแสดงเป็น
ภาพรวม

ปัญหาของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการของ ภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ	μ	σ
ภาพรวมของปัญหา	2.99	0.87
การให้บริการข้อมูลข่าวสารของภาควิชา	3.12	0.95
การให้บริการของเจ้าหน้าที่สำนักงานภาควิชา	3.05	1.40
ไม่กล้าติดต่อสื่อสารกับเจ้าหน้าที่ภาควิชา	2.88	1.12
ขาดตัวอย่างที่จะนำมาใช้ในการกรอกเอกสารต่างๆ	3.03	1.13
การบริการห้องเรียนต่อจำนวนนักศึกษา	3.02	1.16
สภาพแวดล้อมของห้องเรียน	2.91	1.19
อุปกรณ์การเรียนการสอนในห้องเรียน	2.90	1.23
การให้บริการเครื่องจักรในโรงประลองของภาควิชา	3.18	1.21
ปัญหาของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการของ ภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ	μ	σ
การให้บริการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดสอบ	3.10	1.21
การให้บริการของเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและ โรงประลองของภาควิชา	2.93	1.23
สภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการทดสอบและ โรงประลองของภาควิชา	2.91	1.16
การให้บริการห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	3.01	1.25
การให้บริการของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	2.91	1.20
สภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	2.94	1.16

ตารางที่ 3 แสดงค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบความ
แตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับปัญหาที่มีต่อ
การให้บริการของภาควิชาวิศวกรรมขนถ่าย
วัสดุจำแนกตามสถานภาพด้านสาขาวิชา

ปัญหาที่มีต่อการให้บริการของภาควิชา วิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ	t-Value	P-Value
ปัญหาที่มีต่อการให้บริการของปัญหาที่มีต่อ การให้บริการของภาควิชา ภาพรวม	1.130	0.260
การให้บริการข่าวสารของภาควิชา	0.685	0.494
การให้บริการของเจ้าหน้าที่สำนักงาน ภาควิชา	1.160	0.247
ไม่กล้าติดต่อสื่อสารกับเจ้าหน้าที่ภาควิชา	-1.253	0.212
ขาดตัวอย่างที่จะนำมาใช้ในการกรอก เอกสารต่างๆ	1.618	0.107
ปัญหาที่มีต่อการให้บริการของภาควิชา วิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ	t-Value	P-Value
การบริการห้องเรียนต่อจำนวนนักศึกษา	-0.250	0.803
สภาพแวดล้อมของห้องเรียน	-1.324	0.187
อุปกรณ์การเรียนการสอนในห้องเรียน	-0.813	0.417
การให้บริการเครื่องจักรในโรงประลองฯ	1.275	0.204
การให้บริการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือใน การทดสอบ	0.835	0.405
การให้บริการของเจ้าหน้าที่ประจำห้อง ปฏิบัติการและ โรงประลองฯ	2.432	0.016*
สภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการทดสอบและ โรงประลองฯ	2.382	0.018*
การให้บริการห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	2.268	0.024*
การให้บริการของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ คอมพิวเตอร์	2.337	0.020*
ปัญหาด้านสภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการ คอมพิวเตอร์	0.772	0.441

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบ
ระดับปัญหาที่มีต่อการให้บริการของภาควิชาจำแนก
ตามสถานภาพด้านสาขาวิชา พบว่าปัญหาที่มีต่อการ
ให้บริการภาควิชา โดยภาพรวมไม่มีความแตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อ
เปรียบเทียบเป็นรายข้อ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 รายการได้แก่ การให้บริการของเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติและโรงประลอง สภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการทดสอบและโรงประลอง การให้บริการห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ การให้บริการของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ผลการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) สำหรับข้อคำถามที่เป็นปลายเปิดข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและข้อเสนอแนะอื่นๆ ต่อการปรับปรุงและพัฒนาการให้บริการของภาควิชาเทคโนโลยีขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีจำนวน 3 ข้อดังนี้

สิ่งที่ควรปรับปรุง ปัญหาอื่นๆ ต่อไปนี้เป็นการเรียงลำดับค่าความถี่ของความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ควรปรับปรุงในด้านปัญหาอื่นๆ เรียงจากค่าความถี่มากไปหาค่าความถี่น้อยได้ดังนี้

ลำดับ	สิ่งที่ควรปรับปรุง	ความถี่
1	ร้านค้าปลีก ร้านถ่ายเอกสาร ร้านอาหาร	50
2	โต๊ะหน้าภาควิชามีน้อย	32
3	อาจารย์ ควรจะให้คำปรึกษาที่ดีกว่าเป็นอยู่	10
4	ในปัจจุบัน	11
5	อาจารย์ไม่เป็นกันเอง	1
5	อาจารย์ไม่อยู่ประจำห้องพักปรึกษาไม่ได้ ติดต่อคำร้องเจ้าหน้าที่พูดจาไม่ดี	1

ความต้องการอื่นๆ

ต่อไปนี้เป็น การเรียงลำดับค่าความถี่ของความคิดเห็นเกี่ยวกับความต้องการเรียงจากค่าความถี่มากไปหาค่าความถี่น้อยได้ดังนี้

ลำดับ	ความต้องการ	ความถี่
1	น้ำดื่ม แก้วน้ำดื่ม ให้มีบริการทุกชั้นเรียน	70
2	ตู้โทรศัพท์	50
3	อยากให้มีความปรึกษาต่างๆ	6

ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นอื่นๆ

ต่อไปนี้เป็น การเรียงลำดับค่าความถี่ของความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะและความคิดเห็นอื่นๆ เรียงจากค่าความถี่มากไปหาค่าความถี่น้อยได้ดังนี้

ลำดับ	ข้อเสนอแนะ	ความถี่
1	น้ำดื่ม น้ำจะมีทุกชั้น	70
2	ต้องมีความเป็นกันเอง	50
3	นโยบายบางอย่างต้องค่อยเป็นค่อยไป	1

สรุปและอภิปรายผล

วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1 เพื่อศึกษาความต้องการของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการของภาควิชา พบว่านักศึกษาต้องการรับข้อมูลข่าวสารจากภาควิชาทางบอร์ดประชาสัมพันธ์ของภาควิชา โดยให้จัดแยกประเภทของข้อมูลข่าวสารผ่านทางบอร์ดประชาสัมพันธ์ของภาควิชาให้ชัดเจนเกี่ยวกับหมายกำหนดการต่างๆ หรือขั้นตอนการดำเนินงานต่างๆ และต้องการให้ติดบอร์ดประกาศไว้บริเวณทางเข้าชั้นที่ 1 และต้องการให้มีหัวหน้านักศึกษาแต่ละชั้นปีเพื่อกระจายข่าวสาร ต้องการให้เจ้าหน้าที่สำนักงานภาควิชา มีความเป็นกันเองกับนักศึกษาที่มาติดต่อ ส่วนเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการทดสอบและโรงประลองฯ และห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ต้องการสามารถให้คำปรึกษาแนะนำในการสร้างชิ้นงานและการทดสอบได้อย่างถูกต้อง ต้องการจำนวนที่นั่งเรียนต่อห้องเรียนจำนวน 26-30 ที่นั่ง/ห้องเรียน ต้องไม่มีเสียงรบกวนจากภายนอก ต้องการเครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่มีความทันสมัยต่อสภาพปัจจุบัน ต้องการพื้นที่ในการสร้างชิ้นงาน/ทดสอบเหมาะสม

วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 2 เพื่อศึกษาปัญหาของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการของภาควิชา พบว่าการให้บริการเครื่องจักรในโรงประลองของภาควิชา การให้บริการข้อมูลข่าวสารของภาควิชา การให้บริการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือในการทดสอบ การให้บริการของเจ้าหน้าที่สำนักงานภาควิชา ขาดตัวอย่างที่จะนำมาใช้ในการกรอกเอกสารต่างๆ การบริการห้องเรียนต่อจำนวนนักศึกษา การให้บริการ

ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สภาพแวดล้อม ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ การให้บริการของ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและโรงประลองของ ภาควิชา สภาพแวดล้อมของห้องเรียน สภาพแวดล้อม ห้องปฏิบัติการทดสอบและโรงประลองของภาควิชา การให้บริการของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์การเรียนการสอนในห้องเรียน ไม่กล้า ติดต่อสื่อสารกับเจ้าหน้าที่ภาควิชา

วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 3 เพื่อวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของนักศึกษาที่มีต่อ การให้บริการของภาควิชา จำแนกตามสถานภาพ เพศ สาขาวิชา ลักษณะของโครงการ ระดับชั้นปี รอบ การศึกษา ขึ้นอยู่กับสถานภาพด้านสาขาวิชา อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีจำนวน 1 รายการ คือ ความต้องการด้านสภาพแวดล้อมของห้องเรียน

วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 4 เพื่อเปรียบเทียบ ความแตกต่างของปัญหาของนักศึกษาที่มีต่อการ ให้บริการของภาควิชาจำแนกตามสถานภาพด้าน สาขาวิชา พบว่าปัญหาที่มีต่อการให้บริการในภาพรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายข้อพบว่ามีความ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 รายการ ได้แก่ การให้บริการของเจ้าหน้าที่ ประจำห้องปฏิบัติและโรงประลอง สภาพแวดล้อม ห้องปฏิบัติการทดสอบและโรงประลอง การให้บริการ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ การให้บริการของ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดเกี่ยวกับการศึกษา ปัญหาและความต้องการของนักศึกษาที่มีต่อการ ให้บริการของภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ ผู้วิจัยขอเสนอแนะแนวทางที่ต้องการให้ ภาควิชาปรับปรุงการให้บริการ

ด้านเอกสารและบอร์ดประชาสัมพันธ์ควรมีการ จัดแยกประเภทของข้อมูลข่าวสารประชาสัมพันธ์ให้ ชัดเจน ควรปรับปรุงข้อมูลข่าวสารให้เป็นปัจจุบัน

ด้านบุคลากร ควรมีความเป็นกันเองกับนักศึกษา ที่มาติดต่อให้มากกว่านี้

ด้านห้องเรียน ห้องปฏิบัติการทดสอบและโรง ประลองของภาควิชา ควรจัดจำนวนที่นั่งห้องเรียนให้ เหมาะสมกับจำนวนนักศึกษา ดูแลเครื่องปรับอากาศมี พื้นที่ในการทดลองและทำโครงการงาน

4. บรรณานุกรม

- [1] กษมา รัชมีวิสวะ. การศึกษาปัญหาและความต้องการของ นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่มีต่อการให้บริการของบัณฑิต วิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. งานวิจัยสาขาวิชาธุรกิจอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรม ศึกษาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร เหนือ, 2549
- [2] ชูชีพ พุทธประเสริฐ. การพัฒนาองค์การ เทคนิคการบริหาร การศึกษา. เชียงราย : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะครู ศาสตร์ สถาบันราชภัฏเชียงราย, 2538.
- [3] ชูชัย สมทิธิไกร. “การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ขององค์กร ธุรกิจในประเทศไทย : การเปรียบเทียบระหว่างองค์กรที่มี ผลการดำเนินงานดีและไม่ดี.” *มนุษยศาสตร์สาร*. 1 2543 : 54-55.
- [4] ธาณินทร์ ศิลป์จารุ. *การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วย SPSS* กรุงเทพฯ: บริษัทวี.อินเตอร์พรีนท์, 2549. 440 หน้า.

**การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของงานพัสดุ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
The SWOT Analysis of Procurement, King Mongkut's Institute
of Technology North Bangkok**

ชุตินา วัฒนสุทธิ

กองงานพัสดุ สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: Choo_pcm@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรคของงานพัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับงานพัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 152 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน *t-test* *Anova* และการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วย *Shceffe Analysis*

ผลการวิจัยพบว่า จุดแข็งของงานพัสดุ ได้แก่ ผู้ปฏิบัติงานมีความซื่อสัตย์ สุจริต ในหน้าที่และมีความรับผิดชอบในการทำงานพัสดุให้สำเร็จไปได้ด้วยดี มีการทำงานเป็นทีม สนับสนุนกันภายในหน่วยงาน มีระบบการตรวจสอบการทำงานพัสดุ มีความโปร่งใสในการทำงานทุกขั้นตอน มีการให้บริการด้านคำปรึกษาในการทำงานพัสดุอย่างชัดเจน จุดอ่อนของงานพัสดุ ได้แก่ ผู้บริหารที่กำหนดนโยบายงานพัสดุขาดภาวะผู้นำ อัตราค่าจ้างเจ้าหน้าที่ไม่เหมาะสมต่อปริมาณงาน ผู้ปฏิบัติงานพัสดุขาดความรู้ ความสามารถในการปฏิบัติงานพัสดุ การเข้าถึงข้อมูลงานพัสดุในส่วนกลางของมหาวิทยาลัยเป็นไปได้ยาก และขาดกฎเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานพัสดุที่ชัดเจน โอกาสของงานพัสดุ ได้แก่ การนำระบบประมวลทางอิเล็กทรอนิกส์ ระบบ *Intranet* ภายในมหาวิทยาลัย ระบบบัญชี 3 มิติ และระบบ *GFMIS* มาใช้ทำให้การทำงานมีความรวดเร็ว เป็นระบบ โปร่งใส ตรวจสอบได้และมีระเบียบ ข้อบังคับต่าง ๆ ของการปฏิบัติงานพัสดุที่ชัดเจน สำหรับอุปสรรคของงานพัสดุ ได้แก่ ความไม่ชัดเจนของนโยบายการพัฒนาบุคลากรในงานพัสดุของมหาวิทยาลัย นโยบายการขยายหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัย นโยบายการปรับระดับตำแหน่งของบุคลากรในงานพัสดุที่ไม่ชัดเจน นโยบายการเปลี่ยนเป็นมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐที่ไม่ชัดเจน และการกำหนดนโยบายการบริหารงานพัสดุของสถาบัน ทำให้การทำงานยุ่งยาก ซับซ้อนและล่าช้า ผลการเปรียบเทียบจุดแข็ง และจุดอ่อนของงานพัสดุ จำแนกตามประเภทหน่วยงานที่สังกัดและประเภทสายงาน พบว่า

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 13 รายการ และจำแนกตามตำแหน่งงาน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 13 รายการ ส่วนผลการเปรียบเทียบโอกาสและอุปสรรคของงานพัสดุ จำแนกตามประเภทหน่วยงานที่สังกัด และประเภทสายงาน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 รายการ และจำแนกตามตำแหน่งงาน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 รายการ

คำสำคัญ: จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส อุปสรรค งานพัสดุ

Abstract

The purpose of this study was to investigate SWOT analysis of the procurement department, King Mongkut's University of Technology North Bangkok. The subjects of the study were 153 or procurement staff. Questionnaires were used to collect the data. Percentages, arithmetic mean, Standard Deviation, Chi-square, t-test, ANOVA, Scheffe analysis were employed to analyze the data via SPSS for Window software. The study revealed that Strength of procurement jobs as the procurement staffs worked with their honest and the faithful, responsible on their duty for job to be done, team working. Working with their support and contribution, having their auditing system, sincere to work in all procedure, purchases consulting service. The weakness of this are; the leadership deficiency of top management, job are not appropriate with number of staff, staff are not enough knowledge and skill to work for procurement , difficult to use procurement database center. unsufficient system for staff evaluation. The Opportunity, procurement jobs developing with e-procurement system, intranet system, 3D accounting system and GFMIS, work fast, convenience and verify. The rule and regulation set up by the government, made procurement staff working with the right way and smoothly. Treat of the procurement department, unclear policy for the staff developing system. Policy for increasing procurement branch in KMUTNB. Unclear of the promotion system for procurement staff. The policy to changing university off the government control and determination of procurement management, will make procurement job complicated and late. In addition, the comparison of the significant levels of the strength and weakness by department class and job unveiled difference 13 items, by position 3 items. And the significant levels of opportunity and treat by kind of department class and job unveiled difference 3 items, by position 3 items. This study was significant at the level of .05.

