การพัฒนาชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ

ภควัต เกอะประสิทธิ์[1*]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาและประเมินคุณภาพชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและ การจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพการชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ และ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา ไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ประยุกต์ ชั้นปีที่ 1/2564 จำนวนทั้งหมด 34 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดจำลอง แบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ใบประเมินคุณภาพชุดฝึก สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการประเมินการคุณภาพชุดจำลองโดยผู้เชี่ยวชาญคุณภาพด้านกายภาพอยู่ในระดับดีมากมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.31, S.D. = 0.69) คุณภาพด้านการใช้งานอยู่ในระดับดีมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.48, S.D. = 0.71) และคุณภาพด้านใบงานทดลองอยู่ในระดับดีมากมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.66, S.D. = 0.58) 2) ผลการหาประสิทธิภาพชุดจำลองเมื่อนำไปใช้กับกลุ่มผู้เรียนมีค่าเท่ากับ 90.65/93.01 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และ 3) นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมติฐานการวิจัย ดังนั้นชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นสามารถนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมเครื่องกลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การคัดแยกสี ; ชุดจำลอง ; ระบบอัตโนมัติ ; สายพานลำเลียง

---

[1] อาจารย์ประจำ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. +668 3444 5656 อีเมล: pakawat.k@rmutp.ac.th

Development of Color Sorting Simulators on Conveyor Systems and Automated Storage

Pakawat Kerpasit [1*]

Abstract

The objectives of this research were to 1) develop and evaluate the quality of the simulator for the color sorting on the conveyor system and automatic storage of goods 2) determine the efficiency of the simulation of color sorting on the conveyor system and the automatic storage of goods; and 3) compare the learning achievements before and after the tests. The sample group in this research was 34 undergraduate students at year 1/21, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, who registered for the course Hydraulics and Applied Pneumatics. They were randomized sampling whereas the research tools included a simulated model, during and after class tests, quality assessment certificates, and the statistics for analyzing the data; the mean and standard deviation. The studied results showed as the follows 1) The results of the assessment of the quality of the training kits by the experts in the physical quality field were in a range of very good, with average values and SD correspond to ($\overline{X}$ = 4.31, S.D.= 0.69) respectively. The results of functional quality were also at a good level with average values and SD equal to ($\overline{X}$ = 4.48, S.D. = 0.71) respectively. While the results of the quality assessment for the experimental sheet were evaluated at a very good level, with average values of ($\overline{X}$ = 4.66, S.D. = 0.58. 2) The efficiencies of the training sets and experimental worksheets when applied to the learners were 90.65/93.01, which were followed the threshold set at 80/80. Also 3) Students had a statistically significantly higher level of academic achievement after school than before at the .01 accordingly to the hypothesis set. Therefore, the developed color sorting model on the conveyor system and the automated storage system could be further applied effectively as a combination part in the teaching courses in the field of mechanical engineering.

Keywords: Color sorting ; Simulation kit ; Automation conveyor belt

---

[1] Instructor, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

[*] Corresponding Author, Tel. +668 3444 5656 e-mail: pakawat.k@rmutp.ac.th

1. บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (Nation Education Act B.E.1999) [1] กำหนดนโยบายการศึกษาที่สำคัญต่อการปฏิรูปการศึกษา โดยจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ 3 ด้าน คือด้านความรู้ ด้านเจตคติและด้านทักษะ ผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องกับวงการการศึกษาทุกคนต้องรู้แนวทางการจัดการศึกษา เพื่อวางแผนและเตรียมการจัดกระบวนการการเรียนรู้ให้ให้แก่ผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม จึงควรจัดกระบวนการเรียนรู้และกิจกรรมที่สอดคล้องกับความสนใจความถนัดของผู้เรียน และความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยมีการฝึกทักษะ กระบวนการคิด การประยุกต์นำความรู้ไปใช้ การแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการผสมผสานความรู้ในด้านต่าง ๆ กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนนั้นสามารถในการเรียนรู้สามารถพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด

การเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นวิธีการจัดการศึกษาที่เพิ่มบทบาทของผู้เรียนและลดบทบาทของผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนอง ก่อให้เกิดทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งเป็นทักษะหนึ่งของการเรียนในศตวรรษที่ 21 [2] ทั้งนี้ผู้สอนต้องปรับแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเองจากสื่อต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย

ปัจจุบันการควบคุมระบบอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม อุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในโรงงานอุตสาหกรรมและระบบขับเคลื่อนเครื่องจักรกลจะเน้นใช้วิธีการประหยัดพลังงานและการผลิตด้วยกระบวน การอัตโนมัติซึ่งจะทำให้ผู้ผลิตสินค้ามีคุณภาพและได้มาตรฐาน [3]

การเปลี่ยนแปลงแบบดิจิทัลของระบบอัตโนมัติ และการเปลี่ยนข้อมูลในการผลิต อันเนื่องมาจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศและซอฟต์แวร์ [4]

การควบคุมระบบการทำงานของเครื่องจักรในอุตสาหกรรมตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ซึ่งการใช้ระบบนิวแมติกส์ในการควบคุมเพื่อให้เกิดความสะดวกในการทำงาน การออกแบบวงจรและควบคุมทำได้ง่าย ตลอดจนระบบนิวแมติกส์ยังมีความปลอดภัยสูง ระบบนิวแมติกส์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นระบบควบคุมอัตโนมัติ เป็นระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ [5]

การจัดการเรียนการสอน ในการควบคุมระบบอัตโนมัติ และโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม และหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร สาขาวิศวกรรมเครื่องกล และสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ในรายวิชาเช่น วิชา ไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ประยุกต์ วิชาระบบอัตโนมัติ และวิชาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับศึกษาและการปฏิบัติเกี่ยวกับชิ้นส่วนอุปกรณ์ ไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์พร้อมกับการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานระบบอัตโนมัติ [6]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะการพัฒนาชุดจำลองกระบวนการผลิตร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนและฝึกทักษะเกี่ยวกับระบบควบคุม ซึ่งในปัจจุบันยังขาดแคลนชุดฝึก ไม่เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษาทำให้นักศึกษาไม่ได้รับความรู้อย่างทั่วถึงเนื่องจากต้องจัดนักศึกษาจำนวนหลายคนต่อกลุ่ม ซึ่งชุดจำลองกระบวน การผลิตร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่สร้างขึ้นนี้สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนและใช้ฝึกทักษะให้กับนักศึกษา หรือผู้สนใจเพื่อจะได้นำความรู้ดังกล่าวไปใช้งานในสถานประกอบการต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาและประเมินคุณภาพชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ สำหรับใช้เป็นสื่อการสอน

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพการชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 การพัฒนาชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติที่สร้างขึ้นมีผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีขึ้นไป 3.51

3.2 การพัฒนาชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ไม่ต่ำกว่า 80/80

4. กรอบแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย

4.1 นำชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติไปประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

4.2 กรอบแนวคิดการหาประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยใช้แนวคิดของ ชัยยงค์ [8] โดยจะนำชุดจำลองที่ผ่านการประเมินคุณภาพไปใช้กับผู้เรียน ให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ผลเฉลี่ยของคะแนนการปฏิบัติงาน คือมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ไม่ต่ำกว่า 80/80

4.3 ตัวแปรในการวิจัย

4.3.1 ตัวแปรต้นในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ

4.3.2 ตัวแปรตามในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ค่าดัชนีประสิทธิผลของผู้เรียนที่ได้เรียนโดยใช้ชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ

5. ขอบเขตของการวิจัย

5.1 ขอบเขตด้านประชากรที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้า

กลุ่มประชากรเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 3 และ 4 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ประยุกต์ และรายวิชาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในปีการศึกษา 1/2564 จำนวน 34 คน

5.2 ขอบเขตด้านชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้า ประกอบด้วย

5.2.1 ชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้า

5.2.2 ใบงานทดลองไม่น้อยกว่า 20 ใบงาน

5.2.3 สื่อการสอน Power point โปรแกรมจำลองวงจรควบคุม Automation Studio 6.2

5.2.4 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ GX-WORK 3

5.3 ขอบเขตด้านประเมินคุณภาพชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้า

