

ระบบคัดแยกวัตถุอัตโนมัติจากสีโดยใช้เทคนิคประมวลผลภาพ

Color-Based Automated Sorting System Using Image Processing Techniques

ธงชัย เพ็งจันทร์ดี¹, สุทธิวัส แววดี้², ฤทธิเกียรติ กิจแก้ว³, พีระวัฒน์ พิมพันธ์ดี⁴, จิรภัทร จันทร์อุทัย⁵ และ ประสาน คำดีผล^{6*}

^{1,2,3,4,5}ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 หมู่ที่ 1 ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

⁶ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

63 หมู่ที่ 7 ถนนรังสิต-นครนายก คลอง 16 ตำบลคลองครักข์ อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก 26120

Thongchai Pangjundee¹, Suthiwat Waewdee², Rittikeat Kijkaew³, Peerawat Pimpandee⁴,

Jiraprat Januthai⁵ and Prasan Kumdeephol^{6*}

^{1,2,3,4,5}Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering,

Rajamangala University of Technology Thunyaburi

39 Moo 1, Klong 6, Khlong Luang, Pathum Thani, 12120

⁶Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University,

63 Moo 7, Rangsit-Nakhon Nayok Road, Khlong 16, Ongkharak, Ongkharak, Nakhon Nayok, 26120

*Corresponding author Email: Prasarnk@g.swu.ac.th

(Received: May 23, 2025 / Revised: June 14, 2025 / Accepted: June 15, 2025)

บทคัดย่อ

ระบบคัดแยกวัตถุอัตโนมัติเป็นเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมที่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตลดความผิดพลาดจากมนุษย์ และประหยัดเวลาในกระบวนการผลิตการนำหุ่นยนต์ และเทคโนโลยีการตรวจจับต่าง ๆ เช่น การประมวลผลภาพ (image processing) และปัญญาประดิษฐ์ (AI) เข้ามาช่วยในการคัดแยกวัตถุได้อย่างแม่นยำ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบการตรวจจับภาพของ Image Processing ทดสอบการทำพีแอลซีที่ใช้รวมกับการ Image Processing ในการทำงานคัดแยกสี และหาประสิทธิภาพของชุดจำลองการคัดแยกของสีบนระบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติงานวิจัยนี้ออกแบบระบบให้สามารถคัดแยกวัตถุที่มีสีแตกต่างกันได้ทุกสีตามค่าที่ตั้งไว้ พร้อมปรับความเร็วสายพานได้ 3 ระดับ (ช้า, กลาง, เร็ว) โดยใช้กล้องตรวจจับสีของวัตถุและโซลินอยด์ในการแยกวัตถุที่ตรงตามคุณสมบัติ การทดสอบดำเนินการเพื่อวัดความแม่นยำและประสิทธิภาพของระบบผลการวิจัยพบว่าระบบที่พัฒนาสามารถคัดแยกวัตถุได้อย่างแม่นยำ 100% ตามที่ตั้งค่าไว้ ทั้งยังสามารถทำงานต่อเนื่อง และปรับความเร็วได้โดยไม่สูญเสียประสิทธิภาพโครงการนี้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาระบบคัดแยกวัตถุอัตโนมัติที่มีความแม่นยำสูง และสามารถใช้งานในหลายอุตสาหกรรม เช่น การผลิตอาหาร การเกษตร และการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ระบบนี้ช่วยลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และเป็นเครื่องมือฝึกปฏิบัติที่มีศักยภาพในการพัฒนาองค์ความรู้ด้านระบบอัตโนมัติในอนาคตได้อย่างแม่นยำ

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพ, การคัดแยกวัตถุ, ระบบอัตโนมัติ, พีแอลซี, สายพานลำเลียง

Abstract

Automatic object sorting system is a technology developed to meet the needs of industries that want to increase production efficiency, reduce human errors, and save time in the production process. The use of robots and various detection technologies such as image processing and artificial intelligence (AI) to help sort objects accurately. This thesis aims to study the image processing detection system, test the PLC used in conjunction with image processing in color sorting, and find the efficiency of the color sorting simulation set on the automatic conveyor system. This research designed a system that can sort objects of different colors according to the set values, with 3 levels of belt speed adjustment (slow, medium, fast) using a camera to detect the color of the object and a solenoid to separate objects that match the properties. Testing was conducted to measure the accuracy and efficiency of the system. The results of the research found that the developed system can sort objects according to the set color. It can also work continuously and adjust the speed without losing efficiency. This project was successful in developing a highly accurate automatic object sorting system that can be used in many industries, such as food production, agriculture, and electronic parts production. This system helps reduce costs, increases production efficiency, and is a potential training tool to develop knowledge in automation systems in the future accurately.

