



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ภาษา PBASIC
สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4

โดย นายโสภณ มหาเจริญ

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตยวังษ์)

13 ตุลาคม 2549

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.จรัญ แสงนราช)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตยวังษ์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์)

การพัฒนาชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ภาษา PBASIC
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4

นายโสภณ มหาเจริญ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตร
ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549
ISBN 974-19-0871-7
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายโสภณ มหาเจริญ
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ภาษา PBASIC
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4
สาขาวิชา : เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : อาจารย์ ดร.จรัญ แสนราช
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาพัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยนักเรียนในช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จำนวน 20 คน

วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมการสร้างชุดฝึกอบรมโดยศึกษาเอกสารและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนที่ 2 นำข้อมูลที่ได้มากำหนดองค์ประกอบในการสร้างชุดฝึกอบรม ประกอบด้วย หลักสูตรการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ แผนการอบรม เอกสารประกอบการอบรม แบบทดสอบก่อนและหลังอบรม แบบประเมินความพึงพอใจและสื่อหุ่นยนต์ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่านตรวจสอบและให้คำแนะนำ พบว่าผลการประเมินอยู่ในระดับดีมากและดี ขั้นตอนที่ 3 นำชุดฝึกอบรมไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน เพื่อพิจารณาความสมบูรณ์ของชุดฝึกอบรม จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขโดยผ่านอาจารย์ที่ปรึกษารตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง และขั้นตอนที่ 4 นำชุดฝึกอบรมไปใช้จริง ทำการประเมินความรู้ของผู้เข้าอบรมโดยใช้แบบทดสอบก่อนและหลังการอบรม พบว่าผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของการทดสอบความรู้ ด้วยค่าสถิติที (t-test) เท่ากับ 14.48 แสดงว่า คะแนนหลังการฝึกอบรมสูงกว่าคะแนนก่อนการฝึกอบรมอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการประเมินความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม พบว่า ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้เพิ่มมากขึ้นและเหมาะสมในการนำไปใช้จริงต่อไป (วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 147 หน้า)

คำสำคัญ : หุ่นยนต์, ชุดฝึกอบรม, ภาษาพีเบสิก



อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Mr.Sophon Mahacharoen
Thesis Title : Development of the Training packages “The Robot Control Programming with PBASIC” for Fourth-Level Students
Major Field : Computer Technology
King Mongkut’s Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisor : Dr.Charun Sanrach
Academic Year : 2006

Abstract

The purpose of this research was to develop the Training packages for The Robot Control Programming with PBASIC for Fourth-level students. The target group of the research was 20 of the fourth-level students at The Demonstration School of Rajabhat Nakhon Pathom University.

The research was divided into 4 stages the first stage was to analyse for the Training packages by studying related documents and revising related literature. The second stage was to define elements for the practice packages by using the information studied and revised. The elements consist of a workshop training course, training plan, documents, training, pretest and posttest, evaluation form, and a robot. Six experts examined these element and gave suggestions. The results of their evaluation was at the Very Good and Good levels. The third stage was to evaluate the Training packages with another group of 20 students which are not the sample group to check the completeness of the practice tool, then improved it under the supervision of the advis. And the fourth stage is implementing the Training packages and evaluating the attendees’ knowledge by the pretest and the posttest. The contrast of both tests resulted in the value of t-test at 14.48, which showed the higher score of the posttest, significant level at .05. The result of the evaluation of the attendees’ satisfaction and opinion was at the High level as the assumption. This can be concluded that the Training packages is efficient, is able to enhance knowledge of the attendees, and practical.

(Total 147 pages)

Keywords : Robotic, Training Packages, PBASIC Language



Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดีด้วยความกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าอย่างยิ่งจาก อาจารย์ ดร.จรัญ แสงราช ประธานกรรมการ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชียวชาญ อาจารย์วรรณชัย วรรณสวัสดิ์ อาจารย์สมคิด แซ่หลี่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมพร ศิริสวัสดิ์ คุณชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล อาจารย์ธีระ กาญจนสินธุและ อาจารย์กฤษ สินชนะกุล ที่ให้ความกรุณาแนะนำและให้คำปรึกษาแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อวีระ คุณแม่เลื่อน มหาเจริญ ที่เคารพยิ่งของผู้วิจัยและพี่ๆ ที่เป็น กำลังใจและสนับสนุนในทุกๆ ด้านแก่ผู้วิจัยด้วยความรักและห่วงใยตลอดมา

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์นันทน์ ผักเจริญผล ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัยทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบใจนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมที่เข้าร่วมการอบรม และให้ความร่วมมือในการทดลองในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ นางสาวฉิชา ศิลาจันทร์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ คอยห่วงใยและเป็นกำลังใจ ในการวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จ

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อนๆ สาขาวิชาเทคโนโลยีมีัลติมีเดียทุกคน และผู้ที่ไม่สามารถเอ่ยนามได้ทั้งหมดในความช่วยเหลือ คำแนะนำและคอยเป็นกำลังใจในการวิจัย ครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของครู อาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนให้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

โสภณ มหาเจริญ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๘
กิตติกรรมประกาศ	๑๑
สารบัญตาราง	๑๒
สารบัญภาพ	๑๓
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 คำจำกัดความในการวิจัย	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 หุ่นยนต์	5
2.2 โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์	11
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกสเตมปี	16
2.4 การพัฒนาชุดฝึกอบรม	31
2.5 กระบวนการสร้างแบบทดสอบ	38
2.6 การกำหนดแนวทางการประเมินผลการอบรม	42
2.7 สื่อที่ใช้ในการอบรม	46
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	54
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	57
3.1 การศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	57
3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	57
3.3 การกำหนดประชากรและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง	62
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	63
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล	63

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	67
4.1 ผลการสร้างชุดฝึกอบรม	67
4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม	69
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	77
5.1 สรุปผลการวิจัย	77
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	78
5.3 ปัญหาที่พบในการวิจัย	79
5.4 ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้	79
บรรณานุกรม	81
ภาคผนวก ก	85
หลักสูตรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ	88
แผนการจัดอบรมที่ 1 เรื่องของหุ่นยนต์	97
แผนการจัดอบรมที่ 2 ไมโครคอนโทรลเลอร์และภาษาที่ใช้	99
แผนการจัดอบรมที่ 3 การเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ต่างๆของหุ่นยนต์	101
แผนการจัดอบรมที่ 4 กิจกรรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์	106
ตัวอย่างกิจกรรม การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์	111
แบบทดสอบ Pre test	113
แบบทดสอบ Post test	120
แบบเฉลยแบบทดสอบ Pre test-Post test	126
การตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดความรู้	127
ภาคผนวก ข	129
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรม	130
หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินสื่อการสอนเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์	131
หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล	137
ภาคผนวก ค	139
แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมสำหรับผู้เชี่ยวชาญ	140
แบบประเมินความคิดเห็นและความพึงพอใจการฝึกอบรมสำหรับผู้เข้าอบรม	144
ประวัติผู้วิจัย	147

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 พิจารณาการเลือกใช้ภาษาในการสร้างโปรแกรม	15
2-2 แสดงการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	28
4-1 สรุปผลการประเมินความคิดเห็นและความเหมาะสมของชุดฝึกอบรม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรฝึกอบรม	69
4-2 ผลการประเมินความคิดเห็นและความเหมาะสมของชุดฝึกอบรม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรฝึกอบรม	69
4-3 ผลการประเมินความคิดเห็นและความเหมาะสมของชุดฝึกอบรม โดยผู้เชี่ยวชาญ ด้านแผนการฝึกอบรม	70
4-4 ผลการประเมินความคิดเห็นและความเหมาะสมของชุดฝึกอบรม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเอกสารประกอบการฝึกอบรม	71
4-5 ผลการประเมินความคิดเห็นและความเหมาะสมของชุดฝึกอบรม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อหุ่นยนต์	72
4-6 ผลการประเมินความคิดเห็นและความเหมาะสมของชุดฝึกอบรม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านแบบทดสอบก่อนและหลังการอบรม	72
4-7 การเปรียบเทียบผลการทดสอบความรู้ก่อนและหลังฝึกอบรม	73
4-8 ผลการประเมินความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม ที่มีต่อชุดฝึกอบรม	74
ก-1 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	127

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ ในด้านการเขียนโปรแกรมภาษานั้น ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจถึงโครงสร้างของภาษา หลักการที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการแปลความหมายโปรแกรมเพื่อทำงานตามคำสั่งรวมไปถึงการทำความเข้าใจการสร้างตัวแปรขึ้นมาใช้งาน การนำเครื่องหมายเข้าใช้ในการคำนวณ และการศึกษาคำสั่งที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งประกอบด้วยการเขียนคำสั่งเพื่อควบคุมทิศทางการทำงานของโปรแกรม การสร้างตัวแปรชนิดพิเศษ เช่น ตัวแปรอาร์เรย์ และพอยน์เตอร์ การกำหนดโครงสร้างข้อมูล การสร้างฟังก์ชันขึ้นมาใช้งานเอง ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เข้าใจได้ยาก ดังนั้นกิจกรรมการเรียนการสอนควรที่จะต้องมีส่วนหรือตัวกลาง ที่จะนำมาช่วยในการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในการจัดกระบวนการเรียนการสอน สื่อถือว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้กระบวนการเรียนการสอนครบบริบูรณ์ และยังสามารถกล่าวได้ว่าเป็นตัวชี้ถึงประสิทธิภาพของการเรียนการสอนในครั้งนั้นๆ อีกด้วย เพราะตัวสื่อจะเป็นตัวการสำคัญที่นำเอาความรู้และประสบการณ์เข้าไปสู่การรับรู้ของผู้เรียน ซึ่งการรับรู้นี้เองที่ครูผู้สอนจะต้องเลือกช่องทางให้เหมาะสม มิฉะนั้นแล้วความรู้และประสบการณ์ทั้งหมดจะไม่สามารถเกิดขึ้นแก่ผู้เรียนได้ตามวัตถุประสงค์ของครูผู้สอน

ในระแวกหลังเมื่อมีการนำหุ่นยนต์ตัวเล็ก และหุ่นยนต์เดินสองขา เข้ามาแสดงในประเทศไทย สถาบันการศึกษา องค์กรทางการศึกษา สถาบันทางวิทยาศาสตร์ ได้ตื่นตัวในเรื่องวิทยาการทางด้านหุ่นยนต์เป็นอย่างมาก โดยเห็นได้จากการจัดการแข่งขันการแข่งขันหุ่นยนต์ ทั้งในระดับโรงเรียน ระดับภาค ตลอดจนถึงระดับประเทศ ไม่เพียงแต่เป็นนักศึกษาในระดับอุดมศึกษาเท่านั้น แต่ยังมุ่งไปที่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาอีกด้วย ซึ่งในการจัดการแข่งขันในแต่ละครั้งนั้นไม่ได้มุ่งเน้นเพียงแค่ต้องการชัยชนะเพียงอย่างเดียว แต่ต้องการพัฒนาให้ผู้แข่งขันเกิดทักษะหรือกระบวนการทางความคิดทางวิทยาศาสตร์ และศาสตร์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องมีในด้านหุ่นยนต์ โดยเฉพาะการเขียนโปรแกรมและการวิเคราะห์ปัญหา

หุ่นยนต์มีหลายแบบและถูกสร้างโดยใช้เทคโนโลยีต่างๆ มากมาย นับเป็นที่รวมของวิชาความรู้ต่างๆ ทางด้านวิศวกรรม อิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ คำนิยามของหุ่นยนต์อย่างง่าย ๆ คือ อุปกรณ์ที่สามารถตั้งโปรแกรมคำสั่งและควบคุมการทำงานตัวเอง ประกอบด้วยระบบจักรกล วงจรไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ เป็นจักรกลทำงานยากๆ ที่มนุษย์ไม่สามารถทำได้ หุ่นยนต์สมัยใหม่

มีพัฒนาการสำคัญเกิดขึ้นไม่เพียงแต่ในวงการอุตสาหกรรม ปัจจุบันก็นำหุ่นยนต์มาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนอีกด้วย (อรรถพ, 2548: ก) เนื่องจากการสร้างหุ่นยนต์สามารถสร้างได้ง่ายขึ้น และภาษาที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์ มีทั้งภาษาระดับต่ำไปจนถึงภาษาระดับสูง และโดยธรรมชาติของหุ่นยนต์ จะต้องมีการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานตามที่ผู้เขียนโปรแกรมต้องการได้ ถึงแม้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเมื่อป้อนให้หุ่นยนต์ทำงานแล้ว หุ่นยนต์ไม่สามารถทำงานตามที่ผู้เขียนโปรแกรมต้องการ ผู้เขียนโปรแกรมก็สามารถทราบปัญหาและแก้ไขโปรแกรมได้อย่างที่ต้องการ

ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนที่มีบุคลิกและสมรรถนะทั้งด้านจิตใจ ร่างกาย สติปัญญา อารมณ์และสังคม จึงได้แบ่งหลักสูตรออกเป็น 8 สาระการเรียนรู้ โดยสาระการเรียนรู้กลุ่มการงานอาชีพและเทคโนโลยี เป็นสาระการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับงาน อาชีพและเทคโนโลยี มีทักษะการทำงาน ทักษะการจัดการและสามารถนำเอาเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ในการทำงานอย่างถูกต้องเหมาะสมและเกิดคุณค่าสูงสุด

อีกทั้งในการเรียนการสอนเนื้อหาการเรียนภาษาคอมพิวเตอร์ ในช่วงชั้นที่ 4 มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความเข้าใจถึงโครงสร้างของภาษาคอมพิวเตอร์ และกระบวนการการแก้ปัญหา ซึ่งการวิเคราะห์และการกำหนดรายละเอียดของปัญหา (State the Problem) ต้องทำความเข้าใจกับปัญหา เพื่อแยกให้ออกว่าข้อมูลที่กำหนดมาในปัญหาหรือเงื่อนไขของปัญหาและสิ่งที่ต้องการ อีกทั้งวิธีการที่ใช้ประมวลผลในการวิเคราะห์ปัญหา รวมไปถึงหุ่นยนต์มีองค์ประกอบหลายส่วน เช่น การประมวลผล ส่วนของการรับประสาทสัมผัส ส่วนของการแสดงผลที่เป็นตัวแปรสำคัญ ในการที่จะทำให้ผู้ที่เล่นหุ่นยนต์จะต้องมีการเขียน หรือพัฒนาโปรแกรมให้สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เหล่านั้นได้ ดังนั้นนอกจากหุ่นยนต์จะมีประโยชน์ในการพัฒนาโปรแกรมแล้ว หุ่นยนต์ยังเป็นเครื่องมือในการสร้างโจทย์ปัญหาและแสดงปฏิกิริยาต่อโปรแกรมที่ผู้พัฒนาได้เขียนขึ้น ซึ่งน่าจะเป็นผลดีต่อการเรียนรู้ อีกทั้งภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมคือ ภาษา PBASIC เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนในการเขียนโปรแกรม สอนกระบวนการเรียนรู้และการคิด ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และการทำงานที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ได้ง่ายขึ้น

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจนำหุ่นยนต์มาเป็นสื่อช่วยในการเรียนการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง โดยจัดทำเป็นชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 เพื่อเป็นการพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ อีกทั้งการนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคอมพิวเตอร์และรายวิชาที่เกี่ยวข้องต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

เพื่อสร้างชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพ ของชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4

1.2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ผู้เข้ารับการอบรมที่ผ่านการอบรม โดยใช้ชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC ที่พัฒนาขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า ก่อนเข้ารับการอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.2 ผู้เข้ารับการอบรมที่ผ่านการอบรม โดยใช้ชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC ที่พัฒนาขึ้น มีความพึงพอใจชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับมาก

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างและทดลองใช้ ชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC เป็นการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โดยมีขอบเขตดังนี้

1.4.1 เนื้อหารายวิชา ใช้ภาษา PBASIC ซึ่งใช้ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Basic Stamp 2SX เป็นภาษาที่ใช้ในการทดลอง โดยมีรายละเอียดของเนื้อหา ดังนี้

1.4.1.1 ความรู้เบื้องต้นและการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Basic Stamp 2SX

1.4.1.2 ความหมายของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ Basic Stamp 2SX

1.4.1.3 โครงสร้างสถาปัตยกรรมภายใน

1.4.1.4 รายละเอียดและการใช้งานคำสั่งของ Basic Stamp 2SX

1.4.1.5 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และการดาวน์โหลดโปรแกรม

1.4.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง ใช้รูปแบบการอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยอบรมเป็นระยะเวลา 3 วัน วันละ 8 ชั่วโมง รวมเป็น 24 ชั่วโมง

1.4.3 ประชากร ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เป็นนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ลงทะเบียนเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้และพื้นฐานอาชีพ จำนวน 240 คน และกลุ่มตัวอย่างได้จากการใช้วิธีจับสลากได้นักเรียนจำนวน 20 คน

1.5 กำจำกัดความในการวิจัย

1.5.1 ชุดฝึกอบรมหมายถึง ชุดที่ใช้สำหรับฝึกอบรม ประกอบด้วย คู่มือครูและหุ่นยนต์ที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ BASIC Stamp 2SX

1.5.2 คู่มือครู หมายถึง โครงการอบรมและเอกสารประกอบการอบรม ซึ่งประกอบด้วย ลักษณะรายวิชา วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แผนการอบรม เอกสารประกอบการอบรม แบบฝึกหัด เฉลยแบบฝึกหัด แบบทดสอบและเฉลยแบบทดสอบก่อนอบรมและหลังอบรม

1.5.3 หุ่นยนต์ หมายถึง หุ่นยนต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยโครงสร้างหุ่นยนต์และแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ บรรจุไมโครคอนโทรลเลอร์ BASIC Stamp 2SX พัฒนาด้วยภาษา PBASIC และอุปกรณ์ตรวจจับ เช่น ด้านแสง วงจรตรวจจับสัมผัส รวมทั้งชุดแสดงผลทางแสง เสียง และข้อความโดยทำงานด้วยคำสั่งภาษา PBASIC

1.5.4 ภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง หมายถึง ภาษาที่มีโครงสร้างภาษาที่มีความใกล้เคียงภาษามนุษย์ (เหมือนภาษาอังกฤษ) ได้แก่ภาษา Basic, ภาษา Pascal, ภาษา C, ภาษา Cobol, ภาษา Fortran

1.5.5 การอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ภาษา PBASIC หมายถึง การนำหุ่นยนต์มาใช้เป็นสื่อในการอบรมการเขียนโปรแกรมภาษา PBASIC รวมไปถึงเอกสารที่สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความรู้ ความเข้าใจการเขียนโปรแกรมภาษา PBASIC โดยใช้คู่มือการเขียนโปรแกรมภาษา PBASIC และบทปฏิบัติการการเขียนโปรแกรมภาษา PBASIC เพื่อนำไปสู่การเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้อง

1.5.6 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เข้ารับการอบรม โดยวัดจากแบบทดสอบก่อนการใช้ชุดฝึกอบรมและหลังการใช้ชุดฝึกอบรม

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ผู้เข้ารับการอบรมได้พัฒนาความรู้ความสามารถ หลังจากใช้ชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4

1.6.2 ผู้เรียนได้เรียนการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง ควบคู่ไปกับการเรียนรู้ระบบฮาร์ดแวร์อิเล็กทรอนิกส์

บทที่ 2

ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์โครงสร้างภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนที่ศึกษาในระดับช่วงชั้นที่ 4 จัดทำขึ้นตามทฤษฎีของเนื้อหาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง ในรายวิชาโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น โดยได้รวบรวมทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำการวิจัยครั้งนี้ ผลงานวิจัยหรืองานเขียนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี มีดังต่อไปนี้

- 2.1 หุ่นยนต์
- 2.2 โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์
- 2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกแสดมปี
- 2.4 ชุดฝึกอบรม
- 2.5 กระบวนการสร้างแบบทดสอบ
- 2.6 การกำหนดแนวทางการประเมินผลการเรียน
- 2.7 สื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หุ่นยนต์

2.1.1 ความหมายของหุ่นยนต์

หุ่นยนต์ คือ เครื่องมือทางกลที่มีความสามารถในการทำงาน หรือกระทำอาภักิรียาได้คล้ายมนุษย์ แต่สำหรับนักทดลองหรือประดิษฐ์ทั้งหลาย คำว่า หุ่นยนต์ มีความหมายที่แตกต่างออกไป คือ การทำงานร่วมกันระหว่างมอเตอร์โซลินอยด์ สายไฟ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบ็ดเตล็ดต่างๆ หรือเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างเครื่องกลและระบบอิเล็กทรอนิกส์ จากการนำอุปกรณ์ต่างๆ ข้างต้นมาประกอบเข้าด้วยกัน และสร้างเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถทำความสะอาดพื้น คอยให้บริการน้ำดื่ม ป้องกันภัยอันตรายภายในบ้านและจากผู้บุกรุก ให้ความบันเทิง เพื่อการศึกษา และยังมีประโยชน์อื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งถ้าหุ่นยนต์ได้รับการออกแบบมาเป็นอย่างดีจะสามารถทำงานได้เกือบทุกอย่างเหมือนกับมนุษย์

2.1.2 ประเภทของหุ่นยนต์

หุ่นยนต์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

2.1.2.1 หุ่นยนต์ชนิดที่ติดตั้งอยู่กับที่ (Fixed Robot) ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปไหนได้ด้วยตัวเอง หุ่นยนต์ประเภทนี้จะมีลักษณะเป็นแขนกล สามารถเคลื่อนไหวได้เฉพาะแต่ละข้อต่อภายในตัวเองเท่านั้น ส่วนมากมักถูกนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานประกอบรถยนต์ เป็นต้น

2.1.2.2 หุ่นยนต์ชนิดเคลื่อนที่ได้ (Mobile Robot) หุ่นยนต์ประเภทนี้จะสามารถเคลื่อนที่ไปไหนมาไหนได้ด้วยตัวเอง บ้างก็เคลื่อนที่โดยการใช้อล้อ หรือบางแบบก็เคลื่อนที่โดยการไถ ซึ่งหุ่นยนต์ประเภทนี้ ส่วนใหญ่ยังเป็นงานวิจัยที่อยู่ในห้องทดลอง เพื่อพัฒนาออกมาใช้งานในรูปแบบต่างๆ เช่น หุ่นยนต์สำรวจดาวอังคาร ขององค์การนาซ่า แต่ปัจจุบันก็ได้มีการพัฒนาให้มีลักษณะเป็นสัตว์เลี้ยงอย่างสุนัข เพื่อให้มาเป็นเพื่อนเล่นกับคน หรือแม้กระทั่งมีพัฒนาหุ่นยนต์ให้สามารถเคลื่อนที่แบบสองขาได้อย่างมนุษย์ เพื่ออนาคตจะสามารถนำไปใช้งานที่มีความเสี่ยงต่ออันตรายแทนมนุษย์

2.1.3 ขั้นตอนในการสร้างส่วนประกอบย่อย

การสร้างและเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ คือ การสร้างส่วนประกอบย่อยแต่ละส่วน จากนั้นจึงนำเอาส่วนประกอบต่างๆ เหล่านั้นมาประกอบกันเป็นหุ่นยนต์ที่สมบูรณ์แบบ แต่ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบต่างๆ เหล่านั้น

2.1.4 ทักษะพื้นฐานในการสร้างหุ่นยนต์

2.1.4.1 ความรู้พื้นฐานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์

การศึกษาทฤษฎีของวงจรสัญญาณแบบต่อเนื่องและสัญญาณแบบดิจิทัล รวมทั้งการเรียนรู้หน้าที่การทำงานของตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ทรานซิสเตอร์ และอุปกรณ์อื่นๆ รวมถึงสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้น โดยเริ่มต้นจากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ง่ายๆ ที่มีอุปกรณ์เพียงไม่กี่ชิ้น แล้วจึงพัฒนาขึ้นไป จนมีความชำนาญเพิ่มขึ้นที่จะสามารถนำวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ที่มีอยู่แล้วมาใช้กับหุ่นยนต์ได้อย่างเหมาะสมตามความต้องการ

2.1.4.2 ความรู้พื้นฐานทางด้านเครื่องกล

ในการสร้างหุ่นยนต์ไม่จำเป็นที่จะต้องรู้ทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องกลทั้งหมด แต่สิ่งที่ควรจะต้องเข้าใจคือการทำงานของเครื่องกลบางชนิด เช่น การทำงานของเฟือง โซ่ และอุปกรณ์ทางกลไฟฟ้า (Electromechanic) เช่น มอเตอร์ โซลินอยด์ และเฟืองต่างๆ

2.1.4.3 ความสามารถในการปฏิบัติงาน

การที่จะเป็นนักประดิษฐ์หุ่นยนต์ที่ประสบความสำเร็จได้ จะต้องไม่รู้สึกท้อแท้เมื่อทำงานด้วยตัวเอง และคิดถึงปัญหาโดยตลอดตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการทำงาน และควรมีความรู้ในเรื่องการใช้เครื่องมือพื้นฐานและคุ้นเคยกับการใช้ไม้ โลหะ และพลาสติก

2.1.5 กายวิภาคของหุ่นยนต์

หุ่นยนต์ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อเลียนแบบมนุษย์ เพื่อประดิษฐ์เครื่องจักรกลอันชาญฉลาด แข็งแรง เคลื่อนที่ไปมาได้ และมีกลไกของระบบประสาทสัมผัส กายวิภาคหรือโครงสร้างของหุ่นยนต์ และวัสดุต่างๆ ที่นำมาใช้ในการสร้างหุ่นยนต์มีดังนี้

2.1.5.1 ลำตัว

ลำตัวของหุ่นยนต์จะคล้ายกับร่างกายของมนุษย์ โดยที่โครงสร้างของหุ่นยนต์จะบรรจุ ส่วนประกอบสำคัญต่างๆ โครงสร้างจะทำหน้าที่จับยึดและป้องกันมิให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องกลไฟฟ้าหลุดออกจากแท่นยึด โครงสร้างของหุ่นยนต์อาจเรียกได้หลายชื่อ เช่น “โครง” หรือ “ตัวถัง” แต่มีความหมายเดียวกัน

2.5.1.2 ขนาดและรูปร่าง

ขนาดของหุ่นยนต์เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถใช้เป็นตัวตัดสินความฉลาดของหุ่นยนต์ได้ ยกตัวอย่าง เช่น หุ่นยนต์ที่ใช้ภายในบ้านโดยทั่วไปจะมีขนาดเท่าสุนัขตัวเล็กๆ บางตัวขนาดเล็กเท่าเต่าทะเล และบางตัวมีขนาดเท่ากับมนุษย์ โดยทั่วไปรูปร่างโดยรวมของหุ่นยนต์จะถูกกำหนดด้วยอุปกรณ์ภายในต่างๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นตัวหุ่นยนต์ และสามารถแบ่งการออกแบบส่วนใหญ่เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

ก) เต่า (Turtle) หุ่นยนต์เต่ามีการออกแบบที่เรียบง่ายและกระชับ การออกแบบในขั้นแรกมีจุดประสงค์เพื่อทำเป็นหุ่นยนต์ตั้งโต๊ะ ที่ได้ชื่อว่าหุ่นยนต์เต่าเพราะมีลักษณะคล้ายคลึงกับกระดองของเต่า

ข) รถยนต์ของเล่นหรือสคูเตอร์ (Toy Car) หุ่นยนต์ขนาดเล็กที่เคลื่อนที่ได้เองด้วยล้อ บ่อยครั้งที่พบว่าตัวถังของหุ่นยนต์ทำจากรถยนต์ที่บังคับวิทยุ ซึ่งควบคุมด้วยคลื่นวิทยุปกติ นำมาดัดแปลงจากรถยนต์ของเล่นให้เป็นหุ่นยนต์ หรือในทางกลับกันก็เปลี่ยนหุ่นยนต์ให้กลายเป็นรถยนต์ของเล่นได้

ค) กระป๋อง (Garbage Can) มีลักษณะคล้าย R2-D2 ที่โด่งดังมาจากภาพยนตร์เรื่อง “สตาร์วอร์ส” ตัวถังมีลักษณะเตี้ย ลำสัน คูแข็งแรง และส่วนใหญ่เป็นรูปทรงกระบอก ซึ่งเป็นที่มาของหุ่นยนต์ชนิดนี้ความจริงแล้วหุ่นยนต์สำหรับงานอดิเรก บางตัวถูกสร้างจากกระป๋องพลาสติกหรือกระป๋องโลหะ หุ่นยนต์กระป๋องเป็นตัวแทนของหุ่นยนต์ที่มีการออกแบบในการใช้งานได้ดีเยี่ยม

ง) ระบายค์ (Appendage) ใช้ในการออกแบบแขนของหุ่นยนต์ ไม่ว่าแขนนี้จะติดกับตัวหุ่นยนต์หรือจะมีเฉพาะแขนกลเดี่ยวๆ

จ) หุ่นยนต์แอนดรอยด์ (Android) เป็นการออกแบบหุ่นยนต์ให้มีลักษณะคล้ายมนุษย์ และเป็นชนิดที่เราวาดภาพเอาไว้เวลากล่าวถึงหุ่นยนต์ แต่ความจริงแล้วการออกแบบ

หุ่นยนต์แอนดรอยด์นี้จะมีข้อจำกัดมาก และหุ่นยนต์ที่ได้ก็มีความสามารถในการทำงานได้น้อยกว่าประเภทอื่น

2.5.1.3 เนื้อและกระดูก (Flesh and Bone)

ส่วนประกอบหลักของโครงสร้างของหุ่นยนต์นั้นมีวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างได้ง่ายๆ จาก อะลูมิเนียม โลหะ ดินบุก ไม้ พลาสติกหรือการเอาวัสดุเหล่านี้มาใช้ร่วมกัน

ก) อะลูมิเนียม เป็นวัสดุที่ดีที่สุดในบรรดาวัสดุทั้งหมด ที่นำมาใช้ในการสร้างหุ่นยนต์ เพราะมีน้ำหนักเบา แต่แข็งแรง สามารถตัดและงอได้ง่ายโดยใช้เครื่องมือในโรงงานทั่วไปๆ สามารถหาได้ง่ายมีหลายขนาดและรูปร่าง แต่มีราคาค่อนข้างแพง

ข) โลหะ บางครั้งถูกนำมาใช้ทำโครงสร้างของหุ่นยนต์ เนื่องจากมีความแข็งแรง แต่โลหะจะตัดและขึ้นรูปได้ยากถ้าไม่มีเครื่องมือ และบางครั้งจะใช้สแตนเลสกับชิ้นส่วนที่ต้องการความเที่ยงตรงสูง เช่น แขนและมือ ตลอดจนชิ้นส่วนต่างๆ ที่ต้องการความแข็งแรงสูงกว่าโลหะเทา (เช่น อะลูมิเนียม) แต่จะมีราคาแพง

ค) ดินบุกและเหล็ก คือ โลหะสำหรับเครื่องหนัก ใช้ในการทำเหล็กฉาก เข็มมุม (Angle brackets) โลหะแผ่น (มีความหนาหลายขนาด ตั้งแต่ 1/32 นิ้ว ขึ้นไป) และใช้สำหรับทำโครงของบ้านดินบุกและเหล็กมีความแข็งแรงกว่าอะลูมิเนียม แต่มีน้ำหนักมากกว่าเป็นสองเท่า ราคาไม่แพง

ง) ไม้ ไม้มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ทำลำตัวของหุ่นยนต์ สามารถที่จะตัดหรือเลื่อยไม่ให้เกิดเป็นรูปต่างๆ ได้ ไม้จะไม่นำไฟฟ้า (หลีกเลี่ยงการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร) และสามารถหาง่าย แต่มีข้อเสียคือ มีความเปราะ ดังนั้นจึงต้องใช้ไม้ที่มีขนาดใหญ่ตามความเหมาะสม เพื่อความคงทนและต้องออกแบบหุ่นยนต์ให้มีขนาดใหญ่เหมาะสมกับขนาดของไม้ด้วย

จ) พลาสติก ทุกวันนี้ทุกสิ่งทุกอย่างล้วนทำจากพลาสติก รวมทั้งหุ่นยนต์ด้วย เมื่อเทียบกับปอนด์ต่อปอนด์ด้วย พลาสติกจะมีความแข็งแรงกว่าโลหะ สามารถตัดและขึ้นรูปร่างต่างๆ ได้ง่าย สามารถเจาะหรือติดกาวได้ การใช้พลาสติกให้มีประสิทธิภาพต้องใช้เครื่องมือพิเศษซึ่งจะหาได้ยาก

2.1.6 ระบบส่งกำลัง

ระบบส่งกำลังเป็นการการสร้างพลังงานให้กับหุ่นยนต์ให้สามารถเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวได้ โดยแหล่งพลังงานที่ใช้มีดังนี้

2.1.6.1 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่กักเก็บไฟฟ้ากระแสตรงมี 2 ชนิด คือ แบบไม่สามารถประจุไฟฟ้าใหม่ได้ และแบบที่สามารถประจุไฟฟ้าใหม่ได้

ก) แบตเตอรี่แบบที่ไม่สามารถประจุไฟใหม่ได้

แบตเตอรี่แบบที่ไม่สามารถประจุไฟใหม่ได้จะรวมถึงถ่านไฟฉายทำจากสังกะสี หรือแบตเตอรี่ชนิดอัลคาไลน์ รวมทั้งถ่านที่ใช้กับเครื่องคิดเลข เครื่องตรวจจับควัน นาฬิกา เครื่องช่วยในการได้ยิน สิ่งเหล่านี้คือข้อจำกัดของหุ่นยนต์ที่ต้องการกำลังไฟมาก เพราะการเปลี่ยนแบตเตอรี่ทุกๆ 2-3 ชั่วโมง หรือ 2-3 วันจะไม่คุ้มค่ากับการใช้งาน

ข) แบตเตอรี่แบบที่สามารถประจุไฟฟ้าได้

แบตเตอรี่แบบที่สามารถประจุไฟฟ้าได้ รวมถึงแบตเตอรี่แบบนิกเกิล-แคดเมียม (Ni - Cd) เจลเซลล์ เซลล์กรดตะกั่วผนึก แบตเตอรี่แบบนิกเกิล - แคดเมียมจะได้รับความนิยมมากที่สุด เพราะหาได้ง่ายและมีหลายขนาดสำหรับใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ภายในบ้าน นอกจากนั้นแบตเตอรี่เหล่านี้ยังสามารถประจุไฟได้เป็นหลายร้อยครั้งโดยใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีราคาไม่แพงนัก เจลเซลล์และเซลล์กรดตะกั่วผนึกเป็นแบตเตอรี่ที่มีอายุการใช้งานได้นาน แต่มีขนาดใหญ่และหนัก ส่วนมากจะใช้กับระบบของหุ่นยนต์ขนาดกลางและขนาดใหญ่

2.1.6.2 แหล่งจ่ายกำลังแบบอื่น

แบตเตอรี่มีความจำเป็นต่อหุ่นยนต์ที่ทำงานได้ด้วยตนเอง เพราะทำให้ไม่ต้องมีสายไฟเลียบจากเต้าจ่ายไฟภายในอาคาร แต่ไม่ได้หมายความว่าสามารถใช้แบตเตอรี่ชนิดอื่นได้ กำลังไฟฟ้ากระแสสลับก็สามารถใช้กับหุ่นยนต์ได้ เช่น แขนกลหุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ ไม่ได้เคลื่อนที่ไปรอบๆ ซึ่งถูกออกแบบมาใช้ในบริเวณที่กำหนดไว้ มอเตอร์และวงจรควบคุมจะใช้กับกำลังไฟฟ้ากระแสสลับได้เป็นอย่างดี จึงไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่ และไม่ต้องกังวลเรื่องระยะเวลาการทำงานและการประจุไฟใหม่ แต่ไม่ได้หมายความว่ากำลังไฟฟ้ากระแสสลับเป็นระบบให้กำลังที่ดีกว่า แม้ความจริงเป็นมอเตอร์กระแสสลับจะให้กำลังไฟมากกว่ามอเตอร์กระแสตรงในขนาดที่เท่ากัน แต่การใช้งานมอเตอร์กระแสสลับจะมีอันตรายมากกว่าเรื่องการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรและการเกิดกระแสไฟฟ้าสะกด ดังนั้นหากต้องการให้หุ่นยนต์มีความยืดหยุ่นสูงก็ควรที่จะเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์กระแสตรงแทนมอเตอร์กระแสสลับ เพราะความจริงแล้ววงจรอิเล็กทรอนิกส์ถูกสร้างมาให้ใช้กำลังไฟฟ้ากระแสตรง เมื่ออุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านี้ถูกเสียบเข้าไปในเต้าเสียบไฟฟ้ากระแสสลับ ไฟฟ้ากระแสสลับจะถูกแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง และถูกลดค่าแรงดันไฟฟ้าลง (โดยปกติคือ 5-12 โวลต์) ก่อนที่จะนำไปใช้กับวงจร และมอเตอร์ก็จะใช้ไฟฟ้ากระแสตรงนี้

อีกทางเลือกหนึ่งของระบบไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับหุ่นยนต์ คือ การสร้างส่วนควบคุมกำลังไฟฟ้ากระแสสลับในการจ่ายไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับส่วนต่างๆ ในส่วนหุ่นยนต์ ซึ่งรวมถึงมอเตอร์ด้วย

ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า หุ่นยนต์ทั้งตัวได้ถูกออกแบบมาให้ใช้กับกำลังไฟฟ้ากระแสตรง และการแปลงไฟจากส่วนควบคุมกำลังไฟฟ้าเป็นแบตเตอรี่ได้เช่นกัน

2.1.7 ระบบขับเคลื่อนของหุ่นยนต์

หุ่นยนต์บางชนิดถูกออกแบบให้อยู่กับที่ ยกตัวอย่างเช่น แขนกลหุ่นยนต์ที่ทำงานได้ในพื้นที่ที่กำหนดไว้ แต่หุ่นยนต์ที่สร้างเป็นงานอดิเรกส่วนใหญ่จะถูกออกแบบมาให้เป็นแบบเคลื่อนที่ไปยังที่ต่างๆ ได้ โดยสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ใช้ล้อ ขา สายพาน ซึ่งจะใช้มอเตอร์เป็นระบบขับเคลื่อนที่จะไปหมุนเพลาถูกเบี้ยวหรือกระเดื่อง และทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไปข้างหน้าหรือถอยหลังได้

2.1.8 อุปกรณ์ตรวจจับ

2.1.8.1 การสร้างระบบการรับรู้ให้กับหุ่นยนต์ ในการออกแบบหุ่นยนต์ ยังมีระบบรับรู้มากเท่าใดก็จะสามารถทำให้ได้ตอบกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวได้มากเท่านั้น และทำให้มีความสามารถที่จะทำสิ่งต่างๆ ได้ด้วยตัวเองมากขึ้น ซึ่งหมายถึงความสามารถในการทำงานที่มีความซับซ้อนได้ดียิ่งขึ้น ระบบรับรู้ทางเสียงเป็นระบบที่ง่ายที่สุดในการติดตั้งให้กับหุ่นยนต์ เนื่องจากเสียงสามารถที่จะรับรู้ได้ง่าย หากไม่ฟังเสียงซึ่งเป็นเสียงที่เจาะจง วงจรสำหรับตรวจจับเสียงก็สามารถสร้างได้ง่ายๆ

2.1.8.2 การสร้างระบบตรวจจับแสง ชนิดของแสงโดยทั่วไปจะถูกจำกัดอยู่ในแสงอินฟราเรดช่วงแคบ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจจับความร้อนจากเปลวไฟ หรือเพื่อการนำร่องโดยอาศัยลำแสงที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น

2.8.1.3 การมองเห็นของหุ่นยนต์ ภาพที่หุ่นยนต์เห็นนั้นจะต้องถูกแปลงโดยใช้ระบบทางอิเล็กทรอนิกส์ให้อยู่ในรูปแบบที่วงจรภายในตัวหุ่นยนต์สามารถรับรู้ได้ และหุ่นยนต์นั้นจะต้องถูกโปรแกรมให้เข้าใจและมีการกระทำโต้ตอบต่อรูปร่างที่เห็น ซึ่งในขณะนี้มีการทดลองวิจัยจำนวนมากที่พยายามจะทำให้หุ่นยนต์สามารถจำแนกวัตถุต่างชนิดกันได้

2.8.1.4 การรับรู้ การสัมผัส จะใช้ตัวตรวจจับความดันที่ติดตั้งไว้ที่ปลายนิ้วมือของหุ่นยนต์ ซึ่งมีนิ้วมือของหุ่นยนต์รอบวัตถุมากเท่าใด แรงกดก็มีมากขึ้นเท่านั้น ข้อมูลของความดันที่ถูกถ่ายทอดไปยังสมองของหุ่นยนต์ จะใช้ในการตัดสินใจว่าปริมาณแรงกดที่กระทำกับวัตถุถูกต้องหรือไม่

ในเชิงพาณิชย์ มีผลิตภัณฑ์จำนวนมากที่ต้องใช้การตรวจจับความดันหรืออื่นๆ แต่ก็จะมีราคาแพงมาก ตัวตรวจจับความดันสามารถสร้างเองได้ง่ายและรวดเร็ว ถึงแม้ว่าจะให้ความแม่นยำไม่เท่ากับที่มีขายตามท้องตลาด แต่ก็เพียงพอสำหรับงานหุ่นยนต์ที่จะสร้าง ระบบรับรู้ทางด้านกลิ่นและรสชาติจะนิยมนำมาติดตั้งในระบบของหุ่นยนต์ และมีการออกแบบวงจรบางอย่างสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมที่มีการตรวจสอบแก๊สที่มีกลิ่นและเป็นพิษ

2.1.9 อุปกรณ์แสดงผล

อุปกรณ์แสดงผล คือ ส่วนประกอบที่ส่งข้อมูลจากหุ่นยนต์ไปสู่ภายนอก โดยปกติอุปกรณ์แสดงผลของหุ่นยนต์ที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ คือ จอภาพที่เหมือนกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยหุ่นยนต์จะสื่อสารกับเจ้านายผ่านทางข้อความบนจอภาพ

