

Journal of Digital Education and Learning Engineering

ดำเนินการวารสารโดย สมาคมการศึกษาดิจิทัลและวิศวกรรมการเรียนรู้

ชุดการเรียนรู้การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุบนสายพานลำเลียงแบบลาดเอียง

An Object Movement Control of Incline Decline Belt Conveyors Learning Kit

สุภัทรชัย โภคภิรมย์ และ ณภัทร โพธิ์ทอง*

Supadtarachai Phokphirom & Napat Pothong*

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand

Received: December 7, 2025 Revised: December 13, 2025 Accepted: December 18, 2025

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้การควบคุมการเคลื่อนที่บนสายพานลำเลียงแบบลาดเอียง โดยได้จำลองการแก้ปัญหาในภาคอุตสาหกรรมที่มีการใช้งานสายพานลำเลียงหลายประเภท แต่การขนย้ายวัสดุระหว่างระดับความสูงที่แตกต่างกันยังต้องอาศัยการควบคุมที่มีประสิทธิภาพเพื่อลดการสูญเสียและเพิ่มความแม่นยำ ในกระบวนการเรียนการสอนด้านการควบคุมการเคลื่อนที่และตำแหน่งจำเป็นต้องมีสื่อการสอนที่ช่วยให้นักศึกษาได้เรียนรู้จากสถานการณ์จริงมากขึ้น ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์หลัก คือ 1) เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุบนสายพานลำเลียงแบบลาดเอียง 2) เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยมีชุดการเรียนรู้การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุบนสายพานลำเลียงแบบลาดเอียงในการเรียนรู้ 3) เพื่อประเมินการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการเรียนรู้รายวิชาควบคุมการเคลื่อนที่และตำแหน่งโดยมีชุดการเรียนรู้การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุบนสายพานลำเลียงแบบลาดเอียงในการเรียนรู้ ขอบเขตของการศึกษารอบคลุมการออกแบบและสร้างต้นแบบชุดการเรียนรู้ การทดสอบการทำงานของเซนเซอร์และระบบควบคุม รวมถึงการประเมินผลการใช้งานจริงในชั้นเรียน โดยเป้าหมาย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ จำนวน 36 คน ผลการศึกษาพบว่า ชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้จริงในห้องเรียน ช่วยให้นักศึกษาเข้าใจหลักการควบคุมความเร็วและการประยุกต์ใช้การควบคุมแบบพีไอดีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมทำให้เกิดการเรียนรู้ในเชิงบวก

คำสำคัญ: สายพานลำเลียงแบบลาดเอียง วิศวกรรมศาสตร์ พีแอลซี พีไอดี

Abstract

This study developed a learning kit for motion control on an inclined conveyor belt. It simulates industrial problem-solving scenarios that involve various types of conveyor systems. Specifically, the material transport between different elevations necessitates efficient control strategies to minimize losses and enhance precision. Consequently, the pedagogy of motion and position control requires instructional tools that facilitate experiential learning through realistic scenarios. The primary objectives of this study were: 1)

*Corresponding author. Tel.: 088 267 4819

Email address: s6502013620017@email.kmutnb.ac.th

to develop a learning kit for object motion control on an inclined conveyor belt; 2) to evaluate the learning achievement of students utilizing the developed learning kit; and 3) to assess student engagement in the Motion and Position Control course using the proposed learning kit. The scope of the study encompassed the design and fabrication of the prototype, functional testing of sensors and control systems, and the evaluation of its practical implementation in a classroom setting. The participants consisted of 36 undergraduate students majoring in Mechatronics and Robotics Engineering. The results indicated that the developed learning kit was practical for classroom application. It effectively enhanced students' comprehension of speed control principles and the application of PID control. Furthermore, active student participation in the activities resulted in positive learning outcomes.

Keywords: Inclined Conveyor, Engineering, PLC, PID

■ บทนำ

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยี อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักรไปประยุกต์ใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมมากมาย ทำให้หลายหน่วยงานต้องมีการเรียนรู้และการปรับตัวเพื่อให้สามารถทันต่อการเปลี่ยนแปลงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถาบัน การศึกษาด้านวิศวกรรมศึกษาที่ต้องเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่ซับซ้อนในภาคอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งมีผลกระทบ โดยตรงกับกระบวนการเรียนการสอน ที่จำเป็นต้องนำเทคโนโลยีและอุปกรณ์ไปใช้ประกอบการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นภาพ จริงและเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและเข้าใจกระบวนการทำงานจริงได้