Keywords: Image processing, Object sorting, Automation, PLC, Conveyor belt

1. บทนำ

ระบบคัดแยกวัตถุอัตโนมัติเป็นเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมที่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตลดความผิดพลาดจากมนุษย์ และประหยัดเวลาในกระบวนการผลิตการนำหุ่นยนต์ และเทคโนโลยีการตรวจจับต่าง ๆ เช่น การประมวลผลภาพ (image processing) และปัญญาประดิษฐ์ (AI) เข้ามาช่วยในการคัดแยกวัตถุได้อย่างแม่นยำ และรวดเร็วในยุคที่ความต้องการผลิตสินค้าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วความแม่นยำ [1-3] และความเร็วในการคัดแยกวัตถุเป็นสิ่งสำคัญระบบอัตโนมัติจึงมีบทบาทสำคัญในการลดต้นทุนแรงงาน และเวลาในการทำงาน ตัวอย่างการใช้ระบบนี้มีในหลายอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมอาหาร การเกษตร การผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งระบบคัดแยกอัตโนมัติช่วยแยกวัตถุตามลักษณะเฉพาะ เช่น สี ขนาด รูปร่าง หรือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ [4-6] เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานระบบอัตโนมัติช่วยให้การคัดแยกวัตถุทำได้เร็วขึ้น และสามารถทำงานได้ต่อเนื่องโดยไม่ต้องหยุดพักลดความผิดพลาดการใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ และปัญญาประดิษฐ์ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการคัดแยกลดความผิดพลาดที่อาจเกิดจากการทำงานของมนุษย์ลดต้นทุนแรงงานระบบอัตโนมัติสามารถแทนที่การใช้แรงงานในกระบวนการคัดแยกวัตถุได้บางส่วนทำให้ลดต้นทุนแรงงาน และลดค่าใช้จ่ายในการผลิตปรับตัวเข้ากับหลายอุตสาหกรรม [7] [8]

ระบบนี้สามารถนำไปปรับใช้ในหลายสาขา เช่น อุตสาหกรรมอาหารที่ต้องการคัดแยกผลิตภัณฑ์ตามคุณภาพ หรืออุตสาหกรรมเกษตรที่ใช้ในการคัดแยกผลไม้ตามขนาด และสีระบบคัดแยกวัตถุด้วยระบบอัตโนมัติเป็นโครงการที่มีความสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพ และลดความผิดพลาดในการผลิตช่วยตอบสนองต่อโจทย์ความต้องการของอุตสาหกรรมที่มุ่งเน้นการผลิตที่รวดเร็ว และมีคุณภาพเทคโนโลยี และเครื่องมือที่ใช้ระบบคัดแยกวัตถุอัตโนมัติพัฒนาโดยใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ [2], [5], [6] เทคโนโลยีเหล่านี้มีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลแบบเรียลไทม์ ทำให้การคัดแยกวัตถุเป็นไปอย่างรวดเร็วและแม่นยำมากขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ[3], [9] และลดการใช้แรงงานมนุษย์ความท้าทายในการพัฒนาหนึ่งในความท้าทายของระบบ

ตัดแยกวัตถุอัตโนมัติคือการประมวลผลภาพในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อน เช่น การตัดแยกวัตถุที่มีลักษณะคล้ายกันหรือมีการบิดเบือนนอกจากนี้ยังต้องพัฒนาระบบให้สามารถทำงานในอัตราความเร็วที่สูงได้ในขณะที่ยังคงรักษาความแม่นยำผลกระทบเชิงเศรษฐกิจจะระบบตัดแยกวัตถุอัตโนมัติช่วยลดต้นทุนแรงงานได้อย่างมาก ทำให้ธุรกิจสามารถเพิ่มกำไรได้โดยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทำงานของมนุษย์ นอกจากนี้ยังช่วยลดความสูญเสียจากการตัดแยกวัตถุผิดประเภท ซึ่งช่วยรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตระบบตัดแยกวัตถุด้วยระบบอัตโนมัติไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ [1], [2], [10]

ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดจำลองการตัดแยกของสปีบนระบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ และประเมินประสิทธิภาพในการตัดแยกของสปีบนระบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติโดยการใช้กล้องตรวจสอบวัตถุในการตัดแยกการตรวจสอบและประเมินผล

2. วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ

2.1 ชิ้นส่วนหลักในการทำงาน

ชิ้นส่วนหลักในการทำงาน ได้แก่ กล้องเว็บแคม, สายพานลำเลียง, คอมพิวเตอร์พกพา, Servo Motor, ไฟ led และ กล่องคลุมป้องกันแสง แสดงหน้าที่ในการทำงานในแต่ละชิ้นส่วนตามภาพที่ 1



(ก) กล้องเว็บแคม



(ข) สายพานลำเลียง



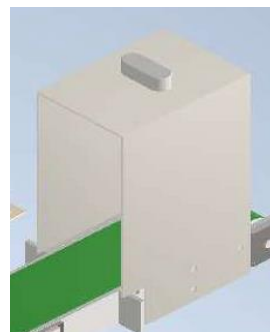
(ค) คอมพิวเตอร์พกพา



(ง) Servo Motor



(จ) ไฟ led



(ฉ) กล่องคลุมป้องกันแสง

ภาพที่ 1 ชิ้นส่วนหลักในการทำงาน

จากภาพที่ 1 อธิบายชื่อชิ้นส่วนและหน้าที่การทำงาน ดังนี้

(ก) กล้องเว็บแคม

หน้าที่การทำงาน : ใช้ในการตรวจจับภาพของผลิตภัณฑ์ในการตรวจสอบความถูกต้อง

(ข) สายพานลำเลียง

หน้าที่การทำงาน : ใช้ในการลำเลียงชิ้นงานเพื่อเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบ

(ค) คอมพิวเตอร์พกพา

หน้าที่การทำงาน : ใช้ในการควบคุมและรันโปรแกรม

(ง) Servo Motor

หน้าที่การทำงาน : ใช้ในการปัดวัตถุออก

(จ) ไฟ led

หน้าที่การทำงาน : ใช้สำหรับเพิ่มแสง เพื่อให้เป็นแสงที่คงที่ โดยไม่ใช่แสงธรรมชาติ

(ฉ) กล้องคลุมป้องกันแสง

หน้าที่การทำงาน : ใช้สำหรับป้องกันแสงรบกวนระหว่างการทำงานของเครื่องมือในการตรวจสอบ ซึ่งจะทำให้การตรวจสอบมีความแม่นยำมากขึ้นเมื่อไม่มีแสงมารบกวน

2.2 การออกแบบเครื่องคัดแยกด้วยระบบอัตโนมัติ

(ก) ขั้นตอนที่ 1 ทำการออกแบบระบบสายพาน (Conveyor System)

(ข) ขั้นตอนที่ 2 ทำการออกแบบติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ จำนวน 2 ตัว (Color Sensor) ไว้ที่ด้านข้างของตัวสายพานเพื่อให้ตัวเซ็นเซอร์ได้ตรวจจับของวัตถุ

(ค) ขั้นตอนที่ 3 ทำการติดตั้งตัว Servo Motor จำนวน 2 ตัวในการปัดวัตถุที่กำหนด

(ง) ขั้นตอนที่ 4 ทำการศึกษาระบบควบคุม (Controller) PLC และตัว Raspberry Pi ในการเขียนโปรแกรมเพื่อเตรียมความพร้อมในการทดสอบ

(จ) ขั้นตอนที่ 5 ทำการทดสอบกับวัตถุสีตามที่เรากำหนดว่าสามารถทำการคัดแยกสีได้ตามที่กำหนด

(ฉ) ขั้นตอนที่ 6 ทำการปรับแต่งเครื่องให้สมบูรณ์ตามที่กำหนด

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูล

ศึกษาข้อมูลและรายละเอียดของปัจจัยต่างๆ รวมถึงปัจจัยทางด้านค่าความชื้นของพืช โดยรวบรวมแนวคิดการศึกษาข้อมูลจากหลักทฤษฎีและวรรณกรรม เพื่อเขียนโครงสร้างจากการศึกษาข้อมูล ศึกษาการคัดแยกวัตถุในรูปแบบต่างๆ

3.2 การวิเคราะห์ระบบการคัดแยกด้วยสี (Color Sorting System)

การวิเคราะห์ระบบการคัดแยกด้วยสีสามารถแบ่งออกเป็นหลายมุมมอง ขึ้นอยู่กับบริบทการใช้งาน เช่น ในอุตสาหกรรมการผลิต การรีไซเคิล หรือด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ดังนั้นผลการวิเคราะห์ทั่วไปจะครอบคลุมการทำงานของระบบการคัดแยกด้วยสีระบบจะใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับสี (Color Sensor) หรือกล้อง (Camera) เพื่อตรวจสอบสีของวัตถุ แล้วใช้โปรแกรมประมวลผลภาพ (Image Processing) เพื่อระบุ และคัดแยกวัตถุตามสี โดยระบบอาจใช้กลไกเชิงกล (Mechanical Sorter) เช่น แขนกลหรือสายพาน ในการแยกวัตถุออกไปยังช่องต่าง ๆ ระบบคัดแยกด้วยสีมีพื้นฐานมาจากการตรวจจับและประมวลผล “สี” ของวัตถุ โดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับสีหรือกล้องดิจิทัลในการรับข้อมูล จากนั้นส่งข้อมูลไปยังหน่วยประมวลผล เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino, Raspberry Pi) เพื่อ วิเคราะห์ค่าของสี (เช่น ค่า RGB หรือ HSV) แล้วจึงสั่งการให้ระบบกลไกทำการคัดแยกวัตถุไปยังตำแหน่งที่กำหนดไว้ตามสีตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานการทดสอบวัตถุที่มีสีแตกต่างกันเข้าสู่เครื่องทดสอบระบบสี