2.2 โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์

2.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์และการเขียนโปรแกรม

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบันถูกควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์เล็กๆ หรือที่เรียกว่า ไมโครโปรเซสเซอร์เกือบทั้งสิ้น ในปัจจุบันจะเรียกชื่อเป็นศัพท์เทคนิคว่า Embedded System ระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์จะต้องมีหน่วยประมวลผลกลาง เรียกว่า ไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นหัวใจหลักในการทำงาน โดยบริษัทอินเทลได้สร้างไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 4004 ซึ่งประมวลผลแบบ 8 บิต ออกมาเป็นรุ่นแรก ต่อมาได้ผลิตรุ่นที่ประมวลผลแบบ 8 บิต ได้แก่ เบอร์ 8008, 8080 และ 8085 ทำให้การประมวลผลทำได้รวดเร็วขึ้น ส่วนบริษัทโมโตโลรา ได้ผลิตรุ่น 6800 และบริษัทไซลอคได้ผลิตรุ่น 280 ซึ่งจะประมวลผลแบบ 8 บิต เช่นกัน ไมโครโปรเซสเซอร์รุ่นต่างๆ มา จะมีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้นและได้มีรุ่นใหม่ๆ ผลิตตามมามากขึ้น

เมื่อนำไมโครโปรเซสเซอร์แบบ 4 บิต มาใช้ในงานควบคุมจะทำให้ระบบควบคุมทำงานได้ดีขึ้น ผลตามขึ้น ปัจจุบันไมโครโปรเซสเซอร์แบบ 4 บิต นี้ถูกนำมาใช้ในเคาไมโครเวฟ โทรทัศน์ และของเล่นเป็นต้น สำหรับระบบควบคุมที่ต้องการประสิทธิภาพมากขึ้นจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์แบบ 8 บิต เป็นตัวประมวลผล แต่ราคาของระบบก็จะแพงขึ้นตามไปด้วย การนำไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้งาน จะต้องมีการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานและมีหน่วย ความจำสำหรับเก็บโปรแกรม และข้อมูลที่ได้จากการประมวลผล และต้องมีพอร์ต I/O สำหรับให้ระบบติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก จะเห็นว่าได้ออกแบบให้ใช้อุปกรณ์ประกอบหลายส่วนด้วยกันเช่น หน่วยความจำ ROM สำหรับเก็บโปรแกรม หน่วยความจำ RAM สำหรับเก็บข้อมูลขณะที่ไมโครโปรเซสเซอร์ประมวลผล และไอซีสำหรับการทำเป็นพอร์ตขนาน ยิ่งไปกว่านั้นอาจจะต้องมีไอซีสำหรับแปลงสัญญาณจากภายนอกให้เป็นสัญญาณดิจิทัลให้ไมโครโปรเซสเซอร์ประมวลผล แต่ถ้าหากใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมีหน่วยความจำและพอร์ตอยู่ภายในตัวชิป ที่เรียกว่า Single-chip Microcontroller ทำให้การใช้งานทำได้เพียงแต่ต่ออุปกรณ์ที่จำเป็นภายนอกเท่านั้น ก็สามารถพัฒนาโปรแกรมได้ง่ายขึ้นมาก ซึ่งจะใช้อุปกรณ์น้อยกว่ามาก

2.2.2 การโปรแกรมให้กับระบบ

การที่ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำงานได้จะต้องมีการป้อนชุดคำสั่ง การนำคำสั่งหลายๆ คำสั่งมาต่อเรียงกันจะเรียกว่าการโปรแกรม โดยภาษาแอสเซมบลีถือว่าเป็นภาษาพื้นฐานที่สุดที่จะให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงาน ในปัจจุบันได้มีการนำภาษาระดับสูงมาใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์มากขึ้นเนื่องจากสามารถเขียนได้ง่ายคล้ายกับภาษามนุษย์ การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาระดับสูงนั้นจะต้องมีตัวแปลภาษา (Compiler) เพื่อแปลภาษาที่เขียนให้เป็นภาษาเครื่องของชิปตัวนั้นอีกครั้งหนึ่ง โดยจะอยู่ในรูปของ Hex File แล้วนำไปโปรแกรมให้ชิปทำงาน ภาษาระดับสูงที่ใช้กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ มีหลายภาษา เช่น ภาษา BASIC ภาษาซี ภาษา PL/M เป็นต้น

ภาษาซีเป็นภาษาที่ใช้เขียนระบบปฏิบัติการ UNIX และเป็นภาษาที่มีลักษณะการเขียนแบบโครงสร้าง สามารถใช้แก้ปัญหาโปรแกรมที่มีความซับซ้อนได้ดี โครงสร้างของการเขียนโปรแกรมจะอยู่ภายในเครื่องหมาย { } ในปี ค.ศ. 1985 ได้มีการเริ่มใช้ภาษาซีในการเขียนโปรแกรมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์อยู่หลายตัว

ภาษา PL/M เป็นภาษาของอินเทลที่เริ่มใช้กับ โปรเซสเซอร์เบอร์ 8080 รูปแบบภาษาจะคล้ายกับภาษาปาสคาลแต่มีโครงสร้างที่คล้ายกับภาษาซี แต่การอ่านคำสั่งจะทำได้ง่ายกว่า การใช้งานภาษานี้กับ MCS-51 จะเขียนโปรแกรมให้ทำงานทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนไม่ได้ ใช้ตัวแปรทศนิยมและฟังก์ชันทางตรีโกณไม่ได้ การใช้ภาษาซีและภาษา PL/M กับงานไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่ายกว่าการใช้ภาษาแอสเซมบลี

ภาษา BASIC เป็นภาษาแรกที่นิยมใช้ในการเริ่มต้นเขียนโปรแกรมบน เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และแปลให้เป็นภาษาเครื่องในรูปแบบ Hex File จากนั้นนำโปรแกรมไปลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ระบบทำงาน โดยภาษาระดับสูงที่นิยมใช้กันก็คือภาษาแอสเซมบลีได้เป็นอย่างดี เนื่องจากภาษาซีมีการทำงานใกล้เคียงกับภาษาแอสเซมบลีมากที่สุด ทำให้การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซีสามารถเขียนภาษาแอสเซมบลีรวมไปได้ ที่เรียกกันว่า In-line Assembly และเนื่องจากภาษาซีเป็นภาษาที่ใช้การเขียนโปรแกรมแบบโครงสร้าง (Structured Language) ทำให้เราสามารถสร้างฟังก์ชันต่างๆ เก็บไว้ และนำมาเรียกใช้ในภายหลังได้ ทำให้การพัฒนาโปรแกรมใหญ่ๆ ทำได้ง่ายและเร็วขึ้น

2.2.3 โปรแกรมภาษาชั้นสูง

ภาษาชั้นสูง (High Level Language) เป็นรูปแบบของชุดคำสั่งอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับประโยคภาษาอังกฤษที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะมีความคุ้นเคยมากกว่าคำสั่งของภาษาแอสเซมบลี การสร้างโปรแกรมด้วยภาษาชั้นสูงจะทำให้เราสามารถสั่งงานได้ง่ายมากขึ้น เนื่องจากไม่จำเป็นต้องให้ความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับรีจิสเตอร์หรือการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์แต่อย่างใด ตัวอย่างของโปรแกรมภาษาชั้นสูงในภาพที่ 2-1

```

main()
{
    char i;

    i = 0;          /* clear value in a variable */
    i = i+1;        /* and then increment */
}

```

ภาพที่ 2-1 โปรแกรมขั้นสูงโดยใช้ภาษาซี สำหรับการสั่งงานเพื่อให้มีการกำหนดค่าศูนย์ให้กับตัวแปร และจากนั้นจึงทำการบวกค่าของภายในตัวแปรดังกล่าว

การแปลความโปรแกรมขั้นสูงไปเป็นรหัสคำสั่งที่เครื่อง สามารถทำความเข้าใจได้จะต้องใช้โปรแกรมที่เรียกว่า คอมไพเลอร์ (Compiler) ซึ่งจะทำการตรวจสอบความคิดพลาดของรูปแบบการใช้งาน ภาษาขั้นสูงที่นำมาใช้ในงานควบคุมมีอยู่หลายภาษา เช่น ภาษาซี (C Language) ภาษาเบสิก (BASIC Language) และภาษา PL/M เป็นต้น ดังนั้นหากต้องการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซีและนำไปใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 ต้องจัดหาโปรแกรมคอมไพเลอร์ภาษาซีที่สามารถสร้างรหัสคำสั่งของ 8051 ได้ ซึ่งมักเรียกกันว่า โปรแกรม 8051 ซี คอมไพเลอร์ (8051 C Compiler) เป็นต้น

การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาขั้นสูงนั้น สามารถทำได้ด้วยความรวดเร็วและง่ายกว่าภาษาแอสเซมบลีมาก แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างโปรแกรมที่ทำงานได้เหมือนกัน โปรแกรมภาษาขั้นสูงจะเขียนได้เสร็จเร็วกว่า เพราะแต่ละบรรทัดของภาษาขั้นสูงนั้นหากแปลไปเป็นภาษาแอสเซมบลีที่เทียบเท่าแล้วจะได้หลายบรรทัด ดังแสดงให้เห็นในภาพที่ 2-3 ข้อดีของโปรแกรมภาษาขั้นสูงคือการมีลักษณะที่เป็นการอธิบายความในตัวเอง (Self Document) ดังนั้นไม่ว่าผู้เขียนโปรแกรมหรือผู้อื่นมาอ่านโปรแกรมในภายหลังก็จะสามารถทำความเข้าใจได้อย่างไม่ยากนัก

โปรแกรมภาษาขั้นสูงนั้น แม้ว่าเมื่ออยู่ในรูปของโปรแกรมแล้วจะมีจำนวนบรรทัดไม่มากนัก แต่เมื่อนำไปคอมไพล์จะใช้หน่วยความจำมาก ยกตัวอย่างเช่น การบวกเลข $1 + 1$ หากเขียนด้วยภาษาแอสเซมบลีอาจมีความยาวสี่บรรทัดซึ่งเป็นรหัสคำสั่งเพียง 4 ชุด แต่หากนำมาเขียนด้วยภาษาขั้นสูงแม้ว่าจะใช้เพียงหนึ่งบรรทัด แต่รหัสคำสั่งภายหลังการคอมไพล์อาจจะมีขนาดมากถึง 50 ชุด ทั้งนี้เพราะว่า โปรแกรมคอมไพเลอร์จะทำการสร้างโปรแกรมพิเศษที่ส่วนต้นของโปรแกรมทุกครั้ง จึงมีผลทำให้โปรแกรมมีขนาดค่อนข้างใหญ่มาก อย่างไรก็ตาม ถ้าโปรแกรม ต้นฉบับมีขนาดใหญ่มากขึ้น ขนาดโปรแกรมคำสั่งในขั้นตอนสุดท้ายก็จะมีขนาดที่ไม่แตกต่างไปจากนี้มากนัก

```

;lst: 1: main()
;lst c: 2: {
    global    stack_internal
    defseg    c_text,class=CODE:
    global    _main
    signat    _main,26
    seg       c_text
    file      "tst.c"
    line      2

_main
    inc       sp
    mov       rl,sp
    mov       @rl,5
;lst.c: 7: }
    line      7
    dec       sp
    ret
    end

```

ภาพที่ 2-2 โปรแกรมภาษาแอสเซมบลีภายหลังการแปลความจากโปรแกรมภาษาชั้นสูง
(จากภาพที่ 2-1)

2.2.4 แนวการพิจารณาเลือกใช้ภาษาในการสร้างโปรแกรม

เมื่อพิจารณาลักษณะของภาษาทั้งหมดที่กล่าวผ่านมา ซึ่งจำแนกได้เป็นสามลักษณะ คือ ภาษาเครื่อง ภาษาแอสเซมบลี และภาษาชั้นสูง การพิจารณาเลือกใช้งานจะไม่ใช้ภาษาเครื่องโดยตรง เนื่องจากมีความยุ่งยากและผิดพลาดได้ง่าย สำหรับภาษาที่เหลือนั้นมีแนวการพิจารณาโดยพื้นฐาน ได้ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 พิจารณาการเลือกใช้ภาษาในการสร้างโปรแกรม

ประเภทของภาษา	ลักษณะงานประยุกต์ที่เหมาะสม
ภาษาแอสเซมบลี	1. โปรแกรมที่มีขนาดเล็กถึงกลาง และไม่มี ความซับซ้อนในการควบคุม 2. ระบบที่มีขนาดหน่วยความจำสำหรับเก็บ โปรแกรมจำกัด หรือ ไม่สามารถเพิ่มเติมขนาดหน่วยความจำได้ ทั้งอาจจะเป็นสาเหตุจากการ ลดต้นทุนค่าใช้จ่าย หรือขนาดของแผงวงจรที่มีพื้นที่จำกัด 3. ต้องการความรวดเร็วในการประมวลผลใกล้เคียงกับเวลาที่เ็นจริงที่สุด
ภาษาชั้นสูง	1. โปรแกรมที่มีขนาดใหญ่ หรือมีความซับซ้อนของการดำเนินงานมาก 2. ระบบที่ต้องการพื้นที่หน่วยความจำในการประมวลผลมาก 3. ระบบที่มีลักษณะการดำเนินงานที่ต้องมีการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ มากกว่างานของการควบคุม หรือตรวจสอบลอจิกการทำงานแบบปกติ

2.2.5 ขั้นตอนของการพัฒนาโปรแกรม

ขั้นตอนทั้งหมดของการพัฒนาโปรแกรม โดยใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือช่วยพัฒนา เริ่มต้นผู้ใช้ควรจะทำการเขียนโปรแกรมมาก่อนล่วงหน้าบนกระดาษ และนำมาจัดเก็บเป็นไฟล์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยการพิมพ์เข้าไปอีกครั้งหนึ่ง การ โปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้เราสามารถพิมพ์ข้อความ และนำไปใช้ในภาษาเครื่องคอมพิวเตอร์ได้นั้น เรียกว่า โปรแกรมเอดิเตอร์ (Editor) และ โปรแกรมชุดคำสั่งที่สร้างขึ้นเพื่อสั่งงานไมโครคอนโทรลเลอร์ นั้นเรียกว่า โปรแกรมต้นฉบับ (Source Program) ซึ่งจะถูกนำไปใช้งานโดยโปรแกรมอื่นๆ ต่อไป

เนื่องจากชุดคำสั่งที่เขียนเพื่อสั่งงานไม่สามารถนำไปใช้สั่งงานไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง จำเป็นต้องทำการเปลี่ยนรูปแบบคำสั่งดังกล่าว ไปเป็นรหัสตัวเลขภาษาเครื่องในรูปแบบรหัสข้อมูลเลขฐานสองหรือเลขฐานสิบหก โดยใช้โปรแกรมแอสเซมบลอร์ ซึ่งในบางครั้งขั้นตอนการทำงานนี้อาจจะต้องการโปรแกรมประเภทลิงเกอร์ (Linker) เพื่อทำการเชื่อมโยงข้อมูลบางอย่างร่วมด้วย ผลที่ได้รับภายหลังจากการแปลความนี้จะได้โปรแกรมออกมาหลายประเภท เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ กัน เช่น โปรแกรมรูปแบบข้อมูลเลขฐานสิบหก (Hex Format Program) หรือโปรแกรมภาษาเครื่องแบบเลขฐานสอง เป็นต้น

โดยปกติแล้ว ก่อนที่จะนำโปรแกรมภาษาเครื่องที่ได้ไปทดลองในระบบจริง สามารถใช้ โปรแกรมซิมูเลเตอร์ (Simulator) เป็นโปรแกรมช่วยงานประเภทหนึ่งที่จะทำการจำลองแบบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างมาก เนื่องจากจะทำให้สามารถทดสอบการทำงานของโปรแกรมได้ โดยไม่จำเป็นต้องนำไปทดสอบบนระบบที่แท้จริง ความสามารถของโปรแกรมซิมูเลเตอร์นี้จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถติดตามการทำงาน

ของโปรแกรมที่สร้างขึ้นได้อย่างใกล้ชิด สามารถทำการตรวจดูค่าหรือสถานะต่างๆ ภายในไอซี ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ นอกจากนี้ยังมีความสามารถที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง คือ การกำหนดจุดหยุด (Breakpoints) เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ประมวลผลมาถึงแอดเดรสที่ระบุไว้ก็จะหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติซึ่งใช้ตรวจดูค่าของตัวแปรภายในหน่วยความจำ จากนั้นสามารถสั่งให้โปรแกรมทำงานที่ตำแหน่งหลังจากบรรทัดที่มีการหยุดค้างนั้นไว้ต่อไปได้ ในกรณีที่มีการใช้วงจรฮาร์ดแวร์เข้ามาประกอบกับโปรแกรมซิมูเลเตอร์ จะเป็นลักษณะเครื่องมืออีกประเภทหนึ่งที่เรียกว่า อีมูเลเตอร์ (Emulator) ซึ่งแทนที่จะเป็นการจำลองแบบการทำงาน ก็สามารถรับหรือประมวลผลข้อมูลจากสภาพการทำงานจริงได้ทันที

หลังจากที่โปรแกรมที่สร้างขึ้นได้รับการตรวจสอบการทำงานแล้วว่าถูกต้อง และเป็นไปตามความต้องการแล้ว จากนั้นนำโปรแกรมนี้อุปกรณ์ไปบรรจุไว้ในไอซีหน่วยความจำ EPROM โดยใช้เครื่องมือพิเศษที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อทำหน้าที่ดังกล่าวนี้ เรียกว่า เครื่องโปรแกรม อีพรอม (EPROM Programmer) ข้อมูลภายในโปรแกรมภาษาเครื่องเป็นทั้งแบบที่เป็นข้อมูลเลขฐานสอง หรือฐานสิบหกมาจัดเก็บภายใน EPROM ซึ่งสามารถนำไปใส่ภายในระบบที่ออกแบบไว้ตามความต้องการ

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกแสตมป์

2.3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Basic Stamp กับการสร้างหุ่นยนต์

การยอมรับจากผู้ใช้งาน Basic Stamp ที่สามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบหลักของโครงการในการสร้างหุ่นยนต์ Basic Stamp มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอื่นๆ และใช้ภาษาเบสิกที่ได้รับความนิยมในหมู่นักสร้างหุ่นยนต์มือสมัครเล่น และแม้กระทั่งวิศวกรผู้ออกแบบซึ่งมองหาวิธีการออกแบบระบบไมโครโพรเซสเซอร์ที่ไม่แพงนัก Basic Stamp รุ่นปัจจุบันได้รับการพัฒนามากขึ้นอย่างมากจากรุ่นก่อนๆ ทั้งในเรื่องของความเร็ว ความจุของหน่วยความจำ การโปรแกรมที่ง่ายขึ้น และจำนวนขาสัญญาณเข้า – ออก ที่มากขึ้น เพื่อใช้ติดต่อกับมอเตอร์ สวิตช์ และส่วนอื่นๆ ของหุ่นยนต์

2.3.2 โครงสร้างภายในของ Basic Stamp

Basic Stamp เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้รับการพัฒนาจากไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น PIC (Peripheral Interfacing Controller) ของบริษัท Microchip Technology ซึ่ง PIC จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ภาษาเหมือนกับภาษาเบสิก หรือ PBASIC ซิปของ Basic Stamp จะเก็บคำสั่งที่ดาวน์โหลดจาก PC เมื่อสั่งรันโปรแกรม ตัวแปลภาษา (Interpreter) ภายในจะแปลคำสั่งให้เป็นโคด (Code) ที่ชิปสามารถเข้าใจได้

การใช้ Basic Stamp จะให้ผลเหมือนกับการโปรแกรมวงจรทางไฟฟ้าเข้าไปในไมโครคอนโทรลเลอร์โดยตรง จึงทำให้การออกแบบวงจร Basic Stamp ไม่ต้องใช้วงจรไฟฟ้าที่ซับซ้อน ไม่จำเป็นต้องใช้วงจรลอจิก (Logic) ฟลิปฟล็อป (Flip-Flop) หรือฮาร์ดแวร์ (Hardware) ต่างๆ สามารถโปรแกรมเข้าไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่เหมือนวงจรเหล่านี้ และทำทุกอย่างในซอฟต์แวร์ (Software) เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมาเหมือนกับเราต่อวงจรไฟฟ้าเหล่านี้จริงๆ

เนื่องจาก Basic Stamp รับสัญญาณภายนอก ดังนั้นจึงสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับสัญญาณเหล่านั้นได้ เช่นสามารถใช้ขาสัญญาณอินพุตอันหนึ่งเป็นขาสัญญาณออกและเชื่อมต่อกับมอเตอร์เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณขาเข้า เช่น สวิตช์ก็สามารถจะโปรแกรมให้หุ่นยนต์กลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ได้ เนื่องจากสิ่งเหล่านี้ถูกกระทำภายใต้การโปรแกรม จึงเป็นการง่ายกว่าที่จะทำการปรับเปลี่ยนหรือปรับปรุงหุ่นยนต์

Basic Stamp มีด้วยกันหลายรุ่น นับตั้งแต่รุ่นแรก คือ Basic Stamp Rev D, Basic Stamp I (BSI), Basic Stamp II (BSII) และ Basic Stamp II-SX ถึงแม้ว่า Rev D และ BSI จะเป็นที่ยอดนิยมในยุคนั้น แต่ก็ยังมีข้อจำกัดหากใช้ในงานของหุ่นยนต์ ซึ่งสิ่งนี้ทำให้ BSII และ BSII-SX เป็นที่ยอมรับในเวลาต่อมา ทั้งสองตัวนี้จะมียุคประเภทย่อยที่คล้ายคลึงกัน แต่ BSII-SX จะมีความเร็วมากกว่า การพัฒนาของตัว Basic Stamp สามารถค้นคว้าเพิ่มเติมได้โดยตรวจสอบจากเว็บไซต์ของบริษัท Parallax ที่ www.parallaxinc.com

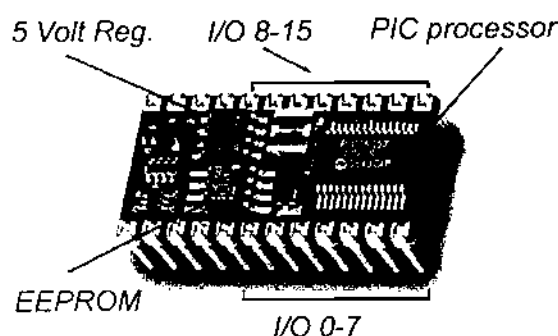
Basic Stamp ใช้หน่วยความจำ 2 แบบ คือ PROM และ RAM หน่วยความจำ PROM จะใช้เก็บตัวแปลภาษา PBASIC ส่วน RAM จะใช้เก็บข้อมูลในระหว่างที่โปรแกรมกำลังทำงานอยู่ โค้ดโปรแกรมที่เราดาวน์โหลดจาก PC จะถูกนำไปเก็บไว้ในอีกส่วนหนึ่ง (แต่ก็เป็นส่วนของ Basic Stamp เช่นกัน หน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมนี้ก็คือ EEPROM นั่นเอง)

ในระหว่างการพัฒนาโปรแกรม ตัวโปรแกรม PBASIC จะถูกดาวน์โหลดลงใน Basic Stamp ผ่านทางพอร์ตอนุกรม โปรแกรมที่ถูกเก็บไว้ใน EEPROM ถูกอ่านและแปลทีละบรรทัด ในระหว่างที่โปรแกรมทำงานข้อมูลชั่วคราวต่างๆ จะถูกเก็บไว้ใน RAM ให้สังเกตว่า EEPROM จะเป็นหน่วยความจำประเภทที่เรียกว่า Non-Volatile นั่นคือ เมื่อนำแหล่งจ่ายไฟออก โปรแกรมก็จะยังคงอยู่ ซึ่งจะตรงกันข้ามกับ RAM ที่ข้อมูลทั้งหมดจะหายไปเมื่อไม่มีแหล่งจ่ายไฟ ข้อสังเกตอีกข้อหนึ่งก็คือ ตัวแปลภาษา PBASIC ที่ถูกเก็บใน PROM จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

Basic Stamp II จะเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวอื่นๆ คือ มีพื้นที่หน่วยความจำที่จำกัด และสามารถจะมีหน่วยความจำ EEPROM ได้แค่ 2 กิโลไบต์ และมี RAM อยู่แค่ 32 ไบต์ โดยที่ 6 ไบต์ ถูกจองไว้สำหรับเก็บข้อมูลของขาสัญญาณเข้า-ออก ดังนั้นจึงมี RAM จริงๆ เหลือเพียง 26 ไบต์ สำหรับเก็บข้อมูลชั่วคราว ในกรณีส่วนใหญ่ จำนวนหน่วยความจำที่กล่าวมาจะเพียงพอ

สำหรับการโปรแกรมหุ่นยนต์ แต่ถ้าต้องการการออกแบบที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นไปอีก ก็สามารถเลือกใช้ Basic Stamp II-SX ซึ่งมีหน่วยความจำที่มากกว่าได้

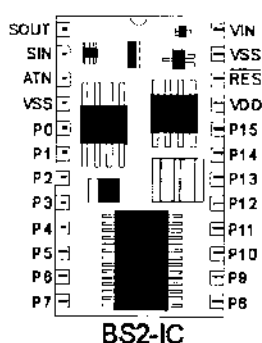
ภาพที่ 2-3 เป็นชุด Basic Stamp II ประกอบด้วย ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรเสริมอื่นๆ ซึ่งทั้งหมดนี้จะรวมอยู่บนแผ่นวงจรเดียวกัน ส่วนใหญ่จะมีขาสัญญาณ 24 ขา ที่จริงแล้ว BSIH ถูกออกแบบมาให้สามารถใส่ลงไปในซ็อกเก็ตแบบ 24 ขา ได้ BSIH จะประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งมีตัวแปลภาษาอยู่ภายใน วงจรควบคุมแรงดันไป 5 โวลต์ วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา และ EEPROM แบบอนุกรม (Serial EEPROM)



ภาพที่ 2-3 ตัว Basic Stamp II มีขนาดเท่ากับ IC ขนาด 24 ขา

2.3.3 แบบแปลนของขาสัญญาณ Basic Stamp II

Basic Stamp II จะเป็นชิปแบบ 24 ขา โดยจะเป็นขาสัญญาณเข้า-ออก 16 ขา ซึ่งสามารถใช้ติดต่อกับหุ่นยนต์ได้ เช่นสามารถใช้ขาสัญญาณใดสัญญาณหนึ่งเพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ หรืออาจใช้สเตปเปอร์มอเตอร์หรือมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้ โดยสามารถเพิ่มวงจรขับเคลื่อนด้วย ถ้าใช้เป็นขาสัญญาณขาออกจะสามารถให้กระแสไฟฟ้า (Source) ได้ 20 มิลลิแอมแปร์ ที่แรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ และสามารถรับกระแสสูงสุด (Sink) ได้ที่ 25 มิลลิ-แอมแปร์ ที่แรงดันไฟฟ้า 0 โวลต์ อย่างไรก็ตาม ไม่ควรจะให้หรือรับกระแสไฟฟ้าเกิน 80 มิลลิแอมแปร์ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ขับหลอด LED หลายนๆ ดวง ได้โดยปราศจากวงจรบัฟเฟอร์เพื่อขับกระแสไฟฟ้าให้สูงขึ้น หรือสามารถจะต่อ BSIH เข้ากับอุปกรณ์ตรวจจับระยะทาง สวิตช์บัมเปอร์ และอุปกรณ์ตรวจจับอื่นๆ ทิศทางของขาสัญญาณแต่ละขาสามารถกำหนดได้โดยอิสระต่อกัน ดังนั้นบางขาอาจจะใช้เป็นสัญญาณขาเข้า และบางขาอาจจะใช้เป็นสัญญาณขาออก สามารถจะเปลี่ยนทิศทางของขาสัญญาณ



ภาพที่ 2-4 ขาสัญญาณของ Basic Stamp II

จากภาพที่ 2-4 แสดงขาสัญญาณของตัว BSII ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 3 พอร์ต คือ A, B และ C พอร์ต A จะใช้สำหรับการติดต่อภายใน นั่นคือ จากขาสัญญาณอนุกรมไปยังตัว EEPROM รวมทั้ง ขาสัญญาณอนุกรมที่ใช้ในการติดต่อกับ PC ระหว่างการโปรแกรม ดังนั้นจะเหลือพอร์ต B และ C ไว้สำหรับเป็นขาสัญญาณเข้า - ออก การใช้คำสั่งของ PBasic ทำให้เราสามารถจะควบคุมพอร์ตหรือ ควบคุมแต่ละบิตของพอร์ตนั้นๆ ได้

2.3.4 ศึกษาวิธีการใช้ PBASIC

ภาษาที่ใช้ควบคุมการทำงานของ Basic Stamp ก็คือภาษา PBASIC ภาษา PBASIC ได้รับการปรับปรุงมาตลอดพร้อมๆ กับการปรับปรุง Basic Stamp ทั้งในเรื่องของไวยากรณ์ และคำสั่ง นั่นคือ PBASIC1 จะใช้สำหรับ Basic Stamp I ส่วน Basic Stamp II ก็ใช้ PBASIC 2

การพัฒนาโปรแกรมสามารถใช้ตัวอิดิเตอร์ (Editor) ของ Basic Stamp เพื่อเขียนตัวโปรแกรม PBASIC ในตัวอิดิเตอร์จะอนุญาตให้เขียน แก้ไข เปิด หรือบันทึกไฟล์โปรแกรมของ Basic Stamp ได้ และอนุญาตให้คอมไพล์และดาวน์โหลดโปรแกรมไปยัง Basic Stamp ระหว่างการดาวน์โหลด เราจะเชื่อมต่อตัวบอร์ดของ Basic Stamp เข้ากับ PC โดยใช้สายเคเบิลสำหรับโปรแกรม โดยการติดต่อจะกระทำผ่านพอร์ตอนุกรม ของ PC

ภาษา PBASIC เหมือนกับภาษาอื่นๆ ที่ประกอบด้วยคำสั่งต่างๆ เช่น คำสั่งหนึ่งอาจจะบอกให้ ตัวชิปปรับคำสั่งออกมาจากขาสัญญาณ ในขณะที่บางคำสั่งอาจจะบอกให้คอยเพื่อกระทำบางอย่าง รูปแบบ ประโยคคำสั่งทั้งหมดของภาษา PBASIC สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนตัวแปร และขาสัญญาณ ส่วนควบคุมทิศทางของโปรแกรม (Flow Control) และส่วนที่ทำหน้าที่พิเศษ

2.3.4.1 ส่วนของตัวแปรและขาสัญญาณ/พอร์ต

ภาษา PBASIC ก็เหมือนกับโปรแกรมอื่นๆ คือ จะใช้ตัวแปรเพื่อเก็บค่าบิตและข้อมูลระหว่าง ที่โปรแกรมทำงาน ตัวแปรสามารถมีได้หลายขนาด แต่ควรจะเลือกใช้ตัวแปรที่มีขนาดเล็กที่สุด ซึ่งจะทำให้เราสามารถประหยัดตัวแปรใน RAM ได้

ภาษา PBASIC จะมีตัวแปรอยู่ 4 ชนิด ดังนี้

Bit	1	บิต (1/8 ของไบต์)
Nibble	4	บิต
Byte	1	ไบต์ (8 บิต)
Word	2	ไบต์ (16 บิต)

ตัวแปรจะต้องมีการประกาศก่อนใช้ โดยใช้ประโยคคำสั่งดังนี้

VarName var VarType
โดย VarName คือ ชื่อของตัวแปร และ VarType คือ ชนิดของตัวแปร เช่น

Red	var	bit
Blue	var	byte

Red จะเป็นบิต และ Blue จะเป็นไบต์ ให้สังเกตว่าตัวอักษรใหญ่เล็กจะไม่มีผลแตกต่างในภาษา PBASIC และจะให้ผลเหมือนกัน

เมื่อถูกประกาศแล้ว ตัวแปรจะสามารถใช้ได้ในทุกที่ของโปรแกรม เช่น

Red	=	1
Blue	=	12

ตัวแปรจะสามารถให้ค่าได้โดยการใช้ผลทางคณิตศาสตร์ หรือใช้รับค่าจากขาสัญญาณเข้าได้ เช่น สมมติว่าขาสัญญาณขาเข้าต่ออยู่กับ สวิตช์ โดยทั่วไปเมื่อสวิตช์เปิด ค่าสถานะที่ขาสัญญาณจะเป็น 0 (LOW) สมมติว่าใช้ตัวแปรชื่อ Switch เก็บค่าสถานะของขาสัญญาณ ดังนั้น ตัวแปร Switch จะมีค่าเท่ากับ 0 คราวใดที่สวิตช์เปิดอยู่ ถ้าสวิตช์ปิดลง ตัวแปร Switch จะมีค่าเท่ากับ 1 (HIGH)

ตัวแปรจะเก็บค่าซึ่งเปลี่ยนแปลงไประหว่างที่โปรแกรมทำงานอยู่ นอกจากนี้ PBASIC ยังสามารถใช้ตัวแปรค่าคงที่จะถูกประกาศโดยใช้คำสั่ง con

Myconstant	con	5
------------	-----	---

Myconstant จะเป็นชื่อของค่าคงที่ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5 โดยปกติตัวแปรค่าคงที่จะไม่กินพื้นที่ของ RAM และมักจะถูกใช้ในการแก้ไขส่วนต่างๆ ของโปรแกรม

Basic Stamp จะมองขาสัญญาณทั้ง 16 ขาให้เป็นหน่วยความจำที่เพิ่มเข้ามา ค่าบิตที่ขาสัญญาณแต่ละขาจะเหมือนกับตัวแปร 1 บิต ถ้าขาสัญญาณเป็นสัญญาณขาเข้า จะมีค่าเป็น 0 หรือ 1 ก็ขึ้นอยู่กับสถานะของวงจรภายนอกที่ต่ออยู่กับ Basic Stamp ตัวอย่างที่ดีอันหนึ่งก็คือ สวิตช์ ซึ่งสามารถเปิดหรือปิด และจะให้ค่าของขาสัญญาณนั้นเป็น 0 หรือ 1

เมื่อขาสัญญาณใช้เป็นสัญญาณขาออก จะถูกเปลี่ยนสถานะได้โดยใช้คำสั่ง high, low และ toggle ในแต่ละกรณี ตัวเลขขาสัญญาณจะถูกระบุเพื่อบอก Basic Stamp ให้รู้ว่าต้องการจะเปลี่ยนสถานะของขาสัญญาณใด

High จะทำให้ขาสัญญาณมีสถานะสูง (1)

Low จะทำให้ขาสัญญาณมีสถานะต่ำ (0)

Toggle ใช้สลับสถานะของขาสัญญาณ

ด้านล่างนี้คือตัวอย่างของคำสั่งข้างต้น (การใช้เครื่องหมาย ‘ จะหมายถึงคำอธิบายของโปรแกรม)

High 1 ‘ put i/o pin 1

Low 12 ‘ put i/o pin 12

Toggle 5 ‘ change i/o pin = (RB5) opposite to it s previous value

มีหลายวิธีที่ใช้พิจารณาค่าของขาสัญญาณ โดยส่วนใหญ่จะใช้คำสั่งพิเศษ นอกจากนี้ยังสามารถจะอ้างอิงค่าของสัญญาณขาเข้าโดยใช้คำสั่ง Inx โดยที่ x คือ ตัวเลขของขาสัญญาณ เช่น ถ้าต้องการอ่านค่าสัญญาณขาเข้าที่ขาที่ 3 และเก็บไว้ที่ตัวแปร สามารถเขียนคำสั่งได้ดังนี้

someVar = in3

2.3.4.2 ส่วนควบคุมทิศทางของโปรแกรม (Flow Control)

ส่วนควบคุมทิศทางจะบอกโปรแกรมว่าจะต้องทำอะไรต่อไป ประโยคคำสั่งที่นิยมใช้ คือ if ซึ่งใช้ในประโยคเงื่อนไขที่จะกระทำในส่วนของโปรแกรม ถ้าเงื่อนไขเป็นจริง ส่วนควบคุมทิศทางอีก 2 คำสั่งก็คือ goto และ gosub ซึ่งใช้ในการกระโดดไปยังส่วนใดส่วนหนึ่งของโปรแกรม และอีกคำสั่งคือ For ซึ่งใช้ในการกระทำส่วนหนึ่งของโปรแกรมหลายๆ ครั้งตามจำนวนครั้งที่กำหนดไว้ ลองมาดูที่คำสั่ง If กันก่อน

คำสั่ง If มักจะใช้คู่กับคำสั่ง Then ไวยากรณ์ของคำสั่งเป็นดังนี้

If Expression then label

Expression คือ ประโยคเงื่อนไข ซึ่งจะมีค่าเป็นจริงเป็นเท็จ ส่วน Label จะเป็นส่วนที่โปรแกรมจะกระโดดไป ตัวอย่างหนึ่งของการใช้ Expression คือ การเช็ค่าตัวแปรหรือค่าสัญญาณขาเข้าว่ามีค่าตรงกับสัญญาณที่กำหนดไว้หรือไม่

If myVar = 1 then Flash

ถ้า ค่าของ MyVar เท่ากับ 1 (ประโยคเป็นจริง) ประโยคจะกระโดดไปที่บรรทัดที่ชื่อ Flash ตัวชื่อของบรรทัด (Label) จะตามหลังด้วยเครื่องหมาย: ดังนี้

Flash:

... Rest of the code goes here

ประโยคคำสั่ง if สามารถใช้ตัวดำเนินการทางตรรกะดังข้างล่างนี้

- = เท่ากับ
- <> ไม่เท่ากับ
- > มากกว่า
- < น้อยกว่า
- >= มากกว่าหรือเท่ากับ
- <= น้อยกว่าหรือเท่ากับ

ประโยคคำสั่ง If ใน PBASIC ก่อนข้างจะแปลกว่าภาษาโปรแกรมในปัจจุบัน กล่าวคือ ผลของการเปรียบเทียบจะทำให้โปรแกรมกระโดดไปที่บรรทัดที่ระบุไว้ สังเกตว่าจะไม่มีส่วนของ คำสั่ง Else อยู่ใน PBASIC ดังนั้นจะต้องเขียนส่วนของโปรแกรมทั้งสองส่วนที่รองรับค่าจริงและค่าเท็จของประโยคเงื่อนไข เช่น

```
if aNumber < 100 then isles
debug "greater than or equal to 100
stop

isles:
debug "less than 100"
stop
```

ควรสังเกตส่วนของโปรแกรมข้างต้นว่าทำงานอย่างไร ถ้าตัวแปร Anumber มีค่าน้อยกว่า 100 ตัวแปรก็จะกระโดดไปกระทำที่บรรทัด Isles และคำสั่ง debug จะแสดงผลข้อความ "Less than 100" ออกมา แต่ถ้า Anumber มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 100 โปรแกรมก็จะทำงานในบรรทัดต่อไปเลย โดยไม่กระโดดไปที่บรรทัด Isles โดยคำสั่ง Debug จะแสดงข้อความ "greater than or 100" ออกมา ให้สังเกตว่าเราได้แนะนำคำสั่งใหม่อีกคำสั่ง คือ Stop ซึ่งใช้หยุดการทำงานของโปรแกรม

คำสั่ง Goto และ Gosub จะถูกใช้คู่กับชื่อของบรรทัด (Label) เพื่อให้โปรแกรมกระโดดไปทำงานในส่วนนั้น คำสั่ง Goto มักจะใช้ในการวนรอบแบบไม่สิ้นสุด (Endless Loop) ดังนี้

```
High 1
RepeatCode:
    Pause 100
    Toggle 1
    Goto RepeatCode
```

ในโปรแกรมนี้ตัวแปรสถานะที่ 1 จะถูกตั้งค่าสถานะสูง จากนั้นโปรแกรมจะหยุดทำงาน 0.1 วินาที จากนั้นก็จะสลับสถานะของตัวแปรสถานะที่ 1 ให้เป็นตรงกันข้าม คำสั่ง Goto จะสั่งให้โปรแกรมกลับไปบรรทัด RepeatCode ทุกๆรอบของการทำงาน ตัวแปรสถานะที่ 1 จะถูกสลับสถานะ ดังนั้นถ้าตัวแปรสถานะต่ออยู่กับหลอด LED ไฟก็จะกะพริบด้วยความเร็ว 100 ครั้งต่อวินาที

คำสั่ง Gosub จะเหมือนกับ Goto ยกเว้นเมื่อโปรแกรมได้ทำงานในส่วนที่กระโดดไปเรียบร้อยแล้วก็จะกลับมาที่เดิมก่อนจะกระโดดไปดังนี้

```
High 1
Low 2
Gosub FlashLED
'... Some other code here
Stop
```

FlashLED:

```
Toggle 1
Toggle 2
Pause 100
```

Return

โปรแกรมจะเริ่มต้นโดยการตั้งค่าสถานะของตัวแปรสถานะที่ 1 เป็นสถานะสูงและตัวแปรสถานะที่ 2 เป็นสถานะต่ำ จากนั้นจะเรียกส่วนของโปรแกรมบรรทัด Flash LED ด้วยคำสั่ง Gosub ซึ่งจะสลับสถานะของตัวแปรสถานะที่ 1 และ 2 จากค่าเดิม จากนั้นจะรอจนกว่าจะครบ 0.1 วินาที แล้วจะกลับไปตำแหน่งเดิมของโปรแกรม ให้สังเกตว่า การใช้คำสั่ง Stop ก่อนหน้าบรรทัด Flash LED จะป้องกันไม่ให้โปรแกรมไปทำงานที่บรรทัด Flash LED อีกครั้ง