การควบคุมการเคลื่อนที่และตำแหน่งของสายพานลำเลียงเป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญมากในงานอุตสาหกรรม โดยมี แนวคิดในการเปลี่ยนแปลงกระบวนการในงานอุตสาหกรรมยังใช้แรงงานคนในการเคลื่อนย้ายของ ทำให้เกิดความล่าช้าไม่ สม่าเสมอ การควบคุมการเคลื่อนที่และตำแหน่งของสายพานลำเลียงมีความรวดเร็ว และทำงานต่อเนื่องอย่างสม่ำเสมอ มีความ ปลอดภัยและสะดวกสบาย ดังนั้น จึงทำให้มีความต้องการบุคลากรที่มีคุณภาพมีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับระบบการ ควบคุมการเคลื่อนที่และตำแหน่ง เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากที่เข้าไปทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม จากสาเหตุนี้ทาง สถาบันการศึกษาต่าง ๆ จึงจัดให้มีการเรียนการสอนวิชาการควบคุมการเคลื่อนที่และตำแหน่งเพื่อสร้างบุคลากรที่มีคุณภาพ และความสามารถในการทำงานเกี่ยวกับการควบคุมการเคลื่อนที่และตำแหน่งได้ แต่ระบบการควบคุมการเคลื่อนที่และ ตำแหน่งมีอุปกรณ์ที่ใช้เป็นจำนวนมาก หากผู้ที่ไม่มีความรู้หรือไม่มีความชำนาญด้านนี้ จะสับสนและดูว่าการควบคุมมีความ ยุ่งยากและผิดพลาดจนก่อให้เกิดอุบัติเหตุหรือปัญหาตามมาได้ นอกจากนี้ จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการ พัฒนาสื่อการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ พบว่าการใช้ชุดฝึกปฏิบัติ (Training Kit) ช่วยส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ อย่างมีนัยสำคัญ โดยงานวิจัยของ Howimanporn et al. (2021) ได้นำเสนอระบบควบคุมล้อเลื่อนแบบรอบทิศทางบน สายพานลำเลียงและพบว่าผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้ดีขึ้นเมื่อได้ฝึกปฏิบัติจริง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hanid et al. (2019) ที่ชี้ให้เห็นว่าชุดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบและกระตุ้นความสนใจในการ เรียนรู้ได้มากกว่าการเรียนทฤษฎีเพียงอย่างเดียว การนำชุดฝึกจำลองสถานการณ์จริงมาใช้จึงเป็นแนวทางที่ได้รับการยอมรับ ว่าสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนในรายวิชาซีพทางวิศวกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากที่กล่าวมาข้างต้น ทางคณะผู้วิจัยจึงได้นำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาในการสอนเกี่ยวกับรายวิชาการควบคุม การเคลื่อนที่ โดยได้สร้างชุดการเรียนรู้การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุบนสายพานลำเลียง เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน ประกอบใบบางกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบทดสอบให้ผู้เรียนได้เข้าใจเกี่ยวกับการควบคุมมากยิ่งขึ้น

■ จุดประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุบนสายพานลำเลียงแบบลาดเอียง
- 2) เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ทางด้านทักษะของผู้เรียนที่ใช้ชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น
- 3) เพื่อประเมินการมีส่วนร่วมของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

■ หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาชุดการเรียนรู้การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุบนสายพานลำเลียงแบบลาดเอียงควบคุมด้วยพีแอลซี มีความจำเป็นต้องหาข้อมูลในหลาย ๆ ด้าน เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้ โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลในส่วนของควบคุมความเร็วสายพาน โดยได้ทำการศึกษาจากงานวิจัยของนักวิจัยด้านวิศวกรรมศึกษา ตัวอย่างเช่น Howimanporn et al. (2021) ได้นำเสนอการระบบการควบคุม (Control) ซึ่งกระบวนการปรับสภาวะของระบบให้ทำงานตามเงื่อนไขที่ต้องการ โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์กับค่าตั้งต้นหรือเซตพอยต์ และปรับการทำงานด้วยตัวควบคุมทั้งแบบแมนนวลและอัตโนมัติ ตัวอย่างระบบควบคุมที่พบได้ เช่น การควบคุมตำแหน่ง การเคลื่อนที่ และความเร็วรอบ ในขณะที่การเคลื่อนที่ (Motion) หมายถึงการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุเมื่อเวลาผ่านไป โดยมีตัวแปรสำคัญอย่างความเร็ว ระยะทาง และความเร่ง อุปกรณ์สำคัญในระบบการเคลื่อนที่แสดงในภาพที่ 1 (ก) คือ มอเตอร์ (Motor) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล และเอนโค้ดเดอร์ (Encoder) ที่ใช้ตรวจวัดตำแหน่ง ความเร็ว และทิศทางการหมุนเพื่อส่งข้อมูลให้ระบบควบคุม นอกจากนี้ ในภาพที่ 1 (ข) โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์หรือพีแอลซี (PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมเครื่องจักรในโรงงานที่ทำงานด้วยคำสั่งโปรแกรม มีทั้งส่วนประมวลผล แหล่งจ่ายไฟ และอินพุต-เอาต์พุตในตัวเดียว เหมาะกับระบบอัตโนมัติขนาดเล็กถึงกลาง และสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายเพื่อควบคุมกระบวนการผลิตได้อย่างยืดหยุ่น



