

ชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT Robotics and Industrial Automation Experimental Kits Through IIOT Communication System

วันชัย รัชตะสมบูรณ์^{1*}

Wanchai Ratchatasomboon^{1*}

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร 74000

¹Mechatronics And Robotics Technology , Samut Sakhon Technical College ,
Samut Sakhon Province 74000

Received : May 19, 2023 Revised : June 11, 2023 Accepted : June 14, 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อออกแบบและสร้างชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT (2) เพื่อหาประสิทธิภาพของการออกแบบและสร้างชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT (3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการใช้ชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT (4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้ชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาเทคโนโลยีหุ่นยนต์และการประยุกต์ใช้งานรหัสวิชา 19-4012-2401 ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิชาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 5 ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 การดำเนินการผู้วิจัยได้นำชุดทดลองที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาระดับเทคโนโลยีบัณฑิต (ทลบ.) ชั้นปีที่ 1 เทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร จำนวน 8 คน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) การเก็บ

รวบรวมข้อมูลได้จากคะแนนการทำแบบฝึกหัด และการทำใบงานการทดลองระหว่างการเรียนกับคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการสอบปฏิบัติหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT ของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำไปหาค่าประสิทธิภาพชุดทดลอง E_1 / E_2 และวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างด้วยการวิเคราะห์โดยใช้สถิติที่ (t-test) ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ออกแบบและสร้างชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT ที่พัฒนาขึ้นไป 2) ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.625/80.375 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 3) ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อทดลองที่สร้างขึ้นผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 4) มีความพึงพอใจที่ได้เรียนด้วยด้วยชุดทดลองในระดับมาก

คำสำคัญ : ชุดทดลอง , หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ , ประสิทธิภาพ E1/E2

*วันชัย รัชตะสมบูรณ์

E-mail : wanchai.r@ovec.moe.go.th

Abstract

This research The objectives are (1) to design and build experimental robots and industrial automation systems via IIOT communication system ; (2) to find out the efficiency of designing and construct experimental robotics and industrial automation systems via communication systems. IIOT and (3) To study the satisfaction of experts towards the use of experimental robots and industrial automation systems through IIOT communication system (4) To study the student's satisfaction toward the use of robotic experimental sets and industrial automation systems via IIOT communication system as part of teaching and learning in the course Code 19 - of Robotic Technology and Applications. 40127 - 2401 of undergraduate students Mechatronics and Robotics Technology Program Samut Sakhon Technical College Institute of Vocational Education : Central Region 5 of the 2nd semester of the academic year 2022. The researcher used the experimental set created to experiment with a sample group of first year graduate technology students (TLB) using mechatronic technology. Ges and Robots Samut Sakhon Technical College, 8 people By selecting a specific sample group (Purposive sampling), collecting data from exercise scores. and doing experimental worksheets during study with achievement test scores and the practical examination of robotics and industrial automation through the IIOT communication system of the students. And then used to find the efficiency of the experimental set E1 / E2. and comparative analysis of learning achievement from pre - test

scores and a test to measure the learning achievement of the sample using statistical analysis (t-test). The research results showed that 1) design and build experimental robotics and industrial automation systems through IIOT communication system that develop 2) The efficiency of the experimental set was 82.625/80.375, which was higher than the established criterion of 80/80. 3) The expert's opinion on the experimental set was significantly higher at the 0.05 level of learning achievement. 4) Satisfaction with learning with the experimental set at a high level.

Keywords : Labs , Robotics and Automation , Performance E1/E2

1. บทนำ

ปัจจุบันหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (Robotics and Automation) เข้ามามีบทบาทมากขึ้นต่อเนื่องในภาคการผลิตทั่วโลกตลอดช่วงทศวรรษที่ผ่านมา โดยในปี 2562 ก่อนเกิดวิกฤตโควิด - 19 ปริมาณหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติที่ใช้ในโรงงานทั่วโลกมี 2.72 ล้านตัว หรือเพิ่มขึ้น 2.7 เท่าจากปี 2553 ขณะที่ประชากรโลกเพิ่มขึ้นเพียง 1.1 เท่าในช่วงระยะเวลาเดียวกัน ซึ่งถือว่าเพิ่มขึ้นเร็วกว่าประชากรโลกเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ในกรณีของประเทศไทยได้มีการนำหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้มากเป็นอันดับต้น ๆ ในอาเซียนรองจากประเทศสิงคโปร์ โดยมีการใช้เพื่อผลิตรถยนต์มากที่สุด รองลงมา เป็นอิเล็กทรอนิกส์และไฟฟ้า ซึ่งสอดคล้องกับ ภาพรวมการใช้ของทั้งโลกเทคโนโลยีผลิตหุ่นยนต์ฯ ที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็วพร้อมกับการเกิดปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่มีบทบาทมากขึ้นในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ทำให้หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติมีราคาต่ำลงอีก ทั้งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจากความสามารถในการเรียนรู้และการตอบสนองต่อผู้คน

ที่เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งหลังจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด - 19 ตั้งแต่ปี 2563 ส่งผลให้ภาคธุรกิจทั่วโลกจำเป็นต้องใช้ หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเพื่อทดแทนแรงงานอย่าง รวดเร็วปริมาณหุ่นยนต์ที่ถูกใช้งานทั่วโลกจึงกลายเป็น ปัจจัยผนวกกันทั้งในด้านอุปสงค์และด้านอุปทาน เร่งให้ ภาคธุรกิจเข้าสู่ยุคหุ่นยนต์ฯ เร็วมากขึ้นโดยประเมินว่าใน ปี 2573 จะมีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติทั่วโลกอยู่ที่ราว 20 ล้านตัวหรือเพิ่มขึ้น 7.4 เท่าจากปริมาณในปัจจุบัน <https://www.thansettakij.com/finance/502291>

ลงวันที่ 06 พฤศจิกายน 2564

ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่การดูแลบำรุงรักษา อุปกรณ์ด้วยวิธีการระบบการตรวจสอบ และเฝ้าระวัง (Condition Monitoring Maintenance) มีส่วนสำคัญ อย่างมาก ซึ่งสามารถช่วยให้การดูแลและตรวจสอบอุปกรณ์ เป็นไปได้อย่างมากขึ้น พร้อมทั้งยังสามารถ Online Condition Monitoring ได้อย่างรวดเร็ว ชัดเจนและ ถูกต้อง ซึ่งการทำ Condition Monitoring เครื่องจักร เปรียบเสมือนเป็นการวัดสุขภาพของเครื่องจักรว่า ยังมี สุขภาพที่ดีอยู่มั้ย หรือหากไม่ดีเริ่มป่วยเราจะได้รับช่วย รักษาเบื้องต้นให้กลับมาเป็นปกติ ซึ่งถ้าหากไม่มีกระบวนการ เหล่านี้เครื่องจักรก็จะป่วยขึ้น และป่วยขึ้นเรื่อย ๆ จนเกิน เที่ยวยาว ซึ่งถ้าถึงเวลานั้นแล้วเราอาจจำเป็นต้อง หยุดโรงงานเพื่อทำการซ่อมครั้งใหญ่เลยก็ได้ระบบ อัตโนมัติกำลังเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรมการผลิตอย่างมาก การเปลี่ยนจากวิธีการผลิตแบบแมนวลไปเป็นกระบวนการ อัตโนมัติ เรียกว่าเป็นการปฏิวัติอุตสาหกรรม 4.0 การปฏิวัติครั้งนี้ทำให้ระบบไซเบอร์กายภาพมีอยู่จริง หน่วยการผลิตจำนวนมากใช้หุ่นยนต์อยู่แล้ว และใช้ เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อทำให้กระบวนการเป็นอัตโนมัติ ทำให้สายการผลิตเดินหน้างานได้อย่างต่อเนื่องแม่นยำ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างชุดทดลองหุ่นยนต์และ ระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของการออกแบบและสร้าง ชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม ผ่านระบบการสื่อสาร