ประโยคคำสั่ง For จะใช้คู่กับ To และ Next ซึ่งทั้งหมดจะใช้ในการทำงานของส่วนโปรแกรมซ้ำด้วยจำนวนครั้งที่ระบุไว้ รูปแบบคำสั่ง For คือ

```
For Variable = StartValue to EndValue [more statements] next
```

Variable คือตัวแปรที่เก็บค่านับของจำนวนรอบ ตัวแปร StartValue จะเป็นค่าเริ่มต้นที่ใช้ และตัวแปร EndValue จะเป็นค่าสูงสุดที่ Variable สามารถรับได้ เมื่อค่าของ Variable เกินค่าของ EndValue โปรแกรมจะหลุดออกจากลูป (Loop) เช่น

```
For Varname = 1 to 10
```

การวนรอบจะเริ่มต้นที่ค่าเท่ากับ 1 ของ Varname และจะนับไปถึง 10 ลูปจะถูกทำซ้ำ 10 ครั้ง เราอาจจะใช้คำสั่ง step เพื่อบอกให้ลูปนับไปที่ละ 2, 3 วินาที หรือค่าอื่นๆ เช่น

For Varname = 5 to 7

counts from 5 to 7

For Varname = 1 to 100 step 10

counts from 1 to 100 , but steps by 10

ส่วนของโปรแกรมที่อยู่ระหว่างคำสั่ง for และคำสั่ง next จะถูกกระทำ เช่น

High 1

For Varname = 1 to 10

Toggle 1

Pause 100

Next

โปรแกรมนี้จะทำในส่วนของลูปทั้งหมด 10 ครั้ง และแต่ละครั้งจะสลับสถานะของขาสัญญาณที่ 1

2.3.4.3 ส่วนคำสั่งพิเศษ (Special Function)

ภาษา PBASIC ยังมีคำสั่งพิเศษเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานบางอย่างของตัวชิป เช่น คำสั่งที่ใช้สร้างสัญญาณเสียงระดับสูง-ต่ำ หรือเป็นคำสั่งที่ใช้รอการเปลี่ยนแปลงสถานะที่ขา สัญญาณขาเข้า ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะตัวคำสั่งที่มีประโยชน์สำหรับงานควบคุมหุ่นยนต์เท่านั้น

Button คำสั่ง Button จะใช้ตรวจสอบค่าของสัญญาณขาเข้า และจะกระโดดไปที่ส่วนของโปรแกรมที่กำหนดไว้เมื่อปุ่มอยู่ในสถานะต่ำหรือสูง คำสั่งนี้จะอนุญาตให้เลือกว่าจะตรวจสอบขาสัญญาณตัวใด และให้เลือกสถานะของการตรวจสอบ นอกจากนี้ยังมีส่วนหน่วงเวลา (Delay) หลังจากที่ถูกกดหรือปล่อย ซึ่งจะช่วยในการดีเบาสัญญาณ

Debug ตัวอิดิเตอร์ Basic Stamp จะมีหน้าต่างเพื่อใช้แสดงผลจาก Basic Stamp คำสั่ง Debug จะทำให้ค่าตัวเลขหรือตัวหนังสือปรากฏบนจอ ซึ่งมีประโยชน์มากในการแก้ไขโปรแกรม ตัวอย่างเช่น สามารถใช้ Debug เพื่อแสดงสถานะปัจจุบันของขาสัญญาณเพื่อจะได้ทราบว่าการทำงานของโปรแกรมเป็นไปอย่างถูกต้องหรือไม่

Freqout คำสั่ง Freqout จะใช้ในการสร้างความถี่เสียง สามารถจะเลือกขาสัญญาณ ความเวลาในการส่งเสียงออกไป ความถี่เสียงที่ใช้ จุดที่น่าสนใจของ Freqout คือ สามารถจะผสมเสียงสองเสียงเข้าด้วยกันได้โดยการ ใช้ Freqout สองคำสั่ง เช่น วงจรสามารถรวมเสียงที่ความถี่ 440 เฮิรตซ์ เข้ากับเสียงที่มีความถี่ 523 เฮิรตซ์ ผลลัพธ์ก็จะเป็นเสียงดนตรีคอร์ดหนึ่ง เมื่อ Freqout ใช้ขับลำโพง ควรจะต่อตัวเก็บประจุและตัวต้านทานไว้ด้วยเพื่อกรองสัญญาณรบกวน

Input คำสั่ง Input จะใช้ในการกำหนดขาสัญญาณให้เป็นขาสัญญาณขาเข้า เพื่อให้สามารถอ่านได้โดยโปรแกรม ในคำสั่งพิเศษหลายคำสั่ง เช่น Button และ Pulsin ซึ่งจะตั้งค่าสัญญาณให้เป็นสัญญาณขาเข้าโดยอัตโนมัติ ดังนั้นคำสั่งเช่น Input จึงไม่จำเป็นในกรณีนี้

Pause ใช้เพื่อหน่วงเวลาการทำงาน โดยเวลาจะระบุเป็น 1/1000 ของวินาที (Milliseconds) เช่น Pause 1000 หมายถึง ให้หยุดทำงานไว้ 1 วินาที

Pulsing ใช้วัดคาบเวลาของสัญญาณ พัลส์ด้วยความละเอียด 1×10^{-6} วินาที (2 Micro-Seconds) สามารถเลือกใช้หาสัญญาณ และเลือกที่จะวัดการเปลี่ยนแปลงจาก 0 ไป 1 หรือ 1 ไป 0 คำสั่ง Pulsing นี้จะมีประโยชน์มากในการวัดค่าช่วงเวลา เช่น การวัดเสียงสะท้อนที่รับมาจากตัวตรวจจับเสียงด้วยอัลตราโซนิก

Pulsout จะทำงานตรงข้ามกับ Pulsing สามารถสร้างสัญญาณพัลส์ที่มีคาบเวลาดังแต่ 2×10^{-6} ถึง 0.131 วินาที (2 Microseconds to 131 Milliseconds) คำสั่ง Pulsout จึงเหมาะกับการสร้างคลื่นสัญญาณสี่เหลี่ยมที่มีความแม่นยำสูง

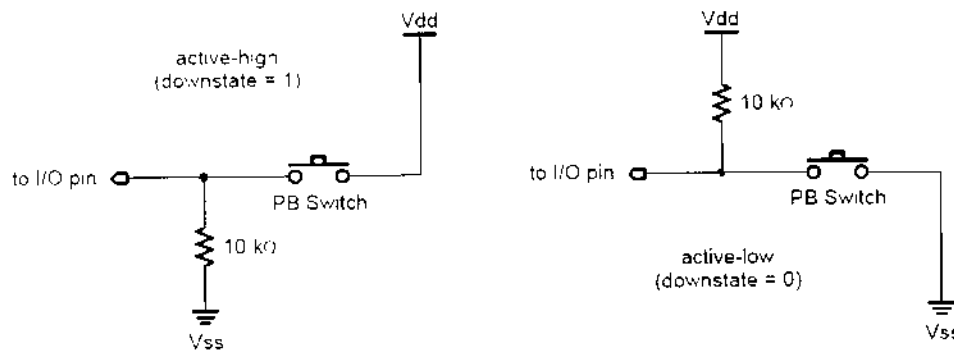
Rctime จะใช้วัดช่วงเวลาที่วงจร RC ใช้ในการคายประจุ ส่วนใหญ่จะใช้ในการวัดค่าของตัวประจุหรือค่าตัวต้านทานของวงจร

Serin และ Serout จะใช้ในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นๆ ในคำสั่งทั้งสอง จะต้องตั้งค่าที่ใช้ในการควบคุมการสื่อสาร เช่น Baud Rate และจำนวนของบิตข้อมูลต่อหนึ่งคำ ตัวอย่างหนึ่งของ Serout คือ การเชื่อมต่อจอ LCD เข้ากับ Basic Stamp เราจะใช้คำสั่ง Serout เพื่อส่งคำสั่งและตัวหนังสือไปยัง LCD

Shifin และ shifout คำสั่ง Sring และ Serout จะใช้ในการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรมโดยใช้สายสัญญาณข้อมูลเส้นเดียว ในขณะที่ Shifting และ Shifout จะใช้ในการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรมโดยใช้สายสัญญาณข้อมูลสองเส้น ข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัดคือ Shifin/Shifout จะใช้หาสัญญาณตัวหนึ่งเพื่อให้สัญญาณนาฬิกาและใช้เป็นจังหวะในการส่งข้อมูล ถ้ามีการรับหรือส่งข้อมูลเพียงอย่างเดียวให้หาสัญญาณเพียงสองขา แต่ถ้ามีการรับส่งข้อมูล วิธีที่ดีที่สุดก็คือการใช้หาสัญญาณสาม คือ ข้อมูลเข้า ข้อมูลออก และสัญญาณนาฬิกา ประโยชน์คำสั่งนี้จะมีประโยชน์มากเมื่อใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น ตัวแปลงสัญญาณอนุกรมให้เป็นสัญญาณแบบขนาน (Serial-to-Paralled Shift Register) และตัวแปลงสัญญาณแบบขนานให้เป็นสัญญาณอนุกรม (Parallel-to-Serial Shift Register) เป็นต้น

2.3.4.4 การเชื่อมต่อกับสวิตช์และอุปกรณ์ดิจิทัล

การเชื่อมต่อกับสวิตช์และอุปกรณ์ดิจิทัล สามารถต่อสวิตช์แบบง่ายๆ เพื่อใช้ในการควบคุม Basic Stamp ด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งดังแสดงในภาพที่ 2-5 ใช้คำสั่ง Button เพื่อพิจารณาสถานะปัจจุบันของตัวสวิตช์ และสามารถดูการเปลี่ยนแปลงจากสถานะต่ำไปสูงหรือสูงไปต่ำ คำสั่งยังมีตัวดีเบายซ์ (Debounce) เพื่อให้ตัว Basic Stamp ไม่วัดค่าสัญญาณรบกวน ซึ่งปกติจะเกิดขึ้นระหว่างที่มีการกดปุ่มโดยไม่มีตัวดีเบายซ์ เมื่อกดสวิตช์จะทำให้เกิดการกระเด็นของสัญญาณหลายครั้ง ซึ่งขึ้นอยู่กับสวิตช์แต่ละชนิด



ภาพที่ 2-5 การต่อสวิตช์เข้ากับขาสัญญาณของ Basic Stamp เพื่อกำหนดสถานะสูงหรือต่ำ เมื่อสวิตช์ถูกกดได้

การใช้คำสั่ง Button จะต้องประกาศค่าตัวแปรเพื่อเก็บค่าสถานะเมื่อสวิตช์ และเขียนโปรแกรมในลักษณะของการวนลูปเพื่อทดสอบจนกว่าจะปิดสวิตช์ รูปของคำสั่งจะเป็นดังนี้

Button Pin, Delay.Rate, ByteVariable, TargetState, Label

in คือขาสัญญาณที่คุณต้องการทดสอบ (0-15)

Downstate ใช้ระบุสถานะเมื่อปุ่มถูกกด ใช้ 0 เมื่อกดปุ่มและทำให้สถานะเป็นกราวด์ (Ground) และใช้ 1 เมื่อมีสถานะตรงข้าม

Delay ใช้ระบุคาบเวลาที่ปุ่มจะต้องถูกกดก่อนที่จะมีการตรวจสอบการกดปุ่มอีกครั้ง (Autorepeat Feature) ค่าที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 0-255 โดยที่ค่า 255 จะหมายถึงต้องการจะใช้ตัวเลือก คีบอร์ด

Rate จะระบุถึงจำนวนรอบระหว่างการตรวจสอบใหม่ ค่าที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 0-225

Byte Variable เป็นค่าตัวแปรชั่วคราว ใช้เก็บค่าของการกดปุ่ม จำเป็นต้องกำหนดให้เป็น 0 ก่อนที่จะมีการใช้คำสั่ง button เป็นครั้งแรก

TargetState ใช้ระบุว่าสถานะใดของปุ่มกดที่จะทำให้เกิดการกระโดดของโปรแกรม

Label ชื่อของบรรทัดที่ให้ตัวโปรแกรมกระโดดไป

ในตัวอย่างต่อไปนี้ เมื่อปุ่มถูกกด จะทำให้ขาสัญญาณที่ 1 มีสถานะต่ำ ตัวโคดโปรแกรมจะใช้ตัวเลือกเบสของคำสั่ง button เพื่อจะทริกเกอร์เพียงครั้งเดียวเมื่อปุ่มถูกกด

Btn var byte ' defines workspace variable for button

Bttn 0 ' initializes

Loop :

Button 1,0,255,bttn,0,NotPressed

Debug "Button pressed! "

NOTPRESSED: GOTO Loop ' repeat forever

สังเกตว่าคำสั่ง Button จะไม่ได้หยุดโปรแกรม การวนลูปจะช่วยให้ Basic Stamp ตรวจสอบค่าสัญญาณขาที่ 1 ตลอดเวลา เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสถานะจาก 1 เป็น 0 โดยสามารถใช้วิธีนี้เพื่อตรวจสอบสถานะของปุ่มหลายๆ ปุ่มในเวลาเดียวกันได้

ผู้เขียนโปรแกรมสามารถใช้คำสั่ง Button สำหรับสัญญาณขาเข้าประเภทอื่นนอกเหนือจากปุ่มกด นอกจากนี้ยังสามารถใช้คำสั่ง Inx เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสถานะที่ขาสัญญาณได้อีกด้วย แต่ไม่ควรใช้คำสั่งนี้กับปุ่มกด เพราะในคำสั่งจะไม่มีตัวเลือกของการดีเบ้าซ์มาให้เหมือนกับการใช้คำสั่ง Button แต่สามารถใช้คำสั่ง Inx หลายๆ คำสั่งเพื่อตรวจสอบขาสัญญาณมากกว่าหนึ่งขาในเวลาเดียวกันได้ ดังตัวอย่างข้างล่างนี้

```
IOPin3    var    bit
```

```
IOPin5    var    bit
```

```
Loop:
```

```
IOPin3 = IN3
```

```
IOPin5 = IN5
```

```
...some other code here
```

```
goto Loop
```

ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเพิ่มโคดโปรแกรมเพื่อทำงานบางอย่างเมื่อ IOPin3 หรือ IOPin5 มีสถานะที่ระบุไว้ เช่น ถ้าต้องการให้โปรแกรมทำอะไรบางอย่างเมื่อขาสัญญาณทั้งสองมีสถานะเป็น 1 ก็ตามเขียนได้ดังนี้

```
If IOPin3 = 1 And IOPin5 = 1 then
```

2.3.4.5 การเชื่อมต่อมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเข้ากับ Basic Stamp

Basic Stamp เหมาะสำหรับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ต่ออยู่กับวงจรขั้วรูปตัว H ในวงจรขั้วรูปตัว H ที่ใช้มอเตอร์หนึ่งตัว Basic Stamp จะควบคุมการเปิด - ปิดมอเตอร์ด้วยขาสัญญาณหนึ่งขา และควบคุมทิศทางการหมุนด้วยขาสัญญาณอีกขาหนึ่งด้วยการใช้คำสั่ง High และ low ทำให้เราสามารถควบคุมมอเตอร์ได้อย่างง่ายดาย นั่นคือ สามารถจะเปิด ปิดและกลับทิศทางการหมุนได้

โคดโปรแกรม Basic Stamp ที่ใช้สำหรับควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะทำได้โดยใช้คำสั่ง High และ Low และระบุขาสัญญาณที่ต้องการจะใช้ เช่น สมมติว่าวงจรขั้วรูปตัว H ของเราถูกต่ออยู่กับขา 0 และ 1 โดยขา 0 จะใช้สำหรับเปิด - ปิด และขา 1 ใช้สำหรับควบคุมทิศทางการหมุน เมื่อขา 0 มีสถานะต่ำ (0) มอเตอร์จะหยุดหมุน ดังนั้นไม่ว่าจะตั้งค่าสถานะของขา 1 อย่างไรก็ไม่มีผลกับมอเตอร์

ตารางที่ 2-2 แสดงการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ขาสัญญาณ	สถานะต่ำ (LOW)	สถานะสูง (HIGH)
0 (เปิด - ปิด)	มอเตอร์หยุดทำงาน	มอเตอร์ทำงาน
1 (ทิศทาง)	ไปข้างหน้า	ย้อนกลับ

ตัวอย่างโปรแกรม

```

Low 1          ' set direction to forward
High 0         ' turn on motor
Pause 2000     ' wait two seconds
Low 0          ' turn off motor
Pause 100      ' wait 1/10 second
High 1         ' set direction to reverse
High 0         ' turn on motor
Pause 2000     ' wait two seconds
Low 0          ' turn off motor

```

ด้วยการใช้ชื่อบรรทัดคำสั่งและใช้คำสั่ง Gosub สามารถพัฒนาโปรแกรมให้มีความกะทัดรัดและทำงานได้มากขึ้น ดังนี้

```

gosub motorOnFwd
gosub waitLong
gosub motorOff
pause 1
gosub motorOnRev
gosub waitShort
gosub motorOff
end

motorOnFwd:
low 1
high 0
return

motorOnRev:
high 1

```

```

high 0
return
motorOff:
low 0
return
waitLong:
pause 5000
return
waitShort:
pause 1000
return

```

2.3.4.6 การเชื่อมต่อ RC เซอร์โวมอเตอร์กับ Basic Stamp

เซอร์โวมอเตอร์สำหรับรถหรือเครื่องบินบังคับด้วยวิทยุสามารถเชื่อมต่อกับ Basic Stamp ได้ง่ายโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ทำได้ง่ายๆ ซึ่งถือเป็นข้อดีอันหนึ่งของการใช้ Basic Stamp ในหุ่นนักประดิษฐ์หุ่นยนต์

เซอร์โวมอเตอร์จะมีวงจรเชื่อมต่อภายใน โดยที่ไม่ต้องใช้วงจรขับเคลื่อนไฟฟ้าใดๆ ทั้งสิ้น โดยสามารถต่อขาสัญญาณของ Basic Stamp เข้ากับขาสัญญาณของเซอร์โวมอเตอร์ได้โดยตรง ข้อควรจำอย่างหนึ่งก็คือ Basic Stamp ไม่สามารถจะให้กำลังไฟกับเซอร์โวมอเตอร์โดยตรงได้ ดังนั้นจึงควรใช้แหล่งจ่ายไฟที่แยกออกมา หากไม่ใช้แหล่งจ่ายไฟภายนอกอาจจะเกิดความเสียหายขึ้นกับ Basic Stamp ได้ หรืออาจจะทำให้ Basic Stamp รีเซตตัวเองอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากกำลังไฟฟ้าจะถูกดึงไปใช้ในเซอร์โวมอเตอร์ วิธีการเชื่อมต่อเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับ Basic Stamp อย่างถูกต้องนั้นควรใช้แหล่งจ่ายไฟคนละตัว และตัวเก็บประจุแบบแทนทาลัมขนาด 1 ไมโครฟารัด คั่นกลางอยู่ระหว่างเซอร์โวมอเตอร์กับเบสิกแสตมป์ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นระหว่างการเปิด-ปิด เซอร์โวมอเตอร์ ถ้ายังมีสัญญาณรบกวนอยู่ ควรต่อตัวเก็บประจุแบบอิเล็กโทรไลติกขนาด 100 ไมโครฟารัดเพิ่มเข้าไปได้

การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ทำได้โดยการเขียนโปรแกรมเพียงไม่กี่บรรทัด และยังสามารถควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ได้มากกว่าหนึ่งตัวในเวลาเดียวกัน เทคนิคจะอยู่ที่การใช้คำสั่ง Pulsout ซึ่งจะส่งสัญญาณพัลส์ด้วยคาบเวลาที่กำหนดไปยังขาสัญญาณ เซอร์โวมอเตอร์ต้องการสัญญาณพัลส์ที่มีความถี่ 30-60 เฮิร์ตซ์ การเพิ่มตัวหน่วงเวลา (ใช้คำสั่ง Pause) และลูปการทำงานซ้ำ จะทำให้ตัว Basic Stamp สามารถเขียนและรักษาค่าแห่งของแกนเซอร์โวมอเตอร์ได้ ด้านล่างนี้จะเป็นตัวอย่าง

โปรแกรมที่ใช้ขาสัญญาณ 0 เป็นขาสัญญาณควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ และจะเลื่อนแกนเซอร์โวมอเตอร์ไปตำแหน่งตรงกลาง

Low 0

Loop:

Pulsout 0, 750

Pause 20

Goto Loop

หลักการทำงานของโปรแกรมคือ ขา 0 จะถูกเซตให้มีสถานะต่ำ (0) ด้วยคำสั่ง low 0 อุปกรณ์ทำงานซ้ำจะถูกเขียนไว้ระหว่างบรรทัด Loop : และคำสั่ง Goto Loop คำสั่ง Pulsout จะส่งสัญญาณพัลส์ สถานะสูงด้วยคาบเวลา 1,500 ไมโครวินาที และใช้ค่าตัวเลข 750 เนื่องจากคำสั่ง Pulsout จะมีความละเอียด 2 ไมโครวินาทีต่อหนึ่งขั้น ดังนั้น $750 \times 2 = 1,500$ ไมโครวินาที เซอร์โวมอเตอร์จะทำงานด้วยสัญญาณพัลส์ที่มีคาบเวลาระหว่าง 1,000-2,000 ไมโครวินาที ดังนั้น คาบเวลาที่อยู่ระหว่างนี้จะควบคุมตำแหน่งของแกนเซอร์โวมอเตอร์ด้วยคาบเวลา 1,500 ไมโครวินาที แกนเซอร์โวมอเตอร์จะถูกเลื่อนไปอยู่ที่ตำแหน่งประมาณตรงกลาง ที่ใช้คำว่า “ประมาณ” เพราะตำแหน่งตรงกลางที่แท้จริงของแต่ละเซอร์โวมอเตอร์จะแตกต่างกัน

คำสั่ง Pause 20 จะหน่วงการทำงานไว้ 20 มิลลิวินาที สังเกตว่าสามารถจะเพิ่มคำสั่ง Pulsout เข้าไปได้อีกถ้าจะทำการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ตัวอื่น ๆ เพิ่ม Basic Stamp สามารถจะควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ได้ 7-8 ตัว แต่การทำเช่นนั้นจะทำให้ไม่เหลือเวลาสำหรับการทำอย่างอื่น ด้วยเหตุนี้ ไอซีสำหรับควบคุมเซอร์โวมอเตอร์จึงมักจะถูกใช้กับ Basic Stamp เพื่อใช้ในการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์หลายตัว

การเปลี่ยนตำแหน่งของแกนเซอร์โวมอเตอร์ สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนค่าเวลาในคำสั่ง plusout ดังนี้

Pulsout 0, 1000 '2000 usec pulse, approx. 180 degrees position

Pulsout 0, 500 '1000 usec pulse, approx. 0 degrees position

ค่าเหล่านี้จะสมมติว่าใช้ช่วงคาบเวลา 1,000-2,000 ไมโครวินาที ซึ่งจะใช้ตำแหน่งของแกนเซอร์โวมอเตอร์ที่ 0-180 องศา แต่ไม่เสมอไป ซึ่งผู้ใช้จะต้องทดลองหาช่วงคาบเวลาที่แท้จริงของเซอร์โวมอเตอร์ที่กำลังใช้อยู่ บางเซอร์โวมอเตอร์อาจใช้ช่วงคาบเวลาระหว่าง 500-2,300 ไมโครวินาที ในขณะที่อีกตัวหนึ่งอาจใช้ช่วงคาบเวลาระหว่าง 800-2,500 ไมโครวินาที ซึ่งหากต้องการใช้การเคลื่อนที่ทั้ง 180 องศา จะต้องทำการทดลองด้วย Basic Stamp และถือเป็นข้อจำกัดของตัวเซอร์โวมอเตอร์แต่ละตัวที่มาจากแหล่งผลิตที่ต่างกัน

2.4 การพัฒนาชุดฝึกอบรม

2.4.1 ความหมายของการฝึกอบรม

การฝึกอบรม (Training) เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในหลายๆ สาขาอาชีพ ซึ่งนักวิชาการสาขาต่างๆ ได้ให้ความหมายของการฝึกอบรมไว้ตามทัศนะของแต่ละท่าน ดังนี้

Beach (1980: 3) ให้ความหมายของการฝึกอบรม หมายถึง กระบวนการที่จัดทำขึ้นเพื่อให้บุคคลได้เรียนรู้และมีความชำนาญ โดยมีวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อให้บุคคลได้เรียนรู้เรื่องนั้นโดยเฉพาะ เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคลไปในทางที่ต้องการ

ทวีป (2536: 26) ให้ความหมายของการฝึกอบรม หมายถึง กระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ให้ผู้เข้าฝึกอบรมมีความรู้ ทักษะ และเจตคติที่พึงประสงค์ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ จัดว่าเป็นการพัฒนาคน เพื่อให้เกิดการพัฒนางานให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด

วิน (2537: 23) กล่าวว่า การฝึกอบรม หมายถึง กระบวนการอย่างมีระบบ ซึ่งมุ่งหมายที่จะพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ ทักษะ และเจตคติ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการทำงานของบุคลากรที่ได้รับการฝึกอบรมเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามวัตถุประสงค์ขององค์การหรือหน่วยงานนั้นๆ

สุภาพร (2544: 11) ให้ความหมายว่า การฝึกอบรมเป็นกิจกรรมการเรียนรู้เฉพาะของบุคคล เพื่อที่จะปรับปรุง และเพิ่มเติมความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจ (Understanding) ทักษะ (Skill) และเจตคติ (Attitude) อันเหมาะสม จนสามารถก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในพฤติกรรมและเจตคติต่อการปฏิบัติงานในหน้าที่ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

จากความหมายของการฝึกอบรม ที่นักการนักศึกษานักวิชาการหลายๆ ท่านได้ให้คำจำกัดความที่ได้กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่า การฝึกอบรมเป็นกระบวนการพัฒนาบุคคลทั้งในด้านความรู้ เจตคติ และทักษะที่จัดขึ้นอย่างเป็นระบบ โดยมีวัตถุประสงค์ให้บุคคลรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามวัตถุประสงค์นั้น ภายใต้เงื่อนไขของสภาพการณ์และระยะเวลาที่เหมาะสม

2.4.2 วัตถุประสงค์ของชุดฝึกอบรม

วัตถุประสงค์ของชุดฝึกอบรม เป็นการชี้ให้เห็นถึงเป้าหมายและความต้องการของชุดฝึกอบรมว่ามีความคาดหวังผลอะไรบ้างจากชุดฝึกอบรมซึ่งมีนักการศึกษา และนักวิชาการได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของชุดฝึกอบรมไว้ดังนี้

เครือวัลย์ (2531: 5) กล่าวว่า ชุดฝึกอบรมมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาผู้เข้ารับฝึกอบรม 3 ด้าน คือ

2.4.2.1 ด้านความรู้ (Knowledge) ให้มีความรู้ความเข้าใจสูงขึ้น

2.4.2.2 ด้านทักษะ (Skill) ความชำนาญงาน

2.4.2.3 ด้านเจตคติ (Attitude) ทำให้อารมณ์ความรู้สึกที่ดีที่ถูกที่ควรและการสร้างสรรค์

อรุณ (2537: 72-73) กล่าวว่า สำหรับวัตถุประสงค์การฝึกอบรมต่อความมุ่งหมายส่วนบุคคลนั้น มุ่งเน้นความต้องการส่วนบุคคลที่ปฏิบัติอยู่ในหน่วยงานต่างๆ ขององค์การ พอสรุปวัตถุประสงค์หลักที่สำคัญ ๆ ได้ดังนี้

1. เพื่อความเจริญก้าวหน้าในตำแหน่งหน้าที่การงานของตน ทำให้มีโอกาสได้รับการเลื่อนขั้นเลื่อนตำแหน่งให้สูงขึ้นไปได้ ทั้งนี้เพราะเมื่อบุคคลใดก็ตามได้รับการฝึกอบรมแล้วย่อมสามารถนำเอาความรู้ความเข้าใจที่ได้รับไปใช้ปฏิบัติหน้าที่ของงานได้ ทำให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

2. เพื่อพัฒนาเจตคติ และบุคลิกภาพให้ถูกต้องสวยงาม

3. เพื่อพัฒนาทักษะหรือฝีมือในการทำงานให้ดียิ่งขึ้น

4. เพื่อฝึกฝนความสามารถในการใช้ดุลยพินิจในการตัดสินใจให้ดียิ่งขึ้น

5. เพื่อการเรียนรู้งาน และการลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน

6. เพื่อปรับปรุงสภาพการทำงานของตนให้ดี และเหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งจะเอื้ออำนวยช่วยการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

7. เพื่อให้เข้าใจนโยบายและเป้าหมายขององค์การ ที่เป็นสมาชิกอยู่ได้ดียิ่งขึ้นจะสามารถปฏิบัติงานและทำงานได้อย่างถูกต้อง

8. เพื่อให้เกิดความพึงพอใจในการทำงาน

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีของนักการศึกษา เกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมดังกล่าวแล้ว พอสรุปได้ว่า วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมจะต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาผู้เข้ารับการอบรมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมใน 3 ด้าน คือ

ด้านความรู้ (Knowledge) เพื่อช่วยให้บุคคลได้รับประสบการณ์ที่หลากหลาย มีความรู้ความเข้าใจ พื้นฐาน เกี่ยวกับข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ ข้อมูลรายละเอียด

ด้านทักษะ (Skill) เพื่อช่วยให้บุคคลมีความรู้ความชำนาญ ในการแก้ปัญหา สามารถทำงานได้ถูกวิธีและกระบวนกร

ด้านเจตคติ (Attitude) เพื่อให้บุคคลได้ทราบถึงค่านิยมของสังคมที่ผูกพันกับสิ่งต่างๆ และมีแรงจูงใจที่จะมีส่วนร่วม ในการป้องกัน แก้ไข และปรับปรุงในสิ่งที่เ็นปัญหา

2.4.3 ความสำคัญและประโยชน์ของการฝึกอบรม

การฝึกอบรมเป็นกระบวนการพัฒนาบุคลากร และช่วยป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และแก้ไขปัญหในปัจจุบันขององค์การและบุคลากร การฝึกอบรมจึงนับว่ามีความสำคัญและมีประโยชน์อย่างยิ่ง ซึ่งได้มีนักการศึกษาและนักวิชาการได้แสดงทัศนะไว้ต่าง ๆ ดังนี้

เริงลักษณะ (2529: 9) กล่าวถึงประโยชน์ของการฝึกอบรม พอจะสรุปได้ดังนี้

1. การฝึกอบรมทำให้มีวิธีปฏิบัติงานดีขึ้น
2. การฝึกอบรมช่วยลดค่าใช้จ่าย แรงงาน และเวลาในการปฏิบัติงานให้น้อยลง
3. การฝึกอบรมช่วยลดเวลาเรียนวิธีการปฏิบัติงานให้น้อยลง
4. การฝึกอบรมช่วยแบ่งเบาภาระการปฏิบัติงานของผู้บังคับบัญชาได้มากขึ้น เพราะผู้ที่ได้รับการอบรมแล้วย่อมจะรู้และเข้าใจถึงวิธีการปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดีและถูกต้อง
5. การฝึกอบรมทำให้สายการบังคับบัญชา การควบคุม การบริหาร การติดต่อและประสานงานและความร่วมมือดีขึ้นทั้งภายในและภายนอก

6. การฝึกอบรมช่วยส่งเสริมจิตใจ และศีลธรรมของผู้ปฏิบัติงานให้ดีขึ้น

ทวีป (2536: 10) กล่าวว่า ประโยชน์ของการฝึกอบรม ช่วยทำให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ความรู้ ทักษะ เจตคติและแนวคิดใหม่ ๆ ที่จะนำไปริเริ่มสร้างสรรค์ ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงงานที่ทำอยู่แล้วให้ดีขึ้น การฝึกอบรมยังมีส่วนช่วยปรับพฤติกรรม และบุคลิกภาพส่วนบุคคลให้ดียิ่งขึ้น

จากความสำคัญและประโยชน์ของการฝึกอบรมที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น จะเห็นได้ว่าการฝึกอบรมมีความสำคัญต่อการพัฒนา องค์กร หน่วยงาน และตัวบุคคล ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.4.4 กระบวนการฝึกอบรม

ในการฝึกอบรมมีนักการศึกษาและนักวิชาการทางด้านการฝึกอบรม ได้กำหนดขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการฝึกอบรมไว้ ดังนี้

แนลคเลอร์ (เกรือวัลย์, 2531: 9-10 ; อ้างอิงจาก Naldler, 1982: 11-13) ได้กำหนดขั้นตอนในกระบวนการฝึกอบรมไว้ 9 ขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดความจำเป็นในการฝึกอบรมขององค์กร (Identify the Needs of the Organization)
2. กำหนดงานเฉพาะที่ต้องปฏิบัติ (Specify Job Performance)
3. กำหนดความจำเป็นของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในองค์กร (Identify Learner Needs)
4. พิจารณาวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม (Determine Objectives)
5. สร้างหลักสูตร (Build Curriculum)
6. เลือกเทคนิคการฝึกอบรม (Select Instructional Strategies)
7. เลือกอุปกรณ์การฝึกอบรม (Obtain Instructional Resources)
8. ดำเนินการฝึกอบรม (Conduct Training)

ประเมินผล และติดตามผลการฝึกอบรม และการป้อนกลับระบบการฝึกอบรม (Evaluation and Feedback)

โครงการส่งเสริมองค์กรพัฒนาเอกชนไทย ได้เสนอรูปแบบของกระบวนการฝึกอบรมหรือ วงจรการฝึกอบรมที่ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

การวางแผน (Planning) ประกอบด้วย

การประเมินความต้องการฝึกอบรม เป็นการศึกษาวิเคราะห์งานหรือองค์กรและคน เพื่อ
แก้ปัญหาและความจำเป็นขององค์กรและผู้ที่เกี่ยวข้อง

การกำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดทิศทางและมาตรฐานที่คาดหวังให้ผู้เข้ารับการอบรม
บรรลุ และกำหนดขอบเขตการอบรมแต่ละครั้ง

การเตรียมการ (Preparation) ประกอบด้วย

1. การพิจารณาและเลือกเนื้อหาสำหรับการฝึกอบรมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
2. เลือกเทคนิค วิธีการ อุปกรณ์สื่อ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เนื้อหาที่กำหนดไว้
3. เตรียมแผนหลักสูตร ซึ่งจะเป็นตัวบอกรายละเอียดในการดำเนินการฝึกอบรมที่จัดขึ้น
ทั้งหมด เพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมที่กำหนดไว้
4. การประเมินหลักสูตร ก่อนนำหลักสูตรไปใช้

การนำเสนอ (Presentation) ประกอบด้วย

ดำเนินการฝึกอบรม เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นไปตามหลักสูตรการฝึกอบรม
ที่ได้กำหนดไว้

การประเมินผลการฝึกอบรม เป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เข้าร่วม
การฝึกอบรมในแง่ของความรู้ ทักษะ และทัศนคติ โดยเปรียบเทียบกับวัตถุประสงค์ของการ
ฝึกอบรมที่กำหนดไว้

การติดตามผลการฝึกอบรม เป็นการดูผลกระทบ ของการฝึกอบรมว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมาย
หรือไม่ ผู้ผ่านการฝึกอบรมได้มีการนำสิ่งที่ได้จากการฝึกอบรมไปใช้หรือได้นานน้อยเพียงใด
ก่อให้เกิดผลดีอย่างไรหรือไม่ ทั้งในแง่ของบุคคลและองค์กรและนำมาทบทวนปรับปรุงแก้ไข
หลักสูตร หรือ โครงการฝึกอบรมต่อไป

จากขั้นตอนของกระบวนการฝึกอบรมที่นักการศึกษา และนักวิชาการทางด้านการฝึกอบรม
ได้ให้ไว้ดังกล่าวมาแล้วนั้น พอจะสรุปได้ว่า กระบวนการการฝึกอบรมประกอบด้วยขั้นตอนหลัก
ที่สำคัญ ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาความจำเป็นในการใช้ชุดฝึกอบรม
2. การกำหนดวัตถุประสงค์ในการใช้ชุดฝึกอบรม
3. การสร้างและกำหนดเนื้อหาสาระชุดฝึกอบรม
4. การดำเนินการฝึกอบรม
5. การประเมินผล

2.4.5 กระบวนการสร้างชุดฝึกอบรม

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์หาความจำเป็นในการใช้ชุดฝึกอบรม จัดอันดับแรกของการฝึกอบรม ประเด็นสำคัญคือวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการของบุคคล เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาสาระหรือการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ตรงกับความต้องการ และความจำเป็นของสังคม โดยใช้วิธีการสำรวจความต้องการในการฝึกอบรมมีหลากหลายรูปแบบ สามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถาม การสังเกต การใช้แบบทดสอบ การปรึกษาหารือจากคำร้องของผู้ปฏิบัติ ตลอดจนการวิเคราะห์งานและประเมินผลงาน (น้อย, 2524: 41-47)

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดวัตถุประสงค์ในการใช้ชุดฝึกอบรม

วัตถุประสงค์ของการอบรมอาจตั้งจากวัตถุประสงค์ของหน่วยงาน หรือแผนการระบุเป้าหมายหรือจุดหมายปลายทางของพฤติกรรมที่ปรารถนา (The End Points or the Terminal Behavior) ลักษณะวัตถุประสงค์ที่ดี ต้องกำหนดออกมาในลักษณะวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หรือต้องมุ่งไปที่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่วัด สังเกตได้ เป็นพฤติกรรมที่คาดหวังให้เกิดในตัวผู้เข้ารับการอบรมหลังจากที่อบรมจบไปแล้ว วัตถุประสงค์ต้องประกอบด้วย 5 ส่วน คือ

1. ผู้เข้ารับการอบรม (Trainees)
2. พฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไป (Changed Behavior)
3. สถานการณ์เงื่อนไข (Condition)
4. เกณฑ์ (Criteria) เป็นมาตรฐานที่บ่งบอกถึงความสำเร็จ
5. การประเมินผล

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างและกำหนดเนื้อหาสาระชุดฝึกอบรม การกำหนดเนื้อหาความรู้ให้แก่ผู้เข้ารับการฝึกอบรม ที่มุ่งเน้นการฝึกฝนทักษะความชำนาญในการปฏิบัติงาน จะต้องจัดประสบการณ์การเรียนรู้และให้ผู้เข้ารับการอบรมได้มีการปฏิบัติจริง การเรียนรู้และทักษะในการปฏิบัติจริงจึงเกิดได้เนื้อหาวิชาที่นำมาบรรจุไว้ในหลักสูตรอบรมนั้นได้จากศาสตร์ต่างๆ (Disciplines) ซึ่งหมายถึงกลุ่มของความรู้ที่ถูกจัดไว้อย่างเป็นระเบียบพร้อมที่จะนำไปถ่ายทอดได้ และรวมถึงวิธีการแสวงหาความรู้ในศาสตร์นั้นๆ ด้วย หลักเกณฑ์ในการเลือกเนื้อหาวิชานั้น ต้องคำนึงถึงความเป็นแก่นสารสาระ และความน่าเชื่อถือทันสมัย ตลอดจนความถูกต้องของความคิดรวบยอด (Concept) เนื้อหาสาระต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการอบรม สามารถนำไปปรับใช้กับหน่วยงานและองค์กรได้สอดคล้องกับความต้องการและความสนใจ วุฒิภาวะและประสบการณ์ของผู้เข้ารับการอบรมจะทำให้ผู้เข้าอบรมเกิดแรงคลใจในการเรียน (Learning Motivation) เนื้อหาในการอบรมควรมีความสมดุล ให้ครอบคลุมถึงกระบวนการและความคิดต่าง ๆ อย่างเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจถึงหลักการและความคิดรวบยอดได้อย่างลึกซึ้ง

ขั้นตอนที่ 4 สถานการณ์เงื่อนไข (Condition) จะรวมถึงการสอนของวิทยากร การจัดประสบการณ์การสอน เทคนิคฝึกอบรม จิตวิทยาการสอน สื่อและโสตทัศนูปกรณ์ที่เอื้ออำนวยในการถ่ายทอดความรู้ ทักษะ ทศนคติของวิทยากร เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ วิทยากรต้องศึกษาทำความเข้าใจกับวัตถุประสงค์ของหัวข้อวิชาในการอบรมให้ดีกว่าก่อน คำนึงถึงจิตวิทยาในการสอน สำหรับประชากรกลุ่มเป้าหมาย จึงต้องเข้าใจการเรียนรู้ และความปรารถนาในสิ่งที่สนใจของกลุ่มนั้นๆ สร้างบรรยากาศเป็นกันเอง เลือกวิธีการสอนหลายๆ วิธี ให้การชมเชยและกำลังใจ มักไม่ชอบการประเมินผล ผู้สอนต้องอดทน หลีกเลี่ยงการทำให้เกิดความรู้สึกที่ไม่ดีประเมินด้วยการสังเกต ซึ่งกระบวนการในการสอนแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ 1. วิธีการสอน (Method of Teaching) 2. เทคนิคการสอน (Teaching Techniques) 3. สื่อการสอน (Teaching Media) ซึ่งเทคนิคการสอน หมายถึง วิธีการสอน การอบรมในรูปแบบต่างๆ ที่ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้ เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ของการอบรม

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลชุดฝึกอบรมการประเมินผลการฝึกอบรมในทางปฏิบัตินั้น การประเมินผลการฝึกอบรมสามารถทำได้หลายด้าน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่บ่งชี้องค์ประกอบหลายๆ ประการที่มีผลต่อการฝึกอบรม (น็อก, 2524: 41-47) ได้แบ่งออกเป็น 4 ประเภท

การประเมินปฏิกิริยา (Reaction) เป็นการประเมินเพื่อต้องการทราบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรม มีความรู้สึกหรือทัศนคติต่อการจัดดำเนินการฝึกอบรมอย่างไรบ้าง เช่น เนื้อหาวิชาของหลักสูตร ระยะเวลา เทคนิคการฝึกอบรมวิทยากร บรรยากาศในการฝึกอบรม สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เป็นต้น

