

การสร้างและพัฒนาแบบจำลอง เครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียง

ณัฐดนัย เรือนคำ¹
Nuthdanai Rueankham¹

วันที่รับบทความ 26 เมษายน 2564 วันที่แก้ไขบทความ 17 พฤษภาคม 2564
วันที่ตอบรับบทความ 24 มิถุนายน 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียง 2) ประเมินคุณภาพของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียง 3) หาประสิทธิภาพเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียง 4) ประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียง ประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประเมินความพึงพอใจโดยนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงและปริญญาตรี จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบบันทึกผลการทดลอง แบบประเมินคุณภาพและแบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า การออกแบบและสร้างมีโครงสร้างที่สะดวกและเหมาะสมต่อการใช้งาน สามารถนำไปประกอบเป็นสื่อการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี คุณภาพเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียง ภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ประสิทธิภาพการทำงาน คิดเป็นร้อยละ 100 ความพึงพอใจภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : การแยกชิ้นงานอัตโนมัติ เครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ สายพานลำเลียง

Abstract

The purpose of this research was to 1) Design and build a 3-level automatic sorting machine on the conveyor. 2) Assess the quality of the 3-level automatic sorting machine on the conveyor. 3) Find the efficiency of the automatic 3-level sorting machine on the conveyor. 4) Assess the satisfaction of the automatic 3-level sorting machine on the conveyor. 5) Evaluate the quality of the automatic 3-level sorting machine on the conveyor by 5 experts. 6) Evaluate the satisfaction of the automatic 3-level sorting machine on the conveyor by 45 students and graduates. The tools used were the experiment record form, the quality evaluation form and the satisfaction evaluation form. The statistics used were the mean and standard deviation. The research results showed that the design and construction of the automatic 3-level sorting machine on the conveyor was convenient and suitable for use. It can be used as a learning media. The quality of the automatic 3-level sorting machine on the conveyor was very good. The overall efficiency was 100%. The overall satisfaction was very good.

¹ อาจารย์แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4 จังหวัดกำแพงเพชร

¹ The teacher of Electrician Department in Kamphaengphet Technical College Kamphaeng Phet Province

*Corresponding Author, E-mail: nuthdanai25170@gmail.com

machine on the conveyor. Quality assessed by 5 experts. Satisfaction was assessed by 45 diploma and bachelor degree students. The tools used are Experimental results, Quality assessment form and Satisfaction assessment form. The statistics used are arithmetic mean and standard deviation. The results of the research showed that : The design and construction are structured to be convenient and suitable for use and Three vehicles can be used as a teaching material as well. Automatic 3-level sorting machine quality on conveyor the overall picture is of the highest quality. Performance Accounted for 100 percent. Overall satisfaction was at the highest level.

