

การพัฒนาชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ด้วยภาษาซี สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม Development of the Training Packages the Robot Control Programming with C for Students of Technical Teacher Training Program

กิตติ เสือแพร (Kitti Surpare)* และ พัฒพงษ์ อมรวงศ์ (Patpong Amornwong)*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษาซี สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม แบ่งการดำเนินงานเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมสร้างชุดฝึกอบรมโดยการศึกษเอกสารและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนที่ 2 นำข้อมูลที่ได้มากำหนดองค์ประกอบในการสร้างชุดฝึกอบรม ซึ่งประกอบไปด้วย หลักสูตรการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ แผนการอบรม เอกสารประกอบการอบรม แบบทดสอบก่อนและหลังการอบรม แบบประเมินความพึงพอใจ และสื่อหุ่นยนต์ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่านตรวจสอบและให้คำแนะนำว่าผลการประเมินอยู่ในระดับดี ขั้นตอนที่ 3 นำชุดฝึกอบรมไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อพิจารณาความสมบูรณ์ของชุดฝึกอบรม จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง และขั้นตอนที่ 4 นำชุดฝึกอบรมไปใช้จริง ทำการประเมินความรู้ของผู้เข้ารับการอบรม โดยใช้แบบทดสอบก่อนและหลังการอบรม พบว่า ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของการทดสอบความรู้ด้วยค่าสถิติที่ เท่ากับ 6.26 แสดงว่าจะแนะหลังการฝึกอบรมสูงกว่าคะแนนก่อนการฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการประเมินความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมพบว่าส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งเอาไว้ แสดงว่าชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทำให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้เพิ่มมากขึ้นและเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริงต่อไป

Abstract

The purpose of this research was to develop the Training packages for The Robot Control Programming with C for students of technical teacher training program. 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 state 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 Good level. The third stage was to evaluate the Training packages with another group which are not the sample group to check the completeness of the practice tool. 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 6.26, which showed the higher score of the posttest, significant level at .01. 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.

Keyword: C Programming, Robot.

คำสำคัญ: ภาษาซี หุ่นยนต์

*ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1. บทนำ

การเขียนโปรแกรมเป็นการเรียนรู้ทักษะทางปัญญา ผู้เรียนจะต้องได้รับการฝึกคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา [1] ซึ่งในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาซีนั้น ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจถึงโครงสร้างของภาษา หลักการที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการแปลความหมายโปรแกรมเพื่อทำงานตามคำสั่งรวมไปถึงการทำความเข้าใจการสร้างตัวแปรขึ้นมาใช้งาน การนำเครื่องหมายเข้าใช้ในการคำนวณ การศึกษาคำสั่งที่มีความซับซ้อนมากขึ้นซึ่งประกอบด้วยการเขียนคำสั่งเพื่อควบคุมทิศทางการทำงานของโปรแกรม การสร้างตัวแปรชนิดพิเศษ เช่นตัวแปรอาร์เรย์ และพอยน์เตอร์ การกำหนดโครงสร้างข้อมูล การสร้างฟังก์ชันขึ้นมาใช้งานเอง ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เข้าใจได้ยาก ดังนั้นกิจกรรมการเรียนการสอนควรที่จะมีสื่อหรือตัวกลางที่จะนำมาช่วยสร้างเสริมประสบการณ์ในการเรียนการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในการจัดการเรียนการสอน

สื่อถือว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้กระบวนการเรียนการสอนครบบริบูรณ์ และยังอาจกล่าวได้ว่าเป็นตัวชี้ถึงประสิทธิภาพของการเรียนการสอน เพราะตัวสื่อจะเป็นตัวการสำคัญที่จะนำเอาความรู้และประสบการณ์เข้าไปสู่การรับรู้ของผู้เรียน ซึ่งการรับรู้ที่เองที่ครูผู้สอนควรเลือกรูปแบบสื่อและช่องทางที่เหมาะสม หลากหลายเพียงพอต่อการเสริมสร้างประสบการณ์เรียนรู้ดี ๆ ให้เกิดแก่ผู้เรียน [2]

