

โมเดลการเรียนรู้การสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขัน
ในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
The Learning and Training Robotics Competition Model
at the Office of the Basic Education Commission level

อุดมพล นาอุดม¹

E-mail: udompon.nau@lru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) สร้างโมเดลการเรียนรู้การสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ให้มีคุณภาพ 2) หาประสิทธิภาพ ของโมเดลการเรียนรู้การสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลัง ของผู้เรียนด้วยโมเดลการเรียนรู้การสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาบังคับแกนและบังคับเลือก ครบในหลักสูตร ได้มาโดยวิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) รวมทั้งหมด 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย โมเดลการทดลอง ใบเนื้อหา ใบงานการทดลอง แบบทดสอบใบงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า 1) คุณภาพโมเดลการเรียนรู้การสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.77$) 2) โมเดลการเรียนรู้การสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.35/83.13 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 3) ผู้ที่เรียนด้วย โมเดลการเรียนรู้การสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ: โมเดลการเรียนรู้การสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์

Abstract

The purposes of this research were to 1) create The Learning and Training Robotics Competition Model at the Office of the Basic Education Commission level to develop the quality, 2) determine the efficiency of The Learning and Training Robotics Competition Model at the Office of the Basic Education Commission level based on the 80/80 efficiency criterion and 3) to compare the effectiveness of learning to the pre-test and post test from The Learning and Training Robotics Competition Model at the Office of the Basic Education Commission level . It was Experimental research. The experiment used the learning model that has been developed. The purposive samples were 30 undergraduate students in the four year, in Bachelor of Industrialarts, Industrial Technology Faculty, Loei Rajabhat University register for Core and Elective Prescribed Courses. The research tools consist of experiment set, experment from and experiment test. The data were analyzed by using content analysis, percentage, mean, standard deviation and t-test.

The results of this research found that 1) the lesson plan for the quality of The Learning and Training Robotics Competition Model at the Office of the Basic Education Commission level was excellent level ($\bar{x} = 4.77$), 2) the development of The Learning and Training Robotics Competition Model at the Office of the Basic Education Commission level was efficient at 82.35/83.13 which did higher than standard level 80/80 form the hypothesis and 3) The evaluation of the pre-test and post-test were applied to analyze learning efficiency This research found that the learning model can increase learning efficiency of students as significant at .01

¹ อาจารย์ประจำ สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

Keywords: the learning and training robotics competition model

ความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยในยุคศตวรรษที่ 21 หรือที่เรียกว่าไทยแลนด์ 4.0 โพลม จันทรน้อย (2560) กล่าวว่ก็คือ โมเดลในการพัฒนาเศรษฐกิจของรัฐบาลไทย เพื่อให้ประเทศไทยให้กลายเป็นกลุ่มประเทศที่มีรายได้สูง ก็จะต้องเปลี่ยนจากการผลิตสินค้า “โภคภัณฑ์” ไปสู่สินค้าเชิง “นวัตกรรม” และเปลี่ยนจากการขับเคลื่อนประเทศ ด้วยภาคอุตสาหกรรม ไปสู่การขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ถ้าเป็นไปตามโมเดลนี้ ประเทศจะต้องมีนวัตกรรมเป็นของตนเองอย่างแน่นอน ฉะนั้นการศึกษา 4.0 จะนำไปสู่ความสำเร็จ จึงต้องอาศัยทุกภาคส่วนให้ความร่วมมือ โดยเฉพาะครู ต้องปรับการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM) และ Active Learning นำมาใช้ในการเรียนการสอน อย่างจริงจัง ผู้บริหารโรงเรียน ต้องเป็นผู้นำทางวิชาการ การปฏิรูปการศึกษา ต้องเน้นที่ห้องเรียน ติดตามพฤติกรรมการสอนของครู โดยสร้างตัวชี้วัดผลการปฏิบัติงาน โรงเรียนทุกโรงเรียน ต้องมีมาตรฐานเดียวกัน ภายใน 10 ปี ประเทศไทยต้องมีนวัตกรรมเป็นของตนเองแน่นอน

ข่าวสำนักงานรัฐมนตรี 228/2560 (2560) ได้เสนอนโยบายว่า ในส่วนของสถาบันอุดมศึกษานั้น ทุกสถาบันต้องร่วมกันผลักดัน และสร้างคนให้เป็นผู้นำแห่งการเปลี่ยนแปลง และสร้างคนดี มีคุณธรรม อันจะนำไปสู่องค์กรที่มีจริยธรรมได้ ซึ่งนโยบายต่างๆ ของรัฐบาลส่วนมาก จะเกี่ยวข้องกับการศึกษา เพราะการศึกษาจะเชื่อมโยงกับการสร้างคน สร้างหลักคิด สร้างชาติ รวมทั้งสร้างคนให้อยู่ร่วมกับสังคม มีทักษะในการทำงาน มีความอดทน อดกลั้น เคารพในสิทธิ ไม่ถือตนเองเป็นใหญ่ จากที่กล่าวมานั้น สถาบันอุดมศึกษาต้องช่วยกันสร้าง ไม่ใช่สอนแต่เรื่องวิชาการ เพื่อให้บัณฑิตได้เกรดดีๆ แต่ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้ ทั้งนี้ การพัฒนาการศึกษาก็ไม่ใช่เรื่องง่าย เนื่องจากมีปัจจัยหลายประการเข้ามาเกี่ยวข้อง แต่สิ่งสำคัญคือ เราจะทำอย่างไรให้สถาบันอุดมศึกษา เชื่อมโยงกับการศึกษาระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาและอาชีวศึกษาให้ได้ เพื่อร่วมกันผลิต กำลังคนให้ตรงกับความต้องการของประเทศ สอดคล้องกับรายงานการวิจัยเรื่อง “ประสิทธิภาพของการอุดมศึกษา” (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2551) พบว่าคุณภาพของการผลิตครู ในกลุ่มสาระวิชาภาษาอังกฤษและเทคโนโลยี ในโรงเรียนมัธยมศึกษา และในโรงเรียนประถมศึกษา ยังมีสิ่งบกพร่อง สามารถจำแนกออกเป็น 5 ด้าน โดยเฉพาะด้านที่ 2 ด้านวิชาชีพ ผู้สำเร็จการศึกษายังขาดทักษะ และความชำนาญด้านช่างหรือวิชาชีพ จำเป็นจะต้องเพิ่มทักษะหรือการเรียนรู้ภาคปฏิบัติ อย่างเข้มข้นในสถานศึกษา เมื่อเข้าปฏิบัติงาน จึงจะพัฒนาทักษะและความชำนาญได้เร็วขึ้น

สำนักงานเลขาธิการสภาขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศ. (2560) ได้สรุปผลการขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศ ด้านการศึกษา โดยให้แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาครู เพื่อปรับการเรียนการสอน เป็นแบบคิดวิเคราะห์และปฏิบัติจริง สืบเนื่องจากที่ผ่านมา ผลการทดสอบทางการศึกษา ระดับชาติขั้นพื้นฐาน ของไทย มีแนวโน้มต่ำลงในระดับวิกฤต เป็นผลจากการเรียนการสอน ที่เน้นการจำเนื้อหา โดยไม่เข้าใจ นักเรียนจึงลืมสิ่งที่เรียนอย่างรวดเร็ว สำหรับการเรียนแบบคิดวิเคราะห์และปฏิบัติจริง เป็นการพัฒนาทักษะการคิดระดับสูง ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ อีกทั้งเรียนรู้และลงมือทำร่วมกับคนอื่น จนสามารถสรุปหลักการ หรือความคิดรวบยอดของเรื่องที่เรียน แล้วนำไปต่อยอดเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม แต่การเรียนการสอนดังกล่าว จะเกิดขึ้นได้ ครูจะต้องมีความเข้าใจ ดังนั้น จึงต้องปรับการเรียนการสอน เป็นแบบลงมือปฏิบัติ จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น และนักเรียนมีคุณภาพตามเป้าหมายของประเทศไทย ๔.๐ สอดคล้องกับ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2562). การจัดการศึกษาของชาติ จะต้องทำให้เกิด ผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ของการศึกษา หมายถึง คุณลักษณะของคนไทย ๔.๐ ที่ตอบสนองวิสัยทัศน์ การพัฒนาประเทศสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน โดยคนไทย ๔.๐ จะต้องธำรงความเป็นไทย และแข่งขันได้ในเวทีโลก นั่นคือเป็นคนดี มีคุณธรรม ยึดค่านิยมร่วมของสังคมเป็นฐานในการพัฒนาตน ให้เป็นบุคคลที่มีคุณลักษณะ ๓ ด้าน โดยเป็นคุณลักษณะขั้นต่ำ ดังต่อไปนี้ หนึ่ง ผู้เรียนรู้ เป็นผู้มีความเพียร ใฝ่เรียนรู้ และมีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต เพื่อก้าวทันโลกดิจิทัลและโลกในอนาคต และมีสมรรถนะ ที่เกิดจากความรู้ ความรอบรู้ด้านต่างๆ มีสุนทรียะ รักษ์และประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาไทย มีทักษะชีวิตเพื่อสร้างงานหรือสัมมาอาชีพ บนพื้นฐานของความพอเพียง ความมั่นคงในชีวิต และคุณภาพชีวิตที่ดี ต่อตนเอง ครอบครัว และสังคม สอง ผู้ร่วมสร้างสรรค์นวัตกรรม เป็นผู้ที่มีทักษะทางปัญญา ทักษะศตวรรษที่ ๒๑ ความฉลาดดิจิทัล ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะข้ามวัฒนธรรม สมรรถนะการบูรณาการข้ามศาสตร์ และมีคุณลักษณะของความเป็นผู้ประกอบการ เพื่อร่วมสร้างสรรค์ และพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยีหรือสังคม เพิ่มโอกาสและมูลค่าให้กับตนเอง และสังคม สาม พลเมืองที่เข้มแข็ง เป็นผู้ที่มีความรักชาติ รักท้องถิ่น รู้ภูมิทัศน์ มีจิตสำนึกเป็นพลเมืองไทยและพลโลก มีจิตอาสา มีอุดมการณ์ และมีส่วนร่วมในการพัฒนาชาติ บนหลักการประชาธิปไตย ความยุติธรรม ความเท่าเทียม เสมอภาค เพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน และการอยู่ร่วมกันในสังคมไทย และประชาคมโลกอย่างสันติ

การจัดการเรียนการสอน ในหลักสูตรสาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะครุศาสตร์ร่วมกับคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย (2558) มีเป้าหมายหลัก เพื่อผลิตบัณฑิต ไปบรรจุ เป็นครูกลุ่มการงานอาชีพและเทคโนโลยี สังกัดสำนักงาน

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยเฉพาะในหมวดเทคโนโลยีไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ อีกทั้งติดตามบริการวิชาการ ให้กับครูประจำการ ให้สามารถนำความรู้และทักษะด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ไปจัดการเรียนการสอน ให้กับนักเรียนระดับประถมศึกษา และมีมัธยมศึกษา อันจะเป็นพื้นฐานการศึกษาต่อในระดับสูง และสอดคล้องกับการศึกษาในยุคดิจิทัล ตรงตามเจตนารมณ์ของ กองนโยบายและแผน (2561) ได้กำหนดแผนยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ระยะ 4 ปี (พ.ศ. 2561-2564) ไว้ในยุทธศาสตร์ที่ 2: การผลิตและพัฒนาครู ยุทธศาสตร์การผลิตครูตามมาตรฐานวิชาชีพ มีจิตวิญญาณความป็นครู สอดคล้องกับความต้องการของท้องถิ่น พัฒนาอาจารย์ผู้สอน นักศึกษาคู ให้มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานวิชาชีพ อีกทั้งพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาในท้องถิ่น ให้มีความเป็นครูมืออาชีพ และสร้างนวัตกรรม เพื่อพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21