2.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อ การออกแบบและสร้างชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบ อัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร

2.4 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการ ใช้ ชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม ผ่านระบบการสื่อสาร IIOT

3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 การออกแบบและสร้างชุดทดลองหุ่นยนต์และ ระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์กำหนด 80/80

3.2 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อการออกแบบและ สร้างชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงาน อุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT อยู่ในระดับมาก

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT สาขาวิชา เทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิค สมุทรสาคร สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 5 ประจํา ภาครเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โดยศึกษาจากผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียน เมื่อผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้ สมรรถนะในงาน SI (System Integrator) ตามสถาบัน คุณวุฒิวิชาชีพ (สคช.)

4.1 การสร้างและพัฒนานวัตกรรมการศึกษาเพื่อ การวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

4.1.1 ศึกษาหลักสูตรโดยการนำหลักสูตรเทคโนโลยี บัณฑิต (ทลบ.) สาขาวิชาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และ หุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร สถาบันการอาชีวศึกษา ภาคกลาง 5 ประจําภาครเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

มาศึกษารายละเอียดของหัวข้อวิชา และกำหนดกรอบของเนื้อหาวิชา

4.1.2 ศึกษาเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาทฤษฎีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมพร้อมทั้งออกแบบและค้นหาวางจรที่ใช้ในการทดลองทุก ๆ โปรแกรมที่ใช้ได้จริง และตรงตามเนื้อหาในหลักสูตร

4.1.3 ศึกษาวิธีการออกแบบข้อสอบการวัดผลระเบียบวิธีการวิจัยจากหนังสือ เอกสาร ตำรา ผู้เชี่ยวชาญทางสถิติและการวิจัย

4.2 การกำหนดกลุ่มประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง การวิจัยได้กำหนดกลุ่มประชากร กลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.2.1 กลุ่มประชากรในการวิจัย นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต (ทลบ.) สาขาวิชาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 5 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเทคโนโลยีหุ่นยนต์และการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 19-40127-2401 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 กลุ่ม จำนวน 8 คน

4.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเทคโนโลยีหุ่นยนต์และการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 19-40127-2401 ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 8 คน

4.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยชุดทดลอง ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด ใบงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการวิจัย ดังนี้

4.3.1 การสร้างชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT การสร้างชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT หมายถึง

ชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อให้ นักศึกษาใช้ทดลองร่วมกับเนื้อหา แบบฝึกหัดและใบงานโดยมีเนื้อหาประกอบ 6 หัวเรื่อง คือหน่วยที่ 1 ความรู้พื้นฐานหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (NACHI) หน่วยที่ 2 ความปลอดภัยในการควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม หน่วยที่ 3 การติดตั้งและเตรียมความพร้อมในการควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม หน่วยที่ 4 การเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Nachi) หน่วยที่ 5 การใช้หุ่นยนต์อุตสาหกรรมร่วมกับ PLC Beckhoff EK1100 หน่วยที่ 6 การดูแลรักษาหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (PM) มาทำการวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากต้องให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติการทดลองเพื่อนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาเนื้อหาที่ 1 ถึง 6 มาฝึกปฏิบัติให้เกิดความเข้าใจและความชำนาญ ใบงานที่ทำการทดลองในครั้งนี้ได้ทำการทดลองจำนวน 31 ใบงานการทดลองดังนี้

ใบงานที่ 1 การเชื่อมต่อ Robot และ Controller

ใบงานที่ 2 การเปลี่ยนระดับผู้ใช้งาน

ใบงานที่ 3 การใช้งานระบบความปลอดภัยของหุ่นยนต์

ใบงานที่ 4 การใช้คำสั่ง WAIT,CALLP,CALLP.I,JMPI,MPN

ใบงานที่ 5 ทดสอบการเขียนโปรแกรมควบคุมมือจับ-โปรแกรมจับ

ใบงานที่ 6 การต่อใช้งาน INPUT

ใบงานที่ 7 การต่อใช้งาน OUTPUT

ใบงานที่ 8 การสร้างเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ที่ใช้ในการ Teaching แบบผู้ใช้งานกำหนดเอง (User)

ใบงานที่ 9 การสร้าง Pallettizing

ใบงานที่ 10 การ PM หุ่นยนต์นาซี รุ่น MZ07

ใบงานที่ 11 การเลือกโปรแกรมเพื่อใช้งาน

ใบงานที่ 12 การ Set Tool Center Point

ใบงานที่ 13 การบันทึกข้อมูลหุ่นยนต์ไว้ที่อุปกรณ์ USB

ใบงานที่ 14 การเปิดใช้งานโปรแกรม FD on Desk II

โดยการใช้ Data จากหุ่นยนต์จริง

ใบงานที่ 15 การนำไฟล์ CAD ไปใช้ในงาน 3D Robot

ใบงานที่ 16 การทดสอบสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต

ใบงานที่ 17 การควบคุมกระบอกสูบล้างชิ้นงาน

ใบงานที่ 18 การลำเลียงชิ้นงานด้วยสายพานลำเลียง

ใบงานที่ 19 การลำเลียงชิ้นงานด้วยสายพานลำเลียง
และการหยุดชิ้นงานด้วย Stopper

ใบงานที่ 20 การเขียนโปรแกรมควบคุมระบบแชลกล
นิวแมติกส์

ใบงานที่ 21 การเขียนโปรแกรมแบบจ่ายชิ้นงานแบบ
อัตโนมัติ

ใบงานที่ 22 การเขียนโปรแกรม Function Stop

ใบงานที่ 23 การเขียนโปรแกรม Function Stop ,
Function Emergency และ Function Reset

ใบงานที่ 24 การเขียนโปรแกรมแสดงผลการทำงานด้วย
หลอดไฟแสดงผล

ใบงานที่ 25 การเขียนโปรแกรมคัดแยกชิ้นงานชนิด
พลาสติกและโลหะ

ใบงานที่ 26 การเขียนโปรแกรมคัดแยกชิ้นงานชนิด
พลาสติกและโลหะและแยกชิ้นงานมีรูและไม่มีรู

