

การพัฒนาชุดการสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาโดยใช้โครงงานเป็น  
พื้นฐาน เรื่อง การบูรณาการการควบคุมการเคลื่อนที่หุ่นยนต์เดลต้าผ่านระบบฟیلด์บัส  
**Development of An Instructional Package Based on Construction in Control of  
Delta Robot with Fieldbus Communications**

อภิบาล ไชยทิพย์

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล แขนงวิชา วิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์  
คณะครูศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
apc@kmutnb.ac.th

**บทคัดย่อ**

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา 2) เพื่อหาประสิทธิภาพรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา และ 3) เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาโดยใช้โครงงานเป็นพื้นฐาน เรื่องการบูรณาการการควบคุมการเคลื่อนที่หุ่นยนต์เดลต้าผ่านระบบฟیلด์บัส ขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย 1) การออกแบบรูปแบบการเรียนการสอน 2) การออกแบบเนื้อหาแบบบูรณาการ 3) การออกแบบสื่อการเรียนการสอน 4) การประเมินเครื่องมือสำหรับการวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านการศึกษาและวิศวกรรม จำนวน 5 คน ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอน *ICAE – Model* มีความเหมาะสมระดับมาก ( ค่าเฉลี่ย = 4.0 ,  $SD = 0.69$  ) นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 3 คณะครูศาสตร์อุตสาหกรรม (ค.อ.บ.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่เรียนวิชาหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ( *Industrial Robotics* ) จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการเรียนการสอน *ICAE – Model* ที่พัฒนาขึ้นมาตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาประกอบด้วย ขั้นตอนนำข้อมูล ( *Information* ) ขั้นสร้างความรู้ ( *Construction Knowledge* ) ขั้นประยุกต์ใช้งาน ( *Application* ) และ ขั้นวัดผล ( *Evaluation* ) 2) รูปแบบการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์  $E1/E2$  ที่  $70.14/70.07$  เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดที่  $E1/E2$  เท่ากับ  $70/70$  3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิเคราะห์พัฒนาการกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้แบบประเมินกระบวนการทำงาน จากการเรียนการสอน 4 สัปดาห์พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการกระบวนการเรียนรู้เพิ่มขึ้นอยู่ในระดับดี และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนอยู่ในระดับดี

**คำสำคัญ:** การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน การออกแบบเนื้อหาแบบบูรณาการ ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา

## Abstract

*This research aims to 1) to develop a model of teaching based on learning theories to create, with wit 2) to find effective ways of teaching based on learning theories to create, with wit and third. ) to study the effects of learning styles. Along with cognitive learning theory to creative use by project basis. The integrated delta robot motion control via field bus. The research consisted of 1) the design style of teaching 2) design content Brooke integration 3) Media Design Teaching 4) assessment tool for research by experts in education and engineering. number 5, which assessed the suitability of the model for teaching ICAE - model is the contractor level (mean = 4.0, SD = 0.69) to try to sample as is. Undergraduate engineering McCarthy electronic 3rd year of Industrial Education University of Technology. The study of industrial robots (Industrial Robotics) 30 results showed that the pattern of teaching ICAE - Model developed along with cognitive learning theory to create a base. Introduction to Information (Information) Constructing knowledge (Construction Knowledge) the application (Application) and The measure (Evaluation) 2) forms of teaching efficiency criteria E1 / E2 at 70.14 / 70.07, according to the goals set at E1 / E2 is 70/70 3) achievement after learning higher than before. the statistically significant at the .05 level. the results improve the learning process of the students using the evaluation process. From teaching four weeks, the students developed the organization's learning is increased to a great extent. And student satisfaction Sum form of teaching was good.*

**Keywords:** development of teaching, design of integrated content, theoretical learning with creative intelligence

### 1. บทนำ

เทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลทางด้านอุตสาหกรรม (Industrial communication) มีความสำคัญมากขึ้น [3] โดยจุดประสงค์เพื่อจัดการการสื่อสารข้อมูลที่มากและซับซ้อนของแต่ละลำดับชั้น ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งจากแนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น คือ ได้มีการนำเทคโนโลยีระบบบัส (Bus system) มาใช้เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ที่ต้องการ