Keywords: Strength, Weakness, Opportunity, Threat, Procurement Department

1. บทนำ

จากการประเมินการควบคุมภายใน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในปีงบประมาณ 2548 และปีงบประมาณ 2549 พบจุดอ่อนของการควบคุมหรือความเสี่ยงที่มีอยู่ของการพัฒนาระบบบริหารจัดการภายในองค์กรด้านการบริหารพัสดุ คือเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบงานพัสดุขาดความเข้าใจในการปฏิบัติงานตามระเบียบพัสดุ ทำให้เกิดความล่าช้า การมีเครื่อง Terminal ไม่เพียงพอในการทำงาน ไม่มีการวางแผนจัดซื้อ ทำให้มีพัสดุมากเกินความจำเป็น หรือไม่มีพัสดุใช้เมื่อมีความจำเป็น ตลอดจนการเร่งรัดการจัดซื้อพัสดุเมื่อใกล้สิ้นปีงบประมาณ และไม่มีระบบฐานข้อมูลทะเบียนควบคุมพัสดุที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน จากประเด็นจุดอ่อนดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยเห็นความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาวิเคราะห์สภาพแวดล้อม จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของงานพัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ซึ่งเป็นหน่วยงานที่สนับสนุนการพัฒนางานบริหารจัดการภายในองค์กร ผลที่ได้จากการศึกษาจะทำให้ผู้บริหารและผู้เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ในการวางแผนการปฏิบัติงานและปรับแผนการบริหารงานพัสดุให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของงานพัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และเปรียบเทียบความแตกต่าง จำแนกตามประเภทหน่วยงานที่สังกัด ประเภทสายงาน และตำแหน่ง

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การบริหารงานพัสดุมีความจำเป็นที่องค์กรต่าง ๆ ต้องให้ความสนใจปรับปรุงแนวทางการบริหารอยู่

เสมอ เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากพัสดุได้อย่างคุ้มค่าและประหยัด เป็นการลดต้นทุนในการดำเนินงานขององค์กรลง ทำให้สามารถบริหารงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีกำไรมากขึ้น [1] กระบวนการบริหารงานพัสดุประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ

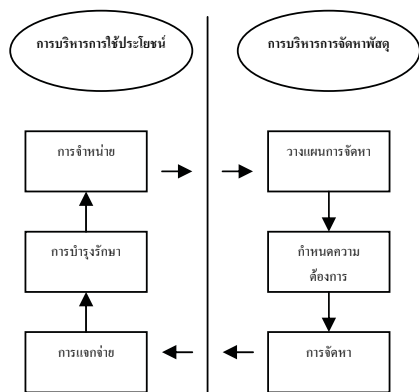
- 1) การวางแผนหรือกำหนดโครงการ เพื่อจัดหาพัสดุมาใช้ตามความต้องการ
- 2) การกำหนดความต้องการพัสดุแต่ละรายการ
- 3) การจัดหาพัสดุตามที่หน่วยงานต้องการภายในเวลาที่กำหนด
- 4) การเบิกจ่ายพัสดุแก่ผู้ใช้งาน
- 5) การบำรุงรักษา เพื่อให้อายุการใช้งานของพัสดุลาวนานและคุ้มค่าที่สุด
- 6) การจำหน่ายพัสดุ เมื่อพัสดุนั้นใช้การต่อไปไม่ได้แล้ว

กระบวนการบริหารงานพัสดุทั้ง 6 ขั้นตอน เรียกว่า “วงจรการบริหารพัสดุ” ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง ซึ่งเชื่อมโยงแนวคิดการบริหารงานพัสดุ ที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดเป็นการบริหารจัดการพัสดุและการบริหารการใช้พัสดุ ส่งผลให้เกิดผลสัมฤทธิ์ ดังแผนภาพที่ 1

ปัญหาที่เกี่ยวกับการบริหารพัสดุ คืออุปสรรคหรือเหตุขัดข้องเป็นผลให้ไม่สามารถบริหารงานพัสดุได้อย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุมติวัตถุประสงค์ตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วย การพัสดุ พ.ศ. 2535 แบ่งได้ดังนี้

- 1) ปัญหาในการบริหารงานพัสดุทั่วไป [2] และ [3] สรุปสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา ได้แก่ไม่มีการจัดหาวิธีอื่นนอกจากการซื้อ ไม่มีหน่วยงานกลางทำหน้าที่จัดหาหรือซื้อพัสดุ โดยเฉพาะ การการจัดซื้อล่าช้า รูปแบบสัญญาที่ใช้ในการจัดซื้อใช้เพียงรูปแบบสัญญาแบบราคาคงที่แน่นอน การประกวดราคาหรือสอบราคา

ส่วนมากยี่ดราค่าต่ำสุด โดยไม่พิจารณาถึงคุณภาพของพัสดุ การซ่อมแซมล่าช้า ส่งผลให้การปฏิบัติงานต้องหยุดชะงักหรือล่าช้า ขาดการควบคุมหรือการบันทึกประวัติ



ภาพที่ 1: แสดงวงจรการบริหารพัสดุ

การซ่อมบำรุง ไม่มีการสำรวจความสามารถของฝ่ายหรือตรวจสอบเทคนิคการผลิต

2) ปัญหาการบริหารงบประมาณแผ่นดิน เนื่องจากขาดข้อมูลด้านความต้องการใช้พัสดุจริงของหน่วยงาน ทำให้ไม่สามารถวางแผนการจัดซื้อได้อย่างเหมาะสม ขาดแผนการดำเนินการจัดหาในลักษณะเป็นรูปธรรม

3) ปัญหาการจัด จ้างพัสดุที่มีราคาสูงกว่ามาตรฐาน เพราะเกิดปัญหาในด้านรูปแบบความสวยงามด้อยกว่าสินค้าในท้องตลาด [4]

4) ปัญหาการแจกจ่ายและควบคุมพัสดุ พบปัญหาบุคลากรครู-อาจารย์ไม่ยอมทำหน้าที่เป็นเจ้าหน้าที่งานพัสดุ และเจ้าหน้าที่ไม่เพียงพอต่องานควบคุมวัสดุครุภัณฑ์ [4]

5) ปัญหาการบำรุงรักษาพัสดุ รวมถึงการทำความสะอาด

6) ปัญหาการจำหน่ายพัสดุ [5] พบปัญหาทำให้ค้างบัญชี ไม่มีที่เก็บวัสดุ ครุภัณฑ์เพียงพอ ระเบียบการใช้วัสดุ ครุภัณฑ์มีขั้นตอนมากเกินไป และการ

บริหารงานพัสดุของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ อธิการบดีได้มอบอำนาจเงินในการจัดซื้อ จัดจ้างในแต่ละหน่วยงาน ดังนี้ ผู้อำนวยการอนุมัติดำเนินการจัดซื้อ จัดจ้าง วงเงินไม่เกิน 100,000 บาท คณบดีอนุมัติดำเนินการจัดซื้อ จัดจ้าง วงเงินไม่เกิน 500,000 บาท รองอธิการบดีฝ่ายส่งเสริมและพัฒนา กิจกรรมมหาวิทยาลัย อนุมัติดำเนินการจัดซื้อ จัดจ้าง ภายในวงเงิน 1,000,000 บาท หากเกินวงเงินมอบอำนาจ ให้นำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานเพื่อให้ อธิการบดีเป็นผู้พิจารณาอนุมัติ

การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค หรือที่เรียกกันว่า เทคนิค SWOT เป็นวิธีการหรือเครื่องมือที่ช่วยในการวางแผนกลยุทธ์ เป็นเครื่องมือการตรวจสอบงาน ตรวจสอบเรื่องต่าง ๆ ขององค์กร การเสนอรายงานในการตรวจสอบการตัดสินใจดำเนินงานขององค์กร และยังเป็นเครื่องมือปรับปรุงการทำงานเป็นทีม โดยองค์ประกอบหรือประเด็นสำคัญของเทคนิค SWOT ได้แก่

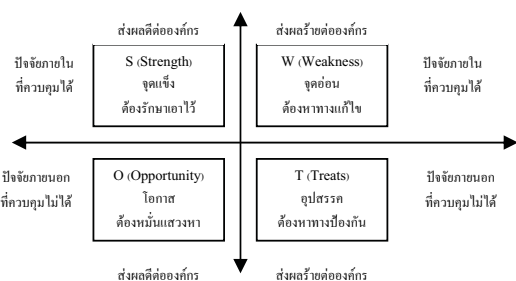
S (Strength) คือ จุดแข็ง หรือจุดเด่นที่เสริมสร้างให้หน่วยงานให้เข้มแข็งหรือมีความสามารถและสถานการณ์ที่เป็นบวก

W (Weakness) คือ จุดอ่อนของหน่วยงาน หรืออาจหมายถึงสถานการณ์ภายในองค์กรที่เป็นลบ

O (Opportunity) คือ โอกาสที่หน่วยงานจะได้รับ การพัฒนาไปอย่างต่อเนื่อง หรือเป็นปัจจัยและสถานการณ์ที่เอื้ออำนวยให้การทำงานขององค์กรบรรลุวัตถุประสงค์

T (Threat) คือ ข้อจำกัด แรงกดดัน หรืออันตรายที่บั่นทอนความเจริญก้าวหน้าของหน่วยงาน หรือปัจจัยและสถานการณ์ภายนอกที่ขัดขวางการทำงานขององค์กรไม่ให้บรรลุวัตถุประสงค์

จากองค์ประกอบดังกล่าว [6] สรุปได้ตามแผนภาพที่ 2



ภาพที่ 2: แสดงความหมายของเทคนิคการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรคขององค์กร

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของงานพัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และเปรียบเทียบความแตกต่างของจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรคของงานพัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำแนกตามประเภทหน่วยงานที่สังกัด ประเภทสายงาน และตำแหน่งประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ บุคลากรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่เกี่ยวข้องกับงานพัสดุ จำนวน 190 คน โดยทำการสัมภาษณ์ จำนวน 152 คน คิดเป็นร้อยละ 80 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม ซึ่งเมื่อนำไปทดลองใช้ (Try Out) แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) มีค่า 0.953-0.958 และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) เท่ากับ 0.957 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ตามประเด็นต่าง ๆ ในแบบสอบถาม แล้วนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์หาค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) วิเคราะห์ความแตกต่าง

ของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี t-test สำหรับการเปรียบเทียบจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค จำแนกตามประเภทหน่วยงานที่สังกัด และประเภทสายงาน ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (ANOVA) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างในการเปรียบเทียบจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค จำแนกตามตำแหน่ง หากพบค่าความแตกต่างเป็นรายกลุ่ม จะทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธี Scheffe Analysis และวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) สำหรับข้อมูลความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

5. ผลการดำเนินงาน

สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามโดยภาพรวม พบว่า ส่วนใหญ่เป็นบุคลากรที่สังกัดหน่วยงานจัดการศึกษา อยู่ในสายงานวิชาการ และส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งอาจารย์และเจ้าหน้าที่ ซึ่งอยู่ในระดับปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานพัสดุโดยตรง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับจุดแข็งและจุดอ่อนของงานพัสดุโดยภาพรวม พบว่าระดับจุดแข็งและจุดอ่อนของงานพัสดุโดยภาพรวม อยู่ในระดับจุดแข็ง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.34 สำหรับผลการพิจารณาเป็นรายข้อ มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง -0.320 ถึง 1.086 เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาเปรียบเทียบ จำแนกตามสถานภาพประเภทหน่วยงานที่สังกัด พบว่าจุดแข็งและจุดอ่อนของงานพัสดุโดยภาพรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าหน่วยงานที่สนับสนุนการศึกษามีจุดแข็งโดยภาพรวมมากกว่าหน่วยงานจัดการศึกษา เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาเปรียบเทียบจำแนกตามสถานภาพประเภทสายงาน พบว่าจุดแข็งและจุดอ่อนของงานพัสดุโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดง

