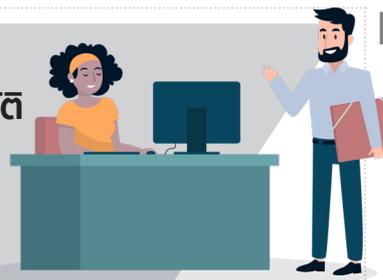


การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่องการคัดแยกชิ้นงานด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ Development and Optimization of Teaching Set on Workpiece Sorting using Automatic Control System



ณัฐวิชัย สุขสง¹ สุนทร ก้องสินธุ์² พฤตชวีชรร ตลับทอง³ ชัยชัย แสงโพธิ์⁴ สุรียา มณีโสภาร์⁵ และนฤมล ลครรราช⁶
Nattawich Suksong¹ Soontorn Kongsintu² Pruedchawat Talabthong³ chanchai Sangpho⁴ Suriya Maneesopa⁵
Narumol Lakamrat⁶

^{1,2,3}อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร nattawit0305@gmail.com
Soonwa4@gmail.com, Pruedchawat.tala@gmail.com

^{4,5,6}อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร mtc.chanchai@gmail.com
suriya@minburi.ac.th, namon2514@gmail.com

Received: 2024-08-19 Revised: 2024-11-28 Accepted: 2024-12-09

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบประเมินคุณภาพและชุดการสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยมี 2 กลุ่ม คือ ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความชำนาญ มีประสบการณ์ในการทำงานทางด้านระบบควบคุมอัตโนมัติไม่ต่ำกว่า 5 ปี มีวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาโท จำนวน 15 คน และนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี สาขาวิชาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ จำนวน 15 คน โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและ t-test for dependent samples ผลการวิจัยพบว่าการสร้างสื่อการเรียนการสอนชุดทดลองเรื่องการคัดแยกชิ้นงานด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติโดยใช้ระบบเซอร์โวมอเตอร์ทำงานควบคู่กับระบบนิวเมติกส์และเขียนโปรแกรมควบคุมโดยอุปกรณ์ PLC จากการประเมินคุณภาพชุดการสอนของผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.27 ซึ่งมีความแตกต่างกันน้อย ผลการทดลองค่าความยากง่ายของชุดแบบทดสอบที่นำไปใช้กับนักศึกษากลุ่มทดลอง $P = 0.52$ ซึ่งอยู่ในระดับความยากง่ายพอเหมาะ ผลการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ $R = 0.64$ ซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบที่ดีพอสมควรอาจต้องปรับปรุงบ้าง และเมื่อนำไปทดลองใช้เพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอนเปรียบเทียบคะแนนระหว่างเรียนกับหลังเรียน ซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับ 90.50/82.62 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก และมีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 แสดงว่านักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นหลังเรียนด้วยชุดการสอนนี้

คำสำคัญ : การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์, การควบคุมนิวเมติกส์ด้วย PLC, ระบบควบคุมอัตโนมัติ

Abstract

This research aimed to create and find the efficiency of teaching kits. The research instruments were quality assessment form and teaching kits. The sample groups used in the research consisted of 2 groups: 15 experts with knowledge, expertise, and experience in automatic control systems for at least 5 years, with at least a master's degree, and 15 students in Mechatronics and Robotics Technology of Minburi Technical College, using purposive selection. The statistics used for analysis were mean, standard deviation, and t-test for dependent samples.

The results of the research found that the creation of an experimental teaching media set on workpiece sorting using an automatic control system and a servo motor system working in conjunction with a pneumatic system and programming controlled by a PLC device, from the evaluation of the quality of the teaching kits by experts, had a mean score of 4.59, which was considered very good. The standard deviation was 0.27, which was slightly different. The results of the experiment on the difficulty level of the test used with the experimental group of students, $P = 0.52$, which was at a moderate level of difficulty. The results of the discrimination power of the test, $R = 0.64$, which was considered a fairly good test, but may need some improvement. And when it was tested to analyze the effectiveness of the teaching kits, comparing scores between the study and after the study, the effectiveness of the teaching set was 90.50/82.62, which was higher than the set criteria of 80/80, indicating that students had more knowledge and understanding after studying with this teaching kits.