การสร้างชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าใช้การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับงานด้านการออกแบบระบบควบคุมอัตโนมัติ การออกแบบระบบไฮดรอลิกส์ และนิวแมติกส์ไฟฟ้าควบคุม สาขาวิศวกรรมเครื่องกล สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า และ สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและคณะวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 7 ท่าน ซึ่งมีประสบการณ์การสอน

มาแล้วไม่ต่ำกว่า 10 ปี โดยเชิญผู้เชี่ยวชาญมาประเมินใช้วิธีชี้แจงรายละเอียดต่าง ๆ แล้วทำการสาธิตการทำงานของชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้า

5.4 ขอบเขตด้านตัวแปร

5.4.1 ตัวแปรต้นในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ การสอนโดยใช้ชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้า เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี

5.4.2 ตัวแปรตามในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ค่าดัชนีประสิทธิภาพของผู้เรียนโดยใช้ชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้า

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองซึ่งมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

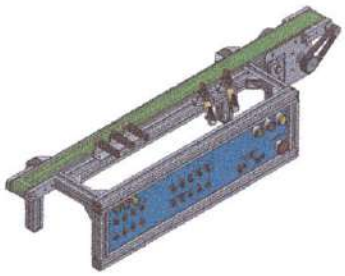
6.1 กระบวนการพัฒนาชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติโดยมรรายละเอียดดังนี้

6.1.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับชุดฝึกในรูปแบบต่าง ๆ พร้อมสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง ในเรื่องของการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยไฟฟ้า เซนเซอร์อุตสาหกรรม อินเวอเตอร์ เซอโวมอเตอร์ และ PLC โดยการออกแบบได้คำนึงถึงเรื่องการฝึกทักษะในการต่อวงจรควบคุมไฟฟ้า และการเขียนโปรแกรมควบคุมโดย PLC
เครื่อง

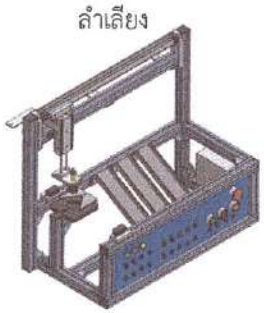
6.1.2 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ

6.1.3 ออกแบบเนื้อหา ใบทดสอบ และแบบทดสอบที่สอดคล้องและครอบคลุมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง

6.1.4 ออกแบบสร้างชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 1 และ 2



รูปที่ 1 แบบจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียง

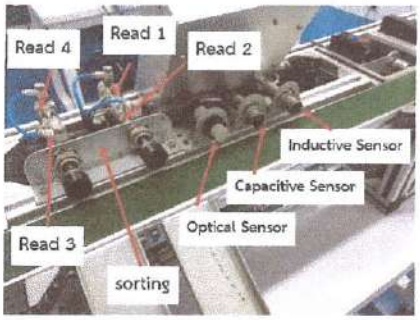


รูปที่ 2 แบบจำลองการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ

6.1.5 จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ

6.1.6 ดำเนินการสร้างชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ โดยสามารถอธิบายส่วนประกอบชุดจำลองแต่ละส่วนได้ดังนี้ 1) (a) โครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ปลอดสนิม ขนาด 60 x 20 x 30 cm และมีร่องสำหรับยึดสกรูขนาด 30 mm และมีอุปกรณ์ประกอบร่วมได้แก่กระบอกสูบ จำนวน 2 ตัว และ แม็กเนติกเซนเซอร์ (Read switch) ติดตั้งที่กระบอกสูบ จำนวน 2 ตัว วาล์วควบคุมความอัตราการไหล (Floe Control Valve) จำนวน 2 ตัว วาล์วควบคุมทิศทาง 5/2 แบบโซลินอยด์วาล์ว จำนวน 3 ตัว มอเตอร์ขับสายพาน จำนวน 1 ตัว มีเซนเซอร์ตรวจจับ

3 ตัว มีแผงควบคุมประกอบด้วย สวิตช์ปุ่มกด หลอดไฟ มีจุดต่อที่มีลักษณะเป็นเซฟตี้ปลั๊กขนาด 4 mm และแหล่งจ่าย ไฟกระแสตรงขนาด 24 VDC แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ชุดคัดแยกสีและระบบสายพานลำเลียง