Keywords : Automatic sorting, 3-level sorting machine, conveyor

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีในการผลิตอุตสาหกรรม มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วมีการนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่ นำมาใช้เพื่อทดแทนแรงงานคน เพื่อลดต้นทุนในการผลิต อีกทั้งมีความถูกต้องแม่นยำ ดังนั้นการที่นำเอา PLC มาใช้ควบคุมผลผลิตเพื่อให้กระบวนการผลิตนั้นมีประสิทธิภาพสูง และมีความประหยัด PLC จึงได้มีบทบาทในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรม ที่ผลิตรถยนต์ อุตสาหกรรมที่ผลิตยา อุตสาหกรรมที่ผลิตอาหาร และในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้นำเอา PLC มาควบคุมสายพานลำเลียง มอเตอร์ เซนเซอร์ และอุปกรณ์ต่างๆ ดังนั้นสถาบันการศึกษาจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญต่อการใช้งานของ PLC จึงให้นักศึกษาได้มีการเรียนเขียนโปรแกรม PLC ขึ้น ในสถาบันการศึกษานั้นยังขาดอุปกรณ์สื่อการเรียนการสอน PLC จึงทำให้นักศึกษาไม่เข้าใจ การทำงานหรือการนำไปใช้งานจริง การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controllers : PLC) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หรือกระบวนการต่างๆ โดยใช้โปรแกรมคำสั่งที่ทำหน้าที่เหมือนวงจรรีเลย์ มีส่วนของอินพุตและเอาต์พุต ที่สามารถต่อใช้งานได้ทันที ดังนั้นโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ จึงถูกใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักร ทำให้เครื่องจักรทำงานได้โดยอัตโนมัติ [1] ระบบการขนถ่ายวัตถุดิบและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งใช้ระบบสายพานลำเลียงวัตถุดิบ จากสถานีต้นทางไปยังสถานีปลายทางแทนการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบด้วยคน เพราะมีความสะดวกหลายอย่างในเรื่องความต่อเนื่องในการทำงาน ความเร็วสม่ำเสมอของวัตถุดิบที่ใช้ในการเคลื่อนย้าย และปัจจุบันระบบสายพานลำเลียงยังสามารถคัดแยกวัตถุดิบได้อัตโนมัติ ซึ่งเป็นผลดีต่อการผลิต การควบคุมคุณภาพและทำให้สถานประกอบการมีผลกำไรเพิ่มขึ้น ซึ่ง PLC ได้เข้ามามีบทบาทในการศึกษา วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร เป็นสถาบันการศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และเปิดสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) รายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้าและรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม และ

เป็นรายวิชาชีพ ในหลักสูตรทั้งสอง ซึ่งเป็นการนำ PLC มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับระบบอุตสาหกรรมโดยตรง แต่การเรียนการสอนเป็นไปด้วยความยากลำบาก เนื่องจากขาดสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน สื่อที่มีเป็นการสอนที่เน้นความรู้ ความเข้าใจเรื่องเนื้อหามากกว่าการปฏิบัติจริง ภาพโดยรวมของระบบ กระบวนการผลิตในงานอุตสาหกรรมมีข้อจำกัดในด้านของรูปลักษณะของชิ้นงานจริงในระบบอุตสาหกรรมที่จะทำให้ผู้เรียนนั้นไม่สามารถมองเห็นและเข้าใจการทำงานที่ชัดเจน อีกทั้ง [2] เป็นชุดสไลด์ที่ใช้ในการเรียนการสอน เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพเป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่จะช่วยให้นักศึกษา ได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ และมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียงเป็นสื่ออีกประเภทหนึ่ง ที่ครูอาจารย์ผู้สอนได้ใช้ในการเรียนการสอนและนำเสนอให้นักศึกษาได้เห็นการทำงานจริง จินตนาการเห็นส่วนประกอบต่างๆของสื่อได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

จากปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการสร้างเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียงด้วย PLC เพื่อประกอบการเรียนการสอนรายวิชานิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ และวิชาโปรแกรมควบคุมไฟฟ้าและระบบควบคุมในอุตสาหกรรม พัฒนานักเรียนนักศึกษาให้มีความรู้ความสามารถ ให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลยิ่งขึ้นต่อไป