การประเมินการเรียนรู้ (Learning) เป็นการประเมินว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีการพัฒนา ด้านการเรียนรู้ในวิชาต่างๆ มากน้อยเพียงใด โดยอาจจะทำแบบทดสอบก่อนและหลังการฝึกอบรม

การประเมินพฤติกรรม (Behavior) เป็นการประเมินผลที่อยู่ในลักษณะการติดตามผลเพื่อตรวจสอบว่าเมื่อได้ผ่านการฝึกอบรมไปแล้ว ได้นำเอาความรู้ไปใช้ในการปฏิบัติงานหรือไม่ และมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการปฏิบัติงานไปในลักษณะที่ต้องการหรือไม่อย่างไร

การประเมินผลได้ (Results) เป็นการประเมินผลเมื่อกลับไปปฏิบัติงานที่หน่วยงานเดิมแล้ว ผู้ผ่านการฝึกอบรมได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมแล้ว มีผลกระทบต่อหน่วยงานอย่างไร

การประเมินปฏิกิริยาและประเมินการเรียนรู้ สามารถดำเนินการในระหว่างการฝึกอบรมได้ ส่วนการประเมินพฤติกรรมและการประเมินผลได้ อาจจะต้องใช้วิธีการติดตามผลจากบุคคลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เมื่อได้รับผลของการประเมินแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์อย่างมีหลักการ เพื่อนำส่วนที่บกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลของการประเมินการฝึกอบรมนี้จะนำไปเป็นแนวทาง พัฒนากิจกรรมการฝึกอบรมและการจัดดำเนินการฝึกอบรมในครั้งต่อไป

สรุปได้ว่า การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม องค์ประกอบที่สำคัญของหลักสูตร คือเทคนิคในการฝึกอบรมเนื่องจากเป็นวิธีการที่ใช้ในการสื่อสารหรือถ่ายทอดความรู้ ข้อเท็จจริง ประสบการณ์หรือข้อมูลต่างๆ ระหว่างผู้ให้การอบรมและผู้เข้ารับการฝึกอบรม ซึ่งจะทำให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมนั้น วิธีการฝึกอบรมหรือวิธีการสอน เป็นหัวใจของการให้การศึกษาในทุกสาขาวิชา เพราะการที่จะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมหรือผู้เรียนรู้ได้บรรลุจุดมุ่งหมายของการฝึกอบรม หรือการสอนวิชานั้นๆ ต้องใช้วิธีการต่างๆ มาหมายเข้ามาพิจารณา

2.4.6 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

สมคิด (2541: 89-90) กล่าวในเทคนิคการฝึกอบรมและการประชุมว่า การอบรม เชิงปฏิบัติการ (Work Shop) เป็นการอบรมที่ให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ปฏิบัติจริง โดยทั่วไปจะมีการบรรยายให้ความรู้พื้นฐานก่อนแล้วจึงให้ลงมือปฏิบัติ อาจเป็นการฝึกใช้เครื่องมือใหม่ๆ อบรมเพื่อช่วยกันสร้างคู่มือ หรืออบรมเพื่อสร้างอุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น การปฏิบัตินิยมให้ร่วมกันเป็นกลุ่มย่อยๆ มากกว่าปฏิบัติเป็นกลุ่มใหญ่หรือรายบุคคล โดยมีข้อดีคือ ผู้เข้ารับการอบรมมีส่วนร่วมในการอบรม ทำให้ไม่เบื่อหน่าย เน้นการอบรมที่เน้นประสบการณ์และสามารถนำประสบการณ์ที่ได้ไปใช้ หรือมุ่งสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้เกิดขึ้นในการอบรมเพื่อนำกลับไปใช้ ณ หน่วยงานเดิมของตน โดยมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญเพื่อให้สมาชิกได้ปฏิบัติจริง โดยร่วมมือกันทำให้เกิดผลงานใหม่ๆ ขึ้น และมีวิธีดำเนินการดังต่อไปนี้

1. วิทยากรบรรยายให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะปฏิบัติเพื่อเป็นพื้นฐาน
2. แบ่งกลุ่มปฏิบัติ
3. รายงานผลงานของกลุ่มต่อที่ประชุมใหญ่
4. สรุปผลการรายงานและพิมพ์เผยแพร่

ฐิระ (2538: 111) กล่าวว่า การอบรมเชิงปฏิบัติการ เป็นรูปแบบของการฝึกอบรมที่ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมเรียนรู้ทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติ สามารถนำสิ่งที่ได้รับไปปฏิบัติในสถานการณ์จริงที่ผู้เข้ารับการอบรมปฏิบัติอยู่

นนทวัฒน์ (2543: 30-32) กล่าวว่า การอบรมเชิงปฏิบัติการเป็นรูปแบบของการอบรมที่ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมเกิดการเรียนรู้ทั้งทางทฤษฎีและการปฏิบัติ สามารถนำสิ่งที่ได้รับไปปฏิบัติงานในสถานการณ์จริงที่ผู้เข้ารับการอบรมปฏิบัติอยู่ แบ่งการดำเนินการได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะเป็นการให้ความรู้ของวิทยากรเพื่อเพิ่มความรู้ ความเข้าใจให้แก่ผู้เข้ารับการอบรมให้สามารถแก้ไขข้อขัดข้องในการทำงาน กำหนดแนวทางในการปฏิบัติงานและปรับปรุงงาน ส่วนที่สองจะเป็นปฏิบัติการของผู้เข้ารับการอบรมที่จะหารือ อภิปรายให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาหรือแนวทางในการปฏิบัติงาน โดยอาจจะดำเนินการทั้งกลุ่มใหญ่หรือแบ่งกลุ่มย่อย ซึ่งการดำเนินการ

ในส่วนที่สอง จะอาศัยหลักวิชาหรือหลักการที่วิทยากรได้บรรยายมาประกอบเป็นแนวทาง โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการมีข้อดี-ข้อจำกัดคือ

ข้อดีของการอบรมเชิงปฏิบัติการ เป็นการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เข้ารับการอบรมทุกคน ซึ่งผู้เข้ารับการอบรมจะมีอิสระในการคิดและปฏิบัติงานเป็นกลุ่ม และสามารถนำผลการอบรมเชิงปฏิบัติการไปใช้ในการดำเนินงานและปฏิบัติงานในหน่วยงานของตน

ข้อจำกัดของการอบรมเชิงปฏิบัติการ ต้องใช้เจ้าหน้าที่เป็นจำนวนมากเพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้เข้ารับการอบรมในแต่ละกลุ่ม รวมทั้งการจัดวิทยากรประจำกลุ่ม และสิ้นเปลืองเวลามาก ยกแก่การประเมินผล ตลอดจนมีค่าใช้จ่ายสูง

สมิต (2541: 23-24) อธิบายลักษณะสำคัญของการอบรมเชิงปฏิบัติการว่าคือ กลุ่มคน จำนวน 12 คน หรือมากกว่านั้น มีความสนใจหรือปัญหาร่วมกัน (ปกติเป็นเรื่องเกี่ยวกับอาชีพหรือวิชาชีพ) มาพบปะกันเพื่อใช้เวลาในการปรับปรุงความสามารถ ความเข้าใจและความชำนาญของแต่ละคน โดยการศึกษาวิจัยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อทำความเข้าใจปัญหา
2. เพื่อสำรวจปัญหา
3. เพื่อพยายามหาข้อแก้ไขปัญหา
4. เพื่อศึกษาปัญหาด้วยการสอบถาม
5. เพื่อพิจารณาด้วยการสอบถาม
6. เพื่อส่งเสริมการศึกษา รวมถึงการแก้ปัญหาและค้นคิดวิธีการต่างๆ

กล่าวได้ว่า การอบรมเชิงปฏิบัติการนั้น เป็นการอบรมที่เน้นให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ฝึกปฏิบัติควบคู่ไปกับการเรียนรู้ทางทฤษฎี มีการบรรยายให้ความรู้ก่อนลงมือปฏิบัติจริง เน้นการปฏิบัติมากกว่าการบรรยาย การปฏิบัตินิยมรวมกันเป็นกลุ่มย่อยมากกว่าปฏิบัติเป็นกลุ่มใหญ่หรือรายบุคคล ผู้เข้ารับการอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการอบรมไปพัฒนาตนเองได้

2.5 กระบวนการสร้างแบบทดสอบ

2.5.1 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

กระบวนการสร้างแบบทดสอบสำหรับชุดฝึกอบรม มีขั้นตอนดังนี้ (มนต์ชัย, 2543: 204)

1. ศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Study the Objective)
2. กำหนดรูปแบบของข้อสอบ (Define Kind of Test)
3. เตรียมงานและเขียนข้อสอบฉบับร่าง (Preparation)
4. วิเคราะห์ข้อสอบ (Conduct Item Analysis)
5. ดำเนินการจัดพิมพ์ข้อสอบ (Printing the Item)

รายละเอียดแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

2.5.1.1 ศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในบทเรียนประกอบด้วย พฤติกรรมที่ให้ผู้เรียนแสดงออกในหลายลักษณะ เช่น ทางด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย หรือจิตพิสัย ซึ่งแต่ละด้านก็ยังแบ่งออกเป็นระดับต่างๆ กัน ผู้สร้างข้อสอบจะต้องทำการวิเคราะห์พฤติกรรมนั้น เพื่อสรุปพฤติกรรมที่ต้องการทั้งหมด แล้วทำการเลือกพฤติกรรมที่เด่นชัดและเหมาะสม นำออกไปข้อทดสอบต่อไป

2.5.1.2 กำหนดรูปแบบของข้อสอบ

กำหนดรูปแบบของข้อสอบทำได้จากการศึกษาในข้อแรก จะทำให้ทราบวัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรมว่าเน้นทางด้านใด พุทธิพิสัย ทักษะพิสัยหรือจิตพิสัย รูปแบบของข้อสอบในแต่ละด้านจึงแตกต่างกัน เช่น ด้านพุทธิพิสัยอาจจะสอบทางแบบข้อเขียน ด้านทักษะพิสัยอาจสอบทั้งข้อเขียนและทักษะปฏิบัติ นอกจากนี้ในแต่ละด้านยังแบ่งระดับความยากง่าย รูปแบบของข้อสอบจึงต้องกำหนดหลายรูปแบบ เช่น แบบให้อธิบาย แบบให้เติมคำ แบบเลือกตอบ แบบถูก-ผิด เป็นต้น เพื่อให้ผู้เข้าสอบได้แสดงพฤติกรรม ตามสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

สำหรับรูปแบบของข้อสอบที่เหมาะสมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากที่สุด ก็คือ ข้อสอบเขียนเลือกตอบ เนื่องจากง่ายต่อการตัดสินผล อย่างไรก็ตามข้อสอบรูปแบบอื่นๆ สามารถใช้ได้กับระบบนิพนธ์บทเรียนสมัยใหม่

2.5.1.3 เตรียมงานและลงมือเขียนข้อสอบฉบับร่าง

เมื่อได้รับรูปแบบของข้อสอบแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการเตรียมงานเขียนข้อสอบ โดยเขียนเป็นฉบับร่างก่อน จะต้องเขียนให้มากกว่าที่ต้องการจริง จากนั้นคัดลอกข้อที่คาดว่าจะถูกต้องและเหมาะสมไปใช้สอบจริง แล้วต้องวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบอีกครั้งหนึ่งหลังจากสอบเสร็จแล้ว

2.5.1.4 วิเคราะห์ข้อสอบ

เมื่อสร้างข้อสอบเสร็จแล้วควรจะมีการทบทวนตรวจทาน ในด้านความยากง่ายของข้อคำถามเบื้องต้น ตรวจสอบรูปแบบภาษาที่ใช้ เนื้อหาในข้อสอบ คำสั่งถูกต้องเข้าใจง่ายหรือไม่ เฉลยถูกต้องหรือไม่ ผู้ออกแบบข้อสอบจะทำการแก้ไขปรับปรุงข้อสอบก่อนนำไปใช้จริงและจะต้องผ่านการวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบก่อน โดยกลุ่มเป้าหมายที่จะเป็นผู้ใช้ข้อสอบก็คือกลุ่มประชากรที่เคยผ่านการศึกษาค้นคว้ามาแล้วในจำนวนที่เหมาะสม สำหรับการหาคุณภาพของข้อสอบที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องพิจารณาค่าทางสถิติต่างๆ ดังนี้

- ก) ค่าความเที่ยงตรง (Validity)
- ข) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability)
- ค) ค่าความยากง่าย (Difficulty)
- ง) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)
- จ) ค่าความเป็นปรนัย (Objectivity)

2.5.1.5 การดำเนินการจัดพิมพ์ข้อสอบ

การดำเนินการจัดพิมพ์เป็นขั้นตอนสุดท้ายสำหรับกระบวนการสร้างข้อสอบสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งรวมถึงการสร้างข้อสอบในลักษณะของธนาคารข้อสอบ โดยจัดให้มีการกระบวนการการสุ่มข้อสอบ ระบบการตรวจวัดผล และการรายงานผล

2.5.2 ประเภทของข้อสอบจำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

2.5.2.1 ข้อสอบอัตนัย

โดยทั่วไปใช้ข้อสอบเป็นเครื่องมือสำหรับวัดผลการเรียนของผู้เรียน รวมไปถึงการสอนของผู้สอนเช่นเดียวกันกับเครื่องมือซึ่ง ตวง วัด ตามมาตรฐานที่มีใช้กัน ด้วยเช่นนี้ข้อสอบที่ดีจึงควรมีมาตรฐาน และสามารถแปลความหมายเป็นพฤติกรรมได้ โดยเฉพาะพฤติกรรมกรวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล ข้อสอบที่นิยมใช้กันคือแบบอัตนัย ซึ่งมีลักษณะให้ผู้ตอบหรือผู้เขียนบรรยายคำตอบตามความคิดของตนเองข้อสอบอัตนัยจำแนกออกเป็น 2 แบบ ได้แก่

ก) แบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response) ลักษณะของข้อสอบชนิดนี้ จะให้ผู้ตอบสามารถตอบได้อย่างอิสระ สามารถแสดงความรู้ความสามารถและความคิดเห็นที่มีอยู่ได้อย่างเต็มที่ ข้อสอบอัตนัยในลักษณะแบบไม่จำกัดคำตอบ จึงเหมาะสมสำหรับการวัดสมรรถภาพทางด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การประมาณค่า และการวัดทางด้านเจตคติ

ข) แบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response) ลักษณะของข้อสอบชนิดนี้ จะให้ผู้ตอบตอบคำถามเฉพาะเรื่อง แบบเฉพาะเจาะจงหรือตอบอย่างรวบรัดอยู่ในขอบเขตที่กำหนดให้การตรวจให้คะแนนจะมีประสิทธิภาพมากกว่าแบบไม่จำกัดคำตอบ

2.5.2.2 ข้อสอบปรนัย

ข้อสอบปรนัย หมายถึง ลักษณะของข้อสอบที่มีความเป็นปรนัยอยู่ในตัว (Objectivity) กล่าวคือ มีคำถามที่ชัดเจน ผู้เรียนทุกคนอ่านแล้วแปลความตรงกัน มีการตรวจสอบให้คะแนนที่มีเกณฑ์แน่นอนว่าใครจะเป็นผู้ตรวจก็ตาม ส่วนอีกลักษณะหนึ่งของข้อสอบแบบปรนัยคือ เวลาที่ใช้ในการสอบต่อข้อน้อยกว่าข้อสอบแบบอัตนัย การเขียนตอบจะใช้เวลาสั้นๆ จึงเหมาะกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการตัดสินผลคำตอบ สามารถใช้ได้ทั้งข้อสอบปกติและข้อสอบแบบวัดความเร็ว ดังนั้น จึงพบว่าข้อสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) และข้อสอบท้ายบทเรียน (Post-Test) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักจะเป็นข้อสอบแบบปรนัย ลักษณะของข้อสอบแบบปรนัยแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะดังนี้

ก) ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ (Short Answer)

เป็นข้อสอบที่เขียนตอบสั้นๆ เหมาะสำหรับการเรียนรู้ที่ต้องการวัดพฤติกรรมในด้านความรู้ความจำ (Recall Knowledge) เช่น การจำคำนิยาม คำศัพท์ ชื่อ ชิ้นส่วน และอื่นๆ ซึ่งมีลักษณะการตอบได้ 3 ลักษณะ ได้แก่

ลักษณะคำถามโดยตรง (Question Variety) ข้อคำถามจะมีลักษณะเป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์ และไม่ต้องการคำอธิบายใดๆ ต้องการเพียงแต่คำตอบเท่านั้น

ลักษณะให้เติมข้อความให้สมบูรณ์ (Completion Variety) ข้อคำถามจะเว้นช่องว่างเพื่อให้ผู้ตอบเติมให้ได้ประโยคสมบูรณ์ได้ใจความ

ลักษณะให้หาความสัมพันธ์ (Association Variety) ข้อคำถามจะมีลักษณะให้หาคำตอบ หรือข้อความที่สัมพันธ์กับสิ่งที่กำหนดให้ อาจเป็นรูปหรือข้อความก็ได้

ข) ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching)

เป็นข้อสอบที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ที่ต้องการวัดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ เช่น นิยาม ชื่อ รูปร่าง ลักษณะ และอื่นๆ ลักษณะข้อสอบประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

ส่วนของตัวปัญหาหรือคำถาม โดยทั่วไปมักจะเขียนไว้ทางซ้ายมือ โดยจะเว้นช่องว่างหน้าข้อไว้เพื่อนำอีกส่วนหนึ่งมาตอบ

ส่วนของคำตอบ โดยทั่วไปเขียนไว้ทางขวามือ ซึ่งมักจะมีการใส่ไว้หน้าข้อ เพื่อให้ผู้ตอบพิจารณานำไปจับคู่กับส่วนของตัวปัญหา

ค) ข้อสอบแบบถูก-ผิด (True or False)

เป็นข้อสอบที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ที่ต้องการวัดความเป็นไปได้เพียง 2 กรณีเท่านั้น ซึ่งอาจเป็น ถูก - ผิด จริง - ไม่จริง ใช่ - ไม่ใช่ ลักษณะของข้อสอบจะเป็นลักษณะคำบอกกล่าวซึ่งมีความสมบูรณ์ในประโยค แล้วให้ผู้ตอบทำรหัสใส่ในช่องว่างหน้าข้อ โดยทั่วไปมักใช้เครื่องหมาย ✓ ✕ หรือใช้ตัวอักษรย่อ ต ผ

ง) ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

เป็นข้อสอบที่มีลักษณะส่วนตัวคำถามส่วนหนึ่ง และส่วนตัวเลือกอีกส่วนหนึ่ง ซึ่งข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบนี้สามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ ตลอดจนถึงการประเมินผล สามารถออกข้อสอบได้ครอบคลุมเนื้อหาวิชา การตรวจและการให้คะแนนสะดวกและง่ายมีความแน่นอน

2.5.3 ลักษณะของข้อสอบที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้ (มนต์ชัย, 2543: 217)

2.5.3.1 มีความเที่ยงตรง (Validity) เป็นคุณลักษณะของข้อสอบที่สามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดอย่างถูกต้องตรงความมุ่งหมาย

ก) มีความเชื่อมั่น (Reliability) คะแนนที่ได้จากข้อสอบต้องมีความคงที่แน่นอนว่าจะทำการสอบกี่ครั้ง ผลที่ได้ต้องคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

ข) มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) ข้อสอบจะต้องไม่ยากหรือง่ายเกินไป โดยทั่วไปควรมีค่าระดับความยากง่ายตั้งแต่ .20 ถึง .80

ก) มีอำนาจจำแนกดี (Discrimination) หมายถึง ลักษณะที่ข้อสอบสามารถจำแนกผู้เรียนออกตามความสามารถได้ ข้อสอบที่ผู้เรียนตอบถูกหมดหรือผิดหมด จะเป็นข้อสอบที่ไม่มีอำนาจจำแนก ไม่สามารถจำแนกคนเก่งคนอ่อนออกจากกันได้

ง) มีความเป็นปรนัย (Objectivity) ข้อสอบที่มีความเป็นปรนัย ต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการดังนี้

มีความแจ่มชัดในคำถาม ผู้เรียนอ่านคำถามแล้วเข้าใจตรงกัน ไม่เกิดการตีความคนละประเด็น เข้าใจคำถามว่าข้อสอบต้องการถามอะไร

การตรวจให้คะแนนตรงกัน ไม่ว่าผู้ใดเป็นผู้ตรวจหรือตรวจเมื่อไร ก็ย่อมให้ผลคะแนนตรงกัน แปลความหมายคะแนนตรงกัน

จ) มีลักษณะการส่งถ่าย (Transferable) ลักษณะของข้อสอบต้องไม่ถามเฉพาะความรู้ความจำมากนัก ควรถามผู้เรียนให้รู้จักคิดหาเหตุผลในการค้นหาคำตอบ และควรวัดสมรรถภาพที่สูงขึ้น เช่น การนำมาใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล

ฉ) เรียงลำดับเหมาะสม (Sequence) ลักษณะของข้อสอบหรือข้อสอบที่ดี ควรเรียงลำดับจากเนื้อหาที่ต่อเนื่องกันจากง่ายไปหายาก ไม่ถามคำถามที่ซ้ำซาก และคำถามควรมีลักษณะท้าทายให้ผู้เรียนอยากทำ

ช) มีลักษณะเฉพาะ (Specificity) ผู้สอบที่สามารถตอบข้อสอบได้ถูกต้อง ต้องเป็นผู้มีความรู้ในเรื่องนั้นๆ มิใช่สามัญสำนึกก็ตอบข้อสอบได้

ซ) มีประสิทธิภาพ (Efficiency) ข้อสอบที่มีประสิทธิภาพจะให้ประโยชน์คุ้มค่าที่มี โดยใช้เวลา แรงงาน และใช้งบประมาณน้อย

2.6 การกำหนดแนวทางการประเมินผลการอบรม

การวัดและการประเมินผลการศึกษา เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุด เพราะนอกจากการวัดผลและการประเมินผลช่วยให้ทั้งครูและนักเรียน รวมทั้งผู้บริหารการศึกษาทราบว่า การเรียนการสอนได้ผลความคาดหวังที่ตั้งไว้หรือไม่ (สุรางค์, 2533: 295)

2.6.1 หลักการประเมินผล (Evaluation)

Erickson and Curl (1972: 163-170) กล่าวว่า ครูควรประเมินผลทั้งจากตัวสื่อและจากการใช้สื่อการสอนของครูเอง ทำให้ทราบว่าสื่อนั้นมีคุณค่าต่อการเรียนการสอนมากน้อยเพียงใดและครูเองมีเทคนิคในการใช้สื่อการสอนนั้นดีพอหรือไม่ สื่อการสอนสามารถบรรลุจุดมุ่งหมายการสอนหรือไม่เพียงใดเพื่อนำไปปรับปรุงใช้ให้เหมาะสมในโอกาสต่อไป

Brown, et al. (1983: 69-70) กล่าวว่า การติดตามและประเมินผล เป็นขั้นสุดท้ายของการใช้สื่อการสอนในห้องเรียน ซึ่งครูจะต้องวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่ได้จากสื่อและกิจกรรม

การเรียนการสอน โดยอาจจะจัดเป็นการติดตามผล เช่นการอภิปราย การสรุปร่วมกัน การค้นคว้า รายงานเพิ่มเติม เป็นต้น

Heinich, Molenda and Ussel (1985: 34-35) กล่าวว่า การประเมินผลควรกระทำใน 3 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

การประเมินผลกระบวนการสอน เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ทั้งในด้านผู้สอน สื่อการสอน และวิธีสอน โดยในการประเมินผลนี้สามารถทำได้ทั้งในระยะก่อนการสอน ระหว่างการสอน และหลังการสอน

ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ว่ามีเกณฑ์เท่าใด การประเมินผลสามารถกระทำได้ เช่น วัตถุประสงค์ที่เป็นเชิงทักษะพิสัยจะต้องเป็นการวัดกระบวนการของพฤติกรรม การตอบคำถามแบบปรนัย ถ้าเป็นวัตถุประสงค์เชิงจิตพิสัย การประเมินผลอาจต้องใช้การสังเกตเป็นเวลานานอย่างไรก็ตามการประเมินผลด้านต่างๆ ขึ้นอยู่กับการออกแบบและการวางแผนการสอนให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

การประเมินผลสื่อและวิธีใช้สื่อหรือวิธีการสอน เป็นการประเมินผลเพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อ ความคุ้มค่าของสื่อต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปรับปรุงสื่อ ระยะเวลาในการนำเสนอ การประเมินผลต่างๆ เหล่านี้ เพื่อนำผลไปปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น สำหรับการนำไปใช้ครั้งต่อไป การประเมินผลอาจกระทำได้โดยการให้ผู้เรียนมีการอภิปราย และวิจารณ์สื่อการสอนและเทคนิคการสอน ว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

สันทัด และ พิมพ์ใจ (2526: 44-54) ได้สรุปการประเมินผลไว้ดังนี้

1. ตั้งคำถามสรุปเรื่องเป็นตอนๆ
2. อธิบายสิ่งที่นักเรียนสงสัยอย่างแจ่มแจ้ง
3. ทดสอบความเข้าใจถ้าเห็นสมควร

อภิปรายถึงสื่อการสอนที่ใช้ไปแล้วโดยละเอียด ซึ่งเป็นการประเมินผลประสิทธิภาพของสื่อการสอนนั้นด้วยการให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการวิจารณ์ หรืออาจใช้วิธีถามคำถามเพื่อดูว่านักเรียนบรรลุถึงพฤติกรรมที่ต้องการหรือไม่ มากน้อยเพียงใด เป็นต้น

ไชยยศ (2526: 162) ได้สรุปหลักการประเมินผลไว้ว่าควรประเมินผลจากองค์ประกอบการใช้สื่อการสอนที่สำคัญ 3 ประการคือ ครูผู้ใช้สื่อการสอน ผู้เรียน สื่อการสอนโดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญในการประเมินการใช้สื่อการสอนมี 2 ประการ คือ

เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าเรียนรู้ได้มากน้อยเพียงใดจากสื่อและการสอนของครู เพื่อให้ผู้เรียนได้เพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์ให้กว้างขวางออกไปด้วย

จากข้อมูลข้างต้น หลักการเลือก หลักการเตรียม หลักการนำเสนอ และหลักการประเมินผลพอสรุปได้ ดังนี้คือ มีความเหมาะสม ตรงตามจุดประสงค์ ไม่ซับซ้อน คุ่มค่า สามารถใช้ร่วมกับสื่ออื่นๆ ได้ สามารถประเมินผลได้ ฯลฯ

2.6.2 ปัจจัยในการพิจารณาสร้างข้อสอบที่ใช้ในการประเมินผล

ปัจจัยในการพิจารณาสร้างข้อสอบที่ใช้ในการประเมินผล มีทั้งหมด 7 ด้านได้แก่ (มนต์ชัย, 2543: 201)

2.6.2.1 พฤติกรรมของผู้เรียนที่ต้องการ (Audience Behaviors) ข้อสอบที่ใช้ในการวัดความรู้ความสามารถ จะต้องคำนึงถึงพฤติกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออก ได้แก่

ก) ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) เป็นข้อสอบที่วัดความสามารถทางวิชาการต่างๆ ซึ่งเป็นลักษณะพฤติกรรมทางด้านพุทธิพิสัย

ข) ข้อสอบวัดความถนัด (Aptitude Test) เป็นข้อสอบที่วัดผลจากประสบการณ์เรียนรู้ทั่วไปใช้เป็นตัวทำนายผลลัพธ์ในอนาคตได้ หรือลักษณะพฤติกรรมทางด้านทักษะพิสัย

ค) ข้อสอบวัดบุคลิกสังคม (Personal - Social Test) เป็นข้อสอบที่ใช้วัดการปรับตัว ลุกลิภาพ ความรู้ทางด้านจิต การวัดเจตคติที่มีต่อบุคคล สังคม ศาสนา สถาบันชาติ ความสนใจในอาชีพ สถานภาพทางอารมณ์ ซึ่งเป็นลักษณะพฤติกรรมทางจิตพิสัย

2.6.2.2 เวลาในการทดสอบ (Time) ข้อสอบควรคำนึงถึงเวลาที่ใช้ในการทดสอบวัดความรู้ ความสามารถที่มีอยู่ โดยลักษณะของข้อสอบจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

ก) วัดความเร็ว (Speed Test) เป็นข้อสอบที่กำหนดเวลาให้ทำน้อยแต่มีข้อสอบมากข้อ ซึ่งค่อนข้างง่าย ผู้ตอบจะต้องทำข้อสอบด้วยความรวดเร็ว ข้อสอบประเภทนี้ใช้วัดทักษะด้านใด ด้านหนึ่ง เช่น ทักษะในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง

ข) วัดความคิด (Power Test) เป็นข้อสอบที่ให้เวลาในการตอบมาก ลักษณะข้อสอบจะไม่ถามในด้านความรู้ความจำ แต่ให้แสดงความคิดสร้างสรรค์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้แสดงความสามารถในการแสดงออกอย่างเต็มที่

2.6.2.3 ลักษณะการสอบ (Kind of Test) จำแนกได้ 2 ลักษณะ ได้แก่

ก) ข้อสอบรายบุคคล (Individual Test) เป็นข้อสอบที่ตอบได้ครั้งละคน เช่น การสัมภาษณ์ การสอบปากเปล่า

ข) ข้อสอบเป็นกลุ่ม (Group Test) เป็นการทดสอบที่สามารถกระทำได้ครั้งละหลายๆ คน เช่น การสอบข้อเขียน

2.6.2.4 วิธีการสอบ (Methodology) จำแนกลักษณะวิธีการสอบของผู้ตอบได้ 3 ลักษณะ คือ

ก) แบบให้ลงมือกระทำ (Performance Test) เช่น ข้อสอบภาคปฏิบัติ

ข) แบบให้เขียนคำตอบ (Paper Test) เช่น ข้อสอบปรนัย อัตนัย

ค) แบบปากเปล่า (Oral Test) เช่น การสัมภาษณ์ ข้อสอบการอ่าน

2.6.2.5 ความถี่ในการสอบ (Frequency) ข้อสอบที่ใช้ในการประเมินผล แบ่งลักษณะความถี่ในการสอบออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

ก) ข้อสอบย่อย (Formative Test) เป็นข้อสอบที่ประเมินผลความก้าวหน้าระหว่างการสอน เพื่อนำผลของการประเมินผลไปปรับปรุงการเรียนการสอน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบวัดผู้เรียนว่าได้เรียนรู้ไรมากน้อยเพียงใดในเรื่องเฉพาะบท เช่น แบบฝึกหัดหรือข้อสอบกลางภาค

ข) ข้อสอบรวมสรุป (Summative Test) เป็นข้อสอบที่ใช้ในการประเมินผลหลังการเรียนการสอนได้สิ้นสุดลงแล้ว มีจุดมุ่งหมายเพื่อตัดสินความสามารถของผู้เรียน ซึ่งได้เรียนจบในแต่ละวิชาของหลักสูตร โดยผลจากการประเมินจะนำไปสู่การจัดอันดับคะแนนในการตัดสินผลการเรียน เช่น ข้อสอบปลายภาค ข้อสอบหลังการเรียน

2.6.2.6 เกณฑ์ (Criteria) เกณฑ์หรือระดับการวัดของข้อสอบ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

ก) แบบอิงกลุ่ม (Norm - Referenced Test) เป็นข้อสอบที่ใช้ในการประเมินผลที่มุ่งหาความแตกต่างระหว่างผู้เรียน ซึ่งการประเมินผลจะขึ้นอยู่กับพฤติกรรมของกลุ่มเป็นสำคัญ ระดับคะแนนที่ได้รับของผู้เรียนจะแสดงถึงผลสัมฤทธิ์ และระดับของผู้เรียนในแต่ละคนเมื่อเทียบกับกลุ่ม

ข) แบบอิงเกณฑ์ (Criterion - References Test) เป็นข้อสอบที่ใช้ในการประเมินผลเพื่อหาว่าผู้เรียนทำอะไรได้บ้าง ข้อสอบจะเป็นจุดประสงค์ของการสอนกับเนื้อหาวิชาในการประเมินผลแบบอิงเกณฑ์จะมีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานไว้ล่วงหน้าอย่างชัดเจน เช่น กำหนดเกณฑ์ไว้ 80 % จึงจะถือว่าผ่าน ถ้าผู้เรียนได้คะแนนต่ำกว่า 80 % จะถือว่าไม่ผ่าน

2.6.2.7 ลักษณะการตรวจสอบ (Checking Method) แบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่

ก) แบบอัตนัย หรือแบบเรียงความ (Subjective Test) เป็นข้อสอบที่ผู้ตอบจะต้องรวบรวมความคิดในการตอบ ข้อสอบประเภทนี้เหมาะสมในการวัดทางด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การตรวจให้คะแนนอาจขึ้นอยู่กับอารมณ์ของผู้ตรวจและเวลาที่ใช้ในการตรวจ

ข) แบบปรนัย (Objective Test) เป็นข้อสอบที่มีการให้คะแนนแน่นอน เชื่อถือได้ แบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ

1. แบบตอบสั้นๆ (Short Answer)
2. แบบจับคู่ (Matching)
3. แบบถูกผิด (True or False)
4. แบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

2.7 สื่อที่ใช้ในการอบรม

การวิจัยในครั้งนี้ ได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ โดยมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.7.1 ความหมายของสื่อการสอน

นักวิชาการและนักเทคโนโลยีการศึกษา ทั้งในประเทศและต่างประเทศได้ให้ความหมายของ “สื่อการสอน” ไว้หลายท่าน พอสรุปได้ ดังนี้

Hass and Packer (1964: 11) กล่าวว่า สื่อการสอน คือ เครื่องมือที่ช่วยในการถ่ายทอดสิ่งต่างๆ ที่เป็นจริงได้แก่ ทักษะ ทักษะคิด ความรู้ ความเข้าใจ และความซาบซึ้งไปยังผู้เรียนหรือเป็นเครื่องมือประกอบการสอน ที่สามารถได้ยินและมองเห็นได้เท่าๆ กัน

Brown, et al. (1973: 584) กล่าวว่า สื่อการสอนหมายถึง อุปกรณ์ทั้งหลายที่สามารถเสนอความรู้ให้แก่ผู้เรียน จนเกิดผลการเรียนที่ดีทั้งนี้รวมถึงกิจกรรมต่างๆ ไม่เฉพาะที่เป็นวัสดุหรือเครื่องมือเท่านั้น เช่น การศึกษานอกสถานที่ การสาธิต การทดลอง ตลอดจนการสัมภาษณ์ เป็นต้น

เปลื้อง (2519: 1) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่เป็นเครื่องมือ หรือช่องทางสำหรับการสอนของครูถึงผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่วางไว้อย่างดี

วาสนา (2522: 59) กล่าวว่า สื่อการสอนหมายถึงสิ่งใดๆ ก็ตามที่เป็นตัวกลางนำความรู้ไปสู่ผู้เรียนและทำให้การเรียนการสอนเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ไชยยศ (2526: 4) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง สิ่งที่จะช่วยให้การเรียนรู้ ซึ่งครูและนักเรียนเห็นผู้ใช้เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ชม (2526: 5) กล่าวว่า สื่อการสอนนั้นเป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีการสอน เป็นพาหนะที่จะนำสารหรือความรู้ไปยังผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

ชัยขงค์ (2529: 112) ให้ความหมายของสื่อการสอนว่า คือวัสดุ (สิ่งเปลือง) อุปกรณ์ (เครื่องมือที่ใช้ไม่ผู้พังง่าย) วิธีการ (กิจกรรม เกม การทดลอง ฯลฯ) ที่ใช้สื่อกลางให้ผู้สอนสามารถส่งหรือถ่ายทอดความรู้ เจตคติ (อารมณ์ ความรู้สึก ความสนใจ ทักษะคิด และค่านิยม) และทักษะไปยังผู้เรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

พิมพ์พรรณ (2531: 29) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับการสอนของครูกับผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่ผู้สอนวางไว้เป็นอย่างดี

สรุปได้ว่า สื่อการสอน หมายถึง วัสดุ เครื่องมือและเทคนิควิธีการที่ผู้สอนนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.7.2 ประเภทของสื่อการสอน

สื่อการสอนนั้นมีมากมาย และได้พัฒนาให้เกิดขึ้นใหม่อยู่เสมอตามความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นักเทคโนโลยีการศึกษา ได้กำหนดและแบ่งประเภทของสื่อการสอนไว้ หลายท่านด้วยกัน เช่น

Dale (1969: 107-128) ได้แบ่งสื่อการสอนออกเป็น 11 ประเภทโดยพิจารณาจากลักษณะของประสบการณ์ที่ได้รับจากสื่อการสอน โดยยึดความเป็นรูปธรรมและนามธรรม (Concrete and Abstract) เป็นหลักในการแบ่งประเภทและได้แบ่งประเภทสื่อการสอนในรูปกรวยประสบการณ์ (The Cone of Experience) โดยให้สื่อที่มีความเป็นรูปธรรมมากที่สุดไปไว้ที่ฐานกรวยและสื่อที่เป็นนามธรรมน้อยที่สุดไปไว้ที่ยอดกรวย ดังนี้

ประสบการณ์ตรงที่มีความหมาย (Direct and Purposeful Experiences) เป็นประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้รับความเป็นจริง ผู้รับประสบการณ์ได้รับโดยการผ่านทางประสาทสัมผัสของจริงในชีวิต และประสบการณ์เหล่านั้นมีความหมายต่อผู้ได้รับประสบการณ์

ประสบการณ์จำลอง (Contrived Experiences) เป็นประสบการณ์ที่จำลองแบบจากของจริง เพราะของจริงอาจมีขนาดใหญ่ หรือมีความซับซ้อนเกินไป ถ้าใช้ของจำลองอาจทำให้เข้าใจง่ายกว่า ประสบการณ์นี้ ได้แก่ ของตัวอย่าง หุ่นจำลอง เป็นต้น

ประสบการณ์นาฏการ (Dramatized Experiences) เป็นการมีส่วนร่วมในการแสดง ประสบการณ์ได้จากการศึกษาเนื้อเรื่องที่แสดง การจัดฉาก การบอกบท การแต่งบทละคร ฯลฯ

การสาธิต (Demonstrations) เป็นการให้ดูตัวอย่างประกอบการอธิบายการสาธิตที่ดีต้องมีอุปกรณ์ประกอบ ผู้สาธิตควรรู้จักการใช้อุปกรณ์นั้นด้วย เช่น การสาธิต การทดลองทางวิทยาศาสตร์ การสาธิตทำกายบริหารต่างๆ ฯลฯ

การศึกษานอกสถานที่ (Study Trips) หมายถึง การพาผู้เรียนไปศึกษานอกสถานที่เพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์และความรู้กว้างขวางขึ้น เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนประสบกับบางสิ่งโดยตรง ซึ่งไม่สามารถจัดได้ในห้องเรียน

นิทรรศการ (Exhibitions) หมายถึง การแสดงสิ่งของต่างๆ เพื่อให้ความรู้แก่ผู้ดูซึ่งอาจรวมเอา หุ่นจำลอง การสาธิต แผนภูมิ ฯลฯ ไว้เพื่อให้ผู้ดูรับประสบการณ์ต่างๆ จากสิ่งเหล่านั้น

โทรทัศน์การศึกษา (Education Television) รายการโทรทัศน์จะทำให้ผู้เรียนได้เห็นภาพและได้ยินเสียงเหตุการณ์และความเป็นไปต่างๆ ในขณะที่เดียวกับที่มีการถ่ายทอดเหตุการณ์ นั้นๆ อยู่

ภาพยนตร์ (Motion Picture) เป็นการจำลองเหตุการณ์มาให้ผู้เรียนได้ดูได้ฟังใกล้เคียงกับความเป็นจริง แม้จะไม่ใช้เวลาเดียวกันกับเหตุการณ์จริงสามารถใช้ได้ดีในการประกอบการสาธิต เพราะเปิดโอกาสให้ผู้ดูได้เห็นเหตุการณ์อย่างใกล้ชิด

ภาพนิ่ง (Recordings, Radio and Still Pictures) ได้แก่ ภาพถ่าย ภาพวาด สไลด์ แผ่นโปร่งใส การบันทึกเสียงต่างๆ และวิทยุสามารถใช้กับการเรียนเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลภาพสามารถจำลองความเป็นจริงมาให้เราได้ศึกษาส่วนวิทยุและการบันทึกเสียงให้ความรู้แก่ผู้ฟังโดยไม่ต้องอ่าน

ทัศนสัญลักษณ์ (Visual Symbols) ได้แก่ แผนภาพ แผนภูมิ แผนสถิติ ภาพโฆษณา การ์ตูน ซึ่งมีลักษณะเป็นสัญลักษณ์สำหรับการถ่ายทอดความหมาย นำมาใช้แทนความหมายที่เป็นข้อเท็จจริง

วจนสัญลักษณ์ (Verbal Symbols) ได้แก่ คำพูด ตัวหนังสือ ตัวอักษรผู้ที่เข้าใจสัญลักษณ์นี้ได้ต้องอาศัย ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานมากพอสมควร

ไชยยศ (2526: 141 ; อ้างถึงใน Gerlach and Ely, 1979: 243) ได้แบ่งประเภทของสื่อการสอน ออกเป็น 6 ประเภท คือ

ภาพนิ่ง (Still Pictures) ได้แก่ รูปภาพต่างๆ ทั้งที่เป็นภาพถ่าย ภาพพิมพ์ และภาพที่มีอยู่ในหนังสือ สไลด์ फिल्मสตริป และภาพโปร่งใส

การบันทึกเสียง (Audio Recording) ได้แก่ สื่อที่เก็บเสียง (บันทึกไว้) เช่น แผ่นเสียงเทป บันทึกเสียง วิทยุ แถบเสียงในฟิล์มภาพยนตร์และเทปโทรทัศน์ เป็นต้น สื่อประเภทนี้จัดเป็น วจนวัสดุ (Verbal Materials)