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1. (ก) มอเตอร์ และ (ข) พีแอลซีชนิดบล็อกออมนอน (Omron)

ในการควบคุมตำแหน่ง (Position Control) มุ่งให้วัตถุเคลื่อนที่หรือหยุด ณ จุดที่กำหนดอย่างแม่นยำ โดยมักใช้เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) ซึ่งสามารถควบคุมความเร็ว แรงบิด และตำแหน่งได้ในระดับสูง ระบบควบคุมวงจรรปิด (Closed-loop Control) เป็นระบบที่มีการนำผลลัพธ์กลับมาปรับปรุงเพื่อให้ทำงานได้แม่นยำยิ่งขึ้น โดยตัวควบคุมที่พบบ่อยคือแบบเปิด-ปิด (On-Off) และแบบพีไอดี (PID Controller) ซึ่งใช้คำนวณค่าความผิดพลาดเพื่อให้ระบบรักษาค่าตามต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในกระบวนการออกแบบชุดการเรียนรู้ (Learning Kit) ซึ่งเป็นสื่อการเรียนรู้สำเร็จรูปที่ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเอง มีการจัดลำดับเนื้อหา กิจกรรม และแบบฝึกหัดอย่างเป็น

ระบบ โดยอาศัยแนวคิดจากทฤษฎีการเรียนรู้ เช่น พฤติกรรมนิยม ปัญญานิยม โครงสร้างนิยม รวมถึงแนวคิดการออกแบบการเรียนรู้แบบเป็นระบบของ Dick & Carey (2001) ที่เน้นการวิเคราะห์ผู้เรียน การกำหนดวัตถุประสงค์ และการประเมินผลอย่างเป็นขั้นตอน นอกจากนี้ มุ่งเน้นการออกแบบสื่อการสอนอย่างเป็นระบบ โดยอาศัยหลักการจากทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ ในส่วนสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานหรือสพฐ (2553) เน้นการออกแบบให้สอดคล้องกับหลักสูตร โดยใช้ทฤษฎีโครงสร้างนิยมและแนวคิดของ Gagne (1985) เพื่อสร้างประสบการณ์เรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วม เสนอว่าการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพควรเป็นไปตามลำดับเงื่อนไขการเรียนรู้ 9 ขั้น ที่ออกแบบอย่างเป็นระบบเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง เน้นกระบวนการออกแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นขั้นตอนชัดเจน ตั้งแต่การวิเคราะห์ผู้เรียน การกำหนดวัตถุประสงค์ จนถึงการประเมินผล ทำให้ชุดการเรียนรู้สามารถพัฒนา ปรับปรุง และตรวจสอบได้อย่างมีมาตรฐานทางวิชาการ

กระบวนการรับรู้ของผู้เรียน (Students Perception) เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อแรงจูงใจและผลสัมฤทธิ์ โดยขึ้นอยู่กับประสบการณ์การเรียนรู้ วิธีการสอน บรรยากาศ และการใช้สื่อ ซึ่งการประเมินการรับรู้ มักพิจารณาผ่านระดับการมีส่วนร่วม (Engagement) และความพึงพอใจ (Satisfaction) (ภมรบุตร และคณะ, 2025) ผ่านการใช้เครื่องมือวัด เช่น มาตรวัดเจตคติ 5 ระดับ การสังเกตแบบเป็นระบบ แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ และการประเมินผลงานจริง พร้อมเกณฑ์รูบริคเพื่อวัดคุณภาพอย่างเป็นมาตรฐาน