แต่ในปัจจุบัน การจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ความรู้และทักษะด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์พื้นฐาน ให้กับนักศึกษาสาขาวิชา วิศวกรรมศิลป์ ยังขาดโมเดลการเรียนการสอนในห้องฝึกปฏิบัติ สำหรับการลงมือฝึกปฏิบัติจริง ในสถานการณ์จริง อีกทั้งยังส่งผล ให้ครูประจำการในกลุ่มงานอาชีพและเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ยังไม่มีความรู้และทักษะ ดังกล่าวเพียงพอ ในการพัฒนานักเรียนของตนเอง เพื่อที่จะสามารถถ่ายทอด การสร้างและพัฒนาหุ่นยนต์พื้นฐาน สำหรับแข่งขัน ตามเจตนารมณ์ของการจัดการศึกษาชาติต่อไป

ดังนั้นผู้วิจัยได้มองเห็นว่า ที่กล่าวมาข้างต้น เป็นปัญหาที่จะต้องนำมาแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอน และในเนื้อหาสาระวิชา บังคับแกน และบังคับเลือก เช่น หุ่นยนต์และไมโครโปรเซสเซอร์ รหัส 1301005 เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ในชีวิตประจำวัน และงาน วิศวกรรมในยุคดิจิทัล ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความต้องการ ที่จะสร้างโมเดลการเรียนการสอน แบบบูรณาการรายวิชาในหลักสูตร และ เป็นการพัฒนาการเรียนการสอน แบบลงมือปฏิบัติ (Active Learning) ของหลักสูตรครุอุตสาหกรรมศิลป์ ทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ ในการจัดการเรียนการสอน พัฒนาศักยภาพผู้เรียน ซึ่งเป็นทฤษฎีต้นน้ำ และกลางน้ำใช้เป็น หลักสูตรฝึกอบรม อันจะเป็นการพัฒนาการจัดการศึกษาชาติ ปลายน้ำ ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ให้มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพ ของโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลัง ของผู้เรียน ด้วยโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

สมมติฐานการวิจัย

1. โมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ $E_1/E_2 = 80/80$
2. ผู้เรียนหรือผู้เข้าฝึกอบรม เมื่อเรียนรู้โดย โมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของ โมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัย มีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรกลุ่มเป้าหมาย คือ นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ มี 1 ห้องเรียน ที่ลงทะเบียนเรียนใน รายวิชาบังคับแกนและบังคับเลือก ตลอดหลักสูตร ของปีการศึกษา 2560-2563 จำนวน 30 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้มาโดยวิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) คือ นักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ ที่มี 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน โดยเลือกดูผลคะแนนผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด จากการทดสอบวัด ศักยภาพก่อนเรียน



2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การเรียนโดยใช้โมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 คุณภาพของโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2.2.2 ประสิทธิภาพของโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของผู้เรียน โดยใช้ โมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3. ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา งานวิจัยนี้เป็นการสร้างและหาประสิทธิภาพ ของโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีเนื้อหาและใบงานทดลอง จำนวน 4 หน่วย ประกอบด้วย

หน่วยที่ 1 เรื่อง ภาษาหุ่นยนต์เบื้องต้น (พื้นฐานดิจิทัล)

หน่วยที่ 2 เรื่อง เมคคาทรอนิกส์และตัวขับเคลื่อนหุ่นยนต์เล็ก

หน่วยที่ 3 เรื่อง การต่อใช้งานตัวตรวจจับหรือตัววัด

หน่วยที่ 4 เรื่อง การเขียนและโปรแกรมหุ่นยนต์เบื้องต้น

3.2 ขอบเขตด้านฮาร์ดแวร์

3.2.1 อุปกรณ์สื่อสาร ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตทุกประเภท

3.2.2 ชุดทดลอง หุ่นยนต์เบื้องต้น ประกอบด้วย เมคคาทรอนิกส์และตัวขับเคลื่อน ตัวตรวจจับหรือตัววัด

3.2.3 แหล่งจ่ายไฟ DC 12 V และ DC 5 V

3.3 ขอบเขตด้านซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย

3.3.1 Proteus 7.0 และ Muti Sim ใช้เขียนวงจรจำลองการทำงานของหุ่นยนต์

3.3.2 Keil Version3 ใช้เขียนและแปลงภาษาระดับสูงเป็นภาษาเครื่อง

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ โมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย

4.1 ชุดโมเดลทดลองหุ่นยนต์ ใบเนื้อหา ใบงานทดลอง และแบบทดสอบใบงาน การพัฒนาโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ มีกิจกรรม จำนวน 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่

หน่วยที่ 1 เรื่อง ภาษาหุ่นยนต์เบื้องต้น (พื้นฐานดิจิทัล)

หน่วยที่ 2 เรื่อง เมคคาทรอนิกส์และตัวขับเคลื่อนหุ่นยนต์เล็ก

หน่วยที่ 3 เรื่อง การต่อใช้งานตัวตรวจจับหรือตัววัด

หน่วยที่ 4 เรื่อง การเขียนและโปรแกรมหุ่นยนต์เบื้องต้น

4.2 แบบประเมินคุณภาพของ ชุดโมเดลทดลอง ใบงานทดลองและแบบทดสอบใบงาน เป็นแบบสอบถามปลายปิด แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

4.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 40 ข้อ จำนวน 1 ฉบับ

5. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

5.1 การสร้างชุดโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรม ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามกรอบแนวคิด การสร้างมีขั้นตอนดังนี้

5.1.1 ศึกษาคำอธิบายรายวิชา เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดโมเดลทดลอง เพื่อกำหนดหัวข้อให้เกิดความเหมาะสม

5.1.2 วิเคราะห์เนื้อหาแยกเป็นหน่วยย่อย โดยทำการศึกษาเนื้อหาตลอดทั้งเรื่อง เพื่อวางแผนการพัฒนาชุดโมเดลทดลอง โดยเนื้อหาจะแบ่งเป็น 4 หน่วย ตามข้างต้น