หัวข้อวิเคราะห์	รายละเอียด
หลักการทำงาน	ใช้เซ็นเซอร์หรือกล้องตรวจจับสีของวัตถุ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วย
เทคโนโลยีที่ใช้	เซ็นเซอร์สีTCS3200/กล้อง,ไมโครคอนโทรลเลอร์/RaspberryPi, มอเตอร์เซอร์โว
การตรวจจับสี	เซ็นเซอร์วัดค่าความถี่ของแสงในแต่ละแม่สี (RGB) แล้วส่งข้อมูลไปยังหน่วยประมวลผล
การประมวลผลข้อมูลสี	ค่าสีที่วัดได้จะถูกเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า เพื่อจัดกลุ่มวัตถุ
ระบบตัดสินใจ	หากสีอยู่ในช่วงที่กำหนด เช่น สีแดง/เหลือง/น้ำเงิน
กลไกการคัดแยก	ใช้เซอร์โวมอเตอร์หรือระบบสายพานในการเคลื่อนย้ายวัตถุไปยังช่องแยกต่าง ๆ
ข้อดีของระบบ	แยกวัตถุได้รวดเร็วและแม่นยำ ลดภาระแรงงาน ต้นทุนต่อหน่วยต่ำหลังติดตั้ง
ข้อจำกัดของระบบ	แสงสว่างมีผลต่อการตรวจจับสีที่คล้ายกันอาจแยกผิดพลาดไม่เหมาะสม
แนวทางพัฒนาเพิ่มเติม	ใช้ระบบแสงควบคุมในพื้นที่คัดแยกปรับปรุงซอฟต์แวร์ เพิ่มจำนวนสีที่รองรับการแยก

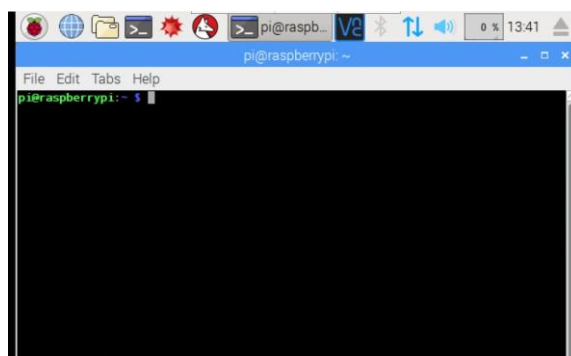
ข้อมูลการทดสอบระบบคัดแยกด้วยสีทำการทดสอบโดยการทดสอบวัตถุที่มีสีแตกต่างกันเข้าสู่เครื่องทดสอบระบบสีที่ทำการทดสอบได้แก่ สีแดง สีนํ้าเงิน สีเหลือง และทำการบันทึกผลการคัดแยกในแต่ละรอบดังตารางที่ 1 ปัจจัยที่มีผลต่อความผิดพลาดได้แก่ สภาพแสงตำแหน่งการวาง และความคมชัดของสายพาน

- 1) รอบที่ 1 จำนวนวัตถุ 10 ชิ้น สีที่ใช้ทดสอบ สีแดง คัดแยกถูกต้องทั้งหมดมีความแม่นยำ ในที่แสงสว่างที่พอดี
- 2) รอบที่ 2 จำนวนวัตถุ 10 ชิ้น สีที่ใช้ทดสอบ สีนํ้าเงิน แยกถูกต้องทั้งหมดมีความแม่นยำ ในที่แสงสว่างที่พอดี
- 3) รอบที่ 3 จำนวนวัตถุ 10 ชิ้น สีที่ใช้ทดสอบ สีเหลือง คัดแยกถูกต้องทั้งหมดมีความแม่นยำ ในที่แสงสว่างที่พอดี
- 4) รอบที่ 4 จำนวนวัตถุ 20 ชิ้น สีที่ใช้ทดสอบ สีนํ้าเงิน สีเหลือง คัดแยกถูกต้องทั้งหมดมีความแม่นยำ ในที่แสงสว่างที่พอดี
- 5) รอบที่ 5 จำนวนวัตถุ 30 ชิ้น สีที่ใช้ทดสอบ สีแดง สีนํ้าเงิน สีเหลือง คัดแยกถูกต้องทั้งหมดมีความแม่นยำ ในที่แสงสว่างที่พอดี