Keywords : servo motor control, PLC pneumatic control, automatic control system

1. บทนำ

ในปัจจุบันระบบอัตโนมัติในการคัดแยกและลำเลียงยังเป็นการลงทุนที่สูงมากแม้จะลงทุนสูงแต่ประเทศในกลุ่มผู้นำด้านอุตสาหกรรมการผลิตเหล่านี้ก็ตัดสินใจที่จะลงทุนนำระบบพวกนี้มาใช้เพราะพวกเขาต่างประสบปัญหาด้านการขาดแคลนฝีมือแรงงานในการผลิต[1] ประเทศที่ตัดสินใจใช้ระบบอัตโนมัติเข้ามาช่วย ต่างพบว่าอัตราการผลิตและอัตราการเติบโตทางธุรกิจอุตสาหกรรมของพวกเขาโตขึ้นอย่างรวดเร็วแบบก้าวกระโดด ระบบ Motion Control หรือระบบควบคุมนั้น



เป็นสายงานย่อยของระบบอัตโนมัติ ได้มีการใช้งานกันแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งในปัจจุบันและอนาคต จะต้องมีการใช้งาน Motion Control มากขึ้น เพราะระบบ Motion Control ได้กลายเป็นองค์ประกอบพื้นฐานในอุปกรณ์หลายอย่างตั้งแต่ลิฟต์ ยานพาหนะและหุ่นยนต์อุตสาหกรรมในกระบวนการผลิตสินค้าต่าง ๆ ทั้งขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่ [2]

สำหรับผลกระทบของหุ่นยนต์และเครื่องจักรอัตโนมัติต่อการจ้างงาน ประสบการณ์จากต่างประเทศพบว่า ในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว การมีเทคโนโลยีไม่ทำให้แรงงานตกงานอย่างรุนแรง เช่น บริษัท Infosys บริษัทด้านไอทีรายใหญ่ของอินเดีย เลิกจ้างวิศวกรที่มีทักษะต่ำถึง 9,000 คนในปีที่ผ่านมา ซึ่งเป็นงานที่ทดแทนได้ด้วยหุ่นยนต์ซึ่งมีข้อดีในเรื่องความแม่นยำ [3] การเพิ่มจำนวนในการผลิตที่ได้จำนวนมากกว่าใช้แรงงานคนลดความเหนื่อยล้าและลดของเสียที่เกิดจากการผลิตโดยแรงงานคน นอกจากนี้ยังช่วยให้คนที่มีอาชีพอยู่แล้วสามารถพัฒนาอาชีพของตนเองให้ทันสมัยสร้างความเจริญก้าวหน้า

จากการศึกษาข้อมูลปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยเห็นความสำคัญถึงการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ โดยได้สร้างชุดทดลองการคัดแยกชิ้นงานด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ เพื่อใช้ชุดทดลองนี้ให้เกิดประโยชน์ในงาน Motion Control แต่ในการจัดการเรียนการสอนหัวเรื่องดังกล่าวยังพบปัญหาอยู่ อาทิเช่น นักศึกษาได้เรียนรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์แล้ว นักศึกษาจะต้องนำโปรแกรมที่เขียนเสร็จแล้วไปทดลองใช้ควบคุมการทำงานร่วมกับอุปกรณ์จริงเช่นระบบเซอร์โวมอเตอร์ แต่ไม่สามารถดำเนินการได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด เพราะไม่มีสื่ออุปกรณ์จริงให้นักศึกษาได้ทดลอง เนื่องจากอุปกรณ์มีราคาที่สูง อีกทั้งจำนวนนักศึกษาในแต่ละชั้นเรียนมีจำนวนมาก จึงอาจเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ ด้วยสาเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสร้างชุดทดลองการคัดแยกชิ้นงานด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติชุดนี้ขึ้น โดยทางผู้วิจัยเชื่อมั่นว่าชุดการสอนนี้จะเป็นประโยชน์แก่อาจารย์ผู้สอน อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นแนวทาง และเป็นตัวอย่างแก่สถาบันการศึกษาทางด้านอาชีวศึกษาทั้งภาครัฐ และเอกชนอื่นต่อไปได้ [4]

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างชุดการสอนเรื่องการคัดแยกชิ้นงานด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องการคัดแยกชิ้นงานด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ

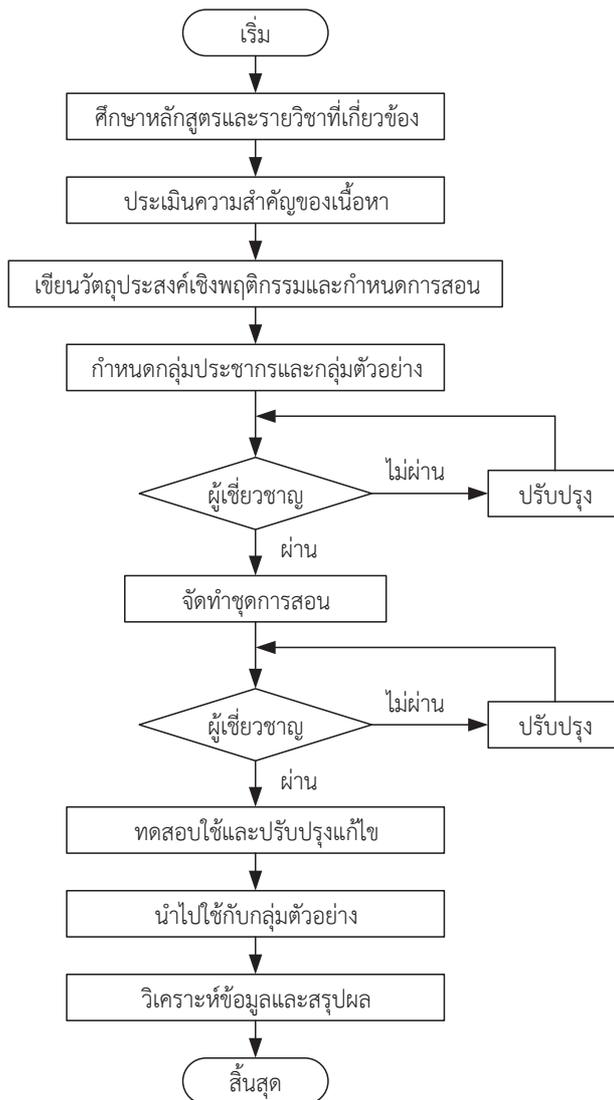
3. สมมติฐานของการวิจัย

- 3.1 ชุดการสอนเรื่องการคัดแยกชิ้นงานด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติที่สร้างขึ้นมีผลการประเมินอยู่ในค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.5 ระดับดี ขึ้นไป

3.2 ชุดการสอนเรื่องการค้าแยกชิ้นงานด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ ที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพมากกว่าเกณฑ์ 80/80

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่องการค้าแยกชิ้นงานด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังภาพที่ 1 ดังนี้ [5]



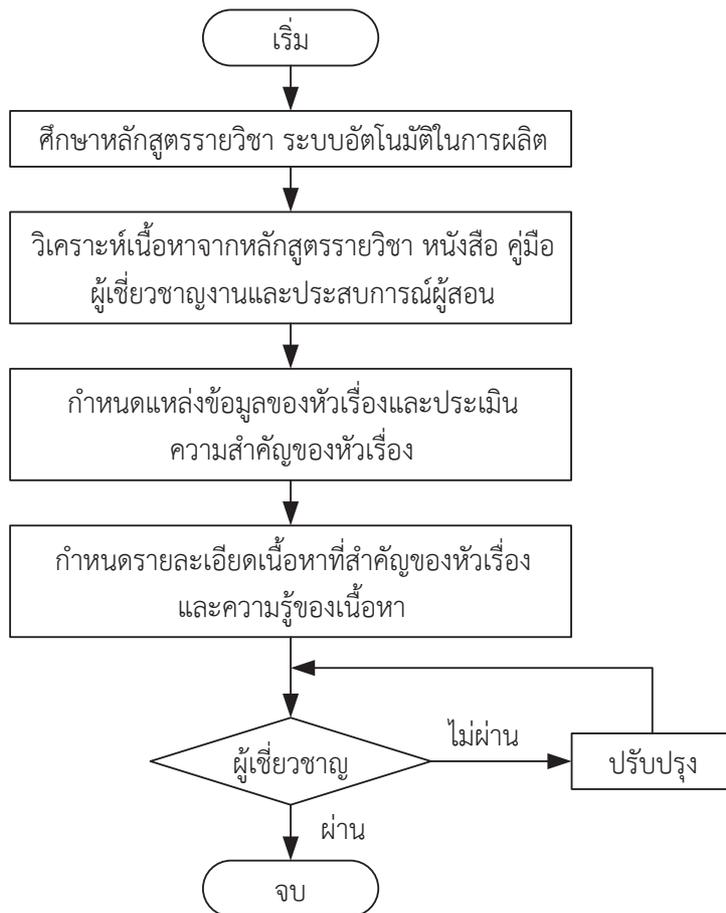
ภาพที่ 1 ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง



4.1 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาระบบอัตโนมัติในการผลิต มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1.1 ศึกษารายละเอียดหลักสูตรของวิชาระบบอัตโนมัติในการผลิต ตามหลักสูตรเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ (ทล.บ.) พุทธศักราช 2563 สถาบันการอาชีวศึกษา กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยการรวบรวมหัวข้อเรื่องจากแหล่งต่าง ๆ ดังนี้คือ

- 4.1.1.1 หลักสูตรรายวิชา
- 4.1.1.2 เอกสารตำรา
- 4.1.1.3 ผู้เชี่ยวชาญ
- 4.1.1.4 ประสบการณ์ของผู้วิจัย



ภาพที่ 2 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาระบบอัตโนมัติในการผลิต

4.1.2 การประเมินความสำคัญของเนื้อหา เมื่อรวบรวมหัวข้อเรื่องของวิชา แล้วจึงนำมาประเมินความสำคัญของเนื้อหาของแต่ละหัวข้อ โดยคำนึงว่าแต่ละ หัวข้อนั้นมีประโยชน์ต่อการส่งเสริมการเรียนการสอนในด้านใดและมีระดับความสำคัญมากน้อยเพียงใด