■ การออกแบบและพัฒนาระบบการทำงานของชุดการเรียนรู้

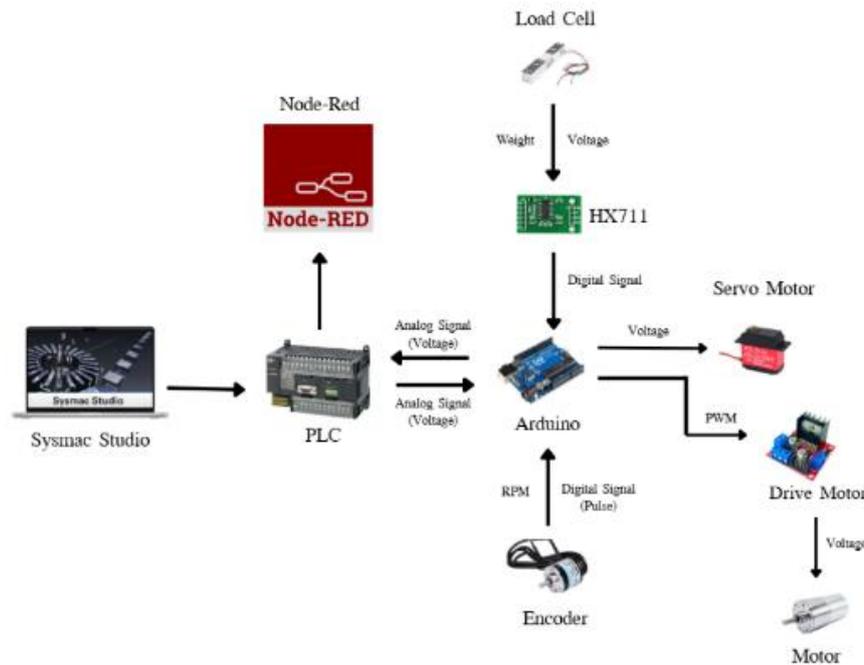
การออกแบบและพัฒนาระบบการทำงานของชุดการเรียนรู้ ภาพที่ 2 แสดงภาพรวมของชุดการเรียนรู้การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุบนสายพานลำเลียงแบบลาดเอียง ได้มีการเชื่อมต่อและรับส่งสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ตรวจจับ เซนเซอร์ และตัวควบคุมพีแอลซี โดยส่วนนี้จะอธิบายรูปแบบการเชื่อมต่อระหว่างเซนเซอร์กับพีแอลซี รวมถึงการสื่อสารข้อมูลจากพีแอลซี ไปยังคอมพิวเตอร์สำหรับบันทึกผลหรือแสดงข้อมูลการทำงานบนคลาวด์ (Cloud) ภาพที่ 2 แสดงภาพรวมการทำงานของชุดการเรียนรู้ โดยมีหลักการการทำงานของอุปกรณ์หลักดังนี้

1) ส่วนตรวจจับสัญญาณ (Input Devices) ประกอบด้วย โหลดเซลล์ (Load Cell) ทำหน้าที่ตรวจวัดน้ำหนักของวัตถุบนสายพานและส่งสัญญาณผ่านโมดูลแปลงสัญญาณ HX711 เข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ยังมีโรตารีเอ็นโค้ดเดอร์ (Rotary Encoder) ทำหน้าที่ตรวจวัดความเร็วรอบและตำแหน่งการเคลื่อนที่จริงของมอเตอร์แล้วส่งสัญญาณพัลส์ (Pulse) เพื่อป้อนกลับค่า (Feedback) เข้าสู่ระบบควบคุม

2) ส่วนประมวลผลและควบคุม (Processing & Control) ใช้บอร์ด Arduino เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อสัญญาณ (Interface) โดยรับค่าจากเซนเซอร์ต่างๆ แล้วแปลงเป็นสัญญาณแอนะล็อก (Analog Signal) เพื่อส่งต่อไปยัง โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผลหลัก โดยพีแอลซี จะนำค่าที่ได้ไปคำนวณผ่านอัลกอริทึมพีไอดี (PID Algorithm) เพื่อหาค่าความผิดพลาดและกำหนดสัญญาณควบคุมที่เหมาะสม

3) ส่วนขับเคลื่อน (Output Devices) พีแอลซีจะส่งสัญญาณสั่งการกลับมาเพื่อควบคุมชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ (Motor Drive) ให้ปรับความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) ผ่านสัญญาณ PWM เพื่อให้สายพานเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่คงที่และสั่งงานเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) เพื่อปรับระดับความลาดเอียงของสายพานตามเงื่อนไขการทดลอง

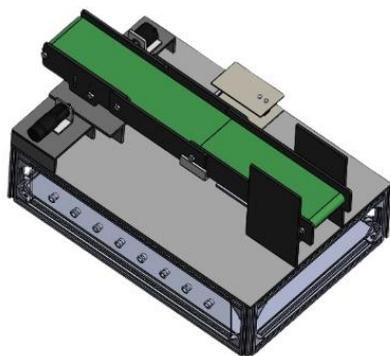
4) ส่วนแสดงผลและบันทึกข้อมูล ข้อมูลสถานะการทำงานทั้งหมดจะถูกส่งผ่านเครือข่ายไปยังโปรแกรม Node-RED เพื่อแสดงผลข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real-time Monitoring) และบันทึกข้อมูลลงในระบบฐานข้อมูลบนคลาวด์ (Cloud Database) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต่อไป



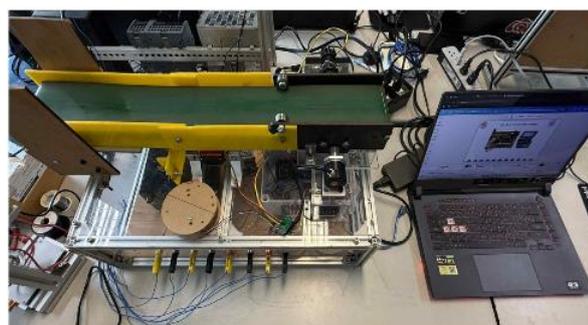
ภาพที่ 2. ภาพรวมการทำงานของชุดการเรียนรู้

การออกแบบและพัฒนาชุดการเรียนรู้การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุนสายพานลำเลียงแบบลาดเอียง