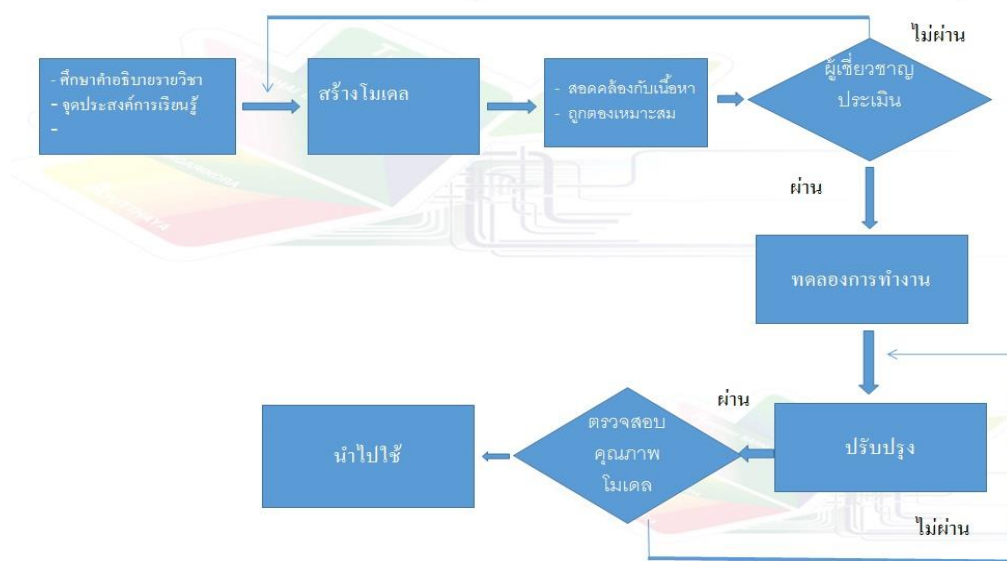
5.1.3 ทำการออกแบบชุดโมเดลทดลอง ใบงานทดลอง และแบบทดสอบใบงาน จากนั้นนำเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม กับระดับผู้เรียน

5.1.4 สร้างแบบสอบถามด้านเนื้อหาและสื่อ เพื่อประเมินคุณภาพของ ชุดโมเดลทดลอง ใบบางทดลอง และแบบทดสอบใบบาง โดยทำการตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม ของแบบสอบถามร่วมกับผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อหาข้อบกพร่องทำการปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำชุดโมเดลพร้อมแบบสอบถาม ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพ

5.2 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

5.2.1 ทำการตรวจสอบคุณภาพและประเมินผล ชุด โมเดลการเรียนรู้การสอนและฝึกอบรม โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประเมินตามความคิดเห็น ที่มีต่อเครื่องมือและอุปกรณ์ ด้านใบบางทดลอง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบสอบถามปลายปิด แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) (สุมาลี จันทรชะลอ, 2542)

5.2.2 เมื่อผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินแล้ว นำข้อเสนอแนะที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ มาทำการปรับปรุงชุดโมเดลทดลอง ใบบางทดลอง และแบบทดสอบใบบาง ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นและนำผลที่ได้ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งได้ผลระดับคะแนน อยู่ระหว่าง 3.50 - 4.49 ถือว่าเป็นการรับรองคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก



ภาพที่ 1 การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

6. การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนดังนี้

6.1 ศึกษาการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสารต่างๆ จากนั้นทำการวิเคราะห์หลักสูตรในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ และกำหนดน้ำหนักคะแนนและเกณฑ์ผ่านด้านพุทธิพิสัย ของเนื้อหา ด้านความรู้ ความเข้าใจ และทักษะพิสัย

6.2 สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการสร้างให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ตั้งไว้เป็นแบบปรนัย (Objective Type) โดยมีคำถามถูกต้องเพียงคำเดียว และให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ตรงตามเนื้อหา ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบของแต่ละข้อ คือ ข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบคำถามมากกว่า 1 ข้อ ให้คะแนนเป็น 0 โดยผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบจำนวน 45 ข้อ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และสำรองไว้ ในกรณีนำไปหาคุณภาพแบบทดสอบแล้ว ไม่ผ่านเกณฑ์

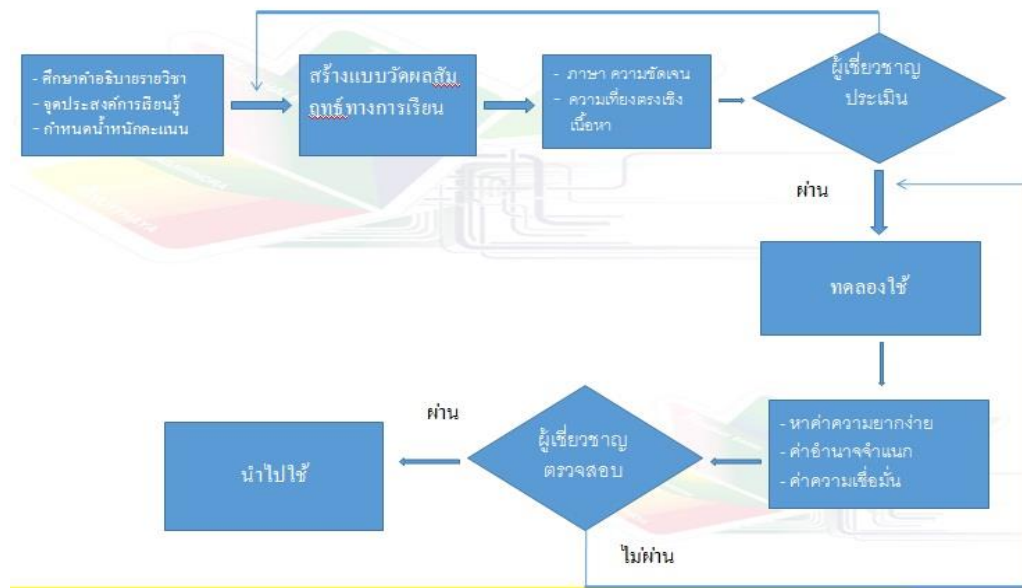
6.3 ทำการตรวจสอบความถูกต้องร่วมกับผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อหาข้อบกพร่อง โดยพิจารณาความถูกต้อง สามารถวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ต้องการได้หรือไม่ ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนหรือไม่ พิมพ์ผิดหรือสะกดผิดหรือไม่ จากนั้นนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปปรับปรุงแก้ไข