ภาพเคลื่อนไหว (Motion Pictures) ได้แก่ ฟิล์มภาพยนตร์ เทปโทรทัศน์ (Video Tape Recording) ซึ่งเป็นภาพเคลื่อนไหว จะมีเสียงประกอบในตัวหรือไม่ก็ได้ ภาพเคลื่อนไหวเหล่านี้จะถ่ายจากวัสดุ หรือเหตุการณ์ใดๆ ก็ได้

โทรทัศน์ (Television) สื่อประเภทนี้ครอบคลุมวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ในด้านการได้ยิน (Audio) และได้เห็นภาพ (Video) ของจริง สถานการณ์จำลอง และหุ่นจำลอง (Real Thing, Simulation and Models) ได้แก่ คน เหตุการณ์ วัสดุสิ่งของ การสาธิต และการจัดการสถานการณ์จำลองซึ่งอาจใช้สื่อหลายๆ อย่างประกอบกัน

การสอนแบบโปรแกรมและคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Programmed and Computer Assisted Instruction) โปรแกรม คือการจัดลำดับความรู้ เพื่อเตรียมให้ผู้เรียนตอบสนอง เช่น แบบเรียน โปรแกรม (บทเรียนโปรแกรมหลายๆ บทเรียนหรือตำราโปรแกรม) และโปรแกรมการสอนที่เตรียมไว้ใช้กับคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

สำเนา (2523: 20) ได้แยกประเภทของสื่อการสอน ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. วัสดุและเครื่องมือที่ไม่ต้องฉาย ได้แก่ วัสดุและเครื่องมือที่ไม่ต้องอาศัยเครื่องฉายและจอ เช่น รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ ของจริง ของตัวอย่าง หุ่นจำลอง ลูกโลก แผนที่ กระดานดำ ป้ายนิเทศ รวมทั้งกิจกรรมต่างๆ เช่น ทัศนศึกษา การแสดงละคร นิทรรศการ การสาธิต การทดลอง ฯลฯ

2. วัสดุและเครื่องมือที่ต้องฉาย ได้แก่ สิ่งที่ต้องการเครื่องฉาย เช่น สไลด์ फिल्मสตริป ฟิล์มลูป แผ่นภาพโปร่งแสง ภาพยนตร์ ภาพทึบแสง สิ่งที่จะนำไปฉายเหล่านี้ เรียกว่า “วัสดุ”

ส่วนเครื่องซึ่งใช้ฉาย เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายฟิล์มสตริป เครื่องฉายภาพทึบแสง เครื่องฉายภาพจุลทรรศน์ เหล่านี้เรียกว่า “อุปกรณ์”

3. โสตทัศนวัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ วัสดุ และอุปกรณ์เกี่ยวกับเสียง เช่น แผ่นเสียง เทปเสียง เครื่องเล่นแผ่นเสียง เครื่องเล่นเทป เครื่องรับวิทยุ เครื่องขยายเสียง

เปเรื่อง (2521: 98-99) ได้กล่าวว่า สื่อการสอนมีขอบเขตครอบคลุมดังต่อไปนี้

บุคคล นอกจากครูบรรณาธิการและคนอื่นๆ ที่โรงเรียนมีอยู่แล้วยังหมายถึงใครก็ได้ที่ไม่ได้ผลิตมาสำหรับโรงเรียนบุคคลเหล่านี้สามารถนำมาใช้เพื่อการเรียนรู้ได้เช่น วิทยากร เป็นต้น

วัสดุ หมายถึง อุปกรณ์ การสอนที่โรงเรียนมีอยู่ เช่น ของจริง รูปภาพ เป็นต้น

อุปกรณ์และเครื่องมือ ได้แก่ เครื่องฉาย เครื่องเสียงต่างๆ รวมทั้งห้องปฏิบัติการทดลอง และห้องปฏิบัติการทางภาษา ตลอดจนเครื่องมือและวัสดุฝึกต่างๆ

สถานที่ หมายถึง อาคาร โรงเรียนฝึกงาน ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ และแหล่งวิทยาการอื่นๆ ภายในโรงเรียน

กิจกรรม หมายถึง กิจกรรมต่างๆ ที่จัดขึ้นในโรงเรียน เช่น การสาธิต ทดลอง

นาฏการ การแสดงนิทรรศการ การศึกษานอกสถานที่ เป็นต้น

ชม (2526: 19) ได้แยกสื่อการสอนได้ 3 พวกใหญ่ๆ คือ

อุปกรณ์หรือเครื่องมือ (Equipment หรือ Hardware หรือ Big Media) เป็นเรื่องของเครื่องชนิดกลไกไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหลายพวกนี้จะต้องอาศัยสื่อประเภทวัสดุ (Software) เพื่อนำสารใน Software ออกไปยังผู้รับสาร บรรดาสื่อประเภทหนัก ได้แก่ เครื่องฉายต่างๆ เช่น เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายภาพทึบแสง เครื่องวิทยุโทรทัศน์ เครื่องบันทึกเทป เครื่องเล่นแผ่นเสียง

วัสดุ (Material หรือ Software หรือ Small Media) สื่อพวกนี้บางอย่างก็ใช้ทำงานได้เองในตัวของมันบางอย่างก็ต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์พวกที่ต้องใช้กับอุปกรณ์ก็ต้องทำ เช่น ฟิล์มภาพยนตร์ ฟิล์มสตริป และสไลด์เทปบันทึกเสียงแผ่นเสียงเทปบันทึกภาพที่เรียนที่ใช้กับเครื่องสอนหรือคอมพิวเตอร์บางชนิดก็ใช้ได้ในตัวของมันเอง เช่น ภาพ หุ่น จำลอง แผนที่ แผนภูมิ สื่อประเภทเบานี้ทำหน้าที่ประการสำคัญก็คือ การเก็บเอกสารเอาไว้ในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

วิธีการ (Methods) สื่อประเภทนี้อาจจะเป็นการปฏิบัติการกระทำหรือการปฏิบัติ

อาจจะใช้สื่อประเภทเบาด้วยก็ได้หรือไม่ก็ได้ วิธีการดังกล่าวนี้ก็มี เช่น ละคร การสาธิต การนิทรรศการ และอื่นๆ

ไชยยศ (2526: 4) ได้แบ่งสื่อการสอนตามลักษณะรูปร่างของสื่อไว้ 4 ประเภท คือ

สื่อประเภทเครื่องมือ เป็นสื่อที่ได้จากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แขนงวิศวกรรมไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องฉายต่างๆ เครื่องเสียง วิทยุและโทรทัศน์รวมทั้งแผ่นป้ายต่างๆ

สื่อประเภทวัสดุ หมายถึง สื่อที่ได้จากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เป็นวัสดุที่มีการ
 ผูกพันเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เช่น แผนที่ แผนภูมิ แผนสถิติ ภาพโฆษณา รูปภาพ หุ่นจำลอง ของจริง และ
 อื่นๆ

สื่อประเภทวิธีการ หมายถึง สื่อประเภทเทคนิค ระบบกระบวนการต่างๆ เช่น การสาธิต
 การศึกษานอกสถานที่ การทดลองการแสดงละครนิทรรศการ เป็นต้น

สื่อประสม หมายถึง การนำสื่อประเภทต่างๆ ทั้งที่เป็นเครื่องมือวัสดุและวิธีการมาใช้ร่วมกัน
 อย่างสัมพันธ์กันในลักษณะที่สื่อแต่ละอย่างส่งเสริมสนับสนุนซึ่งกันและกัน เช่น บทเรียน
 โปรแกรมชุดการสอน การจัดการเรียนการสอนแบบศูนย์การเรียน เป็นต้น

ชัยขงค์ (2529: 112) ได้แบ่งประเภทของสื่อการสอนไว้ 3 ประเภท ดังต่อไปนี้คือ

วัสดุ หมายถึง สิ่งช่วยสอนที่มีการผูกพันเปลี่ยนแปลง เช่น ซอส์ก ฟิล์ม ภาพถ่าย สไลด์

อุปกรณ์ หมายถึง สิ่งช่วยสอนที่เป็นเครื่องมือ เช่น กระดานดำ กล้องถ่ายรูป เครื่องฉาย
 ภาพยนตร์ เครื่องรับโทรทัศน์ ฯลฯ

กระบวนการและวิธีการ ได้แก่ การจัดระบบ การสาธิตทดลอง เกมส์ และกิจกรรมต่างๆ
 โดยเฉพาะกิจกรรมที่ครูจัดขึ้นและมุ่งให้ผู้เรียนปฏิบัติ

2.7.3 หลักการใช้สื่อการสอน

การใช้สื่อการสอนนับว่ามีความสำคัญต่อการเรียนการสอนอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพราะถ้าใช้สื่อ
 การสอนไม่ถูกต้องย่อมจะได้ผลน้อยหรือมีค่าเท่ากับไม่ได้ใช้เลย หากเป็นดังนี้ย่อมไม่คุ้มค่ากับการ
 ลงทุน ฉะนั้นการใช้สื่อการสอนแต่ละครั้งจึงควรพิจารณาให้ถี่ถ้วน และวางแผนการใช้รอบคอบ
 การใช้สื่อการสอนในห้องเรียนอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ควรปฏิบัติตามหลักการดังนี้ คือ

2.7.3.1 หลักการเลือก (Selection)

Noel and Leonard (1962: 26-28) ให้หลักการเลือกสื่อการสอนไว้ ดังนี้

1. มีความเหมาะสมกับระดับสติปัญญาของผู้เรียน
2. เหมาะสมกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
3. เหมาะสมกับความต้องการและความสนใจของผู้เรียน
4. เหมาะสมกับเรื่องที่สอน
5. มีลักษณะที่น่าสนใจ
6. ตรงกับจุดประสงค์ในการสอน
7. ไม่เสียเวลาในการใช้มากเกินไป
8. เป็นแบบง่าย ๆ และไม่ซับซ้อนจนเกินไป
9. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น
10. ช่วยให้การเสริมสร้างเจตคติที่ดีแก่ผู้เรียน

11. ช่วยเพิ่มทักษะให้แก่ผู้เรียน
12. ให้ผลดีต่อการเรียนการสอนมากที่สุด
13. ราคาไม่แพงจนเกินไป

Dale (1969: 175-179) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการเลือกสื่อการสอน ไว้ดังนี้

1. สื่อการสอนนั้นจะสามารถให้แนวคิดที่ถูกต้องได้เพียงใด
2. สื่อการสอนนั้นจะสามารถสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในสิ่งที่เรียนได้ดีเพียงใด
3. สื่อการสอนนั้นๆ เหมาะสมกับวัย สติปัญญา และประสบการณ์ต่างๆ ของผู้เรียนเพียงใด
4. สภาพแวดล้อมเหมาะที่จะใช้สื่อการสอนนั้นๆ หรือไม่
5. มีข้อเสนอแนะอื่นๆ ในการใช้สื่อการสอนนั้นสำหรับครูหรือไม่
6. สื่อการสอนนั้นสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทางด้านความคิดได้หรือไม่
7. คำนึงถึงเวลาและการลงทุนหรือไม่

ลัดดา (2532: 61-62) ได้ให้หลักเกณฑ์ในการเลือกสื่อการสอนและประสบการณ์ในการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. เลือกสื่อและประสบการณ์ที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายการสอน
2. เลือกสื่อและประสบการณ์ที่สอดคล้องกับลักษณะการตอบสนอง และพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของผู้เรียนที่คาดหวังจะให้เกิดขึ้น
3. เลือกสื่อและประสบการณ์ในการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับความสามารถ และประสบการณ์เดิมของแต่ละคน
4. เลือกสื่อและอุปกรณ์พิเศษที่จะหาได้การเลือกสื่อ จะต้องคำนึงถึงความสะดวกในการนำสื่อการสอนนั้นมาใช้และไม่จำเป็นต้องใช้สื่อการสอนที่มีราคาแพงเสมอไป

วาสนา (2522: 64) ได้เสนอแนวคิดในการเลือกใช้สื่อการสอนไว้ดังนี้

1. ให้ความเหมาะสมและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
2. เหมาะสมกับวัย กิจกรรมหรือประสบการณ์ที่จัดขึ้นเพื่อการเรียนการสอน
3. เหมาะสมกับวัยและความสนใจของผู้เรียน
4. คำนึงความประหยัดและให้ผลคุ้มค่ากับการลงทุนทั้งในด้านเงินทุนและเวลาที่เสียไป
5. ใช้ได้สะดวกและปลอดภัย

ไชยยศ (2526: 157) กล่าวว่า การเลือกสื่อการสอนเพื่อนำมาเกื้อหนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพนั้นเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะหากครูเลือกสื่อที่ไม่เหมาะสมเข้ามาใช้ในการเรียนการสอนแล้ว การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นอาจไม่บรรลุสำเร็จตามจุดมุ่งหมาย ควรเลือกสื่อการสอนโดยยึดหลัก ดังนี้

1. สื่อต้องสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายและเรื่องที่จะสอน

2. สื่อที่ต้องเหมาะสมกับความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน
3. เหมาะสมกับวัยและระดับของผู้เรียน
4. เนื้อหาและวิธีใช้ไม่ยุ่งยากและซับซ้อนจนเกินไป
5. น่าสนใจและทันสมัย
6. เนื้อหามีความถูกต้อง
7. เทคนิคการผลิตดี เช่น ขนาด สี เสียง ภาพ ความจริง เป็นต้น
8. เป็นสื่อที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้
9. สามารถนำเข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนได้ดี
10. ถ้ามีสื่อการสอนหลายอย่างในเรื่องเดียวกัน ให้กำหนดว่าสื่อใดเหมาะสมที่สุดที่จะให้ความรู้ความเข้าใจแก่ผู้เรียนได้ดีที่สุดในเวลาอันสั้น

2.7.3.2 หลักการเตรียม (Preparation)

Erickson and Curl (1972: 163-170) ได้กล่าวถึงการเตรียมก่อนการใช้สื่อการสอนต้องเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนก่อนดังนี้

1. พัฒนาการสร้างความพร้อมเฉพาะอย่าง เช่น จะให้ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน ตอนไหน อย่างไร
2. แนะนำผู้เรียนเพื่อเป็นการเร้าให้เกิดการเรียนรู้จากสื่อที่ครูเลือกมา
3. สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสื่อการสอน
4. เลือกหาวิธีที่เหมาะสม ที่จะนำไปสู่การใช้สื่อการสอนนั้นๆ
5. ใช้แหล่งการเรียนรู้อื่นๆ เพื่อสร้างความพร้อมให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน

Brown, et al. (1973: 69-70) ได้กล่าวถึงการเตรียมก่อนการใช้สื่อการสอนดังนี้

1. การเตรียมตัวครู หมายถึง การทดลองใช้สื่อต่างๆ ก่อนที่จะนำไปใช้จริงในการเรียนการสอน
2. การเตรียมสภาพแวดล้อม ได้แก่ การเตรียมวัสดุและเครื่องมือต่างๆ ให้อยู่ในสภาพการใช้งานได้ทันที และติดตั้งวัสดุและเครื่องมือได้อย่างเหมาะสม
3. เตรียมชั้นเรียน เป็นการเตรียมผู้เรียนโดยชี้แนะหรือแนะนำผู้เรียนว่า จะเรียนรู้อะไรบ้างจากสื่อ และจะต้องทำอะไรบ้างเมื่อจะใช้สื่อ

ไชยยศ (2526: 158-160) กล่าวว่า การเตรียมเป็นตอนที่สำคัญขั้นหนึ่งในการใช้สื่อการสอน การเตรียมเป็นการสร้างความพร้อมไม่ว่าจะเป็นตัวครู ผู้เรียนและสื่อการเรียนการสอน ตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ดังนั้น ครูควรมีความรู้ ความสามารถและทักษะ ในเรื่องต่อไปนี้

1. ความรู้ความสามารถและทักษะในด้านเทคโนโลยีทางการสอน โดยเฉพาะเรื่องเกี่ยวกับ
 - 1.1 มีทักษะในการเลือกสื่อที่จำเป็นมาใช้ในการเรียนการสอน
 - 1.2 มีทักษะในการตัดสินใจว่า บทเรียนใดควรใช้สื่ออะไร

1.3 มีทักษะในการใช้สื่อการเรียนการสอน

1.4 สามารถผลิตสื่อการสอนอย่างง่ายได้ เช่น การฝึกภาพ แผนภูมิ ฯลฯ

2. ความรู้ความสามารถและทักษะในการเตรียมสื่อการสอนในห้องเรียน สามารถประยุกต์วิธีระบบ (Systematic Approach) เข้ามาในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น

2.1 เตรียมการสอน กำหนดชนิดและเวลาการใช้สื่อการเรียนการสอน

2.2 จัดหาสื่อไว้ล่วงหน้า

2.3 ทดลองใช้ เช่น ลองฟัง ลองฉายดูก่อนที่จะใช้จริง

2.4 ศึกษารายละเอียดจากคู่มือของสื่อการสอน (ถ้ามี)

2.5 จัดเตรียมสื่อการสอนอื่นๆ และวัสดุจำเป็นต้องใช้ร่วมกับสื่อการสอนนั้นๆ

2.7.3.3 หลักการนำเสนอ (Presentation)

Erickson and Curl (1972: 163-170) ได้กล่าวว่าเพื่อให้การนำเสนอได้ผลควรมีความรู้ความสามารถและทักษะพื้นฐานดังนี้

1. เลือกกิจกรรมการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียน อยากรู้ตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน
2. ใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้นและชี้แนะ
3. ใช้การอธิบายเพื่อนำไปสู่เนื้อหาและการสร้างมโนคติ
4. จัดกลุ่มผู้เรียนให้เหมาะสมและสร้างกิจกรรมท้าทายในการแก้ปัญหา
5. ใช้สื่ออย่างมีลำดับ
6. จัดดำเนินการด้านการจัดสภาพการณ์ต่างๆ ในการใช้สื่อการสอนเพื่อการเรียนรู้
7. สามารถจัดกลุ่มกิจกรรมให้ผู้เรียนหาความรู้จากสื่อต่างๆ ได้ เช่น จัดป้ายนิเทศจัดมุมวิชาการ และการศึกษาค้นคว้ารายงานเพิ่มเติม เป็นต้น

Heinich, Molenda and Russel (1985: 34-35) ได้กล่าวถึงการนำเสนอสื่อการสอนไว้ดังนี้

1. ผู้สอนต้องวางตัวเป็นธรรมชาติ พยายามหลีกเลี่ยงกิริยาอาการต่างๆ ที่ไม่เหมาะสมการพูดควรพูดให้ชัดเจน เป็นต้น
2. ผู้สอนควรยืนในที่ที่ผู้เรียนมองเห็นได้อย่างชัดเจนตลอดเวลา เพื่อเป็นการดึงดูดความสนใจมีการเคลื่อนไหวอย่างพอสสมควรมีการสบตากับผู้เรียน และเว้นระยะในการพูดเมื่อจะเริ่มพูดเรื่องใหม่
3. ทำให้สภาพการเรียนไม่เกิดความเครียด ควรมีการแทรกเรื่องตลกบ้างแต่เรื่องตลกต้องไม่กระทบกระเทือนกับผู้เรียนหรือเกิดความเสียหายกับผู้เรียน
4. เสนอสิ่งที่แปลกน่าสนใจ เช่น การสรุปที่แปลกหรือการเสนอภาพที่แปลกประหลาดใจ
5. พยายามควบคุมให้ผู้เรียนสนใจตลอดเวลา เช่น สบตากับผู้เรียนอย่างทั่วถึง

6. การควบคุมภาพและเสียงให้สัมพันธ์กันในกรณีใช้สื่อประเภทที่ต้องฉายเช่น สไลด์ फिल्मสตริป ภาพและเสียงควรสัมพันธ์กัน ทั้งชนิดที่เป็นการบันทึกเสียงไว้ก่อนหรือการบรรยาย การสอน

ไชยยศ (2526: 160-162) กล่าวว่า การนำเสนอสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน มีหลักการสำคัญเป็นแนวปฏิบัติดังนี้

1. เกิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม เช่น การซักถาม อภิปราย การเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ
2. ตอบและอธิบายข้อซักถามของผู้เรียน ซึ่งสาระสำคัญ ขั้นตอนและข้อเท็จจริงต่างๆ ที่ผู้เรียนจะเรียนได้จากสื่ออื่นๆ ตลอดจนแนะนำการเรียนรู้จากสื่อ
3. พยายามสำรวจตัวครูเองอยู่เสมอในระหว่างการใช้สื่อการเรียนการสอนไม่ว่าจะเป็น สื่อน้ำท่าทาง ในขณะที่สอนดังนี้
 - 3.1 ในขณะที่พูดหรืออภิปราย ครูควรพูดด้วยใบหน้ายิ้มแย้มเป็นมิตรกับผู้เรียน
 - 3.2 ใช้สายตาให้เป็นประโยชน์ เพราะสายตาของครูจะช่วยให้ผู้เรียนใส่ใจติดตามบทเรียน และเป็นการสร้างวินัยในชั้นเรียนทางอ้อม
 - 3.3 เสียงของครูต้องดังเหมาะสม มีระดับเสียง พูดด้วยความเร็วที่พอเหมาะมีการย้ำหรือเน้นเมื่อถึงตอนสำคัญ
 - 3.4 ท่าทางและบุคลิกของครูมีอิทธิพลต่อความเชื่อ ความมั่นใจและความประทับใจต่อผู้เรียนมาก ไม่ควรมองข้ามในเรื่องนี้
 - 3.5 การแสดง พยายามแสดงให้มากอย่างนักแสดงที่ดี พูดให้น้อยอย่างคล่องแคล่ว ไม่ลุกลุกกลน
 - 3.6 ปฏิบัติตนในการสอนอย่างสม่ำเสมอ เช่น เข้าสอนตรงต่อเวลาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยความมั่นใจ ท่าทางสง่างาม
 - 3.7 แสดงท่าทางให้ความสนใจและความสำคัญต่อผู้เรียนด้วยความจริงใจ และยุติธรรม ใช้สื่อการเรียนการสอนอย่างมีขั้นตอน สอดคล้องกับจังหวะเวลาและเนื้อหาตามที่ได้เตรียมหรือวางแผนไว้

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จริญ (2535: บทคัดย่อ) ได้ทำการหาประสิทธิภาพชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง วิชาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1 ระดับปริญญาตรี จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง มีประสิทธิภาพ 81.48/79.46 โดยกำหนดมาตรฐานว่า 80/80 แม้ว่าจะแนะนำสอบเฉลยร้อยละของแบบทดสอบจะต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด แต่อยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ ผลพลาร้อยละ 5 ซึ่งแสดงว่าชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยตนเองสามารถนำมาช่วยสอนได้

ปรัชญา (2533: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม วิชาการติดตั้งและซ่อมบำรุงระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หลักสูตรช่างระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่าย กองวิชาการ กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ สำหรับใช้ในการฝึกอบรมช่างเทคนิค ในด้านการ ซ่อมบำรุง ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของกองทัพเรือ และเพิ่มพูนความรู้แก่ช่าง ใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้แก่ ช่างระบบคอมพิวเตอร์กองปฏิบัติการ กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ จำนวน 31 คน จากนั้น นำผลการทดลองมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ ของชุดฝึกอบรม ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดฝึกอบรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.84/84.01 มีประสิทธิภาพสูงกว่าสมมุติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ร้อยละ 80

ธีรวัฒน์ (2543) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม หลักสูตร เพาเวอร์โพรเซส ดิจิตอลไฮราที ของหน่วยวิชาอิเล็กทรอนิกส์ กองวิชาเทคโนโลยีการสื่อสาร ส่วนการฝึกอบรม องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน จากผู้เข้ารับ การฝึกอบรมในปีงบประมาณ 2544 รุ่นที่ 2 ผลการวิจัยพบว่าชุดฝึกอบรมมีประสิทธิภาพ 82.25/81.933 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดฝึกอบรม สรุปได้ว่าชุดฝึกอบรม เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่ง ที่มีประโยชน์และคุณค่าสูงสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสมสำหรับ นำไปใช้ในการเรียนการสอน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเอาหลักการต่างๆ จากเอกสาร และงานวิจัยเหล่านี้ มาเป็นแนวทางในการสร้างชุดฝึกอบรม เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกอบรมการเขียน โปรแกรมควบคุม หุ่นยนต์ ภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Quatile-Experimental Research) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ทำการวัดผลแบบกลุ่มเดียววัดผลสองครั้ง (One Group Pre and Post - Test Design) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 การศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาข้อมูลและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลต่างๆ ดังนี้

3.1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระงานฯ ระดับช่วงชั้นที่ 4 รายวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เทคโนโลยีสารสนเทศ การจัดการฐานข้อมูลและรายวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง

3.1.2 ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับหุ่นยนต์ที่สั่งงานด้วยโปรแกรมภาษา PBASIC เช่น ศึกษาการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกสเตมปี การใช้คำสั่ง การบริหารหน่วยความจำระบบ การกำหนดสถานะของขาอินพุต/เอาต์พุต ตลอดจนศึกษาโครงสร้างของภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม โดยค้นคว้าจากเอกสารตำราต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.1.3 ศึกษาหลักการอบรมเชิงปฏิบัติการ เช่น การวิเคราะห์เนื้อหา การเขียนโครงการ การกำหนดวัตถุประสงค์ การนำเสนอ การเลือกสื่อ การจัดกิจกรรมหรือกระบวนการการอบรม การสร้างข้อสอบและหาประสิทธิภาพของข้อสอบ และการประเมินผลการอบรมเชิงปฏิบัติการ

3.1.4 ศึกษาการสร้างแบบสอบถามเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และผู้เข้ารับการอบรมโดยใช้ชุดฝึกอบรม จากเอกสาร ตำรา งานวิจัยและจากแบบสอบถามต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบด้วย

3.2.1 หุ่นยนต์ มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

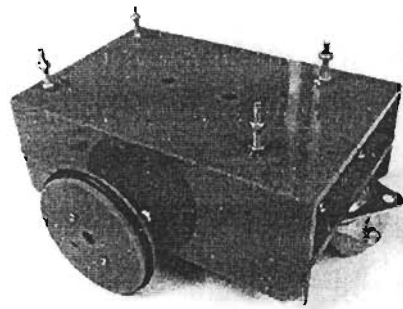
3.2.1.1 การวิเคราะห์เนื้อหา โดยศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระงานและพื้นฐานอาชีพ ช่วงชั้นที่ 4 รายวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น การจัดการฐานข้อมูลเทคโนโลยีสารสนเทศและรายวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.2.1.2 ออกแบบสร้างหุ่นยนต์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ดังแสดงในภาพที่ 3-1



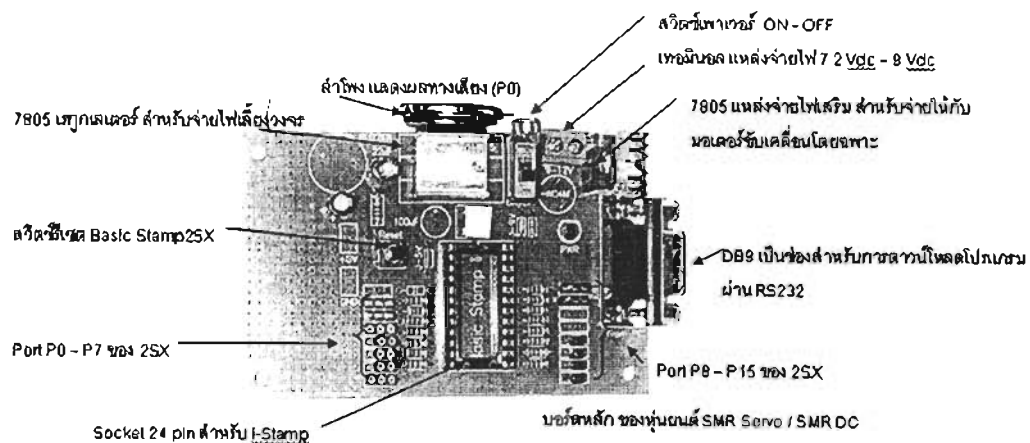
ภาพที่ 3-1 แสดงกระบวนการสร้างหุ่นยนต์

ก) การสร้างโครงหุ่นยนต์ โครงหุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้นสร้างจากพลาสติก มีความหนา 3 มิลลิเมตร โดยหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้นมีขนาดประมาณ 15 x 20 x 15 เซนติเมตร ขับเคลื่อนด้วยล้อ ทั้งหมด 3 ล้อ ล้อขับเคลื่อนใช้มอเตอร์เซอร์โว จำนวน 2 ตัว ส่วนล้อหน้าเป็น ล้อพวงชนิดหมุนฟรี 360 องศา ตัวหุ่นยนต์ที่ออกแบบจะคำนึงถึงการจัดวางตำแหน่งของ ส่วนประกอบต่างๆ ที่สำคัญเช่น แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกสเตมปี, แหล่งพลังงาน จะแบตเตอรี่จำนวน 6-8 ก้อน, ระบบตรวจจับลักษณะต่างๆ รวมไปถึงฟังก์ชันการทำงานในรูปแบบ ต่างๆ



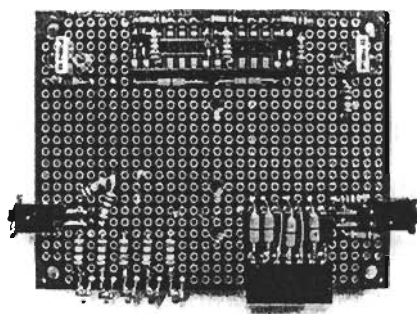
ภาพที่ 3-2 แสดงรูปแบบของโครงสร้างหุ่นยนต์ที่ใช้ในงานวิจัย

ข) การสร้างส่วนของแผงควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกสเตมปี ใน ส่วนนี้มีการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ เพื่อให้สามารถติดตั้งตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกสเตมปี และวงจรอื่นๆ ที่จำเป็นได้แก่ วงจรติดต่อกับเซอร์โวมอเตอร์, วงจรติดต่อกับหลอดไฟแสดงผล LED วงจรติดต่อกับลำโพงเพื่อการกำเนิดเสียง, วงจรติดต่อกับชุดตรวจจับชนิดต่างๆ รวมไปถึง คอนเนกเตอร์เพื่อติดต่อกับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ กับเครื่องพีซี ขณะการพัฒนาโปรแกรม



ภาพที่ 3-3 แสดงบอร์ดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกแสตมป์

ค) การสร้างส่วนของวงจรตรวจจับพื้น เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตรวจจับและรับข้อมูลสภาพแวดล้อมของพื้นในลักษณะต่างๆ โดยกำหนดให้สามารถตรวจจับเส้น สีขาว/ดำได้ และตรวจจับแยก รวมถึงการออกแบบวงจรให้สามารถตรวจจับความเข้มของแสง เพื่อการแยกแยะสีได้



ภาพที่ 3-4 แสดงบอร์ดตรวจจับพื้นของหุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้น

3.2.2 การสร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรม

การสร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรม ได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.2.2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดฝึกอบรม

3.2.2.2 ศึกษาคู่มือการจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

3.2.2.3 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหุ่นยนต์ การเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ภาษา PBASIC การอบรมเชิงปฏิบัติการ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.2.2.4 นำความรู้และข้อมูลที่ทำการศึกษา มาจัดทำชุดฝึกอบรม เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ภาษา PBASIC เพื่อการดำเนินการจัดกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ โดยชุดฝึกอบรมประกอบด้วย

- ก) คู่มือครู
- ข) เอกสารประกอบการอบรม
- ค) สื่อหุ่นยนต์

3.2.2.5 นำปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาและประเมินความคิดเห็น และความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง ครบคลุมเนื้อหาและความเหมาะสมในการนำชุดฝึกอบรมไปใช้

3.2.2.6 ดำเนินการแก้ไขตามคำแนะนำและผู้เชี่ยวชาญ

3.2.2.7 นำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน แล้วนำข้อมูลจากการทดลองมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อจัดทำชุดฝึกอบรม เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ภาษา PBASIC ฉบับจริง

3.2.2.8 การทดลองใช้ชุดฝึกอบรม โดยนำชุดฝึกอบรมที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว มาทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมให้เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3.2.3 การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

3.2.3.1 การร่างแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้ คือ

ก) ตรวจสอบเนื้อหา วิเคราะห์วัตถุประสงค์อีกครั้งหนึ่ง เพื่อสามารถสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ทุกๆ ข้อตามที่ได้กำหนดไว้

ข) วิเคราะห์จำนวนข้อสอบ เพื่อสำหรับใช้ในแต่ละเนื้อหาและใช้เป็นแบบทดสอบรวม ซึ่งจะวิเคราะห์ตามน้ำหนักและลำดับความสำคัญของเนื้อหา

ค) สร้างแบบทดสอบฉบับร่าง โดยสร้างข้อทดสอบให้มีจำนวนข้อสอบมากกว่าที่ต้องการตามที่ระบุไว้ในเนื้อหา เพื่อจัดเก็บไว้ในลักษณะของคลังข้อสอบโดยจะสุ่มขึ้นมาโดยยึดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นเกณฑ์

ง) นำร่างแบบทดสอบที่ได้สร้างไว้ มาตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาด้านคอมพิวเตอร์และหุ่นยนต์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้น

จ) ทำการปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

ฉ) นำแบบทดสอบทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 20 คน เพื่อหาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นของข้อสอบ

3.2.3.2 การวิเคราะห์แบบทดสอบ

ก) แยกผลโดยใช้หลักการ 25%

ข) เรียงลำดับคะแนนนักศึกษาที่ได้คะแนนสูงสุด และรองลงไปตามลำดับ จำนวน 5 คน เป็นกลุ่มสูง (N_H)

ค) เรียงลำดับคะแนนนักศึกษาที่ได้คะแนนต่ำสุด และไล่ขึ้นไปตามลำดับ จำนวน 5 คน เป็นกลุ่มต่ำ (N_L)

ง) วิเคราะห์หาค่าระดับความยากง่ายและอำนาจจำแนกตามสูตร

จ) พิจารณาเกณฑ์ข้อสอบ เลือกเฉพาะข้อที่มีระดับความยากง่าย 0.20 - 0.80 เพราะเป็นช่วงที่ข้อสอบไม่ยากและง่ายจนเกินไป และเกณฑ์คัดเลือกเอาเฉพาะข้อที่มีอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป เพราะจัดเป็นช่วงที่ข้อสอบมีอำนาจจำแนกพอใช้

ฉ) วิเคราะห์หาค่าคะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้มาจากแบบทดสอบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

ช) วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นตามสูตร คูเดอร์-ริชาร์ดสัน 21

คัดเลือกข้อทดสอบมาใช้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยเลือกตามจำนวนที่ต้องการในแต่ละเนื้อหา เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบระหว่างเรียนและเลือกข้อทดสอบตามจำนวนที่ต้องการรวมทั้งวิชา เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.3.3 ลักษณะของแบบทดสอบ แบ่งการใช้งานตามวัตถุประสงค์

ก) แบบทดสอบก่อนการอบรม (Pretest) เพื่อใช้เก็บคะแนนก่อนทำการใช้ชุดฝึกอบรม จำนวน 30 ข้อ

ข) แบบทดสอบหลังการอบรม (Posttest) เพื่อใช้วัดผลทางการเรียนหลังจากอบรมแล้ว โดยมีจำนวนข้อสอบเท่ากับแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 30 ข้อ โดยมีการสลับข้อสลับตัวเลือก และมีการสุ่มข้อสอบใหม่ๆ จากคลังข้อสอบ

3.2.3.4 ปริญญาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านหุ่นยนต์ เพื่อพิจารณาการทำงาน ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้น

3.2.3.5 ทดลองใช้ชุดฝึกอบรม หลังจากที่ได้คำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์และทำการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว โดยผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นทำการทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบการทำงานของหุ่นยนต์ ความเหมาะสม ความถูกต้องของเนื้อหา และวิธีดำเนินการอบรม

3.2.3.6 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้ มาทำการแก้ไขปรับปรุงเนื้อหาและคัดเลือกแบบทดสอบก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกอบรม เพื่อเตรียมไว้ใช้งานต่อไป โดยผ่านอาจารย์ที่ปรึกษาประเมินผลอีกครั้งหนึ่ง

3.2.4 แบบสอบถามประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ชุดฝึกอบรมหุ่นยนต์ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.2.4.1 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาข้อมูล ได้แก่ การสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น รูปแบบของแบบสอบถาม วิธีการใช้งาน และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดเป็นแนวทางการสร้างแบบสอบถามวัดความคิดเห็นของผู้ใช้บทเรียน

3.2.4.2 สร้างแบบสอบถามขึ้นมาจำนวน 2 ชุด ได้แก่

ก) ชุดที่ 1 แบบสอบถามเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกอบรม

ข) ชุดที่ 2 แบบสอบถามวัดความคิดเห็นของผู้เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยใช้ชุดฝึกอบรม เพื่อประเมินประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมและความพึงพอใจในการเข้ารับการอบรม

3.2.4.3 ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา โดยนำแบบสอบถามเพื่อประเมินความคิดเห็นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาดูตรวจสอบพิจารณาความเหมาะสม จากนั้นได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อมูลที่ได้รับ

3.2.4.4 ทดลองใช้แบบสอบถามกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาความชัดเจนของคำถาม ความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม การพิมพ์ และส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.2.4.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถาม โดยนำข้อมูลจากการทดลองใช้ในขั้นตอนที่ผ่านมาทำการปรับปรุงแก้ไข โดยผ่านอาจารย์ที่ปรึกษาดูสอบอีกครั้งหนึ่ง หลังจากนั้นจึงพิมพ์แบบสอบถามความคิดเห็นฉบับสมบูรณ์เพื่อเตรียมไว้เก็บข้อมูลต่อไป

3.3 การกำหนดประชากรและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการอ้างอิงการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่ศึกษาในโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จำนวน 240 คน

กลุ่มตัวอย่างของประชากร คือ นักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ได้มาจากวิธีการจับสลาก ให้ได้จำนวน 20 คน จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 ห้องเรียน 80 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ห้องเรียน 80 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2 ห้องเรียน 80 คน

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 ติดต่อกับโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างเพื่อรับสมัครนักเรียนเข้ารับการการอบรม จำนวน 20 คน

3.4.1.1 ดำเนินการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการกับกลุ่มตัวอย่าง ต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 3 วัน โดยดำเนินการอบรมดังนี้

- ก) ใช้แบบทดสอบความรู้ กับกลุ่มตัวอย่างก่อนดำเนินการอบรม (Pre-test)
- ข) ทดลองใช้ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง และดำเนินการตามกิจกรรมที่กำหนด
- ค) ใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับที่ทดสอบก่อนใช้บทเรียน นำมาทดสอบวัดความรู้หลังการเข้ารับการอบรม (Post-test)
- ง) ประเมินความพึงพอใจและประโยชน์ที่ได้รับ โดยใช้แบบประเมินผลที่สร้างขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง
- จ) การวิเคราะห์และหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม โดยนำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยค่าสถิติ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

3.5.1 การวิเคราะห์และหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม โดยนำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยค่าสถิติ โดยจากแบบทดสอบความรู้ก่อน-หลังการเข้ารับการอบรม (Pre and Post-test) ตรวจสอบคะแนนโดยตอบถูกให้ข้อละ 1 คะแนน หากตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติดังนี้

3.5.1.1 การวิเคราะห์คะแนนโดยหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีสูตรดังนี้ (พวงรัตน์, 2535: 145-151)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$$S.D. = \frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)} \quad (3-1)$$

$\bar{X}$ = ค่ามัชฌิมเลขคณิต

n = จำนวนผู้ทำแบบทดสอบทั้งหมด

S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

3.5.1.2 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกอบรม ด้วยค่าสถิติ t-test โดยใช้สูตรดังนี้ (พวงรัตน์, 2531: 176)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad (3-2)$$

D – ผลต่างของคะแนนก่อนและหลังอบรม

n – จำนวนผู้ทำแบบทดสอบทั้งหมด

3.5.1.3 การประเมินแบบประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ และแบบประเมินความพึงพอใจและประโยชน์ที่ได้จากการเข้ารับการอบรมของผู้เข้ารับการอบรม ใช้สถิติค่ามัธยฐานเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยการแปลความหมายจากค่าเฉลี่ยเป็นดังนี้ (ประคอง, 2542: 73)

ช่วงค่าน้ำหนัก 4.50-5.00 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด

ช่วงค่าน้ำหนัก 3.50-4.49 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับดีมาก

ช่วงค่าน้ำหนัก 2.50-3.49 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับปานกลาง

ช่วงค่าน้ำหนัก 1.50-2.49 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับน้อย

ช่วงค่าน้ำหนัก 1.00-1.49 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับน้อยที่สุด

3.5.2 การตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดความรู้

3.5.2.1 นำแบบทดสอบวัดความรู้ที่สร้างขึ้น ทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ได้ใช้ชุดฝึกอบรม จำนวน 20 คน เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ โดยนำผลคะแนนที่ได้ตามเกณฑ์มาวิเคราะห์เป็นรายชื่อ

3.5.2.2 หาค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่าย เพื่อคัดเลือกข้อทดสอบที่มีความเหมาะสมใช้ในการวิจัย (พวงรัตน์, 2538: 115)

หาค่าความยากง่าย ใช้สูตรดังนี้

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P = ค่าความยากของคำถามแต่ละข้อ

R – จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N – จำนวนผู้ทำแบบทดสอบทั้งหมด

(เลือกเฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย อยู่ในช่วง .20 - .80)