ว่าหน่วยงานที่สนับสนุนการศึกษามีจุดแข็งโดยภาพรวมมากกว่าหน่วยงานจัดการศึกษา และเมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาเปรียบเทียบจำแนกตามสถานภาพตำแหน่ง พบว่าระดับความสำคัญของจุดแข็งและจุดอ่อนของงานพัสดุโดยภาพรวม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายชื่อ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 รายการ ได้แก่ ขั้นตอนการปฏิบัติงานพัสดุตามสายงาน ความรู้ความสามารถของผู้บริหารที่กำหนดนโยบายการพัสดุ และภาวะผู้นำของผู้บริหารที่กำหนดนโยบายการพัสดุ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับโอกาสและอุปสรรคของงานพัสดุโดยภาพรวม พบว่าอยู่ในระดับความสำคัญเป็นอุปสรรค โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.135 สำหรับผลการพิจารณาเป็นรายข้อมีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง -0.597 ถึง 0.393 เมื่อนำระดับค่าเฉลี่ยดังกล่าวมาเปรียบเทียบความแตกต่าง จำแนกตามสถานภาพประเภทหน่วยงานที่สังกัด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายชื่อ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 รายการ ได้แก่ การนำระบบบัญชี 3 มิติมาใช้ปฏิบัติงาน ระบบ Intranet ภายในมหาวิทยาลัย และการนำระบบ GFMIS มาใช้ในการปฏิบัติงานพัสดุ เมื่อจำแนกตามสถานภาพประเภทสายงาน พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายชื่อ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 รายการ ได้แก่ การนำระบบบัญชี 3 มิติมาใช้ปฏิบัติงาน ระบบ Intranet ภายในมหาวิทยาลัย และการนำระบบ GFMIS มาใช้ในการปฏิบัติงานพัสดุ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบจำแนกตามสถานภาพตำแหน่ง พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายชื่อ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 รายการ ได้แก่ นโยบายการปรับระดับตำแหน่งงานของบุคลากรในงานพัสดุ นโยบายการโยกย้ายและแต่งตั้งผู้ปฏิบัติงานพัสดุ และการตรวจสอบจากหน่วยงานภายนอก

โดยมีข้อเสนอแนะต่อการปรับปรุงและพัฒนาระบบงานพัสดุ คือ ควรจัดอบรมและพัฒนาบุคลากรด้านงานพัสดุทุกปี ควรมีบัญชีราคาวัสดุมาตรฐาน และควรมีฐานข้อมูลระบบพัสดุให้ทันสมัยตลอดเวลา

6. บทสรุป

ผลการศึกษาจุดแข็งและจุดอ่อนของงานพัสดุโดยภาพรวมซึ่งจำแนกตามประเภทหน่วยงานที่สังกัดประเภทสายงาน และตำแหน่ง พบว่ามีระดับค่าเฉลี่ยของจุดแข็งมากกว่าจุดอ่อน ส่วนผลการศึกษาโอกาสและอุปสรรคของงานพัสดุโดยภาพรวมซึ่งจำแนกตามประเภทหน่วยงานที่สังกัด ประเภทสายงาน และตำแหน่ง พบว่ามีระดับค่าเฉลี่ยของโอกาสมากกว่าอุปสรรค ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ SWOT จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค ใน 5 อันดับแรกที่สำคัญ โดยเรียงตามลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ดังนี้

จุดแข็ง

- 1) สามารถตรวจสอบการทำงานของพัสดุได้ มีความโปร่งใสในการทำงานทุกขั้นตอน
- 2) ผู้ปฏิบัติงานมีความซื่อสัตย์ สุจริตในหน้าที่
- 3) ผู้ปฏิบัติงานพัสดุมีความรับผิดชอบในการทำงานพัสดุให้สำเร็จไปได้ด้วยดี
- 4) มีการทำงานเป็นทีม สนับสนุนภายในหน่วยงาน
- 5) มีการให้บริการด้านคำปรึกษาในการทำงานพัสดุจากงานพัสดุได้ชัดเจนตรงตามคำปรึกษา แก้ไขปัญหาได้

จุดอ่อน

1) ขาดการเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับงานพัสดุไปหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

2) ระยะเวลาในการให้บริการงานพัสดุในส่วนกลางของมหาวิทยาลัยช้เวลานานเกินไป

3) ขาดกฎเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานพัสดุและไม่สามารถอธิบายผลการประเมินได้

4) ผู้บริหารที่กำหนดนโยบายการพัสดุขาดความรู้ความสามารถด้านการพัสดุ

5) อัตราค่าจ้างคนมีน้อยไม่เพียงพอต่อปริมาณงานที่ทำในปัจจุบัน

โอกาส

1) การนำระบบประมวลทางอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในมหาวิทยาลัยทำให้การทำงานมีความโปร่งใสตรวจสอบได้

2) การนำระบบ Intranet ภายในมหาวิทยาลัย ทำให้การทำงานรวดเร็ว

3) การนำระบบบัญชี 3 มิติ มาใช้ในการปฏิบัติงานพัสดุ ทำให้การทำงานเป็นระบบ

4) การนำระบบ GFMIS มาใช้ในการปฏิบัติงานพัสดุ ทำให้การทำงานเป็นระบบ

5) ระเบียบและข้อบังคับต่าง ๆ ของการปฏิบัติงานพัสดุกำหนดโดยภาครัฐ ทำให้การทำงานเป็นไปด้วยความถูกต้อง เรียบร้อย

อุปสรรค

1) ภาวะการเมืองภายในมหาวิทยาลัยไม่มีความชัดเจน ทำให้เกิดความไม่มั่นใจแก่ผู้ปฏิบัติงาน

2) ภาวะเศรษฐกิจของประเทศเจริญเติบโต ทำให้พัสดुरาค่าต่ำ มีผู้ขายมากมาย

3) นโยบายการปรับระดับตำแหน่งงานของบุคคลในงานพัสดุที่ไม่ชัดเจนต่อความก้าวหน้าในการทำงาน

4) นโยบายการโยกย้ายและแต่งตั้งผู้ปฏิบัติงานพัสดุที่ไม่ชัดเจนมีผลในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน

5) ภาวะการเมืองของประเทศไม่มีความชัดเจน ทำให้กำหนดทิศทางการทำงานพัสดุไม่แน่นอน

ผลการเปรียบเทียบจุดแข็ง และจุดอ่อนของงานพัสดุ จำแนกตามประเภทหน่วยงานที่สังกัดและประเภทสายงาน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 13 รายการ และจำแนกตามตำแหน่งงาน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 รายการ ส่วนผลการเปรียบเทียบโอกาสและอุปสรรคของงานพัสดุ จำแนกตามประเภทหน่วยงานที่สังกัด และประเภทสายงาน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 รายการ และจำแนกตามตำแหน่งงาน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 รายการ

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] เสริมสุข ชลวานิช. “วงจการบริหารพัสดุ.” วารสารพัสดุสัมพันธ์. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี, 2520.
- [2] มลล วิชาชีวะ. การบริหารงานพัสดุ (ฉบับแก้ไข). คณะรัฐประศาสนศาสตร์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ กรุงเทพฯ: สิงหาคม, 2527.
- [3] ปรีชา จำปารัตน์ และไพศาล ชัยมงคล. การบริหารพัสดุ: ทฤษฎีและปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช, 2527.
- [4] นัยนา ปัตตพงศ์. “ปัญหาการบริหารการพัสดุของวิทยาลัยในเขตภาคเหนือ ตามทรรศนะของผู้บริหารสถานศึกษา.” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารการศึกษา, 2534.
- [5] วราภรณ์ เดชะวัฒนะเศรษฐ์. “การบริหารพัสดุดตามทัศนะของผู้บริหารอาจารย์และเจ้าหน้าที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2538.
- [6] ธาณินทร์ ศิลป์จารุ. การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์บริษัท วิ.เอ็นเตอร์ พรีนซ์ จำกัด, 2549.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งโดยผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์

Development of Blended Guava Juice Beverage by Pasteurization

นันทพร สุขกระจ่าง

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

E-mail: nan_suk@hotmail.com

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิต การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา และการยอมรับของผู้บริโภค ผลการศึกษาพบว่าน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งสามารถเตรียมได้จากการนำผลไม้มาลวกที่อุณหภูมิ 70 °C นาน 5 นาที สกัดน้ำฝรั่งโดยใช้อัตราส่วนของเนื้อฝรั่งต่อน้ำร้อยละ 80:20 ทำน้ำฝรั่งให้ใสด้วยเอนไซม์เพคตินเอสที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.20 (v/v) อุณหภูมิ 50 °C นาน 2 ชั่วโมง เมื่อนำน้ำฝรั่งที่อัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่อปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก เท่ากับ 45 มาพัฒนาสูตรเพื่อปรับปรุงกลิ่นรส พบว่าน้ำผลไม้ผสมที่มีส่วนผสมของน้ำฝรั่งต่อน้ำสับปะรดเท่ากับ 80:20 ได้คะแนนความชอบรวมมากที่สุด ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ค่าสี L* (ความสว่าง) และค่า b* (-b* หมายถึง สีน้ำเงิน +b* หมายถึง สีเหลือง) ปริมาณวิตามินซี น้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์มีค่าลดลง ขณะที่ค่า a* (-a* หมายถึง สีเขียว +a* หมายถึง สีแดง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 1-45 CFU/ml และตรวจไม่พบยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C ขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่ามากกว่า 500 CFU/ml และปริมาณยีสต์และรามีกว่า 10 CFU/g ในสัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษา และจากการศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 75

คำสำคัญ : ฝรั่ง น้ำผลไม้ผสม กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์

Abstract

The development of blended guava juice beverage by pasteurization was conducted with the purpose as follows: to select of the optimal process blended guava juice beverage, to study of quality change of blended guava juice beverage stored at room temperature and 4⁰ C and study of the consumers' survey. It was found that blended guava juice beverage prepared as blanching guava at 70⁰C for 5 minute and suitable ratio of guava and water extract was 80:20. The production of guava juice using enzyme pectinase was studied. This study founded that the optimal conditions for guava juice clarification using pectinase, aging at 50⁰C, were 0.20% (v/v) pectinase concentration and 2 hrs incubation time. To improve guava juice flavor, the blended guava juice with the pineapple, orange and cashew apple juice was produced according to the formulation as follows: guava juice: fruit juice (pineapple juice, orange juice and cashew apple juice) as 90:10, 80:20 and 70:30 respectively. According to the °Brix-acid ratio of 45. By the consideration from the greatest perceived scores of overall acceptability, the blended guava juice with guava juice: pineapple juice as 80:20 was selected and produced. During storage of blended guava juice beverage at room temperature and 4⁰C for a month, The L(Lightness) and b* value (-b*=blue, +b*=yellow), the amount of vitamin C content, total sugar and reducing sugar content trended to decreased. While the a* value (-a*=green, +a*=red) trended to increase as storage time increased. At the end of storage, the total viable count about 1-45 CFU/ml and yeast and mold were not detected in the blended guava juice beverage by pasteurization during 4 weeks storage at 4⁰C. While the total viable count was more than 500 CFU/ml and yeast and mold were more than 10 CFU/g during 2 weeks storage at room temperature. On the consumers' survey, the result showed that 75 percents of the consumers accepted the blended guava juice beverage product.*

Keywords : guava, blended fruit juice, pasteurization

1. บทนำ

อุตสาหกรรมน้ำผลไม้เป็นอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้ที่ปัจจุบันกำลังมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และสามารถส่งออกจำหน่ายได้ทั้งตลาดภายในและนอกประเทศ ทั้งนี้เนื่องจากพฤติกรรมผู้บริโภคที่หันมานิยมเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพกันมากขึ้น ฝรั่งเป็นผลไม้ที่ให้ผลผลิตตลอดปี นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย [1] เนื่องจากมีแร่ธาตุและวิตามินต่างๆ โดยเฉพาะวิตามินซี ปริมาณสูง [2], [3] เกษตรกรจึงมีการปลูกฝรั่งในเชิงพาณิชย์กันมากขึ้น แต่ในฤดูกาลที่ผลผลิตออกสู่ตลาดปริมาณมาก ทำให้เกิดภาวะผลฝรั่งล้นตลาดและราคาตกต่ำ อุตสาหกรรมแปรรูปฝรั่งมีหลายรูปแบบ [4] การผลิตน้ำฝรั่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าผลผลิตและทำให้มีน้ำฝรั่งบริโภคได้ตลอดปี อย่างไรก็ตามน้ำฝรั่งเป็นน้ำผลไม้ที่มีรสชาติค่อนข้างจืดและมีสถานะความเป็นกรดต่ำ จึงต้องมีการปรุงแต่งรสชาติโดยการเสริมด้วยน้ำผลไม้ที่มีค่าความเป็นกรดสูงกว่า เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ชนิดใหม่ที่มีรสชาติดีขึ้น

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารวมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่ง การเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยประยุกต์ มีการดำเนินการวิจัยดังนี้

2.1 ศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตน้ำฝรั่ง

2.1.1 ศึกษากรรมวิธีการเตรียมน้ำฝรั่ง

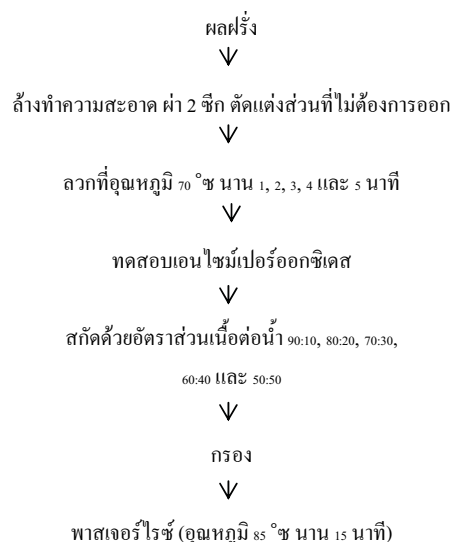
เตรียมน้ำฝรั่งตามกรรมวิธีดังภาพที่ 1 จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตที่ได้ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรดต่าง

ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก ปริมาณวิตามินซี ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์

2.1.2 ศึกษาการทำน้ำฝรั่งให้ใสด้วยเอนไซม์เพคตินเอส [5]

ศึกษาผลของปริมาณเอนไซม์เพคตินเอสที่ความเข้มข้น ร้อยละ 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25 และ 0.30 เวลาในการทำปฏิกิริยาต่อคุณภาพของน้ำฝรั่ง 2 ระดับ คือ 1 และ 2 ชั่วโมง

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการประมาณ 60 วัน



ภาพที่ 1 : กรรมวิธีการผลิตน้ำฝรั่ง

2.2 ศึกษาการพัฒนาสูตรน้ำฝรั่งเพื่อปรับปรุงกลิ่นรส

เตรียมน้ำผลไม้แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ น้ำสับปะรด น้ำส้ม และน้ำมะม่วงหิมพานต์ ในอัตราส่วนน้ำฝรั่งต่อน้ำผลไม้ เท่ากับ 90:10, 80:20 และ 70:30 ตามลำดับ แล้วปรับปรุงรสชาติให้ได้อัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่อปริมาณกรดทั้งหมด เท่ากับ 45 ทำการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 85 °ซ นาน 15 นาที ทดสอบคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสด้วย

วิธี Hedonic-9-scale โดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 30 คน