ใบงานที่ 27 การเขียนโปรแกรมคัดแยกชิ้นงานชนิด
พลาสติกและโลหะและแยกชิ้นงานที่มีรูต่างขนาด

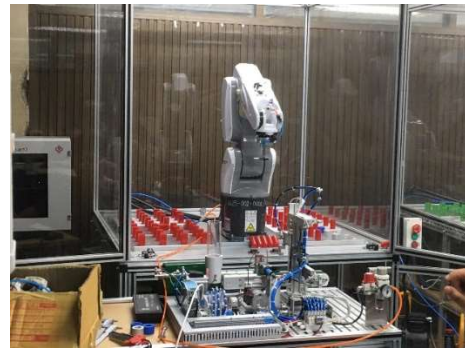
ใบงานที่ 28 การเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อกับหุ่นยนต์
แขนกลอุตสาหกรรม

ใบงานที่ 29 การเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อกับหุ่นยนต์
แขนกลอุตสาหกรรมด้วย Modbus TCP

ใบงานที่ 30 การเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อกับหน้าจอ
ทัชสกรีน

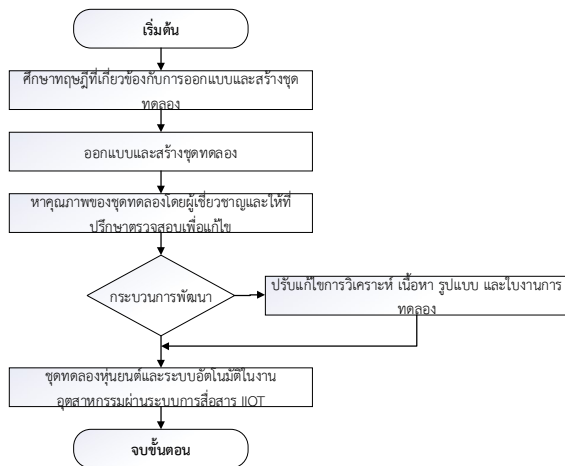
ใบงานที่ 31 การเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อและแสดงผล
ผ่านอุปกรณ์ IIoT Gateway

จากนั้นได้ดำเนินการสร้างใบงานการทดลอง และ
ทดลองใช้กับชุดทดลองที่สร้างขึ้นแล้วนำเสนอที่ปรึกษา
และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบรายนามชื่อผู้เชี่ยวชาญและแบบ
ประเมินความเหมาะสม พร้อมก็นำมาปรับปรุงก็จะได้
ใบงานการทดลองที่มีคุณภาพเพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลการวิจัย
ต่อไป



ภาพที่ 1 ชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติใน
งานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร
IIOT ที่เสร็จสมบูรณ์

4.3.1.1 การสร้างเอกสารประกอบชุดทดลอง
หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบ
การสื่อสาร IIOT ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและสร้าง
ชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม
ผ่านระบบการสื่อสาร IIOT ซึ่งมีขั้นตอนดังแสดงใน
ภาพที่ 2 ลำดับแรกได้ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ
การออกแบบและสร้างสื่อการสอนประเภทชุดทดลอง
จากนั้นดำเนินการออกแบบสร้างชุดทดลอง ซึ่งได้กำหนด
กรอบเนื้อหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของใบงาน
การทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยแบ่งเนื้อหาจำนวน
6 หัวข้อเรื่องการทดลองดังนี้การสร้างเอกสารประกอบ
ชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม
ผ่านระบบการสื่อสาร IIOT ซึ่งประกอบไปด้วยใบเนื้อหา
ซึ่งมีรายละเอียด ของวัตถุประสงค์เนื้อหา ทฤษฎีที่
เกี่ยวข้องโดยสรุปแบบฝึกหัดเพื่อทบทวนความรู้ของ
ผู้เรียนและใบงานการทดลอง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เงื่อนไข
การทำงานที่ต้องการให้ผู้เรียนสังเกตและบันทึกผล
การทดลองซึ่งประกอบไปด้วยใบเนื้อหาจำนวน 6 หัวข้อ
เรื่อง แบบฝึก และใบงาน 31 ใบงานประกอบด้วย
ดังได้กล่าวมาแล้ว



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการออกแบบและสร้างชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT

ซึ่งในแต่ละหัวข้อการทดลองจะออกแบบให้อยู่ในชุดทดลอง โดยมีชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการเรียนการสอน ดังรายละเอียดการออกแบบวงจรและตำแหน่งอุปกรณ์ต่าง การใช้งาน การต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร แล้วดำเนินการสร้างชุดทดลองต้นแบบ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT

4.3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื่องจากแบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญอันจะทำให้ ผู้วิจัยได้ทราบถึงพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียนและทราบถึงประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน การสร้างแบบทดสอบที่ดี

มีคุณภาพจึงไม่ใช่ของง่ายสำหรับครูผู้ออกข้อสอบ ดังนั้นจึงควรมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบดังนี้ (สุทธิวรรณ พิศศักดิ์โสภณ. 2537) ได้กล่าวไว้

4.3.2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบให้แน่ชัดว่าจะสอบเพื่ออะไร สอบกับใคร ในระดับชั้นใด

4.3.2.2 กำหนดลักษณะของสิ่งที่จะวัดในการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วัดต้องรู้ว่าสิ่งที่ต้องการจะวัดนั้นคืออะไร เช่น ต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเทคโนโลยีหุ่นยนต์และการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 19-40127-2401 นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต (ทลบ.) สาขาวิชาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 5 ผู้วิจัยจะต้องรู้ว่าสาขาวิชาเทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัตินี้มีจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนอย่างไร ประกอบด้วยเนื้อหาใดบ้างต้องการให้ผู้เรียนบรรลุพฤติกรรมใดบ้าง พฤติกรรมเหล่านั้นเป็นอย่างไร ต้องกำหนดให้ชัดเจน ซึ่งอาจศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำราและทฤษฎีต่าง ๆ ได้ในขั้นตอนนี้เราอาจพิจารณาจากตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ได้ทำไว้แล้ว

4.3.2.3 กำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดในการกำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดนั้นพิจารณาจากคุณลักษณะของสิ่งที่เราจะวัดว่าคืออะไร ซึ่งดูได้จากตารางวิเคราะห์หลักสูตร และต้องดูด้วยว่าวัดพฤติกรรมใด จะวัดกับใคร ที่ไหน เมื่อไร อย่างไรด้วย เพราะเครื่องมือที่ใช้วัดมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะกับคุณลักษณะที่จะวัดต่างกัน ดังนั้นผู้สร้างต้องรู้ลักษณะของเครื่องมือแต่ละชนิดด้วย