6.4 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of item Objective Congruence: IOC) โดยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 5 ท่าน ประเมินว่าแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่สร้างขึ้น มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ที่ต้องการหรือไม่ จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ไปทำการวิเคราะห์ เพื่อเลือกแบบทดสอบที่ผ่านการประเมิน

6.5 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปทำการทดลองใช้ (Try Out) กับนักศึกษา สาขาอุตสาหกรรมศิลป์ ชั้นปีที่ 5 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ที่ผ่านการเรียนเนื้อหา วิชาบังคับแกนและบังคับเลือก มาแล้ว จำนวน 30 คน

6.6 นำผลคะแนนของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มารวมผลคะแนนที่ได้สูงสุดไปหาค่าต่ำสุด หลังจากนั้นใช้ผลคะแนน สอบ แบ่งกลุ่มคะแนนสูงและคะแนนต่ำ โดยใช้เทคนิค 50% (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 211) โดยคัดเลือกเอาคะแนน สูงสุดลงมา ร้อยละ 50 ของจำนวนผู้สอบทั้งหมดเป็นกลุ่มต่ำ นำผลที่ได้จากการทดสอบ มาวิเคราะห์ ได้ดังนี้ หาค่าความยากง่าย (D) อยู่ระหว่าง 0.4 – 0.6 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.3 – 0.39 และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) เท่ากับ 0.87

6.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปใช้กับโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน



ภาพที่ 2 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนดังนี้

7.1 แนะนำการใช้ชุดโมเดลทดลอง เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลและข้อบ่งชี้ ความสำคัญของเนื้อหาและข้อบ่งชี้ของเนื้อหา และวัตถุประสงค์แต่ละใบงานการทดลอง ที่ทำการทดลองปฏิบัติ

7.2 วางแบบแผนการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพของโมเดลการเรียนการสอน มีแบบแผนการทดลอง ดัง ภาพที่ 3 แล้ว นำคะแนนที่ได้ ไปหาประสิทธิภาพของชุดโมเดล

กลุ่มทดลอง	วัดก่อนเรียน	เรียนด้วยชุดโมเดล	วัดหลังเรียน
E	T1	X	T2

ภาพที่ 3 แผนภาพการทดลองแบบกลุ่มเดียวมีการวัดก่อนและหลังให้สิ่งทดลอง (พรณี สীগิจวัฒน์. 2553)

7.3 ให้กลุ่มทดลอง ทำการทดลองในแต่ละหน่วย โดยใช้เวลาในการเรียน สัปดาห์ละ 4 คาบ คาบละ 50 นาที จำนวน 4 สัปดาห์ เมื่อทำการทดลองเสร็จ ในแต่ละหน่วย ให้ทำแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียน (Pre-test) ทำการทดลอง จนครบ 4 หน่วย แล้วทำการตรวจสอบและบันทึกผลคะแนน (E1)

7.4 ให้กลุ่มทดลอง ทำการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Post-test) และทำการตรวจบันทึกผลคะแนน (E2) ซึ่งการใช้โมเดลการเรียนการสอน ดัง ภาพที่ 4



คาบที่	สัปดาห์ที่ 1				สัปดาห์ที่ 2			
	1	2	3	4	5	6	7	8
หน่วยที่ 1	ครู บรรยาย/ สาธิต	ปฏิบัติตามใบงาน1 กับชุดโมเดล (ออนไลน์์ ออฟไลน์์)		ทดสอบใบ งาน1				
หน่วยที่ 2					ครู บรรยาย/ สาธิตงาน	ปฏิบัติตามใบงาน 2 กับชุดโมเดล (ออนไลน์์ ออฟไลน์์)		ทดสอบใบ งาน2
หน่วยที่ 3	ครู บรรยาย/ สาธิต	ปฏิบัติตามใบงาน 3 กับชุดโมเดล (ออนไลน์์ ออฟไลน์์)		ทดสอบใบ งาน3				
หน่วยที่ 4					ครู บรรยาย/ สาธิตงาน	ปฏิบัติตามใบงาน 4 กับชุดโมเดล/ทดสอบใบ งาน4 (ออนไลน์์ ออฟไลน์์)		วัดผล สัมฤทธิ์

ภาพที่ 4 ขั้นตอนการใช้โมเดลการเรียนการสอน

7.5 นำผลจากการทำแบบทดสอบใบงาน ทำการทดลองทุกหน่วย และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Post-test) มาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพ ของโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามเกณฑ์ 80/80

7.6 นำผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Post-test) มาวิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของผู้ที่เรียน ด้วยโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

8. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

8.1 การหาคุณภาพของ โมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

8.1.1 ร้อยละ (Percentage)

8.1.2 การวิเคราะห์การหาค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean)

8.1.3 การวิเคราะห์การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

8.1.4 การวิเคราะห์แบบสอบถาม เพื่อประเมินคุณภาพของชุดโมเดลทดลอง ใบเนื้อหา ใบงานการทดลอง และแบบทดสอบใบงาน โดยเป็นแบบสอบถามปลายปิด แบบมาตรฐานส่วนประเมินค่า (Rating Scale) แบ่งระดับความคิดเห็นเป็น 5 ระดับ คือ (สุมาลี จันทรชะลอ. 2542)

ระดับคะแนนเท่ากับ 5 คือ เห็นด้วยในระดับมากที่สุด

ระดับคะแนนเท่ากับ 4 คือ เห็นด้วยในระดับมาก

ระดับคะแนนเท่ากับ 3 คือ เห็นด้วยในระดับปานกลาง

ระดับคะแนนเท่ากับ 2 คือ เห็นด้วยในระดับน้อย

ระดับคะแนนเท่ากับ 1 คือ เห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด

และเกณฑ์การประเมินคุณภาพของชุดโมเดลทดลอง ใบงานการทดลอง และแบบทดสอบใบงาน จัดระดับ

ค่าเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ คือ

ระดับคะแนนเท่ากับ 4.50-5.00 เท่ากับ ระดับคุณภาพมากที่สุด

ระดับคะแนนเท่ากับ 3.50-4.49 เท่ากับ ระดับคุณภาพมาก

ระดับคะแนนเท่ากับ 2.50-3.49 เท่ากับ ระดับคุณภาพปานกลาง

ระดับคะแนนเท่ากับ 1.50-2.49 เท่ากับ ระดับคุณภาพน้อย

ระดับคะแนนเท่ากับ 1.00-1.49 เท่ากับ ระดับคุณภาพน้อยที่สุด

8.2 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

8.2.1 การตรวจสอบหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of item Objective Congruence: IOC) โดยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาของแบบทดสอบ เลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป นำไปใช้งานและแบบทดสอบที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 เป็นแบบทดสอบที่ไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ นำมาปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่องหรือตัดทิ้ง โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (สมนึก ภัททิยธนี. 2546) ซึ่งมีเกณฑ์ประเมินดังนี้

คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ระบุไว้จริง

คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ระบุไว้จริง

คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่วัดความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ระบุไว้จริง

8.2.2 การวิเคราะห์ความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบ โดยคัดเลือกแบบทดสอบ ที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 (รวีวรรณ ชินตระกูล. 2538)

8.2.3 การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยคัดเลือกแบบสอบถามมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกคนเก่งคนอ่อนได้ แล้วปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมในบางรายข้อ เพื่อให้สอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้ (รวีวรรณ ชินตระกูล. 2538)

8.2.4 การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้วิธีการของ KR – 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน โดยค่าความเชื่อมั่นที่ได้ต้องมีค่าเท่ากับ 0.7 (Kuder Richardson อ้างถึงใน รวีวรรณ ชินตระกูล. 2538)

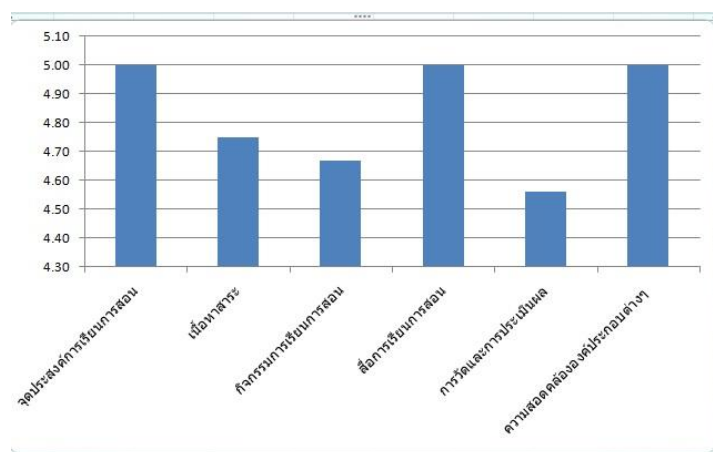
8.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามเกณฑ์ 80/80 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520)

8.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของผู้เรียน ด้วยโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ก่อนและหลังการเรียน โดยการทดสอบค่าที (t-test Dependent) (พรรณี ลีกิจวิวัฒน์. 2553)

ผลของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของ โมเดลการเรียนการสอน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของผู้เรียนก่อนและหลังการเรียน จำแนกผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรม หุ่นยนต์สำหรับแข่งขัน ในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งผลปรากฏดัง ภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กราฟแสดงระดับคุณภาพ ของโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรม หุ่นยนต์สำหรับแข่งขัน ในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นรายข้อ

จากภาพที่ 5 พบว่า โมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรม หุ่นยนต์สำหรับแข่งขัน ในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.77$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า อยู่ในระดับดีมาก ดังนี้ 1) จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน ($\bar{x} = 5.00$) 2) ด้านสื่อการเรียนรู้การสอน ($\bar{x} = 5.00$) 3) ความสอดคล้ององค์ประกอบต่างๆ ใน

โมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรม ($\bar{x} = 5.00$) 4) เนื้อหาสาระ ($\bar{x} = 4.75$) 5) กิจกรรมการเรียนการสอน ($\bar{x} = 4.67$) 6) การวัดและประเมินผล ($\bar{x} = 4.56$) ตามลำดับ

2. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยภาคปฏิบัติกับนักศึกษาจำนวน 30 คน ซึ่งผลปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของ โมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ประสิทธิภาพ
คะแนนแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียนหน่วยที่ 1-4 (E1)	30	40	32.35	8.55	82.35
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (E2)	30	40	33.13	6.85	83.13

จากตารางที่ 1 พบว่าโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีประสิทธิภาพ 82.35/83.13 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียน ของผู้เรียน ด้วยโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง ระหว่างคะแนนก่อนเรียน (pretest) และคะแนนหลังเรียน (posttest) โดยการทดสอบค่าที (t-test Dependent) จะปรากฏผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังการเรียนของผู้เรียน ด้วยโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	tคำนวณ	tตาราง
คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน	30	40	14.13	1.41	20.83*	2.55
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	30	40	32.85	1.94		

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 2 พบว่า เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังการเรียน ของผู้เรียน ด้วยโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่สร้างขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาจากคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์เต็ม 40 คะแนน มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 32.85 สูงกว่าคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน ที่มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 14.12 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน แสดงให้เห็นว่าโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ทำให้ผู้เรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้สูงขึ้น

อภิปรายผล

1. จากผลการศึกษาวิจัยพบว่า คุณภาพของโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรม หุ่นยนต์สำหรับแข่งขัน ในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.77$) เนื่องจาก ผู้วิจัยได้ทำตามแนวคิดของ สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2551) คือ 1) ความครบถ้วนและสอดคล้องสัมพันธ์กันขององค์ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ 2) ความถูกต้องของวัตถุประสงค์การเรียนรู้ 3) ความถูกต้องของเนื้อหาสาระ 4) ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ 5) ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ 6) ความถูกต้องและเหมาะสมของการวัดและประเมินผล ประเมินผล โมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรม ที่มีคุณภาพสามารถสังเกตได้จาก การมีองค์ประกอบที่ครบถ้วน เขียนแต่ละองค์ประกอบได้ถูกต้อง ชัดเจน องค์ประกอบสอดคล้องกัน นำกระบวนการสอนมาใช้ได้อย่างเหมาะสม ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนด และบันทึกผลหลังสอนได้ชัดเจน ผู้วิจัยได้