ปัจจุบันเมื่อได้มีการนำหุ่นยนต์ตัวเล็กและหุ่นยนต์สองขาเข้ามาแสดงในประเทศไทย สถาบันทางการศึกษา องค์กรทางการศึกษาและสถาบันทางวิทยาศาสตร์ ได้เกิดความตื่นตัวในเรื่องวิทยาการทางด้านหุ่นยนต์เป็นอย่างมาก ทำให้การเรียนรู้ออกแบบและควบคุมหุ่นยนต์กำลังได้รับความนิยมและความสนใจจากนักเรียน นักศึกษา และประชาชนทั่วไปเป็นอย่างมาก [3] โดยเห็นได้จากการจัดการแข่งขันหุ่นยนต์ ทั้งในระดับอาชีวะ ระดับอุดมศึกษา ซึ่งในการจัดการแข่งขันแต่ละครั้งไม่ได้มุ่งเน้นเพียงแค่ต้องการชัยชนะเพียงอย่างเดียว แต่ต้องการพัฒนาให้ผู้แข่งขันเกิดทักษะกระบวนการทางความคิดทางวิทยาศาสตร์ และศาสตร์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องมีในเรื่องของหุ่นยนต์ โดยเฉพาะการเขียนโปรแกรมและการวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งหุ่นยนต์มีหลายรูปแบบถูกสร้างขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีต่างๆ มากมาย ซึ่งนับเป็นศูนย์รวมของวิชาความรู้ต่างๆ ทางด้านวิศวกรรม ทั้งทางด้านไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์

คำนิยามของหุ่นยนต์อย่างง่าย ๆ นั่นคืออุปกรณ์ที่สามารถตั้งโปรแกรมคำสั่งและควบคุมการทำงานด้วยตัวเอง ประกอบด้วยระบบจักรกล วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ [4] หุ่นยนต์สมัยใหม่มีพัฒนาการที่สำคัญเกิดขึ้นไม่เพียงแต่ในวงการอุตสาหกรรม เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทต่อชีวิตของคนเราเป็นอย่างมาก รวมถึงมีการนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการศึกษาและจัดการเรียนการสอน [5] การนำหุ่นยนต์มาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอน เนื่องจากปัจจุบันการสร้างหุ่นยนต์สามารถสร้างได้ง่ายขึ้นและภาษาที่ใช้ควบคุมหุ่นยนต์มีทั้งภาษาระดับล่างไปจนถึงภาษาระดับสูง ทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกที่จะเรียนรู้ได้ตามความสามารถ และโดยธรรมชาติของหุ่นยนต์จะต้องมีการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานตามที่ผู้เขียนโปรแกรมต้องการได้ ซึ่งสามารถใช้ฝึกทักษะผู้เรียนทางด้านไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ในการที่จะให้ผู้เรียนได้เขียนโปรแกรม พัฒนาโปรแกรม ออกแบบวงจร และกลไกต่างๆ เพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ รวมไปถึงความสามารถในการวิเคราะห์แก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับหุ่นยนต์ที่ผู้เรียนออกแบบขึ้นมา

จากข้อมูลที่กำลังมาข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจนำหุ่นยนต์มาเป็นสื่อช่วยในการเรียนการสอน การเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ โดยจัดทำเป็นชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษาซี สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม เพื่อเป็นการพัฒนานักศึกษาในด้านทักษะการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การเขียนโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนรวมถึงเป็นสื่อประกอบการสอนรายวิชาทางด้านคอมพิวเตอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และรายวิชาที่เกี่ยวข้องต่อไป ซึ่งจากการสำรวจความต้องการในการเข้ารับการอบรมของนักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พบว่านักศึกษาชั้นปีที่ 4 มีความต้องการที่จะเรียนเพื่อเพิ่มพูนความรู้ความสามารถให้แก่ตนเองเพื่อนำความรู้ที่ได้รับนี้ไปประยุกต์ใช้กับโครงการที่นักศึกษาต้องทำ รวมไปถึงใช้เวลาในงานที่นักศึกษาต้องจบออกไปทำในอนาคต และสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และปีที่ 2 นั้นมีความกระตือรือร้นที่จะเข้ารับการอบรมอันเนื่องมาจากต้องการเรียนรู้ในแนวคิด และเทคโนโลยีใหม่ๆ เพิ่มเติมนอกเหนือจากที่ได้รับในหลักสูตรหรือห้องเรียน

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงองค์ประกอบ ทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำงานวิจัยนี้ ทั้งทางด้านการฝึกอบรม การเขียนโปรแกรม และการควบคุมหุ่นยนต์

Sohpon [6] ได้ทำการพัฒนาชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 จำนวน 20 คน ซึ่งพบว่าผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของการทดสอบความรู้ด้วยค่าสถิติที่มีค่าเท่ากับ 14.48 แสดงว่าคะแนนหลังการฝึกอบรมมีค่าสูงกว่าก่อนฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการประเมินความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรม พบว่าส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ได้ตั้งเอาไว้ แสดงว่าชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทำให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้เพิ่มมากขึ้นและเหมาะสมในการนำไปใช้จริงต่อไป