การสร้างชุดการเรียนรู้คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรมโซลิดเวิร์ค (SolidWorks) ในการออกแบบโครงสร้างสายพานลำเลียง มอเตอร์ ตัวปรับมุมลาดเอียง และตำแหน่งติดตั้งเซนเซอร์ดังแสดงในภาพที่ 3 (ก) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของมิติและระยะห่างระหว่างชิ้นส่วนต่าง ๆ ก่อนดำเนินการสร้างจริง หลังจากออกแบบเสร็จ จากนั้นจึงดำเนินการประกอบชุดการเรียนรู้ต้นแบบที่สร้างเสร็จสมบูรณ์ ดังปรากฏในภาพที่ 3 (ข) จะนำชิ้นส่วนที่ผลิตขึ้นมาโดยใช้วัสดุอลูมิเนียมโปรไฟล์ที่มีความแข็งแรงและน้ำหนักเบาพร้อมประกอบเป็นระบบสายพาน ตรวจสอบความแข็งแรง ปรับตำแหน่งเซนเซอร์และมอเตอร์ให้เหมาะสม และติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม เช่น พีแอลซี และชุดควบคุมความเร็ว เพื่อให้ระบบพร้อมใช้งานในการควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุนสายพานแบบลาดเอียงตามตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ในการออกแบบ เพื่อให้ชุดการเรียนรู้มีคุณสมบัติทางกายภาพที่พร้อมสำหรับการใช้งานในสถานการณ์จำลองการควบคุมแบบต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3. (ก) การออกแบบชุดการเรียนรู้ (ข) โครงสร้างจริงของชุดการเรียนรู้

■ วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักศึกษาปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ จำนวน 36 คน โดยได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมพีแอลซีเพื่อควบคุมชุดการเรียนรู้การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุบนสายพานลำเลียงแบบลาดเอียง โดยมีเนื้อหาครอบคลุมทั้งการประกาศตัวแปร (Variables) ประเภทข้อมูล (Data Types) การใช้คำสั่งเงื่อนไข (Conditionals) การสร้างบล็อกฟังก์ชัน (Block Functions) รวมถึงตัวอย่างการเขียนโปรแกรมพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานภาษา Structured Text (ST) ในการควบคุมชุดการเรียนรู้สถานการณ์จริงเพื่อสร้างความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยและขั้นตอนการใช้งานที่ถูกต้อง ซึ่งจากภาพสะท้อนให้เห็นถึงความสนใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมร่วมกันอย่างกระตือรือร้น ใช้เวลาในการเรียนรู้ จำนวน 10 ชั่วโมง โดยบรรยากาศการเรียนรู้ประกอบด้วย การสาธิตการใช้งานเบื้องต้น ดังแสดงในภาพที่ 4 (ก) และการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยตนเอง ดังแสดงในภาพที่ 4 (ข) หลังจากนั้น นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านให้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในระดับเหมาะสม ยืนยันว่าชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ในการวัดผลได้จริง



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4. (ก) การสาธิตการทำงานของชุดฝึก (ข) ผู้เรียนทดลองการควบคุมจริง

■ ผลการวิจัย

ในการการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการงานตามจุดประสงค์การวิจัย โดยมีผลการวิจัยดังต่อไปนี้

จุดประสงค์ที่ 1 ผลการพัฒนาชุดการเรียนรู้การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุบนสายพานลำเลียงแบบลาดเอียง

ในการทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุม ผู้วิจัยได้กำหนดเงื่อนไขการทดลองโดยการป้อนค่าเป้าหมาย (Set Point) ที่ต้องการควบคุม คือ ความเร็วรอบ 120 รอบต่อนาที และทำการบันทึกค่าการตอบสนองของระบบ (System Response) จากการควบคุมทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ การควบคุมแบบเปิด-ปิด (On-Off), การควบคุมแบบสัดส่วน (P), การควบคุมแบบสัดส่วน-อินทิกรัล (PI) และการควบคุมแบบพีไอดี (PID)

ตารางที่ 1

ผลการวัดค่าตัวแปรกระบวนการ (Process Value)

จำนวนครั้งที่เก็บข้อมูล	On-Off control (RPM)	P control (RPM)	PI control (RPM)	PID control (RPM)
ครั้งที่ 1	0.00	0.00	0.00	0.00
ครั้งที่ 2	0.00	0.01	11.33	11.37
ครั้งที่ 3	8.00	0.56	17.00	17.97
ครั้งที่ 4	16.00	6.00	22.74	21.44
ครั้งที่ 5	19.20	10.00	27.03	27.31
ครั้งที่ 6	21.30	11.98	34.26	34.79
ครั้งที่ 7	26.80	13.40	40.96	41.17
ครั้งที่ 8	36.06	14.00	44.75	45.72
ครั้งที่ 9	39.68	16.40	53.55	52.16
ครั้งที่ 10	46.10	18.00	58.35	58.00
ครั้งที่ 11	48.70	20.20	64.10	64.32
ครั้งที่ 12	54.30	23.00	71.22	71.43
ครั้งที่ 13	58.00	26.45	76.53	76.13
ครั้งที่ 14	63.00	32.60	82.40	83.49
ครั้งที่ 15	67.50	36.50	89.55	89.00
ครั้งที่ 16	72.00	43.34	94.00	94.22
ครั้งที่ 17	75.00	47.32	102.00	01.88
ครั้งที่ 18	80.00	52.60	106.36	07.31
ครั้งที่ 19	88.00	58.43	113.55	13.64
ครั้งที่ 20	118.00	63.54	117.79	18.97
ความผิดพลาดเฉลี่ย	16.00%	38.00%	1.62%	1.48%