วิเคราะห์โครงสร้างเนื้อหาของรายวิชาอย่างละเอียด โดยได้ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดข้างต้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ให้สอดคล้องกับหลักสูตร ผลการเรียนรู้ และโครงสร้างรายวิชา โดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการกำหนดกิจกรรม ที่มีภารกิจที่ยากต่อการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ของนักเรียน เพื่อพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน ซึ่งนักเรียนจะเกิดการเชื่อมโยง ความรู้ในเนื้อหาของ 4 หน่วยการเรียนรู้ จึงทำให้โมเดลการเรียนการสอน มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สาวิตรี หงษา (2560) ได้หาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ วิชา การเขียนโปรแกรมภาษา มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.77$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า อยู่ในระดับดีมาก ดังนี้ 1) จุดประสงค์การเรียนการสอน ($\bar{x} = 5.00$) 2) ด้านสื่อการเรียนการสอน ($\bar{x} = 5.00$) 3) ความสอดคล้ององค์ประกอบต่างๆ ในแผนการจัดการเรียนรู้ ($\bar{x} = 5.00$) 4) เนื้อหาสาระ ($\bar{x} = 4.75$) 5) กิจกรรมการเรียนการสอน ($\bar{x} = 4.67$) 6) การวัดและประเมินผล ($\bar{x} = 4.56$) ตามลำดับ ทำให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น และสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับ ไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

2. จากผลการศึกษาวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรม หุ่นยนต์สำหรับแข่งขัน ในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 82.35/83.13 ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจาก การที่ผู้เรียน ได้เรียนแบบลงมือปฏิบัติ (Active Learning) โดยแบ่งผู้เรียน เป็นกลุ่มๆ ละ 2 คน จับคนเก่งคู่กับคนอ่อน ทำให้เกิดการแชร์ความคิด การแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม ประกอบกับจัดสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ ให้มีเครื่องมือ อุปกรณ์ที่เอื้ออำนวย และปลอดภัย อาจารย์ผู้สอนคอยแนะนำ และหลังจบการทดลอง แต่ละหน่วยการเรียนรู้ มีการทำแบบทดสอบใบงาน จึงทำให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนยิ่งขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพของกระบวนการ เท่ากับ 82.35 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์มีค่าเท่ากับ 83.13 ซึ่งไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อุดมพล นาอุดม (2561) สร้างและหาประสิทธิภาพของโมเดลการเรียนการสอน การรับส่งข้อมูลระหว่าง PC กับ Microcontroller ผ่านพอร์ตอนุกรม กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จำนวน 27 คน ที่เรียนในรายวิชา คอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม รหัส 1301005 พบว่าโมเดลการเรียนการสอน มีประสิทธิภาพ 82.13/83.38 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ โชติก ทรัพย์ดี (2558) ได้หาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปรากฏว่า บทเรียนมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.29/82.35 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และยังสอดคล้องกับ งานวิจัยของ สาวิตรี หงษา (2560) ได้หาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ E_1/E_2 เท่ากับ 86.00/81.00 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 จากผลการทดลอง พบว่า ค่าประสิทธิภาพ E_1 สูงกว่า E_2 เนื่องจากค่าประสิทธิภาพ E_1 เกิดจากการวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในการทบทวน ซึ่งเป็นการวัดผลทันทีที่ศึกษาเนื้อหาจบในแต่ละบทเรียน ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาได้ดี ทำให้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าค่าประสิทธิภาพ E_2

3. จากผลการศึกษาวิจัย เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรม หุ่นยนต์สำหรับแข่งขัน ในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่าหลังเรียนด้วยโมเดลการเรียนการสอน มีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจาก ซึ่งขณะนั้นผู้เรียนยังไม่มีความรู้ ในเนื้อหาอย่างแจ่มแจ้ง จึงทำแบบทดสอบก่อนเรียน (pretest) แบบคาดเดา จะสังเกตเห็นจาก ค่าคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 14.12 ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยรวม จากการทดสอบหลังเรียน ต่อจากนั้น เมื่อผู้เรียนได้ใช้โมเดลการเรียนการสอน เรียนแบบลงมือปฏิบัติในใบงาน แบบซ้ำแล้วซ้ำเล่า พร้อมกับการเรียนเนื้อหาทุกหน่วยการเรียนรู้ หลังจากนั้น ทำการทดสอบหลังเรียน (posttest) ปรากฏว่าได้ผลคะแนนเฉลี่ยรวม 32.85 มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ โชติก ทรัพย์ดี (2558) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนกับหลังเรียน ด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวนเรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ฉะเชิงเทรา ปีการศึกษา 2557 จำนวน 34 คน พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Justin Wageman (2014) ได้ศึกษาผลจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านกับนักเรียนที่มีคุณภาพสำหรับการเรียนวิชาเคมี ชั้นสูง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมปลายของโรงเรียน Davies High School เมือง Fargo รัฐ North Dakota ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนที่เรียนในปี 2011 – 2012 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่เรียนในปี 2012-2013 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิเคราะห์ผลทั้ง 2 กลุ่มโดยใช้สถิติ T-test independent ผลจากการวิเคราะห์

พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน มีผลคะแนนปฏิบัติสูงกว่าอีกกลุ่มโดยเฉลี่ย และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน มีความพึงพอใจในด้านสื่อ ที่สามารถหยุดชั่วคราวย้อนกลับ หรือดูซ้ำได้

ดังนั้นแสดงให้เห็นว่า โมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรม รุ่นยนต์สำหรับแข่งขัน ในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สามารถนำใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน แบบลงมือปฏิบัติ (Active Learning) ด้านเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ได้จริง และทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