และ b) โครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ปลอดสนิม ขนาด 60 x 20 x 45 cm และมีร่องสำหรับยึดสกรูขนาด 30 mm และมีอุปกรณ์ประกอบร่วมได้แก่ กระบอกสูบ จำนวน 2 ตัว และ แม็กเนติกเซนเซอร์(Read switch) ติดตั้งที่กระบอกสูบ จำนวน 2 ตัวVacuum 1 ตัว วาล์วควบคุมความอัตราการไหล (Floe Control Valve) จำนวน 2 ตัว วาล์วควบคุมทิศทาง 5/2 แบบโซลินอยด์วาล์ว จำนวน 1 ตัว เซอร์โวมอเตอร์ควบคุมตำแหน่ง จำนวน 1 ตัว มี (Read switch) ติดตั้งที่กระบอกสูบแบบแบบ Rod less 4 ตัว มีแผงควบคุมประกอบด้วย สวิตช์ปุ่มกด, หลอดไฟ มีจุดต่อที่มีลักษณะเป็นเซฟตี้ปลั๊กขนาด 4 mm และแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงขนาด 24 VDC แสดงดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 ชุดการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ

6.1.7 คณะผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและคุณภาพของสื่อ

6.1.8 นำสื่อไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 34 คน เพื่อหาประสิทธิภาพสื่อ

6.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยเป็นนักศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 และ 4 สาขาวิชาวศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปีการศึกษาที่ 2564 จำนวน 34 คน

6.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

6.3.1 ชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติมีเนื้อหาและใบงาน 20 ใบงาน

6.3.2 แบบประเมินชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ แบบประเมินประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) ด้านกายภาพ 2) ด้านการใช้งาน และ 3) ด้านใบทดลอง

6.3.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ เป็นแบบตัวเลือก 50 ข้อ โดยผู้วิจัยนำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 7 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิง (Index of Consistency) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 ค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.50 – 0.78 มีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.22 – 0.69 และค่าความเชื่อมั่น 0.72

6.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

6.4.1 นำชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ ทดลองใช้กับนักศึกษาโดยมีรายละเอียดดังนี้

1) อธิบายชี้แจงให้กับนักศึกษาเกี่ยวกับขอบเขตเนื้อหา การปฏิบัติงานตามใบงานทดลอง และทำแบบทดสอบก่อนเรียน

2) ดำเนินการสอนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติที่สร้างขึ้น

3) หลังการเรียนเสร็จให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์

4) นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ แบบประเมินไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ

5) นำผลคะแนนที่ได้จากการปฏิบัติตามใบงานทดลองมาวิเคราะห์ผลตามหลักการทางสถิติ

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลตามหลักการทางสถิติโดยมีประเด็นในการวิเคราะห์ดังนี้

7.1 วิเคราะห์หาคุณภาพของชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ [7] การวิเคราะห์ข้อมูลได้นำผลจากการประเมินคุณภาพแสดงความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ซึ่งมีสูตรดังนี้ ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สำหรับหาค่ากึ่งกลางของข้อมูลแบบต่อเนื่องหรือข้อมูลที่มีค่าเป็นเลขทศนิยม สูตรที่ใช้คือ

$$\overline{X} = \frac{\sum x}{N} \qquad (1)$$

เมื่อ $\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนน

N คือ จำนวนประชากรทั้งหมด

ค่า $\overline{X}$ ที่ได้จากการประเมินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1.00-5.00 ซึ่งมีความหมายต่าง ๆ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง ดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง ดี

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง พอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง ปรับปรุง

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง ควรปรับปรุง

การหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) S.D. เป็นค่าสถิติที่ใช้วัดการกระจายของคะแนนในกลุ่มเพื่อบอกให้ทราบว่าคะแนนในกลุ่มแตกต่างกันมากน้อยแค่ไหน ถ้าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าสูง แสดงว่าคะแนนของกลุ่มนั้นกระจายกว้าง ห่างกันมากซึ่งก็หมายความว่าคะแนนในกลุ่มนั้นมีสภาพต่างกันมาก และถ้าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าต่ำแสดงว่าคะแนนของกลุ่มนั้นกระจายกว้างห่างกันน้อย ซึ่งก็หมายความว่าคะแนนในกลุ่มนั้นมีสภาพต่างกันน้อย โดยใช้สูตรดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \overline{X})^2}{N - 1}} \qquad (2)$$