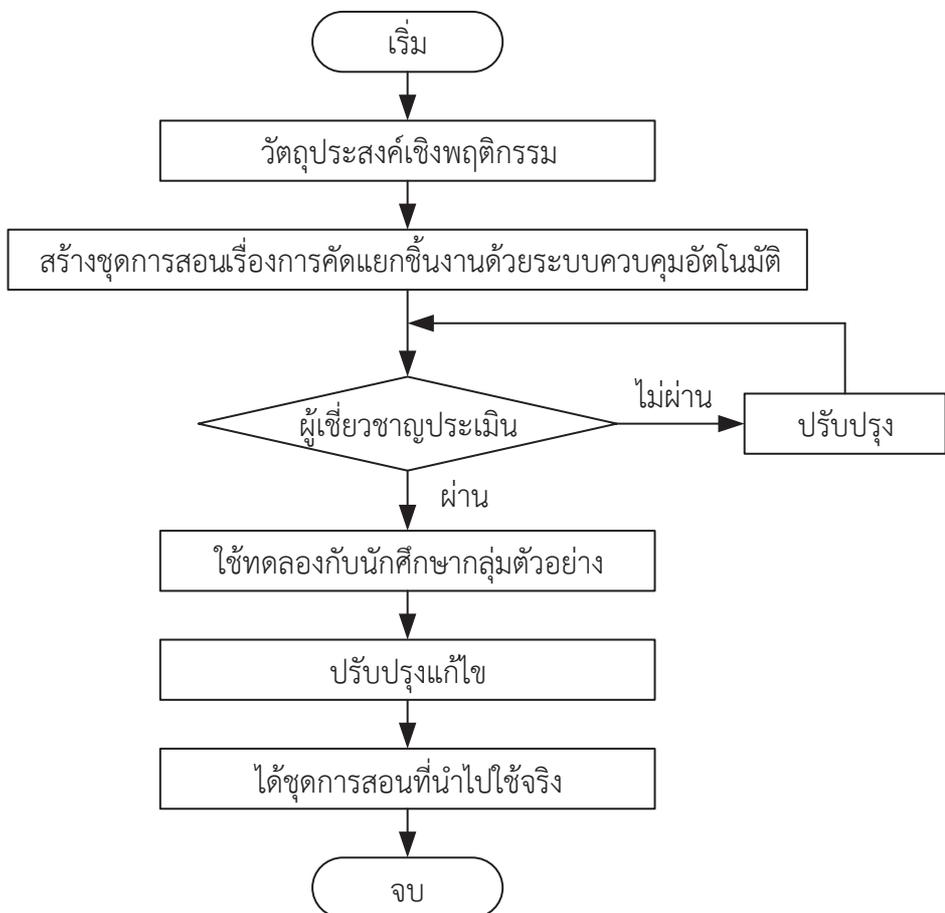
4.1.3 การวิเคราะห์เนื้อหาสำคัญของหัวข้อเรื่อง (Main Concept Analysis) เมื่อประเมินคุณค่าของหัวข้อเรื่องแล้วจึงนำมาทำการวิเคราะห์อีกครั้งหนึ่ง เพื่อจะได้ทราบถึงหัวข้อสำคัญ ๆ ของแต่ละหัวข้อเรื่องที่ผ่านการประเมิน และวิเคราะห์แยกย่อย รายละเอียดของแต่ละหัวข้อสำคัญจากการวิเคราะห์ เนื้อหาว่ามีประเด็นสำคัญอะไรบ้างที่ต้องสอนการนำความรู้ไปใช้ เป็นสำคัญ และระดับของผู้เรียน

4.1.4 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ในด้านเชิงพฤติกรรมของหัวข้อเรื่องทั้งหมด โดยพิจารณาว่าต้องการให้นักศึกษาเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหลังจากผ่านการเรียนการสอนในหัวข้อเรื่องใด

4.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นคือ ชุดการสอน จะประกอบด้วยเอกสารประกอบการเรียน การสอน ชุดประลอง โดยมีลำดับขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้ [6]

4.2.1 การสร้างชุดการสอน เรื่องการคัดแยกชิ้นงานด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแสดงการจัดสร้าง ดังภาพที่ 3 ดังนี้