[6] ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการ ประมาณ 45 วัน

2.3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษา

เก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 °ซ วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี (L^* a^* b^*) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรดต่าง ปริมาณวิตามินซี ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิคัล และคุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา [7] ทุก 5 วัน เป็นเวลา 1 เดือน

2.4 สํารวจและทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งต่อการยอมรับของผู้บริโภค

ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งของผู้บริโภคในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน ด้วยวิธี Hedonic-5-scale ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการประมาณ 60 วัน

2.5 ประเมินต้นทุนการผลิตน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่ง

คำนวณต้นทุนการผลิต ได้แก่ ฝรั่ง ผลไม้ที่ใช้เป็นส่วนผสม, น้ำตาลทราย, กรดซิตริก และภาชนะบรรจุ

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 การศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตน้ำฝรั่ง

3.1.1 การศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำฝรั่ง

จากการศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำฝรั่ง พบว่าการลวกฝรั่งเป็นระยะเวลา 5 นาทีสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสได้ การลวกเป็นกระบวนการที่ใช้ทำลายการทำงานของเอนไซม์ในผลไม้ก่อนการแปรรูป ซึ่งการลวกอย่างเหมาะสมอาจเกิดผลเสียมากกว่าไม่ลวก เนื่องจากอาจ

เป็นการให้ความร้อนที่เพียงพอต่อการทำลายเนื้อเยื่อของอาหาร แต่ไม่สามารถทำลายเอนไซม์ได้ โดยทั่วไปเอนไซม์ที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ในการลวก คือ เอนไซม์เพอร์ออกซิเดส เนื่องจากมีความทนทานต่อความร้อนได้สูงสุดในผลไม้ ดังนั้น ถ้าตรวจไม่พบเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส ก็แสดงว่าเอนไซม์อื่นๆ ถูกทำลายไปแล้วเช่นกัน [8] อย่างไรก็ตามการลวกที่นานเกินไป จะส่งผลให้กลิ่นเกิดการเปลี่ยนแปลงจากการระเหยของสารระเหยบางตัว [9]

จากการวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตของน้ำฝรั่งที่ได้พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำในการสกัด ร้อยละของผลผลิตน้ำฝรั่งที่สกัดได้มีค่าเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า น้ำฝรั่งมีค่าความเป็นกรดต่าง ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด อยู่ในช่วง 3.72-3.79, 0.33-0.47 และ 9.59-13.74 ตามลำดับ ปริมาณวิตามินซีของน้ำฝรั่งมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำในการสกัด อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาอัตราส่วนของเนื้อฝรั่งต่อน้ำ พบว่าการสกัดด้วยอัตราส่วนของเนื้อฝรั่งต่อน้ำ 90:10 และ 80:20 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิคัลของน้ำฝรั่งมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 8.59-18.55 และร้อยละ 5.51-7.17 ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า กรรมวิธีที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำฝรั่ง กระทำได้โดยการลวกฝรั่งที่ระยะเวลา 5 นาที แล้วสกัดน้ำฝรั่งโดยใช้อัตราส่วนของเนื้อฝรั่งต่อน้ำเท่ากับ 80:20

3.1.2 การศึกษาการทำน้ำฝรั่งให้ใสด้วยเอนไซม์เพคตินเอส

จากการศึกษาการทำน้ำฝรั่งให้ใสด้วยเอนไซม์เพคตินเอส ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25 และ 0.30 เวลาในการทำปฏิกิริยาต่างกัน 2 ระดับ คือ 1 และ 2 ชั่วโมง พบว่าความเข้มข้นของเอนไซม์และเวลาที่ใช้

ในการบ่มเพิ่มขึ้น ค่าร้อยละของการยอมให้แสงผ่านของทุกตัวอย่างมีแนวโน้มสูงขึ้นด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อความเข้มข้นของเอนไซม์และเวลาในการทำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น เอนไซม์มีโอกาสร้อยละประกอบเพคตินที่มีอยู่ในน้ำฝรั่งมากขึ้นเช่นกัน ทำให้สารประกอบที่แขวนลอยอยู่ตกตะกอนออกจากน้ำฝรั่งมากขึ้น [10] อย่างไรก็ตามการใช้เอนไซม์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.20-0.30 บ่มนาน 2 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการศึกษาคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า เมื่อระยะเวลาในการบ่มเพิ่มขึ้น คะแนน

เฉลี่ยด้านสี กลิ่น รสชาติ ความใส และความชอบรวมมีค่าสูงขึ้นด้วย ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาคุณลักษณะด้านความชอบรวมจะเห็นว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนเฉลี่ยตัวอย่างที่ใช้ความเข้มข้นของเอนไซม์ร้อยละ 0.20 และบ่มนาน 2 ชั่วโมงสูงที่สุด ($p < 0.05$) (ตารางที่ 1) ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพและความคุ้มค่าในการใช้เอนไซม์จึงได้คัดเลือกความเข้มข้นของเอนไซม์และระยะเวลาในการบ่มที่ ร้อยละ 0.20 และ 2 ชั่วโมง เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดน้ำฝรั่งให้ใสด้วยเอนไซม์เพคตินเนส

ตารางที่ 1 : ร้อยละของการยอมให้แสงผ่านและลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำฝรั่งที่ผ่านการทำให้ใสด้วยเอนไซม์เพคตินเนส

	ความเข้มข้นของเอนไซม์โปรติเอส (ร้อยละ)											
	0.05		0.10		0.15		0.20		0.25		0.30	
	เวลาบ่ม (ชั่วโมง)		เวลาบ่ม (ชั่วโมง)		เวลาบ่ม (ชั่วโมง)		เวลาบ่ม (ชั่วโมง)		เวลาบ่ม (ชั่วโมง)		เวลาบ่ม (ชั่วโมง)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
%T 660 nm	98	120	115	162	127	195	170	276	181	277	194	278
ลักษณะประสาทสัมผัส												
สี	6.24 ^a	6.88 ^c	6.73 ^b	7.44 ^c	7.17 ^d	7.63 ^f	7.80 ^e	8.32 ^j	8.12 ^h	8.35 ^k	8.22 ⁱ	8.50 ^l
กลิ่น	6.91 ^a	7.08 ^c	7.01 ^b	7.13 ^d	7.28 ^e	7.44 ^h	7.34 ^f	7.43 ^h	7.39 ^e	7.44 ^h	7.50 ⁱ	7.54 ^j
รสชาติ	6.21 ^a	6.26 ^b	6.40 ^c	6.72 ^d	6.73 ^d	7.24 ^e	7.53 ^f	7.96 ^j	7.74 ^e	7.81 ^h	7.94 ⁱ	7.94 ⁱ
ความใส	5.13 ^a	6.81 ^f	5.74 ^b	7.13 ^e	5.91 ^c	7.63 ⁱ	6.36 ^d	7.86 ^j	6.62 ^c	7.90 ^k	7.21 ^b	7.91 ^k
ความชอบรวม	5.73 ^a	6.40 ^c	6.30 ^b	6.92 ^f	6.44 ^d	7.51 ⁱ	6.48 ^c	8.15 ^j	7.17 ^e	8.12 ^k	7.35 ^b	8.07 ^j

- หมายเหตุ
1. ทดสอบแบบ Hedonic-9-scale ใช้ผู้ทดสอบชิม 30 คน
 2. ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3.2 การศึกษาการพัฒนาสูตรน้ำฝรั่งเพื่อปรับปรุงกลิ่นรส

จากการศึกษาการพัฒนาสูตรน้ำฝรั่งเพื่อปรับปรุงกลิ่นรสโดยนำน้ำฝรั่งมาผสมกับน้ำผลไม้แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ น้ำสับปะรด น้ำส้ม และน้ำมะม่วงหิมพานต์ ในอัตราส่วนน้ำฝรั่งต่อน้ำผลไม้ เท่ากับ 90:10, 80:20 และ 70:30 ตามลำดับ ปรับอัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่อปริมาณกรดทั้งหมด

เท่ากับ 45 แล้วทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 30 คน พบว่าน้ำผลไม้ผสมที่มีส่วนผสมของน้ำสับปะรดมีคุณลักษณะทั้งด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมสูงกว่าน้ำผลไม้ที่มีส่วนผสมของน้ำส้มและน้ำมะม่วงหิมพานต์ตามลำดับ โดยจากผลการทดลองพบว่าน้ำผลไม้ผสมที่มีส่วนผสมของน้ำฝรั่ง:น้ำสับปะรด เท่ากับ 80:20 มีคะแนนเฉลี่ยด้านสี

รสชาติ และความชอบรวมสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3.3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษา

3.3.1 คุณภาพทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่ง พบว่าการเก็บรักษาน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งเป็นระยะเวลานานขึ้น ค่า L^* (ความสว่าง) และค่า b^* ($-b^*$ หมายถึง สีน้ำเงิน, $+b^*$ หมายถึง สีเหลือง) มีแนวโน้มลดลง โดยพบว่าน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 0 และ 2 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกับการเก็บรักษาน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่ 0 และ 3 สัปดาห์ ทั้งนี้อาจเกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดได้สารสีน้ำตาลของเมลานอยดิน [11] หรือวิตามินซีในผลิตภัณฑ์ถูกออกซิไดซ์ไปเป็นกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิกแล้วทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนให้ผลิตภัณฑ์เป็นสารสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด [12] ในขณะที่การเก็บรักษาน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งเป็นระยะเวลานานขึ้น ค่า a^* ($-a^*$ หมายถึง สีเขียว, $+a^*$ หมายถึง สีแดง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่ง พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้มคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

3.3.2 คุณภาพทางเคมี

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่ง พบว่าความเป็นกรดค้างและปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกของน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งมีค่า 3.95-4.25 และ 0.40-0.44 ขณะที่ปริมาณวิตามินซีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์มีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ($p < 0.05$)

โดยมีค่า 52.04-68.59 มิลลิกรัม/ 100 มิลลิลิตร, ร้อยละ 15.11-17.18 และร้อยละ 5.63-7.39 ตามลำดับ

3.3.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าอยู่ในช่วง 1-45 CFU/ml ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งมีค่ามากกว่า 500 CFU/ml ในสัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษา ซึ่งมาตรฐานเครื่องดื่มประเภทน้ำผลไม้กำหนดให้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 500 CFU/ml ปริมาณยีสต์และราในน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ตรวจไม่พบตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจำนวนยีสต์และรามิมากกว่า 10 CFU/g ในสัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษา ซึ่งมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำผลไม้กำหนดไว้ว่าต้องไม่มีจุลินทรีย์จำพวกยีสต์และรา อันแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้ไม่เกิน 2 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง จึงจะมีความปลอดภัยสำหรับการบริโภค และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสีย

3.4 การสำรวจและทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งต่อการยอมรับของผู้บริโภค

3.4.1 ลักษณะทางประชากรของผู้บริโภค

ผู้บริโภคเป็นเพศชายร้อยละ 41 เพศหญิงร้อยละ 59 มีอายุตั้งแต่ 15 ปี ขึ้นไป การศึกษาของผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 47 อยู่ในระดับปริญญาตรี โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่มีอาชีพประกอบธุรกิจส่วนตัวและข้าราชการ คิดเป็นร้อยละ 29 และ 24 ตามลำดับ และส่วนใหญ่มีรายได้ 5,000-10,000 บาท

3.4.2 พฤติกรรมการซื้อและการบริโภค

ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการซื้อและการบริโภค เครื่องดื่มน้ำผลไม้ของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคร้อยละ 82 ชอบบริโภคผลไม้ ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมบริโภคผลไม้ในรูปแบบประเภทยืด และเครื่องดื่มตามลำดับ ผู้บริโภคร้อยละ 100 รู้จักผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ โดยผู้บริโภคร้อยละ 64 ชอบบริโภคเครื่องดื่มน้ำผลไม้ และร้อยละ 36 รู้สึกเฉยๆ ผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 41 มีความถี่ในการบริโภคน้ำผลไม้หลายๆ ครั้ง โดยผู้บริโภคมีเหตุผล 3 อันดับแรกในการเลือกซื้อคือ ต้องการคุณค่าทางอาหาร คั้นเพื่อดับกระหาย และความสะดวกในการซื้อตามลำดับ สำหรับสถานที่ที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ซื้อผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้คือ ซูเปอร์มาร์เก็ต

3.4.3 การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่ง

ผลการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่ง พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อลักษณะปรากฏ เท่ากับ 4.18 คะแนน สี เท่ากับ 3.88 คะแนน กลิ่นรส เท่ากับ 4.46 คะแนน เนื้อสัมผัส เท่ากับ 4.19 คะแนน และความชอบรวม เท่ากับ 4.26 คะแนน โดยผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 75 ซึ่งผู้บริโภคที่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ มีเหตุผล 3 อันดับแรก คือ อร่อย กลิ่นรสแปลกใหม่ และมีคุณค่าทางอาหารเพิ่มขึ้น ขณะที่ผู้บริโภคที่ไม่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 25 ซึ่งให้เหตุผลว่าไม่คุ้นเคย ไม่ชอบในรสชาติของผลิตภัณฑ์ และไม่ชอบในกลิ่นของผลิตภัณฑ์ โดยผู้บริโภคยินดีซื้อผลิตภัณฑ์หากมีการวางจำหน่ายในท้องตลาดในราคา 17 บาทต่อขวด (ขวดละ 250 มิลลิลิตร) คิดเป็นร้อยละ 87

3.5 การประเมินต้นทุนการผลิตน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่ง

ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่ง มีค่าเท่ากับ 10.29 บาท ต่อขวด (ปริมาตร 250 มิลลิลิตร)

4. สรุป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่ง โดยผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่ง การเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

- 1) กรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตน้ำฝรั่ง สามารถเตรียมได้จากการนำผลฝรั่งมาล้าง ผ่าเป็น 2 ซีก ตัดแต่งส่วนที่ไม่ต้องการออก นำมาลวกที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วสกัดน้ำฝรั่งโดยใช้อัตราส่วนของเนื้อฝรั่งต่อน้ำ เท่ากับ 80:20 นำน้ำฝรั่งที่ได้มาทำให้ใสด้วยเอนไซม์เพคตินเอสที ความเข้มข้นร้อยละ 0.20 บ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
- 2) จากการศึกษาการพัฒนาสูตรน้ำฝรั่งเพื่อปรับปรุงกลิ่นรส พบว่าน้ำผลไม้ผสมที่มีส่วนผสมของน้ำฝรั่งต่อน้ำสับปะรดเท่ากับ 80:20 มีคะแนนเฉลี่ยด้านสี รสชาติ และความชอบรวมสูงสุด
- 3) เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน พบว่าค่า L^* และค่า b^* มีแนวโน้มลดลง ขณะที่ค่า a^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ปริมาณวิตามินซี ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และน้ำตาลรีดิวซ์มีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น สำหรับคุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าอยู่ในช่วง 1-45 CFU/ml ขณะที่การเก็บรักษาที่

อุณหภูมิห้อง ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งมีค่ามากกว่า 500 CFU/ml ในสัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษา และปริมาณยีสต์และราในน้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ตรวจไม่พบตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจำนวนยีสต์และรามีนีมากกว่า 10 CFU/g ในสัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษา

4) การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมจากน้ำฝรั่งของผู้บริโภค จำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 75 เมื่อจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในราคา 17 บาทต่อขวด (ขวดละ 250 มิลลิลิตร) มีผู้บริโภคที่คิดว่าจะซื้อ ร้อยละ 87 ในขณะที่ต้นทุนการผลิตเท่ากับ 10.29 บาทต่อขวด

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ได้พิจารณาทุนเพื่อการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2550 และงานวิจัยชิ้นนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศิริชัย กัลยาณรัตน์, วานิช ศรีละออง และเฉลิมชัย วงษ์อารี. “การศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวและวิธีการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลฝรั่ง.” รายงานการวิจัย สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2543.
- [2] L.T. Kwee and K.K. Chong, “Guavain Malaysia: Production, Pests and Diseases,” 1 st ed. pp.11-13. Tropica Press SD.BHD, Kuala Lumpor, 1990.

