

โครงการที่ 812/2562 (วศบ.อุตสาหกรรม)



การพัฒนาระบบบรรจุบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ

นายไพโรจน์	ศรีนวล	รหัสนักศึกษา 590612075
นายอภิวัชร	อัฐวงศ์	รหัสนักศึกษา 590612106

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีการศึกษา 2562

หัวข้อโครงการ	การคัดแยกบรรจุบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ	
โดย	นายไพโรจน์ ศรีนวล	รหัสนักศึกษา 590612075
	นายอภิวัชร อัฐวงศ์	รหัสนักศึกษา 590612106
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.อรรถพล สมุทรคุปต์	
ปีการศึกษา	2562	

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อนุมัติให้นับ
 โครงการนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

กรรมการสอบโครงการ

.....ประธานกรรมการ

(ผศ.ดร.อรรถพล สมุทรคุปต์)

.....กรรมการ

(รศ.ดร.นิวิธ เจริญใจ)

.....กรรมการ

(ผศ.ดร.กรกฎ ไยบัวเทศ ทิพย์าวงศ์)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สามารถสำเร็จไปได้ด้วยดี โดยได้รับคำปรึกษาจาก ผศ.ดร.อรรถพล สมุทรคุปต์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ซึ่งเป็นผู้มอบความรู้ คำแนะนำ แนวทางการศึกษาตลอดจนให้ความกรุณาในการตรวจทานแก้ไขโครงการวิจัยนี้จนทำให้ประสบความสำเร็จอย่างสมบูรณ์ทางผู้ทำโครงการจึงต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ต้องขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ทุกท่าน โดยเฉพาะ รศ.ดร.คมกฤต เล็กสกุล รศ.ดร.นิวิท เจริญใจ ผศ.ดร.อนิรุท ไชยจรรวณิช และผศ.ดร.กรกฎ ไยบัวเทศ ทิพย์วงศ์ที่ได้ให้ความรู้จากการเรียนและคำแนะนำในการแก้ปัญหาแก๊ววิจัย และตลอดจนบุคลากรเจ้าหน้าที่ในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมทุกท่านที่ให้คำแนะนำเสนอแนวทาง และให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการด้วยดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณ คุณวุฒินันท์ อินทยศ คุณนรินทร์ จักรปิ่นและคุณณัฐภูมิ รินโน ครูห้องปฏิบัติการ ภาควิชาอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่คอยช่วยเหลือและให้ความรู้ด้านการขึ้นรูปชิ้นงาน ตลอดจนให้คำแนะนำแก้ไขซึ่งทำให้โครงการนี้ประสบความสำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติพี่น้อง ตลอดจนรุ่นพี่ รุ่นน้อง และเพื่อนๆในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่ได้เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในด้านการศึกษาและการดำเนินชีวิตตลอดมา

สุดท้ายนี้ทางผู้ทำวิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าความรู้จากโครงการเล่มนี้จะสามารถเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจในด้านการออกแบบเครื่องจักรอัตโนมัติ หากมีส่วนใดที่บกพร่องหรือมีความผิดพลาดประการใดทางผู้จัดทำต้องขออภัยเป็นอย่างสูง และขออน้อมรับคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ทุกประการ

นายไพโรจน์ ศรีนวล

นายอภิวัชร อัฐวงศ์

หัวข้อโครงการ	การคัดแยกบรรจุบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ	
โดย	นายไพโรจน์ ศรีนวล	รหัสนักศึกษา 590612075
	นายอภิวัชร อัฐวงศ์	รหัสนักศึกษา 590612106
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.อรรถพล สมุทรคุปต์	
ปีการศึกษา	2562	

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการคัดแยกบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติในอุตสาหกรรมการผลิตประเทศไทยเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 มากขึ้นเพื่อเน้นการพัฒนากระบวนการผลิตเนื่องจากการปรับกระบวนการผลิตใหม่จะสามารถช่วยลดต้นทุนโดยวิธีการดำเนินการวิจัยจะเริ่มจากการศึกษากระบวนการทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติและออกแบบวางแผนลำดับกระบวนการทำงานของเครื่องจักรโดยใช้แผนภาพการทำงานของเครื่องจักร ศึกษาข้อมูล หลักการการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ภาษาซีสั่งควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับระบบอินเตอร์เน็ตให้รับและส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ต่างๆจากนั้นออกแบบการเครื่องจักรด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ระบบไฟฟ้า วงจรไฟฟ้า อาร์ดูโน และเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์จากนั้นประกอบเครื่องจักรและทดสอบปรับปรุงให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ จากการทดสอบกล่องบรรจุภัณฑ์แล้วสามารถตรวจสอบว่ากล่องที่ผ่านและออกจากเครื่องจักรเป็นกล่องขนาดตรงตามรูปแบบกับที่ได้กำหนดไว้และสามารถส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปยังแอปพลิเคชันไลน์ได้

ข้อเสนอจากการวิจัยจะเห็นได้ว่าตัวเซนเซอร์มีการสะท้อนกลับของสัญญาณไฟฟ้าในระยะสั้นและมีการกระจายของสัญญาณกว้างทำให้เกิดความเบี่ยงเบนได้มากหากจะทำให้กระบวนการมีความละเอียดและแม่นยำกว่านี้ต้องเปลี่ยนตัวเซนเซอร์เป็นชนิดที่มีความแม่นยำสูงแทนซึ่งจะมีราคาแพงแต่หากเป็นการศึกษาแนะนำให้ใช้ตัวเซนเซอร์ราคาถูกก่อนจะดีกว่าซึ่งจะทำให้ลดต้นทุนได้มาก

Project Title	Separate of Automatic Packing Package	
Name	Mr. Pairoj Srinuan	Code 590612075
	Mr. Apiwach Attawong	Code 590612106
Department	Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University	
Project Advisor	Assistant Professor Dr. Uttapol Smutkupt	
Academic Year	2019	

Abstract

The objective of this research project is to study the separation of automatic packaging in the manufacturing industry in Thailand into the industrial 4.0 era, to focus on the development of the production process, as this new process adjustment can help reduce costs by way of operations. The research will start by studying the working process of automatic machines and designing the sequence of the work processes of K. Machine diagrams using the machine to study the function of micro master dealer. By using C language to control the operation of devices connected to the internet to receive and send data to various devices, then design the machines with computer programs, electrical systems, circuits, and write computer programs, then assemble the machines And test, improve to meet the set objectives From the test of the package, it is possible to verify that the box that passes and exits the machine is the same size as the specified format and can send data via the internet to the application line.

The research proposal can be seen that the sensor has a short-term reflection of the electrical signal and has a wide signal distribution, causing considerable deviations. If the process is more detailed and accurate, it must replace the sensor with a high accuracy type instead, which will be expensive, but if studying, it is better to use a cheap sensor first, which will reduce the cost.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษาของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 Photoelectric Sensor	3
2.2 Internet of thing(IoT)	16
2.3 เครือข่ายและมาตรฐานต่างๆ802.11	18
2.4 Network Platform for Internet of thing	21
2.5 L298N motor drive	23
2.6 Servo motor	25
2.7 Relay Module 2 Channel	27
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ	
3.1 วิธีการและขั้นตอนในการทำงานวิจัย	30
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	31
3.3 การศึกษาปัญหา	38
3.4 การออกแบบเครื่องจักร	39
3.5 การเขียนโค้ดโปรแกรม	45

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ	
4.1 การทดสอบการทำงานของเครื่องคัดแยก	47
4.2 การดำเนินการทดสอบเครื่องคัดแยก	47
4.3 การทดสอบระบบส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	48
4.4 การดำเนินการทดสอบ	48
4.5 การทำงานเครื่องคัดแยก	51
4.6 การทำงานระหว่างเครื่องจักรกับอุปกรณ์ผ่านอินเทอร์เน็ต	56
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลที่ได้จากโครงการวิจัย	57
5.2 ปัญหาที่พบในการดำเนินโครงการวิจัย	58
5.3 ข้อเสนอแนะของโครงการวิจัย	58
บรรณานุกรม	59
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก รายละเอียดชิ้นงานและอุปกรณ์ของเครื่องจักร	60
ประวัติผู้เขียน	83

สารบัญตาราง

	หน้า
4.1 ตารางแสดงการทดสอบกล่องเอ	53
4.2 ตารางแสดงการทดสอบกล่องบี	54
4.3 ตารางแสดงการทดสอบกล่องซี	54
4.4 ตารางแสดงการทดสอบกล่องดี	55
4.5 ตารางแสดงการทดสอบกล่องหลายชนิด	55

สารบัญภาพ

	หน้า
2.1 Photoelectric Sensor	4
2.2 Opposed Mode	5
2.3 Retro-reflective Photoelectric sensor	6
2.4 Diffuse Mode	7
2.5 Background Suppression	7
2.6 Convergent	8
2.7 Divergent	8
2.8 Foreground Suppression	9
2.9 Fiber Optic Sensor	10
2.10 ระยะในการตรวจจับ	12
2.11 รูปแบบHousing	13
2.12 Power Supply	13
2.13 สัญญาณเอาต์พุต NPN หรือ PNP	14
2.14 Light source	15
2.15 ระหว่าง NO (Normally Open) / NC (Normally Closed)	15
2.16 Internet of thing (Iot)	17
2.17 Network Platform for Internet of Everything	21
2.18 L298N motor drive	24
2.19 Tower Pro MG995 DIGI Hi-Speed Servo	25
2.20 ความกว้างและการเคลื่อนที่ของพัลส์	26
2.21 วงจรไฟฟ้าของรีเลย์	27
2.22 SPDT- Single Pole Double Throw	28
3.1 วิธีขั้นตอนการทำวิจัย	30
3.2 อลูมิเนียมโปรไฟล์	31
3.3 Bracket	31
3.4 น็อตยี่ดรู้ง M5(T-Nut)	32
3.5 สานพาน PVC	32

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
3.6 เฟืองสายพาน-มู่เลย์อลูมิเนียม-Timing-Pulley-XL	33
3.7 สายพานไทม์มิ่ง	33
3.8 เหล็กแผ่น	33
3.9 ลูกกลิ้งสายพาน	34
3.10 ตัวแปลงแรงดันไฟฟ้า และชนิดกระแส	34
3.11 Relay	35
3.12 Arduino	35
3.13 Sensor	36
3.14 stepper motor	36
3.15 Servo Motor	36
3.16 โมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ รุ่น L298N	37
3.17 Multimeter	37
3.18 สายจัมเปอร์	38
3.19 แผนผังการทำงานของเครื่องจักร	39
3.20 การออกแบบเครื่องจักรด้วยโปรแกรม SOLIDWORK	40
4.1 ไม้กั้นไม่ลงช่องที่กำหนด	48
4.2 ติดตั้งเซอร์โว	49
4.3 เซนเซอร์ทำงานผิดปกติ	50
4.4 นำเซนเซอร์บางตัวออก	50
4.5 วางกล่องในตำแหน่งแรก	51
4.6 ไม้กั้นลงมาปิดทางกล่อง	52
4.7 ไม้กั้นยกขึ้น	52
4.8 ตัวอย่างข้อมูลที่แสดงบนไลน์	53

