

ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์

A LABORATORY SET OF A MICROCONTROLLER FOR CONTROLLING A ROBOT

ชาญชัย แสงโพธิ์¹ วิสุทธิ์ สุนทร垦กพงศ์² และปิยะ ศุภาราสุวรรณ³

Chanchai Sangpho¹, Wisuit Sunthonkanokpong² and Piya Supavarasuwat³

¹นักศึกษาหลักสูตร ค.อ.ม.(สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

^{2,3}รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

c.chanchai.b@gmail.com, wisuit.su@kmitl.ac.th and piya.su@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเมืองบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 2105-2105 จำนวน 25 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ในงาน แบบประเมินคุณภาพ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ แบบประเมินการปฏิบัติงาน และสถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่าชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ มีคุณภาพด้านเนื้อหาในระดับดี ($\bar{X} = 4.48$, $S.D. = 0.39$) และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.51$, $S.D. = 0.31$) ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์หรือ $E1/E2$ มีค่าเท่ากับ $81.22/88.80$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ $80/80$ ที่ได้ตั้งสมมุติฐานของการวิจัยไว้

คำสำคัญ: ชุดปฏิบัติการ ไมโครคอนโทรลเลอร์ การควบคุมหุ่นยนต์ การประเมินคุณภาพ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Abstract

The objectives of this research were to develop a laboratory apparatus of a microcontroller for controlling a robot, as identified in the vocational certificate curriculum of BE 2013 under the Vocational Education Commission, and to determine its efficiency. The sample of the study consisted of 25 first year electronics students enrolled in 2105-2105 Microcontrollers at Minburi Technical College. These students were selected by using the purposive sampling method. The research tools were a laboratory apparatus of a microcontroller for controlling a robot, an experimental worksheet, an achievement test, and an assessment form of the efficiency. The statistics utilized for data analysis were arithmetic mean, and standard deviation. The results showed that the quality of the content was at the good level, while the media production was at the great level ($\bar{X} = 4.51$, $S.D. = 0.31$). Overall, the efficiency of the laboratory apparatus of a microcontroller for controlling a robot or $E1/E2$ was $81.22/88.80$, as already hypothesized.

Keywords: Laboratory Set; Microcontroller; Robot Controlling; Quality Assessment; Student Achievement;

1. บทนำ

สถาบันการศึกษาประเพณีวิชาช่างอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้บรรจุรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ไว้ในหลักสูตรวิชาช่างอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะและสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมได้ [1] ดังนั้นเพื่อจูงใจผู้เรียนให้เกิดความสนใจในรายวิชาเพิ่มมากขึ้น ผู้วิจัยเห็นควรนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้งานพื้นฐานที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนสามารถแสดงผลลัพธ์ได้หลายรูปแบบ เพื่อเป็นการกระตุ้นผู้เรียนให้มีความสนใจ และสนุกสนานในการเรียนการสอน และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

แต่ปัจจุบันสื่อการเรียนการสอนประเพณีวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น ยังมีจำนวนไม่เพียงพอต่อความต้องการและการเพิ่มปริมาณของผู้เรียน อีกทั้งเนื้อหาของรายวิชาเข้าใจยากทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาของรายวิชาได้ตรงตามสมรรถนะของรายวิชาที่กำหนดให้ผู้เรียนสามารถแสดงความรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบและทดสอบวงจร และสามารถประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ชุดค่าสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการติดต่อชีพิญกับหน่วยความจำ เอ้าท์พุต อินพุต การอินเตอร์รัฟฟ์ การติดต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ กับอุปกรณ์ภายนอกแบบเบื้องต้น และผ่านระบบสื่อสาร การประยุกต์ใช้งานในระบบควบคุมทางไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นควรนำอุปกรณ์เหล่านี้มาประยุกต์ใช้งานในการสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ เพื่อใช้ในการจัดกระบวนการเรียนการสอนด้วยวิธีการทดลอง [2] และเพิ่มประสิทธิภาพให้ผู้เรียนเกิดความสนใจเรียนในวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์มากขึ้น อีกทั้งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานชุดค่าสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ผู้วิจัยจึงนำแนวทางที่กล่าวมานี้มาพัฒนาสื่อการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้สร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ [3] ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

(ปวช.) สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีเนื้อหาตรงตามสมรรถนะของรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่กำหนดไว้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่มีคุณภาพ

2. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

3. สมมุติฐานการวิจัย

1. ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ มีคุณภาพในระดับดี ขึ้นไป ($\bar{X} \geq 3.50$)

2. ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์หรือ E1/E2 ไม่น้อยกว่า 80/80

4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร คือ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเมืองบุรี ปีการศึกษา 2558 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 2105-2105 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 50 คน

2) กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเมืองบุรี ที่ลงทะเบียนเรียน รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 2105-2105 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 25 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจงจากประชากรทั้งหมด