4.3.2.4 เขียนข้อสอบ เมื่อกำหนดได้แล้วถึงชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ ก็เริ่มลงมือเขียนข้อสอบโดยเขียนให้สอดคล้องกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด และให้ถูกต้องตามหลักวิชาการของการเขียนข้อสอบแต่ละชนิดด้วย

4.3.2.5 ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไขเมื่อเขียนข้อสอบเสร็จแล้ว ควรให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

เครื่องมือ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญควรประกอบด้วยบุคคล 2 ฝ่าย คือ ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระวิชาและผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทางด้านวัดผลเป็นผู้พิจารณาคำถามและคำตอบว่าถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่ ข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ อีกทั้งภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อสอบถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่

4.3.2.6 การทดลองใช้ข้อสอบ หลังจากให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไขแล้วก็นำแบบทดสอบไปทดลองใช้แล้วนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพ และพัฒนาแบบทดสอบต่อไปในการทดลองใช้อาจต้องทำหลาย ๆ ครั้งจนสามารถพัฒนาแบบทดสอบได้มีคุณภาพเป็นที่พอใจจึงนำไปใช้จริงในการสอบต่อไป

4.3.2.7 สร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนน การสร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนก็เพื่อต้องการบอกให้ทราบว่า ถ้าบุคคลใดสอบได้คะแนนเท่าไร เขาจะเป็นผู้ที่มีความสามารถหรือมีลักษณะพฤติกรรมอย่างไร

4.3.2.8 การเขียนรายงานและคู่มือการใช้ การเขียนรายงานและคู่มือการใช้ จะทำให้ผู้นำไปใช้ได้รู้ถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบนั้น และรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการสอบว่าจะปฏิบัติอย่างไร คะแนนที่แต่ละคนสอบได้จะแปลความหมายอย่างไร ซึ่งจะเป็นข้อมูลให้ผู้เลือกใช้แบบทดสอบได้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการสอบด้วย

4.3.3 การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สร้างตารางการวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหา และพฤติกรรมกับวัตถุประสงค์ในการสอนให้น้ำหนักความสำคัญของระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิรายวิชาเทคโนโลยีหุ่นยนต์และการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 19-40127-2401 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

4.3.3.1 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนวิชาเทคโนโลยีหุ่นยนต์และการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 19-40127-2401 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ

ในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT ที่สร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 45 ข้อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก ตอบถูกได้ 1 คะแนนตอบผิดได้ 0 คะแนน แบบทดสอบนี้จะวัดความรู้ด้านความจำความเข้าใจ และความสามารถเชิงปฏิบัติ

4.3.3.2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยนำไปทดสอบกับกลุ่มทดลอง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต (ทลบ.) สาขาวิชาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เป็นกลุ่มทดลองพนักงานในสถานประกอบการ จำนวน 5 คน ที่เคยเรียนมาแล้ว เพื่อหาข้อมูลและปรับปรุงแก้ไข แบบทดสอบรวมเพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าความเชื่อมั่น

4.3.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

ก) ศึกษาเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข) วิเคราะห์เนื้อหา และเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ค) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยแบบทดสอบที่สร้างขึ้น จำนวน 45 ข้อ คำตอบ 5 ตัวเลือก ต้องการใช้จริง 40 ข้อ

ง) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงโดยประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข

โดยนำผลตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่า IOC ซึ่งข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.05 ถึง 1.00 (สมนึก ภัททิยธนี, 2544, น 221) ถือว่าเป็นข้อคำถามที่น่าไปใช้ได้

จ) ผลจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT มีค่าตั้งแต่ 0.2 ถึง 1.00 เข้าเกณฑ์จำนวน 40 ข้อ

ฉ) ผู้วิจัยได้นำข้อสอบจำนวน 40 ข้อ ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาใช้ทดลองกับกลุ่มทดลอง จำนวน 5 คน

ช) การวิเคราะห์ข้อสอบผู้วิจัยได้นำผลการทำแบบทดสอบของกลุ่มทดลองมาวิเคราะห์ผลโดยใช้สูตรในการคำนวณข้อสอบวิเคราะห์หาค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ค่าความเชื่อมั่น (rtt) ของแบบทดสอบ ได้ผลดังนี้

- ค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.41 – 0.71 ค่าเฉลี่ย 0.55

- ค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.24 – 0.41 ค่าเฉลี่ย 0.30

- ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (rtt) มีค่า 0.98

โดยจากผลการคำนวณหาคุณภาพต่าง ๆ แล้วได้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพจำนวน 40 ข้อ

4.3.4 การสร้างคู่มือครูในการสร้างคู่มือครูเพื่อใช้ในขบวนการเรียนการสอน วิชาเทคโนโลยีหุ่นยนต์และการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 19-40127-2401 มีส่วนประกอบและขั้นตอนดังนี้

4.3.4.1 คู่มือครู ประกอบด้วย

- ก) ลักษณะรายวิชา
- ข) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ค) แผนการสอน
- ง) ใบงานการทดลอง

จ) แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบฝึกหัดพร้อมเฉลย

ฉ) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพร้อมเฉลย

ช) สื่อที่ใช้ประกอบการสอน วิชาเทคโนโลยีหุ่นยนต์และการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 19-40127-2401 คือ ชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT และ Power Point นำเสนอเนื้อหา

4.3.4.2 การประเมินความเหมาะสมโดย

ผู้เชี่ยวชาญหลังจากสร้างคู่มือครู ใบงานการทดลองที่ใช้เป็นสื่อการสอนนักเรียนสำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบ และประเมินคุณภาพชุดทดลอง โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประเมินค่าโดยกำหนดค่าคะแนนออกมา 5 ระดับ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2560, น 75)

ระดับคะแนน 4.50 – 5.00 หมายถึงมากที่สุด

ระดับคะแนน 3.50 – 4.49 หมายถึงมาก

ระดับคะแนน 2.50 – 3.49 หมายถึงปานกลาง

ระดับคะแนน 1.50 – 2.49 หมายถึงน้อย

ระดับคะแนน 1 – 1.49 หมายถึง น้อยที่สุด

ผลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลองตามระดับความคิดเห็นเฉลี่ย ปรากฏดังนี้

1) ด้านชุดทดลอง อยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ยรวม 4.73 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดทดลองอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดกับชุดทดลองที่จัดทำขึ้น

2) ด้านแผนการสอนอยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ยรวม 4.86 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญ

ประเมิน แผนการสอนอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดกับ
แผนการสอนที่จัดทำขึ้น

3) ด้านแบบทดสอบ (ก่อนเรียน-
แบบฝึกหัด) อยู่ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ยรวม 4.64
หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบทดสอบ (ก่อนเรียน -
แบบฝึกหัด) อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดกับแบบทดสอบ
(ก่อนเรียน - แบบฝึกหัด) ที่จัดทำขึ้น