หาค่าอำนาจจำแนก ทำได้โดยตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ แล้วเรียงคะแนนจากสูงไปหาค่า แล้วแบ่งเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ใช้สัดส่วน 25 เปอร์เซนต์ แล้วหาจำนวนผู้ที่ตอบถูกของแต่ละกลุ่ม ในข้อเดียวกัน แทนค่าในสูตร โดยใช้สูตรสัดส่วนของความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูง-กลุ่มต่ำ ดังนี้

$$r = \frac{Ru - Re}{N / 2} \quad (3-3)$$

เมื่อ r = ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
 Ru = จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มสูง
 Re = จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มต่ำ
 N = จำนวนผู้ทำแบบทดสอบทั้งหมด

(คัดเลือกข้อความที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไปไว้เป็นข้อสอบจริง)

หลังจากนั้นนำแบบทดสอบความรู้ที่จะนำไปใช้จริง ไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีการหาความคงตัวภายใน (Internal Consistency) โดยใช้สูตรคูเคอร์-ริชาร์ดสัน Kuder-Richardson สูตรที่ 21 ตามสูตรดังนี้ (พวงรัตน์, 2538: 123)

สูตร KR 21

$$r_u = \left\{ n / (n - 1) \right\} \left[1 - \frac{\bar{X}(n - \bar{X})}{ns^2} \right] \quad (3-4)$$

เมื่อ r_u = ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n = จำนวนข้อ
 $\bar{X}$ = คะแนนเฉลี่ย
 s^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

บทที่ 4

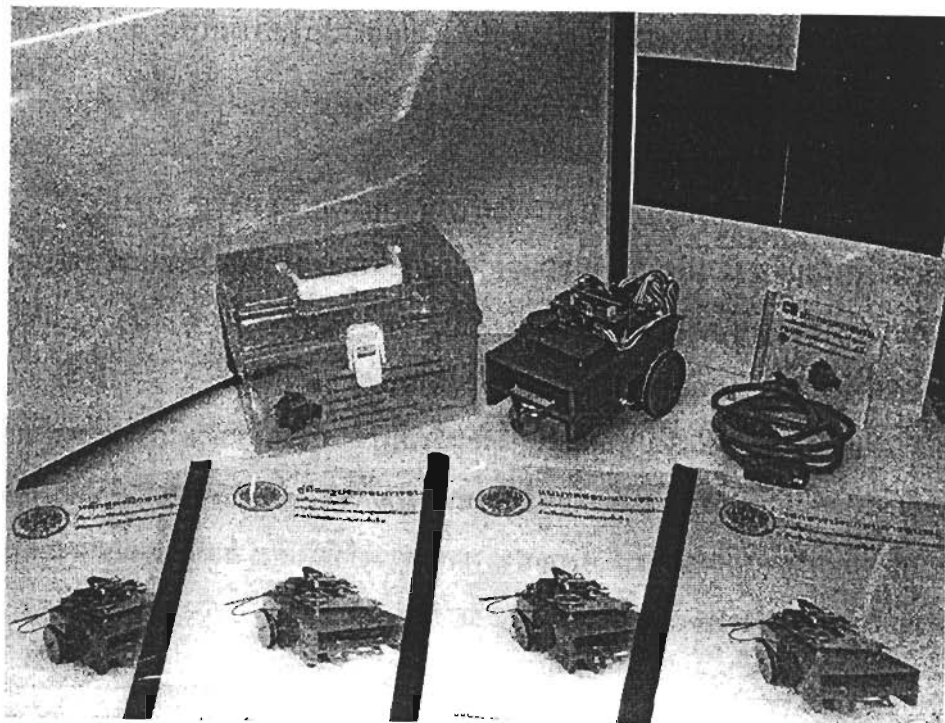
ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ปรากฏผลการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยจะเสนอตามลำดับ ดังนี้คือ

- 4.1 ผลการสร้างชุดฝึกอบรม
- 4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม
- 4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของชุดฝึกอบรม

4.1 ผลการสร้างชุดฝึกอบรม

ผู้วิจัยได้นำผลจากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง มากำหนดองค์ประกอบของชุดฝึกอบรม โดยสรุปได้ดังนี้ (รายละเอียดในภาคผนวก ก)



ภาพที่ 4-1 แสดงชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4

4.1.1 คู่มือครู มืองค์ประกอบ 5 ส่วน ดังนี้

4.1.1.1 หลักสูตรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย หลักการและเหตุผล วัตถุประสงค์ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เนื้อหาวิชาในการฝึกอบรม กำหนดการฝึกอบรม วิธีดำเนินการฝึกอบรม สื่อ-อุปกรณ์ การวัดและประเมินผล

4.1.1.2 แผนการอบรม ประกอบด้วย

หัวข้อที่ 1 : เรื่องของหุ่นยนต์

หัวข้อที่ 2 : ไมโครคอนโทรลเลอร์และภาษาที่ใช้ในการโปรแกรม

หัวข้อที่ 3 : โปรแกรมเบสิกสเตมปีเอดิเตอร์และการเขียนโปรแกรมควบคุม อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ของหุ่นยนต์

หัวข้อที่ 4 : กิจกรรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

4.1.1.3 แบบทดสอบสัมฤทธิ์ผลก่อนการอบรม ประกอบด้วย แบบทดสอบภูษานา วัดความรู้ ความเข้าใจและทักษะการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ จำนวน 30 ข้อ

4.1.1.4 แบบทดสอบสัมฤทธิ์ผลหลังการอบรม ประกอบด้วย แบบทดสอบภูษานา วัดความรู้ ความเข้าใจและทักษะการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ จำนวน 30 ข้อ

4.1.1.5 แบบประเมินผลการอบรม ประกอบด้วย แบบสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม จำนวน 14 ข้อ

4.1.2 เอกสารประกอบการอบรม ประกอบด้วยเนื้อหาที่ใช้ในการอบรม 4 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 : เรื่องของหุ่นยนต์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 : ไมโครคอนโทรลเลอร์และภาษาที่ใช้ในการโปรแกรม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 : โปรแกรมเบสิกสเตมปีเอดิเตอร์และการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ของหุ่นยนต์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 : กิจกรรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

4.1.3 สื่อหุ่นยนต์ ซึ่งเป็นหุ่นยนต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย โครงสร้างหุ่นยนต์และแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ บรรจุไมโครคอนโทรลเลอร์ BASIC Stamp 2SX พัฒนาด้วยภาษา PBASIC และอุปกรณ์ตรวจจับ เช่น ด้านแสง, วงจรตรวจจับสัมผัส รวมทั้งชุดแสดงผลทางแสง, เสียง และข้อความโดยทำงานด้วยคำสั่งภาษา PBASIC

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

4.2.1 ผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ

เมื่อกำหนดชุดฝึกอบรมแล้ว นำชุดฝึกอบรมให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาการศึกษา เนื้อหา ด้านอิเล็กทรอนิกส์และเนื้อหาด้านคอมพิวเตอร์ จำนวน 6 ท่าน ประเมินผลโดยใช้แบบประเมิน คุณภาพชุดฝึกอบรม เพื่อสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจเกี่ยวกับกระบวนการในการนำ ชุดฝึกอบรมไปใช้และนำข้อมูลที่ได้รับนี้ไปศึกษา เพื่อปรับปรุงชุดฝึกอบรมให้มีความเหมาะสม และสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งผลการประเมินสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4-1 สรุปผลการประเมินความคิดเห็นและความเหมาะสมของชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน		$\bar{X}$	S.D.	ระดับการประเมิน
1.	ด้านหลักสูตรฝึกอบรม	4.15	0.45	มาก
2.	ด้านแผนการอบรม	3.91	0.38	มาก
3.	ด้านเอกสารประกอบการอบรม	3.93	0.41	มาก
4.	ด้านสื่อหุ่นยนต์	3.97	0.52	มาก
5.	ด้านแบบทดสอบก่อนอบรมและหลังอบรม	3.75	0.39	มาก
รวม		3.94	0.43	มาก

จากตารางที่ 4-1 ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่านมีความคิดเห็นและพิจารณาความเหมาะสมของ ชุดฝึกอบรมในภาพรวมพบว่ามีเหมาะสมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาความเหมาะสม ในแต่ละด้านพบว่า ด้านหลักสูตรฝึกอบรม ด้านแผนการอบรม ด้านเอกสารประกอบการอบรม ด้านสื่อหุ่นยนต์และด้านแบบทดสอบก่อนอบรมและหลังอบรมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินความคิดเห็นและความเหมาะสมของชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญ
ด้านหลักสูตรฝึกอบรม

รายการประเมิน		$\bar{X}$	S.D.	ระดับการประเมิน
1.	หลักการและเหตุผล	4.16	0.41	มาก
2.	วัตถุประสงค์ของการอบรมเชิงปฏิบัติการ	4.00	0.63	มาก
3.	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4.00	0.00	มาก
4.	เนื้อหาวิชาในการอบรมเชิงปฏิบัติการ	4.00	0.00	มาก
5.	กำหนดการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ	4.00	0.00	มาก

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

รายการประเมิน		$\bar{X}$	S.D.	ระดับการประเมิน
6.	วิธีดำเนินการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ	4.33	0.52	มาก
7	สื่อ – อุปกรณ์	4.33	0.52	มาก
8	การวัดผลและประเมินผล	4.16	0.41	มาก
9	ความสอดคล้องเหมาะสมของหลักสูตร	4.33	0.52	มาก
10	ความเป็นไปได้ในการนำหลักสูตรไปใช้	4.16	0.41	มาก
รวม		4.15	0.45	มาก

จากตารางที่ 4-2 ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่านมีความคิดเห็นและพิจารณาความเหมาะสมเกี่ยวกับชุดฝึกอบรม โดยส่วนใหญ่เห็นว่าหลักการและเหตุผล วัตถุประสงค์ของการอบรมเชิงปฏิบัติการ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เนื้อหาวิชาในการอบรมเชิงปฏิบัติการ กำหนดการฝึกอบรม เชิงปฏิบัติการ วิธีดำเนินการฝึก อบรมเชิงปฏิบัติการ สื่อ-อุปกรณ์ การวัดผลและประเมินผล ความสอดคล้องเหมาะสมของหลักสูตรและความเป็นไปได้ในการนำหลักสูตรไปใช้ มีความเหมาะสมในระดับมาก

ตารางที่ 4-3 ผลการประเมินความคิดเห็นและความเหมาะสมของชุดฝึกอบรม โดยผู้เชี่ยวชาญ
ด้านแผนการฝึกอบรม

รายการประเมิน		$\bar{X}$	S.D.	ระดับการประเมิน
1.	จุดประสงค์ของแต่ละแผนการอบรม	4.00	0.00	มาก
2.	เนื้อหาสาระของแต่ละแผนการอบรม	3.83	0.41	มาก
3	เวลาที่ใช้ของแต่ละแผนการอบรม	3.83	0.41	มาก
4.	สื่อ/แหล่งเรียนรู้ / อุปกรณ์ที่ใช้ในการอบรม	4.00	0.63	มาก
5	การวัดผลและประเมินผล	3.67	0.52	มาก
6.	การดำเนินการอบรมในแต่ละแผนการอบรม	3.67	0.52	มาก
7.	ความสอดคล้องกับหลักสูตร	4.00	0.00	มาก
8.	ความเหมาะสมในการนำแผนการอบรมไปใช้	4.33	0.52	มาก
รวม		3.91	0.38	มาก

จากตารางที่ 4-3 ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่านมีความคิดเห็นและพิจารณาความเหมาะสมเกี่ยวกับแผนการอบรม โดยส่วนใหญ่เห็นว่าจุดประสงค์ของแต่ละแผนการอบรม สื่อ แหล่งเรียนรู้ อุปกรณ์ที่ใช้ในการอบรม ความสอดคล้องกับหลักสูตรและความเหมาะสมในการนำแผนการอบรมไปใช้ เนื้อหาสาระของแต่ละแผนการอบรม เวลาที่ใช้ของแต่ละแผนการอบรม การวัดผลและประเมินผล การดำเนินการอบรมในแต่ละแผนการอบรมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 4-4 ผลการประเมินความคิดเห็นและความเหมาะสมของชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญ
ด้านเอกสารประกอบการฝึกอบรม

รายการประเมิน		$\bar{X}$	S.D.	ระดับการประเมิน
1.	ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร	4.16	0.41	มาก
2.	มีรายละเอียดของเนื้อหาเหมาะสม	3.67	0.52	มาก
3.	การเรียงลำดับของเนื้อหามีความเหมาะสม	3.67	0.52	มาก
4.	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสมอ่านทำความเข้าใจง่าย	3.50	0.55	มาก
5.	ความยาก-ง่ายของเนื้อหา	3.33	0.52	ปานกลาง
6.	ภาพประกอบสวยงามและเหมาะสมกับเนื้อหา	4.33	0.52	มาก
7.	ตัวอย่างโปรแกรมมีความเหมาะสม	4.33	0.52	มาก
8.	แบบฝึกกิจกรรมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.00	0.00	มาก
9.	แบบฝึกกิจกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.00	0.00	มาก
10.	ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้	4.33	0.52	มาก
รวม		3.93	0.41	มาก

จากตารางที่ 4-4 ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่านมีความคิดเห็นและพิจารณาความเหมาะสมเกี่ยวกับเอกสารประกอบการอบรม โดยส่วนใหญ่เห็นว่าความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ภาพประกอบสวยงามและเหมาะสมกับเนื้อหา ตัวอย่างโปรแกรมมีความเหมาะสม แบบฝึกกิจกรรมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ แบบฝึกกิจกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ รายละเอียดของเนื้อหาเหมาะสม การเรียงลำดับของเนื้อหาเหมาะสม และภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม อ่านทำความเข้าใจง่ายอยู่ในระดับมาก ส่วนความยาก-ง่ายของเนื้อหาเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

ตารางที่ 4-5 ผลการประเมินความคิดเห็นและความเหมาะสมของชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญ
ด้านสื่อหุ่นยนต์

รายการประเมิน		$\bar{X}$	S.D.	ระดับการประเมิน
1.	รูปแบบสวยงาม น่าสนใจ	3.67	0.52	มาก
2.	องค์ประกอบของสื่อมีความเหมาะสม	3.83	0.41	มาก
3.	สะดวกและง่ายต่อการทดลอง / การปฏิบัติ	4.00	0.63	มาก
4.	มีความคงทน	3.67	0.52	มาก
5.	มีความปลอดภัยกับผู้ใช้งาน	4.33	0.52	มาก
6.	ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้	4.33	0.52	มาก
รวม		3.97	0.52	มาก

จากตารางที่ 4-5 ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่านมีความคิดเห็นและพิจารณาความเหมาะสมเกี่ยวกับสื่อหุ่นยนต์ โดยส่วนใหญ่เห็นว่า มีความสะดวกและง่ายต่อการทดลอง/ การปฏิบัติ มีความปลอดภัยกับผู้ใช้งานและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ ส่วนรูปแบบของสื่อหุ่นยนต์มีความสวยงาม น่าสนใจ องค์ประกอบของสื่อมีความเหมาะสมและมีความคงทนอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 4-6 ผลการประเมินความคิดเห็นและความเหมาะสมของชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญ
ด้านแบบทดสอบก่อนและหลังการอบรม

รายการประเมิน		$\bar{X}$	S.D.	ระดับการประเมิน
1.	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร	4.00	0.00	มาก
2.	ครอบคลุมเนื้อหาในการอบรม	4.00	0.00	มาก
3.	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม	3.67	0.52	มาก
4.	อ่านทำความเข้าใจง่าย	3.67	0.52	มาก
5.	มีความเป็นปรนัย	3.83	0.75	มาก
6.	จำนวนข้อสอบมีความเหมาะสม	3.33	0.52	ปานกลาง
รวม		3.75	0.39	มาก

จากตารางที่ 4-6 ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่าน มีความคิดเห็นและพิจารณาความเหมาะสมเกี่ยวกับแบบทดสอบก่อนอบรมและหลังการอบรม โดยส่วนใหญ่เห็นว่า มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ครอบคลุมเนื้อหาในการอบรม ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม อ่านทำความเข้าใจง่าย มีความเป็นปรนัยอยู่ในระดับมาก แต่จำนวนข้อสอบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

4.2.2 ผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรโดยผู้เข้ารับการอบรม

เพื่อให้ทราบประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม ผู้วิจัยได้ทำการประเมินผลการอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยกำหนดรูปแบบการประเมินผลเป็น 2 ลักษณะ คือ

4.2.2.1 ประเมินจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบความรู้ก่อนและหลังการฝึกอบรม

4.2.2.2 ประเมินจากความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ

4.2.3 ผลการประเมินความรู้ก่อนและหลังการอบรม

จากการที่ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบความรู้ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือประเมินความรู้ก่อนและหลังการอบรม โดยแบบทดสอบความรู้ในการอบรม มีจำนวน 30 ข้อ ภายหลังกการอบรมได้ผลการประเมินพบว่าผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้เพิ่มขึ้น (รายละเอียดในภาคผนวก ก) หลังจากนั้นผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบ เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม โดยใช้ค่าสถิติ t-test ได้รายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4-7 การเปรียบเทียบผลการทดสอบความรู้ก่อนและหลังฝึกอบรม

ผลแบบทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	t - test
ก่อนการฝึกอบรม	20	16.10	4.93	14.48
หลังการฝึกอบรม	20	22.25	2.51	

ค่า t (เมื่อ $df = 19 : \alpha = .05$ เท่ากับ 1.729)

จากตารางที่ 4-7 เมื่อวิเคราะห์ผลการทดสอบความรู้ก่อนและหลังของผู้เข้ารับการอบรม พบว่า ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกอบรม เท่ากับ 16.10 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนการฝึกอบรม เท่ากับ 4.93 ส่วนค่าเฉลี่ยหลังการฝึกอบรม เท่ากับ 22.25 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังการฝึกอบรม เท่ากับ 2.51

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการอบรม และค่าเฉลี่ยหลังการอบรม พบว่า คะแนนแตกต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.15 และผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของการทดสอบความรู้ ด้วยค่าสถิติ t-test เท่ากับ 14.48 พบว่าคะแนนหลังการฝึกอบรม สูงกว่าคะแนนก่อนการฝึกอบรมอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้ที่เข้ารับการอบรมมีความรู้เพิ่มมากขึ้น (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

4.2.2.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรม โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ จากผู้เข้ารับการอบรม จำนวน 20 คน ได้ผลการประเมินดังนี้

ตารางที่ 4-8 ผลการประเมินความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรม

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับการประเมิน
1 วัตถุประสงค์มีความชัดเจน/เหมาะสมกับผู้เข้ารับการอบรม	4.10	4.90	มาก
2 รายละเอียดของเนื้อหาโดยภาพรวม (ความถูกต้อง/ความกระชับ/ความยากง่าย/ความครอบคลุมและเหมาะสมกับผู้เข้ารับการอบรม)	4.20	4.41	มาก
3. ความรู้และความเข้าใจที่ผู้รับการอบรมได้รับในแต่ละหัวข้อ			
3.1 เรื่องเกี่ยวกับหุ่นยนต์	4.15	4.06	มาก
3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์และภาษาที่ใช้	4.15	4.30	มาก
3.3 การเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ของหุ่นยนต์	4.30	4.69	มาก
3.4 กิจกรรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์	4.20	4.00	มาก
4 คณะวิทยากร			
4.1 ความรอบรู้/เตรียมความพร้อม	4.45	5.04	มาก
4.2 ถ่ายทอด / สื่อความหมายชัดเจน / เข้าใจง่าย	4.20	4.00	มาก
4.3 เชื่อมโยง สอดคล้องกับสื่อและเอกสารประกอบการอบรม	4.25	4.30	มาก
4.4 สรุปประเด็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมสนใจ	4.15	4.06	มาก
5. วิธีการ / รูปแบบกิจกรรมที่ใช้ในการอบรม	4.10	4.26	มาก
6. สื่อที่ใช้ในการอบรม			
6.1 การนำเสนอด้วยโปรแกรม Presentation ชัดเจน น่าสนใจ	4.10	4.26	มาก
6.2 เอกสารประกอบการอบรม มีคุณค่า เกิดประโยชน์ สอดคล้องและเหมาะสมกับหลักสูตร	4.50	5.47	มาก
6.3 สื่อหุ่นยนต์ มีคุณค่า เกิดประโยชน์ สอดคล้องและเหมาะสมกับหลักสูตร	4.55	5.52	มาก
7. ระยะเวลาในการอบรม	3.95	4.52	มาก
8. สถานที่ที่ใช้ในการอบรม	4.05	3.93	มาก
9. บรรยากาศในการอบรม	4.05	3.67	มาก
10 การอำนวยความสะดวกในการอบรม	4.20	4.41	มาก
11. ผู้เข้ารับการอบรมมีส่วนร่วมในการอบรม	4.25	4.06	มาก

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

รายการประเมิน	X	S.D	ระดับการประเมิน
12. ผู้เข้ารับการอบรมสามารถนำความรู้ ความเข้าใจที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในการเรียน	4.10	4.94	มาก
13. ในภาพรวมท่านคิดว่าหลักสูตรนี้เหมาะสมกับกลุ่มผู้เข้าอบรมในระดับใด	4.05	4.52	มาก
14. โดยสรุปท่านมีความพึงพอใจต่อหลักสูตรฝึกอบรมนี้ในระดับใด	4.25	4.30	มาก
รวม	4.20	4.00	มาก

จากตารางที่ 4-8 ผลจากการประเมินความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรม จากผู้เข้ารับการอบรมจำนวน 20 คน พบว่าในภาพรวมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมาก แต่เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่ามีกิจกรรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ คณะวิทยากรหัวข้อการถ่ายทอด / สื่อความหมายชัดเจน / เข้าใจง่าย สื่อที่ใช้ในการอบรม หัวข้อการนำเสนอด้วยโปรแกรม Presentation ชัดเจน น่าสนใจ เอกสารประกอบการอบรม มีคุณค่า เกิดประโยชน์ สอดคล้องและเหมาะสมกับหลักสูตร สื่อหุ่นยนต์ มีคุณค่า เกิดประโยชน์และสอดคล้อง เหมาะสมกับหลักสูตรมีความพึงพอใจในระดับมาก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ทำการวัดผลแบบกลุ่มเดียววัดผลสองครั้ง (One Group Pre and Post - test Design) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คัดเลือกโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจงจากนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ที่ศึกษาในโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จำนวน 240 คน คัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีการจับฉลาก จำนวน 20 คน

การสร้างชุดฝึกอบรม ผู้วิจัยได้เลือกรายวิชาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยเลือกใช้เนื้อหาการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา PBASIC รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา ผู้วิจัยได้สร้างชุดฝึกอบรม โดยเน้นการปฏิบัติการและใช้หุ่นยนต์เป็นสื่อในการอบรม สำหรับองค์ประกอบของชุดฝึกอบรม ประกอบด้วย คู่มือครู เอกสารประกอบการอบรมและสื่อหุ่นยนต์ที่ควบคุมด้วยโปรแกรมภาษา PBASIC จากนั้นผู้วิจัยได้นำชุดฝึกอบรมที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 6 ท่านและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปทดลองใช้จริง โดยดำเนินการอบรมเชิงปฏิบัติการกับกลุ่มตัวอย่างเป็นระยะเวลา 3 วัน

5.1 สรุปผลการวิจัย

หลังจากได้ดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 จนเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการอบรม โดยใช้วิธีการทดสอบทางสถิติ t-test พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เข้ารับการอบรมหลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ภาษา PBASIC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.2 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่านมีความคิดเห็นและพิจารณาความเหมาะสมเกี่ยวกับชุดฝึกอบรมในภาพรวม พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาด้านหลักสูตรฝึกอบรม พบว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก ด้านแผนการอบรม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ด้านเอกสารประกอบการฝึกอบรม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ด้านสื่อหุ่นยนต์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ด้านแบบทดสอบก่อนและหลังการอบรม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากและระดับปานกลาง

5.1.3 ผลการประเมินความคิดเห็น และความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรม จากผู้เข้ารับการอบรมจำนวน 20 คน พบว่าในภาพรวมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมาก แต่เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่ามีกิจกรรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ คณะวิทยากรหัวข้อ การถ่ายทอด/สื่อความหมายชัดเจน/เข้าใจง่าย สื่อที่ใช้ในการอบรม หัวข้อการนำเสนอด้วยโปรแกรม Presentation ชัดเจน น่าสนใจ เอกสารประกอบการอบรม มีคุณค่า เกิดประโยชน์ สอดคล้องและเหมาะสมกับหลักสูตร สื่อหุ่นยนต์ มีคุณค่า เกิดประโยชน์และสอดคล้อง เหมาะสมกับหลักสูตร มีความพึงพอใจในระดับมาก

จากผลการวิจัย สามารถสรุปได้ว่าชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ได้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 ผลจากการทดลองใช้หลักสูตรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบการฝึกอบรมให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ปฏิบัติงานจริง ผู้เข้ารับการอบรมมีความสนใจ และตั้งใจในการลงมือปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ได้ ผลเป็นที่น่าพอใจ

5.2.2 การทดลองใช้ชุดฝึกอบรม ผู้วิจัยได้จัดเตรียมเอกสารประกอบการอบรม ผู้เข้ารับการอบรมให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เพราะมีประโยชน์ในการนำไปเรียนรู้และประยุกต์ใช้ในการเรียนได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสื่อประกอบการอบรมอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อหุ่นยนต์ที่ควบคุมด้วยโปรแกรมภาษา PBASIC พบว่าผู้เข้ารับการอบรมให้ความสนใจมากที่สุด เนื่องจากเป็นสื่อที่ผู้เข้ารับการอบรมสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยตนเอง ซึ่งทำให้เกิดความภูมิใจว่าตนเองสามารถเขียนโปรแกรมได้

5.2.3 แต่ละหัวข้อการอบรม ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบของกระบวนการอบรม โดยเน้นการฝึกปฏิบัติและให้ผู้เข้ารับการอบรมมีส่วนร่วมในการอบรมมากที่สุด ได้แก่ การฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ การแข่งขันการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ การอภิปรายซักถาม จากนั้นจึงสรุปเนื้อหาวิชาการ ซึ่งการวางรูปแบบดังกล่าวจะทำให้ผู้เข้ารับการอบรมเกิดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม (Bloom Taxonomy)

5.2.4 ผลจากการนำชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ในการฝึกอบรมจริง และดำเนินการประเมินผลสัมฤทธิ์ในการฝึกอบรม เมื่อนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่าง

ระหว่างคะแนน โดยใช้สถิติ t-test พบว่า ค่า t จากการคำนวณ (14.48) สูงกว่าค่า t จากตาราง (ค่า t จากตารางที่ระดับ .05 df = 19 มีค่าเท่ากับ 1.729) แสดงว่าชุดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการมีผลทำให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.2.5 ผลการประเมินความคิดเห็น และความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมจากผู้เข้ารับการอบรม พบว่าในภาพรวมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.3 ปัญหาที่พบในการวิจัย

5.3.1 การฝึกอบรมในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดรูปแบบการฝึกอบรมให้มีความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้รูปแบบกิจกรรมปฏิบัติการการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และการแข่งขันเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ทำให้ผู้เข้ารับการอบรมให้ความสนใจเป็นอย่างมาก แต่เนื่องจากเนื้อหาที่ใช้ในกิจกรรมมีมากเกินไปและระยะเวลาที่จำกัด หากผู้วิจัยสามารถสรุปสาระสำคัญในแต่ละหัวข้อ จะทำให้น่าสนใจมากขึ้น

5.3.2 สถานที่ฝึกอบรมถือว่าเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่ง ที่สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ของผู้จัดจะทำให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของชุดฝึกอบรมเพิ่มขึ้นด้วย ในการอบรมครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย ในการให้ผู้เข้ารับการอบรมเกิดการเรียนรู้ทั้งทฤษฎีและโดยเฉพาะอย่างยิ่งการฝึกปฏิบัติทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ดังนั้นสถานที่ควรจะมีความเหมาะสมในการจัดกิจกรรมการแข่งขันการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ซึ่งต้องใช้สถานที่กว้างในการวางสนามแข่งขัน

5.3.3 ในด้านสื่อหุ่นยนต์ มีปัญหาด้านแหล่งจ่ายพลังงาน เนื่องจากพลังงานที่ใช้เป็นถ่านธรรมดาและถ่านที่สามารถชาร์จได้ ซึ่งพลังงานจะหมดเร็ว ทำให้ระหว่างการใช้งานต้องปิดสวิตซ์ทุกครั้งในขณะที่ทำการพัฒนาโปรแกรม รวมถึงโครงสร้างหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้นมีการเชื่อมต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์หลายวงจร ซึ่งอยู่ภายนอกตัวหุ่นยนต์ ดังนั้นการใช้งานต้องระวังไม่ให้ตกจากที่สูง

5.3.4 ผู้เข้ารับการอบรม บางคนไม่มีความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ เมื่อพบปัญหาทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ไม่สามารถแก้ปัญหาด้วยตนเองได้

5.4 ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

5.4.1 จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ พบว่า การอบรมมีเนื้อหาในลักษณะครอบคลุมมากเกินไป ซึ่งสามารถตัดทอนลงได้ การวิจัยครั้งต่อไปควรมุ่งเน้นเนื้อหาที่มุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการอบรมสามารถนำไปใช้ได้มากขึ้น

5.4.2 ควรดำเนินการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรม โดยใช้กับกลุ่มเป้าหมายอื่น เพื่อขยายความรู้ให้กว้างมากขึ้น เช่น กลุ่มนักเรียนในระดับช่วงชั้นที่ 3 หรือในระดับปริญญาตรีในสาขาที่เกี่ยวข้อง หรือกลุ่มบุคคลทั่วไปที่มีความสนใจในการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

5.4.3 ควรดำเนินการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างชุดฝึกอบรมด้วยตนเอง เนื่องจากเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานเป็นสิ่งที่ผู้เข้ารับการอบรมสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง และควรมีการประเมินความรู้ที่ได้รับด้วยตนเอง

5.4.4 ควรมีการพัฒนาให้หุ่นยนต์สามารถพัฒนาด้วยภาษาอื่นที่นอกเหนือจากภาษา PBASIC เช่น ภาษาซี ภาษาจาวา ซึ่งจะทำให้ชุดฝึกอบรมเกิดความหลากหลาย ในการพัฒนาด้านโปรแกรมภาษา

5.4.5 ควรเพิ่มเติมการอบรมทางด้านฮาร์ดแวร์ อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเป็นการจุดประกายความคิดให้กับผู้เข้ารับการอบรม สามารถปรับปรุงแก้ไขฟังก์ชันการทำงานต่างๆ ของหุ่นยนต์ได้ด้วยตนเอง

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

คิอิตะ กัทสุฮิโตะ. เปิดโลกหุ่นยนต์...สำหรับนักประดิษฐ์รุ่นใหม่. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2548.

เครือข่าย ล้อมอภิชาติ. คู่มือไอซี ไมโคร โปรเซสเซอร์ และไอซีเกี่ยวข้อง. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2539.

_____. หลักการและเทคนิคการจักฝักรอบรวมแลพการพัฒนา. กรุงเทพมหานคร : สยามศิลป์การพิมพ์, 2531.

ชม ภูมิภาค. เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ประสานมิตร, 2526.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. กระบวนการสันนิเวทนการและระบบสื่อการสอน. เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช, 2529.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. การบริหารสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : วัฒนาการพิมพ์, 2526.

จิระ ประวาลพฤษ. การพัฒนาบุคคลและการฝึกอบรม. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์การศาสนา, 2538.

ทวีป อภิสัทธี. เทคนิคการเป็นวิทยากรและนักฝึกอบรม. กรุงเทพมหานคร : ดันอ้อ, 2536.

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2547.

ธีรวัฒน์ พิพัฒน์ขจรชัย. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม หลักสูตรเพลชิโอโครนัสดิจิตอลไฮราก็. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิตสาขารวมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้าภาควิชาครุศาสตรไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.

นนทวัฒน์ สุขผล. เทคนิคการฝึกอบรมอย่างมีประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร : บริษัท เอ็กสเปอร์เน็ท จำกัด, 2543.

น้อย ศิริโชติ. เทคนิคฝึกอบรม. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์พีระพัฒนา, 2524.

- นักรบ ระวังการณ์. การจัดการอบรมและการเป็นวิทยากร. พิมพ์ครั้งที่ 3. นครปฐม : โครงการศึกษาค้นคว้า มหาวิทยาลัยมหิดล, 2540.
- บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น, 2535.
- บุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธ์. ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์บีแอนด์ บีรีพับลิชิ่ง, 2537.
- ประกอง กรณสูตร. สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- ปรัชญา ฮวดปากน้ำ. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมวิชาการติดตั้งและซ่อมบำรุงระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หลักสูตรช่างระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่าย กองวิชาการกรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- เป็๋อง ภูมิ. การวิจัยสื่อและนวัตกรรมการสอน. กรุงเทพมหานคร : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536.
- พัฒน์ สุจางค์. หลักการฝึกอบรมแผนใหม่. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์, 2523.
- _____. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.), 2544.
- พิมพ์พรหม เทพสุมาธานนท์. เทคโนโลยีทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : รุ่งศิลป์การพิมพ์, 2531.
- ภาควิชาหลักสูตรและการสอน. เอกสารประกอบการสอนวิชาหลักการสอน. นครราชสีมา : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครราชสีมา, 2542.
- เรีงลักษณ์ โรจนพันธ์. เทคนิคการฝึกอบรม. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2529.
- วรพงษ์ กรแก้ววัฒนกุล และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพจิตรวิไล. เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์อย่างง่ายด้วยเบสิกสเต็ป 2SX. กรุงเทพมหานคร : อินโนเวตีฟ เอ็ดดูเคชัน, 2546.
- วาทิ ปรีพงศ์. เส้นทางสู่นักประดิษฐ์หุ่นยนต์. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2547.
- วาสนา ซาหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : อักษรสยามการพิมพ์, 2522.

- วิจิตร อวทะกุล. การฝึกอบรม. กรุงเทพมหานคร : บริษัทเอ็กซ์เปอร์เน็ท จำกัด, 2540.
- วิน เชื้อโพธิ์หัก. การพัฒนาบุคคลและการฝึกอบรม. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์, 2537.
- สงัด อุทรนันท์. พื้นฐานการพัฒนาหลักสูตร. กรุงเทพมหานคร : อรุณศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.
- สมคิด บางโม. เทคนิคการฝึกอบรมและการประชุม. กรุงเทพมหานคร : บริษัทเอ็กซ์เปอร์เน็ท จำกัด, 2541.
- _____. เทคนิคการฝึกอบรมและการประชุม. กรุงเทพมหานคร : บริษัท พิมพ์ดี จำกัด, 2542.
- สมิต รัชฎกร. เทคนิคการประชุม. กรุงเทพมหานคร : บริษัท สำนักพิมพ์วิญญูชน จำกัด, 2541.
- สันต์ ภิบาลสุข และ พิมพ์ใจ ภิบาลสุข. การใช้สื่อการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : พระพัฒนา, 2526.
- สำภา วรางกูร. เอกสารประกอบบทเรียนวิชาโสตทัศนศึกษาเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : แผนกโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.
- สุนันท์ สังข์อ่อง. สื่อการสอนและนวัตกรรมทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์, 2526.
- สุภาพร พิศาลบุตร และ ขงยุทธ เกษสาคร. การพัฒนาบุคคลและการฝึกอบรม. กรุงเทพมหานคร : วิ.เจ. พรินติ้ง, 2544.
- สุมิตร ภูมานุกร. หลักสูตรและการสอน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2518.
- โสภณ มหาเจริญ. "Servo-Basic bot หุ่นยนต์โปรแกรมด้วยเบสิกแสดมปี 2 ขับเคลื่อนด้วยเซอร์โวมอเตอร์ ตอนที่ 1." เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์. 215 (พฤศจิกายน 2543) : 155-160.
- _____. "Servo-Basic bot หุ่นยนต์โปรแกรมด้วยเบสิกแสดมปี 2 ขับเคลื่อนด้วยเซอร์โวมอเตอร์ ตอนที่ 2." เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์. 216 (ธันวาคม 2543) : 149-154.

ภาษาอังกฤษ

- Beach, D. S. Z. Personal: The Management of People. 3rd ed. New York: McMillan, 1980.
- Brown, J. W., D. K. Norberg and K. S. Srygley. Administering Education Media :Instruction Technology and Library Services. New York: Company, 1973.
- Dale, E. Audiovisual Methods in Teaching. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1969.
- Erickson, Carlton W. H. and David H. Curl. Fundamentals of Teaching with Audiovisual technology. New York: The Macmillan Company, 1972.
- Flippo, Edwin B. Principles of Personal Management. 2nd ed. Tokyo: Mc. Grow-Hill Book Co., Inc., 1966.

- Gerlach, S. Vernon and Ely, P. Danald. Teaching and Media : A Systematic Approach.
New Jersey: Prentice-Hall, Inc. , 1979.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. New York: Mc Grow-Hill Book Co., Inc., 1973.
- Hass, Kenneth B. and Harry Q. Pagker. Preparation and Use of Audio-Visual Aids. 3rd ed.
New York: Prentice Hall, 1964.
- Heinich, et al. Instructional media and the new technologies Instruction. New York: John Wiley
& Son, 1985.
- J. Galen Saylor and William M. Alexander. Curriculum Planning For Modern School.
New York: Holt, Rinehrt and Winton Inc., 1974.
- Noel, E. C. and J. D. Leonard. Foundation for Teacher Education on A-V Instruction. Essington,
D.C.: American council in Education, 1962.
- Parallax. Robotics Student Guide Version 1.3. n.p., 2002.
- ... Stamp Works Experiments and BASIC Stamp Source Code Version 1.0. n.p., 2002.
- . What's a Microcontroller? Student Guide for Experiments#1 through#6 Version 1.5.
n.p., 2002.
- Ralph, W. Tyler. Basic Principles of Curriculum and Instruction. Chicago: The University of
Chicago Press, 1949.
- Taba Hilda. Curriculum Development : Theory and Practice. New York: Holt, Rinehrt and
Winton Inc., 1962.