[5]โดยทั่วไประบบบัสสำหรับงานอุตสาหกรรม (Industrial bus system) มีมากมายหลายชนิด ซึ่งในที่นี้จะขอจำแนกตามลำดับชั้นการติดต่อสื่อสารข้อมูลเป็น 3 ระดับ 1. ระดับ factory level ซึ่งจะครอบคลุมระดับออโตเมชันระดับ Factorymanage และ Coordinating 2. ระดับ Cell level ซึ่งจะครอบคลุมระดับออโตเมชันระดับ System และ Control 3. ระดับ Field level ซึ่งจะครอบคลุมระดับออโตเมชันระดับ Sensor actuator ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้มักพบอยู่ในเครื่องจักรที่ใช้ในอุตสาหกรรมในปัจจุบัน ซึ่งเครื่องจักรที่ใช้ในอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภท ส่วนใหญ่มักใช้เป็นระบบอัตโนมัติในการผลิต เช่น อุตสาหกรรมรถยนต์ มีการนำเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต การประกอบชิ้นส่วนเป็นต้น มีการนำเอาพีแอลซี เซอร์โวมาใช้ในการสร้างเครื่องจักรกลอัตโนมัติเพื่อให้สามารถผลิตชิ้นส่วนที่มีความแม่นยำ รวดเร็ว ตลอดจนงานที่แรงงานคนไม่สามารถทำงานได้ หุ่นยนต์ก็เป็นเครื่องจักรกลที่มีบทบาทในการผลิตหรือประกอบชิ้นส่วนใน

อุตสาหกรรมเช่นเดียวกัน [4]ซึ่งแนวโน้มของเทคโนโลยีเหล่านี้จะถูกนำมาใช้แทนแรงงานคนมากขึ้นเรื่อยๆ ขณะเดียวกันอุปกรณ์เหล่านี้ก็ถูกพัฒนาให้สามารถใช้งานได้ง่าย ผู้ผลิตสร้างเครื่องมือช่วยให้เฉพาะงานให้สามารถเรียกใช้งานได้ง่าย สะดวก ราคาถูก และถูกออกแบบมาเพื่อลดต้นทุนลดความซับซ้อนในการติดตั้งอุปกรณ์ในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้งานร่วมกัน จำนวนสายไฟที่ใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งทำให้มีการพัฒนาฟิลด์บัส ซึ่งมีชื่อเรียกต่างกัน แตกต่างกันไปตามยี่ห้อ ซึ่งแต่ละยี่ห้อมีการออกแบบรูปแบบการสื่อสารให้มีความโดดเด่นเพื่อให้สามารถสื่อสารได้รวดเร็ว

ปัจจุบันโลกยุคโลกาภิวัตน์กำลังเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว รุนแรง และกว้างขวาง องค์กรที่จะสามารถเจริญก้าวหน้าอย่างมั่นคงและยั่งยืนเป็นระยะยาวได้นั้น จะต้องเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization) กล่าวคือ องค์กรจะต้องมีความสามารถในการเรียนรู้ได้เร็วกว่า และเก่งกว่าคู่แข่งนั้น นั่นคือจะต้องมีการพัฒนานักศึกษาทั่วทั้งองค์กร และจัดการให้นักศึกษาพัฒนาตนเองอยู่ตลอดเวลา ทำให้มีความคล่องตัวในการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงและพัฒนาองค์กร ให้เจริญก้าวหน้าได้ต่อไปอย่างรวดเร็วตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้มีความสามารถในการแข่งขัน (Competitive Advantage) สูง

กระบวนการจัดการเรียนการสอนเน้นให้นักศึกษาเรียนรู้ปฏิบัติจริงจากการทำ โครงการ (Project Based Learning) โดยที่

นักศึกษามีทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ สามารถสร้างความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองรู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น เกิดการยอมรับและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีทักษะกระบวนการคิดและมีความสามารถทั้งด้านวิชาการและด้านช่างคุณสมบัตินตรงตามความต้องการของสถานประกอบการ นอกจากนี้ นักเรียนสามารถนำความรู้ทักษะไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ครูมีความมุ่งมั่นในหน้าที่เปลี่ยนแปลงบทบาทจากผู้ให้ความรู้เป็นผู้คอยกระตุ้น ส่งเสริมสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดโดยใช้วิธีการที่หลากหลายเรียนรู้ผ่านการจัดกิจกรรมผ่านสื่อธรรมชาติสื่อใกล้ตัว การตั้งคำถาม การนำเสนอ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ซึ่งจะเป็นเครื่องมือช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้และนำไปสู่พัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา

2.3 เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา โดยใช้โครงการเป็นพื้นฐาน เรื่องการบูรณาการการควบคุมการเคลื่อนที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ผ่านระบบฟลัดบัส

## 3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 รูปแบบการเรียนการสอนสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาที่สร้างขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าการทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.2 ประสิทธิภาพรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1/E2 โดยตั้งเป้าหมาย E1/E2 เท่ากับ 70/70

## 4. ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยีระบบสมองกลฝังตัวมาประยุกต์ใช้เป็นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถ สร้างความรู้ด้วยตนเอง และการพัฒนาเนื้อหาแบบบูรณาการเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาที่สัมพันธ์กันระหว่างโดยใช้โครงการเป็นพื้นฐานเรื่อง

การบูรณาการการควบคุมการเคลื่อนที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ผ่านระบบฟลัดบัส

3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ที่มีรายวิชาเรียนเกี่ยวข้องกับรายวิชาระบบควบคุม

3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย โดยการเลือกแบบเจาะจงคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม (ค.อ.บ.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่เรียนวิชาหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ( Industrial Robotics ) จำนวน 30 คน

3.3 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ กล่าวคือ

### ข้อมูลในเชิงคุณภาพ

1) ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรม การจัดการเรียนการสอนตามตัวบ่งชี้ลักษณะเฉพาะที่สังเคราะห์จากทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาโดยผู้ร่วมสังเกตการเรียนการสอนจำนวน 4 คน

2) การเขียนรายงานการทำการกิจกรรมในแต่ละขั้นการจัดการเรียนการสอนของการใช้รูปแบบ

### ข้อมูลในเชิงปริมาณ

1) ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียนและหลังการเรียน

2) วิเคราะห์พัฒนาการกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน จากจากแบบประเมินตามสภาพจริงโดยประเมินกระบวนการปฏิบัติงานจากการจัดการเรียนการสอนจำนวน 4 สัปดาห์

3) วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนจากแบบประเมินความพึงพอใจ

3.4 ผู้เชี่ยวชาญที่ใช้สำหรับการประเมินเครื่องมือการวิจัย 2 กลุ่มคือผู้มีประสบการณ์สอนวิชาที่เกี่ยวข้องไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวนไม่น้อยกว่า 2 คน และผู้มีประสบการณ์ด้านการศึกษาไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวนไม่น้อยกว่า 2 คน

## 4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยและพัฒนาใช้แผนการทดลอง[1] การสร้างรูปแบบการเรียนการสอน IC AE- Model ผู้วิจัยใช้รูปแบบการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอน ADDIE- Model เป็นกระบวนการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่นำออกแบบการเรียนการสอนและนักพัฒนาการฝึกอบรมนิยมใช้กัน ซึ่ง ADDIE Model มีลำดับการพัฒนาเป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย

การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) การพัฒนา (Development) การนำไปใช้ (Implementation) และการประเมินผล (Evaluation) ซึ่งแต่ละขั้นตอนเป็นแนวทางที่มีลักษณะที่ชัดเจนเพื่อให้สามารถนำไปสร้างเป็นเครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ [ 1 ] เป็นพื้นฐานในการสร้างรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ขั้นตอนการพัฒนาารูปแบบแสดงดังภาพ

A	Analysis	หลักสูตร, เนื้อหา, การจัดการเรียนการสอน
D	Design	วิเคราะห์ทฤษฎีการเรียนรู้, สังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอน
D	Develop	บูรณาการเนื้อหา, สื่อการเรียนการสอน, การวัดผลการเรียนรู้
I	Implement	ผู้เชี่ยวชาญประเมิน, ทดลองใช้, ปรับปรุง, ใช้สอนจริง
E	Evaluate	วัดผลการเรียน, วัดผลกระบวนการสอน ( Process )

ภาพที่ 1 แสดงรูปแบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE

#### 4.1 ขั้นการวิเคราะห์ ( Analysis )

ขั้นการวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ลักษณะวิชา หลักสูตร การจัดการเรียนการสอนระบบควบคุมอัตโนมัติและการออกแบบการควบคุมหุ่นยนต์จากคำอธิบายรายวิชาและจากแบบสอบถามผู้เรียนจำนวนและแบบสอบถามผู้สอนแสดงข้อมูลวิเคราะห์ ดังภาพที่ 2