4) ใบงานการทดลองอยู่ในระดับ
ความคิดเห็นเฉลี่ย 4.73 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมิน
ใบงาน การทดลอง อยู่ในเห็นด้วยมากที่สุดกับใบงาน
การทดลองที่จัดทำขึ้น

5) ด้านใบเนื้อหาอยู่ในระดับ
ความคิดเห็นเฉลี่ยรวม 4.69 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญ
ประเมิน ใบเนื้อหา อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดกับใบ
เนื้อหาที่จัดทำขึ้น

6) ด้านคุณภาพการทำงานอยู่
ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ยรวม 4.88 หมายถึง
ผู้เชี่ยวชาญประเมิน ด้านคุณภาพการทำงาน อยู่ในระดับ
เห็นด้วยมากที่สุดกับด้านคุณภาพการทำงานที่จัดทำขึ้น

4.3.5 การสร้างแบบสอบถาม

การสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของ
ผู้เรียนเกี่ยวกับการเรียนการทดลองด้วยชุดทดลอง
หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบ
การสื่อสาร IIOT ร่วมกับใบงานทดลองเป็นแบบสอบถาม
ชนิดมาตราจัดอันดับ (Rating Scale) หรือ การจัด
อันดับคุณภาพจัดเรียงความคิดเห็นจาก มากที่สุด มาก
ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด แทนด้วย 5 , 4 , 3 , 2
และ 1 ตามลำดับ จากนั้นนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้น
ไปให้ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาตรวจสอบ
ก่อนที่จะนำไปใช้ในงานวิจัย

4.4 ขั้นตอนดำเนินการทดลองและรวบรวมข้อมูล

4.4.1 แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ใช้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง
โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว
ทดสอบก่อนและทดสอบหลังทดลอง One Group

Pretest – Posttest Design ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้
(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ , 2538 , น 249)

T ₁	X	T ₂
----------------	---	----------------

เมื่อ T₁ แทน การทดสอบก่อนเรียน
(Pretest)

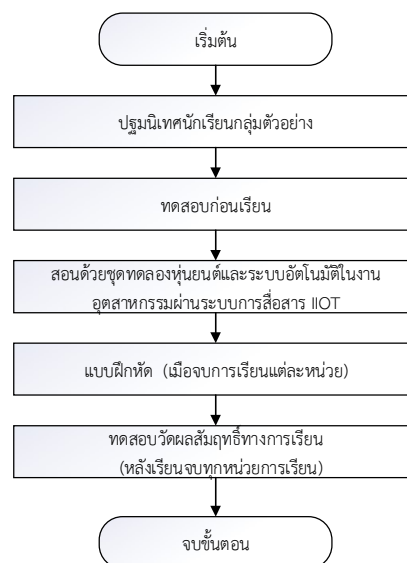
X แทน สอนโดยใช้ชุดทดลอง

T₂ แทน การทดสอบหลังการเรียน
(Posttest)

4.4.2 แบบแผนการเก็บข้อมูล ดังภาพที่ 4

4.4.2.1 ปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ และวิธีการที่จะเรียนด้วย
ชุดทดลอง

4.4.2.2 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กลุ่ม
ตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

4.4.2.3 สอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วย
ชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองตาม
ขั้นตอนและวิธีการสอนดำเนินตามคู่มือครูกำหนดไว้
หลังจากการสอนจบแต่ละหน่วยผู้สอนให้นักศึกษา
กลุ่มตัวอย่างทำแบบฝึกหัดและใบงานการทดลอง โดยทำ
การสอนสัปดาห์ละ 6 ชั่วโมง ใช้เวลาสอนทั้งสิ้น 10
ครั้งจำนวน 48 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

4.4.2.4 ทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อทำการสอนครบทั้งหมดแล้ว ผู้วิจัยได้ให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่าง ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสอบปฏิบัติต่ออิเล็กทรอนิกส์และวงจรร่วมกับชุดทดลอง หลังจากการเรียนรู้ครั้งสุดท้าย 1 สัปดาห์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงระยะเวลาการนำชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT ไปใช้ทดลองกับนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง จำนวน 8 คน

วัน เดือน ปี	เวลา	จำนวนชั่วโมง	รายการทดลอง
8 มค.2565	08.00 น.-15.00 น.	6	ครั้งที่ 1 ความรู้พื้นฐานหุ่นยนต์อุตสาหกรรม
15 มค.2565	08.00 น.-15.00 น.	6	ครั้งที่ 2 ความปลอดภัยในการควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม
22 มค.2565	08.00 น.-15.00 น.	6	ครั้งที่ 3 การติดตั้งและเตรียมความพร้อมในการควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม
29 มค.2565	08.00 น.-15.00 น.	6	ครั้งที่ 4 การเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ตอนที่ 1
5 กพ.2565	08.00 น.-15.00 น.	6	ครั้งที่ 5 การเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ตอนที่ 2
12 กพ.2565	08.00 น.-15.00 น.	6	ครั้งที่ 6 การใช้หุ่นยนต์อุตสาหกรรม ร่วมกับ PLC Beckhoff EK1100 ตอนที่ 1
19 กพ.2565	08.00 น.-15.00 น.	6	ครั้งที่ 7 การใช้หุ่นยนต์อุตสาหกรรม ร่วมกับ PLC Beckhoff EK1100 ตอนที่ 2
26 กพ.2565	08.00 น.-15.00 น.	6	ครั้งที่ 8 การดูแลรักษาหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (PM)

4.4.2.5 แจกแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT หลังจากให้นักศึกษาได้เรียนโดยใช้ชุดทดลองแล้วครบทุกหน่วยของชุดการสอน

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้สำหรับการวิจัย

4.5.1 สถิติพื้นฐานที่ใช้ได้แก่

4.5.1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) (ธานินทร์ ศิลป์จารุ , 2549 : 152) ใช้ในการหาค่าประสิทธิภาพของชุดทดลอง

$$\text{ร้อยละ(\%)} = \frac{X \times 100}{N}$$

เมื่อ X คือ คะแนนแบบทดสอบ

N คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบ

4.5.1.2 หาค่าเฉลี่ยแบบทดสอบ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ , 2538 , น 73)

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

เมื่อ X คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบ

4.5.1.3 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ , 2538 , น 79)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

เมื่อ S คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X คือ ค่าคะแนนของแต่ละคน

X คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบ

4.5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่

4.5.2.1 การแปลความหมายของแบบ

ประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (ชูศรี วงศ์รัตน์ , 2544 :

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \quad (75)$$

ระดับคะแนน 4.50 – 5.00 หมายถึง มากที่สุด

ระดับคะแนน 3.50 – 4.49 หมายถึง มาก

ระดับคะแนน 2.50 – 3.49 หมายถึง ปานกลาง

ระดับคะแนน 1.50 – 2.49 หมายถึง น้อย

ระดับคะแนน 1 – 1.49 หมายถึง น้อยที่สุด

4.5.2.2 การหาค่าความตรงตามเนื้อหา

(Content Validity) โดยใช้ตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Table of specification) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency) IOC โดยใช้สูตรของโรบินสันและแฮมเบลตัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ , 2538 , น.248) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