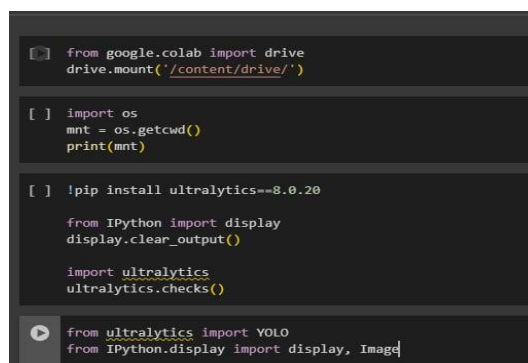
3.3 การพัฒนาฮาร์ดแวร์

- ขั้นตอนที่ 1 การเข้าสู่หน้าเว็บไซต์ PyMySQL บนโปรแกรม Raspberry Pi
- ขั้นตอนที่ 2 ทำการกด install ติดตั้งโปรแกรม PyMySQL สำหรับการเชื่อมต่อ Python เข้ากับฐานข้อมูล MySQL
- ขั้นตอนที่ 3 ทำการทดสอบการเข้าโปรแกรม
- ขั้นตอนที่ 4 รันโปรแกรม Python 2 เพื่อจะทดสอบก่อนเริ่มทำการเขียนจริง
- ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบความสำเร็จของการติดตั้ง เมื่อติดตั้งเสร็จแล้วให้เปิด Python interpreter และทำการทดสอบว่า PyMySQL สามารถนำเข้าได้ให้ลองพิมพ์
- ขั้นตอนที่ 6 ดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล (Optional) สามารถอ่านข้อมูลในฐานข้อมูลด้วยโค้ด Python ด้วยโค้ด
- ขั้นตอนที่ 7 เครื่องมือที่ใช้สำหรับการเขียนและรันโค้ดในรูปแบบของ notebook ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเขียนและรันโค้ดในรูปแบบของ notebook ทางออนไลน์ มีเซลล์โค้ดต่างๆ แสดงอยู่ ซึ่งทำงานบน Python 2 Engine backend ที่มี GPU
- ขั้นตอนที่ 8 การพัฒนาและรันโค้ดขั้นตอนนี้แสดงหน้าจอของ PyMySQL ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมเพื่อการพัฒนาและรันโค้ดในรูปแบบของ notebook ซึ่งเป็นไลบรารีที่ใช้สำหรับการทำงานเกี่ยวกับการมองเห็นด้วยคอมพิวเตอร์ (computer vision) และการเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning)
- ขั้นตอนที่ 9 การเขียนโค้ดขั้นตอนนี้แสดงหน้าจอของ Python 2 แสดงส่วนของการเขียนโค้ดใน notebook ภายใน notebook มีเซลล์ที่มีการเขียนโค้ดในภาษา Python เพื่อทำงานต่างๆ.

- ขั้นตอนที่ 10 การรันโค้ดของ Colorsplit.py
- ขั้นตอนที่ 11 ทำการเปิดโปรแกรมทดสอบการรันโค้ดของ Colorsplit.py ว่าสามารถทำงานการคัดแยกสีคู่กับกล้อง
- ขั้นตอนที่ 12 โค้ดการรันของ Servotest.py ทำการทดสอบการโค้ดเขียนถูกต้องตามหลัก
- ขั้นตอนที่ 13 การเขียนคำสั่งโปรแกรม พีแอลซี เปิดโปรแกรม GX Works 3
- ขั้นตอนที่ 14 New Project จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมาจากนั้นจะได้หน้าต่างขึ้นมา
- ขั้นตอนที่ 15 เลือกชนิดของ พีแอลซี ตามรุ่นที่ต้องการป้อนข้อมูลลงในที่นั้นจากนั้นจะได้หน้าต่างขึ้นมา
- ขั้นตอนที่ 16 กดเลือก Parameter เพื่อเลือกไฟล์ที่ต้องการที่จะส่งและกดเลือก Execute ยืนยันการส่งไฟล์
- ขั้นตอนที่ 17 โหลดไฟล์ไปยัง พีแอลซี และกด Cancel เพื่อปิดหน้าต่างหลังจากโหลดไฟล์เสร็จ

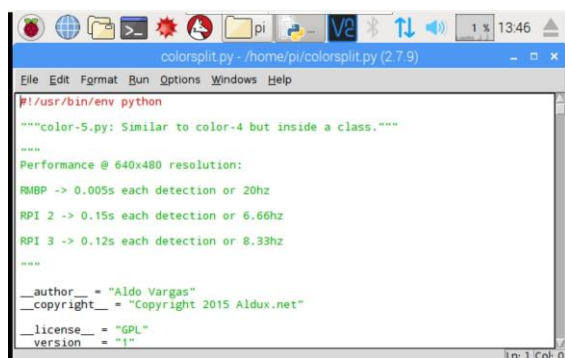


ภาพที่ 2 หน้าตาโปรแกรม Python 2

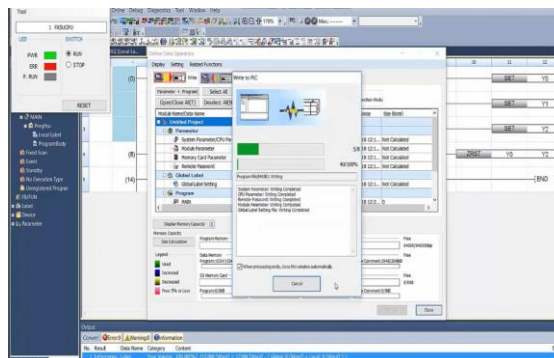


ภาพที่ 3 หน้าจอของ PyMySQL

แสดงส่วนของการเขียนโค้ด



ภาพที่ 4 หน้าจอการรันโค้ดของ Colorsplit.py 1



ภาพที่ 5 การโหลดคำสั่งเข้า พีแอลซี

จากภาพที่ 2 – 5 ตามลำดับ แสดงตัวอย่างการพัฒนาและการใช้งานโมเดลวิสัยทัศน์คอมพิวเตอร์ (computer vision models) บนของเว็บไซต์ของโปรแกรม ซึ่งระบบนี้สามารถนำไปเป็นชุดจำลองการทำงานได้จริง และการควบคุมคุณภาพระบบการคัดแยกวัตถุตามสี ได้อย่างแม่นยำ Raspberry Pi กับ PLC และ Image Processing ทำงานร่วมกันได้และช่วยให้การคัดแยกวัตถุเป็นไปอย่างอัตโนมัติอัตราความถูกต้องของการคัดแยก ในสภาวะที่กำหนดเวลา และแรงงานในการคัดแยกวัตถุเมื่อเทียบกับการทำงานด้วยมือระบบสามารถปรับใช้กับกระบวนการผลิตและต่อยอดพัฒนาใช้งานในอุตสาหกรรมได้จริงต่อไป