- [3] C.W. Wilson, “Guava” In Tropical and Subtropical Fruits: Composition, Properties and Uses. 1st ed. (Nagy, S. and Shaw, P.E. eds.) p. 279-295. The AVI Publishing Company, Inc, Connecticut, 1980.
- [4] R.N. Adsule and S.S. Kadam. “Guava” In Handbook of Fruit Science and Technology: Production Composition Storage and Proocessing. pp.419-433. Marcel Dekker, Inc. New York, 1995.
- [5] A.O.AC. “Official Methods of Analytical of the Association of Official Chemists International.” 17th ed., The Association of Official Chemists International, Gaithersburg, 2000.
- [6] H.T. Lawless, and H.Haymann, “Sensory Evaluation.” AN Aspen Publishes, New York, 1999.
- [7] M.L. Speak, “Ompendium of Method for the Microbiology Examination of Food,” American Public Health Association, Inc. Washington, 1976.
- [8] วิไล รัสาดทอง, “เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร,” ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- [9] Fabian, F.W. and Winslow, C.E.A, “The Chemistry and Technology of Food Products,” Interscience, New York, 1992.
- [10] อมรรัตน์ มุขประเสริฐ, “การทำน้ำฝรั่งให้ใสโดยวิธีทางเคมีและชีวเคมี,” ว.วิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 12: 57-64, 2545.
- [11] ประสาร สวัสดิ์ชิตัง, “การเกิดสีน้ำตาลของอาหารและการควบคุมป้องกัน,” อาหาร, 25: 161-169, 2538.
- [12] N.AM. Eskin, “Biochemistry of foods.” Academic Press Ins. San Diego, California, 1990.

การพัฒนาระบบสารสนเทศ เพื่อแก้ไขปัญหาการวางแผนการผลิต

ในธุรกิจขนาดเล็ก กรณีศึกษา อุตสาหกรรมอาหาร

The development of information System for Solving Problem of Planning in Small Business: A Case Study of Food Industry

ชากร ชลัมพุกานต์¹ และ วิเชียร สิงห์ใหม่²

¹ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

²ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: ¹wsm@kmutnb.ac.th, ²karn_14629@hotmail.com

บทคัดย่อ

ในอุตสาหกรรมขนาดเล็กซึ่งยังมีปัญหาด้านต่างๆ ในการดำเนินงาน เป็นเพราะข้อจำกัดทางด้านเงินทุน และขาดความรู้และความชำนาญการที่จะนำองค์ความรู้ต่างๆมาพัฒนาการดำเนินธุรกิจ ผู้จัดทำจึงได้ศึกษาการดำเนินธุรกิจของโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอาหาร พบว่าโรงงานมีปัญหากการวางแผนการผลิต คือ เมื่อวางแผนการผลิตแล้วไม่สามารถทำการผลิตได้ทันกับวันที่กำหนดส่งมอบสินค้า ทำให้ลูกค้าเกิดความไม่พอใจซึ่งมีผลกระทบต่อภาพลักษณ์ของบริษัท อีกสาเหตุหนึ่งคือผู้วางแผนการผลิตไม่ทราบกำลังการผลิตที่แน่ชัด และไม่มีมาตรฐานการทำงานที่ชัดเจน การผลิตจึงไม่มีประสิทธิภาพ ปัญหาอีกประการหนึ่งคือปัญหาด้านคลังสินค้าซึ่งต้องเช่าคลังสินค้าของผู้อื่นเพิ่ม เพราะคลังสินค้าของโรงงานเต็ม เกิดจากตำแหน่งการวางสินค้าภายในคลังสินค้าไม่ชัดเจนทำให้ไม่สามารถหาสินค้าเจอ คลังสินค้าจึงต้องสั่งผลิตสินค้าใหม่เพื่อให้สินค้าครบตามจำนวนที่ต้องการ จึงทำให้เกิดเป็นสินค้า Dead Stock จำนวนมาก คลังสินค้าจึงเต็ม ผู้จัดทำจึงนำปัญหาดังกล่าวมาวิเคราะห์เพื่อศึกษาวิธีแก้ปัญหที่เกิดขึ้น โดยใช้ความรู้ทางวิศวกรรมผสมผสานกับเทคโนโลยีสารสนเทศ จึงได้แนวคิดในการออกแบบและสร้าง โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตและจัดการคลังสินค้า ด้วยโปรแกรม Microsoft Office Access โปรแกรมดังกล่าวสร้างขึ้นมาเพื่อลดการผลิตสินค้าไม่ทันกับวันส่งมอบ และลดปัญหาการหาสินค้าไม่เจอเนื่องจากไม่ทราบตำแหน่งของสินค้าที่ชัดเจน ทั้งนี้ยังทำให้ทราบกำลังการผลิตที่ชัดเจนของโรงงานได้อีกด้วย ลักษณะการทำงานของโปรแกรมจะ

รับข้อมูลเพื่อประมวลผลและแสดงผลเพื่อให้พนักงานปฏิบัติตาม กล่าวคือ โปรแกรมการวางแผนการผลิตและจัดการคลังสินค้านี้จะถูกจัดเก็บไว้ในเครื่องหลักซึ่งเชื่อมต่อไปยังทุกฝ่ายประกอบด้วย ฝ่ายการตลาด ฝ่ายผลิต และฝ่ายคลังสินค้า เมื่อมีการสั่งสินค้าจากลูกค้า ฝ่ายการตลาดก็จะใช้โปรแกรมจากเครื่องหลักเพื่อกำหนดปริมาณสินค้าชนิดสินค้าและวันส่งมอบ โดยการกำหนดวันส่งมอบสินค้า โปรแกรมจะแสดงกำลังการผลิตที่สามารถผลิตได้และต้นทุนการผลิต เพื่อประกอบการตัดสินใจในการกำหนดวันส่งมอบกับลูกค้า หลังจากนั้น โปรแกรมทำการประมวลผลโดยจัดปริมาณการผลิตให้เหมาะสมกับกำลังการผลิตต่อวัน โดยใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลที่มีอยู่คือ กำลังการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบที่ต้องการ จำนวนพนักงานที่ใช้ในการผลิต เมื่อประมวลผลแล้วจะแสดงข้อมูลการผลิตต่อวันให้ฝ่ายผลิตดำเนินการผลิตตามแผนการผลิต ก็จะแสดงปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่จะผลิต วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต จำนวนพนักงานที่ใช้ในการผลิต และกำหนดตำแหน่งและปริมาณที่จะต้องเก็บภายในคลังสินค้าเพื่อให้ฝ่ายคลังสินค้านำสินค้าที่ผลิตเสร็จแล้วไปเก็บตามตำแหน่งที่โปรแกรมได้กำหนดไว้ เมื่อมีการนำโปรแกรมหากว่ามาใช้จะทำให้การวางแผนการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยจะสามารถส่งมอบสินค้าได้ตามวันที่กำหนด ทำให้สามารถสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า เนื่องจากโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาจะแสดงสินค้าและวัตถุดิบที่จะต้องทำให้ทราบโดยจะคำนึงถึงกำลังการผลิตเป็นหลัก ทำให้สามารถผลิตสินค้าได้ตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ โปรแกรมยังสามารถกำหนดตำแหน่งของสินค้าที่จะต้องจัดเก็บภายในคลังสินค้า ทำให้พนักงานสามารถนำสินค้าที่เก็บไว้ออกมาจัดส่งได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

คำสำคัญ : การวางแผนการผลิต โปรแกรมคลังสินค้า

Abstract

In small-sized industry which still get into trouble all side in operating because the limitation of the fund and torn the knowledge and the expert with regard to will lead all knowledge come to the development proceed a business. The organizer has then to study proceeding business of industrial kind food factory meet that a factory gets into trouble laying plans produces when lay plans produce already can't do the production has in time with date fix to deliver goods. Make a customer is born the dissatisfaction which affect build the image of a company. Again the one cause is bing person lay plans to produce don't know certain production and have no work distinct standard. The production then have no the efficiency a problem is on the other hand. Beside warehouse problem which must rent the warehouse of the elsewhere enhances because the warehouse of full factory be born from laying goods position within the warehouse is not clear make can't seek goods meets. The warehouse then must order to produce new goods for goods fully follow the amount that wants then cause goods dead stock. The organizer then lead a problem aforementioned comes to analyses for study the way out that happens by use way

engineering knowledge integrates with the information technology then get the idea in designing and build the computer program for use in laying plans produce and manage the warehouse with a program Microsoft Office Access. A program aforementioned establish to come to for decrease goods production not in time with day delivers and decrease seeking goods problem doesn't meet because of do not know a position of distinct goods in order that still make know distinct production has of a factory as well. The organizer then lead a problem aforementioned comes to analyze for study the way out that happens by use way engineering knowledge integrates with the information technology then get the idea in designing and build the computer program for use in laying plans produce and manage the warehouse with a program Microsoft Visual Basic and have data saving with a program Microsoft Office Access there is the work likes to take the data for evaluates and show for an officer follows That is to say laying plans program produces and manage this warehouse were stored in a pillar which link up go to still the every side composes marketing faction the faction produces and warehouse faction. When there is ordering a purchase from a customer marketing faction will use a program from a pillar for fixes goods quantity goods kind and day deliver by the specification day deliver goods. A program will be showing the production at can produce and production capital for engage in business decide in the acceptance day deliver with a customer. Thereafter a program does the data processing by very production quantity is appropriate the production builds a day by use the data from the database that exists to are production of each the products. The raw material that want officer amount that use in the production when mend mass then to show production data builds a day give the faction produces to manage follow be show the quantity will of the products to will produce. The raw material that use in the production officer amount that use in the production and fix a position will and the quantity to must pick within the warehouse give warehouse faction lead goods that have produced finished then go to pick can follow program bearings note. When there is program lead will aforementioned come to use make laying plans produces effective more and more by will can deliver goods has followed date fix. Make can build the contentment gives with a customer because of a program will that establish to come to show goods and the raw material to will be must use know by consider the production are a principle make can produce goods has straight to follow location aim keeps. A program still can fix a position will of goods to will must store within the warehouse make an officer can lead storage goods keeps to come out can send fast smoothly.

Keywords : Planning Program Inventory

1. บทนำ

ในประเทศไทยอุตสาหกรรมขนาดเล็กกำลังเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันอุตสาหกรรมดังกล่าวมีการแข่งขันทางธุรกิจที่ไม่รุนแรงนัก ส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นทางด้านอาหารเพราะเป็นหนึ่งในปัจจัย 4 ที่มนุษย์ต้องการ ผู้จัดทำได้มีโอกาสเข้าไปสัมผัสกับอุตสาหกรรมอาหาร และพบเห็นปัญหาต่างๆ คือ การรับคำสั่งซื้อของฝ่ายการตลาดจะไม่คำนึงถึงกำลังการผลิตของฝ่ายผลิต โดยมีการกำหนดวันส่งมอบสินค้าตามที่ลูกค้ากำหนดเอง เพราะต้องการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีต่อลูกค้าใหม่ มีผลทำให้เกิดต้นทุนในการผลิตสูงเนื่องจากต้องผลิตสินค้าในช่วงล่วงเวลา และคำสั่งซื้อของลูกค้าบางรายมีผลกระทบถึงการวางแผนการผลิตเดิมที่วางไว้แล้ว และปัญหาอีกประการหนึ่งคือระบบคลังสินค้า ซึ่งในปัจจุบันต้องเช่าคลังสินค้าเพิ่มเพราะคลังสินค้าของโรงงานเต็ม เนื่องจากการจัดเก็บสินค้าไม่มีการระบุตำแหน่งที่ชัดเจน เมื่อต้องการใช้สินค้าจึงหาไม่เจอและต้องสั่งผลิตใหม่ทำให้สินค้าในคลังสินค้าไม่มีการเคลื่อนไหว จึงต้องเสียต้นทุนในการจัดเก็บเพิ่มขึ้นอีก

1.1 วัตถุประสงค์

1.1.1 เพื่อลดอัตราการผลิตสินค้าที่ไม่ทันกำหนดส่งมอบให้กับลูกค้า

1.1.2 เพื่อให้ทราบกำลังการผลิตที่ชัดเจน

1.1.3 เพื่อลดปัญหาการหาสินค้าไม่เจอเนื่องจากตำแหน่งของสินค้าไม่ชัดเจน

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวิเคราะห์กระบวนการ

ในการศึกษาเพื่อพัฒนาและปรับปรุงระบบการผลิตนั้น จำเป็นต้องศึกษาภาพรวมของระบบการผลิตก่อนแล้ว จึงทำการศึกษาละเอียดขึ้นในแต่ละขั้นตอน ซึ่ง

เครื่องมือที่ใช้ในการอธิบายระบบการผลิตที่นิยมใช้กัน อย่างแพร่หลายโดยทั่วไป คือ

2.1.1 แผนภูมิกระบวนการทำงาน (Operation Process Chart)