ตารางที่ 1 แสดงถึงผลการวัดค่าตัวแปรกระบวนการ (Process Value) ที่อ่านได้จากเซนเซอร์จริงในแต่ละช่วงเวลาของการทดสอบเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยแถวสุดท้ายแสดงค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (Average Error) ของแต่ละวิธีการควบคุม เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแม่นยำและเสถียรภาพของระบบเมื่อใช้อัลกอริทึมที่แตกต่างกัน และแสดงข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพในการการควบคุมของชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งบ่งบอกให้เห็นว่าชุดการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับการควบคุม PI เนื่องจากค่าความผิดพลาดระหว่าง PI และ PID ต่างกันเพียง 0.14% ทำให้ D มีผลกับชุดการเรียนรู้เพียงเล็กน้อย

จุดประสงค์ที่ 2 ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ทางด้านทักษะของผู้เรียนที่ใช้ชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการออกแบบก่อนการทดลอง (Pre-experimental Design) โดยการออกแบบก่อนการทดลองแบบ One-Shot (One-Shot Case Study) โดยมีกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว ทำการทดลองแล้ววัดผลทันทีโดยไม่มีการวัดก่อนทดลอง (Pretest) และไม่มีกลุ่มควบคุม เนื่องจากผู้วิจัยต้องการศึกษาแนวโน้มเบื้องต้นของการพัฒนาชุดฝึกการเรียนรู้ด้านวิศวกรรม โดยผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ใช้ชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น จำนวน 36 คน โดยใช้แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) คะแนนเต็ม 100 คะแนน ผลการวิเคราะห์สถิติพบว่าผู้เรียนมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 94.95 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 2.62 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดีมาก เมื่อตรวจสอบการกระจายตัวของคะแนนพบว่าผู้เรียนจำนวน 36 คน (ร้อยละ 100) มีคะแนนตั้งแต่ 90 คะแนนขึ้นไป ซึ่งจัดอยู่ในระดับดีมากทั้งหมด ไม่พบ

ผู้เรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด แสดงให้เห็นว่าชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนทุกคนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับดีมาก การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพิจารณาจากคะแนนใบงานปฏิบัติการจำนวน 10 ใบงาน ซึ่งถูกออกแบบให้ครอบคลุมสมรรถนะที่สำคัญตามลำดับขั้นการเรียนรู้ ดังนี้ ใบงานที่ 1-3 พื้นฐานพีแอลซี เน้นทักษะการเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับพีแอลซี (Hardware Connection) และการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแลดเดอร์ (Ladder Logic) ขั้นพื้นฐาน เช่น การใช้หน้าสัมผัส (Contact) และคำสั่งจัดการข้อมูล (Data Handling) ใบงานที่ 4-5 การอินเทอร์เฟซสัญญาณแอนะล็อก เน้นทักษะการรับค่าสัญญาณจากเซนเซอร์ (Analog Input) เช่น โพลตเซลล์และเอนโค๊ดเดอร์ และการส่งสัญญาณควบคุม (Analog Output) เพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์และเซอร์โวมอเตอร์ ใบงานที่ 6 การควบคุมแบบเปิด-ปิด เป็นการเริ่มประยุกต์ใช้ภาษา Structured Text (ST) เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วและตำแหน่งแบบพื้นฐาน (On-Off Control) ใบงานที่ 7-8 การควบคุมแบบพีไอดี เน้นทักษะขั้นสูงในการเขียนโปรแกรมควบคุมแบบป้อนกลับด้วยอัลกอริทึมพีไอดี (PID Algorithm) ทั้งการควบคุมความเร็วมอเตอร์ (Speed Control) และการควบคุมตำแหน่งเซอร์โวมอเตอร์ (Position Control) รวมถึงการปรับจูนค่าพารามิเตอร์ K_p , K_i , K_d ใบงานที่ 9-10 ไอโอทีและการแสดงผล เน้นทักษะด้าน Internet of Things (IoT) โดยการสร้างแดชบอร์ดด้วยโปรแกรม Node-RED เพื่อแสดงผลข้อมูลและส่งค่าพารามิเตอร์ควบคุมกลับไปยังพีแอลซีผ่านระบบเครือข่าย