ลักษณะรายวิชา - สาขาวิชา - ความรู้ทักษะ	หลักสูตร -หลักสูตรอบรม -หลักสูตรวิศวกรรม	การจัดการเรียนการสอน -เน้นถ่ายทอดเนื้อหา -ข้อจำกัดของ
แบบสอบถามผู้เรียน -ไม่สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ -ประสบการณ์เขียนโปรแกรม -ไม่สามารถประยุกต์ใช้งานได้	แบบสอบถามผู้สอน -ควรบูรณาการเนื้อหา -พัฒนากระบวนการคิด	

ภาพที่ 2 แสดงข้อมูลขั้นการวิเคราะห์

#### 4.2 ขั้นการออกแบบ ( Design )

ขั้นการออกแบบ [2] รูปแบบการเรียนการสอนจากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับรูปแบบการสอนและพัฒนาารูปแบบการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ( Child Center ) ซึ่ง

พบว่า ขั้นการสอนของรูปแบบการสอนต่างๆ มีองค์ประกอบคล้ายกันผู้วิจัยจึงได้มีการวิเคราะห์ทฤษฎีการเรียนรู้ ทั้งกลุ่มพฤติกรรมนิยม ( Behaviorism theory ) และกลุ่มพุทธินิยม ( Cognitivist ) เพื่อหาประเด็นสำคัญของแต่ละทฤษฎีการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้สู่การเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังตารางที่ 1 และการสังเคราะห์รูปแบบการสอนจากรูปแบบการเรียนการสอนที่เป็นสากลและรูปแบบการเรียนการสอนของไทยจำนวน 7 รูปแบบเพื่อหาองค์ประกอบร่วมของขั้นการสอนดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ทฤษฎีการเรียนรู้

ทฤษฎีการเรียนรู้	ประเด็นสำคัญการเรียนรู้	การประยุกต์สู่การเรียนการสอนโดยผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง
ทฤษฎีตามแนวพฤติกรรมนิยม ( Behaviorism theory ) ทฤษฎีการเชื่อมโยงของเธอร์น ไคค์ (Thomdike's Connectionism Theory)	การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงสิ่งเร้ากับการตอบสนองที่เหมาะสม	การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนลองคิดลองถูกเพื่อค้นพบวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการอยากรู้ การฝึกฝนและการได้รับผลที่พึงพอใจจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้
ทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบอิตโนมิตี (Classical Conditioning)	การเรียนรู้เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่วางเงื่อนไข	การจัดกิจกรรมให้ตรงกับความต้องการทางธรรมชาติของผู้เรียนรู้มาเป็นแรงกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้
ทฤษฎีการวางเงื่อนไขของวัตสัน ( Watson )	การเรียนรู้จะคงทนถาวรหากมีการให้สิ่งเร้าที่สัมพันธ์กันนั้นควบคู่กันไปอย่างสม่ำเสมอ	การจัดกิจกรรมการสร้างสิ่งจูงใจที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน
ทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบต่อเนื่อง (Contiguous Conditioning)	การเรียนรู้เกิดจากการแสดงพฤติกรรมที่ได้รับตอบสนองได้สำเร็จ	การแยกกิจกรรมย่อยๆ เป็นลำดับในการเรียนรู้ควบคู่ไปกับสิ่งเร้าที่เป็นลำดับในการวางเงื่อนไข
ทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบโอเปอเรนต์ (Skinner's Operant Conditioning)	การเรียนรู้เกิดจากการได้รับการเสริมแรงอย่างต่อเนื่องทั้งการเสริมแรงด้วยรางวัลและคำชม	การจัดกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนค้นพบวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายพร้อมกับการเสริมแรงที่หลากหลาย
ทฤษฎีการเรียนรู้ของฮัลล์ (Hull's Systematic Behavior Theory)	การเสริมแรงในเวลาใกล้เคียงกันจะช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด	การจัดกิจกรรมที่สามารถแยกกลุ่มผู้เรียนที่แสดงออกในทางเดียวกันช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาและหาคำตอบในทิศทางเดียวกันหรือรวมกลุ่มผู้เรียนที่แสดงออกต่างกันเพื่อหาคำตอบที่หลากหลาย