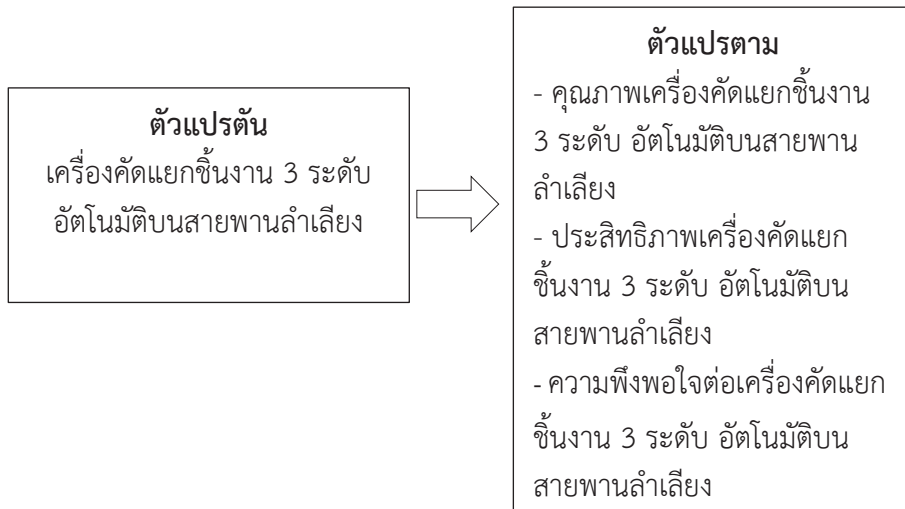
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและสร้างเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียง
2. เพื่อประเมินคุณภาพของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียง
3. เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียง
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียง

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. กรอบแนวคิดในการวิจัย

แนวคิดการวิจัยครั้งนี้ เป็นการสร้างและพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียง ให้สามารถทำงานได้เสมือนจริงในระบบอุตสาหกรรมในรูปแบบการจำลอง ลดการจินตนาการและเพิ่มการเรียนรู้ ทักษะ ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ



2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1. การสร้างและการพัฒนาโมเดล/รูปแบบ/แบบจำลอง/ตัวแบบ ในการออกแบบเครื่องตัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียง ผู้วิจัยได้ยึดหลักการออกแบบจากงานวิจัยของชัยวิชิต เชียรชนะ [3]

2.2 ทฤษฎีของแบบประเมิน คุณภาพ ผู้วิจัยได้ยึดหลักการประเมินตามการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS ของธานินทร์ ศิลป์จารุ [4]

2.3 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ ผู้วิจัยได้ยึดหลักทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจจากงานวิจัยของเกวลี ผังดีและพิมพ์รดา ครองยุติ [5]

2.4 Programmable logic Control ผู้วิจัยได้ยึดหลักการและทฤษฎีตามเอกสารบทเรียนออนไลน์ของฉัตรชัย ธิบรรณทรัพย์ [6]

2.5 PLC Mitsubishi FX3S-30MR/ES ตัวควบคุมหลัก [7],[8]

2.6 มอเตอร์ เลือกใช้มอเตอร์เกียร์ที่มีความเร็วรอบต่ำ เพื่อให้การตรวจจับวัตถุได้ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น [9]

2.7 เซนเซอร์ เลือกใช้เป็นแบบโฟโต้เซนเซอร์ตรวจจับระดับของวัตถุ [10]

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

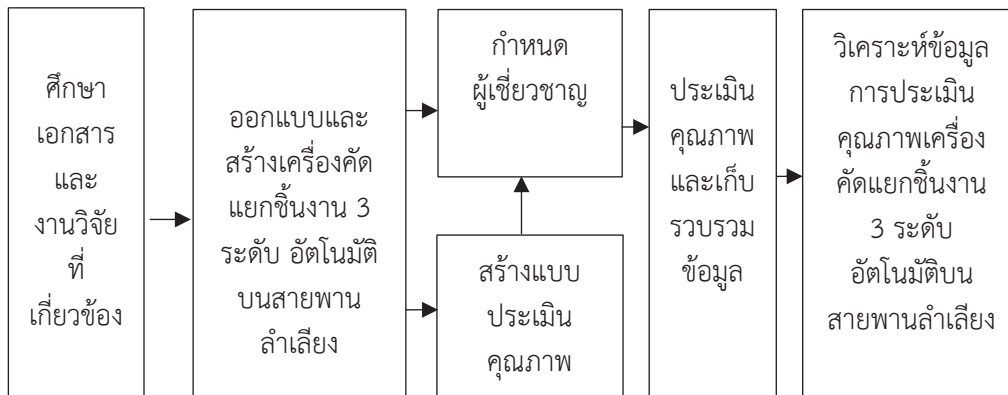
3.1 เครื่องตัดแยกวัตถุอัตโนมัติตามสายพานลำเลียง ของกันตภณ พลั้วโรสง [1]