ตารางที่ 2

คะแนนทักษะการปฏิบัติการกิจ

คนที่	คะแนนที่ได้										สรุปผล		
	ใบงานที่										คะแนนที่ได้	ร้อยละ	แปลผล
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	5	5	5	4	9	9.5	18	20	9.5	9.5	94.50	94.50	ดีมาก
2	5	5	4.5	4	9	10	19	20	9.5	9.5	95.50	95.50	ดีมาก
3	5	5	5	5	10	10	20	20	10	10	100	100	ดีมาก
4	5	5	5	4.5	10	10	20	20	9.5	9.5	98.50	98.50	ดีมาก
5	5	5	4.5	4.5	9	9.5	19	20	9.5	10	96.00	96.00	ดีมาก
6	5	5	5	5	10	10	18	20	10	10	98.00	98.00	ดีมาก
7	5	5	5	4.5	10	9.5	19	19	10	9.5	96.50	96.50	ดีมาก
8	5	5	5	4.5	10	9.5	19	20	9.5	10	97.50	97.50	ดีมาก
9	5	5	4	5	10	10	20	20	9.5	10	97.50	97.50	ดีมาก
10	5	5	5	4	8	9	19	19	9.5	10	93.50	93.50	ดีมาก
11	5	5	5	4.5	10	9.5	20	20	9.5	9.5	98.00	98.00	ดีมาก
12	5	5	4.5	4.5	10	9.5	19	19	9.5	9.5	95.50	95.50	ดีมาก
13	5	5	4.5	4.5	9	9.5	19	20	10	10	97.00	97.00	ดีมาก
14	5	5	5	4.5	8	8	18	19	10	9.5	92.00	92.00	ดีมาก
15	5	5	4.5	4.5	9	9	19	19	9.5	10	94.50	94.50	ดีมาก
16	5	5	5	4.5	10	9	18	20	9.5	9.5	95.50	95.50	ดีมาก
17	5	5	5	4.5	9	9	19	19	9.5	9.5	94.50	94.50	ดีมาก
18	4.5	5	5	4	8	9	19	19	9.5	10	93.00	93.00	ดีมาก
19	5	5	5	4	9	8	18	20	10	10	94.00	94.00	ดีมาก
20	4.5	4.5	4.5	4	8	9	18	19	9.5	9.5	90.50	90.50	ดีมาก

คนที่	คะแนนที่ได้										สรุปผล		
	ใบงานที่										คะแนนที่ได้	ร้อยละ	แปลผล
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
21	4.5	4.5	5	4	8	9	18	19	9.5	10	91.50	91.50	ดีมาก
22	4.5	4.5	5	4	8	9	18	19	9.5	10	91.50	91.50	ดีมาก
23	5	5	5	5	10	10	20	20	9.5	10	99.50	99.50	ดีมาก
24	5	5	5	4	9	10	19	20	9.5	10	96.50	96.50	ดีมาก
25	5	4.5	4.5	5	10	9	19	19	9.5	9.5	95.00	95.00	ดีมาก
26	4.5	4.5	5	5	8	8	18	19	9.5	9.5	91.00	91.00	ดีมาก
27	5	5	5	5	9	8	18	18	9.5	10	92.50	92.50	ดีมาก
28	5	4.5	4.5	4.5	9	8	18	18	9.5	9.5	90.50	90.50	ดีมาก
29	4.5	4.5	5	5	8	8	18	18	9.5	9.5	90.00	90.00	ดีมาก
30	4.5	4.5	5	4	9	9	18	20	9.5	10	99.50	99.50	ดีมาก
31	4.5	4.5	5	4.5	9	9	19	20	9.5	9.5	96.50	96.50	ดีมาก
32	5	5	5	5	10	9	19	20	9.5	9.5	95.00	95.00	ดีมาก
33	5	5	5	4.5	10	10	18	20	9.5	9.5	96.50	96.50	ดีมาก
34	5	4.5	5	4.5	10	9	20	19	9.5	9.5	96.00	96.00	ดีมาก
35	5	4.5	5	4.5	9	9	18	20	9.5	10	94.50	94.50	ดีมาก
36	5	4.5	5	5	9	9	19	20	9.5	10	96.00	96.00	ดีมาก

ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนสามารถปฏิบัติภารกิจในแต่ละทักษะได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ซึ่งสะท้อนถึงพัฒนาการของผู้เรียนที่สามารถต่อยอดจากพื้นฐานไปสู่การใช้งานระบบควบคุมที่ซับซ้อนได้จริง

จุดประสงค์ที่ 3 ผลการประเมินการมีส่วนร่วมของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจระดับการมีส่วนร่วมของผู้เรียนที่เข้าศึกษาด้วยชุดการเรียนรู้การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุบนสายพานลำเลียงแบบลาดเอียง เพื่อประเมินความสนใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอน โดยใช้แบบสอบถามออนไลน์ผ่าน Google Forms เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากการเก็บข้อมูล ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนสามารถมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง และมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ดังกล่าว โดยผลการประเมินชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับการปฏิบัติจริงได้ รวมถึงมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่ม และตั้งคำถามเพื่ออภิปรายร่วมกัน นอกจากนี้ ผู้เรียนหลายคนแสดงความคิดเห็นว่าชุดการเรียนรู้ลักษณะนี้ช่วยให้เข้าใจหลักการควบคุมการเคลื่อนที่บนสายพานลำเลียงในรูปแบบเชิงระบบได้ชัดเจนขึ้น และเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ มีความท้าทาย และช่วยเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 3