4. ผลการทดลอง

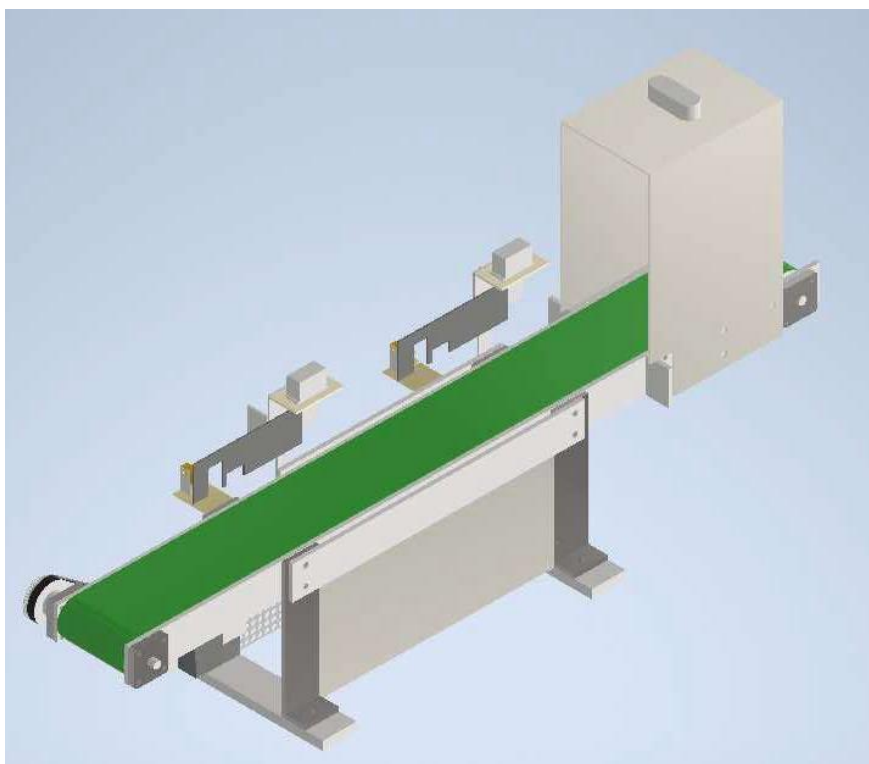
การวิเคราะห์ระบบการคัดแยกด้วยสี (Color Sorting System) สามารถแบ่งออกเป็นหลายมุมมอง ขึ้นอยู่กับบริบทการใช้งาน เช่น ในอุตสาหกรรมการผลิต การรีไซเคิล หรือด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ดังนั้นผลการวิเคราะห์ทั่วไปจะครอบคลุม

4.1 การทำงานของระบบการคัดแยกด้วยสี

ระบบจะใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ หรือกล้อง เพื่อตรวจสอบสีของวัตถุ แล้วใช้โปรแกรมประมวลผลภาพ (Image Processing) เพื่อระบุ และคัดแยกวัตถุตามสี โดยระบบอาจใช้ สายพาน ในการแยกวัตถุออกไปยังช่องต่าง ๆ ระบบคัดแยกด้วยสีมีพื้นฐานมาจากการตรวจจับและประมวลผล “สี” ของวัตถุ โดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ หรือกล้องในการรับข้อมูล จากนั้นส่งข้อมูลไปยังหน่วยประมวลผล เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino, Raspberry Pi) เพื่อวิเคราะห์ค่าของสี ทำการคัดแยกวัตถุไปยังตำแหน่งที่กำหนดไว้ตามสี

4.2 ข้อมูลการทดลองระบบคัดแยกด้วยสี

การทดลองโดยการทดลองวัตถุที่มีสีแตกต่างกันเข้าสู่เครื่องทดลองระบบสีที่ทำการทดสอบได้แก่ สีแดง สีน้ำเงิน สีเหลือง และทำการบันทึกผลการคัดแยกในแต่ละรอบการที่เกิดข้อผิดพลาดได้แก่ สภาพแสงตำแหน่งการวางความเร็วรอบ และความคมชัดของสายพานภาพที่ 6



ภาพที่ 6 เครื่องทดลองคัดแยกด้วยสี

ผลการทดลองการคัดแยกสีแสดงให้เห็นว่ากระบวนการทำงานมีประสิทธิภาพสูง โดยระบบสามารถตรวจจับสีแดง สีน้ำเงิน และสีเหลือง ได้ครบ 30 ครั้งต่อแต่ละสี โดยไม่พบความผิดพลาด และตำแหน่งที่ตรวจจับทั้งหมดถูกต้อง (OK) ซึ่งสรุปได้ว่าการคัดแยกสีในครั้งนี้มีความแม่นยำภายใต้เงื่อนไขการทดลองดังผลการทดลองตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองการตัดแยกเฉพาะสีที่ตรวจจับ