ตารางที่ 1 (ต่อ)		
ทฤษฎีการเรียนรู้	ประเด็นสำคัญการเรียนรู้	การประยุกต์สู่การเรียนการสอนโดยผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง
ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยม(Cognitivism) ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มเกสตัลท์ (Gestalt's Theory)	การเรียนรู้เกิดจากการรับรู้ (Perception)และการเห็น (Insight Learning) ซึ่งเป็นกระบวนการถ่ายโอนของมนุษย์	การจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีประสบการณ์เกิดกระบวนการคิด
ทฤษฎีสถาน ทฤษฎีสถานของเลวิน (Lewin's Field Theory)	การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อบุคคลมีแรงจูงใจหรือแรงขับที่กระทำไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการ	การวิเคราะห์ความต้องการของผู้เรียนมาสร้างสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมให้ตรงกับความต้องการ
ทฤษฎีเครื่องหมาย (Sign theory)	การเรียนรู้เกิดขึ้นระหว่างการแสดงพฤติกรรมไปสู่จุดมุ่งหมายโดยสัญลักษณ์สถานที่หรืออื่นๆเป็นเครื่องหมายในการเรียนรู้	การปรับเปลี่ยนสถานการณ์การเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนพฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียน
ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)	การเรียนรู้เกิดขึ้นจากกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญาพัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญานี้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	การสร้างสถานการณ์เสมือนจริงหรือสถานการณ์จริงให้ผู้เรียนสำรวจวิเคราะห์ ทดลองลงมือคิดลองดูกับสิ่งนั้นๆจนเกิดความเข้าใจซึ่งผู้เรียนได้รับประสบการณ์จริง
ทฤษฎีการพัฒนาการทางสติปัญญา (Piaget)	การเรียนรู้เกิดจากการจัดประสบการณ์และจัดสภาพแวดล้อมเพื่อกระตุ้นให้เกิด	การจัดสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเกิดการเรียนรู้ซึ่งสื่อที่ให้เห็นเป็นรูปธรรมเนื่องจากผู้เรียนมีวิธีการสร้างภาพในใจไม่เหมือนกัน
ทฤษฎีการพัฒนาการทางสติปัญญา	การเรียนรู้เกิดจากการค้นพบด้วยตนเองในสิ่งที่ตนเองสนใจ	สร้างสถานการณ์เป็นกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนค้นพบวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง
ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเชล (A Theory of Meaningful Verbal Learning)	การเรียนรู้จะมีความหมายต่อผู้เรียนหากการเรียนรู้มีสาระมาเชื่อมโยงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่มีมาก่อน	การนำเสนอผ่านการคิดรวบยอดหรือก่อนมโนทัศน์หรือกรอบความคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งก่อนการสอนเนื้อหาสาระนั้นๆจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาสาระนั้นอย่างมีความหมาย

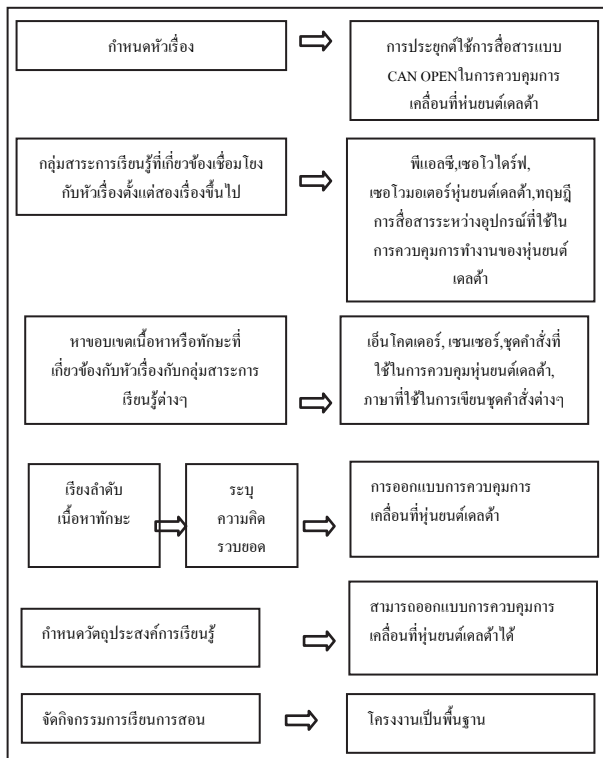
ตารางที่ 1 (ต่อ)		
ทฤษฎีการเรียนรู้	ประเด็นสำคัญการเรียนรู้	การประยุกต์สู่การเรียนการสอนโดยผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง
ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism)	การเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนหากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะทำให้ความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน ความรู้เกิดจากการสร้างชิ้นงานได้สำเร็จซึ่งจะมีความหมายต่อผู้เรียนมีความคงทนและเป็นฐานในการเรียนรู้อย่าง	การสร้างสถานการณ์เสมือนจริงหรือสถานการณ์จริงที่สามารถทบทวนให้ผู้เรียนสำรวจวิเคราะห์ทดลองลงมือคิดลองดูกับสิ่งนั้นๆจนเกิดความเข้าใจซึ่งผู้เรียนได้นำความรู้ความเข้าใจไปสร้างชิ้นงานจริงการสร้างชิ้นงานจริงชิ้นแรกเป็นฐานในการพัฒนาชิ้นงานนั้นต่อไปซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จริง