3.2 ชุดสาธิตการตัดแยกวัสดุบนสายพานลำเลียงควบคุมโดย PLC ของวิภาพ ใจแข็ง [2]

3.3 เครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ ของเอกชัย ไก่แก้ว [11]

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการดำเนินการในการสร้างเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียง มีดังนี้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1.1 ศึกษาข้อมูลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียง ขนาดความกว้างของสายพาน เลือกให้มีมีความกว้าง 10 ซม. เพื่อให้วัตถุที่ใช้ทดสอบสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้าง เน้นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา จึงเลือกใช้ อะลูมิเนียม

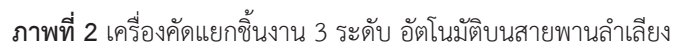
1.2 ออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียง

1.2.1 ชุดโครงสร้างภายนอก ทำด้วยอะลูมิเนียม มีขนาดกว้าง 60 ซม. ยาว 120 ซม.

1.2.2 ชุดสายพานลำเลียงวัตถุ จะใช้มอเตอร์เกียร์ที่มีความเร็วรอบต่ำ ขนาด DC 12 V rpm 50 เพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ช้า และการตรวจจับถูกต้องแม่นยำ

1.2.3 ชุดตรวจจับระดับวัตถุเลือกใช้เซนเซอร์ ชนิด photo sensor ทรงเหลี่ยม ตัวรับส่งตัวเดียวกัน เป็นเซนเซอร์ที่ใช้ลำแสงในการตรวจจับวัตถุโดยไม่มีการสัมผัส สัญญาณ output เป็นแบบ NPN DC 12-24 V ระยะตรวจจับ 30 มม. ขนาด 10.8x20x31 มม.

1.2.4 ชุดควบคุมการทำงาน ออกแบบวงจรกำลังและควบคุม โดยใช้โปรแกรม GX WORK 2 ของ MITSUBISHI กำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ input และ output ตามภาพที่ 2, ภาพที่ 3 และตารางที่ 1



ตารางที่ 1 กำหนดอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต

Input อุปกรณ์	สัญลักษณ์	Output อุปกรณ์	สัญลักษณ์
START	X17	PILOT LAMP RED	Y7
STOP	X15	PILOT LAMP YELLOW	Y10
RESET	X16	PILOT LAMP GREEN	Y11
LIMIT 1	X0	MOTOR 1	Y0,Y1
LIMIT 2	X1	MOTOR 2	Y2,Y3
LIMIT 3	X2	MOTOR 3	Y4,Y5
LIMIT 4	X3	PILOT LAMP RED	Y7
LIMIT 5	X4		
LIMIT 6	X5		
SENSOR 1	X6		
SENSOR 2	X7		
SENSOR 3	X10		
SENSOR 4	X11		
SENSOR 5	X12		
SENSOR 6	X13		
SENSOR 7	X14		



ภาพที่ 4 เครื่องตัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง

1.3 สร้างแบบประเมินคุณภาพของเครื่องตัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง สำหรับผู้เชี่ยวชาญ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ท ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ด้านการออกแบบ ด้านการใช้งาน และด้านการบำรุงรักษา

1.4 กำหนดผู้ประเมินคุณภาพของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ 10 ปีขึ้นไป ทางด้านการสอนรายวิชาการระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม และรายวิชาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่ออาชีพ จำนวน 5 ท่าน

1.5 ประเมินคุณภาพและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยจัดทำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ซึ่งออกโดยวิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร และสถิติการทำงานของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงได้ชม ตอบข้อซักถามหากมีข้อซักถาม และให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง ลงในแบบประเมินคุณภาพที่สร้างขึ้น