4.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยมีดังนี้

1) ตัวแปรต้น คือ ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

2) ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประภาคเนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ของ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

2) ใบงานเป็นเอกสารที่ใช้สั่งงานให้ผู้เรียนปฏิบัติการทดลองของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประภาคเนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ซึ่งมีใบงาน แบบแบบทดสอบห้ามที่ใบงานระหว่างหัวข้อ 4 ใบงาน และใบงานรวมเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังปฏิบัติ 1 ใบงาน โดยแต่ละใบงานประกอบด้วย ชื่อใบงาน วัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม คำแนะนำที่เกี่ยวข้อง รายการอุปกรณ์ ลำดับขั้น การปฏิบัติ สรุปผลการปฏิบัติ และคำถามทั้งใบงานซึ่งเป็น แบบอัตโนมัติ

3) แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประภาคเนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ด้านเนื้อหาใบงานและด้านเทคนิคผลิตสื่อ

4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น [4] เพื่อใช้สำหรับทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง เป็นแบบทดสอบรวมแบบปนัย 5 ตัวเลือก หั้งหมวดจำนวน 50 ข้อ โดยค่า IOC ที่ได้มีค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมระหว่าง 0.67-1.00 ค่าความ ยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.35-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ ระหว่าง 0.20 – 0.70 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.77

5) แบบประเมินผลการปฏิบัติเป็น แบบประเมินผลปฏิบัติงานที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบงาน โดยกำหนดเกณฑ์และน้ำหนักการให้คะแนนแต่ละ ขั้นตอนการปฏิบัติแต่ละใบงาน สำหรับกำหนดค่าน้ำหนักการ ให้คะแนนพิจารณาจากความซับซ้อนและความสำคัญของการ ปฏิบัติงาน

5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการปฏิบัติและการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหา คุณภาพและประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ มีรายละเอียดดังนี้

1) นำเสนօอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ก่อนนำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ใบงานและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ [5] เพื่อตรวจสอบเครื่อง มือก่อนนำไปใช้

2) แนะนำกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้งานชุดปฏิบัติการ ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ขอบข่ายเนื้อหา วัตถุประสงค์และการซึ่งแจ้งรายละเอียดที่สำคัญก่อนการปฏิบัติ

3) ให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติตามในงานการทดลองครั้งละ 1 ใบงาน และให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบห้ามที่ใบงานการทดลอง และบันทึกคะแนนครบ 25 คน

4) หลังการปฏิบัติตามใบงานครบ 4 ใบงาน แล้วผู้วิจัย ให้กลุ่มตัวอย่างหั้งหมวดทดลองทำใบงานรวม ทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและบันทึกคะแนน

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ น้ำวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพนำค่าคะแนนการทำแบบทดสอบของ กลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ [6] ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) วิเคราะห์หาคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ด้านเนื้อหาใบงานและด้านเทคนิค การผลิตสื่อ โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ E1/E2 ไม่น้อยกว่า 80/80

6. ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ คุณภาพ
คุณภาพด้านเนื้อหาใบงาน	4.48	0.39	ดี
คุณภาพด้านชุดปฏิบัติการ	4.51	0.31	ดีมาก

ตารางที่ 2 แสดงประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์

รายการ	คะแนน เดียว	คะแนนที่ ได้เฉลี่ย	ร้อยละ
คะแนนการทำใบงานและแบบทดสอบห้ามที่ใบงานระหว่างหัวข้อ ปฏิบัติ	60	48.73	81.22
คะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังปฏิบัติใบงาน รวม	40	35.52	88.80

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

7.1 สรุปผลการวิจัย

1) คุณภาพด้านเนื้อหาในงานของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาโดยผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.48, S.D. = 0.39$)

2) คุณภาพการผลิตสื่อของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตาม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาโดยผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.51, S.D. = 0.31$)

3) ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาซึ่งทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน พบว่าชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ $81.22/88.80$ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนด [7]

7.2 อภิปรายผลการวิจัย

1) ด้านเนื้อหาในงานของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.48, S.D. = 0.39$) เนื่องจากใบงานชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ มีความเหมาะสมของใบงานรวมถึงความถูกต้องของเนื้อหาการออกแบบใบงานให้มีรูปแบบใบงานที่ง่ายต่อการนำไปใช้งาน และอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานและยังสามารถสร้างแรงจูงใจต่อการเรียน เนื่องจากผู้เรียนสามารถดำเนินการทดลองที่สอดคล้องกับชุดปฏิบัติการอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