ตารางที่ 2 การสังเคราะห์รูปแบบการสอน

รูปแบบการเรียนการสอน	องค์ประกอบร่วมของการเรียนการสอน			
	ขั้นแนะนำข้อมูล	ขั้นสร้างความรู้	ขั้นประยุกต์ใช้งาน	ขั้นวัดผล
รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ (Concept Attainment Model)	/	/	/	/
รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของกานเย (Gagne's Instruction Model)	/	/	/	/
รูปแบบการเรียนการสอน CIPPA Model)	/	/	/	/
รูปแบบการเรียนโดยใช้แผนผังทางปัญญาเพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์	/	/	/	/
รูปแบบการสอนแบบ MIAP	/	/	/	/
รูปแบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม	/	/	/	/

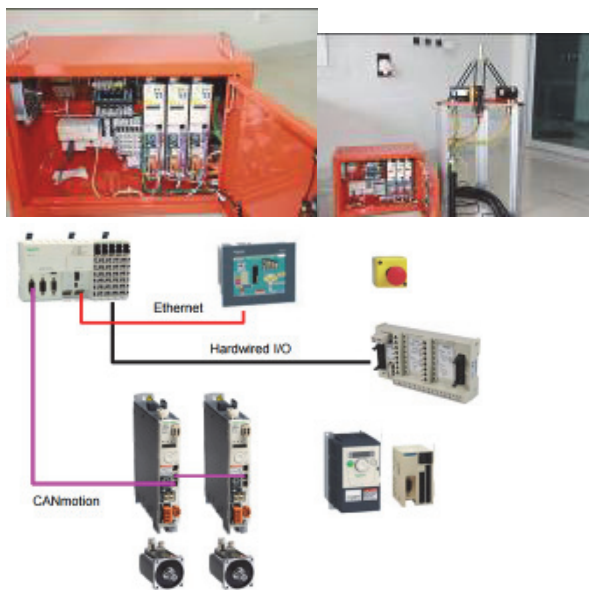
### 4.3 ขั้นการพัฒนา (Develop)

ขั้นการพัฒนา ผู้วิจัยได้ออกแบบเนื้อหาแบบบูรณาการพัฒนาสื่อการสอน และการวัดการเรียนรู้ โดยพัฒนาขึ้นเป็นชุดการสอน มีขั้นตอนการออกแบบเนื้อหาดังภาพที่ 3 [ 4 ]