$\sum R$ คือ ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่า IOC ที่ถือว่าใช้ได้จะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5

4.5.2.3 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

ก) การหาค่าความยากง่าย (รัตน

ศิริพานิช, 2545)

เมื่อ P คือ ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

R คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง

N คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

ค่าความยากง่ายที่ใช้ได้จะยึดเอาค่า P ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8

ข) การหาค่าอำนาจจำแนกของ

แบบทดสอบ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ , 2538 , น 210 - 211)

$$D = \frac{R_U - R_L}{N} \quad \text{หรือ} \quad \frac{R_U - R_L}{N_U}$$

เมื่อ D คือ ค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบ

R_U คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบได้ถูกต้องในกลุ่มเก่ง

R_L คือ จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบได้ถูกต้องกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนคนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

โดยทั่วไปมักจะแบ่งกลุ่มผู้เข้าสอบออกเป็น 3 กลุ่ม แบ่งให้กลุ่มเก่งมีจำนวน 27 % กลุ่มกลาง 46 % และกลุ่มอ่อน 27 % ง่าย (รัตนา ศิริพานิช , 2545) ค่าอำนาจจำแนกที่ถือว่าจำแนกคนเก่ง และคนอ่อนได้นั้น ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

ค) การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

ของแบบทดสอบใช้สูตรที่ 20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson 20) สูตร K-R # 20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ , 2538 , น.197 - 198)

$$rtt = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ rtt คือ ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

n คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p คือ สัดส่วนของผู้ตอบถูก

q คือ สัดส่วนของผู้ตอบผิด

$$s_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

S_t^2 คือ คะแนนความแปรปรวนของคะแนนของผู้เข้าสอบทั้งหมดค่าความเชื่อมั่นควรมีค่ามากกว่า 0.7 (รัตน ศิริพานิช , 2545)

เมื่อ N คือจำนวนผู้ทำแบบทดสอบ

$\sum X$ คือผลรวมจากการทำคะแนนแบบทดสอบของผู้เรียน

ΣX^2 คือผลรวมจากการทำคะแนน
แบบทดสอบของผู้เรียนยกกำลังสอง

4.5.2.4 การหาประสิทธิภาพของชุด
การสอน (วิริติ อัครานวัตร , 2536 น 86)

$$E_2 = \frac{\left(\sum \frac{F}{N}\right)}{B} \times 100$$

และเมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
ที่วัดได้จากชุดทดลอง คิดเป็นร้อยละของคะแนนค่าเฉลี่ย
จากการทำแบบฝึกหัดและการทำใบงานการทดลองทั้งหมด

E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรม
ของผู้เรียนหลังจากเรียนด้วยชุดทดลองนั้นแล้ว) คิดเป็น
ร้อยละของคะแนนค่าเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทั้งหมดและการสอบปฏิบัติต่อควบคุมระบบอัตโนมัติ

ΣX คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำ
แบบฝึกหัดระหว่างเรียน และการทำใบงานการทดลอง

ΣF คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการสอบปฏิบัติ
ต่อควบคุมระบบอัตโนมัติ

N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดและใบงาน
การทดลอง

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
และการสอบปฏิบัติต่อควบคุมระบบอัตโนมัติ

4.5.2.5 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ก่อนและหลังเรียนจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยสถิติ
แบบข้อมูล 2 ชุด มีความสัมพันธ์กัน (ล้วน สายยศ
และอังคณา สายยศ , 2538 , น 104)

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

เมื่อ t คือ ค่าการแจกแจงที

D คือ ค่าความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N คือ จำนวนคู่ของกลุ่มตัวอย่าง

4.5.2.6 การแปลความหมายของแบบสอบถาม
ความพึงพอใจต่อชุดทดลองของผู้เรียน (ชูศรี วงศ์รัตน์
, 2560 , น 75)

$$E_1 = \frac{\left(\sum \frac{X}{N}\right)}{A} \times 100$$

ระดับคะแนน 4.50 - 5.00 หมายถึง มากที่สุด

ระดับคะแนน 3.50 - 4.49 หมายถึง มาก

ระดับคะแนน 2.50 - 3.49 หมายถึง ปานกลาง

ระดับคะแนน 1.50 - 2.49 หมายถึง น้อย

ระดับคะแนน 1 - 1.49 หมายถึง น้อยที่สุด

5. ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ผลของการแสดงความคิดเห็นของ
ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน มีความคิดเห็นต่อชุด
ทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม
ผ่านระบบการสื่อสาร IIOT ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลของการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 5 ท่าน ที่มีต่อชุดทดลอง

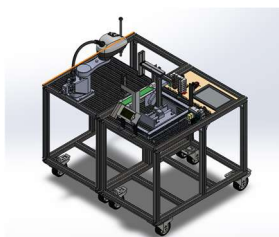
ข้อคำถามความคิดเห็น	(X)	SD	ระดับ ความคิดเห็น
1. ด้านสื่อชุดทดลอง	4.78	0.08	มากที่สุด
2. ด้านแผนการสอน	4.73	0.09	มากที่สุด
3. ด้านแบบทดสอบ (ก่อนเรียน- แบบฝึกหัด)	4.93	0.09	มากที่สุด
4. ด้านใบงานการทดลอง	4.84	0.15	มากที่สุด
5. ด้านใบเนื้อหา	4.84	0.15	มากที่สุด
6. ด้านคุณภาพการทำงาน	4.93	0.09	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.84	0.11	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 ผลปรากฏว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็น
ต่อชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม
ผ่านระบบการสื่อสาร IIOT จะเห็นได้ว่าความคิดเห็น
เฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญแต่ละด้านเห็นด้วยมากที่สุด คือ
ด้านแบบทดสอบ (ก่อนเรียน - แบบฝึกหัด) และด้าน
คุณภาพการทำงาน ระดับความคิดเห็นเฉลี่ยเท่ากับ 4.93
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.09 ด้านใบงานการทดลอง
และเนื้อหา ระดับความคิดเห็นเฉลี่ยเท่ากับ 4.84

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.15 ด้านชุดสื่อชุดทดลอง ระดับความคิดเห็นเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.08 และด้านแผนการสอนระดับความคิดเห็นเฉลี่ย เท่ากับ 4.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.09 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อคุณภาพของชุดทดลอง ที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกันในระดับดีมากที่สุด

5.1 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองหุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวม ข้อมูลตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ข้อมูลที่ได้คือ คะแนน ทดสอบก่อนเรียน คะแนนระหว่างเรียนท้ายการทดลอง จำนวน 31 ใบงาน และคะแนนทดสอบหลังเรียนจาก แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนการสอบ ปฏิบัติต่อควบคุมระบบอัตโนมัติของนักศึกษา กลุ่มตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลองปรากฏ ดังตารางที่ 3



