การพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

Development of Solar Robot Training Set for Upper Secondary Education

สมชาย ทองคำ[1] ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา[2] และสมชาย หมื่นสายญาติ[3]

Somchai Tongkam[1] , Threraphon Thephasadin na ayuthya[2] and Somchai Maunsaiyat[3]

[1]นักศึกษาหลักสูตร ค.อ.ม. (สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ [3]อาจารย์ สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

cokatoo10@hotmail.com, ktthrera@kmitl.ac.th, and kmsomcha@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพรวมทั้งประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยเอกสารประกอบการฝึกอบรม สื่อนำเสนอ แบบทดสอบ แบบประเมินรายการความสามารถและชุดฝึกการประดิษฐ์หุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งหมดได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ลงทะเบียนเข้าร่วมโครงการประกวดแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานทางเลือกจากแสงอาทิตย์ ระดับมัธยมศึกษา ครั้งที่ 2 ประจำปี 2556 จัดการแข่งขันโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม จำนวน 20 คน ผลจากการวิจัยพบว่าชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพด้านเนื้อหาในระดับดี ($\overline{x}$ = 4.31, S.D. = 0.58) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\overline{x}$ = 4.55, S.D. = 0.43) และมีประสิทธิภาพเป็นร้อยละ 90 ของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมุติฐานการวิจัย

คำสำคัญ: การพัฒนาชุดฝึกอบรม หุ่นยนต์ พลังงานแสงอาทิตย์ เซลล์แสงอาทิตย์ มัธยมศึกษาตอนปลาย

Abstract

The purposes of this research were to create and to find out the quality as well as efficiency of the development of solar robot training set for upper secondary education which 80% of the trainees passed the test with score at least 80%. The tools utilized for this study consisted of documentation of training, presentation, the achievement test, the behavioral observation checklist and solar robot training kit. Moreover these tools have been quality validated by the experts. The research sample group were 20 of students in upper secondary education which registered in speed solar robot contest for secondary education level 2nd, 2013 annual by Chandrakrasem Rajabhat University. The research results were found that the quality of the solar robot training set for upper secondary education in terms of the content was at good level ($\overline{x}$ = 4.31, S.D. = 0.58) and the media production technique was at great level ($\overline{x}$ = 4.55, S.D. = 0.43). The efficiency was 90% of the trainees passed the test with score at least 80% which was in accordance the specified criteria in research hypothesis.

Keywords : Development of training set; Robot; Solar energy; Solar Cell; Upper secondary education

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง ไม่เพียงแต่กลุ่มของนักวิจัยและพัฒนาโดยตรงเท่านั้น แต่ระดับเด็กและเยาวชนนั้นก็ได้รับความสนใจไม่แพ้กัน เห็นได้จากงานประกวดแข่งขันหุ่นยนต์ รวมทั้งนิทรรศการต่าง ๆ ที่จัดขึ้นอย่างมากมายในแต่ละปี ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา อาทิ การแข่งขันหุ่นยนต์ สพฐ. การแข่งขันหุ่นยนต์กู้ภัยชิงแชมป์แห่งประเทศไทย การแข่งขันหุ่นยนต์ ส.ส.ท. ชิงแชมป์แห่งประเทศไทย เป็นต้น

โครงการแข่งขันสิ่งประดิษฐ์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาและประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) “สปีดโซล่าเซลล์...ขับเคลื่อนความเร็วด้วยพลังงานแสงอาทิตย์”[1] จัดขึ้นในงานเทคโนโลยีและนวัตกรรมของไทยประจำปี พ.ศ. 2555 (TechnoMart & InnoMart 2012) ณ ศูนย์นิทรรศการและประชุมไบเทค บางนา เป็นการแข่งขันประดิษฐ์หุ่นยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อทำภารกิจตามที่กำหนด โดยกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเจ้าของโครงการได้มอบหมายให้สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษมเป็นผู้ดำเนินการแข่งขัน และมีการประชาสัมพันธ์เชิญชวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาและประกาศนียบัตรวิชาชีพจากสถานศึกษาทั่วประเทศให้เข้าร่วม มีสถานศึกษาจำนวน 19 แห่งตอบรับส่งทีมเข้าร่วมแข่งขันจำนวน 23 ทีม [2]