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโดยทำการวัดผลกลุ่มเดียว ประกอบไปด้วยการวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

3.1 ศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

3.2 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย โดยเครื่องมือที่ใช้ในการอบรมจะประกอบไปด้วย คู่มือครู เอกสารประกอบการอบรม และสื่อหุ่นยนต์

3.3 กำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ได้จากการรับสมัครจำนวน 15 คน

3.4 เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล โดยทำการจัดฝึกอบรมให้กับกลุ่มตัวอย่างเป็นเวลาทั้งสิ้น 3 วัน (18 ชั่วโมง) ในช่วงระหว่างเดือนมกราคม พศ. 2558

4. ผลของการวิจัย

4.1 ผลการสร้างชุดฝึกอบรม

ผู้วิจัยได้นำผลจากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง มากำหนดองค์ประกอบของชุดฝึกอบรม โดยสรุปได้ดังนี้

4.1.1 คู่มือครู มีองค์ประกอบ 5 ส่วนดังนี้

4.1.1.1 หลักสูตรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ จะประกอบด้วย หลักการและเหตุผล วัตถุประสงค์ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เนื้อหาการฝึกอบรม กำหนดการฝึกอบรม วิธีดำเนินการฝึกอบรม สื่อ-อุปกรณ์ การวัดและประเมินผล

4.1.1.2 แผนการฝึกอบรมทั้งสิ้น 3 วัน

4.1.1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและการการอบรม เป็นแบบทดสอบก่อนวัดความรู้ ความเข้าใจ และทักษะการเขียนโปรแกรม ซึ่งเป็นแบบทดสอบออนไลน์จำนวน 32 ข้อ

แบบทดสอบก่อนการอบรม
ข้อใด <u>ไม่ใช่</u> ประเภทของหุ่นยนต์
Select one:
☐ a. cyborg
☐ b. fixed robot
☐ c. mobile robot
☐ d. motion robot

ภาพที่ 1 ภาพตัวอย่างแบบทดสอบ

4.1.1.4 แบบประเมินผลการอบรม ประกอบด้วย แบบสอบถามความคิดเห็น และความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมจำนวน 14 ข้อ

4.1.2 เนื้อหาประกอบการอบรม ประกอบด้วยเนื้อหาที่ใช้ซึ่งจะมี 4 หน่วยการเรียนรู้ดังนี้

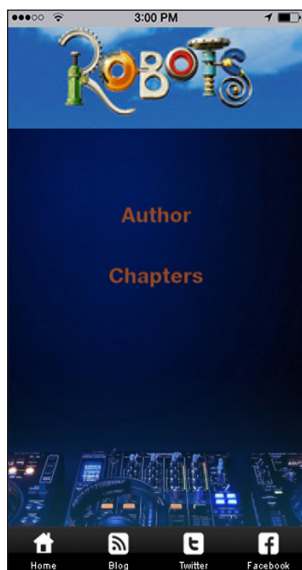
หน่วยที่ 1. หุ่นยนต์

หน่วยที่ 2. ไมโครคอนโทรลเลอร์

หน่วยที่ 3. ภาษาซี

หน่วยที่ 4. การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

โดยผู้เข้ารับการอบรมจะได้รับเนื้อหาทั้งในรูปแบบของเอกสารประกอบการอบรมและ E-Book ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อสำหรับอ่านเพิ่มเติมความรู้ประกอบการอบรม



ภาพที่ 2 ภาพตัวอย่าง E-Book

4.1.3 สื่อหุ่นยนต์ ซึ่งเป็นหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้น ประกอบด้วยโครงสร้างหุ่นยนต์และแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ บรรจุไมโครคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่ง อุปกรณ์ตรวจจับการสัมผัส รวมทั้งชุดแสดงผลทางแสง เสียงและข้อความซึ่งทำงานด้วยคำสั่งภาษาซี