ภาพที่ 5 ชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงาน อุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT

ตารางที่ 3 แสดงคะแนนและประสิทธิภาพของชุดทดลอง ที่ได้จากการเก็บคะแนนระหว่างเรียนด้วย แบบฝึกหัด ใบงาน ของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

คนที่	คะแนนระหว่างเรียนท้ายการทดลอง (80 ตัวแรก)		คะแนนผลสัมฤทธิ์ท้ายบทเรียน (80 ตัวหลัง)	
	แบบฝึกหัด (40%) (40 คะแนน)	คะแนนใบงาน(60%) (60 คะแนน)	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 40 % (40 คะแนน)	การสอบปฏิบัติชุดทดลอง 60% (60 คะแนน)
1	32	55	31	48
2	34	49	33	48
3	34	48	32	48
4	34	48	33	46
5	31	48	32	48
6	32	52	31	50
7	32	50	32	50
8	32	50	31	50
รวม	261	400	255	388
	Σx = 661		ΣF = 643	

จากสูตร

$$E1 = \frac{(\sum \frac{x}{N})}{A} \times 100$$

แทนค่า

$$E1 = \frac{(661/8)}{100} \times 100 = 82.625\%$$

จากสูตร

$$E2 = \frac{(\sum \frac{F}{N})}{B} \times 100$$

แทนค่า

$$E2 = \frac{(643/8)}{100} \times 100 = 80.375\%$$

เพราะฉะนั้นประสิทธิภาพของชุดทดลอง $E1/E2 = 82.625/80.375$

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์และหาประสิทธิภาพของชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT

รายการ	ค่าเฉลี่ยร้อยละ
คะแนนระหว่างเรียนท้ายการทดลอง E1	82.625
คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน E2	80.375
ประสิทธิภาพของชุดทดลอง E1/E2	82.625/80.375

จากตารางที่ 4 ปรากฏว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำคะแนนระหว่างเรียนท้ายการทดลองเพื่อวัดความก้าวหน้าทางการเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยรวมร้อยละ 82.625 และทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยรวมร้อยละ 80.375 ดังนั้นประสิทธิภาพของชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT คือ 82.625/80.375 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT โดยเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบก่อนเรียน (Pre - test) และคะแนนทดสอบหลังเรียน (Post - test) แล้วนำมาทำการทดสอบหาค่าที่ (t - test) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	N	X	SD	t-test
ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)	7	12.52	1.78	23.17**
ทดสอบหลังเรียน (Post-test)	7	32.38	3.01	

** P < 0.05

จากตารางที่ 5 ค่า t จากการคำนวณ เท่ากับ 23.17 มากกว่าค่า t จาก ตารางที่ df = 8 , α = 0.05 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.086 แสดงว่า ผลของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรวมปรากฏว่าผลของการทำแบบทดสอบเฉลี่ยหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 32.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.01 สูงกว่าผลคะแนนของการทำแบบทดสอบเฉลี่ยก่อนเรียนซึ่งมี

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.78 แสดงว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วย ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลอง การศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT โดยใช้แบบสอบถามเป็นชนิดมาตราจัดอันดับ (Rating Scale) หรือ การจัดอันดับคุณภาพจัดเรียงความคิดเห็นจาก มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด แทนด้วย 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลนำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยแสดงผลการวิเคราะห์แยกประเด็นดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยความคิดเห็นความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลอง

ข้อความความคิดเห็น	(X)	SD	ระดับความคิดเห็น
1. ความเหมาะสมของชุดทดลองกับสาระการเรียนรู้รายวิชานี้หรือไม่	4.09	0.73	มาก
2. ชุดทดลองช่วยให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการออกแบบโปรแกรมเพียงใด	4.00	0.80	มาก
3. รูปแบบ ขนาด ของชุดทดลองมีความเหมาะสม	4.16	0.50	มาก
4. ชุดทดลองมีลักษณะเหมาะสมกับเรื่องของการทดลองเพียงใด	3.96	0.77	มาก
5. ชุดทดลองช่วยให้ผู้เรียนได้ทดลองจริงเพียงใด	4.13	0.69	มาก
6. ชุดทดลองสามารถใช้งานได้ง่ายเพียงใด	4.44	0.66	มาก
7. ในใบงานการทดลองที่ใช้ประกอบกับชุดทดลองมีลำดับขั้นตอนชัดเจนเข้าใจง่าย	4.04	0.71	มาก
8. ใบงานการทดลองมีข้อมูลในการทดลองเพียงใด	4.09	0.60	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.17	0.68	มาก

จากตารางที่ 6 ผลปรากฏว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับความคิดเห็นระหว่าง 3.96 - 4.61 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ระหว่าง 0.50 - 0.77 โดยในหัวข้อรูปแบบ ขนาด ของชุดทดลองมีความเหมาะสมของชุดทดลอง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 4.61 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 และในหัวข้อชุดทดลองมีลักษณะเหมาะสมกับ เรื่องของการทดลอง มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 3.96 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.77 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.17 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.68 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดทดลองในระดับมาก

7. สรุปผลการวิจัย

7.1 ผลการพัฒนาชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT ซึ่งผู้วิจัยได้สร้าง ใบงานการทดลองใช้ ประกอบการเรียนทดลอง โดยทำการวิเคราะห์เนื้อหาในวิชาเทคโนโลยีหุ่นยนต์และการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 19-40127-2401 เมื่อนำใบงานการทดลองที่ได้สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็น เพื่อหาความตรงของเนื้อหา โดยพิจารณาถึงความสมบูรณ์ของเนื้อหาข้อมูลในใบงานการทดลอง และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนปรากฏว่าใบงานการทดลองผ่านความเห็นชอบของผู้เชี่ยวชาญโดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.0 แสดงว่าใบงานที่สร้างขึ้นสามารถใช้ประกอบการเรียนทดลอง ในวิชาเทคโนโลยีหุ่นยนต์และการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 19-40127-2401 ได้โดยมีความครอบคลุมในเนื้อหาเพียงพอตาม วัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดและผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อชุดทดลอง ปรากฏว่า ชุดทดลองมีความคิดเห็นจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.75

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.37 ซึ่งหมายถึง ชุดทดลองมีคุณภาพในระดับมากที่สุด

7.2 ผลการหาประสิทธิภาพชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT วิชาเทคโนโลยีหุ่นยนต์และการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 19-40127-2401 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.625/80.375 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เมื่อทำการทดสอบด้วยค่า E1/E2

7.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนเรียน และหลังเรียนหลังจากที่นักศึกษาได้รับการสอนด้วยชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้ว นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเทคโนโลยีหุ่นยนต์ และการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 19-40127-2401 สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน คือ 12.52 และ 32.38 แสดงว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีผลช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และสามารถนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้