เมื่อ S.D. คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X คือ ค่าข้อมูลแต่ละจำนวน

$\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละจำนวน

N คือ จำนวนประชากรทั้งหมด

7.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ

ในการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกโดยใช้เกณฑ์ E_1/E_2 เป็นวิธีการที่สามารถใช้วัดประสิทธิภาพชุดฝึกในการเรียนการสอนได้ทั้งภาพรวมและสาวนย่อยเป็นรายวัตถุประสงค์ทำให้ได้มาเป็นเครื่องตัดสินใจได้เกณฑ์ที่ใช้คือ E_1/E_2 อาจเท่ากับ 80/80 หรือ 90/90 โดยมีวิธีคำนวณหาค่าร้อยละโดยสูตรต่อไปนี้

$$E_1 = \left(\frac{\sum x / N}{A} \right) \times 100 \qquad (3)$$

โดยที่

E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดฝึกคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียน

$\sum x$ คือ คะแนนจากทำแบบทดสอบแต่ละใบงานระหว่างเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบใบงานทดลอง

N คือ จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \left(\frac{\sum f / N}{A} \right) \times 100 \qquad (4)$$

โดยที่

E_2 คือ ประสิทธิภาพของของผลลัพธ์คิดเป็นอัตราส่วนจากการทำแบบทดสอบรวมหลังเรียน

$\sum f$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบรวมหลังเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน

8. ผลการวิจัย

8.1 ผลการประเมินชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ จากผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพ

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านการเรียนการสอน	4.43	0.53	ดี
2. ด้านสื่อการสอนโปรแกรมจำลอง	4.86	0.38	ดีมาก
3. ด้านความแข็งแรงของโครงสร้างชุดฝึก	4.29	0.76	ดี
4. ด้านขนาดรูปร่างของชุดฝึก	4.00	0.82	ดี
5. ด้านการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ชุดฝึก	4.14	0.90	ดี
6. ด้านการจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ชุดฝึก	4.14	0.69	ดี
7. ด้านการวัดและประเมินผล	4.29	0.76	ดี
ค่าผลเฉลี่ย	4.31	0.69	ดี

จากตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ พัฒนาขึ้นจะถูกประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน ซึ่งพบว่า ชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติที่สร้างขึ้นในภาพรวมมีคุณภาพความเหมาะสมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 ซึ่งผลการเปรียบเทียบทั้ง 7 ด้าน พบว่า ด้านสื่อการสอนโปรแกรมจำลองมีความเหาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 และ ด้านขนาดรูปร่างของชุดฝึกมีความเหมาะสมน้อยที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 ดังนั้นชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นสามารถนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 2 การประเมินคุณภาพด้านการใช้งานของชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านสื่อโปรแกรมจำลอง			
มีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.57	0.79	ดีมาก
ผลลัพธ์มีความถูกต้อง	4.29	0.95	ดี
ใช้งานง่ายสะดวก	4.14	0.90	ดี
เหมาะสมกับเนื้อหาการสอน	4.71	0.49	ดีมาก
ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้	4.29	0.76	ดี
ค่าผลเฉลี่ย	**4.40**	**0.78**	**ดี**
2. ด้านสื่อชุดจำลอง			
ชุดทดลองสอดคล้องกับเนื้อหา	4.86	0.38	ดีมาก
การออกแบบ/ถูกต้อง	4.71	0.49	ดีมาก
จำนวนชุดทดลองเหมาะสม	4.00	0.82	ดี
ความชัดเจนของสัญญาลักษณ์อุปกรณ์	4.43	0.79	ดี
ความสะดวกในการใช้งาน	4.57	0.79	ดีมาก
ค่าผลเฉลี่ย	**4.51**	**0.65**	**ดีมาก**
3. ด้านสื่อของจริง			
โครงสร้างการออกแบบถูกต้อง	4.57	0.53	ดีมาก
มีคุณภาพที่ใช้ในการสอนได้	4.71	0.49	ดีมาก
ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน	4.57	0.79	ดีมาก
กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	4.57	0.79	ดีมาก
ความสะดวกในการเก็บและบำรุงรักษา	4.14	0.90	ดี
ค่าผลเฉลี่ย	**4.51**	**0.70**	**ดีมาก**
รวมค่าผลเฉลี่ย	**4.48**	**0.71**	**ดี**