สรุปผลการวิจัย

1. คุณภาพของโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรม รุ่นยนต์สำหรับแข่งขัน ในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีคุณภาพภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.77$)
2. ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพ ของโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมรุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน คะแนนสอบระหว่างหน่วยการเรียนรู้การทดลอง เฉลี่ยเท่ากับ 32.94 คะแนน คิดเป็นประสิทธิภาพ E1 มีค่าเท่ากับ 82.35 และคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 33.25 คิดเป็นประสิทธิภาพ E2 มีค่าเท่ากับ 83.13 แสดงว่าโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมรุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.35/83.13 ดังนั้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังการเรียน ของผู้เรียนด้วยโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมรุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยค่าที (t-test Dependent Sample) ค่าที่ได้จากการคำนวณ มีค่าเฉลี่ยของคะแนน ก่อนใช้โมเดลการเรียนการสอน เท่ากับ 14.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.41 และคะแนนเฉลี่ยหลังการเรียน ด้วยโมเดลการเรียนการสอน เท่ากับ 26.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.94 ค่าสถิติ t เท่ากับ 20.83 ดังนั้น หลังเรียนด้วยโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมรุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01 แสดงว่า โมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรมรุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีคุณภาพ สามารถทำให้นักเรียนเกิดความรู้ และทักษะ ในการเรียนมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผู้เรียนควรทดลองตามลำดับขั้นการทดลอง ตามที่ใบงานการทดลองกำหนด ไม่ทดลองข้ามตามขั้นตอนเพื่อความถูกต้องในผลของการทดลอง เมื่อสงสัยให้ซักถาม และเพื่อความปลอดภัยของผู้ทดลอง
2. ครูผู้สอนที่จะนำการจัดการเรียนการสอน แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับโมเดลการเรียนการสอนและฝึกอบรม รุ่นยนต์ สำหรับแข่งขัน ควรเตรียมความพร้อมของห้องเรียน ว่าคอมพิวเตอร์เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน หรือห้องเรียนมีความเหมาะสม ในการจัดกิจกรรมหรือไม่ และเตรียมความพร้อมของอุปกรณ์ ที่ใช้ในการจัดกิจกรรม
3. ก่อนจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรชี้แจง ทำความเข้าใจให้นักเรียนเข้าใจรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนเข้าใจในบทบาทของตนเอง โดยให้นักเรียนมีอิสระในด้านการคิด ภายใต้ขอบเขตของเนื้อหา โดยครูผู้สอนมีหน้าที่คอยแนะนำและอำนวยความสะดวกอย่างใกล้ชิด
4. ครูผู้สอนควรยืดหยุ่น เรื่องระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ตามความเหมาะสม

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำโมเดลการเรียนการสอน ที่พัฒนาขึ้นทดลองใช้กับสถาบันอื่นๆ ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันไป เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพ ของโมเดลการเรียนการสอน และจะได้พัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2. ควรสร้างโมเดลการเรียนการสอน ที่มีการทดลองครอบคลุมอุปกรณ์ในทางไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ ที่สามารถประยุกต์ใช้งานได้ เช่น ใช้คอมพิวเตอร์วัดและควบคุมอุปกรณ์ต่อพ่วง สื่อสารระยะไกล จะทำให้นักศึกษาเกิดความสนใจ ในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น
3. ควรมีการทำวิจัย โดยการนำเครื่องมือที่หลากหลาย เช่น application บนอุปกรณ์ไร้สาย มาใช้สร้างโมเดลการเรียนการสอนรุ่นยนต์สำหรับแข่งขัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง โมเดลการเรียนรู้การสอนและฝึกอบรมหุ่นยนต์ สำหรับแข่งขันในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย จากกองทุนสนับสนุนการวิจัยของบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จนงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้แก่ผู้เขียน ตั้งแต่เล็กจนโต ซึ่งมีส่วนสำคัญ ที่ทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จด้วยดี ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้ง ในความเสียสละของแต่ละท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิจัยฉบับนี้ ผู้เขียนขอมอบแต่บิดา มารดา และภรรยา ผู้ซึ่งคอยเป็นกำลังใจ ตลอดมาและมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ซึ่งเป็นต้นสังกัดของผู้เขียน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ครูผู้สอนอุตสาหกรรมศิลป์ ที่จะเป็นพ่อพิมพ์แม่พิมพ์ และจะพัฒนาประเทศชาติ ในข้างหน้าต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กองนโยบายและแผน (2561). แผนยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ระยะ 4 ปี (พ.ศ. 2561-2564) ภายใต้แผนยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเลยเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ระยะ 20 ปี (พ.ศ.2560-2579). มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

ข่าวสำนักงานรัฐมนตรี 228/2560. (2560). "บทบาทของมหาวิทยาลัยไทยต่อ Thailand 4.0" ค้นเมื่อวันที่ 5 มกราคม 2561, จาก <http://www.moe.go.th>

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2520. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โชติภักดิ์ ทรัพย์ดี (2558). “การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวนเรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น” .วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2553. วิธีการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

โพยม จันทร์น้อย. (2560). การศึกษา 4.0. ค้นเมื่อวันที่ 5 มกราคม 2561 , จาก <http://www.moe.go.th>

มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย คณะครุศาสตร์และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. (2558). หลักสูตรครุศาสตร์บัณฑิตสาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์.

รวีวรรณ ชินตระกูล. (2538). วิจัยการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น

สมนึก ภัททิยธนี. (2546). การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. ภาพพิมพ์: ประสานพิมพ์.

สาวิตรี หงษา (2560). “พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์” . วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2551). ประสิทธิภาพของกรมอาชีวศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์กรมอาชีวศึกษา.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). ข้อเสนอยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2562). มาตรฐานการศึกษาของชาติ พ.ศ.2561. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานเลขาธิการสภาขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศ. (2560). สรุปผลการดำเนินงานคณะกรรมการขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศ ด้านการศึกษาสภาขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.

สมาลี จันทร์ชลอ. (2542). การวัดผลและการประเมินผล. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ.

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ. 2551. การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุวิมล ติรกันนัท. (2546). การใช้สถิติในงานวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางสู่การปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุดมพล นาอุดม. (2561). รายงานการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพของโมเดลการเรียนรู้การสอนการรับส่งข้อมูลระหว่าง PC กับ Microcontroller ผ่านพอร์ตอนุกรม, ฝ่ายส่งเสริมวิชาการ, มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

Jantan J., 2010. “Bloom's Taxonomy: Psychomotor Domain”. University Teknologi. เข้าถึงได้จาก: <http://drjj.uitm.edu.my/DRJJ/DRJJ-resume-Mar2011.pdf>