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำโครงการ

อุตสาหกรรมการผลิตกระบวนการบรรจุภัณฑ์จะเป็นส่วนหนึ่งของการผลิตซึ่งเป็นระบบบรรจุภัณฑ์อุตสาหกรรมพื้นฐานของอุตสาหกรรมที่จำเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นระบบมีในอุตสาหกรรมที่ทำหน้าที่เพื่อใช้บรรจุภัณฑ์ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมก่อสร้าง ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ ยานยนต์ เครื่องจักรกล เป็นต้น สำหรับอุตสาหกรรมผลิตการบรรจุภัณฑ์ของประเทศไทยมีอุปสรรคที่สำคัญในปัจจุบันคือการตรวจสอบขนาดของบรรจุภัณฑ์ในขั้นตอนการบรรจุภัณฑ์มีขนาดที่ไม่ตรงขนาดที่ไม่ตรงแบบ

เนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยีเซนเซอร์เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารโทรคมนาคมและเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีความเจริญก้าวหน้าไปมาก การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวกในการเฝ้าติดตามเก็บข้อมูล การบริหารจัดการ จึงทำการประยุกต์เซนเซอร์เพื่อสร้างระบบตรวจสอบขนาดของกล่องในการแยกประเภทให้ตรงตามขนาดเพื่อการบรรจุภัณฑ์ให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ในการบรรจุภัณฑ์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวส่งข้อมูลและเก็บข้อมูลเมื่อเชื่อมต่อระบบ Internet of Things (IoT) เพื่อใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ในด้านที่เกี่ยวข้อง

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อออกแบบระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติสำหรับการบรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดแตกต่างกัน
- 1.2.2 เพื่อประยุกต์ใช้เซนเซอร์แสงในการหาปริมาตรของบรรจุภัณฑ์ขนาดต่างๆ
- 1.2.3 เพื่อทดสอบใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เพื่อรับส่งข้อมูลผ่านระบบ Internet of Things (IoT)

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษาบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติที่สามารถบรรจุภัณฑ์ตรงขนาดกล่องที่บรรจุภัณฑ์โดยมีขนาดกล่อง 4 ชนิด (ยาว x สูง) ได้แก่ 3x3 เซนติเมตร, 5x5 เซนติเมตร, 4x6 เซนติเมตร, 7x4 เซนติเมตร

1.3.2 ศึกษาหลักการทำงานของเซนเซอร์แสง (Photoelectric Sensor) จะอาศัยหลักการสะท้อนหรือการหักเหของแสงจากตัวส่งไปยังตัวรับโดยภายในโครงสร้างของตัว Photoelectric Sensor จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ภาควส่งสัญญาณ Emitter และภาควรับสัญญาณ Receiver

1.3.3 ศึกษาวิธีการรับ-ส่ง ข้อมูลผ่านระบบ Internet of Things (IoT) ไปยังอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดยใช้คำสั่งโปรแกรมใน Arduino เป็นตัวส่งสัญญาณเข้าระบบคอมพิวเตอร์ หรือระบบออนไลน์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เครื่องจักรสามารถวิเคราะห์และส่งค่าได้ตรงกับขนาดกล่องที่กำหนดไว้

1.4.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถรับและส่งข้อมูลผ่านระบบ Internet of Things (IoT) ไปยังอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตตัวอื่นได้

1.5 เนื้อหาโครงงานวิจัย

1.5.1 บทนำเพื่อให้รู้ถึงความสำคัญและที่มาของปัญหาวัตถุประสงค์ขอบเขตประโยชน์

1.5.2 หลักการและทฤษฎีต่างๆของอุปกรณ์ซึ่งนำมาประยุกต์ประกอบใช้ในโครงงาน

1.5.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยต่างๆการออกแบบการเขียนโค้ดโปรแกรม

1.5.4 ผลการดำเนินการทดสอบของเครื่องจักรทดสอบการทำงานและระบบส่งข้อมูล

1.5.5 สรุปผลการดำเนินงานต่างๆของเครื่องจักร

บทที่2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

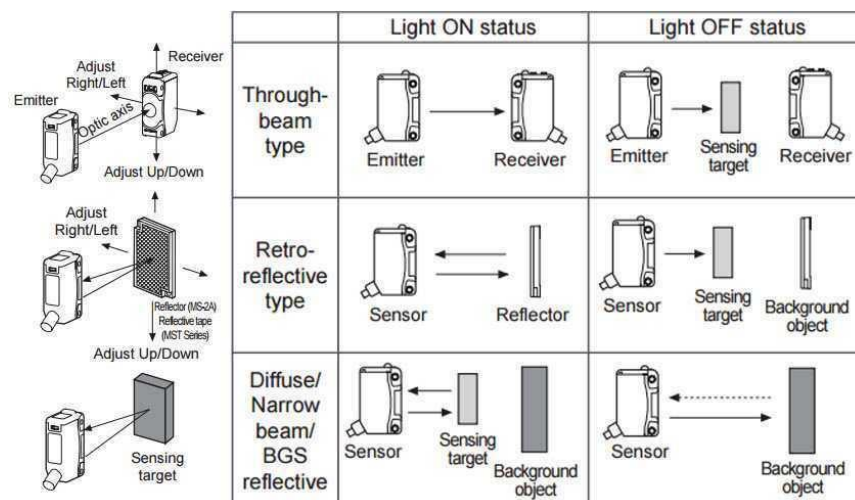
ปัจจุบันอุตสาหกรรม 4.0 เป็นการนำเทคโนโลยีดิจิทัล และอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการกระบวนการผลิตสินค้าตรวจเช็คสินค้า และสามารถเชื่อมความต้องการของผู้บริโภครายบุคคลเข้ากับกระบวนการผลิตสินค้าได้โดยตรง จะสามารถผลิตของหลากหลายรูปแบบแตกต่างกันได้เป็นจำนวนมาก โดยใช้กระบวนการผลิตที่ประหยัด และมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลครบวงจรแบบ Smart Factory โดยการผสมผสานเทคโนโลยีที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพ สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดได้ โดยมีแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมที่สำคัญๆ ในประเด็นต่างๆ ตั้งแต่การบูรณาการระบบต่างๆ เข้าด้วยกัน มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตของสิ่งของ (Internet Of Things) เพื่อเป็นอุปกรณ์อัจฉริยะ อาทิ การนำหุ่นยนต์อัตโนมัติมาเป็นผู้ช่วยในสายการผลิต การประมวล และการจำแนกกล่องที่แตกต่างกันในสายการผลิตจัดเก็บข้อมูลผ่านระบบออนไลน์ (Cloud Computing) นำเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง มาปรับใช้ในการวางแผนโครงสร้างแบบจำลองเสมือนจริง จนนำไปสู่การมีข้อมูลจำนวนมหาศาล จึงจำเป็นต้องมีระบบการเก็บรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (Cybersecurity)

2.1 Photoelectric Sensor

Photoelectric Sensor คือ เครื่องเซ็นเซอร์ที่ใช้ลำแสงในการตรวจจับวัตถุโดยไม่ต้องมีการสัมผัส โดยมีคุณสมบัติพิเศษคือมีการตอบสนองตอบอย่างรวดเร็ว ระยะการตรวจจับไกลและที่สำคัญไม่ว่าวัตถุใดๆ Photoelectric Sensor ก็จะสามารถตรวจจับได้ เหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการความเร็วในการตรวจจับและไม่มีการสัมผัสกับตัววัตถุ แต่การใช้งานเซ็นเซอร์ประเภทนี้ จะไม่ค่อยเหมาะกับการติดตั้งในบริเวณที่มีฝุ่นหรือสารเคมีที่สามารถกัดกร่อนอย่างรุนแรงได้ เนื่องจากจะทำให้ระยะในการตรวจจับ และความแม่นยำในการตรวจจับลดลงเป็นอย่างมากโดย Photoelectric Sensor มีหลากหลายแบบให้เลือก ซึ่งแต่ละประเภทมีฟังก์ชันการทำงานที่แตกต่างกันไปประเภทของ

Photoelectric Sensor นอกจากนี้ยังมีข้อแนะนำสำหรับการเลือกโฟโต้เซ็นเซอร์ที่จะช่วยให้คุณตัดสินใจเลือกได้ง่ายตรงกับการใช้งาน

Photoelectric Sensor จะอาศัยหลักการสะท้อนหรือการหักเหของแสง จากตัวส่ง ไปยังตัวรับ โดยภายในโครงสร้างของตัว Photoelectric Sensor จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ภาควส่งสัญญาณ Emitter และภาควรับสัญญาณ Receiver ซึ่งภาควส่งสัญญาณแสงนั้น จะใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่า Light Emitting Diode หรือ LED โดย LED จะมีหน้าที่สร้างแสงที่เป็นพัลส์เพื่อส่งออกไปโดยแสงที่ส่งออกไปนั้น ก็จะขึ้นอยู่กับชนิดของ LED ว่าจะเป็นแบบ Visible Light หรือ Non Visible Light โดย Visible Light ก็จะเป็นแสงที่เราสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น แสงสีแดง แสงสีเขียว แสงสีขาวย แสงสีน้ำเงิน โดยทั่วไปนั้น แสงสีแดงจะได้รับความนิยมสูงสุดในกลุ่ม Visible Light และในส่วนของ Non Visible Light ก็จะเป็น แสงที่เราไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งได้แก่ แสงอินฟราเรด ซึ่งเป็นแสงชนิดที่มีใช้ในการผลิตตัวโฟโต้เซ็นเซอร์มากที่สุด เมื่อแสงที่ถูกส่งออกมาจากตัว LED ของ Emitter ถูกส่งต่อไปยังตัว Receiver โดยภายในประกอบด้วยตัว Photo Diode หรือ อีกชื่อหนึ่ง คือ Photo Transistor หน้าที่ในการรับแสง และ เปลี่ยนพลังงานแสงที่ได้รับให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อถูกส่งไปยังวงจรฟิลเตอร์ความถี่ PLL หรือ (Phase Lock Loop) ต่อจากนั้นจะเป็นการกรองเฉพาะความถี่ ให้ตรงกับแสงที่ตัวส่งเป็นผู้ส่งมาเท่านั้น โดยจะตัดตัวความถี่อื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องออกไปเมื่อมีวัตถุหรือชิ้นงานวิ่งผ่าน ก็จะทำให้ตัวรับไม่สามารถรับสัญญาณแสงได้ ซึ่งทำให้ภาคววงจรตรวจจับสามารถรับรู้ได้ว่าการเปลี่ยนแปลงแล้วจะส่งต่อไปยังภาควข้อเอาต์พุต เพื่อเปลี่ยนแปลงสถานะเอาต์พุตต่อไปได้แสดงดังภาพ 2.1