ภาคผนวก ก

คู่มือครูชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC
สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4

คำนำ

ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้พื้นฐานอาชีพและเทคโนโลยี มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับงาน อาชีพและเทคโนโลยี ให้มีทักษะการจัดการและนำเอาเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้ในการทำงานอย่างถูกต้อง เหมาะสมและเกิดคุณค่าสูงสุด และในการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ ได้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความเข้าใจถึงโครงสร้างของภาษาคอมพิวเตอร์และกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยาก

ชุดฝึกอบรม เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 จึงได้นำหุ่นยนต์ซึ่งเป็นที่ยอมรับของวิชาความรู้ต่าง ๆ ทางด้านวิศวกรรม อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ซึ่งต้องใช้ภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการป้อนคำสั่งมา เป็นสื่อช่วยในการเรียนการสอนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ง่ายขึ้น โดยในชุดฝึกอบรมประกอบด้วยคู่มือครู ซึ่งมีรายละเอียดหลักสูตรฝึกอบรม แผนการจัดการอบรมและแบบทดสอบก่อนการอบรมและหลังอบรม และเอกสารประกอบการอบรม

ผู้เรียบเรียงหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดฝึกอบรมนี้จะเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน และการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง อีกทั้งการนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคอมพิวเตอร์และรายวิชาที่เกี่ยวข้องต่อไป

โสภณ มานจริญ

ผู้เรียบเรียง

หลักสูตรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC

สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4

1. หลักการและเหตุผล

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ ในด้านการเขียนโปรแกรมภาษานั้น ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจถึงโครงสร้างของภาษา หลักการที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการแปลความหมายโปรแกรมเพื่อทำงานตามคำสั่ง รวมไปถึงการทำความเข้าใจการสร้างตัวแปรขึ้นมาใช้งาน การนำเครื่องหมายเข้าใช้ในการคำนวณ และการศึกษาคำสั่งที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งประกอบด้วยการเขียนคำสั่งเพื่อควบคุมทิศทางการทำงานของโปรแกรม การสร้างตัวแปรชนิดพิเศษ เช่น ตัวแปรอาร์เรย์และพอยน์เตอร์ การกำหนดโครงสร้างข้อมูล การสร้างฟังก์ชันขึ้นมาใช้งานเอง ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เข้าใจได้ยาก ดังนั้นกิจกรรมการเรียนการสอนควรที่จะต้องมีส่วนหรือตัวกลางที่จะนำมาช่วยในการเรียนการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในระยะหลังได้มีการนำหุ่นยนต์ตัวเล็กและหุ่นยนต์เดินสองขาเข้ามาแสดงในประเทศไทย สถาบันการศึกษา องค์กรทางการศึกษา สถาบันทางวิทยาศาสตร์ ได้ตื่นตัวในเรื่องวิทยาการทางด้านหุ่นยนต์เป็นอย่างมาก โดยเห็นได้จากการจัดการแข่งขันหุ่นยนต์ ทั้งในระดับโรงเรียน ระดับภาค ตลอดจนถึงระดับประเทศ ไม่เพียงแต่เป็นนักศึกษาระดับอุดมศึกษาเท่านั้น แต่ยังมุ่งไปที่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาอีกด้วย ซึ่งในการจัดการแข่งขันในแต่ละครั้งนั้น ไม่ได้มุ่งเน้นเพียงแต่ต้องการชัยชนะเพียงอย่างเดียว แต่ต้องการพัฒนาให้ผู้แข่งขันเกิดทักษะหรือกระบวนการทางความคิดทางวิทยาศาสตร์และศาสตร์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องมีในด้านหุ่นยนต์ โดยเฉพาะการเขียนโปรแกรมและการวิเคราะห์ปัญหา

หุ่นยนต์มีหลายแบบและถูกสร้างโดยใช้เทคโนโลยีต่างๆ มากมาย นับเป็นที่รวมของวิชาความรู้ต่างๆ ทางด้านวิศวกรรม อิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ คำนิยามของหุ่นยนต์อย่างง่ายก็คือ อุปกรณ์ที่สามารถตั้งโปรแกรมคำสั่งและควบคุมการทำงานตัวเอง ประกอบด้วยระบบจักรกล วงจรไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ เป็นจักรกลทำงานยากๆ ที่มนุษย์ไม่สามารถทำได้ หุ่นยนต์สมัยใหม่มีพัฒนาการสำคัญเกิดขึ้นไม่เพียงแต่ในวงการอุตสาหกรรม ปัจจุบันก็ได้นำหุ่นยนต์มาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนอีกด้วย เนื่องจากการสร้างหุ่นยนต์สามารถสร้างได้ง่ายขึ้น และภาษาที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์ มีทั้งภาษาระดับต่ำไปจนถึงภาษาระดับสูง และโดยธรรมชาติของหุ่นยนต์ จะต้องมีการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานตามที่ผู้เขียนโปรแกรมต้องการได้ ถึงแม้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเมื่อป้อนให้หุ่นยนต์ทำงานแล้ว หุ่นยนต์ไม่สามารถทำงานตามที่ผู้เขียนโปรแกรมต้องการ ผู้เขียนโปรแกรมก็สามารถทราบปัญหาและแก้ไขโปรแกรมได้อย่างที่ต้องการ

ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนที่สมบูรณ์และสมดุลทั้งด้านจิตใจ ร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม จึงได้แบ่งหลักสูตรออกเป็น 8 สาระการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้กลุ่มการทำงานอาชีพและเทคโนโลยีเป็นสาระการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับงาน อาชีพ และเทคโนโลยี มีทักษะการทำงาน ทักษะการจัดการและสามารถนำเอาเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ในการทำงานอย่างถูกต้อง เหมาะสมและเกิดคุณค่าสูงสุด

อีกทั้งในการเรียนการสอนเนื้อหาเกี่ยวกับภาษาคอมพิวเตอร์ในช่วงชั้นที่ 4 มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความเข้าใจถึงโครงสร้างของภาษาคอมพิวเตอร์และกระบวนการการแก้ปัญหา ซึ่งการวิเคราะห์และการกำหนดรายละเอียดของปัญหา (State the problem) ซึ่งต้องทำความเข้าใจกับปัญหา เพื่อแยกให้ออกว่าข้อมูลที่กำหนดมาในปัญหาหรือเงื่อนไขของปัญหาและสิ่งที่ต้องการ อีกทั้งวิธีการที่ใช้ประมวลผลในการวิเคราะห์ปัญหา รวมไปถึงหุ่นยนต์มีองค์ประกอบหลายส่วน เช่น การประมวลผล ส่วนของการรับประสาทสัมผัส ส่วนของการแสดงผลที่เป็นตัวแปรสำคัญในการที่จะทำให้ผู้ที่เล่นหุ่นยนต์จะต้องมีการเขียนหรือพัฒนาโปรแกรมให้สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เหล่านี้ได้ ดังนั้นนอกจากหุ่นยนต์จะมีประโยชน์ในการพัฒนาโปรแกรมแล้ว หุ่นยนต์ยังเป็นเครื่องมือในการสร้างโจทย์ปัญหาและแสดงปฏิกิริยาต่อโปรแกรมที่ผู้พัฒนาได้เขียนขึ้น ซึ่งน่าจะเป็นผลดีต่อการเรียนรู้ อีกทั้งภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมคือภาษา PBASIC เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงที่เหมาะสมสำหรับใช้เรียนรู้ในการเขียนโปรแกรม สอนกระบวนการเรียนรู้และการคิด ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการทำงานที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ได้ง่ายขึ้น

หลักสูตรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 จึงได้นำหุ่นยนต์มาเป็นสื่อช่วยในการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง โดยจัดทำเป็นชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC เพื่อเป็นการพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ อีกทั้งการนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคอมพิวเตอร์และรายวิชาที่เกี่ยวข้องต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

2.1 วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมและส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้และการคิด ในการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง
2. เพื่อเสริมสร้างคุณภาพการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์โดยการนำหุ่นยนต์มาเป็นสื่อในการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะการเขียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์และนำไปประยุกต์ใช้ได้

3. เพื่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ที่เหมาะสม สอดคล้องกับแนวทางในการปฏิรูปการศึกษา

2.2 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ ความเข้าใจหลักการเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC
2. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมมีทักษะกระบวนการเรียนรู้และสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC ในรูปแบบต่างๆ ได้

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อส่งเสริมและพัฒนาผู้เข้ารับการอบรมเกิดความรู้ ความเข้าใจในการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC ในรูปแบบต่างๆ ได้
2. เพื่อเป็นการนำหุ่นยนต์มาเป็นสื่อช่วยในการเรียนการสอนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง

4. เนื้อหาวิชาในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

หลักสูตรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการนี้ ดำเนินการจัดอบรมจำนวน 3 วัน โดยมีเนื้อหาวิชาการอบรม ดังต่อไปนี้

1. เรื่องของหุ่นยนต์
2. ไมโครคอนโทรลเลอร์และภาษาที่ใช้ในการโปรแกรม
3. โปรแกรมเบสิกสเตมปีเอดิเตอร์และการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ของหุ่นยนต์
4. กิจกรรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

ขอบเขตของเนื้อหา

หน่วยที่ 1 เรื่องของหุ่นยนต์

1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับหุ่นยนต์

1.1.1 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์

1.1.2 หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

1.2 หุ่นยนต์ที่ใช้ในการอบรม

1.2.1 ส่วนประกอบและคุณสมบัติของหุ่นยนต์ที่ใช้ในการอบรม

1.2.1.1 โครงสร้างและขนาด

1.2.1.2 บอร์ดควบคุม

- 1.2.1.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกสเตมปี
- 1.2.1.4 ระบบขับเคลื่อน
- 1.2.1.5 แผงวงจรตรวจจ่าย
- 1.2.1.6 ภาควิชาไฟ
- 1.2.2 การเตรียมหุ่นยนต์ให้พร้อมใช้งาน
- 1.2.3 ข้อควรระวังในการใช้หุ่นยนต์

หน่วยที่ 2 ไมโครคอนโทรลเลอร์และภาษาที่ใช้ในการโปรแกรม

- 2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบสิกสเตมปี (BASIC Stamp)
 - 2.1.1 ความหมายของเบสิกสเตมปี
 - 2.1.2 โครงสร้างภายในของ BASIC Stamp
- 2.2 i-Stamp บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกสเตมปี 2SX
 - 2.2.1 การจัดขาของ i-Stamp
 - 2.2.2 คุณสมบัติของ i-Stamp
 - 2.2.3 วงจรและการทำงานของ i – Stamp
 - 2.2.4 การจัดหน่วยความจำภายในเบสิกสเตมปี 2SX และ i-Stamp
 - 2.2.5 หน่วยความจำข้อมูลแรมสำหรับเก็บค่าตัวแปร
 - 2.2.5.1 หน่วยความจำสแต็คแพดแรม
 - 2.2.5.2 หน่วยความจำอีพรอม
- 2.3 ภาษา PBASIC
 - 2.3.1 ส่วนของตัวแปรและคำสั่ง/พอร์ต
 - 2.3.2 ส่วนควบคุมทิศทางของโปรแกรม (Flow Control)
 - 2.3.3 คำสั่งพิเศษ (Special Function)

หน่วยที่ 3 โปรแกรมเบสิกสเตมปีเอ็ดิเตอร์และการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ของหุ่นยนต์

- 3.1 โปรแกรมเบสิกสเตมปีเอ็ดิเตอร์
 - 3.1.1 ระบบคอมพิวเตอร์ที่ต้องการ
 - 3.1.2 การติดตั้งโปรแกรมเบสิกสเตมปีเอ็ดิเตอร์
 - 3.1.3 การเตรียมโปรแกรมเบสิกสเตมปีเอ็ดิเตอร์สำหรับติดต่อกับเบสิกสเตมปี
 - 3.1.4 การใช้งาน i-Stamp กับหุ่นยนต์

- 3.2 รายละเอียดของโปรแกรมเบสิกสเตมปีเอคิเตอร์
 - 3.2.1 เมนูเครื่องมือจัดการเพิ่มข้อมูลมาตรฐานการพิมพ์
 - 3.2.2 เมนูแก้ไขเพิ่มข้อมูล
 - 3.2.3 เมนูแสดงการทำงาน
- 3.3 คำแนะนำในการใช้งานโปรแกรม
 - 3.3.1 การตรวจสอบไวยากรณ์
 - 3.3.2 การรันโปรแกรม
 - 3.3.3 การเริ่มต้นการทำงานโปรแกรมใหม่โดยใช้ปุ่มรีเซต
 - 3.3.4 การตรวจสอบหน่วยความจำ
- 3.4 การกำหนดการทำงานของพอร์ตต่างๆ ของเบสิกสเตมปี
- 3.5 การเขียนโปรแกรมควบคุมไดโอดเปล่งแสง LED
 - 3.5.1 ความหมายของ LED
 - 3.5.2 การเขียนโปรแกรมควบคุม LED
 - 3.5.3 การเขียนโปรแกรม ไฟกระพริบสลับสี
 - 3.5.4 การเขียนโปรแกรมโดยกำหนดค่าคงที่
- 3.6 การเขียนโปรแกรมส่งเสียงออกลำโพง
 - 3.6.1 ลำโพงทำงานอย่างไร
 - 3.6.2 การเขียนโปรแกรม ส่งเสียงออกทางลำโพง
 - 3.6.3 ส่งเสียงออกทางลำโพง พร้อม LED กระพริบ
- 3.7 การเขียนโปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์
 - 3.7.1 เซอร์โวมอเตอร์คืออะไร
 - 3.7.2 การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์
 - 3.7.3 การปรับแต่งเซอร์โวมอเตอร์เพื่อใช้งาน
 - 3.7.4 โปรแกรมการปรับแต่งเซอร์โวมอเตอร์ให้อยู่ค่ากลาง
 - 3.7.5 การเขียนโปรแกรม ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์
 - 3.7.6 การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์เพียงตัวเดียว
 - 3.7.7 การควบคุมให้หุ่นยนต์เดินหน้า
- 3.8 การเขียนโปรแกรมควบคุมตัวตรวจจับแสงอินฟราเรด
 - 3.8.1 การใช้งานตัวตรวจจับแสงอินฟราเรด
 - 3.8.2 ทดสอบการทำงานของตัวตรวจจับแสงอินฟราเรด

3.9 การเขียนโปรแกรมควบคุมตัววัดความเข้มแสง RC time

3.9.1 ความหมายของ LDR

3.9.2 การกำหนดพอร์ตของวงจรวัดความเข้มแสง RC Time

3.9.3 โปรแกรมทดสอบตัววัดความเข้มแสง P6 , P7

หน่วยที่ 4 กิจกรรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

4.1. สนามทดสอบ

4.2. การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้คำสั่ง

4.2.1. กิจกรรมที่ 4-1 การใช้คำสั่ง goto

4.2.2. กิจกรรมที่ 4-2 การใช้คำสั่ง gosub

4.2.3. กิจกรรมที่ 4-3 การใช้คำสั่ง for...next

4.2.4. กิจกรรมที่ 4-4 การใช้คำสั่ง if...then

4.3. การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด

4.3.1. กิจกรรมที่ 4-5 “การควบคุมหุ่นยนต์เดินจากแถบสีขาว จนพบแถบดำแล้วหยุด”

4.3.2. ทฤษฎีหุ่นยนต์เดินตามเส้น

4.3.3. กิจกรรมที่ 4-6 “การควบคุมหุ่นยนต์เดินตามเส้นตรง”

4.3.4. กิจกรรมที่ 4-7 “การตรวจจับแยกของหุ่นยนต์”

4.3.5. กิจกรรมที่ 4-8 “หุ่นยนต์เดินตามเส้นกรณีสนใจเฉพาะแยกขวา”

4.3.6. กิจกรรมที่ 4-9 “หุ่นยนต์เดินตามเส้นกรณีสนใจเฉพาะแยกขวา2”

4.3.7. กิจกรรมที่ 4-10 “หุ่นยนต์เดินตามเส้นกรณีสนใจเฉพาะแยกขวา”

4.4. การเลี้ยวของหุ่นยนต์ในลักษณะต่างๆ

4.4.1. การหมุนรอบตัวเอง

4.4.2. เลี้ยวซ้ายด้วยล้อซ้าย

4.4.3. เลี้ยวซ้ายด้วยล้อขวา

4.4.4. เลี้ยวซ้ายด้วยล้อทั้งสอง

4.4.5. การกำหนดตัวแปรการเลี้ยวของหุ่นยนต์

4.4.6. กิจกรรมที่ 4-11 “ตัวอย่างโปรแกรมการเลี้ยวในลักษณะที่กำหนด”

4.5. ตัวตรวจจบการหมุนของล้อ

4.5.1. การกำหนดให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายโดยใช้ตัวตรวจจับล้อซ้าย

4.5.2. กิจกรรมที่ 4-12 “หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายด้วยตัวตรวจจับล้อซ้าย”

4.6. การวัดความเข้มของแสง

4.6.1. กิจกรรมที่ 4-13 “การกำหนดช่วงของความเข้มแสง”

4.6.2. กิจกรรมที่ 4-14 “หุ่นยนต์ส่งเสียงตามความเข้มแสง”

5. กำหนดการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

วันที่ 1 ของการอบรม

08.00 - 08.30 น. ลงทะเบียนเข้ารับการอบรม

08.30 - 08.50 น. พิธีเปิดการอบรม

08.50 - 09.20 น. ทดสอบก่อนอบรม

09.20 - 09.30 น. พักรับประทานอาหารว่าง

09.30 - 12.00 น. การบรรยายเนื้อหา เรื่อง

1. เรื่องของหุ่นยนต์

- ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับหุ่นยนต์
- หุ่นยนต์ที่ใช้ในการอบรม

2. ไมโครคอนโทรลเลอร์และภาษาที่ใช้ในการ โปรแกรม

- ไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกสเตมปี (BASIC Stamp)
- i-Stamp บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกสเตมปี 2SX
- ภาษา PBASIC

12.00 - 13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน

13.00 - 15.00 น. การบรรยาย/ปฏิบัติการ เรื่อง โปรแกรมเบสิกสเตมปี

เอ็ดิเตอร์และการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์

อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ของหุ่นยนต์

- โปรแกรมเบสิกสเตมปีเอ็ดิเตอร์
- รายละเอียดของโปรแกรมเบสิกสเตมปีเอ็ดิเตอร์

15.00 - 15.15 น. พักรับประทานอาหารว่าง

15.15 - 16.30 น. การบรรยาย/ปฏิบัติการ เรื่อง โปรแกรมเบสิกสเตมปี

เอ็ดิเตอร์และการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์

อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ของหุ่นยนต์ (ต่อ)

- คำแนะนำในการใช้งานโปรแกรม
- การกำหนดการทำงานของพอร์ตต่าง ๆ ของเบสิกสเตมปี

วันที่ 2 ของการอบรม

- 08.00 – 08.30 น. ลงทะเบียนเข้ารับการอบรม
- 08.30 - 10.30 น. การบรรยาย/ปฏิบัติการ
- การเขียนโปรแกรมควบคุมไดโอดเปล่งแสง LED
 - การเขียนโปรแกรมส่งเสียงออกลำโพง
 - การเขียนโปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์
- 10.30 - 10.45 น. พักรับประทานอาหารว่าง
- 10.45 - 12.00 น. การบรรยาย / ปฏิบัติการ
- การเขียนโปรแกรมควบคุมตัวตรวจจับแสงอินฟราเรด
 - การเขียนโปรแกรมควบคุมตัววัดความเข้มแสง
- 12.00 - 13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน
- 13.00 - 14.30 น. ปฏิบัติการ การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่ง
- 14.30 - 14.45 น. พักรับประทานอาหารว่าง
- 14.45 - 16.30 น. ปฏิบัติการ การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด

วันที่ 3 ของการอบรม

- 08.00 – 08.30 น. ลงทะเบียนเข้ารับการอบรม
- 08.30 - 08.50 น. ชี้แจงกติกาการแข่งขันเพื่อทดสอบการเขียนโปรแกรม
- 08.50 – 10.30 น. แข่งขันการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์รอบแรก
- 10.30 - 10.45 น. พักรับประทานอาหารว่าง
- 10.45 - 12.00 น. แข่งขันการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์รอบแรก (ต่อ)
- 12.00 - 13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน
- 13.00 - 14.30 น. - พัฒนาโปรแกรม
- แข่งขันการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์รอบสอง
- 14.30 - 14.45 น. พักรับประทานอาหารว่าง
- 14.45 - 16.00 น. - ปรับปรุงโปรแกรม
- แข่งขันการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์รอบตัดสิน
- 16.00 - 16.15 น. ประกาศผลการแข่งขัน / มอบรางวัล
- 16.15 – 16.45 น. ทดสอบแบบทดสอบหลังการอบรม
- 16.45 – 17.00 น. พิธีปิดการอบรม

6. วิธีดำเนินการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

เพื่อให้หลักสูตรฝึกอบรมนี้ประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จึงได้กำหนดรูปแบบและวิธีดำเนินการไว้ดังนี้

1. ทดสอบก่อนและหลังการอบรมโดยใช้แบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ผลก่อนและหลังการอบรม (Pre-Post Test) เพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจและทักษะของผู้เข้ารับการอบรม
2. บรรยายเนื้อหาวิชา โดยวิทยากรผู้ทรงคุณวุฒิ / ผู้เชี่ยวชาญที่มีความเหมาะสมกับประเด็นเนื้อหาหรือกิจกรรมที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ประกอบกับคู่มือการอบรมที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น
3. ศึกษาด้วยตนเอง ทำแบบฝึกปฏิบัติต่าง ๆ ในกิจกรรมที่กำหนดไว้ในแผนการอบรม ใช้เกมการแข่งขันประกอบการเรียนรู้ การฝึกปฏิบัติการ การบรรยาย การอภิปราย แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ การนำเสนอผลงาน การสัมภาษณ์และการซักถาม

7. สื่อ – อุปกรณ์

สื่อและอุปกรณ์ของหลักสูตรฝึกอบรมนี้ ประกอบด้วย หลักสูตรและโครงการอบรม คู่มือการจัดอบรม เอกสารประกอบการอบรม การนำเสนอด้วยโปรแกรม Presentation และหุ่นยนต์โครงสร้างภาษา PBASIC

8. การวัดผลและประเมินผล

หลักสูตรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการนี้ ทำการวัดผลและประเมินผล 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ประเมินผลก่อนการอบรม โดยใช้แบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ผลก่อนการอบรม (Pre - test) เพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจ และทักษะกระบวนการของผู้เข้ารับการอบรม
2. ประเมินผลระหว่างการอบรมโดยการสังเกตพฤติกรรม ความตั้งใจ ความสนใจ ความกระตือรือร้น ผลงานจากแบบฝึกปฏิบัติ การอภิปราย การซักถาม การนำเสนอผลงาน การมีส่วนร่วมในกิจกรรมทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ
3. ประเมินผลหลังการอบรม โดยใช้แบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ผลก่อนการอบรม (Post - test) เพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจ และทักษะกระบวนการของผู้เข้ารับการอบรม
4. ประเมินผลความพึงพอใจ / ความเป็นไปได้ของการนำหลักสูตรไปใช้อบรม โดยใช้แบบประเมินโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4

แผนการจัดอบรมที่ 1

เรื่อง เรื่องของหุ่นยนต์

จุดประสงค์

1. ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ ความเข้าใจความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับส่วนต่างๆ ของหุ่นยนต์ และหลักการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์
2. ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ ความเข้าใจส่วนประกอบต่างๆ คุณสมบัติการทำงาน การเตรียมหุ่นยนต์ให้พร้อมใช้งานและข้อควรระวังในการใช้งานหุ่นยนต์ที่ใช้ในการอบรม

เนื้อหาสาระ

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับหุ่นยนต์
 - 1.1 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์
 - 1.2 หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์
2. หุ่นยนต์ที่ใช้ในการอบรม
 - 2.1 ส่วนประกอบและคุณสมบัติของหุ่นยนต์ที่ใช้ในการอบรม
 - 2.2 โครงสร้างและขนาด
 - 2.3 บอร์ดควบคุม
 - 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกแอสคัมปี
 - 2.5 ระบบขับเคลื่อน
 - 2.6 แผงวงจรตรวจจับ
 - 2.7 ภาจจ่ายไฟ
3. การเตรียมหุ่นยนต์ให้พร้อมใช้งาน
4. ข้อควรระวังในการใช้หุ่นยนต์

เวลา 1 ชั่วโมง

สื่อ/แหล่งเรียนรู้/อุปกรณ์

1. เอกสารประกอบการอบรม หน่วยที่ 1 เรื่อง เรื่องของหุ่นยนต์
2. แบบฝึกกิจกรรมท้ายหน่วยที่ 1
3. โปรแกรมนำเสนอ Powerpoint

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจ การมีส่วนร่วมในการอบรม
2. ผลการทำแบบฝึกกิจกรรมที่ 1 และการนำเสนอ
3. แบบทดสอบก่อนและหลังการอบรม

การดำเนินการอบรม

เวลา	เนื้อหา	วิธีดำเนินการอบรม
20 นาที	1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหุ่นยนต์ 1.1 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ 1.2 หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์	1. วิทยากรสนทนากับผู้เข้ารับการอบรม โดยการสอบถามเกี่ยวกับความหมายและส่วนประกอบของหุ่นยนต์ตามความเข้าใจของผู้เข้ารับการอบรม 2. วิทยากรสรุปส่วนประกอบของหุ่นยนต์ (รายละเอียดในเอกสารประกอบการอบรม) 3. วิทยากรบรรยายเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ (รายละเอียดในเอกสารประกอบการอบรม)
30 นาที	2. หุ่นยนต์ที่ใช้ในการอบรม 2.1 ส่วนประกอบและคุณสมบัติของหุ่นยนต์ที่ใช้ในการอบรม 2.2 โครงสร้างและขนาด 2.3 นอร์คควบคุม 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกสเตมปี 2.5 ระบบขับเคลื่อน 2.6 แผงวงจรตรวจจ่าย 2.7 ภาควัดไฟ	4. วิทยากรแนะนำหุ่นยนต์ที่ใช้ในการอบรม พร้อมทั้งอธิบายเกี่ยวกับ - ส่วนประกอบต่าง ๆ ของหุ่นยนต์ - คุณสมบัติการทำงานของหุ่นยนต์ - การเตรียมหุ่นยนต์ให้พร้อมใช้งาน - ข้อควรระวังในการใช้งานหุ่นยนต์ (รายละเอียดในเอกสารประกอบการอบรม) 5. วิทยากรให้ผู้เข้ารับการอบรมทำกิจกรรมตามแบบฝึกกิจกรรมท้ายหน่วยที่ 1
10 นาที	แบบฝึกกิจกรรมท้ายหน่วยที่ 1	6. หลังจากผู้เข้ารับการอบรมทำแบบฝึกกิจกรรมแล้ว ให้นำเสนอผลการทำกิจกรรม 7. วิทยากรและผู้เข้ารับการอบรม ร่วมกันอภิปราย ชักถามและสรุปในแต่ละหัวข้อ

แผนการจัดอบรมที่ 2

เรื่อง ไมโครคอนโทรลเลอร์และภาษาที่ใช้

จุดประสงค์

1. ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการอบรม เช่น BASIC Stamp และ i - Stamp
2. ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ ความเข้าใจโปรแกรมภาษา PBASIC
3. ผู้เข้ารับการอบรมมีความเข้าใจและสามารถเขียนคำสั่งของ BASIC Stamp Editor

เนื้อหาสาระ

หน่วยที่ 2 ไมโครคอนโทรลเลอร์และภาษาที่ใช้ในการ โปรแกรม

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบสิกแอสเต็มปี (BASIC Stamp)
 - 1.1 ความหมายของเบสิกแอสเต็มปี
 - 1.2 โครงสร้างภายในของ BASIC Stamp
2. i - Stamp บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกแอสเต็มปี 2SX
 - 2.1 การจัดขาของ i-Stamp
 - 2.2 คุณสมบัติของ i-Stamp
 - 2.3 วงจรและการทำงานของ i - Stamp
 - 2.4 การจัดหน่วยความจำภายในเบสิกแอสเต็มปี 2SX และ i-Stamp
 - 2.5 หน่วยความจำข้อมูลแรมสำหรับเก็บค่าตัวแปร
3. ภาษา PBASIC
 - 3.1 ส่วนของตัวแปรและขาสัญญา/พอร์ต
 - 3.2 ส่วนควบคุมทิศทางของโปรแกรม (Flow Control)
 - 3.3 คำสั่งพิเศษ (Special Function)

เวลา 2 ชั่วโมง

สื่อ/แหล่งเรียนรู้/อุปกรณ์

1. เอกสารประกอบการอบรม หน่วยที่ 2 เรื่อง ไมโครคอนโทรลเลอร์และภาษาที่ใช้ในการโปรแกรม
2. แบบฝึกกิจกรรมท้ายหน่วยที่ 2
3. โปรแกรมนำเสนอ Powerpoint
4. เครื่องคอมพิวเตอร์

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจ การมีส่วนร่วมในการอบรม
2. ผลการทำแบบฝึกกิจกรรมท้ายหน่วยที่ 2
3. แบบทดสอบก่อนและหลังการอบรม

การดำเนินการอบรม

เวลา	เนื้อหา	วิธีดำเนินการอบรม
30 นาที	1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบสิกแสดมปี (BASIC Stamp) 1.1 ความหมายของเบสิกแสดมปี 1.2 โครงสร้างภายในของ BASIC Stamp	1. วิทยากรบรรยายเนื้อหา เรื่อง ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นโปรแกรมในการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ (รายละเอียดในเอกสารประกอบการอบรม)
30 นาที	2. i - Stamp บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เบสิกแสดมปี 2SX 2.1 การจัดขาของ i-Stamp 2.2 คุณสมบัติของ i-Stamp 2.3 วงจรและการทำงานของ i - Stamp 2.4 การจัดหน่วยความจำภายใน เบสิกแสดมปี 2SX และ i - Stamp 2.5 หน่วยความจำข้อมูลแรมสำหรับเก็บค่าตัวแปร	2. วิทยากรบรรยายเนื้อหา เรื่อง i - Stamp บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกแสดมปี 2SX (รายละเอียดในเอกสารประกอบการอบรม)
60 นาที	3. ภาษา PBASIC 3.1 ส่วนของตัวแปรและขาสัญญาณ 3.2 ส่วนควบคุมทิศทางของโปรแกรม (Flow Control) 3.3 คำสั่งพิเศษ (Special function)	2. วิทยากรบรรยายเนื้อหา เรื่อง ภาษา PBASIC (รายละเอียดในเอกสารประกอบการอบรม) 3. วิทยากรให้ผู้เข้ารับการอบรมทำกิจกรรมตามแบบฝึกกิจกรรมท้ายหน่วย
10 นาที	แบบฝึกกิจกรรมท้ายหน่วยที่ 2	4. วิทยากรและผู้เข้ารับการอบรมร่วมกันอภิปราย และสรุปในแต่ละหัวข้อ

แผนการจัดอบรมที่ 3

เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ของหุ่นยนต์

จุดประสงค์

1. ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ของหุ่นยนต์
2. ผู้เข้ารับการอบรมมีทักษะในการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์
3. ผู้เข้ารับการอบรมสามารถนำทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ไปใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์

เนื้อหาสาระ

หน่วยที่ 3 โปรแกรมเบสิกสเตมปีเอดิเตอร์และการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ของหุ่นยนต์

1. โปรแกรมเบสิกสเตมปีเอดิเตอร์
 - 1.1 ระบบคอมพิวเตอร์ที่ต้องการ
 - 1.2 การติดตั้งโปรแกรมเบสิกสเตมปีเอดิเตอร์
 - 1.3 การเตรียมโปรแกรมเบสิกสเตมปีเอดิเตอร์สำหรับติดต่อกับเบสิกสเตมปี
 - 1.4 การใช้งาน i - Stamp กับหุ่นยนต์
2. รายละเอียดของโปรแกรมเบสิกสเตมปีเอดิเตอร์
 - 2.1 เมนูเครื่องมือจัดการแฟ้มข้อมูลมาตรฐานการพิมพ์
 - 2.2 เมนูแก้ไขแฟ้มข้อมูล
 - 2.3 เมนูแสดงการทำงาน
3. คำแนะนำในการใช้งานโปรแกรม
 - 3.1 การตรวจสอบไวยากรณ์
 - 3.2 การรันโปรแกรม
 - 3.3 การเริ่มต้นการทำงานโปรแกรมใหม่โดยใช้ไม่รีเซต
 - 3.4 การตรวจสอบหน่วยความจำ
4. การกำหนดการทำงานของพอร์ตต่างๆ ของเบสิกสเตมปี

5. การเขียนโปรแกรมควบคุมไดโอดเปล่งแสง LED
 - 5.1 ความหมายของ LED
 - 5.2 การเขียนโปรแกรมควบคุม LED
 - 5.3 การเขียนโปรแกรม ไฟกระพริบสลับสี
 - 5.4 การเขียนโปรแกรมโดยกำหนดค่าคงที่
6. การเขียนโปรแกรมส่งเสียงออกลำโพง
 - 6.1 ลำโพงทำงานอย่างไร
 - 6.2 การเขียนโปรแกรม ส่งเสียงออกทางลำโพง
 - 6.3 ส่งเสียงออกทางลำโพง พร้อม LED กระพริบ
7. การเขียนโปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์
 - 7.1 เซอร์โวมอเตอร์คืออะไร
 - 7.2 การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์
 - 7.3 การปรับแต่งเซอร์โวมอเตอร์เพื่อใช้งาน
 - 7.4 โปรแกรมการปรับแต่งเซอร์โวมอเตอร์ให้อยู่ค่ากลาง
 - 7.5 การเขียนโปรแกรม ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์
 - 7.6 การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์เพียงตัวเดียว
 - 7.7 การควบคุมให้หุ่นยนต์เดินหน้า
8. การเขียนโปรแกรมควบคุมตัวตรวจจับแสงอินฟราเรด
 - 8.1 การใช้งานตัวตรวจจับแสงอินฟราเรด
 - 8.2 ทดสอบการทำงานของตัวตรวจจับแสงอินฟราเรด
9. การเขียนโปรแกรมควบคุมตัววัดความเข้มแสง RC time
 - 9.1 ความหมายของ LDR
 - 9.2 การกำหนดพอร์ตของวงจรวัดความเข้มแสง RC Time
 - 9.3 โปรแกรมทดสอบตัววัดความเข้มแสง P6 , P7

เวลา 10 ชั่วโมง

สื่อ/แหล่งเรียนรู้/อุปกรณ์

1. เอกสารประกอบการอบรม หน่วยที่ 3 เรื่อง โปรแกรมเบสิกสเตมปีเอ็ดเตอร์และ
การเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ของหุ่นยนต์
2. แบบฝึกกิจกรรมท้ายหน่วยที่ 3
3. โปรแกรมนำเสนอ Powerpoint

4. หุ่นยนต์ BASIC Stamp
5. สนามแข่งขันหุ่นยนต์
6. เครื่องคอมพิวเตอร์

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจ การมีส่วนร่วมในการอบรม
2. ผลการทำแบบฝึกกิจกรรมท้ายหน่วยที่ 3 และการนำเสนอ
3. แบบทดสอบก่อนและหลังการอบรม

การดำเนินการอบรม

เวลา	เนื้อหา	วิธีดำเนินการอบรม
50 นาที	1. โปรแกรมเบสิกสเตมปีเอดิเตอร์ 1.1 ระบบคอมพิวเตอร์ที่ต้องการ 1.2 การติดตั้งโปรแกรมเบสิกสเตมปีเอดิเตอร์ 1.3 การเตรียมโปรแกรมเบสิกสเตมปีเอดิเตอร์สำหรับติดต่อกับเบสิกสเตมปี 1.4 การใช้งาน i-Stamp กับหุ่นยนต์	1. วิทยากรบรรยายเกี่ยวกับโปรแกรมเบสิกสเตมปีเอดิเตอร์ (รายละเอียดในเอกสารประกอบการอบรม)
40 นาที	2. รายละเอียดของโปรแกรมเบสิกสเตมปีเอดิเตอร์ 2.1 เมนูเครื่องมือจัดการแฟ้มข้อมูล มาตรฐานการพิมพ์ 2.2 เมนูแก้ไขแฟ้มข้อมูล 2.3 เมนูแสดงการทำงาน	2. วิทยากรอธิบายเกี่ยวกับรายละเอียดของโปรแกรมเบสิกสเตมปีเอดิเตอร์ การใช้เมนูต่าง ๆ (รายละเอียดในเอกสารประกอบการอบรม)
50 นาที	3. คำแนะนำในการใช้งานโปรแกรม 3.1 การตรวจสอบไวยากรณ์ 3.2 การรันโปรแกรม	3. วิทยากรแนะนำการใช้งานโปรแกรม 4. ผู้เข้ารับการอบรมฝึกปฏิบัติการใช้งานโปรแกรม ตามรายละเอียดในเอกสารประกอบการอบรม

เวลา	เนื้อหา	วิธีดำเนินการอบรม
	3.3 การเริ่มต้นการทำงานโปรแกรมใหม่โดยใช้โปรแกรมรีเซต 3.4 การตรวจสอบหน่วยความจำ	
30 นาที	4. การกำหนดการทำงานของพอร์ตต่างๆของเบสิกแอสเต็มปี	5. วิทยากรอธิบายการกำหนดการทำงานของพอร์ตต่าง ๆ ของเบสิกแอสเต็มปี พร้อมทั้งให้ผู้เข้ารับการอบรมฝึกปฏิบัติ
50 นาที	5. การเขียนโปรแกรมควบคุมไดโอดเปล่งแสง LED 5.1 ความหมายของ LED 5.2 การเขียนโปรแกรมควบคุม LED 5.3 การเขียนโปรแกรม ไฟกระพริบสลับสี 5.4 การเขียนโปรแกรมโดยกำหนดค่าคงที่	6. วิทยากรบรรยายเกี่ยวกับความหมายของ LED 7. ผู้เข้ารับการอบรมฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุม LED ไฟกระพริบสลับสีและการเขียนโปรแกรมโดยกำหนดค่าคงที่ (รายละเอียดในเอกสารประกอบการอบรม)
60 นาที	6. การเขียนโปรแกรมส่งเสียงออกลำโพง 6.1 ลำโพงทำงานอย่างไร 6.2 การเขียนโปรแกรมส่งเสียงออกทางลำโพง 6.3 ส่งเสียงออกทางลำโพง พร้อม LED กระพริบ	8. วิทยากรบรรยายเกี่ยวกับการทำงานของลำโพง การเขียนโปรแกรมส่งเสียงออกลำโพง 7. ผู้เข้ารับการอบรมฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมส่งเสียงออกทางลำโพงและส่งเสียงออกลำโพงพร้อม LED กระพริบ (รายละเอียดในเอกสารประกอบการอบรม)
60 นาที	7. การเขียนโปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ 7.1 เซอร์โวมอเตอร์คืออะไร 7.2 การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ 7.3 การปรับแต่งเซอร์โวมอเตอร์ 7.4 โปรแกรมการปรับแต่งเซอร์โวมอเตอร์ให้อยู่ค่ากลาง	9. วิทยากรบรรยายเกี่ยวกับความหมายการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ การปรับแต่งเซอร์โวมอเตอร์เพื่อใช้งาน การเขียนโปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์แบบต่าง ๆ 10. ผู้เข้ารับการอบรมฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์แบบต่าง ๆ

เวลา	เนื้อหา	วิธีดำเนินการอบรม
	7.5 การเขียนโปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ 7.6 การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์เพียงตัวเดียว 7.7 การควบคุมให้หุ่นยนต์เดินหน้า	(รายละเอียดในเอกสารประกอบการอบรม)
60 นาที	8. การเขียนโปรแกรมควบคุมตัวตรวจจับแสงอินฟราเรด 8.1 การใช้งานตัวตรวจจับแสงอินฟราเรด 8.2 ทดสอบการทำงานของตัวตรวจจับแสงอินฟราเรด	11. วิทยากรบรรยายเกี่ยวกับกับการเขียนโปรแกรมควบคุมตัวตรวจจับแสงอินฟราเรด 12. ผู้เข้ารับการอบรมฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมการใช้งานตัวตรวจจับแสงอินฟราเรดพร้อมทั้งทดสอบการทำงาน (รายละเอียดในเอกสารประกอบการอบรม)
60 นาที	9. การเขียนโปรแกรมควบคุมตัววัดความเข้มแสง RC time 9.1 ความหมายของ LDR 9.2 การกำหนดพอร์ตของวงจรวัดความเข้มแสง RC Time 9.3 โปรแกรมทดสอบตัววัดความเข้มแสง P6 , P7	13. วิทยากรบรรยายเกี่ยวกับความหมายของ LDR การกำหนดพอร์ตของวงจร และการเขียนโปรแกรมควบคุมตัววัดความเข้มแสง RC Time 14. ผู้เข้ารับการอบรมฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุมตัววัดความเข้มแสง P6 , P7 พร้อมทั้งทดสอบการทำงาน (รายละเอียดในเอกสารประกอบการอบรม) 15. ผู้เข้ารับการอบรมทำแบบฝึกกิจกรรมท้ายหน่วยที่ 3
140 นาที	แบบฝึกกิจกรรมท้ายหน่วยที่ 3	16. หลังจากผู้เข้ารับการอบรมทำแบบฝึกกิจกรรมท้ายหน่วยแล้ว ให้นำเสนอผลการทำกิจกรรม 17. วิทยากรและผู้เข้ารับการอบรมร่วมกันอภิปราย ชักถามและสรุปในแต่ละหัวข้อ

แผนการจัดอบรมที่ 4

เรื่อง กิจกรรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

จุดประสงค์

1. ผู้เข้ารับการอบรมมีทักษะในการเขียน โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์
2. ผู้เข้ารับการอบรมสามารถนำทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ไปใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์ได้
3. ผู้เข้ารับการอบรมเข้าใจรูปแบบ วิธีการและขั้นตอนการแข่งขันการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ พร้อมทั้งเกิดความสนุกสนานเพลิดเพลิน

เนื้อหาสาระ

หน่วยที่ 4 กิจกรรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

1. สนามทดสอบ
2. การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้คำสั่ง
 - 2.1 กิจกรรมที่ 4-1 การใช้คำสั่ง goto
 - 2.2 กิจกรรมที่ 4-2 การใช้คำสั่ง gosub
 - 2.3 กิจกรรมที่ 4-3 การใช้คำสั่ง for...next
 - 2.4 กิจกรรมที่ 4-4 การใช้คำสั่ง if...then
3. การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
 - 3.1 กิจกรรมที่ 4-5 “การควบคุมหุ่นยนต์เดินจากแถบสีขาวจนพบแถบลำแล้วหยุด”
 - 3.2 ทฤษฎีหุ่นยนต์เดินตามเส้น
 - 3.3 กิจกรรมที่ 4-6 “การควบคุมหุ่นยนต์เดินตามเส้นตรง”
 - 3.4 กิจกรรมที่ 4-7 “การตรวจนับแยกของหุ่นยนต์”
 - 3.5 กิจกรรมที่ 4-8 “หุ่นยนต์เดินตามเส้นกรณีสนใจเฉพาะแยกขวา”
 - 3.6 กิจกรรมที่ 4-9 “หุ่นยนต์เดินตามเส้นกรณีสนใจเฉพาะแยกขวา2”
 - 3.7 กิจกรรมที่ 4-10 “หุ่นยนต์เดินตามเส้นกรณีสนใจเฉพาะแยกขวา”
4. การเลี้ยวของหุ่นยนต์ในลักษณะต่างๆ
 - 4.1 การหมุนรอบตัวเอง
 - 4.2 เลี้ยวซ้ายด้วยล้อซ้าย
 - 4.3 เลี้ยวซ้ายด้วยล้อขวา
 - 4.4 เลี้ยวซ้ายด้วยล้อทั้งสอง

- 4.5 การกำหนดตัวแปรการเลี้ยงของหุ่นยนต์
- 4.6 กิจกรรมที่ 4-11 “ตัวอย่างโปรแกรมการเลี้ยงในลักษณะที่กำหนด”
5. ตัวตรวจจบการหมุนของล้อ
 - 5.1 การกำหนดให้หุ่นยนต์เลี้ยงซ้ายโดยใช้ตัวตรวจจับล้อซ้าย
 - 5.2 กิจกรรมที่ 4-12 “หุ่นยนต์เลี้ยงซ้ายด้วยตัวตรวจจับล้อซ้าย”
6. การวัดความเข้มของแสง
 - 6.1 กิจกรรมที่ 4-13 “การกำหนดช่วงของความเข้มแสง”
 - 6.2 กิจกรรมที่ 4-14 “หุ่นยนต์ส่งเสียงตามความเข้มแสง”
7. การแข่งขันการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

เวลา 6+8 ชั่วโมง

สื่อ/แหล่งเรียนรู้/อุปกรณ์

1. เอกสารประกอบการอบรม หน่วยที่ 4 เรื่อง กิจกรรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์
2. แบบฝึกกิจกรรมท้ายหน่วยที่ 4
3. โปรแกรมนำเสนอ Powerpoint
4. หุ่นยนต์ BASIC Stamp
5. สนามแข่งขันหุ่นยนต์
6. เครื่องคอมพิวเตอร์

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจ การมีส่วนร่วมในการอบรม
2. ผลการทำแบบฝึกกิจกรรมท้ายหน่วยที่ 4 และการนำเสนอ
3. แบบทดสอบก่อนและหลังการอบรม