7.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลองผลปรากฏว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดทดลอง ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.17 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.68 ซึ่งหมายความว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียนโดยใช้ชุดทดลองระดับมาก

8. อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแยกอภิปรายผลเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

8.1 ผลการสร้างชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.19/80.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ซึ่งจะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยจากคะแนนระหว่างเรียนท้ายการทดลองมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการทำความเข้าใจระหว่างเรียนท้ายการทดลองของผู้เรียนจะทำการทดสอบทันทีหลังจากที่ทำการเรียนการสอนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนยังมีความเข้าใจและมีความจำดีและปริมาณ

ของข้อสอบไม่มาก เนื้อหา มีการแยกแต่ละเนื้อหาไม่รวมกัน จึงทำให้ผู้เรียนทำคะแนนระหว่างเรียนทำ การทดลองได้ดีกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นการรวมกันของเนื้อหาทุกหน่วยการเรียนและข้อสอบ มีจำนวนมาก และทำการทดสอบหลังจากที่เรียนผ่านมา ทุกหน่วยแล้ว จึงทำให้ความจำลดลงบ้าง เป็นผลทำให้ คะแนนเฉลี่ยรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมของคะแนนระหว่างเรียน ทำการทดลองเล็กน้อย

8.2 คะแนนเฉลี่ยรวมจากการทำแบบทดสอบก่อน เรียนและหลังเรียน ของกลุ่มตัวอย่าง คือ 12.52 และ 32.38 ซึ่งเมื่อทดสอบสถิติที (t - test) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทดสอบหลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่ง เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนที่ทำ แบบทดสอบก่อนเรียนนั้นยังไม่เคยเรียนวิชาเทคโนโลยี หุ่นยนต์และการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 19-40127- 2401 มาก่อนจึงทำให้ไม่ได้ใช้ ความรู้ในรายวิชา อื่นที่ เคยเรียนมา จึงทำให้ผลคะแนนทดสอบก่อนเรียนออกมา ในระดับต่ำหลังจากผู้เรียนได้เรียนด้วยชุดทดลอง ที่ผู้วิจัย สร้างขึ้นผลปรากฏ ว่าเมื่อนำแบบทดสอบมาให้ผู้เรียนทำ อีกครั้งหนึ่ง เมื่อเรียนจบขบวนการเรียนการสอน พบว่า ผลคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จาก ผลการวิจัยพบว่าพัฒนาชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบ อัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.625/80.375 ซึ่ง เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดชุดทดลองหุ่นยนต์และระบบ อัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบการสื่อสาร IIOT ที่สร้างขึ้นนี้ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สามารถนำไปใช้ในการ เรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีหุ่นยนต์และการ ประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 19-40127-2401

9. ข้อเสนอแนะ

9.1 ข้อเสนอแนะผลการวิจัยในครั้งนี้

9.1.1 การใช้ชุดทดลองครูผู้สอนจะต้องศึกษา คู่มือการใช้งานของชุดทดลองและจัดเตรียมชิ้นงานให้มี ความพร้อมก่อนการจัดการเรียนการสอน

9.1.2 การใช้ชุดทดลองที่สร้างในการเรียนการ สอนควรจัดผู้เรียนให้มีความเหมาะสมโดยการทดลองไม่ ควรเกิน 3 คนต่อ 1 ชุด ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการ ทดลองได้ทั่วถึง

9.1.3 วิทยาลัยฯ ควรส่งเสริมให้ครูผู้สอน ผลิตสื่อชุดทดลองให้ตรงกับคำอธิบายการวิชา ครูผู้สอน จะมีความเข้าใจในธรรมชาติของรายวิชานั้น ๆ และ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการฝึกปฏิบัติในการเรียน การสอนวิชาต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

9.1.4 สาขาวิชาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์ และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร สถาบันการอาชีวศึกษา ภาคกลาง 5 ควรถ่ายทอดความรู้ให้กับครูฝึกในสถานประกอบการ บริษัทในภาคอุตสาหกรรมในจังหวัดสมุทรสาคร

9.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

9.2.1 จัดฝึกอบรมเป็นเฉพาะกลุ่มเพื่อสะดวกใน ถ่ายทอดความรู้สู่ชุมชนจากการพัฒนาต้นแบบชุดทดลอง หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมผ่านระบบ การสื่อสาร IIOT

9.2.2 การวิจัยครั้งต่อไปควรใช้แบบแผนการ ทดลองที่มีกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแบบสุ่ม และมีการวัดความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน (Randomized Control Group Pretest Posttest Design) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลการเรียนทดลองแบบปกติกับการเรียน ทดลองด้วยสื่อชุดทดลองที่สร้างขึ้น

9.2.3 สร้างชุดทดลองในรายวิชาเทคโนโลยี หุ่นยนต์และการประยุกต์ใช้งาน ชุดการสอนรายวิชา เทคโนโลยีหุ่นยนต์และการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 19-40127-2401 เพื่อให้ให้นักศึกษาได้มีความรู้ให้ครบ

ทุกหน่วย ในรายวิชาและผู้ที่เกี่ยวข้องได้ศึกษารวมทั้ง
วิทยาลัยจะได้มีสื่อชุดทดลอง ในการจัดการเรียนการสอน
ที่พอเพียง และช่วยให้ประเทศชาติประหยัดค่าใช้จ่ายไม่
ต้องนำเข้าสื่อการเรียนการสอนจากต่างประเทศต่อไป

10.เอกสารอ้างอิง

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2560). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อ

การวิจัย. นนทบุรี : ไทเนรมิตกิจ อินเตอร์

โปรเกรสซิฟ จำกัด.

ฐานเศรษฐกิจดิจิทัล. หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ความ

ปกติใหม่ยุคหลังโควิด - 19 ลงวันที่ 06

พฤศจิกายน 2564.

<https://www.thansettakij.com/finance/5>

02291

ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2549). การวิจัยและวิเคราะห์

ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS. พิมพ์ครั้งที่ 7.

กรุงเทพฯ.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิค

การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4).

กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

รัตนา ศิริพานิช. (2550) สถิติเพื่อการวัดผลการศึกษา.

กรุงเทพฯ : กรุงเทพฯ ,: 139 - 140

สมนึก ภัททิยธนี , 2544 : 221 การวัดผลการศึกษา.

พิมพ์ครั้งที่ 4. กภาพสินธุ์ : ประสานการ

พิมพ์.

สุทธิวรรณ พิรศักดิ์โสภณ. (2537) เอกสารประกอบการ

สอนวิชาการวัดผลการศึกษา. มหาสารคาม:

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม , 2535.

วิรัตน์ อัสวานวัตร. (2536) การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ.

กรุงเทพมหานคร : เอกสารประกอบการสอน

วิชาการวัดผลการศึกษา ,สถาบันเทคโนโลยีพระ

จอมเกล้าพระนครเหนือ, (อัดสำเนา)