จากตารางที่ 2 แสดงผลของชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติด้านการใช้งานในภาพรวม มีความเหมาะสมระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 ซึ่งผลการเปรียบเทียบทั้ง 3 ด้าน พบว่า 1) ด้านสื่อชุดจำลอง การประเมินคุณภาพมีความเหมาะสมระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 ส่วนชุดทดลองมีการประเมินมีความเหมาะสมระดับดีมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 และ จำนวนชุดทดลองมีความเหมาะสมระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 2) ด้านสื่อของจริง ตรงประเด็นคุณภาพมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 ส่วนโครงสร้างการออกแบบถูกต้อง ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน และกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน มีความเหมาะสมระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 และความสะดวกในการเก็บและบำรุงรักษา มีความเหมาะสมระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 และ 3) ด้านสื่อโปรแกรมจำลองการประเมินคุณภาพมีความเหมาะสมอยู่ระดับดีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ด้านสื่อชุดจำลองมีความเหมาะสมกับเนื้อหาการสอน ระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 และ การใช้งานง่ายสะดวกมีความเหมาะสมระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14

ตารางที่ 3 การประเมินคุณภาพด้านใบงานทดลองของชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. รูปแบบและรายละเอียดของใบงาน	4.71	0.49	ดีมาก
2. จำนวนใบงานครอบคลุมเนื้อหา	4.86	0.38	ดีมาก
3. ความถูกต้องของจุดประสงค์การสอน	4.86	0.38	ดีมาก
4. รูปภาพ-ใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.29	0.95	ดี
5. เนื้อหาของใบงานกับเวลาที่ใช้ปฏิบัติงานชุดฝึก	4.71	0.76	ดีมาก
6. ใบงานการออกแบบและต่อวงจร	4.86	0.38	ดีมาก
7. ความเหมะสมของเนื้อหา	4.57	0.53	ดีมาก
8. ความเหมาะสมโดยรวมของใบงาน	4.43	0.79	ดี
ค่าผลเฉลี่ย	4.66	0.58	ดีมาก

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพด้านใบงานทดลองที่สร้างขึ้นในภาพรวมมีคุณภาพมีความเหมาะสมอยู่ระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ซึ่งผลการเปรียบเทียบ พบว่า จำนวนใบงานครอบคลุมเนื้อหา, ความถูกต้องของจุดประสงค์การสอนและใบงานการออกแบบและต่อวงจร อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 ส่วนความเหมาะสมโดยรวมของใบงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และรูปภาพ-ใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29

8.2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติกับกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การหาประสิทธิภาพของชุดจำลอง

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	คิดเป็นร้อยละ
1. คะแนนการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน	34	50	45.32	90.65
2. คะแนนการปฏิบัติใบงานรวมหลังเรียน	34	80	74.41	93.01

จากตารางที่ 4 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ พบว่า คะแนนการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน (E_1) คะแนนที่ได้มีค่าเฉลี่ย 90.65 คะแนน การปฏิบัติใบงานรวมหลังเรียน (E_2) คะแนนที่ได้มีค่าเฉลี่ย 93.01 คะแนน ผลที่ได้คือ 90.65/93.01 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ดังนั้นชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นสามารถนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม

8.3 ผลการเปรียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นใช้กลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 3 และ 4 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาไฮดรอลิกส์และ นิวแมติกส์ประยุกต์ และรายวิชาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ในปีการศึกษา 1/2564 จำนวน 34 คน

ตารางที่ 5 ผลคะแนนของการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ

การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	$\overline{X}$	S.D.	t	Sig
ก่อนเรียน	34	14.85	4.55	14.67	0.00*
หลังเรียน	34	30.40	3.05		

*p<.01

จากตารางที่ 5 พบว่านักศึกษาที่เรียนด้วยชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติมีคะแนนเฉลี่ยการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

9. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง เรื่อง การพัฒนาชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติสรุปได้ดังนี้