เป็นแผนภูมิที่แสดงขั้นตอนการผลิต ตั้งแต่วัตถุดิบเคลื่อนเข้าสู่สายการผลิตจนเสร็จสิ้นเป็นผลิตภัณฑ์ โดยบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติงานต่างๆ ที่ต้องดำเนินการบนวัตถุดิบนั้น เช่น การขนส่ง การตรวจสอบ การทำงานบนเครื่องจักร การประกอบชิ้นส่วน จนกระทั่งสำเร็จออกมาเป็นผลิตภัณฑ์หรือเป็นชิ้นส่วนประกอบ

2.1.2 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)

แผนภูมิกระบวนการไหล คือ แผนภูมิที่เขียนขึ้นเพื่อบันทึกขั้นตอน การทำงาน หรือบันทึกขั้นตอนในกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ โดยละเอียดเพื่อการศึกษาในการปรับปรุงงานโดยใช้สัญลักษณ์ที่เหมาะสมทั้งหมดที่มีอยู่ในการบันทึกรายละเอียดของงานแผนภูมิกระบวนการไหลแบ่งตามชนิดของสิ่งที่สังเกตออกเป็น 2 ชนิด คือ

แผนภูมิกระบวนการไหลของคน (Man Type) แสดงการเคลื่อนที่ของคนในการทำงาน

แผนภูมิกระบวนการไหลของวัสดุ (Material Type) แสดงการเคลื่อนที่ของวัสดุ หรือวัตถุดิบในการผลิต

2.1.3 แผนภูมิการประกอบ (Assembly Process Chart)

ใช้ในกรณีที่มีชิ้นส่วนต่างๆ มาประกอบเข้าด้วยกัน ณ จุดต่างๆ ซึ่งแต่ละชิ้นส่วนย่อยสามารถเขียนแสดงเป็นแผนภูมิกระบวนการอีกอันหนึ่งได้ ดังนั้นในการรวมกันของแผนภูมิกระบวนการย่อยๆ เหล่านี้จะกลายเป็นแผนภูมิการประกอบได้

2.1.4 แผนภูมิผลิตภัณฑ์พหุคูณ (Multi-Product Process Chart)

ใช้สำหรับโรงงานที่มีการวางแผนกระบวนการ โดยแบ่งออกเป็นแผนกต่างๆ โดยทั่วไปมักมีการผลิตสินค้าไม่กี่ชนิด แต่ละชนิดผ่านขั้นตอนการผลิตที่คล้ายคลึงกัน หรือต้องอาศัยเครื่องจักรร่วมกัน การวิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงานของผลิตภัณฑ์ต่างๆ จะช่วยให้ทราบปริมาณการเคลื่อนย้ายของผลิตภัณฑ์ในระหว่างแผนก และนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการปรับปรุงการวางแผนของโรงงาน เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุระหว่างจุดต่างๆ ลงได้

2.1.5 แผนภูมิการเดินทาง (Travel Chart)

เป็นตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีจำนวนช่องเท่ากับจำนวนแผนกงานที่ต้องการวิเคราะห์ ใช้บันทึกตัวเลขแสดงปริมาณการเคลื่อนที่ จำนวนเที่ยวของการขนย้ายหรือระยะทางของการขนย้ายระหว่างแผนกต่างๆ ภายในโรงงาน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความใกล้เคียงของแผนกต่างๆ และใช้ในการออกแบบปรับปรุงผังโรงงานใหม่ต่อไป

2.2 การวิเคราะห์การปฏิบัติงาน

ในการวิเคราะห์ มักจะวิเคราะห์งานปฏิบัติของมือใดมือหนึ่งก่อนจนจบแล้วจึงทำการวิเคราะห์ การปฏิบัติงานของอีกมือหนึ่งเพื่อไม่ให้เกิดการสับสน การวิเคราะห์จะเลือกวิเคราะห์ ณ จุดใดของการปฏิบัติก็ได้ แต่จะต้องบันทึกให้ครบหนึ่ง รอบการทำงานปฏิบัติการ

2.3 การกำหนดเป็นมาตรฐาน

หลังจากที่หาวิธีการทำงานที่เหมาะสมได้แล้ว และได้กำหนดเป็นมาตรฐาน เพื่อนำไปปฏิบัติ จากนั้นก็ตกแต่งงานออกเป็นงานย่อยพร้อมทั้งรายละเอียดในการทำงานนั้นๆ ในส่วนของการเคลื่อนที่ ก็มีเรื่องของรูปร่าง และปริมาณของวัสดุ และในส่วนของเครื่องมือ

จะมี Jig, Fixture and Gauges ปักจี้ต่างๆ ดังกล่าวต้องพร้อมอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้และบำรุงรักษาหลังจากที่ได้ปฏิบัติงานตามมาตรฐาน จากนั้นต้องมีการบันทึกหรือเขียนการทำงานที่เป็นมาตรฐาน พร้อมทั้งรายละเอียดของแต่ละหน่วยงานเพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติต่อไป

2.4 การศึกษาเวลาโดยตรง

คือ การศึกษาเพื่อหาเวลามาตรฐานที่ต้องการจากโดยการจับเวลาจากพนักงาน ที่ผ่านการคัดเลือก และฝึกเป็นอย่างดี ต้องเป็นพนักงานที่ทำงานนั้นๆ โดยใช้สถานที่ปัจจุบันและสถานการณ์ที่ปกติ ขั้นตอนการศึกษาเวลาโดยตรงมีดังนี้

1. หาข้อมูลเบื้องต้นของการทำงานที่จะศึกษาเวลา
2. แบ่งงานเป็นงานย่อย และบันทึก
3. สังเกตและจับเวลาการทำงานของพนักงาน
4. หาจำนวนครั้งในการจับเวลา
5. หาอัตราสมรรถนะการทำงาน (Performance Rating)
6. หาเวลาการทำงานปกติ (Normal Time)
7. หาเวลาเผื่อการทำงาน (Allowances)
8. หาเวลามาตรฐานสำหรับการทำงานนั้น

การหาจำนวนครั้งในการจับเวลาโดยใช้ พิสัย (Range) เป็นการประมาณค่าจำนวนครั้งในการจับเวลาโดยใช้ค่าสูงสุดและต่ำสุดในการหาค่า วิธีการคือ

1. จับเวลาเบื้องต้น 5 ครั้ง สำหรับ งานที่ มากกว่า 2 นาที 10 ครั้ง สำหรับ งานที่ น้อยกว่า 2 นาที
2. หา พิสัย ของเวลาที่จับได้ พิสัย = ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด

$$(R = H - L)$$

3. หา ค่าเฉลี่ย x ของเวลาที่จับได้
4. หาค่า ของ พิสัยหารค่าเฉลี่ย R/x
5. นำค่าพิสัยหารค่าเฉลี่ย หาจำนวนครั้งจับเวลา

$\frac{R}{X}$	Data from Sample of		$\frac{R}{X}$	Data from Sample of		$\frac{R}{X}$	Data from Sample of	
	5	10		5	10		5	10
.10	3	2	.42	52	30	.74	162	93
.12	4	2	.44	57	33	.76	171	98
.14	6	3	.46	63	36	.78	180	103
.16	8	4	.48	68	39	.80	190	108
.18	10	6	.50	74	42	.82	199	113
.20	12	7	.52	80	46	.84	209	119
.22	14	8	.54	86	49	.86	218	125
.24	17	10	.56	93	53	.88	229	131
.26	20	11	.58	100	57	.90	239	138
.28	23	13	.60	107	61	.92	250	143
.30	27	15	.62	114	65	.94	261	149
.32	30	17	.64	121	69	.96	273	156
.34	34	20	.66	129	74	.98	284	162
.36	38	22	.68	137	78	1.00	296	169
.38	43	24	.70	145	83			
.40	47	27	.72	153	88			

R = range of time for sample, which is equal to high time study elemental value minus low time study elemental value.

\bar{X} = average time value of element for sample. (For $\pm 10\%$ precision and 95% confidence level, divide answer by 4.)

ภาพที่ 1: ผลจำนวนรอบการทำงานโดยวิธี Maytag

2.5 การประเมินค่าอัตราเร็ว

คนงานที่เหมาะสม คือ คนงานที่มีการศึกษาเฉลี่ยฉลาด มีร่างกายแข็งแรงมีความรู้ ความชำนาญสามารถที่จะทำงานนั้นให้เสร็จตามปริมาณ และคุณภาพที่กำหนด

การประเมินค่า คือ การเปรียบเทียบอัตราการทำงานของคนงานกับอัตราการทำงานมาตรฐานในสายตาของผู้ศึกษา แล้วกำหนดค่าว่าเป็นเท่าใด โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการทำงานจริงกับมาตรฐาน (เท่ากับ 100 %) องค์ประกอบที่มีผลต่ออัตราการทำงาน ความแตกต่างของคุณภาพหรือคุณสมบัติอื่นๆ ของวัสดุที่ใช้ งานการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพของเครื่องมือหรือเครื่องจักร การเปลี่ยนแปลงเล็กๆ น้อยๆ ในการทำงาน ความแตกต่างในการตั้งใจทำงาน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและสภาวะแวดล้อมรอบข้าง เช่น แสง อุณหภูมิ เป็นต้น

2.6 การออกแบบฐานข้อมูล

ข้อคำนึงพื้นฐานในการออกแบบฐานข้อมูล คือ การนำข้อมูลเข้าไปจัดเก็บ ในตำแหน่งที่สามารถเรียกออกมา แสดงผลได้ตรงกับความต้องการ และมี

ประสิทธิภาพ ดังนั้น กระบวนการวิเคราะห์จะเริ่มการพิจารณา ดังนี้

วิเคราะห์เป้าหมายของฐานข้อมูล เพื่อที่จะทราบว่า จะเก็บข้อมูลประเภทไหน วัตถุประสงค์ของการใช้งาน และต้องการประมวลผลอะไรบ้าง จะทำให้ทราบขอบเขตในการทำงาน และการรวบรวมข้อมูลให้สอดคล้อง กับการใช้งาน

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อจัดกลุ่มข้อมูลสำหรับการจัดเก็บ และพิจารณาความสัมพันธ์ ในด้านการประมวลผล เพื่อแสดงผลที่ต้องการได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

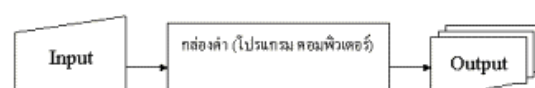
วิเคราะห์การจัดเก็บข้อมูล เมื่อทราบจุดมุ่งหมาย และ ความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ แล้ว จึงนำมาจัดกลุ่มเพื่อกำหนด Table ที่ใช้ในการเก็บให้สอดคล้องกับการทำงาน และความสามารถของ Microsoft Access

วิเคราะห์รายละเอียดของข้อมูล เพื่อให้ฐานข้อมูลมีข้อมูลที่เพียงพอกับการวิเคราะห์ และการใช้งานในแต่ละ Table ควรจัดเก็บรายละเอียดต่างๆ ให้ครบถ้วน

วิเคราะห์การไหลของข้อมูล ทำให้สามารถออกแบบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมให้สอดคล้อง กับลักษณะการทำงานและมีความสะดวก ทั้งยังป้องกันความผิดพลาด หรือการรวบรวมสารสนเทศไม่ครบ

2.7 การออกแบบการทำงานของโปรแกรม

จุดมุ่งหมาย และหน้าที่ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คือ จัดขั้นตอน และกระบวนการประมวลผล จากข้อมูลนำเข้า (Input) ให้ออกมาเป็นผลลัพธ์ (Output)



ภาพที่ 2: การจัดขั้นตอน และกระบวนการประมวลผล

ในระบบฐานข้อมูล (Database) มีข้อพิจารณามากขึ้นคือ ต้องคำนึงว่าจะนำข้อมูลเบื้องต้น เข้าไปเก็บในลักษณะใด ที่ทำให้ขั้นตอนการประมวลผล และแสดงผลลัพธ์ สามารถทำได้ตรงตามความต้องการ ของวัตถุประสงค์ การติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ต้องมีลักษณะและขั้นตอนการทำงานที่เข้าใจได้ง่าย ไม่มีความยุ่งยาก ใช้งานได้สะดวก ในส่วนความซับซ้อนของการประมวลผลควรซ่อนไว้ภายในโปรแกรม ดังนั้น ฟังก์ชันการทำงานใหม่จะมีลักษณะนี้



ภาพที่ 3: การจัดขั้นตอนและกระบวนการประมวลผลใหม่

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พฤติ (2548) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “การออกแบบระบบวางแผนการผลิตอัตโนมัติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษา: โรงงานผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้า” โดยใช้หลักการการวิเคราะห์และหลักการการออกแบบฐานข้อมูล มาใช้ร่วมกันกับหลักการในการวางแผนการผลิตโดยใช้โปรแกรมประยุกต์ Microsoft Access ในการสร้างฐานข้อมูล และโปรแกรมการวางแผนการผลิตอัตโนมัติให้กับโรงงาน และเมื่อนำโปรแกรมประยุกต์ด้านการวางแผนการผลิตมาใช้งานแล้วจากเดิมต้องใช้เวลาวางแผนการผลิต 14 ชั่วโมง ลดเหลือเพียง 4 ชั่วโมง และใช้พนักงานวางแผน 3-5 คน ลดเหลือ 1-2 คน เท่านั้น เนื่องจากโปรแกรมทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการจัดเก็บข้อมูล กระจายข้อมูล ติดตามผลการดำเนินงานตามแผนการผลิต นอกจากนั้นยังสามารถลดเปอร์เซ็นต์จัดส่งสินค้าไม่ตรงต่อเวลาซึ่งจากเดิมมีมากถึง 30% เหลือเพียง 15% ของปริมาณงานใน 1 เดือน

บุญกิจ (2543) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวางแผนการผลิตอย่างอัตโนมัติ ในงานกัดสำหรับชิ้นงานรูปทรงเหลี่ยม โดยการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการวางแผนการผลิตอย่างอัตโนมัติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกวิธีปฏิบัติงานลำดับขั้นตอนในการปฏิบัติงาน ที่เหมาะสมสำหรับชิ้นงานรูปทรงเหลี่ยม เริ่มจากการศึกษาและวิเคราะห์ไฟล์กลางที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบ CAD/CAM ที่เหมาะสม ออกแบบและสร้างฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการผลิต จากการทำโปรแกรมไปใช้แล้ว สามารถแยกแยะส่วนที่แตกต่างกันของชิ้นงานทั้งสอง พร้อมทั้งเลือกวิธีการปฏิบัติงาน ลำดับขั้นตอนในการปฏิบัติงานในการผลิตชิ้นงานทั้งสอง ได้อย่างเหมาะสมและส่งผลทำให้เวลาที่ใช้ในขั้นตอนการวางแผนการผลิตและแปรรูปลดลง