นอกจากนี้มีความเชื่อมโยงกันในแต่ละใบงานสามารถทดลองรวมกันเป็นระบบได้ครบถ้วน ส่วนคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์อยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่า ($\bar{X} = 4.51, S.D. = 0.31$) เนื่องจากชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์รู้สึกว่าเป็นระบบที่แข็งแรง มีความเหมาะสมของรัศมีที่นำมาใช้สร้างชุดปฏิบัติการและความเหมาะสมของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของจารุวัฒน์ มณีศรี [8] ที่ทำวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกหัดการเรียนรู้เชิงข่ายเสียง วิชาเครื่องเสียงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยผลการทดลองทำประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน พบว่าชุดฝึกหัดการเรียนรู้เชิงข่ายเสียงที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ $82.26/84.50$ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ $80/80$

มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.29 คุณภาพของใบงานการทดลองอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.23

2) การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาพบว่าผลลัพธ์ของการทำแบบทดสอบทั้งในงานระหว่างเรียนและผลลัพธ์หลังปฏิบัติในงานรวมของผู้เรียนมีค่า เท่ากับ $81.22/88.80$ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ [9] เนื่องจากชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ที่สร้างขึ้นผ่านการออกแบบและผ่านการแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิที่ทำให้มีเนื้อหาในงาน ขั้นตอนทดลองที่ครอบคลุมและเป็นลำดับขั้นตอนทุกใบงานซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการทดลองต่อวงจรและการเรียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของชุดปฏิบัติการควบคุมหุ่นยนต์และมีการสังเกตผลการปฏิบัติการบันทึกผลการปฏิบัติด้วยตนเองจึงส่งผลให้กระบวนการเรียนรู้ของการปฏิบัติครั้งนี้สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งสมมุติฐานไว้ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของจารุวัฒน์ แก้ววงศ์ [10] ที่ทำวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกหัดการเรียนรู้เชิงข่ายเสียง วิชาเครื่องเสียงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยผลการทดลองทำประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน พบว่าชุดฝึกหัดการเรียนรู้เชิงข่ายเสียงที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ $82.26/84.50$ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ $80/80$

7.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัยชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษามีดังนี้คือ

7.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1) การจัดการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติ ก่อนให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ครุภัณฑ์สอนควรสาธิตให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานชุดปฏิบัติการ และอธิบายถึงข้อควรระวังในขณะปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยของผู้เรียน

2) ผู้เรียนควรอ่านรายละเอียดของคู่มือ ขั้นตอนปฏิบัติงานในแต่ละใบงานให้ครบถ้วนก่อนลงมือปฏิบัติ จากนั้นผู้สอนค่อยกำกับดูแลการปฏิบัติงานให้คำปรึกษาและประเมินผลการปฏิบัติงานตามรูปแบบประเมินผลการปฏิบัติของแต่ละใบงาน จะช่วยให้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์เกิดประสิทธิภาพสูงขึ้น

7.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

การนำชุดปฏิบัติการไปครุคนโถรเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ไปทดลองใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เรียนในหลักสูตรระยะสั้น เพื่อการพัฒนาให้เหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.2549.พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545. กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.
- [2] บุญ สนั่นน้ำหนัก.2555.กระบวนการทดลองปฏิบัติการจรรยาบรรณชีสิเตอร์ผ่านการทำงานบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 11(3), น.9-15.
Sanannamnak,B.2012.Experimentation Process of Transistor Amplifier Circuit through Computer Program Simulation. *Journal of Industrial Education*, 11(3),p.9-15.
- [3] เปริญชัย คงตัน.2556.ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA 32. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 11(2), น.131-137.
Kongtan,P.2012.AVR ATMEGA 32 Laboratory Set. *Journal of Industrial Education*, 11(2), p.131-137.
- [4] เยาวดี วิบูลย์ศรี.2539. การวัดผลและสร้างแบบสอบถามสัมฤทธิ์.กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [5] ชัยยงค์ พรมวงค์ และคณะ. 2521. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [6] บุญชุม ศรีสะอัด. 2545. วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย.พิมพ์ครั้งที่ 6.กรุงเทพฯ : สุวิรยาสาส์น.
- [7] พรรณ ลิกิจวัฒน์.2551.วิธีการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [8] จาธุรัตน์ มณีศรี.2552. เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกการติดตั้งงานรับสัญญาณดาวเทียม วิชาระบบสื่อสารดาวเทียม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง. วิทยานิพนธ์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [9] วชรินทร์ หมายสว่าง.2556. ชุดทดลองเครื่องรับโทรศัพท์สื่อแสดงผลแบบแอลซีดี. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 12(3), น.96-102.
Mohksawang,W.2013. LCD Television Laboratory Set. *Journal of Industrial Education*, 12(3), p.96-102.
- [10] ณัฐพงศ์ แก้ววงศ์.2553.เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกวงจรเครื่องขยายเสียง วิชา เครื่องเสียงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ. วิทยานิพนธ์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.