จากการแข่งขันในโครงการ “สปีดโซล่าเซลล์...ขับเคลื่อนความเร็วด้วยพลังงานแสงอาทิตย์” สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ซึ่งเป็นผู้ดำเนินการแข่งขันดังกล่าว ได้เล็งเห็นถึงประโยชน์จากแข่งขัน อันเป็นการเปิดโอกาสให้เยาวชนได้มีส่วนร่วมในการแสดงออกทางความคิด อีกทั้งหลังจากสิ้นสุดการแข่งขัน ยังมีอุปกรณ์ที่ใช้งานได้ อาทิ สนามแข่งขัน หลอดไฟ โคมไฟ โครงเหล็ก สามารถนำกลับมาใช้งานได้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้ดำเนินโครงการประกวดแข่งขันสิ่งประดิษฐ์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาต่อเนื่องเป็นครั้งที่ 2 ในปี พ.ศ. 2556 โดยใช้ชื่อโครงการว่า “โครงการประกวดแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานทางเลือกจากแสงอาทิตย์ ระดับมัธยมศึกษา ครั้งที่ 2” [3] ซึ่งจัดขึ้นในกิจกรรมวันวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ประจำปี 2556 โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณเพิ่มเติมจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยในการดำเนินโครงการดังกล่าว

ผู้วิจัยซึ่งเป็นหนึ่งในคณะผู้ดำเนินการประกวดแข่งขัน “สปีดโซล่าเซลล์...ขับเคลื่อนความเร็วด้วยพลังงานแสงอาทิตย์” ที่ได้ดำเนินการสำเร็จลุล่วงไปแล้วนั้น พบว่านักเรียนในระดับมัธยมศึกษาบางส่วนที่เข้าร่วมแข่งขันยังขาดทักษะ ความชำนาญและความรู้เกี่ยวกับการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อการแข่งขัน ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ทางไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์ทางกล อาจเนื่องด้วยเพราะพื้นฐานความรู้ที่มีอยู่ไม่มาก รวมทั้งการขาดบุคลากรซึ่งสามารถให้คำปรึกษาหรือชี้แนะแนวทางในด้านความรู้พื้นฐานการพัฒนาเทคโนโลยีด้านนี้ ส่งผลให้สิ่งประดิษฐ์ที่ใช้แข่งขันหลายทีมไม่มีประสิทธิภาพ ไม่สามารถปฏิบัติภารกิจในการแข่งขันให้สำเร็จลุล่วงได้

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดในการพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกอบรมให้ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะพื้นฐานทางด้านระบบไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และอุปกรณ์ทางกลสำหรับการประดิษฐ์หุ่นยนต์ให้แก่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และเพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เข้ารับการฝึกอบรม นำความรู้ไปพัฒนาต่อยอดในการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อการแข่งขันในโครงการประกวดแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานทางเลือกจากแสงอาทิตย์ ระดับมัธยมศึกษา ครั้งที่ 2 หรือการประกวดแข่งขันหุ่นยนต์ที่จัดโดยหน่วยงานอื่น ๆ รวมทั้งสามารถนำความรู้ที่ได้จากการฝึกอบรมไปถ่ายทอดในกลุ่มเพื่อนนักเรียนที่สนใจต่อไปได้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อสร้างชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 ชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคุณภาพในระดับดีขึ้นไป

3.2 ชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ โดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

4. กรอบแนวคิดของการวิจัย

กรอบแนวคิดในการพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายครั้งนี้ อาศัยแนวความคิดจากขั้นตอนการออกแบบตามคู่มือพัฒนาชุดฝึกซีบีเอสที ของกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม [4] โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เรียนรู้ (Know)
2. แสดง (Show)
3. ปฏิบัติ (Do)
4. ทบทวน (Review)
5. ผ่าน (Pass Through)

5. ขอบเขตของการวิจัย

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ลงทะเบียนเข้าร่วมค่ายอบรมเทคนิคและวิธีการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์เพื่อการแข่งขัน โครงการประกวดแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานทางเลือกจากแสงอาทิตย์ ระดับมัธยมศึกษา ครั้งที่ 2 ประจำปี 2556 จัดการแข่งขันโดยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม จำนวน 49 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ลงทะเบียนเข้าร่วมค่ายอบรมเทคนิคและวิธีการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์เพื่อการแข่งขัน โครงการประกวดแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานทางเลือกจากแสงอาทิตย์ ระดับมัธยมศึกษา ครั้งที่ 2 ประจำปี 2556 จัดการแข่งขันโดยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม จำนวน 20 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง

5.2 ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาของชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย

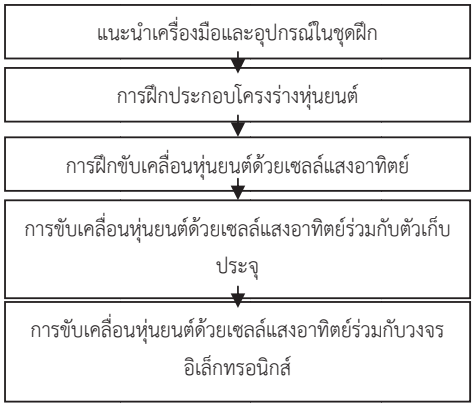
1. เซลล์แสงอาทิตย์และการใช้งาน
2. ความรู้เบื้องต้นในการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแข่งขัน
3. การขับเคลื่อนมอเตอร์และวงจรควบคุม
4. การประดิษฐ์หุ่นยนต์ต้นแบบเพื่อการแข่งขัน

6. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

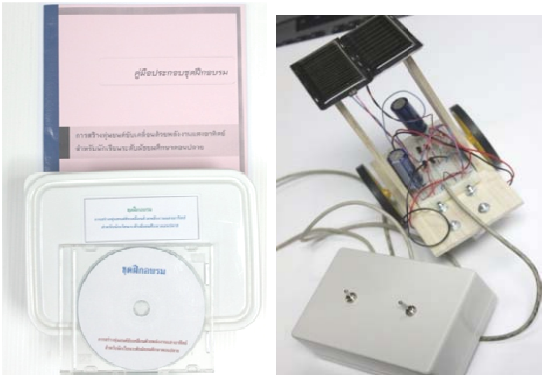
1. ชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย

- คู่มือประกอบชุดฝึกอบรม เป็นเอกสารที่ใช้ประกอบการฝึกอบรมทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติการฝึกประดิษฐ์หุ่นยนต์
- สื่อนำเสนอ เป็นสื่อที่สร้างจากโปรแกรมไมโครซอฟท์พาวเวอร์พอยต์ ใช้ประกอบการบรรยายภาคทฤษฎี
- สื่อแอนิเมชั่น เป็นสื่อเคลื่อนไหวที่สร้างจากโปรแกรมอะโดบีแฟลช ใช้ประกอบการฝึกประดิษฐ์หุ่นยนต์
- ชุดฝึกประดิษฐ์หุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ แผงประกอบวงจร สายไฟเชื่อมต่อวงจร ชุดสวิตช์ควบคุมและส่วนประกอบโครงร่างหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อ



รูปที่ 1 ขั้นตอนการฝึกประดิษฐ์หุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

จากรูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการฝึกประดิษฐ์หุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เริ่มด้วยการแนะนำเครื่องมือและอุปกรณ์ในชุดฝึก จากนั้นเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ 4 กิจกรรม ได้แก่การฝึกประกอบโครงร่างหุ่นยนต์ การฝึกขับเคลื่อนหุ่นยนต์ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ การขับเคลื่อนหุ่นยนต์ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับตัวเก็บประจุ และการขับเคลื่อนหุ่นยนต์ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 2 ชุดฝึกอบรมการสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากรูปที่ 2 เป็นชุดฝึกอบรมการสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยคู่มือประกอบชุดฝึกอบรม ซีดีรอมบรรจุไฟล์นำเสนอ แอนิเมชั่น และชุดฝึกสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

2. แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ

3. แบบทดสอบและแบบประเมินรายการความสามารถสำหรับชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

7. การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตามแบบการทดลองขั้นต้น กลุ่มเดียววัดผลหลังการทดลอง (one shot-case study design) [5] [6] กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ลงทะเบียนเข้าร่วมค่ายอบรมเทคนิคและวิธีการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์เพื่อการแข่งขันโครงการประกวดแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานทางเลือกจากแสงอาทิตย์ ระดับมัธยมศึกษา ครั้งที่ 2 ประจำปี 2556 จำนวน 20 คน เมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม พ.ศ. 2556 ณ ห้องประชุมจันทร์ประภัสส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม โดยให้คณะวิทยากรนำชุดฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้น ใช้ฝึกอบรมกลุ่มตัวอย่างในกิจกรรมดังกล่าว และทำแบบทดสอบหลังเสร็จสิ้นการอบรมภาคทฤษฎี จากนั้นให้ผู้ช่วยวิทยากรบันทึกรายการความสามารถของผู้เข้าอบรมในระหว่างที่ปฏิบัติการฝึกประดิษฐ์หุ่นยนต์ แล้วนำผลทั้งหมดมาวิเคราะห์ข้อมูล

8. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. การประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จะได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน มาหาค่าทางสถิติ โดยการหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. การหาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จะใช้ผลคะแนนจากการทดสอบและบันทึกรายการความสามารถ โดยประสิทธิภาพตามเกณฑ์ร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