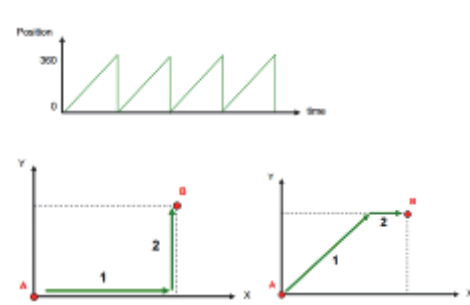
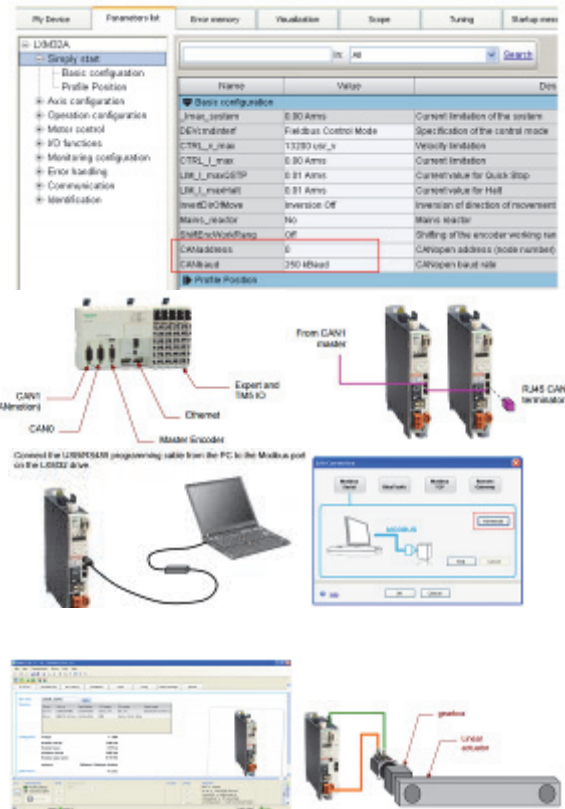


ภาพที่ 3 ขั้นตอนการออกแบบและตัวอย่างเนื้อหาแบบบูรณาการ

การพัฒนาสื่อการสอน [6] ผู้วิจัยเลือกใช้ LMC058 Controller เป็นชุดควบคุมในการเขียนโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ โดยใช้ SOMACHINE SOFTWARE ใช้ LX32ASERVO AXES เป็นชุดขับเคลื่อนหุ่นยนต์เคลื่อนที่ ร่วมใช้ SOMOVE LITESOFTWARE ในการตั้งค่าพารามิเตอร์ของเซอร์โวซึ่งช่วยในการลดเวลาการเขียนโปรแกรมของผู้เรียน



ภาพที่ 4 สื่อการเรียนการสอน



ภาพที่ 4 (ต่อ)

ส่วนเครื่องมือวัดและประเมินผลการวิจัย ผู้วิจัยได้ออกแบบแบบวัดผลความก้าวหน้าทางการเรียนคือแบบวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียน แบบประเมินการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาประเมินโดยผู้เรียนและผู้สังเกตการสอนแบบประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริงในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นการสอนประเมินโดยครูผู้สอนแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนและแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ

#### 4.4. ขั้นการนำไปใช้ ( Implement )

รูปแบบการเรียนการสอนและชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น เมื่อผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขแล้ว ผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักศึกษาระดับ นักศึกษาระดับ

ปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 4 สาขาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และใช้สอนจริงกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม (ค.อ.บ.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยแบ่งเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง

#### 4.5 ขั้นตอนการประเมินผล ( Evaluation )

การประเมินความรู้จากแบบสอบถามความแตกต่างระหว่างก่อนการเรียนและหลังการเรียน และเปรียบเทียบผลการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองวิเคราะห์หาค่าสถิติ ( T - test ) ประเมินการสอนจากแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน แบบประเมินการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา แบบประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ

โดยการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (  $\bar{X}$  ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( SD )

### 5. ผลการดำเนินการวิจัย

#### 5.1 ผลการพัฒนารูปแบบการสอน ICAE-Model

จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอน ICAE - Model ที่พัฒนาขึ้นมาตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาประกอบด้วย 4 ขั้นตอน แต่ละขั้นการเรียนการสอนประกอบด้วย กิจกรรมผู้เรียน กิจกรรมผู้สอน สื่อ ตัวบ่งชี้การเรียนรู้ตามแนวทางทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา โดยการประเมินผลตามสภาพจริงดังตารางต่อไปนี้

##### ขั้นที่ 1 ขั้นแนะนำข้อมูล ( Information )

ตารางที่: 3 ขั้นแนะนำข้อมูล

Model Instruction	Information	Constructing knowledge	Application	Evaluating
กิจกรรมการเรียนการสอน			ตัวบ่งชี้	การประเมินผล
กิจกรรมผู้เรียน	กิจกรรมผู้สอน	สื่อ	การเรียนการสอน	ตามสภาพจริง
ทำความเข้าใจอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการเรียนรู้ร่วมกัน กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้	แนะนำอุปกรณ์เครื่องมือวัตถุประสงค์การเรียนรู้	สื่อของจริง ใบบิจกรรม ใบบื่อหา	การกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้	แบบวัดผลก่อนการเรียน แบบสังเกตพฤติกรรม

##### ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้ ( Construction Knowledge )

ตารางที่: 4 ขั้นสร้างความรู้

Model Instruction	Information	Constructing knowledge	Application	Evaluating
กิจกรรมการเรียนการสอน			ตัวบ่งชี้	การประเมินผล
กิจกรรมผู้เรียน	กิจกรรมผู้สอน	สื่อ	การเรียนการสอน	ตามสภาพจริง
ลงมือปฏิบัติ	แนะนำการใช้เครื่องมืออุปกรณ์	ใบบื่อหา ใบบิจกรรม	เกิดการสร้างความรู้เป็นความรู้ด้วยตัวเอง	แบบสังเกตพฤติกรรม

##### ขั้นที่ 3 ขั้นประยุกต์ใช้งาน ( Application )

ตารางที่: 5 ขั้นประยุกต์ใช้งาน

Model Instruction	Information	Constructing knowledge	Application	Evaluating
กิจกรรมการเรียนการสอน			ตัวบ่งชี้	การประเมินผล
กิจกรรมผู้เรียน	กิจกรรมผู้สอน	สื่อ	การเรียนการสอน	ตามสภาพจริง
แบ่งกลุ่ม 1-2 คน ทำโครงการขนาดเล็ก	แนะนำโครงการ	ใบบื่อหา ใบบิจกรรม	เรียนรู้กับสภาพจริง เสนอหน้ากับสภาพจริง	แบบประเมินการทำงานโครงการ

##### ขั้นที่ 4 ขั้นวัดผล ( Evaluation )

ตารางที่: 6 ขั้นวัดผล

Model Instruction	Information	Constructing knowledge	Application	Evaluating
กิจกรรมการเรียนการสอน			ตัวบ่งชี้	การประเมินผล
กิจกรรมผู้เรียน	กิจกรรมผู้สอน	สื่อ	การเรียนการสอน	ตามสภาพจริง
เขียนรายงานการทำงาน อภิปรายผลการทำโครงการ	ตรวจปรับความเข้าใจและความถูกต้องของโครงการ	ใบบิจกรรม ใบบื่อหา	การเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่หลากหลาย	แบบประเมินโครงการแบบประเมินการทำงานเป็นทีมแบบวัดผลหลังเรียน

## 5.2 ผลประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่: 6 ตารางสรุปผลประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอน โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการวิเคราะห์	
		( $\bar{X}$ )	SD
1	ด้านความเหมาะสมของรูปแบบและกิจกรรมการเรียนการสอน	4.07	0.72
2	ด้านความเหมาะสมด้านสื่อสนับสนุนการเรียนการสอน	4.23	0.72
3	ด้านความเหมาะสมของคู่มือและเอกสารประกอบการสอน	3.8	0.71
4	ด้านความเหมาะสมด้านวัตถุประสงค์และประเมินผล	4.16	0.29

จากการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดการสอน ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามความคิดเห็นให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ารูปแบบและกิจกรรมการเรียนการสอนมีความเหมาะสมเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.07, SD = 0.72$ ) หมายถึงเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ด้านสื่อสนับสนุนการเรียนการสอนเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.23, SD = 0.72$ ) หมายถึงเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ด้านวัตถุประสงค์และประเมินผลเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.16, SD = 0.29$ ) หมายถึงเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] วิชาญ เพ็ชรทอง,กัณฑ์กมล มะหาหมัดและพุดศักดิ์ โกษิยาพรรณ การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา เรื่องการบูรณาการเซ็นเซอร์กับระบบสมองกลฝังตัว สาร NCTechEd06TTE12หน้า186-191
- [2] Gustafson,KL,and Branch,R.M.what is instructional design?Trends and issues in instructional design and technology.R.A.Reiser and J.A.Dempsey(Eds),Saddle River,NJ:Merrill/Prentice-Hall.2002
- [3] <http://www.ni.com/white-paper/10473/en/#toc2>
- [4] <http://tv.uvigo.es/es/serial/170.html>
- [5] Prof. Dr. H. Kirrmann EPFL / ABB Research Center, Baden,Industrial Communication Systems Field Bus: principles
- [6] Centro de Formación de Schneider Electric