1.6 วิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง ประกอบด้วยการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเทียบค่าเฉลี่ยกับขั้นระดับคุณภาพ ดังนี้ [12]

- 4.50 - 5.00 หมายถึง มีคุณภาพมากที่สุด
- 3.50 - 4.49 หมายถึง มีคุณภาพมาก
- 2.50 - 3.49 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง
- 1.50 - 2.49 หมายถึง มีคุณภาพน้อย
- 1.00 - 1.49 หมายถึง มีคุณภาพน้อยที่สุด

1.7 การประเมินประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติ บนสายพานลำเลียง โดยทดสอบการทำงานการจำแนกระดับวัตถุ และตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกกระดุมสูง ระดับกลาง และระดับต่ำ โดยการนำวัตถุที่มีระดับสูง กลางและต่ำอย่างละ 10 ชิ้น สลับกันโดยทดสอบวัตถุที่มีระดับสูง จำนวน 10 ครั้ง วัตถุที่มีระดับกลาง จำนวน 10 ครั้ง วัตถุที่มีระดับต่ำ จำนวน 10 ครั้ง และบันทึกผลการจำแนกวัตถุ และตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกกระดุมสูง ระดับกลาง และระดับต่ำ สามารถแยกระดับวัตถุได้ถูกต้อง และตำแหน่งที่ต้องการในแต่ละระดับได้ถูกต้อง เพื่อหาประสิทธิภาพ ซึ่งหาได้จาก

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ถูกต้อง}}{\text{จำนวนครั้งที่ทดสอบ}} \times 100$$

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และระดับปริญญาตรี แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร

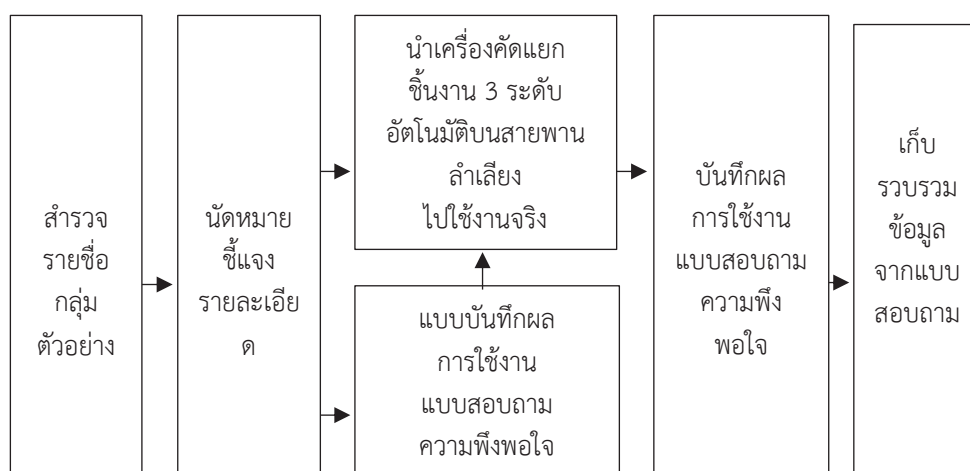
2.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และปริญญาตรีที่ลงทะเบียนภาคเรียนที่ 2/2563 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร จำนวน 45 คน โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง

3. เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.1 แบบบันทึกผลการทดสอบคัดแยกวัตถุของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติ บนสายพานลำเลียง

3.2 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้งานของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติ บนสายพานลำเลียง เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ท ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ด้านข้อมูลทั่วไป ด้านความพึงพอใจต่อการใช้งานของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติ บนสายพานลำเลียง และด้านความเห็นและข้อเสนอแนะ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล ความพึงพอใจต่อการใช้งานของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติ บนสายพานลำเลียง ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ความพึงพอใจต่อการใช้งาน