3. การดำเนินงาน

3.1 กำหนดรูปแบบของปัญหา

เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กทำให้ไม่มีการกำหนดกำลังการผลิตที่ชัดเจน ฝ่ายการตลาดจะรับคำสั่งสินค้าของลูกค้าทั้งหมดโดยไม่คำนึงถึงกำลังการผลิต แต่จะเน้นการรักษาความสัมพันธ์ของลูกค้าเป็นหลัก ทำให้กำลังการผลิตไม่สามารถรองรับปริมาณความต้องการของลูกค้าได้และเกิดต้นทุนในการผลิตสูง ในส่วนคลังสินค้ามีการเก็บสินค้าที่มากเกินไปเป็นเพราะการจัดวางตำแหน่งของสินค้าที่ไม่เป็นระบบทำให้หาสินค้าไม่เจอ ทำให้ต้องสั่งผลิตใหม่ ทั้งนี้ปัญหาดังกล่าวหากมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างฝ่ายก็จะทำให้มีผลกระทบไม่รุนแรงนัก แต่ปัจจุบันการสื่อสารระหว่างฝ่ายมีน้อยหรือไม่มีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้อง

3.7 สร้างโปรแกรม

เริ่มสร้างฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม Microsoft Office Access ตามที่ออกแบบไว้แล้ว หลังจากสร้างฐานข้อมูลเสร็จ ใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic เพื่อเขียนโปรแกรมโดยจะเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล แบ่งออกเป็น ส่วนของการกรอกข้อมูล สำหรับฝ่ายการตลาด และ ส่วนของการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดง สำหรับฝ่ายผลิตและฝ่ายคลังสินค้า

4. ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินงาน

เมื่อนำโปรแกรมมาใช้แผนการผลิตที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรมทำให้การกำหนดวันส่งมอบสินค้ากับลูกค้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะมีข้อมูลที่ชัดเจนจากฝ่ายผลิต เช่น ข้อมูลเวลานำของการผลิต สินค้า ข้อมูลต้นทุนในการผลิต ทำให้การรับคำสั่งซื้อ มีเงื่อนไขและข้อกำหนดที่ชัดเจนเพื่อไม่ทำให้เกิดผลเสียต่อทุกฝ่าย ส่วนในด้านคลังสินค้า จะมีการระบุตำแหน่งที่ชัดเจนของสินค้าที่ผลิตเสร็จแล้ว ทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการหาสินค้า

5. สรุป

เมื่อมีการนำโปรแกรมหามาใช้จะทำให้การวางแผนการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยจะสามารถส่งมอบสินค้าได้ตามวันที่กำหนด ทำให้สามารถสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า เนื่องจากโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาจะแสดงสินค้าและวัตถุดิบที่ต้องใช้ให้ทราบโดยจะคำนึงถึงกำลังการผลิตเป็นหลัก ทำให้สามารถผลิตสินค้าได้ตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ โปรแกรมยังสามารถกำหนดตำแหน่งของสินค้าที่ต้องจัดเก็บภายในคลังสินค้า ทำให้พนักงานสามารถนำสินค้าที่เก็บไว้ออกมาจัดส่งได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

6. กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความช่วยเหลือของอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ มาโดยตลอด รวมถึงพนักงานบริษัท สมายล์ ฮาร์ท ฟู้ดส์ จำกัด ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] รศ.รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. 2550. Industrial Work Study. สำนักพิมพ์ท็อป, กรุงเทพฯ.
- [2] ชุมพล ศฤงคารศิริ. 2550. การวางแผนและควบคุมการผลิต. สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.
- [3] วิชัย ไชยมิ. 2551. หลักการจัดการระบบ ERP สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม. สถาบันการบริหารการผลิตและสินค้าคงคลังไทย, นนทบุรี.
- [4] ฉัททวุฒิ พิษพล, พิชิต สันติกุลานนท์, พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. 2550. คู่มือเรียน Visual Basic 6. บริษัท โปรวิชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.
- [5] ไชยวัฒน์ ตระการรัตน์สันติ. 2543. Access 2000. สำนักพิมพ์ กิจอักษร, กรุงเทพฯ.
- [6] ดร. อรรถกร เก่งพล. 2548. ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ. บริษัท เจเนซิส มีเดียคอม จำกัด, กรุงเทพฯ.
- [7] บุญกิจ อุ่นพิกุล. 2543. การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวางแผนการผลิตอย่างอัตโนมัติ ในงานกวดสำหรับชิ้นงานรูปทรงเหลี่ยม. สาขาวิศวกรรมการผลิต ภาควิชาวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.
- [8] พฤติ สุวรรณโกสม. 2548. การออกแบบระบบวางแผนการผลิตอัตโนมัติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
กรณีศึกษา: โรงงานผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้า. สาขาวิศวกรรมการจัดการ
อุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

คณะกรรมการดำเนินงานและคณะกรรมการ

คณะกรรมการที่ปรึกษา

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พนาฤทธิ์	เศรษฐกุล	ประธานที่ปรึกษา
2. รองศาสตราจารย์ ดร.สันชัย	อินทพิชัย	ที่ปรึกษา
3. รองศาสตราจารย์ ดร.มนต์ชัย	เทียนทอง	ที่ปรึกษา
4. อาจารย์ ดร.มงคล	หวังสถิตย์วงศ์	ที่ปรึกษา

คณะกรรมการดำเนินงาน

1. รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา	วิภาวิวัฒน์	ประธานคณะกรรมการ
2. อาจารย์จรัส	ทรัพย์าคม	กรรมการ
3. อาจารย์วิวัฒน์	ทิพย์สุวรรณ	กรรมการ
4. อาจารย์ ดร.ธีรพงษ์	วิริยานนท์	กรรมการ
5. อาจารย์กฤษ	สินธนะกุล	กรรมการ
6. รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช	วุฒิพฤกษ์	กรรมการ
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์	สถิรยากร	กรรมการ
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลศักดิ์	โกษิยาภรณ์	กรรมการ
9. อาจารย์กัณรินทร์	แสนราช	กรรมการ
10. นายวินัย	สารสุวรรณ	กรรมการ
11. นางสาวมัลลิกา	ศรีเพ็ญ	กรรมการ
12. นางสาวธรรมา	จงประเสริฐพร	กรรมการและเลขานุการ
13. นางสาวธิภาภัทร	แอมเพชร	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
14. นางสาวเมตตา	กลีนมาลี	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะกรรมการเผยแพร่และจัดทำเอกสาร

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์	สถิรยากร	ประธานกรรมการ
2. อาจารย์ ดร.ธีรพงษ์	วิริยานนท์	กรรมการ
3. นายประจักษ์เวช	ศิวิ	กรรมการ
4. นายเขมวันต์	จันทร์ขันธ์	กรรมการ

5. นายวีระเชษฐ์	มะแซ	กรรมการ
6. นางสาวเบญจพร	ลออเงิน	กรรมการ
7. นางสาวบัวพรรณ	คำเฉลา	กรรมการ
8. นางเอื้องพร	อมรหิรัญ	กรรมการ
9. นางชญาณัฐ	หาญรินทร์	กรรมการ
10.นางอรอุษา	ข้าเกลี้ยง	กรรมการ
11.นางสุชีลา	กุศลจิตกรณ	กรรมการ
12.นางรัชฎาพร	เริงประเสริฐวิทย์	กรรมการ
13.นางกนกภัทร	คูพิพัฒน์ไพศาล	กรรมการ
14.นางปะนะรี	ปัญญาชีวิตา	กรรมการ
15.นางสาวสุชาสินี	การะเวกโสม	กรรมการ
16.นางจุฬารัตน์	นะคะรังสุ	กรรมการและเลขานุการ

คณะกรรมการพิจารณาบทความ

1. รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช	วุฒิพลกษ	ประธานกรรมการ
2. อาจารย์เพลินพิศ	ปานแก้ว	รองประธานกรรมการ
3. รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี	ศิริปรัชญานันท์	กรรมการ
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลศักดิ์	โกมัยากรณ	กรรมการ
5. อาจารย์ ดร.ปรัชญนันท์	นิลสุข	กรรมการ
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนต์พงษ์	วรรัตน์ปัญญา	กรรมการ
7. ร.ต.ต.หญิง ดร.นิตาพรรณ	สุริรัตน์น	กรรมการ
8. อาจารย์ ดร.พิเชษฐ์	ศรียรรยงค์	กรรมการ
9. อาจารย์ ดร.วัชรินทร์	โพธิ์เงิน	กรรมการ
10.อาจารย์สยาม	แกมขุนทด	กรรมการและเลขานุการ
11.นางสาวเบญจพร	ลออเงิน	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
12.นางสาวบัวพรรณ	คำเฉลา	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะกรรมการเลขานุการ

1. อาจารย์จรัส	ทรัพย์าคม	ประธานกรรมการ
2. นางวนิดา	บุญสนอง	กรรมการ
3. นางจริยา	โสมวงศ์	กรรมการ

4. นางสาวภา	วงศ์อนันท์	กรรมการ
5. นางพรทิพย์	พุ่มศิริ	กรรมการ
6. นายวิศณุ	ศรไชย	กรรมการ
7. นางชวนชม	สิปปันทา	กรรมการ
8. นางสาวสุภาพร	เซ่งไพเราะ	กรรมการ
9. นางสาวครุณี	ไชยรักษ์	กรรมการ
10. นางสาวมัลลิกา	ศรีเพ็ญ	กรรมการและเลขานุการ
11. นางจุฬารัตน์	นະกะรังสุ	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
12. นางสาวธิภาภัทร	แอบเพชร	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะกรรมการจัดแสดงผลงานและนิทรรศการ

1. คุณแสงชัย	โชติช่วงชัชวาล	ที่ปรึกษา
2. ดร.ประเสริฐ	ประวัติรุ่งเรือง	ที่ปรึกษา
3. นายวินัย	สารสุวรรณ	ประธานคณะกรรมการ
4. อาจารย์สุชาติ	โพธิ์ศรี	รองประธานกรรมการ
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย	สระบัว	รองประธานกรรมการ
6. รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล	เมธีกุล	รองประธานกรรมการ
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จัญญ	แสนราช	รองประธานกรรมการ
8. นายสุพจน์	จันทร์วิวัฒน์	กรรมการ
9. นายสุพจน์	วรรณโรจน์	กรรมการ
10. นายสุทธิ	หอเพชรรุ่งเรือง	กรรมการ
11. นายพรชัย	สุทธิรักษ์	กรรมการ
12. นายพิรวัช	ตรีอุดม	กรรมการ
13. นายอัศรพล	บุญก้อง	กรรมการ
14. นายขวัญชัย	ยานิล	กรรมการ
15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิทยา	ประยงค์พันธุ์	กรรมการ
16. นางสาวเมตตา	กลีนมาลี	กรรมการและเลขานุการ
17. นางสาวสุธาณี	การะเวกโสม	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะกรรมการฝ่ายต้อนรับ

1. นายจิรัส	ทรัพยากร	ประธานคณะกรรมการ
2. นางสาวมัลลิกา	ศรีเพ็ญ	เลขานุการคณะกรรมการ

คณะกรรมการฝ่ายลงทะเบียน

1. นางสาวดรณี	ไพรัช	ประธานคณะกรรมการ
2. นางสาวปรีชญา	กอบพิมาย	อนุกรรมการ
3. นางอรุษา	จำเกลี้ยง	อนุกรรมการ
4. นางสาวอมรรัตน์	บัวภา	อนุกรรมการ
5. นางกฤติญา	ศิริมัย	อนุกรรมการ
6. นางเอื้องพร	อมรหิรัญ	อนุกรรมการ
7. นางชญาณัฐ	หาญรินทร์	อนุกรรมการ
8. นางสุชีลา	กุศลจิตกรณ	อนุกรรมการ
9. นางสาวกรรณิกา	เมืองคัง	อนุกรรมการ
10.นางชวนชม	ลิบพันทา	เลขานุการคณะกรรมการ
11.นางสาวสุภาพร	เซ่งไพเราะ	ผู้ช่วยเลขานุการคณะกรรมการ

คณะกรรมการฝ่ายลงทะเบียนและต้อนรับแขกผู้มีเกียรติ

1. นางเสาวภา	วงศ์กนิษฐ์	ประธานคณะกรรมการ
2. นางสาวศิริรักษ์	เขมาภิรักษ์	อนุกรรมการ
3. นางสาวธิดาภัทร	แอบเพชร	เลขานุการคณะกรรมการ

คณะกรรมการฝ่ายอาหารและสถานที่

1. นางพรทิพย์	พุ่มศิริ	ประธานคณะกรรมการ
2. นายวิศณุ	ศรไชย	อนุกรรมการ
3. นายสมเกียรติ	สิงห์พุด	อนุกรรมการ
4. นายดนัย	พรมแดน	อนุกรรมการ
5. นายกรณ์	ผาสิน	อนุกรรมการ
6. นายศรัชัย	ผาสิน	อนุกรรมการ
7. นายหนูแดง	ยืนนาน	อนุกรรมการ
8. นายสมบูรณ์	เชื้อเพชร	อนุกรรมการ
9. นางพวงทอง	นิงสานนท์	อนุกรรมการ
10.นางชวนชม	ลิบพันทา	เลขานุการคณะกรรมการ

คณะกรรมการฝ่ายการเงินและบัญชี

1. นายจรัส	ทรัพย์าคม	ประธานคณะกรรมการ
2. นางสาวมัลลิกา	ศรีเพ็ญ	อนุกรรมการ
3. นางวนิดา	บุญสนอง	อนุกรรมการ
4. นางสาวขวัญใจ	ผุดผาด	อนุกรรมการ
5. นางสาววรทัย	ประจักษ์เพิ่มศักดิ์	เลขานุการคณะกรรมการ
6. นางสาวพิศ	เกษมราษฎร์	ผู้ช่วยเลขานุการคณะกรรมการ