ภาพที่ 3 ภาพตัวอย่าง สื่อหุ่นยนต์

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

4.2.1 ผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ

เมื่อกำหนดชุดฝึกอบรมแล้วนำชุดฝึกอบรมให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน ประเมินผลโดยใช้แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรม เพื่อสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจเกี่ยวกับกระบวนการในการนำชุดฝึกอบรมไปใช้และนำข้อมูลที่ได้รับนี้ไปศึกษา เพื่อปรับปรุงชุดฝึกอบรมให้มีความเหมาะสมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับ
ด้านหลักสูตรฝึกอบรม	4.46	0.46	มาก
ด้านแผนการอบรม	4.49	0.50	มาก
ด้านเอกสาร	4.14	0.48	มาก
ด้านสื่อหุ่นยนต์	4.40	0.36	มาก
ด้านแบบทดสอบ	4.27	0.67	มาก
รวมเฉลี่ย	4.35	0.49	มาก

จะเห็นว่าผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่าน พบว่าผลการประเมินความเหมาะสมด้านหลักสูตร ด้านแผนการฝึกอบรม ด้านเอกสารที่ใช้ประกอบการฝึกอบรม ด้านสื่อหุ่นยนต์ และด้านแบบทดสอบอยู่ในเกณฑ์มาก ดังนั้นภาพรวมของการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่านจึงอยู่ในเกณฑ์มาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.35 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49

4.2.2 ผลการประเมินโดยอาศัยข้อมูลจากผู้รับการอบรม ซึ่งได้ทำการทดลองใช้ และเก็บผลมาวิเคราะห์ซึ่งปรากฏผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับ
1. วัตถุประสงค์การอบรมมีความชัดเจน	3.93	0.79	มาก
2. เนื้อหาถูกต้อง คลอบคลุม เหมาะสม	3.73	0.70	มาก
3. ความรู้ที่ได้รับในแต่ละหัวข้อ			
3.1 หุ่นยนต์	3.73	0.79	มาก
3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์	3.80	0.77	มาก
3.3 ภาษาซี	3.73	0.88	มาก
3.4 การประยุกต์ใช้งาน	3.66	0.61	มาก
4. วิทยากร			
4.1 การเตรียมความพร้อม	4.00	0.84	มาก
4.2 การถ่ายทอด สื่อความหมาย	3.73	0.88	มาก
4.3 การเชื่อมโยงเนื้อหา	3.66	0.61	มาก
4.4 การสรุปประเด็นสำคัญ	3.53	0.91	มาก
5. วิธีการ การเลือกรูปแบบกิจกรรมที่ใช้	3.80	0.67	มาก

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับ
6. สื่อที่ใช้ในการอบรม			
6.1 นำเสนอด้วย Presentation	3.80	0.67	มาก
6.2 เอกสารประกอบการอบรม	4.00	0.65	มาก
6.3 สื่อหุ่นยนต์	3.87	0.51	มาก
7. ระยะเวลาที่ใช้ในการอบรม	3.73	0.96	มาก
8. สถานที่ที่ใช้ในการอบรม	3.93	0.70	มาก
9. บรรยากาศในห้องฝึกอบรม	4.00	0.65	มาก
10. การอำนวยความสะดวก	4.27	0.79	มาก
11. ผู้เข้ารับการอบรมมีส่วนร่วม	4.13	0.63	มาก
12. นำความรู้ไปใช้ประโยชน์	4.00	0.65	มาก
13. การอบรมมีความเหมาะสม	4.00	0.53	มาก
14. ความพึงพอใจของท่าน	4.00	0.59	มาก

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมาก ผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจในการเข้าอบรมในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความรู้อีกก่อนและหลังการอบรม

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	t
หลัง	15	32	19.1	3.34	6.24
ก่อน	15	32	11.4	3.64	

ซึ่งจะพบว่า ค่า t ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 6.26 เมื่อเทียบกับค่า t จากตารางที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 และ df เท่ากับ 14 เปิดตารางได้ค่า t เท่ากับ 2.624 ซึ่งค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง จึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการอบรมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. สรุปผลการวิจัย

หลังจากได้ดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษาซี สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม จนเสร็จสิ้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาสรุปผลการวิจัยดังนี้

5.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการอบรม โดยใช้วิธีการทดสอบ t-test พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เข้ารับการอบรมหลัง

การอบรมสูงกว่าก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่านมีความคิดเห็นและพิจารณาความเหมาะสมเกี่ยวกับชุดฝึกอบรมในภาพรวมพบว่ามี ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ในแต่ละส่วนเมื่อพิจารณา ด้านหลักสูตรฝึกอบรมพบว่ามี ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ด้านแผนการอบรมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ด้านเอกสารประกอบการฝึกอบรมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ด้านสื่อหุ่นยนต์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ด้านแบบทดสอบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