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการสร้างชุดการสอน



4.2.1.1 นำวัสดุประสงค์ที่ได้จากการวิเคราะห์งานมาใช้ในการกำหนดการสร้างชุดการสอน

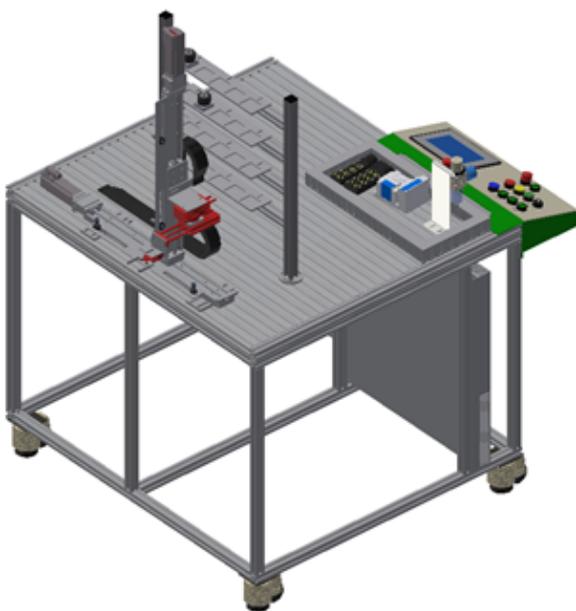
4.2.1.2 ชุดการสอน เรื่องการคัดแยกชิ้นงานด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1.2.1 เนื้อหากำหนดตามหัวข้อเรื่อง จากการวิเคราะห์โดยการพิจารณาวัสดุ ประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อให้ได้เนื้อหาวิชาของบทเรียนครอบคลุมวัตถุประสงค์พร้อมกำหนดวิธีการสอน

4.2.1.2.1 สื่อการสอน ได้นำเอา Software ของบริษัท Mitsubishi Electric Corporation มาใช้ในการเรียนการสอน โดยการพิจารณาเนื้อหา เพื่อให้นักศึกษาได้เห็นภาพหรือข้อความการใช้คำสั่งของโปรแกรมที่ซับซ้อนได้ชัดเจนขึ้นโดยการแสดงรูปภาพที่เป็นขั้นตอนและมีสีสันทันเพื่อเพิ่มความสนใจของนักศึกษาใช้ประกอบการเรียนการสอนทุกหัวข้อเรื่องประกอบด้วย

ก. เอกสารประกอบการเรียนการสอนประกอบไปด้วย แผนการสอนเป็นแผนซึ่งแสดงถึงวัตถุประสงค์เนื้อหาที่ใช้สอน วิธีการสอน สื่อการสอน เวลาที่ใช้สอน เอกสารประกอบการสอนใบเนื้อหา แบบทดสอบ และใบเฉลย

ข. ชุดการสอน เรื่องการคัดแยกชิ้นงานด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ เพื่อให้ผู้เรียน ได้ใช้ในการประลองตามใบเนื้อหา ผู้วิจัยได้จัดสร้างชุดประลองโดยใช้ PLC ยี่ห้อ Mitsubishi รุ่น FX5U Series ที่เหมาะสมกับการประลองเบื้องต้น[7] ดังภาพที่ 4