9.1 ผลการประเมินชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ จากผู้เชี่ยวชาญมีคุณภาพความเหมาะสมอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\overline{X}$ = 4.31, S.D. = 0.69) คุณภาพด้านการใช้งาน อยู่ในระดับดีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\overline{X}$ = 4.48, S.D. = 0.71) และคุณภาพด้านใบงานทดลองอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\overline{X}$ = 4.66, S.D. = 0.58) ซึ่งสอดคลองกับงานวิจัยของ สนิท [8] ได้ทำการวิจัยเรื่องชุดโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ผลการวิจัยพบว่า มีคุณภาพภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.53, S.D. = 0.23) และสอดคล้องกับน้ำฝนและคณะ [9] ที่พบว่ากิจกรรมการจัดการเรียนการสอนที่มีความหลากหลายที่เสริมสร้างความสนใจกับผู้เรียนให้เกิดการบูรณาการความรู้ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมทั้งนี้เพราะว่าชุดจำลองที่สร้างขึ้น เป็นชุดที่จัดสร้างอย่างเป็นระบบตามแนวทางการออกแบบสื่อการเรียนการสอนและได้ผ่านการตรวจสอบและคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนำ ไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

9.2 ชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติมีประสิทธิภาพ E_1: E_2 เท่ากับ 90.65/93.01 ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ 80/80 ทั้งนี้เนื่องจาก ชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติมีการทบทวน และการวัดประเมินผล และมีการนำเสนอข้อมูลอยู่ในลักษณะสื่อหลาย ๆ อย่าง ทั้งใบงาน ใบความรู้ ใบมอบหมายงาน โดยนักศึกษาสามารถใช้เรียนกับชุดจำลองด้วยตนเองตามความสามารถของผู้เรียน จากการพัฒนาชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติครั้งนี้พบว่าผลการทดสอบประสิทธิภาพ ชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ มีค่าสถิติคะแนนการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน E_1 เท่ากับ 90.65 และค่าสถิติจากคะแนนการปฏิบัติใบงานรวมหลังเรียน E_2 เท่ากับ 93.01 มีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ ไม่ต่ำกว่า 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมติฐานที่ตั้งไว้สอดคล้องกับงานวิจัยของโชติก [10] ได้ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ผลการวิจัยพบว่า ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต มีประสิทธิภาพ E1/E2เท่ากับ 80.29/82.35 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชาญชัยและคณะ [11] ได้ทำวิจัยเรื่องชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทลรเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทลรเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ มีประสิทธิภาพ E1/E2เท่ากับ 81.22/88.80 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

9.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทดสอบก่อนและหลังใช้ชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียง

และการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติได้พัฒนาและปรับปรุงจนมีคุณภาพและประสิทธิภาพ มีการออกแบบบทเรียน การใช้เนื้อหาที่ง่ายต่อการเรียน มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ไพบูลย์ [12] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษีด้วย SDCC บน MCS-51 มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษีด้วย SDCC บน MCS-51 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน พบว่า คะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของโอสถ [13] ได้ทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดบทเรียนออนไลน์เรื่องการทำความเย็นและปรับอากาศใช้กับผู้เรียนระดับปริญญาตรี พบว่าผู้เรียนได้คะแนนการทดสอบสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐพล [14] ได้ทำงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดสื่อการเรียนรู้ ด้วยตนเองนอกเวลาเรื่องระบบนิวแมติกส์ใช้มัลติมีเดียกับผู้เรียน ครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม โดยทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่ามีผลต่อผู้ใช้ในการเรียนรู้ ด้วยตนเองสูงขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของทรงธรรม และบรรเลง [15] ได้ทำงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดการสอนสมรรถนะรายวิชาคณิตศาสตร์ยานยนต์ พบว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างได้มีการเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนตามใบงานทดลองที่มีการออกแบบและครอบคุมเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ทำให้ง่ายต่อการเข้าใจและผู้สนใจสามารถนำชุดฝึกนี้ไปสร้างและพัฒนาเพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการเรียนการสอนต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1) ผู้สอนควรพัฒนาบทเรียนให้มีการประยุกต์ใช้งานเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้นักศึกษาสามารถเข้าใจได้อย่างชัดเจน