9. ผลการวิจัย

9.1 ผลการประเมินคุณภาพ

การประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรม

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านเนื้อหา	4.31	0.58	ดี
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	4.55	0.43	ดีมาก
เฉลี่ยทั้งสองด้าน	**4.43**	**0.50**	**ดี**

จากตารางที่ 1 พบว่าคุณภาพชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้านเนื้อหามีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 ด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.43 มีคุณภาพโดยเฉลี่ยทั้งสองอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50

9.2 ผลการหาประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังแสดงในตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 แสดงผลวิเคราะห์คะแนนจากการทดสอบ

คนที่	คะแนนทฤษฎี	คะแนนปฏิบัติ	คะแนนรวม	คิดเป็นร้อยละ	เกณฑ์ 80%
1	22	59	81	95.29	ผ่าน
2	23	59	82	96.47	ผ่าน
3	23	60	83	97.64	ผ่าน
4	23	56	79	92.94	ผ่าน
5	24	60	84	98.82	ผ่าน
6	20	55	75	88.23	ผ่าน
7	21	55	76	89.41	ผ่าน
8	21	60	81	95.23	ผ่าน
9	20	60	80	94.12	ผ่าน
10	18	49	67	78.82	ไม่ผ่าน
11	18	48	66	77.65	ไม่ผ่าน
12	23	60	83	97.65	ผ่าน
13	22	53	75	88.23	ผ่าน
14	22	55	77	90.59	ผ่าน

ตารางที่ 2 (ต่อ)

คนที่	คะแนนทฤษฎี	คะแนนปฏิบัติ	คะแนนรวม	คิดเป็นร้อยละ	เกณฑ์ 80%
15	23	58	81	95.29	ผ่าน
16	24	57	81	95.29	ผ่าน
17	19	58	77	90.59	ผ่าน
18	23	58	78	91.76	ผ่าน
19	22	55	77	90.59	ผ่าน
20	20	58	78	91.76	ผ่าน

จากตารางที่ 2 พบว่าการทดสอบภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ มีผู้เข้าอบรมสามารถทำคะแนนรวมจากการทดสอบ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไปได้ เป็นจำนวน 18 คน จากทั้งหมด 20 คน

ตารางที่ 3 แสดงผลวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

เกณฑ์ 80 %	จำนวน	คิดเป็นร้อยละ
ผ่าน	18	90
ไม่ผ่าน	2	10

จากตารางที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 90 ของผู้เข้ารับการฝึกอบรม สามารถผ่านการทดสอบโดยมีคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมติฐาน

10. สรุปผลการวิจัย

1. ชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 และมีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55

2. ชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 90 ของผู้เข้ารับการฝึกอบรม สามารถผ่านการทดสอบโดยมีคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมติฐาน

11. อภิปรายผลการวิจัย

1. จากการพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าคุณภาพด้านเนื้อหาจากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 เมื่อพิจารณาระดับคุณภาพโดยเฉลี่ยทั้งสองด้านอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากวัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับหัวข้อการฝึกอบรม มีลำดับวิธีการนำเสนออย่างเหมาะสมและมีการใช้สีสันในสื่อนำเสนอและมัลติมีเดียอย่างเหมาะสม สอดคล้องกับงานวิจัยของณศิริ เตชะเสน [7] ซึ่งพบว่าวีดิทัศน์ ซีดี เพื่อการฝึกอบรมเรื่องความปลอดภัยในโรงงานอุตสาหกรรม มีคุณภาพโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 เนื่องจากเนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ มีการจัดแบ่งเนื้อหาในการนำเสนอดีและรูปแบบการนำเสนอง่ายต่อความเข้าใจ ทำให้ผู้เข้าฝึกอบรมเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

2. ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น โดยการประเมินจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คนพบว่าหลังจากผ่านการฝึกอบรมแล้วมีผู้ฝึกอบรมทำคะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบและการประเมินรายการความสามารถผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 80 ขึ้นไป จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม มีรายละเอียดเนื้อหาที่เข้าใจง่าย มีลำดับขั้นตอนที่ไม่ซับซ้อนและมีสื่อนำเสนอที่แนะนำขั้นตอนการปฏิบัติไว้อย่างละเอียด ใช้สื่อมัลติมีเดียเคลื่อนไหวในการสาธิตการสร้างสิ่งประดิษฐ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของอนิวรรตน์ พลรักษ์ [8] ซึ่งพบว่าผู้รับการฝึกอบรมมีความพึงพอใจต่อโปรแกรมนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.71) จากความพึงพอใจทั้งหมด 4 ด้านของชุดฝึกอบรมเรื่องไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์ แสดงว่าการใช้ภาพสื่อความหมายซึ่งมีทั้งภาพเคลื่อนไหวและภาพสาธิต สามารถดึงดูดความสนใจของผู้ฝึกอบรมและเสริมสร้างความเข้าใจได้เป็นอย่างดี ซึ่งหลังจากเสร็จสิ้นการฝึกอบรมผู้เข้าฝึกอบรมสามารถกลับไปประดิษฐ์หุ่นยนต์เพื่อเข้าร่วมในโครงการแข่งขันที่กำหนดขึ้นได้เป็นอย่างดี สามารถขับเคลื่อนไปปฏิบัติภารกิจในการแข่งขันได้ ทำให้การแข่งขันมีความสนุกตื่นเต้น และได้รับความสนใจจากผู้ชมอย่างมาก เนื่องจากการพัฒนาชุดฝึกอบรมตามแนวคิดในคู่มือพัฒนาชุดฝึกซีบีเอสที ซึ่งเป็นการออกแบบให้ผู้ฝึกอบรมได้เรียนรู้ แสดง ปฏิบัติ และมีการทบทวน จึงสามารถสำเร็จตามวัตถุประสงค์ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของเกชา อยู่แก้ว [9] เรื่องการสร้างชุดฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะเรื่อง การติดตั้งและการโปรแกรมชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ โดยอาศัยแนวความคิดจากขั้นตอนการออกแบบตามคู่มือพัฒนาชุดฝึกซีบีเอสที พบว่าชุดฝึกทักษะดังกล่าวมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยร้อยละ 95 ของนักเรียนที่เข้ารับการฝึกอบรมสามารถผ่านเกณฑ์การทดสอบร้อยละ 80 ขึ้นไป

12. ข้อเสนอแนะ

12.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สร้างขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการอบรมให้ความรู้แก่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกิจกรรมค่ายอบรมเทคนิคและวิธีการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์เพื่อการแข่งขัน โครงการประกวดแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานทางเลือกจากแสงอาทิตย์ ระดับมัธยมศึกษา ที่จัดขึ้นโดยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษมในครั้งต่อๆ ไป และสามารถนำไปใช้เพื่อการอบรมสร้างหุ่นยนต์หรือสิ่งประดิษฐ์ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มีความสนใจ หรือสามารถนำไปเผยแพร่ออนไลน์เพื่อให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาและผู้ที่สนใจได้เข้ามาศึกษาด้วยตนเองได้

12.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

การพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนี้ ควรมีการออกแบบชุดฝึกให้มีความสะดวกในการปฏิบัติการมายิ่งขึ้นโดยเฉพาะส่วนของการประกอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และอาจเพิ่มชุดการเรียนรู้ในการควบคุมหุ่นยนต์แบบไร้สาย เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อการแข่งขันที่มีประสิทธิภาพและเพิ่มองค์ความรู้ต่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555. **โครงการ “สปีดโซล่าร์เซลล์..ขับเคลื่อนความเร็วด้วยพลังงานแสงอาทิตย์”**. (เอกสารอัดสำเนา)

[2] มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม. 2556. **รายงานผลการดำเนินงานโครงการ “สปีดโซล่าร์เซลล์..ขับเคลื่อนความเร็วด้วยพลังงานแสงอาทิตย์”**. (เอกสารอัดสำเนา)

[3] มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม. 2556. **โครงการประกวดแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานทางเลือกจากแสงอาทิตย์ ระดับมัธยมศึกษา ครั้งที่ 2**. (เอกสารอัดสำเนา)

[4] กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม. กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. 2543. **คู่มือการพัฒนาชุดฝึก CBST**. กรุงเทพฯ: สำนักที่ปรึกษาโครงการปรับปรุงประสิทธิภาพการพัฒนาฝีมือแรงงาน.

[5] สมชาย วรกิจเกษมสกุล. 2554. **ระเบียบวิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. ค้นเมื่อวันที่ 13 ตุลาคม 2557, จาก http://www.udru.ac.th/website/index.php/2011-12-01-03-25-36/685-2011-12-01-03-24-27.html

[6] พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2553. **วิธีการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[7] ณศิริ เตชะเสน. 2554. วีดิทัศน์ ซีดี เพื่อการฝึกอบรม เรื่องความปลอดภัยในโรงงานอุตสาหกรรม. **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**, 10(2), น.290-296.

[8] อนิวรรตน์ พลรักษ์. 2556. **การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์พื้นฐาน**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[9] เกชา อยู่แก้ว. 2552. **ชุดฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะเรื่อง การติดตั้งและการโปรแกรมชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.