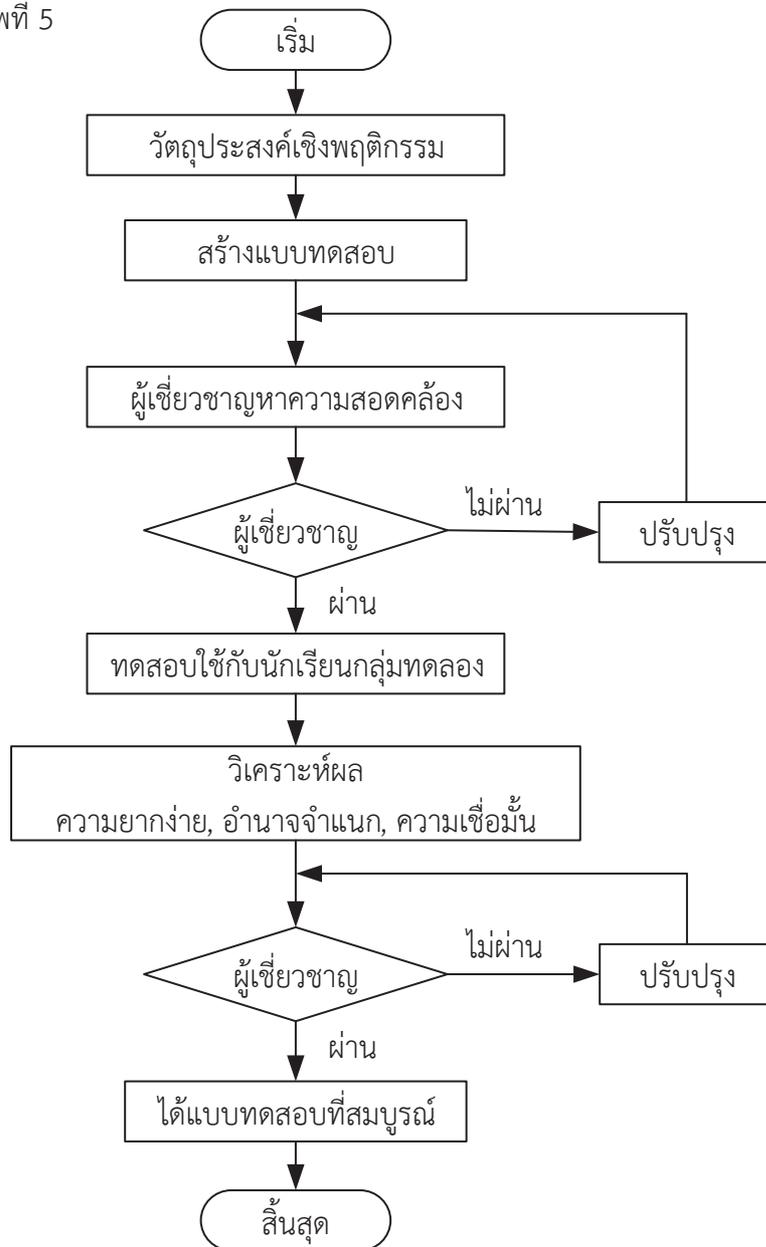


ภาพที่ 4 ชุดทดลองคัดแยกชิ้นงานด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ

4.2.1.3 การสร้างแบบทดสอบ แบ่งได้ 2 ส่วน คือ

4.2.1.3.1 แบบทดสอบวัดความก้าวหน้าในการเรียนการสอนหรือใบแบบฝึกหัดเป็นแบบทดสอบสำหรับวัดความก้าวหน้าของผู้เรียนในระหว่างการเรียนแต่ละหัวข้อเรื่อง

4.2.1.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยยึดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังภาพที่ 5



4.3 การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.3.1 กลุ่มประชากร

4.3.1.1 ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความชำนาญ มีประสบการณ์ในการทำงานหรือการสอนทางด้านระบบควบคุมอัตโนมัติ

4.3.1.2 นักศึกษาเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

4.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

4.3.2.1 ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความชำนาญ มีประสบการณ์ในการทำงานหรือการสอนทางด้านระบบควบคุมอัตโนมัติไม่ต่ำกว่า 5 ปี มีวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาโท จำนวน 15 คน

4.3.2.2 นักศึกษาเทคโนโลยีบัณฑิต วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี สาขาวิชาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ ที่ได้ลงทะเบียนเรียนวิชาระบบอัตโนมัติในการผลิต จำนวน 15 คน

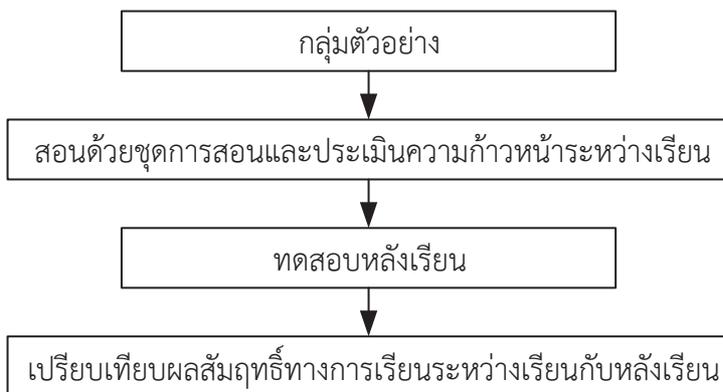
4.4 การดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล

ในขั้นดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล โดยผู้สอนที่สอนในรายวิชาระบบอัตโนมัติในการผลิต โดยรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพชุดการสอน

การวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิธีการดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลดังภาพที่ 7



224

ภาพที่ 7 วิธีการดำเนินการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. ผลการทดลอง

5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินคุณภาพชุดการสอนจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพชุดการสอนจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการสร้างชุดการสอนในรายวิชาระบบอัตโนมัติในการผลิตจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 15 ท่าน โดยแบ่งเป็น 3 ด้าน ดังนี้

5.1.1 ด้านประสิทธิภาพการสอน

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพชุดการสอนด้านประสิทธิภาพการสอนจากแบบ สอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ที่	หัวข้อการประเมินด้านประสิทธิภาพทางการสอน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.	ความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.70	0.48	ดีมาก
2.	ความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์การสอน	5.00	0	ดีมาก
3.	ความสะดวกในการดำเนินการสอน	4.60	0.7	ดีมาก
4.	ชุดประลองก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	5.00	0	ดีมาก
5.	ชุดประลองมีความสัมพันธ์กับใบประลอง	4.60	0.52	ดีมาก