สีที่ตรวจจับ	จำนวนครั้ง	ความผิดพลาด	ตำแหน่งที่ถูกต้อง
สีแดง	30	-	OK (ถูกต้อง)
สีเหลือง	30	-	OK (ถูกต้อง)
สีน้ำเงิน	30	-	OK (ถูกต้อง)

ผลการทดลองการตัดแยกวัตถุตามความเร็วของสายพานที่แตกต่างกัน (ต่ำ กลาง สูง) โดยใช้เวลาในการตัดแยกวัตถุจำนวน 30 ชิ้น พบว่าเมื่อความเร็วของสายพานเพิ่มขึ้น เวลาที่ใช้ในการตัดแยกลดลง แต่ข้อผิดพลาดในการตัดแยกเพิ่มขึ้นตามลำดับ ได้แก่ ความเร็วต่ำใช้เวลา 14 วินาที ไม่มีข้อผิดพลาด ความเร็วปานกลางใช้เวลา 10 วินาที พบข้อผิดพลาด 1 ชิ้น และความเร็วสูงใช้เวลา 7 วินาที พบข้อผิดพลาด 2 ชิ้น แสดงให้เห็นว่าความเร็วของสายพานส่งผลต่อความแม่นยำในการตัดแยกวัตถุดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดลองการตัดแยกด้วยความเร็วรอบ ความเร็วต่ำ ความเร็วกลาง ความเร็วสูง

ชิ้นงานทดสอบ	เวลาที่ใช้ตัดแยก (วินาที)	จำนวนวัตถุที่ตัดแยก	ความเร็วสายพาน (ม./วินาที)	ข้อผิดพลาดที่พบ	หมายเหตุ
1	14	30	0.5	NG 0	รอบต่ำ
2	10	30	1.0	NG 1	รอบกลาง
3	7	30	1.5	NG 2	รอบสูง

ตารางที่ 4 ผลการทดลองการตัดแยกวัตถุทรงสี่เหลี่ยม สีแดง เหลือง และน้ำเงิน

ครั้งที่ทดลอง	วิธีการจับเวลา (TIM)			เวลาที่ใช้ (ม./วินาที)			การจำแนก (ได้,ไม่ได้)			ตำแหน่ง (ถูก,ไม่ถูก)		
	แดง	เหลือง	น้ำเงิน	แดง	เหลือง	น้ำเงิน	แดง	เหลือง	น้ำเงิน	แดง	เหลือง	น้ำเงิน
1	จับเวลาโดยตรง			7.56	12.06	10.00	ได้			ถูก		
2	จับเวลาโดยตรง			7.59	12.08	10.02	ได้			ถูก		
3	จับเวลาโดยตรง			7.55	12.05	10.04	ได้			ถูก		
4	จับเวลาโดยตรง			7.57	12.09	10.03	ได้			ถูก		
ค่าเฉลี่ย				7.57	12.07	10.02						

ผลการทดลองการตัดแยกวัตถุทรงสี่เหลี่ยมสีแดง 4 ครั้ง โดยมีการจับเวลาและบันทึกระยะเวลาที่ใช้ในการตัดแยกซึ่งอยู่ในช่วงประมาณ 7.55 - 7.59 วินาที ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวัตถุสามารถถูกจำแนกได้ถูกต้องทุกครั้ง และตำแหน่งการวางก็ถูกต้องทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตัดแยกวัตถุสีแดงได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำในทุกครั้งของการทดลองดังตารางที่ 4 สำหรับผลการทดลองการตัดแยกวัตถุทรงสี่เหลี่ยมสีเหลือง โดยมีการจับเวลาและบันทึกระยะเวลาที่ใช้ในการตัดแยก ซึ่งอยู่ในช่วงประมาณ 12.05 - 12.09 วินาที ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวัตถุสามารถถูกจำแนกได้ถูกต้องทุกครั้ง และตำแหน่งการวางก็ถูกต้องทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตัดแยกวัตถุสีเหลืองได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำในทุกครั้งของการทดลอง และผลการทดลองการตัดแยกวัตถุทรงสี่เหลี่ยมสีน้ำเงิน พบว่ามีเวลาและบันทึกระยะเวลาที่ใช้ในการตัดแยกอยู่ในช่วงประมาณ 10.00 - 10.04 วินาที ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวัตถุสามารถถูกจำแนกได้ถูกต้องทุกครั้ง

และตำแหน่งการวางก็ถูกต้องทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถคัดแยกวัตถุสีแดงได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำในทุกครั้งของการทดลอง

5. สรุปผล

5.1 ชุดฝึกอบรมอัตโนมัติสำหรับฝึกปฏิบัติที่สามารถจำลองการคัดแยกของสีบนระบบสายพานลำเลียงด้วยระบบคัดแยกวัตถุตามสีสามารถพัฒนาได้โดยใช้กล้องสำหรับตรวจจับสี

5.2 การใช้กล้องร่วมกับการประมวลผลภาพ และการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วย Raspberry Pi ซึ่งคัดแยกวัตถุตามสีแดง สีเหลือง และน้ำเงิน คัดแยกได้อย่างแม่นยำ รวดเร็ว ระบบสามารถจำลองสถานการณ์จริงในงานอุตสาหกรรมได้ และมีประสิทธิภาพ