ภาพ 2.1 Photoelectric Sensor

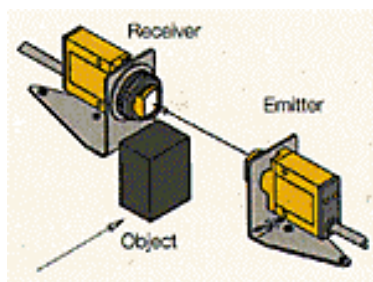
ที่มา : <http://www.lpc-uk.com/optical/ttoptic.htm/2562>

2.1.1 การแบ่งประเภทตามโหมดการทำงาน

เพื่อให้การเลือกใช้งาน โฟโตอิเล็กทริกเซ็นเซอร์ ให้เป็นไปตามความต้องการ และเหมาะสมกับวัตถุ หรือชิ้นงานที่เราต้องการตรวจจับนั้น เราจำเป็นต้องทำความเข้าใจประเภท หรือโหมดการทำงานของตัวเซ็นเซอร์ให้เรียบร้อยก่อนที่จะเลือกใช้ โดยเราจะสามารถแบ่งโฟโตเซ็นเซอร์ออกเป็นประเภท หรือโหมดต่างๆได้ดังนี้

1) Opposed Mode, Through Beam Photoelectric sensor โฟโตเซ็นเซอร์แบบตัวรับ-ตัวส่ง อยู่แยกกัน

เมื่อถึงเวลาการใช้งานจะวางให้อยู่ตรงข้ามกัน ซึ่งเป็นโฟโตเซ็นเซอร์ที่สามารถตรวจจับวัตถุที่มีขนาดใหญ่ และช่วงระยะในการตรวจจับมากที่สุด ซึ่งในสภาวะการทำงานปกติตัวรับ Receiver จะสามารถรับสัญญาณแสงจากตัวส่ง Emitter ได้ตลอดเวลา โดยเซ็นเซอร์แบบนี้จะทำหน้าตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่ตัดผ่านหน้าเซ็นเซอร์ ซึ่งวัตถุ หรือชิ้นงานที่ผ่านหน้าเซ็นเซอร์จะขวางลำแสงที่ส่งจากตัวส่ง Emitter ไปยังตัวรับ Receiver เมื่อลำแสงไม่สามารถถึงตัวรับ จะทำให้วงจรภายในรับรู้ได้ว่า มีวัตถุ หรือชิ้นงานขวางอยู่ ทำให้สถานะของเอาต์พุตของตัวรับเปลี่ยนแปลงไป โดยเราเรียกลักษณะการทำงานแบบนี้ว่า Dark On หรือ Dark Operateแสดงดังภาพ 2.2



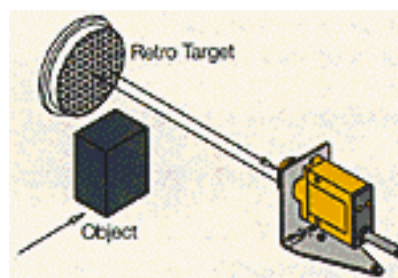
ภาพ 2.2 Opposed Mode

ที่มา : <http://www.lpc-uk.com/optical/ttoptic.htm/2562>

2) Retro-reflective Photoelectric sensor โฟโตเซ็นเซอร์แบบใช้งานคู่กับแผ่นสะท้อน ภายตัวเซ็นเซอร์แบบนี้จะมีตัวส่ง Emitter และตัวรับ Receiver ติดตั้งภายในตัวเดียวกัน ทำให้ไม่จำเป็นต้องเดินสายไฟทั้งสองฝั่งเหมือนแบบ Opposed Mode ทำให้การติดตั้งใช้งานได้ง่ายกว่า แต่อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องติดตั้งตัวแผ่นสะท้อน หรือ Reflector ไว้ตรงข้ามกับตัวเซ็นเซอร์เอง โดยโฟโตเซ็นเซอร์แบบที่ใช้แผ่นสะท้อนแบบนี้จะเหมาะสำหรับชิ้นงานที่มีลักษณะทึบแสงไม่เป็นมันวาว เนื่องจากอาจทำให้ตัวเซ็นเซอร์เข้าใจผิดว่าเป็นตัวแผ่นสะท้อน และทำให้ทำงานผิดพลาดได้

เซ็นเซอร์แบบนี้จะมีช่วงในการทำงาน หรือระยะในการตรวจจับจะได้ไกลกว่าแบบ Opposed mode ซึ่งในสภาวะการทำงานปกติตัวรับ Receiver จะสามารถรับสัญญาณแสงจากตัวส่ง

Emitter ได้ตลอดเวลา เนื่องจากลำแสงจะสะท้อนกับแผ่นสะท้อน Reflector อยู่ตลอดเวลา หน้าที่หลักของเซ็นเซอร์ชนิดนี้จะคอยตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่ตัดผ่านหน้าเซ็นเซอร์ เมื่อวัตถุหรือชิ้นงานผ่านเข้ามาที่หน้าเซ็นเซอร์ แล้วจะการขวางลำแสงที่ส่งจากตัวส่ง Emitter ที่ส่งไปยังแผ่นสะท้อน จึงทำให้ตัวรับ Receiver ไม่สามารถรับลำแสงที่จะสะท้อนกลับมาได้ซึ่งจะทำให้วงจรภายในรับรู้ได้ว่า มีวัตถุหรือชิ้นงานขวางอยู่ ทำให้สถานะของเอาต์พุตของตัวรับเปลี่ยนแปลงไป โดยเราเรียกลักษณะการทำงานแบบนี้ว่า Dark On หรือ Dark Operate นอกจากนี้ตัว Photoelectric sensor ที่ใช้แผ่นสะท้อน สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้ดังนี้ Non Polarization Photoelectric sensor / Polarization Photoelectric sensorแสดงดังภาพ 2.3



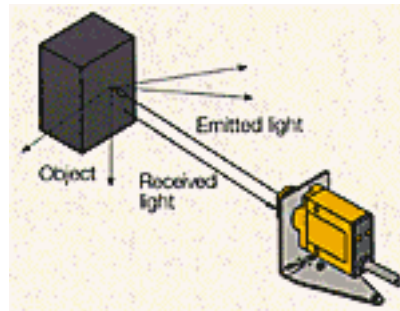
ภาพ 2.3 Retro-reflective Photoelectric sensor

ที่มา : <http://www.lpc-uk.com/optical/ttoptic.htm/2562>

3) Diffuse mode, Proximity mode โฟโต้เซ็นเซอร์แบบสะท้อนกับวัตถุโดยตรง ภายในตัวเซ็นเซอร์แบบนี้จะมีตัวส่ง Emitter และตัวรับ Receiver ติดตั้งภายในตัวเดียวกัน ทำให้ไม่จำเป็นต้องเดินสายไฟทั้งสองฝั่งเหมือนแบบ Opposed Mode ทำให้การติดตั้งใช้งานได้ง่ายกว่า โฟโต้เซ็นเซอร์แบบสะท้อนกับวัตถุ เซ็นเซอร์ชนิดนี้จะใช้ในการ ตรวจจับชิ้นงานที่มีลักษณะทึบแสง และโปร่งแสงได้ ซึ่งในสภาวะการทำงานปกติตัวรับ Receiver จะไม่สามารถรับสัญญาณจากตัวส่ง Emitter ได้ เนื่องจากไม่มีวัตถุที่จะทำหน้าที่เป็นตัวสะท้อนลำแสงกลับมายังตัวรับ Receiver โดยเซ็นเซอร์แบบนี้จะทำหน้าที่ตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่ตัดผ่านที่หน้าของเซ็นเซอร์ โดยวัตถุหรือชิ้นงานที่ผ่านหน้าเซ็นเซอร์จะทำหน้าที่สะท้อนลำแสงที่ส่งมาจากตัวส่ง Emitter กลับไปยังตัวรับ จึงทำให้ตัวรับ Receiver สามารถรับลำแสงที่จะสะท้อนกลับมาได้ ซึ่งจะทำให้วงจรภายในรับรู้ได้ว่า มีวัตถุหรือชิ้นงานขวางอยู่ ทำให้สถานะของเอาต์พุตของตัวรับเปลี่ยนแปลงไป โดยเราเรียกลักษณะการทำงานแบบนี้ว่า Light On หรือ Light Operate นอกจากนี้ตัว Photoelectric sensor ที่ใช้แผ่นสะท้อน สามารถแบ่งประเภทย่อยได้ดังนี้

ก) Diffuse Mode เป็นโหมดการทำงานพื้นฐานสุดของ Photoelectric

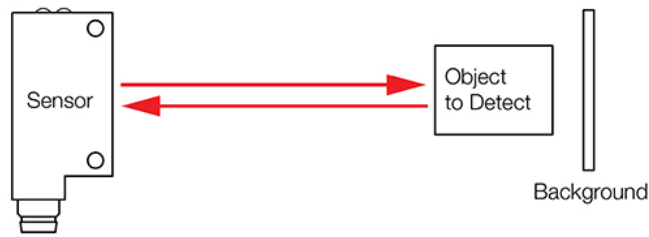
sensor แบบ Diffuse mode ซึ่งแสงที่ส่งออกจากตัว Emitter นั้น จะทำมุมกับตัวเซ็นเซอร์เอง แต่ตัวรับหรือ Receiver นั้นจะรับเฉพาะแสงที่สะท้อนกับวัตถุแล้วส่งกลับมามุ่งฉากกับตัวรับเท่านั้น ซึ่งการทำงานแบบนี้ ในเรื่องของสี ขนาด และความสว่างของวัตถุ มีผลต่อระยะทางในการตรวจจับทั้งสิ้นแสดงดังภาพ 2.4



ภาพ 2.4 Diffuse Mode

ที่มา : <http://www.lpc-uk.com/optical/ttoptic.htm/2563>

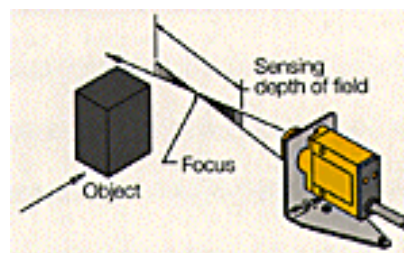
ข) Background Suppression เป็นโฟโต้เซ็นเซอร์ชนิดหนึ่งที่อยู่ในกลุ่มของ Diffuse Mode โดยโฟโต้เซ็นเซอร์แบบ Background Suppression นั้น ถูกออกแบบมาให้แก้ปัญหาในการตรวจจับวัตถุที่มีตำแหน่งในการตรวจจับวางอยู่ใกล้กับตัวพื้นหลัง ซึ่งอาจมีลักษณะของพื้นผิวที่ใกล้เคียงกับชิ้นงานจนทำให้บางครั้งตัวเซ็นเซอร์แบบธรรมดาไม่สามารถแยกแยะระหว่างชิ้นงานกับพื้นหลังได้ ทำให้การทำงานเกิดความผิดพลาดแต่สำหรับ Photoelectric sensor background suppression นั้นจะอาศัยหลักการทำงานแบบสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยตัว Emitter จะส่งสัญญาณแสงเป็นเส้นตรงโดยตั้งฉากกับเลนส์ ส่วนภาครับจะติดตั้งให้ทำมุมกับภาคส่ง เพื่อแสงสะท้อนกับชิ้นงานแล้วกลับมายังภาครับ ซึ่งภาครับของตัว Photosensor แบบ Background Suppression จะประกอบไปด้วย Photo Transistor 2 ชุด ซึ่งทำหน้าที่รับสัญญาณแสงที่จะสะท้อนกลับมา และทำการเปรียบเทียบกับเป็นวงจร Window Comparator เพื่อให้สามารถรับรู้ได้ว่าตำแหน่งที่ต้องการตรวจจับอยู่ที่ตรงไหน โดย Photo Transistor ทั้งสองชุดจะจดจำค่าระดับของแสงที่รับได้เอาไว้ ก็จะสามารถจำกักระยะทางในการตรวจจับได้ ตามขนาดของมุมที่สะท้อนกลับมาแสดงดังภาพ 2.5



ภาพ 2.5 Background Suppression

ที่มา : <https://www.sensortips.com/2562>

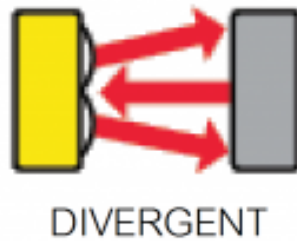
ค) Convergent เป็นโฟโต้เซ็นเซอร์ชนิดหนึ่งที่อยู่ในกลุ่มของ Diffuse Mode โดยโฟโต้เซ็นเซอร์แบบ Convergent นั้นถูกออกแบบมาให้ตรวจจับวัตถุในลักษณะของการจำกัดพื้นที่ หรือย่านในการตรวจจับ โดยจะตรวจจับชิ้นงาน หรือวัตถุเฉพาะที่อยู่ในย่านการตรวจจับเท่านั้น โดยอาศัยการสร้างพื้นที่ในการตรวจจับจากการทำมุมของตัวส่ง และตัวรับภายในเซ็นเซอร์เอง แสดงดังภาพ 2.6



ภาพ 2.6 Convergent

ที่มา : <http://www.lpc-uk.com/2562>

ง) Divergent เป็นโฟโต้เซ็นเซอร์ชนิดหนึ่งที่อยู่ในกลุ่มของ Diffuse Mode โดยโฟโต้เซ็นเซอร์แบบ Divergent ถูกออกแบบมาให้แก้ปัญหาในการตรวจจับวัตถุที่มีความมันวาว หรือมีขนาดเล็กๆ ซึ่งในบางครั้งการใช้ตัวเซ็นเซอร์แบบธรรมดานั้น ไม่สามารถตรวจจับและทำให้การทำงานผิดพลาดได้ แต่สำหรับ Divergent นั้น จะอาศัยหลักการทำงานโดยการลดย่านในการตรวจจับให้สั้นลง เพื่อให้สามารถตรวจจับวัตถุที่มีความมันวาวได้ โดยจะทำให้เกิดการกระจายแสง หรือสะท้อนกลับของแสงแบบกระจาย แต่จะมีแสงบางส่วนเท่านั้นที่สะท้อนมาตรงกับตัวเซ็นเซอร์ ซึ่งเป็นผลทำให้ระยะในการตรวจจับสั้นลงแสดงดังภาพ 2.7



ภาพ 2.7 Divergent

ที่มา : <http://www.compomax.co.th/2562>

2.1.2 การแบ่งประเภทตามลักษณะการใช้งาน

1) Foreground Suppression (Adjustable)

สำหรับชิ้นงานหรือวัตถุที่มีสี หรืออัตราการสะท้อนไม่เท่ากันทั้งชิ้นงาน แต่ด้านหลังมี Background ที่มีสีเดียวกันที่สม่ำเสมอ เราอาจจะใช้ตัวเซ็นเซอร์แบบ Foreground Suppression ในการตรวจจับเฉพาะ Background แล้วให้ตัวชิ้นงานที่วิ่งผ่านเป็นตัวตัดลำแสงหรือบังลำแสงแทนก็ได้ โดยสามารถดูได้จากวีดิโอเปรียบเทียบการทำงานระหว่าง Foreground suppression และ Background suppression ได้แสดงดังภาพ 2.8



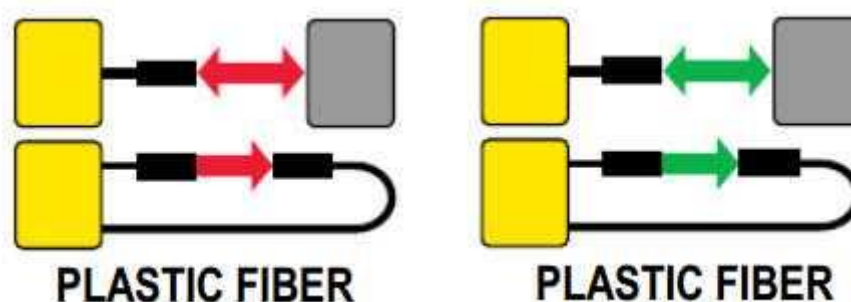
ภาพ 2.8 Foreground Suppression

ที่มา : <https://www.automationworld.com/2562>

2) Fiber Optic Sensor

เป็นโฟโต้เซ็นเซอร์ชนิดหนึ่งที่ยกออกแบบมาให้ตรวจจับวัตถุที่มีขนาดเล็กมากๆ หรือต้องการติดตั้งภายในพื้นที่จำกัด แต่ยังคงรูปแบบ หรือวิธีการในการทำงานเหมือนโฟโต้เซ็นเซอร์ทั่วไป เพียงแต่มีการแยกในส่วนของตัวกำเนิดแสง ตัวรับแสง ออกจากเลนส์ หรือท่อนำแสง ซึ่งในส่วน of Fiber Optics Sensor นั้นจะใช้นำแสงไปยังจุดที่ต้องการตรวจจับผ่านสายไฟเบอร์ และรับ

แสงกลับมายังตัวรับสัญญาณผ่านทางสายไฟเบอร์เช่นกัน องค์ประกอบของเซ็นเซอร์ประเภทนี้มีดังนี้
แสดงดังภาพ 2.9



ภาพ 2.9 Fiber Optic Sensor

ที่มา : <https://www.automationworld.com/2562>

ก) Amplifier เป็นส่วนที่ใช้ในการกำเนิดแสง และรับแสง รวมถึงการส่งงาน
เอาต์พุตด้วย ซึ่งแสงที่ Amplifier สร้างขึ้นจะเป็นแบบ Visible Light เท่านั้น

ข) Fiber Cable เป็นส่วนที่ใช้ในการนำแสงไปยังวัตถุที่ต้องการตรวจจับ
ซึ่งจะมีรูปแบบ หรือโหมดการทำงานเหมือน Photoelectric Sensor นั่นก็คือแบบ Opposed
Mode, Through Beam และ Diffuse mode, Proximity mode ซึ่งรูปร่างของสายไฟเบอร์ออฟติก
ก็มีให้เลือกหลากหลายขึ้นอยู่กับความต้องการของการใช้งาน

2.1.3 ประเภท Special Photoelectric Sensor

นอกเหนือจาก Photoelectric sensor แบบต่างๆ ที่ได้แนะนำในข้างต้นแล้ว ยังคงมี
Photoelectric Sensor ชนิดพิเศษที่ถูกออกแบบมาให้ใช้กับงานที่มีความเฉพาะเจาะจงเป็นพิเศษ
เช่น งานที่ต้องการตรวจจับ และแยกแยะความแตกต่างของสี หรืองานที่ต้องการตรวจจับแผ่นพลา
สติกหรือฟิล์มที่มีความเงา หรือตรวจจับตำแหน่งมาร์คต่างๆ บนบรรจุภัณฑ์หรือสิ่งพิมพ์ต่างๆ หรือ
เซ็นเซอร์ที่ต้องการใช้ในงานตรวจวัดระยะทาง ตัวอย่างของ Special Photoelectric Sensor ได้แก่

1) True Color Sensor

สำหรับงานตรวจจับของเหลวในขวดพลาสติกใสที่มีสีที่แตกต่างกันบนสายพานคอน
เวย์เยอร์เดียวกันนั้น เป็นงานยากมากถ้าใช้ Photoelectric sensor แบบธรรมดา เนื่องจากความ
ต้องการแยกว่าขวดใดเติมน้ำหรือไม่ได้เติม รวมถึงการติดสติก หรือไม่ได้ติด แต่สำหรับการใช้งานตัว
True Color Sensor ในงานประเภทนี้นั้น เป็นเรื่องง่าย เนื่องจากใช้หลักการของแสงสีขาว ที่เกิดจาก
การผสมกันของสีนั้นก็คือ แดง เขียว และน้ำเงิน แสงที่ได้จากการสะท้อนกลับมานั้น จะผ่านวงจร

กรอบแบบอิเล็กทรอนิกส์ ช่วยให้สามารถแยกแยะระหว่างวัตถุหรือวัตถุที่มีการย้อมสีได้ โดยเราสามารถโปรแกรมภาคเอาต์พุตทั้ง 3 ได้ว่า จะให้เอาต์พุตไหนทำงานเมื่อตรวจจับสีได้

2) Laser Sensor

สำหรับงานตรวจจับตำแหน่งวัตถุ หรืองานที่ต้องการทราบว่ามีหรือไม่มีนั้น ถ้าเป็นชิ้นงานที่มีขนาดเล็กและมีพื้นผิวไม่เรียบ หรือค่อนข้างทึบแสงนั้น การใช้งานตัว Photo sensor แบบทั่วๆ ไปอาจจะพอใช้งานได้ แต่จะขาดความเที่ยงตรงหรือต้องมีการติดตั้งในระยะที่ใกล้กับชิ้นงานมากแต่ถ้าเราใช้แหล่งกำเนิดแสงที่เป็นลักษณะของ Laser ทั้ง Class 1 และ Class 2 เช่น Photoelectric sensor Q4X จะสามารถลดข้อจำกัดในการใช้งานเหล่านี้ได้เนื่องจากมีความละเอียดแม่นยำและกำลังสูง สามารถแยกแยะวัตถุที่มีสีเข้มบนพื้นหลังที่เข้มเหมือนกันได้

3) Clear Object Detection Sensor

การใช้งานเซ็นเซอร์แสงในงานตรวจจับวัตถุที่มีลักษณะเป็นแผ่นใสและมีความบางให้มีประสิทธิภาพแม่นยำนั้น เป็นเรื่องที่ยาก ในปัจจุบันมีเซ็นเซอร์ที่เป็น Clear Object Detection Sensor ซึ่งจะใช้หลักการทำงานของแสงเลเซอร์ หรือคลื่นอัลตราโซนิก ซึ่งมีความเร็วสูงและเหมาะกับงานประเภทนี้

ก) Area Sensor เป็นเซ็นเซอร์ที่ออกมาเพื่อใช้ในงานกันพื้นที่ หรือจำกัดพื้นที่การทำงานให้กับคน เครื่องจักร หรือหุ่นยนต์ โดยตัวของเซ็นเซอร์เองจะประกอบไปด้วยตัว Photoelectric sensor แบบ opposed mode หลายๆ คู่ วางอยู่ห่างๆ กันตามความต้องการเช่น 1,2 หรือ 4 เซนติเมตร โดยเซ็นเซอร์เหล่านี้จะมีระยะทางในการทำงานที่สามารถตรวจจับได้ตั้งแต่ 3-7 เมตรขึ้นไป

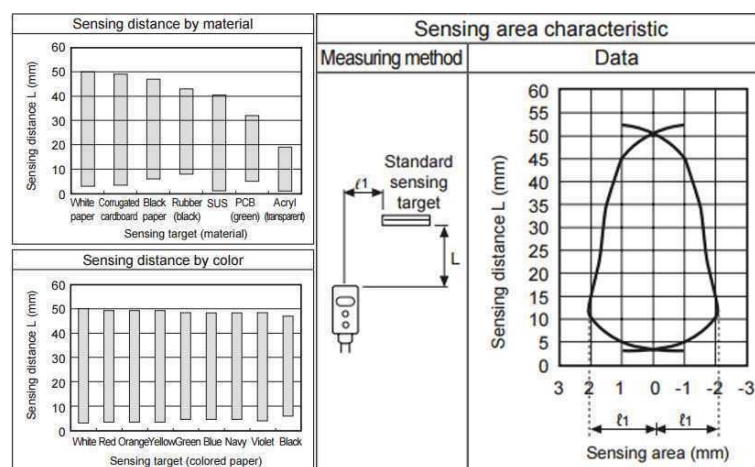
ข) Laser Distance Sensor สำหรับงานบางประเภทที่ต้องการใช้ตัวเซ็นเซอร์ในการวัดระยะทางโดยไม่จำเป็นต้องสัมผัสกับชิ้นงาน การใช้งานตัวอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์อาจจะให้ความละเอียดไม่เพียงพอ ปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีเลเซอร์ มีมากขึ้นทำให้ต้นทุนในการผลิตลดลง จึงได้มีการนำเอาแสงเลเซอร์มาเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือวัด L-Gauge เป็นเลเซอร์เซ็นเซอร์ที่สามารถวัดค่าระยะทางได้สูงถึง 250 เมตร และมีสัญญาณอนาล็อกเอาต์พุต 4..20 มิลลิแอมป์ เพื่อใช้สำหรับงานที่ต้องการควบคุมได้

ค) Slot Sensor โฟโตเซ็นเซอร์แบบก้ามปู ซึ่งเป็นชื่อเรียกตามลักษณะ และ โครงสร้างของตัวเซ็นเซอร์เอง เป็นเซ็นเซอร์ชนิดพิเศษที่มีระยะในการตรวจจับที่คงที่ แต่จะอาศัยการปรับความไวในการตรวจจับขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของวัตถุที่ต้องการตรวจจับ โดย จากตัวอย่างเป็นการใช้ Slot Sensor ในการนับจำนวนตัวหลอดฉีดยาพลาสติกที่กำลังถูกลำเรียงออกจากแม่พิมพ์ โดยการลำเรียงชิ้นงานเหล่านี้จะมีการแกว่งไปมา แต่สำหรับ Slot sensor แล้ว จะสามารถตรวจจับได้อย่างแม่นยำ

2.1.4 โหมดการทำงานและระยะในการตรวจจับ

ส่วนที่สำคัญที่สุดในการเลือกใช้งานของเซ็นเซอร์ โดยเซ็นเซอร์แต่ละตัวนั้นจะมีคุณสมบัติเฉพาะที่ต่างกัน และสามารถตรวจจับวัตถุได้ไม่เหมือนกัน เช่น ชิ้นงานขนาดเล็กที่สุดที่สามารถตรวจจับได้ หรือแม้กระทั่งรูปทรง และชนิดของวัตถุว่าเป็นแบบทึบแสง หรือแบบโปร่งแสง จากตัวอย่างที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าการเลือกใช้เซ็นเซอร์ให้ตรงกับประเภทของชิ้นงานนั้นคือสิ่งที่สำคัญที่สุด ระยะการทำงานของเซ็นเซอร์นั้น จะขึ้นอยู่กับโหมดการทำงานของเซ็นเซอร์ และประเภทของแหล่งกำเนิดแสง ว่าเป็นประเภทใด แต่โดยปกติแล้วตัวเซ็นเซอร์ที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดก็จะมีระยะในการตรวจจับได้ตั้งแต่ 0 – 200 เมตร ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้งานแสดงดังภาพ

2.10



ภาพ 2.10 ระยะในการตรวจจับ

ที่มา : <https://mall.factomart.com/2562>

2.1.5 รูปแบบของ Housing มีผลต่อความเร็ว

รูปแบบ Housing ของเซ็นเซอร์ ในส่วนนี้ไม่ได้มีผลต่อความเที่ยงตรง หรือระยะในการตรวจจับสักเท่าไร แต่จะเป็นปัจจัยเสริมที่ทำให้การใช้งานตัวเซ็นเซอร์มีประสิทธิภาพ หรือเพิ่มความเร็วให้ได้มากขึ้น เช่น ตัวเซ็นเซอร์ที่มีลักษณะทรงกระบอก M18 ซึ่งสามารถติดตั้งได้ง่ายเพียงแค่เจาะรูยึดเท่านั้น แต่สำหรับบางงานที่มีข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่ในการติดตั้ง ก็จะใช้ตัวเซ็นเซอร์ที่มีขนาดเล็ก เพื่อให้สามารถซ่อนตัวเซ็นเซอร์ไว้ได้ตามจุดต่างๆที่ต้องการแสดงดังภาพ 2.11

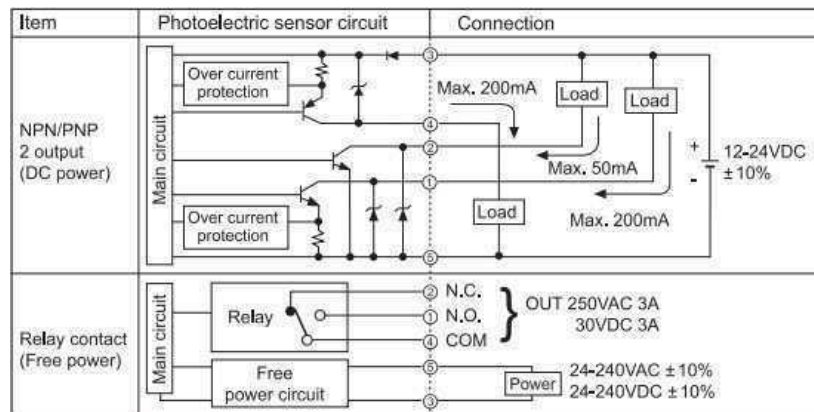


ภาพ 2.11 รูปแบบHousing

ที่มา : <https://mall.factomart.com/2562>

2.1.6 Power Supply แหล่งจ่ายไฟ

คือสิ่งสำคัญการเลือกใช้งานแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงสำหรับตัวเซ็นเซอร์นั้น จะขึ้นอยู่กับหน้างาน และตัวควบคุมที่รับสัญญาณจากตัวเซ็นเซอร์ ยกตัวอย่างเช่น อุปกรณ์คอนโทรลเลอร์เป็นพวก PLC, Counter, Timer, Pulse Meter ก็จะใช้แหล่งจ่ายไฟชนิด DC 10-30 โวลต์ ซึ่งมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานมากกว่า แต่ถ้าโหลดเป็นอุปกรณ์ที่เป็น AC เช่น Coil AC 220VAC ก็สามารถใช้เซ็นเซอร์ที่ใช้แหล่งจ่ายไฟแบบ AC 220 โวลต์ ได้เช่นกัน แต่ต้องใช้ความระมัดระวังในการต่อสายให้ถูกต้องแสดงดังภาพ 2.12

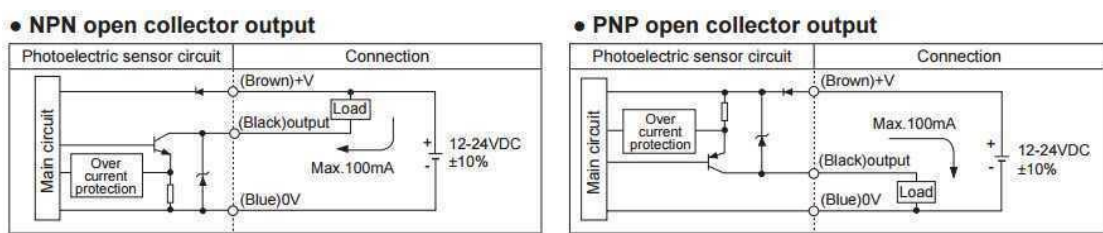


ภาพ 2.12 Power Supply

ที่มา : <https://mall.factomart.com/2562>

2.1.7 สัญญาณเอาต์พุต NPN หรือ PNP

การใช้เซ็นเซอร์ที่มีสัญญาณเอาต์พุตแบบ NPN หรือ PNP ? หรือ บางครั้งจะมีผู้ใช้งานบางส่วนเรียก Common + หรือ Common - ซึ่งจริงๆ แล้ว NPN นั้นก็คือ Common - และ PNP นั้นก็คือ Common + โดยเราจะเลือกใช้กันตามตัววงจรที่เราได้ต่อว่ามี Common แบบไหนนั่นเอง ในเซ็นเซอร์บางรุ่นที่ออกแบบมาให้สามารถต่อสัญญาณเอาต์พุตเข้ากับโหลดทางไฟฟ้าได้เลย ก็จะทำให้สัญญาณเอาต์พุตเป็นแบบหน้าคอนแทค ที่สามารถทนโหลดกระแสได้สูงแสดงดังภาพ 2.13