ผลการประเมินการมีส่วนร่วม

รายการประเมิน	สรุปผล		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผล
1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำงานของกิจกรรมกลุ่ม	4.81	0.39	เห็นด้วยมากที่สุด
2. ผู้เรียนพยายามมีส่วนร่วมในการกำหนดงานและโต้แย้งในการทำ ภารกิจ	4.74	0.44	เห็นด้วยมากที่สุด
3. ผู้เรียนคิดว่าสภาพแวดล้อมไม่เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้	4.48	0.70	เห็นด้วยมาก
4. ผู้เรียนคิดว่ากิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนากระบวนการคิดและการ ทำงานของตัวเองได้	4.70	0.54	เห็นด้วยมากที่สุด
5. เมื่อผู้เรียนไม่แน่ใจบางสิ่ง มักจะปรึกษาพี่เลี้ยงประจำกลุ่ม	4.81	0.39	เห็นด้วยมากที่สุด
6. เมื่อผู้เรียนมีปัญหาเกิดขึ้น จะพยายามหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง	4.59	0.63	เห็นด้วยมากที่สุด
7. ผู้เรียนมักจะมีตารางแผนการปฏิบัติกิจกรรมเสมอ	4.40	0.74	เห็นด้วยมาก
8. ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ในชีวิตประจำวันได้	4.59	0.63	เห็นด้วยมากที่สุด
9. ผู้เรียนรู้สึกว่าการเรียนรู้อาจเป็นความท้าทายของตัวเอง	4.55	0.75	เห็นด้วยมากที่สุด
10. ผู้เรียนชอบกิจกรรมการเรียนรู้	4.81	0.39	เห็นด้วยมากที่สุด
11. ผู้เรียนคิดว่ากิจกรรมการเรียนรู้ไม่เพียงแต่ทำให้มีความรู้แต่ยังทำให้ สนุก	4.81	0.39	เห็นด้วยมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.66	0.54	เห็นด้วยมากที่สุด

บทสรุปจากการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุบนสายพานลำเลียงแบบลาดเอียง เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมอัตโนมัติ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นภาพการทำงานจริงของระบบสายพานลำเลียงและการควบคุมตำแหน่งของวัตถุ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนด้านระบบควบคุมอัตโนมัติและเมคคาทรอนิกส์ ผลการทำงานของชุดการเรียนรู้ด้านวิศวกรรมสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลการทดลองใช้ร่วมกับผู้เรียนจำนวน 36 คน พบว่า ชุดการเรียนรู้สามารถช่วยเพิ่มความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับหลักการการทำงานของสายพานลำเลียงและอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน ผู้เรียนมีผลคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ สามารถทำกิจกรรมตามใบงานได้ถูกต้อง และมีส่วนร่วมในกิจกรรมในระดับเห็นด้วยมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.66, S.D.= 0.54) อย่างไรก็ตาม การดำเนินการวิจัยพบปัญหาเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนของเซนเซอร์เอนโค้ดเดอร์เมื่อใช้งานต่อเนื่อง การใช้เวลามากในการทดลองกับผู้เรียนจำนวนมาก และเวลาในการติดตั้งโปรแกรมควบคุมที่ค่อนข้างนาน ซึ่งอาจมีผลต่อกระบวนการเก็บข้อมูลและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนั้นจึงเสนอแนะให้ผู้เรียนติดตั้งโปรแกรมล่วงหน้า ตรวจสอบและเปรียบเทียบเซนเซอร์ก่อนใช้งาน และเตรียมพื้นที่การเรียนให้เหมาะสมเพื่อให้สามารถใช้ชุดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

References

Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2001). *The Systematic Design of Instruction* (5th ed.). New York: Longman.

- Gagné, R. M. (1985). *The Conditions of Learning and Theory of Instruction* (4th ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Hanid, M. F. A., Pairan, M. R., Mustafa, M. Z., & Razzaq, A. R. A. (2019). The effect of using learning kit material among students. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 7(6S2), 219–223.
- Howimanporn, S., Chookaew, S., & Silawatchananai, C. (2021). Real-time evaluation position control of directional wheel conveyor using fuzzy embedded PLC and SCADA. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 10(6), 328–336.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ธนพล ภมรบุตร, ชลธิชา มณีวงษ์, ศุภชัย ชูแก้ว, & พงศ์พัฒน์ กิจเจริญ. (2568). การพัฒนาชุดสาธิตการตรวจสอบวัตถุโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน. *Journal of Digital Education and Learning Engineering*, 1(2), 12–23.