สำรวจรายชื่อกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนัดเวลาที่จะนำเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง กลุ่มตัวอย่างได้ทดลองใช้งาน โดยอธิบายขั้นตอนการใช้งานให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจขั้นตอนการทำงาน กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งาน แล้วบันทึกผลการทดลองและตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้อย่างถูกต้อง เก็บข้อมูลรวบรวมเพื่อวิเคราะห์ผลต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

5.1 การหาคุณภาพของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติ บนสายพานลำเลียง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าร้อยละ การจำแนกระดับวัตถุ และตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกระดับสูง ระดับกลาง และระดับต่ำ จึงถือว่าเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ

5.2 การสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติ บนสายพานลำเลียง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเทียบกับค่าเฉลี่ยกับขั้นระดับคุณภาพ ดังนี้ [3]

4.50 - 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
 3.50 - 4.49 หมายถึง พึงพอใจมาก
 2.50 - 3.49 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
 1.50 - 2.49 หมายถึง พึงพอใจน้อย
 1.00 - 1.49 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

4.1 ผลการประเมินการทดสอบการทำงานของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติ บนสายพานลำเลียง แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางบันทึกผลการทดสอบการจำแนกระดับของวัตถุ

ครั้งที่ทดลอง	ระดับวัตถุ (สูง/กลาง/ต่ำ)	การจำแนกวัตถุ (ได้ / ไม่ได้)	ตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกระดับสูง (ถูกต้อง / ไม่ถูกต้อง)	ตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกระดับกลาง (ถูกต้อง / ไม่ถูกต้อง)	ตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกระดับต่ำ (ถูกต้อง / ไม่ถูกต้อง)
1	สูง	ได้	ถูกต้อง		
2	กลาง	ได้		ถูกต้อง	
3	ต่ำ	ได้			ถูกต้อง
4	สูง	ได้	ถูกต้อง		
5	กลาง	ได้		ถูกต้อง	
6	ต่ำ	ได้			ถูกต้อง
7	สูง	ได้	ถูกต้อง		
8	กลาง	ได้		ถูกต้อง	
9	ต่ำ	ได้			ถูกต้อง
10	สูง	ได้	ถูกต้อง		
11	กลาง	ได้		ถูกต้อง	
12	ต่ำ	ได้			ถูกต้อง
13	สูง	ได้	ถูกต้อง		
14	กลาง	ได้		ถูกต้อง	
15	ต่ำ	ได้			ถูกต้อง
16	สูง	ได้	ถูกต้อง		
17	กลาง	ได้		ถูกต้อง	

ตารางที่ 2 ตารางบันทึกผลการทดสอบการจำแนกระดับของวัตถุ (ต่อ)

ครั้งที่ ทดลอง	ระดับวัตถุ (สูง/กลาง/ต่ำ)	การจำแนกวัตถุ (ได้ / ไม่ได้)	ตำแหน่งที่ต้องการ คัดแยกระดับสูง (ถูกต้อง / ไม่ ถูกต้อง)	ตำแหน่งที่ต้องการ คัดแยกระดับกลาง (ถูกต้อง / ไม่ ถูกต้อง)	ตำแหน่งที่ต้องการ คัดแยกระดับต่ำ (ถูกต้อง / ไม่ ถูกต้อง)
18	ต่ำ	ได้			ถูกต้อง
19	สูง	ได้	ถูกต้อง		
20	กลาง	ได้		ถูกต้อง	
21	ต่ำ	ได้			ถูกต้อง
22	สูง	ได้	ถูกต้อง		
23	กลาง	ได้		ถูกต้อง	
24	ต่ำ	ได้			ถูกต้อง
25	สูง	ได้	ถูกต้อง		
26	กลาง	ได้		ถูกต้อง	
27	ต่ำ	ได้			ถูกต้อง
28	สูง	ได้	ถูกต้อง		
29	กลาง	ได้		ถูกต้อง	
30	ต่ำ	ได้			ถูกต้อง