ที่	หัวข้อการประเมินด้านประสิทธิภาพทางการสอน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
6.	ชุดประลองให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้	5.00	0	ดีมาก
7.	ชุดประลองก่อให้เกิดแรงจูงใจในการค้นคว้า	5.00	0	ดีมาก
8.	คุณค่าทางวิชาการที่ได้รับจากการใช้ชุดประลอง	5.00	0	ดีมาก
9.	ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการประลอง	4.80	0.42	ดีมาก
	ค่าเฉลี่ย	4.83	0.23	ดีมาก

5.1.2 ด้านการออกแบบชุดประลอง

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพชุดการสอนด้านการออกแบบชุดประลองจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ที่	หัวข้อการประเมินด้านการออกแบบชุดทดลอง	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.	ชุดประลองมีขนาดเหมาะสม	4.50	0.48	ดีมาก
2.	ความปลอดภัยในการใช้ขณะทำการประลอง	5.00	0	ดีมาก
3.	ความเหมาะสมของการจัดตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆบนชุดประลอง	4.80	0.28	ดีมาก
4.	ความแข็งแรงของชุดประลอง	4.80	0.28	ดีมาก
5.	ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและจัดเก็บ	4.50	0.54	ดีมาก
6.	ความสะดวกในการติดตั้งและถอดเก็บ	4.50	0.54	ดีมาก
7.	ความสะดวกในการบำรุงรักษา	3.80	0.28	ดีมาก
8.	วัสดุที่ใช้ในการผลิตชุดประลองที่มีความเหมาะสม	5.00	0	ดีมาก
9.	ชุดประลองมีจำนวนของอินพุต/เอาต์พุตที่เหมาะสม	5.00	0	ดีมาก
	ค่าเฉลี่ย	4.65	0.27	ดีมาก

5.1.3 ด้านคู่มือประกอบการเรียนการสอน

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพชุดการสอนด้านคู่มือประกอบการเรียนการสอนจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ที่	หัวข้อการประเมินด้านการออกแบบชุดทดลอง	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.	ใบเนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.50	0.24	ดีมาก
2.	เรียงลำดับเนื้อหาได้อย่างเหมาะสมเข้าใจง่าย	4.80	0.24	ดีมาก
3.	ศึกษาทำความเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.20	0.44	ดีมาก
4.	ใบทดลองสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.20	0.44	ดีมาก
5.	ข้อความในใบทดลองอ่านเข้าใจง่าย	3.80	0.28	ดีมาก
6.	แบบทดสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.00	0	ดี
7.	คำถามที่ใช้มีความชัดเจน	4.40	0.28	ดีมาก
8.	คำตอบมีเป้าหมายชัดเจน	4.60	0.24	ดีมาก
9.	เวลาในการทำแบบทดสอบ	4.20	0.24	ดีมาก
	ค่าเฉลี่ย	4.30	0.27	ดีมาก

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพชุดการสอนรวมทั้ง 3 ด้านจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 15 คน

ที่	หัวข้อการประเมินชุดการสอน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.	ด้านประสิทธิภาพการสอน	4.83	0.23	ดีมาก
2.	ด้านการออกแบบชุดทดลอง	4.65	0.27	ดีมาก
3.	ด้านคู่มือประกอบการเรียนการสอน	4.30	0.27	ดีมาก
	ค่าเฉลี่ย	4.59	0.25	ดีมาก

ตารางที่ 5 ผลการหาประสิทธิภาพชุดการสอน

รายการ	จำนวนคน (N)	ประสิทธิภาพชุดการสอน	
		ระหว่างเรียน	หลังเรียน
กลุ่มตัวอย่าง	15	90.5	82.62



6. สรุปผล และอภิปรายผล

6.1 สรุปผล

ผลการวิจัยจากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินคุณภาพชุดการสอนในแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการสร้างชุดทดลองการตัดแยกชิ้นงานด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ ได้ค่าเฉลี่ยรวมจากการประเมินคุณภาพชุดการสอนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 15 คน มีผล $\bar{x} = 4.59$ จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.25 ซึ่งมีความแตกต่างน้อย ผลการทดลองค่าความยากง่ายของแบบทดสอบที่นำไปใช้กับนักศึกษาในกลุ่มทดลอง $P = 0.52$ ซึ่งอยู่ในระดับความยากง่ายพอเหมาะ ผลการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ $R = 0.64$ ซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบที่ดีพอสมควรอาจต้องปรับปรุงบ้าง และผลการวิจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างพบว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 90.50/82.62 ซึ่งมีค่ามากกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ แสดงว่าชุดการสอนที่ได้จัดสร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพพอที่จะสามารถนำไปใช้สอนได้ เป็นไปตามสมมุติฐานที่คาดหวังไว้

6.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการหาคุณภาพชุดการสอนเรื่องการตัดแยกชิ้นงานด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ วิเคราะห์ระบบอัตโนมัติในการผลิตของผู้วิจัยที่สร้างขึ้นเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัยการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพชุดการสอนจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการสร้างชุดทดลองการตัดแยกชิ้นงานด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ มีการเก็บผลจำนวน 3 ด้านคือ ด้านประสิทธิภาพการสอน ด้านการออกแบบชุดประลอง และด้านคู่มือประกอบการเรียนการสอน ได้ค่าเฉลี่ยรวมจากการประเมินคุณภาพชุดการสอนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 15 คน $\bar{x} = 4.59$ จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.25 และจากผลการวิจัยหาประสิทธิภาพชุดการสอน โดยประสิทธิภาพตัวแรก ซึ่งได้จากคะแนนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน มีค่าเฉลี่ย ร้อยละ 90.50 และประสิทธิภาพตัวหลังซึ่งเป็นคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 82.62 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80/80 ซึ่งตามเกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอน และยอมรับว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพสูงเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพจากคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน สูงกว่าประสิทธิภาพจากคะแนนแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีความสอดคล้องกันกล่าวคือ หลังจากจบบทเรียนในแต่ละหัวข้อเรียบร้อยแล้วให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดทันที ซึ่งเนื้อหาในแต่ละส่วนนั้นมีน้อยทำให้นักศึกษาจำ และเข้าใจได้ดี แต่เมื่อทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ซึ่งมีเนื้อหามากอาจจะทำให้เกิดการลืมและสับสนในเนื้อหาที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน แต่จากผลการวิจัยก็ถือว่ายังมีผลการเรียนรู้ได้ดีและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

7. ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยศึกษาหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดทดลองการคัดแยกชิ้นงานด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ วิชาระบบอัตโนมัติในการผลิต ตามหลักสูตรเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ (ทล.บ.) พุทธศักราช 2563 สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในด้านต่าง ๆ ดังนี้

7.3.1 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

1) ผู้ใช้ชุดการสอนควรมีการศึกษาคู่มือการใช้งานอย่างละเอียด หรือมีการอบรมก่อนการใช้ชุดการสอนเรื่องการคัดแยกชิ้นงานด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ

7.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1) ควรลองใช้อุปกรณ์ควบคุมหรืออุปกรณ์ตรวจจับชนิดอื่นบ้าง
2) ควรมีการศึกษาวิจัยในการสร้างชุดการสอนการควบคุมอัตโนมัติทางอุตสาหกรรมในหน่วยการสอนที่ยังไม่ได้จัดสร้างให้ครบทุกหน่วยการเรียนรู้ เพื่อจะได้ชุดการสอนที่สมบูรณ์ทั้งรายวิชา

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมการจัดหางาน. (2560). ยุทธศาสตร์การแก้ไขและป้องกันการขาดแคลนแรงงาน พ.ศ. 2560 – 2564. กองบริหารข้อมูล. กระทรวงแรงงาน.
- [2] พลวุฒิ จตุราวิชานนท์. (2562). การคัดแยกของเสียอัตโนมัติในกระบวนการผลิตหัวอ่านเขียนด้วยวิธีการประมวลผลภาพดิจิทัลและการจัดจํารูปแบบ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. คณะวิศวกรรมศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [3] กฤษณ์ โชติพันธ์ มหิตล สุรีย์พรรณ อธิติเดช ชัยสิทธิ์ จรัส จุนเด็น และวรพงษ์ ภาราทอง. (2565). การสร้างชุดทดลองสายพานลำเลียงควบคุมด้วยอินเวอร์เตอร์ ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์. วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1. ปีที่ 7 ฉบับที่ 1. 125-130.
- [4] สนิท ขวัญเมือง. (2564). ชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. ปีที่ 20 ฉบับที่ 1. 53-63.
- [5] ณัฐวิษั สุขสง สุรินทร์ โกศลสมบัติ สมนึก ดำนุ้ย อนุชิต สิงห์จันทร์ และชาญชัย แสงโพธิ์. (2562). การหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่อง การควบคุมเซอร์โวนิวแมติกส์ด้วย PLC. วารสารวิจัยและนวัตกรรม สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร. ปีที่ 2 ฉบับที่ 2. 60-72.



- [6] กฤษณ์ สุกุลวินกร. (2565). ระบบฝาแฝดดิจิทัลสำหรับอุปกรณ์คัดแยกวัตถุอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี โลกเสมือนจริง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาระบบกายภาพที่เชื่อมประสานด้วย เครือข่ายไซเบอร์. บัณฑิตวิทยาลัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [7] ปิยะวัฒน์ ศรีธรรม ณิชพงษ์ บุษงา วีระชัย บุญเพิ่ม และสนอง ดีสม. (2564). เครื่องคัดแยกวัสดุอัตโนมัติในสายพานลำเลียงควบคุมด้วยระบบพีแอลซี. วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีควบคุมอัตโนมัติ. ปีที่ 7 ฉบับที่ 1. 49-59.