คณะกรรมการฝ่ายประเมินผล

1. นางจุฬารัตน์	นະະรังสุ	ประธานคณะกรรมการ
2. นางสาวบัวพรรณ	คำเฉลา	อนุกรรมการ
3. นางสาวรัชพรรณ	กลิ่นเมธี	อนุกรรมการ
4. นางสาวกรรณิกา	เมืองด้วง	เลขานุการคณะกรรมการ

คณะกรรมการฝ่ายจัดหาวัสดุอุปกรณ์

1. นางจริยา	โสมวงศ์	ประธานคณะกรรมการ
2. นางสาวภา	วงศ์กนิษฐ์	อนุกรรมการ
3. นายไพฑูรย์	คงประชา	อนุกรรมการ
4. นางสาวสงศรี	อยู่เจริญ	เลขานุการคณะกรรมการ

คณะกรรมการฝ่ายจราจรและสถานที่ออก

1. อาจารย์วิวัฒน์	ทิพย์สุวรรณ	ประธานกรรมการ
2. อาจารย์ชัชชาติ	สีเทา	กรรมการ
3. นายเมธา	สุภาไชยกิจ	กรรมการ
4. นายสมเกียรติ	สิงห์พุด	กรรมการ
5. นายวิรัช	กำแพงทอง	กรรมการ
6. นายภานุพงศ์	เฟื่องเพียร	กรรมการ
7. นางสาวเมตตา	กลิ่นมาลี	กรรมการและเลขานุการ

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

1. รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช วุฒิพุกษ์	2. รองศาสตราจารย์ ดร.มนต์ชัย เทียนทอง
3. รองศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ เขียวศิริพัฒน์	4. รองศาสตราจารย์ ดร.พิสิฐ เมธาภัทร
5. รองศาสตราจารย์ ดร.สบสันต์ อุตกฤษฎ์	6. รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษมันต์ วัฒนามรงค์
7. รองศาสตราจารย์ ดร.กานดา พูลลาภทวี	8. รองศาสตราจารย์ ดร.สันชัย อินทพิชัย
9. รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ศิริปรัชญานันท์	10. รองศาสตราจารย์ ธานินทร์ ศิลป์จารุ
11. รองศาสตราจารย์ การุณ ใจปัญญา	12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรหมจันทร์
13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ นิตยสุวัฒน์	14. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนต์พงษ์ วรรัตน์ปัญญา
15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรัญ แสงราช	16. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ คล้ายแก้ว
17. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ สืบสำราญ	18. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์
19. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพรรณ ธงชัย	20. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลศักดิ์ โกษียาภรณ์
21. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ อรรคทิมากุล	22. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฏิพัทธ์ ทวนทอง
23. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พยุ่ง มีสัจ	24. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุวรรณ
25. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงรัตน์ ศรีวงษ์กุล	26. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ สติรียากร
27. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จจร อินวัญ	28. ดร.วัชรินทร์ โพธิ์เงิน
29. ดร.ปิยะ กรกขจิตนาการ	30. ดร.ชัยยศ พิทักษ์
31. ดร.พิเชษฐ์ ศรีบรรยงค์	32. ดร.จิตติพงษ์ เลิศวิริยะประภา
33. ดร.สุชัยญา โปษะนันท์	34. ดร.ศิริศักดิ์ คงสมศักดิ์สกุล
35. ร.ต.ต.หญิง ดร.นิดาพรรณ สุริรัตน์	36. ดร.สรเดช ครูฑาจอ
37. ดร.นพพร วิสิฐพงษ์พันธ์	38. ดร.สมคิด แซ่หลี่
39. ดร.จิรพันธ์ ศรีสมพันธุ์	40. ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข
41. ดร.ธีรพงษ์ วิริยานนท์	42. ดร.ปณิดา วรรณพิรุณ
43. เรือโท ดร.ทวีศักดิ์ รูปสิงห์	44. อ.สยาม แกมขุนทด

ดัชนีผู้เขียนบทความ

กิตติ จันทรา.....	249	ชำนาญ ดวงจรัส.....	671
กิตติศักดิ์ ศรีสม.....	574	จิรพงษ์ ญาณุชิต.....	812
กิตติศักดิ์ แพบัว.....	632	ชุติมา วัฒนสุทธิ.....	837
กึ่งกาญจน์ ปวนสุรินทร์.....	453	ชากร ชลัมพูกันต์.....	852
กฤษฎา สิ้นชนะกุล.....	409	จิรนนท์ มณีรัตน์.....	342
กฤษณะ สีพนมวัน.....	697	จิตรีรัตน์ สุวรรณปราโมทย์.....	478
กัณตถน มหาหมีด.....	211	จิตติพงษ์ เลิศวิริยะประภา.....	632
กัณฑ์พงศ์ วรรัตน์ปัญญา.....	429,764, 774	ทิมมพร มากคล้าย.....	409
กำธร เลยหยุด.....	567	ทิมายุ ดิษสุธรรม.....	611
ไข่มุก สรรพพร.....	791	ณรงค์ ศิริตระกูล.....	59
จริยา เอียบสกุล.....	37	ณรงค์ศักดิ์ นิธิประทีป.....	551
จรัญ คนแรง.....	143	ณรงค์เดช หัตถทอง.....	757
จรัญ แสนราช.....	445,764,781	ณัฐวุฒิ สนิทกลาง.....	527
จิระศักดิ์ วิตตะ.....	100	ณัฐพล จะสูงเนิน.....	604
จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์.....	317, 325,332,429,749,774	ณัฐพล ฮวดสุนทร.....	781
จันทนา ผ่องเพ็ญศรี (จันทราพรชัย).....	697	ณัฐพล จิตธีธรรม.....	797
เฉลิมชาติ มานพ.....	611	ณิชนน พูนน้อย.....	626,639
เชาวลิต ถาวรสิน.....	1	คุณฤณี แจ่มจำรัส.....	15
เชาวฤทธิ์ พลวัฒน์.....	113	คุณิต อุทิศสุนทร.....	567
ชัชวาลย์ ปานบุญ.....	263	ดอนสัน ปงผาบ.....	582
ชานนท์ จันทร์ขาว.....	589	ถนอม ช่างทองคำ.....	107
ชาญชัย กุศลจิตกรณ.....	611	ทวีเดช ศิริธนาพิพัฒน์.....	107,113
ชาญวิทย์ ตั้งสิริวรกุล.....	611	เทวา คำปาเชื้อ.....	362,409
ชูวงศ์ พงศ์เจริญพาณิชย์.....	632	ทวีวัฒน์ รื่นรวย.....	556
ชัยณรงค์ เย็นศิริ.....	812	ทรงกรด เกษกาญจนานุช.....	749
ชัยรัตน์ ธีระวัฒนสุข.....	647,677,684	ธนศ รัตนชัยพันธ์.....	121
เชิดชนินทร์ หมดมลทิน.....	647	ธนาธร จานโอ.....	257

ชนกฤษณ์ ทิพย์มนตรี	677	ไพฑูรย์ หะแว.....	229
ธวัชชัย สิมมา.....	567	พิเชษฐ์ ศรีयरรงค์.....	257, 263
ธัญญรัตน์ น้อมพลกรัง	342, 362	พัฒพงษ์ อมรวงศ์.....	281
ธีรกรณ์ พรเสนา.....	567	พินันทา ฉัตรวัฒนา.....	362
นพพร เปรมใจ	26	พลลภ พิริยะสุรวงศ์.....	400, 422
นฤเบศร์ หนูไสเพ็ชร.....	51	พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล.....	619, 626, 639
นริศร แสงคะนอง	72, 713	พานิช วุฒิพุกย์.....	647, 677, 684
เนติชัย จินสกุล.....	309	ไพฑูรย์ยศกาศ.....	742
นพพร ชื่นพันธ์	352	พยุ่ง มีสัจ	797
นิกร ขวัญเมือง.....	445	พัชรวิมล สุรีย์เคโซชัย.....	829
นิตาพรรณ สุริรัตน์.....	375	มารุต รุ่งเรือง.....	128
นิรันดร์กุล พันธุ์เขียน	797	มงคล หวังสถิตย์วงษ์.....	188, 317, 325
นรัชย์ บรรจงศิริ.....	819	มานิตย์ สิทธิชัย.....	195
นันทพร สุขกระจ่าง.....	844	มีชัย โลหะการ.....	281, 296
บรรจบ อรชร.....	15, 527, 537	มนต์ชัย เทียนทอง	375
เบญญาภา ศรีเรืองพันธ์.....	429	มนตรี เข็มราช	611
บวรศักดิ์ ศรีสังสิทธิสันติภพ.....	757	มณฑิตา พุดสงคราม.....	391
ปิยะ กรกขจินตนาการ	37	โมนัย ไกรฤกษ์.....	632
ปิยพล กิตติโรจน์โยธิน	647	เยาวลักษณ์ พรหมศรี	325
ปัญญา บุญญาภินันท์	136	รัฐพล จินะวงศ์.....	172
ปัทมากร เนตยวิจิตร.....	691	ระวีพรรณ จิตต์มนัส.....	471
ประเสริฐ กมลพตระกุล.....	218	ระวีวรรณ เขียวมีส่วน.....	527
ประเสริฐ ศรีบุญจันทร์.....	819	ลัดดา เขียมจิตต์ตรง.....	400
ปรัชญนันท์ นิลสุข.....	400, 422	ลักขณา ถึงคำญ.....	462
ประกาศิต ต้นตอกลงการ.....	574	วรพจน์ ตรีรัตน์ฤดี.....	1
ปฏิพัทธ์ ทวนทอง.....	619, 626, 639	วิชาญ เพ็ชรทอง.....	235
ประณต บุญไชยอภิสิทธิ์.....	735	วิชาญ รุ่งสุวรรณ.....	409
ปรัชญ์ สุขทวี.....	742, 757	วิภาสทิธี หิรัญรัตน์.....	332
พันคำ ศรีอุทัย.....	80, 87, 93	วิบูลย์ สารสุวรรณ.....	436
ไพฑูรย์ สุวรรณโณ.....	203	วิลาวัลย์ สุริยะฉาย.....	512
พุลศักดิ์ โกมัยาภรณ์.....	223, 242	วิสูตร พรหมศรี.....	819

วิเชียร สิงห์ใหม่.....	852	สุชาติ โพธิ์ศรี.....	288
วิวัฒน์ คล้ายนิล.....	797	สุภัทร แจ้งฉาย.....	684
วีรชัย มัญญารักษ์.....	497	สุหทัย ไชยรัมย์.....	774
วีรพันธุ์ ศิริฤทธิ์.....	742,757	สุรพันธ์ อิ่มมั่น.....	797
วัชร ปิ่นทอง.....	288	สิริพร อังโสภา.....	44
วันชัย ตาลานนท์.....	604	สิทธิชัย วงศ์หน่อ.....	51
ววรรณดี สิ้นสันติเทศ.....	384	สมศักดิ์ อรรถทิมากุล.....	150,157,165,172,180,188, 195,203
วรรณษา เปาอินทร์.....	735	สมศักดิ์ ธนพุทธิวิโรจน์.....	157
แววดา เตชาทวิวรรณ.....	764	สมศักดิ์ แก้วพลอย.....	505
ศุภโชค แก้วบัวดี.....	172	สมศักดิ์ อินทะไชย.....	521
ศิวดล นวลนกดล.....	195	สมมาตร จำเกลี้ยง.....	188, 203
ศิริพรรณ ธงชัย.....	249	สมภพ ตลับแก้ว.....	563
ศิริชัย นามบุรี.....	375	สมคิด แซ่หลี่.....	749
ศิริวรรณ ชาญศิริวัฒน์.....	705	สยาม นิพพิทานิตย์.....	165
ศิริศักดิ์ คงสมศักดิ์สกุล.....	655	สยาม แกมขุนทด.....	663
ศรัณย์ ชูคดี.....	180	สรเดช ครุฑจ้อน.....	309,332,391,436
ศันสนีย์ สุภศิริ.....	409	สลักจิตร์ นิลบวร.....	229
ศรีเพ็ญ เศรษฐเสถียร.....	478	โสภณพันธ์ สะอาด.....	422
ศราวุธ ดีล้วน.....	537	เสกสรร สุธรรมานนท์.....	497
สุกฤษฎ์ ศิริเวทิน.....	551	สักรินทร์ อยู่ผ่อง.....	487
ศักดิ์ดา กตเวทวารักษ์.....	671	สุนทร โกรธกล้า.....	574
สุทธิพันธ์ ขุนอินทร์.....	1	สืบศักดิ์ พันธุ์ไพโรจน์.....	589,597
สุราษฎร์ พรหมจันทร์.....	37, 44	สืบพงษ์ ไพศาลวัฒน์.....	655
สุมิตร คงโสธานนท์.....	136	สันชัย อินทพิชัย.....	655
สุรัชย์ สุขสกุลชัย.....	218	หริพล ธรรมนารักษ์.....	453
สุรเมย์ รังสีธรรม.....	317	หนึ่งฤทัย โสภา.....	819
สุมาลี อารณพินิจเลิศ.....	471	อนุศิษฐ์ อันมานะตระกูล.....	15
สุวิมล ณะผลเลิศ.....	478	อัครรัตน์ พูลกระจำง.....	26
สุรวุฒิ ยะนิล.....	545	อรอนงค์ วิริยานุรักษ์นคร.....	66
สุวัจน์ ลิกบุตร.....	619	อัญชลี เรืองรัตน์.....	72
สุนันท์ สองจันทร์.....	619		

อัยฎาฐ ปิยะนันท์	100
อุคม บุญเฮ้า	121
อลงกรณ์ พรหมที.....	150
อริวัฒน์ ประมวลสุข.....	157
อาร์มภ์ กิตติพงษ์วัฒนา.....	223
อาคม ลักษณะสกุล.....	242
อำพร วิริยโกศล.....	497
อภิเดช โคตรมิตร.....	597
อจิรัชญ์ สอนเนียม.....	713
เอกพงษ์ เชื้อสุวรรณ.....	742

Amporn Tansaku	805
Alisa Surapasethta	805
Anirach Mingkhwan	720
Christophe LARIVIERE-GILLET.....	303
Kittima Mekhabunchaki	805
Montree Siripruchyanun.....	271
Montree Siripruchyanun.....	276
Opaseuth Siharath.....	720
Pornjit Pratumsuwan	7
Phamorn Silapan.....	276
Phatiphat THOUNTHONG.....	303
Siripun Thongchai.....	7
Surapun Tonsriwong.....	7
Somchai Srisakultiew	271
Tharis Thimthong.....	727
Winai Jaikla.....	271
Worapon Manosroi.....	276