- 4.5 การกำหนดตัวแปรการเลี้ยวของหุ่นยนต์
- 4.6 กิจกรรมที่ 4-11 “ตัวอย่างโปรแกรมการเลี้ยวในลักษณะที่กำหนด”
- 5. ตัวตรวจจบการหมุนของล้อ
 - 5.1 การกำหนดให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายโดยใช้ตัวตรวจจบล้อซ้าย
 - 5.2 กิจกรรมที่ 4-12 “หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายด้วยตัวตรวจจบล้อซ้าย”
- 6. การวัดความเข้มของแสง
 - 6.1 กิจกรรมที่ 4-13 “การกำหนดช่วงของความเข้มแสง”
 - 6.2 กิจกรรมที่ 4-14 “หุ่นยนต์ส่งเสียงตามความเข้มแสง”
- 7. การแข่งขันการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

เวลา 6+8 ชั่วโมง

สื่อ/แหล่งเรียนรู้/อุปกรณ์

1. เอกสารประกอบการอบรม หน่วยที่ 4 เรื่อง กิจกรรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์
2. แบบฝึกกิจกรรมท้ายหน่วยที่ 4
3. โปรแกรมนำเสนอ Powerpoint
4. หุ่นยนต์ BASIC Stamp
5. สนามแข่งขันหุ่นยนต์
6. เครื่องคอมพิวเตอร์

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจ การมีส่วนร่วมในการอบรม
2. ผลการทำแบบฝึกกิจกรรมท้ายหน่วยที่ 4 และการนำเสนอ
3. แบบทดสอบก่อนและหลังการอบรม

การดำเนินการอบรม

เวลา	เนื้อหา	วิธีดำเนินการอบรม
10 นาที	1. สนามทดสอบ	1. วิทยากรบรรยายเกี่ยวกับสนามทดสอบ การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ลักษณะต่าง ๆ
30 นาที	2. การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้คำสั่ง 2.1 กิจกรรมที่ 4-1 การใช้คำสั่ง goto 2.2 กิจกรรมที่ 4-2 การใช้คำสั่ง gosub 2.3 กิจกรรมที่ 4-3 การใช้คำสั่ง for...next 2.4 กิจกรรมที่ 4-4 การใช้คำสั่ง if....then	2. วิทยากรอธิบายการเขียนโปรแกรม ควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้คำสั่ง (รายละเอียดในเอกสารประกอบการอบรม) 3. ผู้เข้ารับการอบรมฝึกปฏิบัติการเขียน โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ตามกิจกรรมที่ 4-1,4-2,4-3 และ 4-4
60 นาที	3. การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด 3.1 กิจกรรมที่ 4-5 “การควบคุม หุ่นยนต์เดินจากแถบสีขาว จนพบแถบดำแล้วหยุด” 3.2 ทฤษฎีหุ่นยนต์เดินตามเส้น 3.3 กิจกรรมที่ 4-6 “การควบคุม หุ่นยนต์เดินตามเส้นตรง” 3.4 กิจกรรมที่ 4-7 “การตรวจจับแยก ของหุ่นยนต์” 3.5 กิจกรรมที่ 4-8 “หุ่นยนต์เดินตาม เส้นกรณีสนใจเฉพาะแยกขวา” 3.6 กิจกรรมที่ 4-9 “หุ่นยนต์เดินตาม เส้นกรณีสนใจเฉพาะแยกขวา2” 3.7 กิจกรรมที่ 4-10 “หุ่นยนต์เดินตาม เส้นกรณีสนใจเฉพาะแยกขวา”	4. วิทยากรอธิบายการเขียนโปรแกรม ควบคุมหุ่นยนต์ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด (รายละเอียดในเอกสารประกอบการอบรม) 5. ผู้เข้ารับการอบรมฝึกปฏิบัติการเขียน โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ตามกิจกรรมที่ 4-6,4-7,4-8,4-9 และ 4-10

เวลา	เนื้อหา	วิธีดำเนินการอบรม
60 นาที	4. การเลี้ยวของหุ่นยนต์ในลักษณะต่างๆ 4.1 การหมุนรอบตัวเอง 4.2 เลี้ยวซ้ายด้วยล้อซ้าย 4.3 เลี้ยวซ้ายด้วยล้อขวา 4.4 เลี้ยวซ้ายด้วยล้อทั้งสอง 4.5 การกำหนดตัวแปรการเลี้ยวของหุ่นยนต์ 4.6 กิจกรรมที่ 4-11 “ตัวอย่างโปรแกรมการเลี้ยวในลักษณะที่กำหนด”	6. วิทยากรอธิบายการเขียน โปรแกรมควบคุมการเลี้ยวของหุ่นยนต์ในลักษณะต่างๆ (รายละเอียดในเอกสารประกอบการอบรม) 7. ผู้เข้ารับการอบรมฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ตามกิจกรรมที่ 4-11
50 นาที	5. ตัวตรวจจบการหมุนของล้อ 5.1 การกำหนดให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายโดยใช้ตัวตรวจจบล้อซ้าย 5.2 กิจกรรมที่ 4-12 “หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายด้วยตัวตรวจจบล้อซ้าย”	6. วิทยากรอธิบายการเขียน โปรแกรมควบคุมตัวตรวจจบการหมุนของล้อ (รายละเอียดในเอกสารประกอบการอบรม) 7. ผู้เข้ารับการอบรมฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ตามกิจกรรมที่ 4-12
50 นาที	6. การวัดความเข้มของแสง 6.1 กิจกรรมที่ 4-13 “การกำหนดช่วงของความเข้มแสง” 6.2 กิจกรรมที่ 4-14 “หุ่นยนต์ส่งเสียงตามความเข้มแสง”	8. วิทยากรอธิบายการเขียน โปรแกรมการวัดความเข้มของแสง (รายละเอียดในเอกสารประกอบการอบรม) 9. ผู้เข้ารับการอบรมฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ตามกิจกรรมที่ 4-13 และ 4-14 10. ผู้เข้ารับการอบรมทำแบบฝึกกิจกรรมท้ายหน่วยที่ 4
50 นาที	แบบฝึกกิจกรรมท้ายหน่วยที่ 4	6. หลังจากผู้เข้ารับการอบรมทำแบบฝึกกิจกรรมแล้ว ให้นำเสนอผลการทำกิจกรรม 7. วิทยากรและผู้เข้ารับการอบรม ร่วมกันอภิปราย ชักถามและสรุปในแต่ละหัวข้อ

เวลา	เนื้อหา	วิธีดำเนินการอบรม
480 นาที	7. การแข่งขันการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์	1. วิทยากรแบ่งกลุ่มผู้เข้ารับการอบรม กลุ่มละ 3 คน แข่งขันการเขียน โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ เพื่อทดสอบ ความรู้และทักษะการเขียนโปรแกรม 2. ชี้แจงกติกาการแข่งขัน 3. ดำเนินการแข่งขันการเขียนโปรแกรม โดยแบ่งเป็น - แข่งขันรอบแรก - พัฒนาโปรแกรม / แข่งขันรอบสอง - พัฒนาโปรแกรม / แข่งขันรอบตัดสิน 4. ประกาศผลการแข่งขัน / มอบรางวัล

กติกาการแข่งขัน

1. แบ่งทีม ทีมละ 3 คน ต่อหุ่นยนต์ 1 ตัว
2. ปลอ่ยหุ่นยนต์ที่ตำแหน่ง A หรือ ตำแหน่ง Start เท่านั้น
3. เมื่อเริ่มจับเวลา ห้ามแต่ต้องหุ่นยนต์ใดๆ ทั้งสิ้นจนหุ่นยนต์ถึงจุด E
4. หากต้องการรีทาส สามารถขอรีทาสได้ 2 ครั้ง
5. การขอรีทาสให้นำหุ่นมาวางตำแหน่งเริ่มต้น เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปโปรแกรมใหม่

เกณฑ์การตัดสินการให้คะแนน

1. เขียนโปรแกรมให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นจากจุด A (Start) ไปยังจุด C เพื่ออ่านค่าสี ของ สติกเกอร์ จะได้ 5 คะแนน แต่หากหุ่นยนต์ไปทางจุด B จะได้ 2 คะแนน
2. หุ่นยนต์สามารถเดินตามเส้นจากจุด C หรือ B ไปยัง จุด D โดยผ่าน โต้้ง และแยกได้ จะได้ 3 คะแนน
3. หุ่นยนต์สามารถเดินตามเส้นต่อจากจุด D ไปหยุดอยู่ที่ตำแหน่งสีที่ตรงกับจุด C จะได้ 5 คะแนน หากหุ่นยนต์หยุดผิดตำแหน่งไม่ว่ากรณีใดๆ จะได้ 1 คะแนน แต่หุ่นยนต์ไม่หยุด จะไม่ได้คะแนน

การแข่งขัน

รอบแรก แข่งขัน ในช่วงที่ 1 จากจุด A – จุด B ให้ทำการแข่งทุกทีม เพื่อเก็บคะแนนสะสม

รอบที่สอง แข่งขัน ในช่วงที่ 2 จากจุด D – จุด E โดยกำหนดสีให้หุ่นยนต์หยุด ให้ทำการแข่งทุกทีม เพื่อเก็บคะแนนสะสม

รอบที่สาม แข่งขัน ตั้งแต่ช่วงที่ 1 และ 2 จากจุด A ถึงจุด E สุ่มสี ทั้งหมด เก็บคะแนน

นำคะแนนที่ได้ในแต่ละทีมมารวมกัน ทีมที่ได้คะแนนมากที่สุด เป็นผู้ชนะ

แบบทดสอบ Pre test

วัดความรู้ และทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PRASIC

แบบทดสอบเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ทั้งหมด 30 ข้อ เวลา 20 นาที

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบ

1. หุ่นยนต์ที่ใช้ในการอบรมนี้ขับเคลื่อนด้วยอะไร ?
 - ก. ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์กระแสตรง
 - ข. ขับเคลื่อนด้วยเซอร์โวมอเตอร์
 - ค. ขับเคลื่อนด้วยสเตปเปอร์มอเตอร์
 - ง. ขับเคลื่อนด้วยเอซีมอเตอร์
2. หุ่นยนต์ที่ใช้อบรมตัวนี้ควรใช้แบตเตอรี่แรงดันเท่าไรจึงเหมาะสมที่สุด?
 - ก. 5 โวลต์
 - ข. 6 โวลต์
 - ค. 12 โวลต์
 - ง. 24 โวลต์
3. เบสิคแอสตมปี ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงเท่าใด ?
 - ก. 5 โวลต์
 - ข. 6 โวลต์
 - ค. 9 โวลต์
 - ง. 12 โวลต์
4. อุปกรณ์ที่เรียกว่าสมองของหุ่นยนต์มีชื่อทางเทคนิคนี้ว่า ?
 - ก. ไมโครคอมพิวเตอร์
 - ข. ไมโครโปรเซสเซอร์
 - ค. ไมโครคอนโทรลเลอร์
 - ง. ไมโครคอนเดนเซอร์
5. เบสิคแอสตมปีมีพอร์ตใช้งาน I/O ทั้งหมดกี่พอร์ต ?
 - ก. 4 พอร์ต
 - ข. 8 พอร์ต
 - ค. 16 พอร์ต
 - ง. 24 พอร์ต

6. ภาษาที่ใช้พัฒนาโปรแกรมหุ่นยนต์คือภาษาใด ?
- ก. CBASIC
 - ข. BBASIC
 - ค. OBASIC
 - ง. PBASIC
7. คำสั่งที่ใช้ควบคุมมอเตอร์ของหุ่นยนต์ที่ใช้บอร์ดนี้คือคำสั่งใด ?
- ก. OUT pin
 - ข. Pulsout pin
 - ค. Pulsin pin
 - ง. Freqout pin
8. คำสั่งต้องการให้พอร์ต P11 มีสถานะเป็น High คือข้อใด ?
- ก. $P11 = 1$
 - ข. $OUT11 = 1$
 - ค. $OUT11 = P1$
 - ง. $OUT1 = P11$
9. คำสั่งใดที่ต้องใช้ Return จึงสมบูรณ์ ?
- ก. GOSUB
 - ข. GOTO
 - ค. FOR
 - ง. IF
10. ข้อใดมีค่าหน่วยเวลาเท่ากับ 10 วินาที ?
- ก. Pause 100 ms
 - ข. Pause 1000 ms
 - ค. Pause 10000 ms
 - ง. Pause 100000 ms

11. หากต้องการให้โปรแกรมเริ่มต้นทำงานใหม่โดยไม่มีการปรับปรุงโปรแกรม ควรทำอย่างไร?
 - ก. ปิดเครื่อง เปิดใหม่
 - ข. คาว์โนโหลดโปรแกรมเดิมเข้าเครื่องอีกครั้ง
 - ค. คาว์โนโหลดโปรแกรมพร้อมกดปุ่ม RESET
 - ง. กดปุ่ม RESET เริ่มต้นใหม่โดยไม่ต้องดาวน์โหลดโปรแกรม
12. ไอซี 7805 มีไว้เพื่อจุดประสงค์ใด?
 - ก. เป็น memory ชนิด EEPROM
 - ข. เป็นไอซีควบคุมแรงดันไฟให้คงที่
 - ค. เป็นไอซีเพื่อช่วยประหยัดพลังงานจากแบตเตอรี่
 - ง. เป็นไอซีแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล
13. วงจรตรวจจับชนิดใดใช้ในการตรวจจับเส้น?
 - ก. Photo Thansistor
 - ข. Photo LED
 - ค. Reflective Infrared
 - ง. Infrared LED
14. วงจรตรวจจับเส้น ควรมีระยะห่างจากพื้นที่ตรวจจับเท่าใดดีที่สุด?
 - ก. 0.3 - 0.5 เซนติเมตร
 - ข. 0.5 - 1.0 เซนติเมตร
 - ค. 1.0 - 1.5 เซนติเมตร
 - ง. 1.5 - 2.0 เซนติเมตร
15. วงจรวัดค่าความเข้มของแสงมีชื่อเรียกว่าอะไร?
 - ก. LED Time
 - ข. RD Time
 - ค. RB Time
 - ง. RC Time
16. หุ่นยนต์กำหนดพอร์ตใดเพื่อการติดต่อกับ ลำโพง?
 - ก. P0
 - ข. P1
 - ค. P14
 - ง. P15

17. การเขียนคำสั่งกำหนดให้ LED ติด ขกเว้นข้อใด ?

- ก. low 1 : high 2
- ข. LOW 1, HIGH 2
- ค. LOW 1 : HIGH 2
- ง. low 1
high 2

18. คำสั่งใดเป็นการกำหนดค่าคงที่ให้กับตัวแปร ?

- ก. VAR
- ข. ID
- ค. CON
- ง. HIGH

19. ข้อใดเป็นการจองพื้นที่ในหน่วยความจำระดับ 4 บิต ?

- ก. Bit
- ข. Nib
- ค. Byte
- ง. word

20. สัญลักษณ์ใด ใช้กำกับด้านหน้าคำอธิบายโปรแกรม เพื่อไม่ให้โปรแกรมนำไปประมวลผล

- ก. (')
- ข. (")
- ค. (//)
- ง. (%)

21. การกำหนดพอร์ต P0 P3 เป็นอินพุต ขกเว้นข้อใด ?

- ก. DIRA = \$0
- ข. DIRS = \$FF00
- ค. DIRA = %1111000000000000
- ง. DIRS = %0000000000001111

จากโปรแกรมต่อไปนี้ให้ตอบคำถามข้อ 22 – 25

โปรแกรม A

```

1   X      var      byte
2   LED    var      P0
3   DELAY  CON      500
4   Servomotor ..... (1) P14
5   For x = 1 to 200
6       Pulsout ,servomotor,delay
7       Pasue delay
8   ..... (2)

```

22. จากโปรแกรม A บรรทัดที่ 8 จุดประที่ (2) ควรเป็นคำสั่งใด ?

- ก. end
- ข. goto
- ค. next
- ง. return

23. จากโปรแกรม A บรรทัดที่ 4 จุดประที่ (1) ควรเป็นคำสั่งใด ?

- ก. In
- ข. Out
- ค. VAR
- ง. CON

24. จากโปรแกรม A บรรทัดใดผิดไวยากรณ์โปรแกรม ?

- ก. 2
- ข. 4
- ค. 5
- ง. 6

25. ลูป FOR ของโปรแกรมนี้ มีการทำงานรวมประมาณกี่วินาที ?

- ก. 100 วินาที
- ข. 1000 วินาที
- ค. 10000 วินาที
- ง. 100000 วินาที

26. ข้อใดกำหนด Label ผิด ?

- ก. Lable :
- ข. HIGH :
- ค. LOW1 :
- ง. Right motor_servo_positionvariab :

27. คำสั่งใด เป็นการรับค่าจากพอร์ตมาประมวลผล ?

- ก. IF INPUT8=0 THEN HOLD
- ข. IF I8=0 THEN HOLD
- ค. IF P8 = 0 THEN HOLD
- ง. IF IN8 = 0 THEN HOLD

28. จากข้อ 27 ควรกำหนดตัวแปรการรับค่าในระดับใด ?

- ก. Bit
- ข. Nib
- ค. Byte
- ง. Word

จากโปรแกรมด้านล่าง ตอบคำถามในข้อ 29-30

B1 5

B2 9

IF B1 = 5 AND B2 = 10 THEN NOT_EQUAL

DEBUG "STATEMENT WAS NOT TRUE."

STOP

TRUE: DEBUG "STATEMENT WAS TRUE."

STOP

29. ผลลัพธ์ของโปรแกรมคือข้อใด ?

- ก. STATEMENT WAS NOT TRUE.
- ข. STATEMENT WAS TRUE.
- ค. 5 STATEMENT WAS N TRUE.
- ง. 9 STATEMENT WAS NOT TRUE.

30. โปรแกรมมีการตรวจสอบค่าทั้งหมดกี่ครั้ง ?

- ก. 1 ครั้ง
- ข. 5 ครั้ง
- ค. 9 ครั้ง
- ง. ไม่สิ้นสุด

แบบทดสอบ Post test

วัดความรู้ และทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC

แบบทดสอบเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ทั้งหมด 30 ข้อ เวลา 20 นาที

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบ

1. หุ่นยนต์ที่ใช้ในการอบรมนี้ขับเคลื่อนด้วยอะไร ?
 - ก. ขับเคลื่อนด้วยเอซิมอเตอร์
 - ข. ขับเคลื่อนด้วยสเตปเปอร์มอเตอร์
 - ค. ขับเคลื่อนด้วยเซอร์โวมอเตอร์
 - ง. ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์กระแสตรง
2. เบสิกแอสตมปี ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงเท่าใด ?
 - ก. 5 โวลต์
 - ข. 6 โวลต์
 - ค. 9 โวลต์
 - ง. 12 โวลต์
3. หุ่นยนต์ที่ใช้อบรมตัวนี้ควรใช้แบตเตอรี่แรงดันเท่าไรจึงเหมาะสมที่สุด?
 - ก. 5 โวลต์
 - ข. 6 โวลต์
 - ค. 12 โวลต์
 - ง. 24 โวลต์
4. อุปกรณ์ที่เรียกว่าสมองของหุ่นยนต์มีชื่อทางเทคนิคนี้ว่า ?
 - ก. ไมโครคอนเดนเซอร์
 - ข. ไมโครโปรเซสเซอร์
 - ค. ไมโครคอนโทรลเลอร์
 - ง. ไมโครคอมพิวเตอร์
5. เบสิกแอสตมปีมีพอร์ตใช้งาน I/O ทั้งหมดกี่พอร์ต ?
 - ก. 4 พอร์ต
 - ข. 8 พอร์ต
 - ค. 16 พอร์ต
 - ง. 24 พอร์ต

6. ภาษาที่ใช้พัฒนาโปรแกรมหุ่นยนต์คือภาษาใด ?
 - ก. CBASIC
 - ข. BBASIC
 - ค. OBASIC
 - ง. PBASIC
7. คำสั่งที่ใช้ควบคุมมอเตอร์ของหุ่นยนต์ที่ใช้อบรมนี้คือคำสั่งใด ?
 - ก. OUT pin
 - ข. Pulsout pin
 - ค. Pulsin pin
 - ง. Freqout pin
8. คำสั่งต้องการให้พอร์ต P11 มีสถานะเป็น High คือข้อใด ?
 - ก. P11 = 1
 - ข. OUT11 = 1
 - ค. OUT11 = P1
 - ง. OUT1 = P11
9. คำสั่งใดที่ต้องใช้ Return จึงสมบูรณ์ ?
 - ก. IF
 - ข. GOTO
 - ค. GOSUB
 - ง. FOR
10. ข้อใดมีค่าหน่วยเวลาเท่ากับ 10 วินาที ?
 - ก. Pause 100 ms
 - ข. Pause 1000 ms
 - ค. Pause 10000 ms
 - ง. Pause 100000 ms
11. ไอซี 7805 มีไว้เพื่อจุดประสงค์ใด ?
 - ก. เป็น memory ชนิด EEPROM
 - ข. เป็นไอซีควบคุมแรงดันไฟให้คงที่
 - ค. เป็นไอซีเพื่อช่วยประหยัดพลังงานจากแบตเตอรี่
 - ง. เป็นไอซีแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล

12. หากต้องการให้โปรแกรมเริ่มต้นทำงานใหม่โดยไม่มีการปรับปรุงโปรแกรม ควรทำอย่างไร?
- เปิดเครื่อง เปิดใหม่
 - ดาวน์โหลดโปรแกรมเดิมเข้าเครื่องอีกครั้ง
 - ดาวน์โหลดโปรแกรมพร้อมกดปุ่ม RESET
 - กดปุ่ม RESET เริ่มต้นใหม่โดยไม่ต้องดาวน์โหลดโปรแกรม
13. หุ่นยนต์กำหนดพอร์ตใดเพื่อการติดต่อกับ ลำโพง?
- P15
 - P14
 - P1
 - P0
14. วงจรตรวจจับเส้น ควรมีระยะห่างจากพื้นที่ตรวจจับเท่าใดดีที่สุด ?
- 0.3 - 0.5 เซนติเมตร
 - 0.5 - 1.0 เซนติเมตร
 - 1.0 - 1.5 เซนติเมตร
 - 1.5 - 2.0 เซนติเมตร
15. วงจรวัดค่าความเข้มของแสงมีชื่อเรียกว่าอะไร?
- LED Time
 - RC Time
 - RD Time
 - RB Time
16. วงจรตรวจจับชนิดใดใช้ในการตรวจจับเส้น ?
- Reflective Infrared
 - Photo LED
 - Photo Transistor
 - Infrared LED
17. การเขียนคำสั่งกำหนดให้ LED ติด ยกเว้นข้อใด ?
- low 1 : high 2
 - LOW 1: HIGH 2
 - LOW 1 , HIGH 2
 - low 1 ~ high 2

18. สัญลักษณ์ใด ใช้กำกับด้านหน้าคำอธิบายโปรแกรม เพื่อไม่ให้โปรแกรมนำไปประมวลผล
- (%)
 - (“)
 - (//)
 - (‘)
19. คำสั่งใดเป็นการกำหนดค่าคงที่ให้กับตัวแปร ?
- CON
 - ID
 - HIGH
 - VAR
20. ข้อใดเป็นการจองพื้นที่ในหน่วยความจำระดับ 4 บิต ?
- Bit
 - Nib
 - Byte
 - word
21. การกำหนดพอร์ต P0 – P3 เป็นอินพุต ยกเว้นข้อใด ?
- DIRA = \$0
 - DIRS = \$FF00
 - DIRA = %1111000000000000
 - DIRS = %0000000000001111

จากโปรแกรมต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 22 – 25

โปรแกรม A

```

1   X           var           byte
2   LED         var           P0
3   DELAY      CON           500
4   Servomotor ..... (1)    P14
5   For x = 1 to 200
6       Pulsout ,servomotor, delay
7       Pasue delay
8   ..... (2)

```

22. จากโปรแกรม A บรรทัดที่ 8 จุดประที่ (2) ควรเป็นคำสั่งใด ?

- ก. end
- ข. return
- ค. goto
- ง. next

23. จากโปรแกรม A บรรทัดที่ 4 จุดประที่ (1) ควรเป็นคำสั่งใด ?

- ก. In
- ข. CON
- ค. Out
- ง. VAR

24. จากโปรแกรม A บรรทัดใดผิดไวยากรณ์โปรแกรม ?

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4

25. ลูป FOR ของโปรแกรมนี้ มีการทำงานรวมประมาณกี่วินาที ?

- ก. 100 วินาที
- ข. 1000 วินาที
- ค. 10000 วินาที
- ง. 100000 วินาที

26. ข้อใดกำหนด Label ผิด ?

- ก. LOW1 :
- ข. Lable :
- ค. HIGH :
- ง. Right motor_servo_positionvariab :

27. คำสั่งใด เป็นการรับค่าจากพอร์ตมาประมวลผล ?

- ก. IF IN8=0 THEN HOLD
- ข. IF I8 0 THEN HOLD
- ค. IF P8 = 0 THEN HOLD
- ง. IF INPUT8 0 THEN HOLD

28. จากข้อ 27 ควรกำหนดตัวแปรการรับค่าในระดับใด ?

- ก. Bit
- ข. Nib
- ค. Byte
- ง. Word

จากโปรแกรมด้านล่าง ตอบคำถามในข้อ 29-30

B1 = 5

B2 = 9

IF B1 = 5 AND B2 = 10 THEN NOT_EQUAL

DEBUG "STATEMENT WAS NOT TRUE."

STOP

TRUE: DEBUG "STATEMENT WAS TRUE."

STOP

29. ผลลัพธ์ของโปรแกรมคือข้อใด ?

- ก. 9STATEMENT WAS NOT TRUE.
- ข. STATEMENT WAS TRUE.
- ค. 5 STATEMENT WAS N TRUE.
- ง. STATEMENT WAS NOT TRUE.

30. โปรแกรมมีการตรวจสอบค่าทั้งหมดกี่ครั้ง ?

- ก. 1 ครั้ง
- ข. 2 ครั้ง
- ค. 3 ครั้ง
- ง. ต่อเนื่องไปเรื่อยๆ

แบบเฉลยแบบทดสอบ Pre test

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1.	ข	11.	ง	21.	ค
2.	ก	12.	ข	22.	ก
3.	ก	13.	ค	23.	ง
4.	ค	14.	ก	24.	ก
5.	ค	15.	ง	25.	ค
6.	ง	16.	ข	26.	ข
7.	ข	17.	ก	27.	ง
8.	ข	18.	ค	28.	ก
9.	ก	19.	ข	29.	ก
10.	ค	20.	ก	30.	ก

แบบเฉลยแบบทดสอบ Post test

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1.	ค	11.	ข	21.	ค
2.	ก	12.	ง	22.	ง
3.	ค	13.	ง	23.	ข
4.	ก	14.	ก	24.	ข
5.	ค	15.	ข	25.	ค
6.	ง	16.	ก	26.	ค
7.	ข	17.	ค	27.	ก
8.	ข	18.	ง	28.	ข
9.	ค	19.	ก	29.	ง
10.	ค	20.	ข	30.	ก

การตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดความรู้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการร่างแบบทดสอบจำนวน 50 ข้อและนำแบบทดสอบดังกล่าวทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 20 คน จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นของข้อสอบ ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ ก-1 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่าความยาก-ง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อที่	ค่าความยาก-ง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.3	0.4	26	0.9	0.6
2	0.7	0.6	27	0.6	0.4
3	0.7	0.2	28	0.7	0.2
4	0.6	0.4	29	0.4	0.4
5	0.2	0.4	30	0.7	0.2
6	1*	0*	31	0.8	0.4
7	0.7	0.2	32	0.3	0.4
8	0.2	0.4	33	0.3	0.6
9	0.3	0.2	34	0.6	0.4
10	0.9*	0.2	35	0.5	0.2
11	0.8	0.4	36	0.2	0.4
12	0.5	0.2	37	0.4	0.4
13	0.2	0.4	38	0.5	0.2
14	0.3	0.4	39	0.3	0.4
15	0.6	0.4	40	0*	0*
16	0.3	0.2	41	0.2	0*
17	0.1*	0*	42	0.3	0.4
18	0.4	0.4	43	0.7	0.2
19	0.9	0.6	44	0.8	0.4
20	0.4	0.4	45	0.1*	0*
21	0.2	0.4	46	0.3	0.4
22	0*	0*	47	0.5	0.2
23	0.3	0.4	48	0.6	0.4
24	0.5	0.2	49	0.5	0.2
25	0.9	0.3	50	0.9	0.6

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_p) = 0.57

หมายเหตุ * หมายถึง ข้อสอบมีค่าความยาก-ง่ายและอำนาจจำแนกไม่เหมาะสมในการนำไปใช้

จากตารางที่ ก.1 พบว่า มีข้อสอบที่มีค่าความยาก-ง่าย ไม่อยู่ในช่วง 0.2-0.8 จำนวน 9 ข้อ ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า 0.2 จำนวน 9 ข้อ ซึ่งไม่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นแบบทดสอบ และพบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่า 0.57

จากนั้นผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบที่มีความเหมาะสม จำนวน 30 ข้อ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบ ก่อนการอบรมและหลังการอบรม

ภาคผนวก ข

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ที่ประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรม

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการประเมินชุดฝึกอบรม

สถานภาพของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

1. อาจารย์วรรณชัย วรรณสวัสดิ์

ตำแหน่ง : อาจารย์ประจำภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เบอร์โทรศัพท์ : 02-9132500 ต่อ 3243

2. อาจารย์ สมคิด แซ่หลี่

ตำแหน่ง : อาจารย์ประจำภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เบอร์โทรศัพท์ : 02-9132500 ต่อ 3243

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมพร ศิริสวัสดิ์

ตำแหน่ง : อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

เบอร์โทรศัพท์ 0-3426-1021 ต่อ 750

สถานภาพของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิควิธีการ

1. คุณชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล

ตำแหน่ง : ผู้จัดการบริษัท อินโนเวดีฟ เอ็กเพอริเมนต์

เบอร์โทรศัพท์ 02-7477001

2. อาจารย์ ชีระ กาญจนสินธุ

ตำแหน่ง : อาจารย์สอน วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ประจำโปรแกรมวิชา อิเล็กทรอนิกส์

อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

เบอร์โทรศัพท์ 0-3426-1021 ต่อ 750

3. อาจารย์ภฤช สิ้นธนะกุล

ตำแหน่ง : อาจารย์สอนวิชาดิจิทัลเบื้องต้น อาจารย์ประจำภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุ

ศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เบอร์โทรศัพท์ : 02-9132500 ต่อ 3243



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม โทร. 3234

ที่ ศศ 513 /2549

วันที่ ๑๖ กรกฎาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ที่ทูลเกล้าฯ ถวายตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์วรรณชัย วรรณสวัสดิ์

ด้วย นายโสภณ มหาเจริญ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การหาประสิทธิภาพ ชุดฝึกอบรมการเขียน โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4” โดยมี ดร.จรัญ แสนราช เป็นประธานกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์จะขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ประเมินประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรหมจันทร์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครูศาสตร์อุตสาหกรรม โทร 3234

ที่ ศส.ร.7/2549

วันที่ 31 กรกฎาคม 2549

เรื่อง ขอยกให้เป็นผู้ช่วยงานตรวจตราเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์สมคิด แซ่หลี่

ด้วย นายโสภณ มหาเจริญ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การหาประสิทธิภาพ ชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4” โดยมี ดร.เจริญ แสวงราช เป็นประธานกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์จะขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค ประเมินประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรานันท์ พรมจันทร์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ที่ ศษ 0525.3/816



คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนนพิบูลสงคราม บางเขน กทม. 10800

21 กรกฎาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมพร ศิริสวัสดิ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม

ด้วย นายโสภณ มหาเจริญ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PRASIC สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4” โดยมี ดร.เจริญ แสนราช เป็นประธานกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์จะขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ประเมินประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรหมจันทร์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตรอุดมศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

โทร 0-2917-2500 ต่อ 3214

<http://ced.kmutnb.ac.th>



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครูและคณาจารย์ โทร. 3234

ที่ กท ๖๖๖/2549

วันที่ ๔๑ กรกฎาคม 2549

เรื่อง ข้าราชการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์กฤษ สันชนะกุล

ด้วย นายโสภณ มหะเจริญ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การหาประสิทธิภาพ ชุดฝึกการเขียนโปรแกรมบนหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4” โดยมี ดร.จรัญ แสนราช เป็นประธานกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษา มีความประสงค์จะขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ประเมินประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธุ์ พรหมจันทร์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตรบัณฑิต

ที่ ศบ 0525.3/216



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนพิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

๒๑ กรกฎาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นายธีระ กาญจนสินธุ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม

ด้วย นายโสภณ มหามจริญ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การหาประสิทธิภาพ ชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4” โดยมี ดร.จรัญ แสนราช เป็นประธานกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์จะขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค ประเมินประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรหมจันทร์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

โทร 0-2913-2500 ต่อ 3234

<http://cdl.komphob.ac.th>

ที่ สบ 0525 ว/ช 16



คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนนพิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

๒๑ กรกฎาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นายชัยวัฒน์ ลิ่มพรจิตรวิไล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม

ด้วย นายโสภณ มหาเจริญ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4" โดยมี ดร.เจริญ แสนราช เป็นประธานกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์จะขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค ประเมินประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ทางการศึกษาลต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรหมจันทร์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตรอุดมศึกษา

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

โทร 0-2913-2500 ต่อ 3234

http://ced.konrad.ac.th

ที่ ศบ 0525.3(6)126



คณะกรรมการสัตรีศึกษารวม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนพิบูลสงคราม บางซื่อ โทร 10800

1 กันยายน 2549

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

ด้วย นายโสภณ มหาเจริญ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ได้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4” ในกรณีนี้ข้าพเจ้ามีความประสงค์ขอเข้าไปอบรมเชิงปฏิบัติการ ทดลองใช้โปรแกรมที่ได้จัดทำขึ้น กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 (ส. 4-ม. 6) จำนวน 20 คน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบคุนยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายจรัญ แสงราช)

หัวหน้าภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

โทร. 0-2913-2500 ต่อ 3234

<http://ced.kmitab.ac.th>

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรม จากผู้เชี่ยวชาญ และแบบประเมินความพึงพอใจ
จากผู้เข้าอบรม

แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรม
สำหรับท่านผู้ทรงคุณวุฒิ
ชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC
สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4

วัตถุประสงค์เฉพาะ

1. เพื่อสอบถามความคิดเห็นและความเหมาะสมของท่านผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับกระบวนการในการจัดอบรม ชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4

2. นำข้อมูลที่ได้รับนี้ไปศึกษา เพื่อปรับปรุงหลักสูตรอบรมให้มีความเหมาะสมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

คำชี้แจง

แบบประเมินในชุดฝึกอบรมนี้มีจำนวน 5 รายการ ขอให้ท่านพิจารณาตามความคิดเห็นและความเหมาะสม แล้วโปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ท่านคิดว่าเหมาะสมที่สุด พร้อมทั้งข้อเสนอแนะในการปรับปรุงด้วย

ระดับความคิดเห็น

5	หมายถึง	มากที่สุด
4	หมายถึง	มาก
3	หมายถึง	ปานกลาง
2	หมายถึง	น้อย
1	หมายถึง	น้อยที่สุด

1. หลักสูตรฝึกอบรม

รายการประเมิน		ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	หลักการและเหตุผล					
2.	วัตถุประสงค์ของการอบรมเชิงปฏิบัติการ					
3.	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ					
4.	เนื้อหาวิชาในการอบรมเชิงปฏิบัติการ					
5.	กำหนดการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ					
6.	วิธีดำเนินการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ					
7.	สื่อ – อุปกรณ์					
8.	การวัดผลและประเมินผล					
9.	ความสอดคล้องเหมาะสมของหลักสูตร					
10.	ความเป็นไปได้ในการนำหลักสูตรไปใช้					

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

.....

.....

2. แผนการฝึกอบรม

รายการประเมิน		ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	จุดประสงค์ของแต่ละแผนการอบรม					
2.	เนื้อหาสาระของแต่ละแผนการอบรม					
3.	เวลาที่ใช้ของแต่ละแผนการอบรม					
4.	สื่อ / แหล่งเรียนรู้ / อุปกรณ์ที่ใช้ในการอบรม					
5.	การวัดผลและประเมินผล					
6.	การดำเนินการอบรมในแต่ละแผนการอบรม					
7.	ความสอดคล้องกับหลักสูตร					
8.	ความเหมาะสมในการนำแผนการอบรมไปใช้					

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

.....

.....

3. เอกสารประกอบการอบรม

รายการประเมิน		ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร					
2.	มีรายละเอียดของเนื้อหาเหมาะสม					
3.	การเรียงลำดับของเนื้อหาเหมาะสม					
4.	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม อ่านทำความเข้าใจง่าย					
5.	ความยาก-ง่ายของเนื้อหา					
6.	ภาพประกอบสวยงามและเหมาะสมกับเนื้อหา					
7.	ตัวอย่างโปรแกรมมีความเหมาะสม					
8.	แบบฝึกกิจกรรมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
9.	แบบฝึกกิจกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
10.	ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้					

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

.....

.....

4. หุ่นยนต์

รายการประเมิน		ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	รูปแบบสวยงาม น่าสนใจ					
2.	องค์ประกอบของสื่อมีความเหมาะสม					
3.	สะดวกและง่ายต่อการทดลอง / การปฏิบัติ					
4.	มีความคงทน					
5.	มีความปลอดภัยกับผู้ใช้					
6.	ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้					

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

.....

.....

5. แบบทดสอบก่อนและหลังการอบรม

รายการประเมิน		ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร					
2.	ครอบคลุมเนื้อหาในการอบรม					
3.	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม					
4.	อ่านทำความเข้าใจง่าย					
5.	มีความเป็นป็นนัย					
6.	จำนวนข้อสอบมีความเหมาะสม					

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะในภาพรวม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

* ผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความกรุณาของท่านเป็นอย่างสูง

แบบประเมินความคิดเห็นและความพึงพอใจการฝึกอบรม
สำหรับผู้เข้ารับการอบรม
ชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC
สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4

วัตถุประสงค์เฉพาะ

1. เพื่อสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมตามหลักสูตรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4
2. เพื่อประเมินความเป็นไปได้ของการนำชุดฝึกอบรมไปใช้จากผู้เข้ารับการอบรม
3. นำข้อมูลที่ได้รับนี้ไปศึกษา เพื่อปรับปรุงชุดฝึกอบรมให้มีความเหมาะสมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นในโอกาสต่อไป

คำชี้แจง

แบบประเมินการอบรมชุดนี้มีจำนวน 14 ข้อ ขอให้ท่านพิจารณาตามความคิดเห็นและความรู้สึกอย่างแท้จริง แล้วโปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ท่านคิดว่าเหมาะสมที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานภาพเกี่ยวกับตัวท่าน

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง 2. อายุ..... ปี
 3. ศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและความพึงพอใจที่มีต่อหลักสูตรอบรมเชิงปฏิบัติการ

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. วัตถุประสงค์มีความชัดเจน / เหมาะสมกับผู้เข้ารับการอบรม					
2. รายละเอียดของเนื้อหาโดยภาพรวม (ความถูกต้อง / ความกระชับ / ความง่าย / ความครอบคลุมและเหมาะสมกับผู้เข้ารับการอบรม)					
3. ความรู้และความเข้าใจที่ผู้รับการอบรมได้รับในแต่ละหัวข้อ					
3.1 เรื่องเกี่ยวกับหุ่นยนต์					
3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์และภาษาที่ใช้					
3.3 การเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ของหุ่นยนต์					
3.4 กิจกรรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์					
4. คณะวิทยากร					
4.1 ความรอบรู้ / เตรียมความพร้อม					
4.2 ถ่ายทอด / สื่อความหมายชัดเจน / เข้าใจง่าย					
4.3 เชื่อมโยง สอดคล้องกับสื่อและเอกสารประกอบการอบรม					
4.4 สรุปประเด็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมสนใจ					
5. วิธีการ / รูปแบบกิจกรรมที่ใช้ในการอบรม					
6. สื่อที่ใช้ในการอบรม					
6.1 การนำเสนอด้วยโปรแกรม Presentation ชัดเจน น่าสนใจ					
6.2 เอกสารประกอบการอบรม มีคุณค่า เกิดประโยชน์ สอดคล้องและเหมาะสมกับหลักสูตร					
6.3 สื่อหุ่นยนต์มีคุณค่า เกิดประโยชน์ สอดคล้องและเหมาะสมกับหลักสูตร					

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
7 ระยะเวลาในการอบรม					
8 สถานที่ที่ใช้ในการอบรม					
9 บรรยากาศในการอบรม					
10 การอำนวยความสะดวกในการอบรม					
11 ผู้เข้ารับการอบรมมีส่วนร่วมในการอบรม					
12 ผู้เข้ารับการอบรมสามารถนำความรู้ ความเข้าใจที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในการเรียน					
13. ในภาพรวมท่านคิดว่าหลักสูตรนี้เหมาะสมกับกลุ่ม ผู้เข้าอบรมในระดับใด					
14. โดยสรุปท่านมีความพึงพอใจต่อหลักสูตรฝึกอบรมนี้ในระดับใด					

15. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

*** ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในการให้ความร่วมมือ ***

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายโสภณ มหาเจริญ
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาชุดฝึกอบรมการเขียน โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ภาษา PBASIC
 สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4
 สาขาวิชา : เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว เกิดวันอาทิตย์ที่ 25 พฤศจิกายน 2516 ภูมิลำเนาเดิม บ้านเลขที่ 377 ถนนไผ่แดง ตำบลห้วยจรเข้ม อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม 73000

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ครุศาสตรบัณฑิต (คอมพิวเตอร์ศึกษา) สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี ปีการศึกษา 2536

ประวัติการทำงาน หลังสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี ได้ทำงานเป็นพนักงานอาจารย์ ที่สถาบันราชภัฏนครปฐม ประจำภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา ปัจจุบันเป็นพนักงานราชการ โปรแกรมวิชา คอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จังหวัดนครปฐม

สถานที่ติดต่อ บ้านหุ่นยนต์ 496/46 ถนนราชมรรคา ตำบลสนามจันทร์ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม 73000