5.3 ผลการประเมินความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรม จำนวน 15 คน พบว่าในภาพรวมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

จากผลวิจัยสามารถสรุปได้ว่าชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษาซี สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานได้

6. อภิปรายผลการวิจัย

6.1 ผลจากการทดลองใช้หลักสูตรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบการฝึกอบรมให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ปฏิบัติจริง ผู้เข้ารับการอบรมมีความสนใจ มีความตั้งใจในการลงมือปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และมีความกระตือรือร้นในการอบรมเป็นอย่างมากซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fred Martin [7] ที่ได้ทำการศึกษาวิจัยถึงการนำกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ไปใช้ในการเรียนรู้ของผู้เรียนพบว่าทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้เป็นอย่างมาก

6.2 การทดลองใช้ชุดฝึกอบรม ผู้วิจัยได้จัดเตรียมเอกสารประกอบการอบรมโดยผู้เข้ารับการอบรมให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เพราะมีประโยชน์ในการนำไปเรียนรู้และประยุกต์ใช้ในการเรียนได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสื่อประกอบการอบรมอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อหุ่นยนต์ที่ควบคุมด้วยภาษาซีพบว่าผู้เข้ารับการอบรมให้ความสนใจมากที่สุด เนื่องจากเป็นสื่อที่ผู้เข้ารับการอบรมสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ได้ด้วยตนเอง ซึ่งทำให้เกิดความภูมิใจว่าตนเอง

สามารถเขียนโปรแกรมได้

6.3 แต่ละหัวข้อการอบรมผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบของกระบวนการอบรมโดยเน้นการฝึกปฏิบัติและให้ผู้เข้ารับการอบรมได้มีส่วนร่วมในการอบรมมากที่สุด ได้แก่ การฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ การอภิปรายซักถาม สรุปเนื้อหาสำคัญ ซึ่งการวางรูปแบบดังกล่าวจะทำให้ผู้เข้ารับการอบรมเกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุด

6.4 ผลจากการนำชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ในการฝึกอบรมจริงและดำเนินการประเมินผลสัมฤทธิ์ในการฝึกอบรมเมื่อนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนโดยใช้ t-test พบว่า ค่า t จากการคำนวณสูงกว่าค่า t จากตาราง แสดงว่าชุดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการมีผลทำให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ได้ตั้งเอาไว้

6.5 ผลการประเมินความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมพบว่าในภาพรวมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ได้ตั้งเอาไว้

7. ปัญหาและข้อเสนอแนะ

7.1 การฝึกอบรมในครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดรูปแบบการฝึกอบรมให้มีความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายโดยใช้รูปแบบกิจกรรมปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ แต่เนื่องจากเนื้อหาที่ค่อนข้างมากและเวลาที่จำกัด ทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาปรับปรุงจัดทำเนื้อหาให้สอดคล้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้นต่อไป

7.2 ควรดำเนินการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรม โดยใช้กับกลุ่มเป้าหมายอื่นๆ ไป เพื่อเป็นการเผยแพร่ความรู้ทางด้านนี้ไปยังบุคคลทั่วไปที่สนใจ

7.3 ควรเพิ่มเติมการอบรมทางด้านฮาร์ดแวร์เพื่อเป็นการจุดประกายความคิดให้แก่ผู้เข้ารับการอบรมให้สามารถปรับปรุงแก้ไขฟังก์ชันการทำงานต่างๆ ของหุ่นยนต์ได้ด้วยตนเอง

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] S. Jarungsouk. "Developing Instructional Materials on Problem-Solving Ability." *Eau Heritage Journal*. Vol. 8.
- [2] S. Tunsriwong. *Teaching Methods*. Bangkok : Skybook, 2538.
- [3] C. Sirisawat. "A Development of Robotic Design Material Packages for Integrative Learning Science and Technology based on Constructionism Theory." *Journal of Education*, Vol. 23, No. 1, pp. 144-159, 2012.
- [4] N. Wareeprasurt. *Artificial Intelligence*. Bangkok KTP Com and Consult, 2010.
- [5] Y. Khunsungwan. *The Development of Computer Assisted Instruction Lesson on Basic C Language for Mathayom Suksa 4 Students*. Silpakorn University.
- [6] S. Mahajarune. *Development of the Training Packages the Robot Control Programming with PBASIC*. King Mongkut's University of Technology North Bangkok.
- [7] F. Martin. "Chidren's Explorations of Cybernetics Using Programmable Turtles." *AERA. MIT*, pp. 129-140, 1990.