2) ก่อนใช้ชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ ควรมีการแนะนำให้นักเรียนเข้าใจในการใช้สื่อ และทำความคุ้นเคยกับชุดฝึกเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งาน

3) ขณะที่ผู้เรียนใช้ชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียงและการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ ผู้สอนควรควบคุมดูแลนักเรียนให้เป็นไปตามการสอนและตามเวลาที่กำหนด เพื่อป้องกัน ไม่ให้ผู้เรียนขาดความสนใจในการใช้สื่อ

4) ควรทำการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตหรือสังคมออนไลน์ เพื่อติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือในการจัดทำบทความนี้ซึ่งได้ช่วยให้บทความนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

[1] Office of The Education Commission, National Education Act 1999 and more amended, Bangkok: Sahamit, 1999. (In Thai).

[2] R. Watthan and N. Ruangrit, "Verdian E-Jounal Silpakorn University," *A Development of Photograph Learning Activities Using Synectics with Social Media*

Learning to Enhance Creative of Photography for Undergraduate Silpakorn University, vol. 11, no. 2, pp. 1040-1055, 2020. (In Thai).

[3] T. Poorahong and S. Prainetr, "The control of a robot arm using speed pulse control method," *Narasuan University Journal*, vol. 18, no. 1, pp. 70-73, 2010. (in Thai).

[4] A. Ustundag and E. Cevikcan, Industry 4.0: Managing The Digital Transformation, Istanbul: Springer Nature Switzerland AG, 2018.

[5] D. Maneetham, Pneumatics System, Bankkok: SE-ED, 2017. (in Thai).

[6] Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, "Bachelor of Industrial Technology Program in Mechanical Engineering," Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bankkok, 2013. (in Thai).

[7] C. Brahmawong, "Developmental Testing of Media and Instructional Package," *Silpakorn Educational Research Journal*, vol. 5, no. 1 : January - June 2013, pp. 5-20, 2013. (in Thai).

[8] S. Khwanmuang, "PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER TRAINING SET," *Journal of Industrial Education*, vol. 20, no. 3 : September-December, pp. 80-90, 2021. (in Thai).

[9] N. Koocharoenpisal, R. Kwanmuang and L. Maiam, "A DEVELOPMENT OF THE SCIENCE ACTIVITY PACKAGE USING STEM EDUCATION APPROACH ON WATER TREATMENT FOR LOWER SECONDARY STUDENTS," *Srinakharinwirot Research and Development (Journal of Humanities and Social Scienecs)*, vol. 11, no. 21 : January - June 2019, pp. 23-38, 2019. (in Thai).

[10] S. Subdee, "Lessons Learned Through the Internet for Review About Robot Programming," National Conference on Educational Technoloyg, Bangkok : King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 2014. (in Thai).

[11] C. Sangpho, W. Sunthonkanokpong and P. Supavarasuwat, "A LABORATORY SET OF A MICROCONTROLLER FOR CONTROLLING A ROBOT," *Journal of Industrial Education*, vol. 15, no. 2 : May-August 2016, pp. 126-130, 2016. (in Thai).

[12] P. Pongwongtragull, "A Construction of C Programming Laboratory Set With SDCC on MCS-51," *Journal of Industrial Education*, vol. 11, no. 3 : June-September, pp. 68-79, 2012. (in Thai).

[13] O. Khonsue, "The development of chiller system simulator package for refrigeration and air- conditioning coures, Faculty of Industry and Technology, Rajamangala University of Technology Isan," *RMUTSB Acad. J. (HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES)*, vol. 4, no. 2 : July-December 2019, pp. 199-208, 2019. (in Thai).

[14] N. Phrompuwong, "The development of self- directed supplementary learning

module on pneumatics system," *ITED Journal*, vol. 26, no. 89, pp. 66-67, 2014. (in Thai).

[15] S. Deevanichsakul and B. Sramoon, "The Instructional Package Development to Subject Competency in Automotive Mathematics of Vocational Certificate Curriculum B.E.2556 Office of the Vocational Education Commission," *ITED Journal*, vol. 28, no. 97, pp. 81-84, 2016. (in Thai).