จากตารางที่ 2 พบว่า เครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงสามารถจำแนกวัตถุระดับสูง กลาง และต่ำได้อย่างถูกต้องแม่นยำตามตำแหน่ง

4.2 ผลการประเมินคุณภาพเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติ บนสายพานลำเลียง

	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1	ด้านการออกแบบโครงสร้าง	4.60	0.53	มากที่สุด
2	ด้านการใช้งาน	4.48	0.47	มาก
3	ด้านการบำรุงรักษา	4.60	0.40	มากที่สุด
	โดยภาพรวม	4.56	0.47	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง โดยภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$) เมื่อพิจารณาเป็นด้าน พบว่า ด้านการออกแบบโครงสร้างมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการใช้งานมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก และด้านการบำรุงรักษามีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด

4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง

ระดับวัตถุ (สูง/กลาง/ต่ำ)	จำนวน (ครั้ง)	การจำแนก วัตถุ (ได้/ไม่ได้)	ตำแหน่งที่ ต้องการคัดแยก ระดับสูง (ถูกต้อง/ไม่ ถูกต้อง)	ตำแหน่งที่ ต้องการคัดแยก ระดับกลาง (ถูกต้อง/ไม่ ถูกต้อง)	ตำแหน่งที่ ต้องการคัดแยก ระดับต่ำ (ถูกต้อง/ไม่ ถูกต้อง)	ประสิทธิภาพ (%)
สูง	10	ได้	ถูกต้อง			100
กลาง	10	ได้		ถูกต้อง		100
ต่ำ	10	ได้			ถูกต้อง	100

จากตารางที่ 4 ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง พบว่า สามารถจำแนกวัตถุได้ตามตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกระดับสูง กลางและต่ำ จำนวน 10 ครั้ง ได้ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 100

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ความโดดเด่นและน่าสนใจในการออกแบบ	4.65	0.49	มากที่สุด
2. ความถูกต้องแม่นยำ	4.80	0.41	มากที่สุด
3. สามารถนำไปเป็นสื่อการเรียนการสอน	4.70	0.47	มากที่สุด
4. มีความปลอดภัยในการใช้งานต่อผู้ปฏิบัติงาน	4.40	0.82	มาก
5. การออกแบบที่เสมือนจริงในงานระบบอุตสาหกรรม	4.80	0.41	มากที่สุด
6. เคลื่อนย้ายสะดวก	4.65	0.49	มากที่สุด
7. ประณีตและสวยงาม	4.60	0.50	มากที่สุด
8. ขั้นตอนการใช้งานไม่ยุ่งยากซับซ้อน	4.40	0.50	มาก
9. มีความง่ายต่อการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง	4.45	0.60	มาก
10. มีคุณค่าและไม่เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	4.50	0.61	มาก
โดยภาพรวม	4.60	0.53	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 พบว่า ความพึงพอใจต่อการใช้งานของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติ สายพานลำเลียง โดยภาพรวมผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด($\bar{X} = 4.60$)

การอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลจากการทดลองเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง ทำงานได้ตามเงื่อนไขเป็นไปตามวัตถุประสงค์ สามารถนำไปใช้ประกอบเป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้นักเรียนนักศึกษาได้เพิ่มพูนทักษะการออกแบบและความคุมการจำแนกระดับวัตถุในงานอุตสาหกรรมสอดคล้องกับ กันตณ พลวิธสง [1] ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดแยกวัตถุอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง สามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการฝึกปฏิบัติการวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ นำไปใช้เป็นแนวทางกับโรงงานอุตสาหกรรมประเภทงานแยกวัตถุในรายการผลิตเพื่อจำแนกวัตถุได้ตามโปรแกรมสั่งงาน รวมถึงระบบการเคลื่อนที่อัตโนมัติอื่นๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง โดยสามารถจำแนกวัตถุและตำแหน่งที่ต้องการคัดแยก ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำคิดเป็นร้อยละ 100 สอดคล้องกับ วิภพ ใจแข็ง [2] ที่สร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาคิตการคัดแยกวัสดุบนสายพานลำเลียงควบคุมโดย PLC มีประสิทธิภาพความถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 100

3. ผลการประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง ในการทดสอบการชำนจริง ภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.60 อยู่ในระดับมากที่สุด ความพึงพอใจสูงสุดคือความโดดเด่นและน่าสนใจในการออกแบบ ความถูกต้องแม่นยำ สามารถนำไปเป็นสื่อการเรียนการสอน การออกแบบที่เสมือนจริงในงานระบบอุตสาหกรรม เคลื่อนย้ายสะดวก ประณีตและสวยงาม ถือได้ว่าเป็นจุดเด่นเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติ บนสายพานลำเลียง สอดคล้องกับ เอกชัย ไก่แก้ว [11] ได้ศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งต่อเครื่องสลัดน้ำผึ้งอัตโนมัติ จำนวน 7 คน พบว่า ความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะในการวิจัย

1. เครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถนำไปประกอบการเรียนสอนได้จริง ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการฝึกปฏิบัติการ ควรมีการส่งเสริมผู้เรียนให้เขียนโปรแกรมสั่งงาน ระบบเคลื่อนที่อัตโนมัติอื่นๆ เพิ่มพูนทักษะเพื่อนำไปเป็นแนวทางกับโรงงานอุตสาหกรรมประเภทคัดแยกวัตถุต่อไป

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการวิจัยและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยใช้สื่อจำลองเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] กันตภณ พลั่วไธสง. (2557). **เครื่องคัดแยกวัตถุอัตโนมัติตามสายพานลำเลียง**. วารสารวิจัย. ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 (มกราคม – มิถุนายน 2557). 88 - 96.
- [2] วิภพ ใจแข็ง. (2553). **ชุดสาธิตการคัดแยกวัตถุดิบสายพานลำเลียงควบคุมโดย PLC**. วิทยานิพนธ์โปรแกรมวิทยาศาตร์คอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- [3] ชัยวิชิต เขียวชนะ. (2560). **การสร้างและการพัฒนาโมเดล/รูปแบบ/แบบจำลอง/ตัวแบบ**. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย. ปีที่ 9. ฉบับที่ 1 (มกราคม – มิถุนายน 2560). 1-11.
- [4] ธาณินทร์ ศิลป์จารุ. (2536). **การวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่นจำกัด (มหาชน).
- [5] เกวลี ผังดีและพิมพ์รดา ครองยุติ. (2556). **ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น**. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต. สาขาสถิติ. ภาควิชาสถิติ. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [6] ฉัตรชัย ธิบรรณทรัพย์. (2560). [ออนไลน์]. **PLC คืออะไร**. [สืบค้นเมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน 2562]. จาก <http://www.advance-electronic.com/blog/detail/113/th/PLC%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD-%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3.html>
- [7] Mitsubishi Electric. (2006). **Melsec FX Family Programmable Logic Controllers Beginner's Manual**. Tokyo : Mitsubishi Electric Corporation.
- [8] ศิริพงษ์ วงษ์การ. (2554). **การประยุกต์ใช้งานระบบ PLC เบื้องต้น (Mitsubishi PLC) รุ่นที่ 7**. กรุงเทพมหานคร : สำนักฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- [9] วรพจน์ ศรีวงศ์คล. 2540. **ออกแบบเครื่องกล 1**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สถาบันพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. หน้า 175-186.
- [10] วิศรุต ศรีรัตน. 2550. **เซนเซอร์ในงานอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น. 392.
- [11] เอกชัย ไก่แก้ว. (2563). **เครื่องสไลด์น้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ**. วารสารสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3. ปีที่ 4. ฉบับที่ 8 (กรกฎาคม – ธันวาคม 2563). 143-155.
- [12] ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ (2538). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศึกษาพร.