

การออกแบบชุดทดลองคัดแยกสีอัตโนมัติบนระบบ สายพานลำเลียง โดยโมดูลแยกสีอาดูโน

The Design of Automatic Color Sorting Machine on Conveyor Systems by Arduino Color Recognition Sensor Module

สุนทร ก้องสินธุ์¹ อนุชิต สิงห์จันทร์² สมนึก ดำนัย³ ณัฐวิรัช สุขสง⁴

Soontorn Kongsintu¹ Anuchit Singjan² Somnok Dumnui³ Nattawich Suksong⁴

¹อาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร

^{2,3,4}อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์

Email : soonwa4@gmail.com¹, nutodmen@gmail.com², somnok@gmail.com³, nattawit0305@gmail.com⁴

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบและทดลองการใช้ชุดทดลองคัดแยกสีอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงด้วยบอร์ดโมดูลแยกสีอาดูโน สามารถปฏิบัติงานได้ตามการออกแบบให้แยกชนิดวัตถุที่เป็นสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน แล้วเคลื่อนย้ายวัตถุอัตโนมัติไปยังที่กำหนดไว้โดยอาศัยการควบคุมของ plc Board CFX1N20MT โดยใช้ตัวตรวจจับด้วยโมดูลแยกสี Arduino TCS230 เป็นเซนเซอร์อ่านค่าปริมาณของความเข้มของแสงที่กระทบกับวัตถุและสะท้อนกลับมายังเซนเซอร์แปลผลเป็นสัญญาณที่แตกต่างกันตามแต่ละสีของวัตถุ นอกจากนี้งานวิจัยสามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการฝึกปฏิบัติเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางกับโรงงานอุตสาหกรรมประเภทงานแยกวัตถุในการผลิตเพื่อจำแนกวัตถุสีได้ตามที่โปรแกรมสั่งงานและสามารถนำไปใช้ในโรงงานสิ่งพิมพ์ โรงงานผลิตรถยนต์ โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงระบบการเคลื่อนที่อัตโนมัติอื่นๆที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการออกแบบและทดลองใช้ชุดทดลองคัดแยกสีอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงด้วยบอร์ดโมดูลแยกสีอาดูโน พบว่า สามารถคัดแยกวัตถุสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน โดยใช้เวลาเฉลี่ยของวัตถุที่ทดสอบปรากฏว่าวัตถุสีแดง 9.75 วินาที วัตถุสีเขียว 9.96 วินาที และวัตถุสีน้ำเงิน 9.95 วินาที และสามารถแยกสีวัตถุลงในตำแหน่งที่ต้องการได้ถูกต้อง

คำสำคัญ: การคัดแยกวัตถุอัตโนมัติ , ชุดทดลองแยกวัตถุสี

Abstract

This research aims at designing and testing the effectiveness of the automatic color sorting machine with on conveyor systems by Arduino color recognition sensor module. It was designed to classify object, such as red, green and blue, and move objects automatically to a defined trays by the control of the PLC Board CFX1N20MT. The sensor modules color Arduino TCS230 was used for the object detection to read the amount of the intensity of light that strikes the object then reflected back to the sensor, after that converted into an electrical signal to the microcontroller to control the stepper motor in order to choose containers and color of objects to match each others. In addition, the application of this research can be used as a basis for practice in the industry, classification of printing plants, automotive plants, and electronics component manufacturing plants including other relevant automatic moving system effectively.

From the result, it can be showed that the sorting machine classified the object colors as red, green, blue and other colors with high accuracy. The average classifying time of the test objects is 9.75, 9.96, and 9.96 seconds for the materials as red, green, and blue respectively.

Keywords: Automatic object colors classification , Machine of sorting object colors

1. บทนำ

จากที่ได้ศึกษาระบบการขนถ่ายวัตถุและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งใช้ระบบสายพานลำเลียงวัตถุ จากสถานีต้นทางไปยังสถานีปลายทางแทนการเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยมนุษย์ เพราะมีความสะดวกหลายอย่างในเรื่องความต่อเนื่องการทำงาน ความเร็วที่สม่ำเสมอของวัตถุที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายในโรงงานอุตสาหกรรม งานด้านการตรวจสอบสินค้าเพื่อให้ได้มาซึ่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งการตรวจสอบเริ่มมีความนิยมสูงขึ้นเรื่อยๆ ดังงานวิจัยของสิมิลัน และฐิติวรรณ (ม.ป.ป.) [1] ได้ออกแบบและพัฒนา ระบบคัดแยกขนาดปลาอัตโนมัติ โดยการวิเคราะห์ ข้อมูลภาพจากกล้องวิดีโอ ภาพปลาที่ไหลมาตามสายพาน จะผ่านระบบประมวลผลเพื่อวิเคราะห์หาความยาวของตัวปลาแล้วไปเปรียบเทียบความยาว

กับข้อมูลในฐานข้อมูล ซึ่งเป็นค่าเริ่มต้นของระบบทางกลศาสตร์ที่สามารถแยกขนาดปลาออกจากกันได้จริง ระบบนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับอุตสาหกรรมประมง จากการใช้แรงงานมนุษย์ในกระบวนการคัดแยกขนาดปลา โดยใช้สายดาวัดหรือไม้บรรทัดวัดซึ่งมีโอกาสผิดพลาดได้ง่าย งานวิจัยของ ญัฐพงศ์ และคณะ (ม.ป.ป.) [2] ได้สร้างเครื่องคัดแยกพริกหวานอัตโนมัติ โดยอาศัยหลักการตรวจจับสีของพริกด้วยการประมวลผลภาพในระบบภาพ HSV ผ่านระบบสายพานลำเลียง จากนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะควบคุมส่วนคัดแยกให้พริกหวานไหลลงสู่ช่องตามที่กำหนด โดยสามารถนำระบบดังกล่าวไปประยุกต์ใช้กับงานที่เกี่ยวข้องได้ เพื่อประหยัดเวลาและประหยัดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับค่าแรงงานได้เป็น

อย่างดี ระบบนี้สามารถเป็นต้นแบบ เพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดกับอุตสาหกรรมต่อไป

ด้วยเหตุนี้จึงได้มีแนวคิดที่จะทำการวิจัยออกแบบชุดทดลองคัดแยกสีวัตถุอัตโนมัติบนระบบสายพานลำเลียงโดยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน ซึ่งมุ่งเน้นที่การตรวจสอบค่าสีโดยทำการสร้างระบบฮาร์ดแวร์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม การดำเนินงานประกอบไปด้วยการออกแบบและสร้างชุดสายพานลำเลียงการสร้างโปรแกรม ควบคุมการทำงาน โดยหลักการทำงานอาศัยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนเป็นตัวตรวจเช็ควัตถุ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน เพื่อสั่งให้ชุดคัดแยกวัตถุทำงาน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบชุดทดลองคัดแยกสีอัตโนมัติบนระบบสายพานลำเลียงโดยไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน

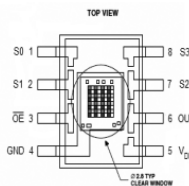
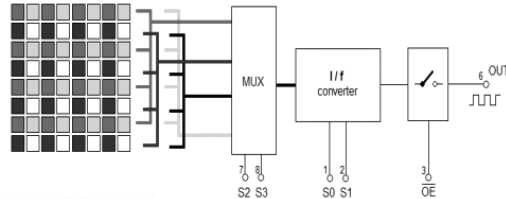
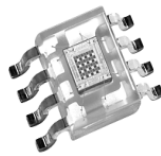
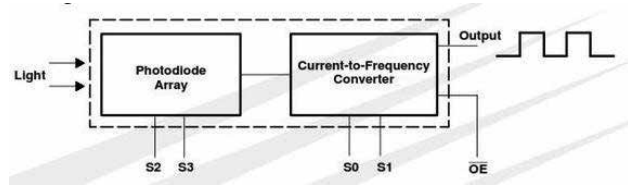
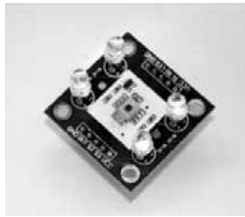
2.2 เพื่อทดลองการใช้ชุดทดลองคัดแยกสีอัตโนมัติบนระบบสายพานลำเลียงโดยไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาทฤษฎีและหลักการทำงาน

3.1.1 ระบบการตรวจจับหรือเซนเซอร์วัตถุ

(Sensors) ในที่นี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino TCS230 ทำให้สามารถมองเห็นสีของสิ่งรอบตัวเพื่อเอาไปประมวลผลตามที่ต้องการ เช่น ทำเป็นตัวอ่านค่าสี RGB หรือนำค่า RGB ไปแสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์นี้จะช่วยเพิ่มความสามารถนี้ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino TCS230 Color Recognition Sensor ใช้ไฟเลี้ยง 3.3 - 5 โวลต์ ใช้สายสัญญาณ 3 เส้น มีสายสำหรับควบคุมไฟ LED อีก 1 เส้น สามารถสั่งเปิดไฟตอนกำลังอ่านค่าสี และสั่งให้ปิดเมื่ออ่านค่าสีเสร็จแล้วได้ไมโครคอนโทรลเลอร์ TCS230 Color Recognition Sensor module ตัวนี้ใช้เซ็นเซอร์ TAOS TCS230 เป็นตัวแยกความถี่ของแสง โดยใช้ photodiodes การแปลงแสงเป็นความถี่อ่านได้จากค่า photodiodes ที่อยู่ในชิพของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ TCS230 มีจำนวนทั้งหมด 8x8 ชีพ สามารถอ่านสีแดง เขียว น้ำเงิน แสงสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงโดยตรง ซึ่งค่าที่อ่านมาได้จะเป็นค่าความถี่ของแสงแดง เขียว น้ำเงิน การควบคุมเซนเซอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ TCS230 นี้ ทำได้โดยควบคุมจากขา s2 และ s3 และขา OUT จะให้ออกมาเป็นสัญญาณพัลส์ (50% duty cycle) เป็นความถี่ที่อ่านได้จากเซนเซอร์แสง photodiode โดยตรง สามารถขยายความเข้มของค่าที่อ่านได้โดยควบคุมอัตราขยายที่ขา s0 และ s1 ดังแสดงในภาพที่ 1 [3]



S2	S3	Photodiode
0	0	Red
0	1	Blue
1	0	Clear
1	1	Green

S0	S1	Frequency output
0	0	power down
0	1	2 %
1	0	20 %
1	1	100 %

ภาพที่ 1 การควบคุมเซนเซอร์ โมดูล TCS230 (ที่มาจาก www.allarduino.com/download/TCs230_C.rar)

3.1.2 หลักการทำงานของ โมดูล TCS230 ความรู้เกี่ยวกับโมเดลแม่สีแสง RGB ซึ่งเป็นหลักการในการใช้บอร์ด Color ของเซนเซอร์ที่สามารถตรวจจับแสง สีแดง เขียว และน้ำเงิน และเมื่อรวมกันก็จะได้เป็นแสงสีต่าง ๆ ที่เราเห็นกัน ถ้าข้อมูลของแสง RGB แต่ละตัว ก็จะสามารถรู้ว่าการรวมกันของสีแล้วจะได้เป็นสีอะไร โมดูลนี้มีเซนเซอร์สีแดง เขียว และน้ำเงินรวมกันถึง 8x8 ตัว สามารถรับแสงแต่ละค่า และเมื่อเอามาเข้าสมการรวมกันแปลงค่าออกมา ก็จะได้ค่าสีที่มองเห็นจะแยกแยะสีออกได้แล้ว โมดูล TCS230 มีเซนเซอร์ photodiodes ขนาด 8x8 ตัว

โดย มีเซนเซอร์สีน้ำเงิน 16 ตัว สีเขียว 16 ตัว สีแดง 16 ตัวและ 16 ตัวสำหรับแสงสีขาว โดยจะให้สัญญาณเอาต์พุตออกมาทางขา S2 และ S3 เช่น ถ้า S2 และ S3 ให้สัญญาณ 0 หรือ L ออกมา แปลว่า อ่านได้ค่าแสงสีแดง แล้ว ถ้า S2 และ S3 ให้ค่าออกมาเป็น L และ H แสดงว่าเป็นสีน้ำเงิน ตามตารางที่ 1 และสามารถขยายสัญญาณนี้ได้โดยควบคุมที่ขา S0 และ S1 โดยมี 4 ระดับ คือ ถ้า S0 กับ S1 เป็น L L หรือ 0 0 แปลว่าปิดการทำงาน เช่นกัน ถ้า S0 กับ S1 เป็น H L แปลว่า ขยายสัญญาณที่ 20 % ตามตารางที่ 2 [3]

ตารางที่ 1 Selectable options

S0	S1	OUTPUT FREQUENCY SCALING (fo)
L	L	Power down
L	H	2%
H	L	20%
H	H	100%

S2	S3	Photodiode type
L	L	Red
L	H	Blue
H	L	Clear (filter)
H	H	Green

ตารางที่ 2 สเกลช่วงความถี่แสงของ TCS 230

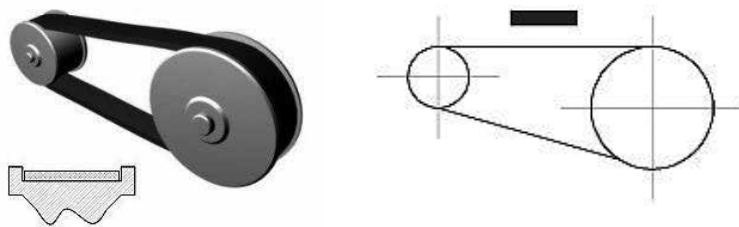
Parameter	Test Conditions	Clear Photodiode S2 = H, S3 = L			Blue Photodiode S2 = L, S3 = H			Green Photodiode S2 = H, S3 = H			Red Photodiode S2 = L, S3 = L			Unit
		Mn	Typ	Mx	Mn	Typ	Mx	Mn	Typ	Mx	Mn	Typ	Mx	
fo	Ee = 47.2 $\mu\text{W} / \text{cm}^2$	16	20	24	11.2	16.4	21.6							kHz
Output frequency	$\lambda_p = 470 \text{ nm}$													
	Ee = 40.4 $\mu\text{W} / \text{cm}^2$	16	20	24				8	13.6	19.2				kHz
fo	$\lambda_p = 524 \text{ nm}$													
	Ee = 34.6 $\mu\text{W} / \text{cm}^2$	16	20	24							14	19	24	kHz
Dark frequency	$\lambda_p = 640 \text{ nm}$													
	Ee = 0		2	12		2	12		2	12		2	12	kHz

3.2 ระบบควบคุมการลำเลียงสายพาน

3.2.1 การขับเคลื่อน มอเตอร์ที่ใช้เป็นมอเตอร์กระแสตรงแบบหดรอบโดยใช้เฟืองเพื่อลดความเร็วรอบและเพิ่มแรงบิดในการหมุนซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการสร้างชุดขับเคลื่อนที่ให้กำลังมอเตอร์อาจมีชุดหดรอบสำเร็จรูปจากโรงงานหรือนำมอเตอร์มาต่อกับชุดเฟืองหดรอบก็ได้มอเตอร์กระแสตรงแบบหดรอบเช่นกันได้แก่ มอเตอร์เกียร์ (Gear Motor) [3]

3.2.2 สายพานและฟลูเลย์ สายพานและฟลูเลย์ที่ใช้งานกับเครื่องจักรกลทั่วไปมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานเป็นตัวลำเลียงวัตถุจากต้นทางไปยังปลายทาง ซึ่งสายพานลำเลียงที่นิยมใช้โดยทั่วไป เช่น สายพานแบน (Flat belt) สายพานแบบหุ้มตัว (Fold edge) และสายพานลิ้ม (V-belt) เป็นต้น [4] การส่งกำลังด้วยสายพานเป็นการส่งกำลังชนิดแบบอ่อนตัวได้ซึ่งมีข้อดีข้อเสียหลายอย่าง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการส่งกำลังแบบเฟืองและการส่งกำลังแบบโซ่

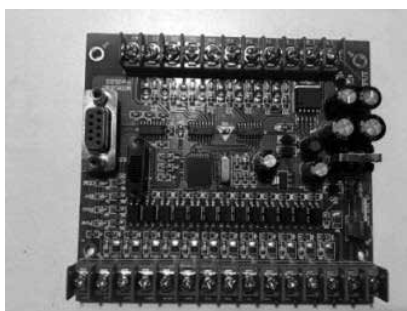
ข้อดีคือ มีราคาถูกและใช้งานง่าย รับแรงกระตุกและการสั่นสะเทือนได้ดี ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง เหมาะสำหรับ การส่งกำลังระหว่างเพลาคู่ที่อยู่ห่างกันมาก ๆ และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาค่อนข้างต่ำ อย่างไรก็ตามข้อเสียของ การขับเคลื่อนด้วยสายพานก็มี คือ อัตราการทดที่ไม่แน่นอนเนื่องจากการสลิป (Slip) และการครีป (Creep) ของ สายพานและต้องมีการปรับระยะห่างระหว่างเพลาคู่หรือปรับแรงตึงในสายพานระหว่างการใช้งาน นอกจากนี้ ยังไม่อาจใช้งานที่มีอัตราทดสูงมากได้ ดังแสดงในภาพที่ 2 [5]



ภาพที่ 2 สายพานและพูลเลย์ (ที่มา : <http://hi-intel.ru/202/103.html>)

3.2.3 PLC Board CFX1N20MT เป็น บอร์ดที่จำลองแทน PLC FX1N-20MT ของ PLC Mitsubishi ซึ่งได้แปลงมาอยู่ในรูปแบบของบอร์ด ทดลอง เพื่อให้สามารถใช้แทน PLC Mitsubishi FX1N20MT ได้ สามารถใช้งานร่วมกับ โปรแกรม GX Developer ของ PLC Mitsubishi ได้โดยตรงและยัง ใช้งานโหมด Online Download Upload ได้เหมือน PLC จริง รวมถึงการเขียนโปรแกรม Ladder Diagram ก็สามารถใช้เขียนเทียบเคียงเหมือนกับ PLC Mitsubishi FX1N20MT ได้เป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็น เรื่อง Data

Memory (D) Auxiliary Relay (M) State Memory (S) Index Register (V,Z) Pointer(P) Contact (K,H) Timer (T) Counter (C) รองรับการใช้งาน Interrupt และ Function ของ High Speed Counter สำหรับ รับค่า Encoder หรือ การนับจำนวนแบบรวดเร็ว และ การใช้งาน Function ของ Pulse Train สำหรับขับตัว Stepping Motor และ Servo Motor ได้โดยตรง สามารถติดต่อ HMI (Touch Screen) ผ่าน RS232 ได้โดยตรง ดังแสดงในภาพที่ 3 [6]



ภาพที่ 3 PCL Board CFX1N29MT

3.3 การออกแบบโครงสร้างและการคำนวณ ดังแสดงในภาพที่ 4 [7]

3.3.1 การคำนวณชุดคัตแยกวัตถุ

จากสมการ $F = m \cdot g$ (1)

F คือ แรงกด นิวตัน (N)

m คือ มวล กิโลกรัม (Kg)

g คือ ค่าแรงโน้มถ่วงของโลก (9.81 m/s²)

วัตถุมีความยาว 15 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 0.1 กิโลกรัม โครงสร้างมีความยาว 40 เซนติเมตร มีน้ำหนักเท่ากับ 0.9 กิโลกรัม สายพานหนัก 0.5 กิโลกรัม ดังนั้น มวลทั้งหมดจะมีน้ำหนัก 1.5 กิโลกรัม

จากสมการ (1) จะได้

$$\begin{aligned} F &= 1.5 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 \\ &= 14.72 \text{ N} \end{aligned}$$

3.3.2 การคำนวณหาขนาดมอเตอร์ตัวคัตแยกวัตถุ

วัตถุมีขนาดน้ำหนักประมาณ 0.5 กิโลกรัม รัศมีของลูกกลิ้ง 3 เซนติเมตร สามารถเขียนสมการ

ได้คือ

$$T = F \cdot r \quad (2)$$

r คือ ขนาดเป็นเมตร (m)

จากสมการที่ (2) จะได้

$$\begin{aligned} T &= (0.5 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2) \times (3 \times 10^{-2}) \\ &= 0.147 \text{ N.m} \end{aligned}$$

และกำลังของมอเตอร์สามารถเขียนสมการได้คือ

$$P = 2\pi NT / 60 \quad (3)$$

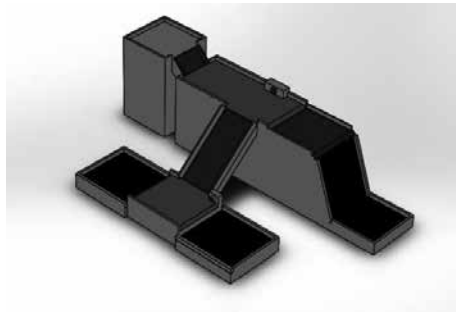
N คือ ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)

โดยมอเตอร์มีความเร็วรอบ 100 rpm จากสมการที่ (3) จะได้

$$\begin{aligned} P &= (2 \times 3.14 \times 100 \text{ rpm} \times 0.147 \text{ N.m}) / 60 \\ &= 1.54 \text{ วัตต์} \end{aligned}$$

คิดเป็นแรงม้าได้เท่ากับ

$$P = 1.54 / 746 = 0.002 \text{ hp}$$



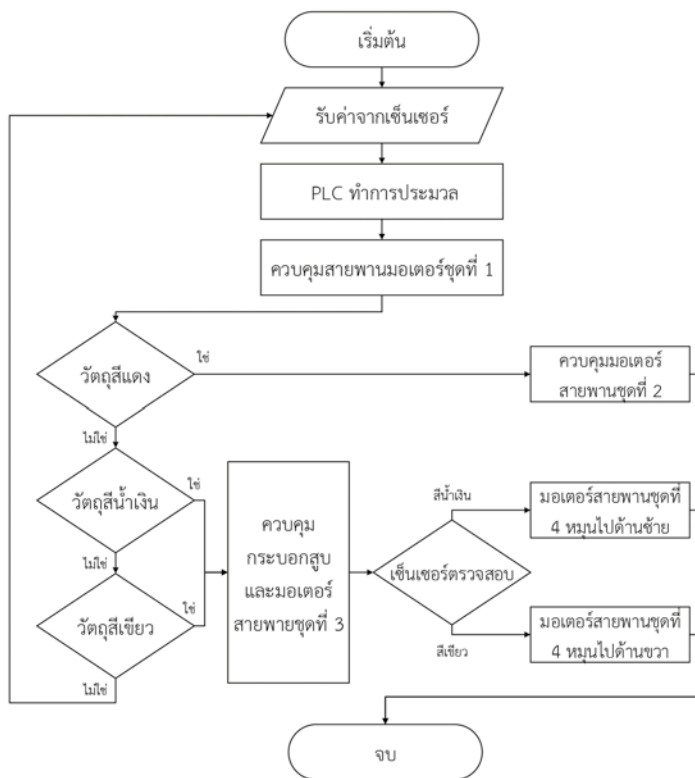
ภาพที่ 4 โครงสร้างชุดจำลองคัดแยกวัตถุด้วยสี

3.4 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องแยกวัตถุด้วยสี

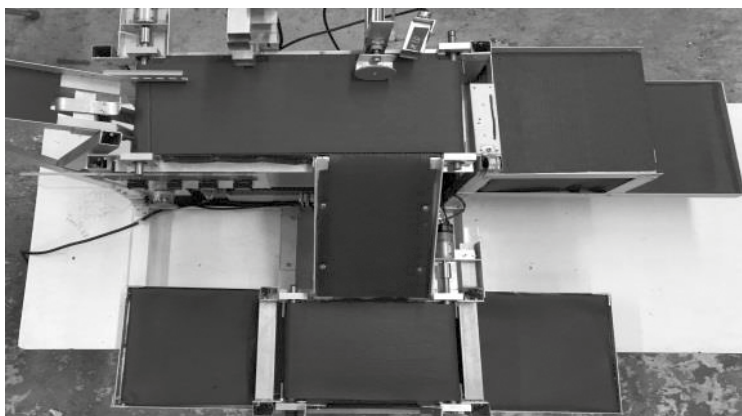
1. ส่วนอินพุต (Input) เมื่อวัตถุสีต่าง ๆ เคลื่อนที่ตามสายพานผ่านจุดที่กำหนดไว้ เช่น เซอร์โมดูล แยกสี Arduino TCS230 จะทำหน้าที่ตรวจจับวัตถุแล้วส่งสัญญาณไปประมวลผลที่ PLC Board CFX1N20MT [8]
2. ส่วนประมวลผลและควบคุม (Process and Control) โดยการนำสัญญาณจากอินพุตที่ได้มาประมวลผล PLC Board CFX1N20MT เพื่อกำหนดระดับสัญญาณแล้วส่งงานชุดคัดแยกสีให้ทำงานตามวัตถุประสงค์
3. ส่วนผลลัพธ์ (Output) ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ วัตถุสีแดง วัตถุน้ำเงิน และวัตถุสีเขียว โดยมอเตอร์จะทำหน้าที่เป็นตัวหมุนเพื่อคัดแยกวัตถุหรือชิ้นงานไปในจุดที่ต้องการได้ และลำดับขั้นตอนของโปรแกรมการทำงานดังแสดงในรูปที่ 5
4. ส่วนของการกำหนดค่าเฉลี่ยช่วงเวลาของการทำงานในแยกวัตถุที่เหมาะสม คือ การวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องคัดแยกวัตถุ เครื่องคัดแยกวัตถุที่ดีต้องใช้งานได้อย่างปลอดภัย และเวลามาตรฐานในการทำงานต่อชิ้นสามารถช่วยเราแก้ปัญหาต่างกล่าวได้ จากสูตรสมการนี้

ประสิทธิภาพการเดินเครื่องคัดแยกวัตถุ = $\frac{\text{เวลาเดินเครื่องคัดแยกวัตถุสุทธิ}}{\text{เวลาเดินเครื่องคัดแยกวัตถุ}}$

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดช่วงสัญญาณออก เป็น 3 ช่วงด้วยกัน สีแดง คือ ความถี่ 24 kHz สีเขียว คือ 19.2 kHz และสีน้ำเงิน คือ 21.6 kHz ซึ่งโมดูลแยกสี Arduino TCS230 จะส่งข้อมูลที่ได้เป็นสัญญาณดิจิทัลแล้วส่งสัญญาณออกไปให้ PLC Board CFX1N20MT เพื่อควบคุมการหมุนของมอเตอร์ตามจำนวนรอบที่กำหนดไว้ เพื่อให้วัตถุสีแดงตกลงไปในถาดได้อย่างถูกต้อง ดังแสดงในภาพที่ 5 และ 6



ภาพที่ 5 ลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องแยกวัตถุด้วยสี



ภาพที่ 6 เครื่องตัดแยกวัตถุด้วยสีอัตโนมัติตามสายพานลำเลียง

4. ผลการวิจัย

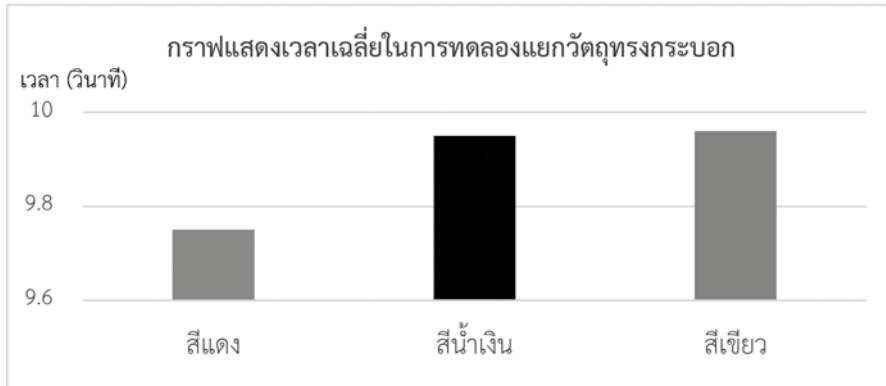
การทดลองเริ่มจากนำวัตถุจากต้นทางผ่านเข้าสู่ระบบสายพานลำเลียง ดังรูปที่ 6 ซึ่งวัตถุมีสี รูปร่างและขนาดใกล้เคียงกันตามขอบเขตที่กำหนด โดยใช้โมดูลแยกสี Arduino TCS230 เซนเซอร์เป็นอินพุตแล้วส่งค่าข้อมูลให้ PLC Board CFX1N20MT ประมวลผลเพื่อควบคุมการหมุนถาดให้ตรงตามตำแหน่งที่สอดคล้องกับวัตถุที่จะตกลงมาแล้วจึงวนไปตรวจจับวัตถุใหม่อีกครั้ง ได้ผลดังต่อไปนี้

4.1 ตารางการทดลองของวัตถุทั้ง 3 ชนิด

ตารางที่ 3 ผลการทดลองแยกวัตถุทรงกระบอก

ครั้งที่ ทดลอง	แยกวัตถุทรงกระบอกสีแดง			แยกวัตถุทรงกระบอกสีน้ำเงิน			แยกวัตถุทรงกระบอกสีเขียว		
	เวลา ที่ใช้ (วินาที)	จำแนก สีของ วัตถุ (ได้, ไม่ได้)	ตำแหน่ง ที่ต้องการ คัดแยก (ถูกต้อง, ไม่ถูกต้อง)	เวลา ที่ใช้ (วินาที)	จำแนก สีของ วัตถุ (ได้, ไม่ได้)	ตำแหน่ง ที่ต้องการ คัดแยก (ถูกต้อง, ไม่ถูกต้อง)	เวลา ที่ใช้ (วินาที)	จำแนก สีของ วัตถุ (ได้, ไม่ได้)	ตำแหน่ง ที่ต้องการ คัดแยก (ถูกต้อง, ไม่ถูกต้อง)
1	10.07	ได้	ถูกต้อง	9.88	ได้	ถูกต้อง	10.03	ได้	ถูกต้อง
2	10.01	ได้	ถูกต้อง	10.05	ได้	ถูกต้อง	10.1	ได้	ถูกต้อง
3	10.05	ได้	ถูกต้อง	10.06	ได้	ถูกต้อง	11.00	ได้	ถูกต้อง
4	10.08	ได้	ถูกต้อง	9.86	ได้	ถูกต้อง	10.06	ได้	ถูกต้อง
5	9.86	ได้	ถูกต้อง	9.86	ได้	ถูกต้อง	9.87	ได้	ถูกต้อง
6	10.12	ได้	ถูกต้อง	10.13	ได้	ถูกต้อง	10.11	ได้	ถูกต้อง
7	9.62	ได้	ถูกต้อง	9.62	ได้	ถูกต้อง	9.62	ได้	ถูกต้อง
8	11.00	ได้	ถูกต้อง	9.70	ได้	ถูกต้อง	9.92	ได้	ถูกต้อง
9	9.77	ได้	ถูกต้อง	9.75	ได้	ถูกต้อง	9.76	ได้	ถูกต้อง
10	8.30	ได้	ถูกต้อง	11.00	ได้	ถูกต้อง	10.00	ได้	ถูกต้อง
11	8.20	ได้	ถูกต้อง	9.90	ได้	ถูกต้อง	9.90	ได้	ถูกต้อง
12	9.87	ได้	ถูกต้อง	9.62	ได้	ถูกต้อง	9.87	ได้	ถูกต้อง
13	9.90	ได้	ถูกต้อง	9.90	ได้	ถูกต้อง	10.00	ได้	ถูกต้อง
14	9.62	ได้	ถูกต้อง	10.00	ได้	ถูกต้อง	9.62	ได้	ถูกต้อง
15	9.82	ได้	ถูกต้อง	9.87	ได้	ถูกต้อง	9.52	ได้	ถูกต้อง
ค่าเฉลี่ย	9.75			9.95			9.96		

4.2 กราฟแสดงผลการทดลอง จากตารางที่ 3 สามารถสรุปให้อยู่ในกราฟได้ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 กราฟแสดงเวลาเฉลี่ยในการทดลองแยกวัตถุทรงกระบอก

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบชุดทดลองคัดแยกสีวัตถุอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงด้วยบอร์ดไมโครแยกสีอาคูโน เพื่อแก้ปัญหาในการคัดแยกวัตถุทรงกระบอก และเพื่อลดระยะเวลาในการลำเลียงแล้วมีความแม่นยำในการคัดแยกร้อยละ 100 กับวัตถุทรงกระบอกที่วางแนวตั้งมากกว่าแนวนอน ซึ่งได้ทำการทดสอบโดยสามารถสรุปผลการวิจัยดังนี้

ผลการทดลองการแยกวัตถุทรงกระบอกสีแดงจำนวน 15 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงาน 9.75 วินาที จากการทดลองสามารถแยกจำแนกสีแดงของวัตถุได้ทั้งหมด และตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกได้ทั้งหมด

ผลการทดลองการแยกวัตถุทรงกระบอกสีน้ำเงินจำนวน 15 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงาน 9.95 วินาที จากการทดลองสามารถแยกจำแนกสีน้ำเงินของวัตถุได้ทั้งหมด และตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกได้ทั้งหมด

ผลการทดลองการแยกวัตถุทรงกระบอกสีเขียวจำนวน 15 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงาน 9.96 วินาที จากการทดลองสามารถแยกจำแนกสีเขียวของวัตถุได้ทั้งหมด และตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกได้ทั้งหมด

5.2 อภิปรายผล

ผลการทดลองการทำงานของชุดทดลองคัดแยกสีอัตโนมัติ พบว่า สามารถคัดแยกวัตถุที่เป็นสีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน ได้ และสามารถรับวัตถุในตำแหน่งที่ต้องการได้ถูกต้อง โดย PLC สามารถทำงานได้ตามโปรแกรมอย่างถูกต้องโดยใช้บอร์ดไมโครแยกสีอาคูโนเป็นเซนเซอร์ ซึ่งค่าเวลาในการทดลองคิดที่ระยะทางจากจุดที่วัตถุเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ จนกระทั่งวัตถุตกลงไปยังจุดที่ได้กำหนดไว้ จะสังเกตได้ว่าสีที่สะท้อนแสงได้ดีจะมีผลต่อเวลาที่ใช้ใน PLC เป็นไปตามการทดลองงานวิจัยของ กิมานนท์ และถาวร [9] เรื่อง เครื่องแยกธนบัตรเป็นเหรียญอัตโนมัติควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้อธิบายไว้ว่า ผลการ

สะท้อนแสงของคลื่นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 2 ข้อ คือ สีของวัตถุ (การสะท้อนจะอยู่ในระดับต่ำถ้าใช้กับวัตถุที่มีสีดำหรือสีค่อนข้างทึบแสง) และระยะความห่างของวัตถุที่ใช้เป็นตัวสะท้อนคลื่นออกมา ซึ่งถ้าระยะใกล้มากจะมีระดับแรงดันสูง แต่ถ้าระยะห่างจะมีระดับแรงดันตามลงตามระยะทาง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกันตภณ [10] และไกรสร และดนัย [11] ในด้านน้ำหนักไม่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของชุดสายพานแต่จะขึ้นอยู่กับระยะทางหมายความว่า ถ้าออกแบบความยาวของสายพานมากขึ้นระยะเวลาเฉลี่ยในการคัดแยกวัตถุสีจะเพิ่มขึ้นตามการวางเซนเซอร์พื้นผิวสีให้เหมาะสมกับการสะท้อนออกมาของวัตถุและในส่วนของโปรแกรมที่นำมาควบคุม และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ กันตภณ [12] พบว่าสามารถคัดแยกสีวัตถุโดยใช้เวลาเฉลี่ยที่ทดสอบได้ดังนี้ วัตถุสีแดง 9.96 วินาที วัตถุสีเขียว 13.47 วินาที วัตถุสีน้ำเงิน 16.58 วินาทีและวัตถุสีอื่น ๆ 9.04 วินาที และสามารถหมุนถาดเพื่อรับวัตถุสีในตำแหน่งที่ต้องการได้ถูกต้อง

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ปัญหาที่พบส่วนใหญ่เกิดจากความไม่เสถียรในการอ่านค่าของบอร์ดโมดูลแยกสีอาคูโน โดยเมื่อนำสายไฟมาต่อกันหลายเส้น เพื่อให้ได้ความยาวตามต้องการ จะทำให้เซนเซอร์ได้รับความถี่ที่ไม่คงที่ ส่งผลให้เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุได้ตลอดเวลาหรือไม่ทำงานเลย หากใช้สายไฟแบบสั้นจะไม่เกิดปัญหาดังกล่าว ซึ่งสามารถแก้ปัญหาได้โดยการต่อตัวเก็บประจุ 0.1 ไมโครฟารัด เข้าที่ขาไฟเลี้ยงและขากราวด์ของเซนเซอร์ เพื่อให้มีการจ่ายความถี่ที่คงที่

5.3.2 การเลือกใช้เซนเซอร์นอกจากการพิจารณาถึงลักษณะงานแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบอื่น ๆ ด้วย เช่น ลักษณะของวัตถุ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง สี ลักษณะพื้นผิว ตำแหน่งติดตั้งหรือตรวจจับ

วัตถุ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุผ่านเซนเซอร์ ระยะห่างระหว่างเซนเซอร์ที่อยู่บริเวณใกล้เคียง และสภาพแวดล้อมในบริเวณใช้งานด้วย

เอกสารอ้างอิง

- [1] สิมิลัน อาศัยพานิชย์ และฐิติวรรณ ศรีนาค. ม.ป.ป. ระบบคัดแยกขนาดปลาอัตโนมัติโดยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากกล้องวิดีโอโปรแกรมเพื่องานการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2559. จาก http://www.vcharkarn.com/uploads/project/394_1.pdf.
- [2] ญัฏฐพงศ์ เฉลิมธารรงค์ ณรงค์ชัย โพธิ์เจริญ และ ปาริฉัตร เสริมวุฒิสาร. ม.ป.ป. เครื่องคัดแยกพริกหวานอัตโนมัติ (Automatic sweet pepper separator). [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2559. จาก http://cpe.eng.kps.ku.ac.th/db_cpeproj/fileupload/project_IdDoc7_IdPro2.pdf.
- [3] Texas Advanced Optoelectronic Solutions Inc. (2559). TCS230 PROGRAMMABLE COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2559. จาก www.cl.cam.ac.uk/teaching/1011/P31/project/tcs230.pdf
- [4] บัญญัติ นิยมवास. 2555. การออกแบบสายพานแบบ. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2559. จาก <http://mechinspector.blogspot.com/2012/08/1.html>
- [5] วรพจน์ ศรีวงศ์คล. (2540). ออกแบบเครื่องจักรกล 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สถาบันพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. หน้า 175-186.
- [6] ตะวัน ช้ายเกลี้ยง. (2559). PLC Board

- CFX1N20MT. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2559. จาก <http://www.108engineering.com/product/1268784/plc-board-cfx1n20mt.html>
- [7] Ingram, A. n.d. **Machine Design Hand book**. [Online]. Retrieved May 10, 2016, from <http://www.sccconsultants.com/docs/PEPTFlowMachinDesignHandbook.pdf>.
- [8] อุทัย สุมาลย์. (2543). **การโปรแกรมควบคุมไฟฟ้าภาคทฤษฎี**. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ. หน้า 90-112.
- [9] กิमानนท์ พูลกาลัง และถาวร ศิริสอน. (2555). **เครื่องแลกเปลี่ยนเป็นเหรียญอัตโนมัติควบคุมโดยไมโคร คอนโทรลเลอร์**. ปรินซ์นิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม.
- [10] กันตภณ พลั่วไธสง. (2557). **เครื่องคัดแยกวัตถุอัตโนมัติตามสายพานลำเลียง**. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2557 หน้า 88-96.
- [11] ไกรสร รวยป้อม และ ดนัย ทองขวัญ. (2556). **เครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติแบบรางเลื่อน**. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก. ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2556 หน้า 63-69.
- [12] กันตภณ พลั่วไธสง. (2559). **เครื่องคัดแยกสีอัตโนมัติบนระบบสายพานลำเลียงควบคุมด้วยอาคูโน**. วารสารสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย. ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2559 หน้า 15-21.