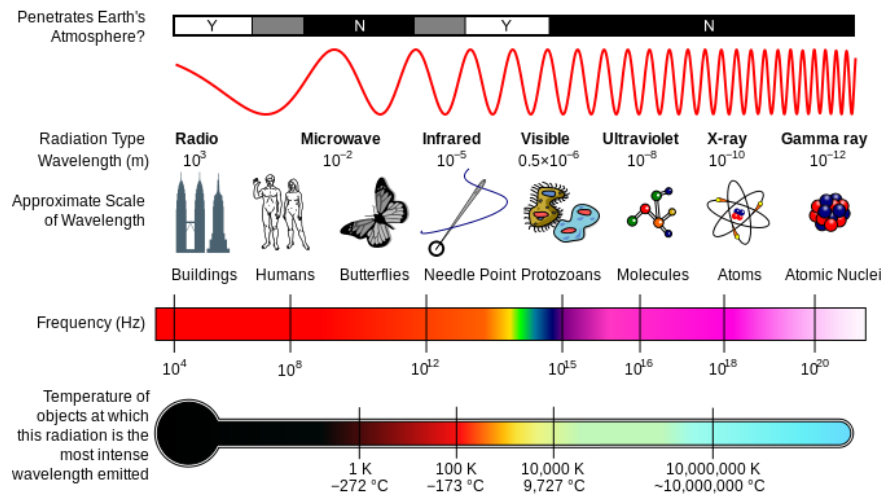


ภาพ 2.13 สัญญาณเอาต์พุต NPN หรือ PNP

ที่มา : <https://mall.factomart.com/2563>

2.1.8 Light source : Infrared, laser, LED, Visible

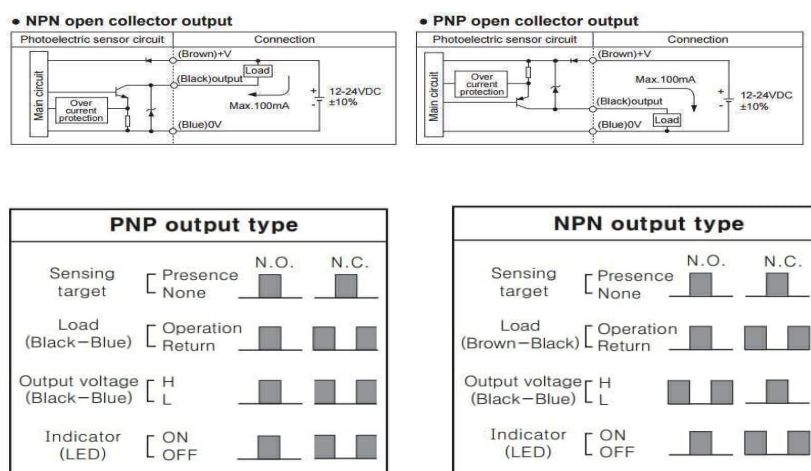
ในการเลือกใช้งานตัวโฟโต้เซ็นเซอร์นั้น สิ่งหนึ่งที่สำคัญคือเรื่องชนิดของแสงที่ใช้ในการตรวจจับวัตถุ โดยเราสามารถแบ่งประเภทของลำแสงที่ใช้งานได้เป็น 2 ประเภท คือ Visible Light หรือ แสงที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น แสงสี แดง สีเขียว ซึ่งจะเหมาะกับการตรวจจับชิ้นงานที่ต้องการความเที่ยงตรงสูง ระยะไม่ไกลมากนัก และอีกประเภทก็คือ Non Visible Light หรือ แสงที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น แสงย่านอินฟราเรด Infrared ซึ่งจะเหมาะกับการตรวจจับชิ้นงานที่ไม่ต้องการความเที่ยงตรงสูง แต่ต้องการระยะในการตรวจจับที่ไกลมากขึ้น เนื่องจากแสงชนิดนี้จะโดนรบกวนจากแสงธรรมชาติได้น้อยกว่า จึงทำให้ประสิทธิภาพในการรับส่งได้ดีกว่า แสดงดังภาพ 2.14



ภาพ 2.14 Light source

ที่มา : <https://mall.factomart.com-2563>

2.1.9 ความแตกต่างระหว่าง NO (Normally Open) / NC (Normally Closed) ของเซ็นเซอร์ Normally Open ปกติเปิด และ Normally Close ปกติปิด เป็นฟังก์ชันการทำงานหรือ Switching Function ของเซ็นเซอร์ ซึ่งการเลือกใช้งานจะขึ้นอยู่กับฟังก์ชันการทำงานของตัวเซ็นเซอร์ โดยในกรณีที่เป็นการต่อตัวเซ็นเซอร์ในวงจรที่เป็นการตัดการทำงานหรือส่วนของการป้องกันจะนิยมใช้แบบ NC หรือปกติปิด แต่ถ้าเป็นวงจรทรiggerทั่วไป เช่น การเริ่มวงจร, การนับจำนวน ก็จะนิยมใช้งานเป็นแบบ NO หรือปกติเปิด นอกจากนี้ในเซ็นเซอร์บางรุ่นอาจมีทั้งสองวงจรภายในตัว ซึ่งจะขึ้นอยู่กับสายต่อสาย ซึ่งสามารถดู wiring diagram และ Logic การทำงานแสดงดังภาพ 2.15



ภาพ 2.15 ระหว่าง NO (Normally Open) / NC (Normally Closed)

ที่มา : <https://mall.factomart.com/2563>

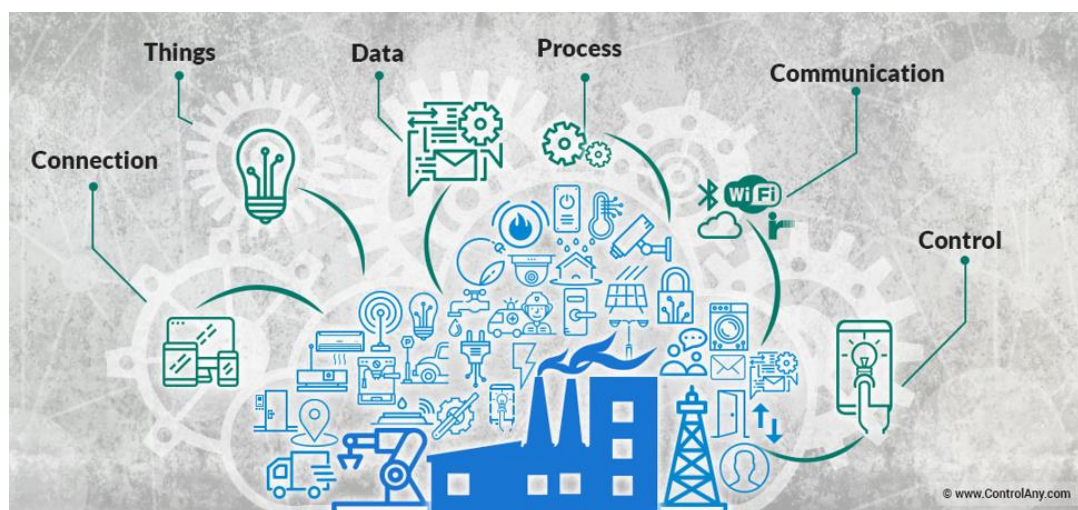
ข้อสังเกตง่าย ๆ สำหรับความแตกต่างระหว่าง NC และ NO นั้น คือ NO เอาท์พุททำงานเมื่อเจอวัตถุที่ต้องการตรวจจับ และ NC เอาท์พุททำงานเมื่อไม่เจอวัตถุที่ต้องการตรวจจับ

2.2 Internet of thing (IoT)

Internet of Things (IoT) คือ สภาพแวดล้อมอันประกอบด้วยสรรพสิ่งที่สามารถสื่อสารและเชื่อมต่อกันได้ผ่านโพรโทคอลสำหรับการสื่อสารทั้งแบบใช้สาย และไร้สาย โดยสรรพสิ่งต่าง ๆ มีวิธีการระบุตัวตนได้ รับรู้บริบทของ สภาพแวดล้อมได้ และมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบและทำงานร่วมกันได้ ความสามารถในการสื่อสารของสรรพสิ่ง นี้จะนำไปสู่นวัตกรรม และบริการใหม่อีกมากมาย ตัวอย่างเช่น เซ็นเซอร์ภายในบ้านตรวจจับการ เคลื่อนไหวของผู้อยู่อาศัย และส่งสัญญาณไปสั่งเปิด/ปิดสวิตช์ไฟตามห้องต่าง ๆ ที่มีคน หรือไม่มีคนอยู่ อุปกรณ์วัดสัญญาณชีพของผู้ป่วย/ผู้สูงอายุ และส่งข้อมูลไปยังบุคลากรทางการแพทย์ หรือส่งข้อความเรียก หน่วยกู้ชีพ หรือรถฉุกเฉิน เป็นต้น นอกจากนี้ IoT จะเปลี่ยนรูปแบบและกระบวนการผลิตใน ภาคอุตสาหกรรมไปสู่ยุคใหม่ หรือที่เรียกว่า Industry 4.0 ที่จะอาศัยการเชื่อมต่อสื่อสารและทำงาน ร่วมกันระหว่างเครื่องจักร มนุษย์ และข้อมูล เพื่อเพิ่มอำนาจในการตัดสินใจที่รวดเร็วและมีความถูกต้อง แม่นยำสูง โดยที่ข้อมูลทั้งหลายที่เก็บจากเซ็นเซอร์ที่ใช้ตรวจวัดตัวอุปกรณ์และสภาพแวดล้อมจะถูกนำมา วิเคราะห์ ให้ได้ผลลัพธ์เพื่อนำไปปรับปรุงกระบวนการผลิตได้อย่างทันที นอกจากการข้ามขีดจำกัดเรื่อง เวลาแล้ว ระบบควบคุมหรือระบบวิเคราะห์ข้อมูล อาจไม่ได้ขึ้นอยู่กับเครื่องจักร แต่สามารถ ควบคุมสั่งการได้โดยไร้ขีดจำกัดเรื่องสถานที่เทคโนโลยีที่ทำให้ IoT เกิดขึ้นได้จริงและสร้างผลกระทบในวง กว้างได้ แบ่งออกเป็นสามกลุ่มได้แก่ 2.1.1 เทคโนโลยีที่ช่วยให้สรรพสิ่งรับรู้ข้อมูลในบริบทที่เกี่ยวข้อง เช่น เซ็นเซอร์ 2.1.2 เทคโนโลยีที่ช่วยให้สรรพสิ่งมีความสามารถในการสื่อสาร เช่น ระบบสมองกลฝังตัว รวมถึงการสื่อสารแบบไร้สายที่ใช้พลังงานต่ำ อาทิ Zigbee, 6LowPAN, Low-power Bluetooth 2.2.3 เทคโนโลยีที่ช่วยให้สรรพสิ่งประมวลผลข้อมูลในบริบทของตน เช่น เทคโนโลยีการ ประมวลผลแบบคลาวด์ และเทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ หรือ Big Data Analytics ในด้านสถานะการพัฒนา เทคโนโลยีในกลุ่มเซ็นเซอร์ในปัจจุบันมีความแม่นยำสูง และราคาถูกลงมาก ศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (TMEC) มีความเชี่ยวชาญด้านการผลิตเซ็นเซอร์คุณภาพสำหรับงาน ด้าน การเกษตร และอุตสาหกรรม ส่วนเทคโนโลยีระบบสมองกลฝังตัวก็มีความสามารถสูงขึ้นในราคาที่ถูกลง แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กที่มีความสามารถสูงเทียบเท่าคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันมีราคาตั้งแต่ สามร้อยบาท อีกทั้งมีฮาร์ดแวร์แบบโอเพ่นซอร์สมากขึ้น ทำให้ต้นทุนการผลิตอุปกรณ์ IoT ต่ำลงมาก นักพัฒนาชาวไทยสามารถนำฮาร์ดแวร์เปิดเหล่านี้ไปดัดแปลงและขายเป็นบอร์ดเฉพาะทาง