5.3 ระบบการตรวจจับภาพด้วยกระบวนการ Image Processing การประมวลผลภาพผ่านกล้องร่วมกับซอฟต์แวร์ OpenCV สามารถจำแนกสีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงินได้อย่างแม่นยำ สามารถตอบสนองที่รวดเร็ว

5.4 ระบบคัดแยกสีที่ใช้การควบคุมร่วมกันระหว่าง PLC และ Raspberry Pi ซึ่งระบบสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดย Raspberry Pi ทำหน้าที่ประมวลผลภาพเพื่อตรวจจับสีของวัตถุ และส่งข้อมูลไปยัง PLC สำหรับควบคุมกลไกการคัดแยก

6. ข้อเสนอแนะ

1) การวิเคราะห์ระบบการคัดแยกมีความจำเป็นต้องทำการประเมินระยะสั้นๆ และทำให้ผู้วิเคราะห์ ได้เข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการในการคัดแยก

2) ในการตรวจจับภาพควรใช้กล้องที่มีความคมชัด และความละเอียดสูง

3) โปรแกรมที่ใช้ในการตรวจจับจำเป็นต้องเป็นโปรแกรมเฉพาะทางมากขึ้น จึงจะทำให้ประสิทธิภาพของโปรแกรมมีความแม่นยำ และเสถียรมากขึ้น

4) แสงของความสว่างมีผลต่อการตรวจจับของกล้องแสงมากเกินไปอาจมีการผิดพลาดของโปรแกรมในการตรวจจับ

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เพื่อศึกษาเครื่องต้นแบบสำหรับคัดแยกวัตถุโดยใช้ Image Processing ในการทำงานคัดแยกสีของชิ้นงาน

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] กันตภณ พลั่วไธสง. (2559). “เครื่องคัดแยกสีวัตถุอัตโนมัติที่สายพานลำเลียงที่ถูกควบคุมด้วยอาตูโน”. สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย, ปีที่ 5 ฉบับที่ 1, มกราคม-มิถุนายน 2559. หน้า 15-21.
- [2] วนายุทธ์ แสนเงิน, ณรงค์พล นัยสงวนศรี, กริชธนา บุญนาค และ นัฐพร แซ่พู. (2565). "การพัฒนาชุดศึกษาระบบคัดแยกสีของวัตถุนสายพานลำเลียงด้วยแขนกลหุ่นยนต์สกร่า". การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 45. วันที่ 16-18 พฤศจิกายน 2565. ณ ภูสัถธาร รีสอร์ท อำเภอมือง จังหวัดนครนายก. หน้า xx-xx.
- [3] ณัฐพงศ์ โพธิ์ศรี, กนกกร ทองบ่อ และกิตติวัฒน์ นิมเกิดผล. (2556). “คัดแยกวัตถุด้วยการประมวลผลภาพ”. ปริญญา นิพนธ์, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- [4] ณัฐพงษ์ บุหงา, วีระชัย บุญเพิ่ม และสนอง ดิสม. (2564). “เครื่องคัดแยกวัตถุอัตโนมัติในสายพานลำเลียงควบคุมด้วยระบบพีแอลซี”. วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ. January–June 2021; 7(1): 49-59.

- [5] สุนทร ก้องสินธุ์, อนุชิต สิงห์จันทร์, สมนึก ดำนัย และ ณัฐวิรัช สุขสง. (2561). "การออกแบบชุดทดลองคัดแยกสีอัตโนมัติบนระบบสายพานลำเลียงโดยโมดูลแยกสีอัตโนมัติ". วารสารวิจัยและนวัตกรรมสถาบันการอาชีวศึกษา กรุงเทพมหานคร. ปีที่ 1 ฉบับที่ 2, กรกฎาคม-ธันวาคม 2561. หน้า 56-67.
- [6] กัลยาวิดี ชูจรรยาเดช, ขนทัต ดำนุ่น และ ภควรรษ เอียดพวง. (2566). "การออกแบบชุดทดลองคัดแยกสีอัตโนมัติบนระบบสายพานลำเลียง โดยโมดูลแยกสี". ปรินิพนธ์สาขาสหวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.ศรีวิชัย. กันยายน 12, 2566.
- [7] ณัฐดนัย เรือนคำ. (2559). "แบบจำลองเครื่องคัดแยกวัตถุอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง". การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 3 (ฉบับที่ 1). วันที่ 22 ธันวาคม 2559. หน้า 625-635.
- [8] สมเจตน์ ทองดี. (2559). "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมอัตโนมัติสำหรับการฝึกปฏิบัติ". งานวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, ประจำปีงบประมาณ 2559.
- [9] Bickman, Josh, "Automated Color-Sorting uses optical technology", vol. 13, 1996.
- [10] R Mattone, G. Campagiorni, F. Galati, "Sorting of items on a moving conveyor belt. Part1: A Technique for detecting and classifying objects", vol. 16, issues 2-3, 1999.