หรือสามารถ สร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ของตนเองได้อย่างรวดเร็ว ส่วนเทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ และเทคโนโลยี การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ ในต่างประเทศผ่านจุดของการวิจัยมาสู่บริการเชิงพาณิชย์แล้ว ในประเทศไทย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) มีบริการคลาวด์แพลตฟอร์มNETPIE สำหรับให้บริการเชื่อมต่อสื่อสารในรูปแบบ IoT ดังนั้นจึงเป็นโอกาสของผู้พัฒนาชาวไทย และประเทศไทยที่จะเข้ามามีบทบาท ไม่ใช่ในฐานะผู้ใช้นั้น แต่ยังสามารถมีส่วนกำหนดทิศทาง สร้างนวัตกรรม บริการ ผลิตภัณฑ์หรือมาตรฐานใหม่ เพื่อก้าวขึ้นไปเป็นผู้นำด้าน IoT ของโลกCloud Storage หรือบริการรับฝากไฟล์และประมวลผลข้อมูลของคุณผ่านทางออนไลน์ หรือเราเรียกอีกอย่างว่า แหล่งเก็บข้อมูลบนก้อนเมฆ เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่เราใช้งานบ่อยๆแต่ไม่รู้ว่าเป็นหนึ่งในรูปแบบของ Internet of Things สมัยนี้ผู้ใช้นิยมเก็บข้อมูลไว้ในก้อนเมฆมากขึ้นเนื่องจากมีข้อดีหลายประการ คือ ไม่ต้องกลัวข้อมูลสูญหาย หรือถูกโจรกรรม ทั้งยังสามารถกำหนดให้เป็นแบบส่วนตัวหรือสาธารณะก็ได้ เข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่ทุกเวลาด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใดๆผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แถมยังมีพื้นที่ใช้สอยมาก มีให้เลือกหลากหลาย ช่วยเราประหยัดค่าใช้จ่ายได้อีกด้วย เนื่องจากเราไม่ต้องเสียเงินซื้ออุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล เช่น ฮาร์ดไดรฟ์ หรือ Flash drive ต่างๆ

แสดงดังภาพ 2.16



ภาพ 2.16 Internet of thing (Iot)

ที่มา : <https://www.entech.co.th-2563>

2.3 เครือข่ายและมาตรฐานต่างๆ มาตรฐาน IEEE 802.11

มาตรฐาน IEEE 802.11 ซึ่งได้รับการตีพิมพ์ครั้งแรกเมื่อปีพ.ศ. 2540 โดย IEEE (The Institute of Electronics and Electrical Engineers) และเป็นเทคโนโลยีสำหรับ WLAN ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย มากที่สุด คือข้อกำหนด (Specification) สำหรับอุปกรณ์ WLAN ในส่วนของ Physical (PHY) Layer และ Media Access Control (MAC) Layer โดยในส่วนของ PHY Layer มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดให้อุปกรณ์มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 1, 2, 5.5, 11 และ 54 เมกะบิต โดยมี สื่อ 3 ประเภท ให้เลือกใช้ได้แก่ คลื่นวิทยุที่ความถี่สาธารณะ 2.4 และ 5 กิกะเฮิรท์, และ อินฟราเรด (Infarred) (1 และ 2 เมกะบิต เท่านั้น) สำหรับในส่วนของ MAC Layer มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดให้มีกลไก การทำงานที่ เรียกว่า CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) ซึ่งมีความ คล้ายคลึงกับ หลักการ CSMA/CD (Collision Detection) ของมาตรฐาน IEEE 802.3 Ethernet ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปในเครือข่าย LAN แบบใช้สายนำสัญญาณนอกจากนี้ในมาตรฐาน IEEE802.11 ยังกำหนดให้มีทางเลือกสำหรับความปลอดภัยให้กับเครือข่ายโดยกลไกการเข้ารหัสข้อมูล 6 2.3.1 เครือข่ายไร้สายตามมาตรฐาน802.11WLAN คือ มาตรฐานการทำงานของระบบเครือข่ายไร้สายที่ถูกกำหนดขึ้นโดย Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) เป็นมาตรฐานกลางที่ได้นำมาปฏิบัติใช้เพื่อที่จะทำการเชื่อมโยง อุปกรณ์ เครือข่ายไร้สายเข้าด้วยกันบนระบบในทางปกติแล้วการเชื่อมต่อบนระบบเครือข่ายไร้สาย จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์สองชิ้นนั่นคือ แอคเซสพอยต์คือตัวกลางที่ช่วยในการติดต่อระหว่างตัวรับ-ส่ง สัญญาณไวร์เลสของผู้ใช้กับสายนำสัญญาณจากทองแดงที่ได้รับการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายแล้ว เช่น สายแลน ตัวรับ-ส่งสัญญาณไวร์เลสทำหน้าที่รับ-ส่งสัญญาณระหว่างตัวรับส่งแต่ละตัวด้วยกัน หลังจากที่เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายนี้ได้เกิดขึ้นก็ได้เกิดมาตรฐานตามมาอีกมากมายโดยที่การจะเลือกซื้อ หรือเลือกใช้อุปกรณ์เครือข่ายไร้สายเหล่านั้น เราจำเป็นจะต้องคำนึงถึงเทคโนโลยีที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ นั้นๆ รวมถึงความเข้ากันได้ของเทคโนโลยีที่ต่างๆด้วย มาตรฐาน 802.11a ทำงานบนย่านความถี่ 5 กิกะเฮิรท์ โดยที่สามารถให้อัตราการส่งถ่ายข้อมูล 54 เมกะบิต และเนื่องด้วยการที่ มาตรฐานนี้ ใช้การเชื่อมต่อที่ความถี่สูงๆทำให้มาตรฐานนี้ มีระยะการรับส่งที่ ค่อนข้างใกล้ คือ ประมาณ 35 เมตร ในโครงสร้างปิด เช่น ในตึก ในอาคาร และ 120 เมตรในที่โล่งแจ้งและด้วยความที่ ส่งข้อมูลด้วยความถี่สูงนี้ทำให้การส่งข้อมูลนั้นไม่สามารถทะลุทะลวงโครงสร้างของตึกได้มากนัก อุปกรณ์ไร้สายที่รองรับเทคโนโลยี IEEE 802.11a นี้ไม่สามารถเข้ากันได้กับอุปกรณ์ที่รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11b และ IEEE 802.11g ที่จะอธิบายด้านล่างนี้ได้มาตรฐาน802.11b (11 เมกะบิต) ทำงานบนย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรท์ โดยที่สามารถให้อัตราการส่งถ่ายข้อมูล 11 เมกะบิต เนื่องจาก การใช้

คลื่นความถี่ที่ต่ำกว่าอุปกรณ์ที่รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11a ทำให้อุปกรณ์ที่ใช้มาตรฐานนี้จะมี
ความสามารถในการส่งคลื่นสัญญาณไปได้ไกลกว่าคือประมาณ 38 เมตรในโครงสร้างปิด และ 140
เมตร ในที่โล่งแจ้ง รวมถึงสัญญาณสามารถทะลุทะลวงโครงสร้างตึกได้มากกว่าอุปกรณ์ที่รองรับกับ
มาตรฐาน IEEE 802.11a ด้วยมาตรฐาน 802.11g (54 เมกะบิต) เป็นมาตรฐานเครือข่ายไร้สายแลน
ตัวใหญ่ล่าสุดที่เพิ่งเปิดตัวไปเมื่อปลายปี 2003 มีข้อดี เหนือกว่าตัวอื่นๆ คือ มีความเร็วในการทำงาน
สูงถึง 54 เมกะบิต และมีระยะการทำงานไกลสุดเท่ากับ มาตรฐาน 802.11be - มาตรฐาน 802.11n
(300 – 600 เมกะบิต) เป็นไร้สายแลนที่มีความเร็วสูงสุดถึง 600 เมกะบิต โดยส่งผ่าน 4 stream ซึ่ง
จะประกอบไปด้วย เสาอากาศ 4 ชุด ทั้งภาครับ และส่ง แต่ละ Stream จะมีความเร็วที่ 150 เมกะบิต
สามารถใช้งานได้ทั้งย่าน ความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ และ 5 กิกะเฮิรตซ์ หากใช้งานช่องสัญญาณขนาด 40
เมกะเฮิรตซ์ จะส่งข้อมูลได้สูงกว่าการใช้ ช่องสัญญาณขนาดมาตรฐานคือ 20 เมกะเฮิรตซ์ ไร้สายแลน
802.11n นี้จะเป็นมาตรฐานที่อยู่ในโน้ตบุ๊กใหม่ 7 ตั้งแต่ปี 2009 โดยจะสามารถรับส่งข้อมูล 2-3
Stream ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนภาครับส่ง และเสา หากเป็นรุ่นที่มี 2 เสาจะมีความเร็วสูงสุดที่ 300 เม
กะบิต แต่ถ้าเป็นรุ่น 3 เสา จะมีความเร็วสูงสุดที่ 450 เมกะบิต 2.3.2 วิวัฒนาการของมาตรฐาน IEEE
802.11 มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้รับการตีพิมพ์ครั้งแรกในปี พ.ศ. 2540 ซึ่งอุปกรณ์ตามมาตรฐาน
ดังกล่าว จะมีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 1 และ 2 เมกะบิต ด้วยสื่อ อินฟราเรด
(Infarred) หรือคลื่นวิทยุที่ความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ และมีกลไก WEP ซึ่งเป็นทางเลือกสำหรับสร้างความ
ปลอดภัยให้กับเครือข่าย WLAN ได้ในระดับหนึ่ง เนื่องจากมาตรฐาน IEEE 802.11 เวอร์ชันแรกเริ่มมี
ประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำและไม่ มีการรองรับหลักการ Quality of Service (QoS) ซึ่งเป็นที่ต้องการ
ของ ตลาด อีกทั้งกลไกรักษาความปลอดภัยที่ใช้ยังมีช่องโหว่อยู่มาก IEEE จึงได้จัดตั้งคณะทำงาน
(Task Group) ขึ้นมาหลายชุดด้วยกันเพื่อทำการปรับปรุงเพิ่มเติมมาตรฐานให้มีศักยภาพสูงขึ้น โดย
คณะทำงาน กลุ่มที่มีผลงานที่น่าสนใจและเป็นที่รู้จักกันดีได้แก่ IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE
802.11e, IEEE 802.11g, และ IEEE 802.11i - IEEE 802.11b คณะทำงานชุด IEEE 802.11b ได้
ตีพิมพ์มาตรฐานเพิ่มเติมนี้เมื่อปี พ.ศ. 2542 ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีและใช้งานกันอย่างแพร่หลายมากที่สุด
มาตรฐาน IEEE 802.11b ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า CCK (Complimentary Code Keying) ผสมกับ
DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) เพื่อ ปรับปรุงความสามารถของอุปกรณ์ให้รับส่ง
ข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงสุดที่ 11 เมกะบิต ผ่านคลื่นวิทยุความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ (เป็นย่านความถี่ที่
เรียกว่า ISM (Industrial Scientific and Medical) ซึ่งถูกจัดสรรไว้อย่าง สาธารณะสำหรับการ ใช้งาน
อย่างสาธารณะด้านวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม และการแพทย์ โดยอุปกรณ์ที่ใช้ ความถี่ย่านนี้ก็เช่น
IEEE 802.11, Bluetooth, โทรศัพท์ไร้สาย, และเตาไมโครเวฟ) ส่วนใหญ่แล้วอุปกรณ์ IEEE 802.11
WLAN ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะเป็นอุปกรณ์ตามมาตรฐาน IEEE 802.11b นี้และใช้ เครื่องหมาย

การค้าที่รู้จักกันดีในนาม Wi-Fi ซึ่งเครื่องหมายการค้าดังกล่าวถูกกำหนดขึ้นโดยสมาคม WECA (Wireless Ethernet Compatability Alliance) โดยอุปกรณ์ที่ได้รับเครื่องหมายการค้าดังกล่าว ได้ผ่านการตรวจสอบแล้วว่า เป็นไปตามมาตรฐาน IEEE 802.11b และสามารถนำไปใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ ยี่ห้ออื่นๆที่ได้รับเครื่องหมาย Wi-Fi ได้ - IEEE 802.11a คณะทำงานชุด IEEE 802.11a ได้ตีพิมพ์มาตรฐานเพิ่มเติมเมื่อปี พ.ศ. 2542 มาตรฐาน IEEE 802.11a ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) เพื่อปรับปรุง ความสามารถของอุปกรณ์ให้รับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงสุดที่ 54 เมกะบิต แต่จะใช้คลื่นวิทยุที่ความถี่ 5 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นย่านความถี่สาธารณะสำหรับใช้งานในประเทศสหรัฐอเมริกาที่มี สัญญาณรบกวนจากอุปกรณ์อื่น น้อยกว่าในย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ อย่างไรก็ตามข้อเสียหนึ่งของมาตรฐาน IEEE 802.11a ที่ใช้คลื่นวิทยุที่ความถี่ 5 กิกะเฮิรตซ์ ก็คือในบางประเทศย่านความถี่ดังกล่าวไม่สามารถนำมาใช้ 8 งานได้อย่างสาธารณะ ตัวอย่างเช่น ประเทศไทยไม่อนุญาตให้มีการใช้งานอุปกรณ์ IEEE 802.11a เนื่องจากความถี่ย่าน 5 กิกะเฮิรตซ์ ได้ถูกจัดสรรสำหรับกิจการอื่นอยู่ก่อนแล้ว นอกจากนี้ข้อเสียอีกอย่างหนึ่งของอุปกรณ์ IEEE 802.11a WLAN ก็คือรัศมีของสัญญาณมีขนาดค่อนข้างสั้น (ประมาณ 30 เมตร ซึ่งสั้น กว่ารัศมีสัญญาณของอุปกรณ์ IEEE 802.11b WLAN ที่มีขนาดประมาณ 100 เมตร สำหรับการใช้งาน ภายในอาคาร) อีกทั้งอุปกรณ์ IEEE 802.11a WLAN ยังมีราคาสูงกว่า IEEE 802.11b WLAN ด้วย ดังนั้นอุปกรณ์ IEEE 802.11a WLAN จึง ได้รับความนิยมน้อยกว่า IEEE 802.11b WLAN มาก - IEEE 802.11g คณะทำงานชุด IEEE 802.11g ได้ใช้นาเทคโนโลยี OFDM มาประยุกต์ใช้ใน ช่องสัญญาณวิทยุความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งอุปกรณ์ IEEE 802.11g WLAN มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงสุดที่ 54 เมกะบิตส่วนรัศมีสัญญาณของอุปกรณ์ IEEE 802.11g WLAN จะอยู่ระหว่างรัศมี สัญญาณของอุปกรณ์ IEEE 802.11a และ IEEE 802.11b เนื่องจากความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ เป็นย่านความถี่ สาธารณะสากล อีกทั้งอุปกรณ์ IEEE 802.11g WLAN สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ IEEE 802.11b WLAN ได้ (backward-compatible) ดังนั้นจึงมีแนวโน้มสูงกว่าอุปกรณ์ IEEE 802.11g WLAN จะได้รับ ความเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลายหากมีราคาไม่แพง จนเกินไปและน่าจะมาแทนที่ IEEE 802.11b ในที่สุด ตาม แผนการแล้วมาตรฐาน IEEE 802.11g จะได้รับ การตีพิมพ์ประมาณช่วงกลางปี พ.ศ. 2546 - IEEE 802.11e คณะทำงานชุดนี้ได้รับมอบหมายให้ปรับปรุง MAC Layer ของ IEEE 802.11 เพื่อให้สามารถรองรับ การใช้งานหลักการ Quality of Service สำหรับ application เกี่ยวกับมัลติมีเดีย (Multimedia) เนื่องจาก IEEE 802.11e เป็นการปรับปรุง MAC Layer ดังนั้นมาตรฐานเพิ่มเติมนี้จึง สามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN ทุกเวอร์ชันได้ แต่อย่างไรก็ตามการทำงานของ คณะทำงานชุดนี้ยังไม่แล้วเสร็จในขณะนี้(พฤษภาคม พ.ศ. 2546) - IEEE 802.11i คณะทำงานชุดนี้ได้รับมอบหมายให้ปรับปรุง MAC Layer ของ IEEE 802.11 ในด้านความปลอดภัย

เนื่องจากเครือข่าย IEEE 802.11 WLAN มีช่องโหว่อยู่มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) ด้วย key ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง คณะทำงานชุด IEEE 802.11i จะนำเอา เทคนิคขั้นสูงมาใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลด้วย key ที่มีการเปลี่ยนค่าอยู่เสมอ และการตรวจสอบผู้ใช้ที่มีความปลอดภัยสูง มาตรฐานเพิ่มเติมนี้จึงสามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN ทุกเวอร์ชันได้ แต่อย่างไรก็ตามการ ทำงานของคณะทำงานชุดนี้ยังไม่แล้วเสร็จในขณะนี้ (พฤษภาคม พ.ศ. 2546)

2.4 NETPIE (Network Platform for Internet of Everything)



ภาพ 2.17 Network Platform for Internet of Everything

ที่มา : <https://www.nectec.or.th-2563>

แพลตฟอร์ม lot เพื่อนักพัฒนาและอุตสาหกรรมไทย” ตั้งเป้าเป็นแพลตฟอร์ม ทางเลือกแรก ของนักพัฒนาไทยที่เชื่อมอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ หรือ The Internet of Things (IoT) ระยะแรก เน้นการสนับสนุนนักพัฒนา และอุตสาหกรรมขนาดย่อม SMEs) เพื่อสร้างขีดความสามารถ และความเข้มแข็งให้กับอุตสาหกรรมไทยขนาดใหญ่ของไทย ตามที่รัฐบาลได้ประกาศวิสัยทัศน์ประเทศไทย พ.ศ. 2558-2563 มั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน โดยได้ กำหนดเป้าหมายการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของ ประเทศ เพื่อหลุดพ้นจากประเทศรายได้ปาน กลาง ซึ่งเนคเทคมองว่าเศรษฐกิจนวัตกรรม (innovation economy) จะเป็นกลไกสำคัญของประเทศที่ เป็นพื้นฐานให้โลกอื่นในทุกภาคส่วน สามารถบรรลุเป้าหมายดังกล่าวได้ ประเทศไทยต้องพึ่งพาเทคโนโลยี และนวัตกรรมจาก ภายในประเทศให้มากขึ้น และพึ่งพาเทคโนโลยีและนวัตกรรมจากต่างประเทศอย่าง ชาญฉลาด แสดง ดังภาพ 2.17 โดยการสร้างกลไกการสนับสนุน และจูงใจให้ภาคเอกชนไทยเป็นผู้นำในการพัฒนา

งานวิจัย การ นำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมมาเพิ่มขีดความสามารถในการสร้างคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ ด้วย การนำเทคโนโลยีด้านอิเล็กทรอนิกส์มาผสานเข้ากับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เป็นทางเชื่อมต่อให้กับระบบ เศรษฐกิจ และสังคมในยุคหน้า ผ่านนวัตกรรมดิจิทัล (digital innovation) สำหรับรองรับอุตสาหกรรมเชิง อนาคตต่อไป ซึ่งการเปิดตัว NETPIE แพลตฟอร์ม IoT เพื่อนักพัฒนา และอุตสาหกรรมไทยในวันที่ 16 กันยายน 2558 นี้ เนคเทคมีกลุ่มเป้าหมายในระยะแรกคือนักพัฒนา เมคเกอร์ หรือผู้ประกอบการ SME ให้เข้ามาร่วมใช้ NETPIE แพลตฟอร์ม IoT ในการพัฒนานวัตกรรมเพื่อนำไปสู่การเกิดธุรกิจ บริการ และผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ส่วนเป้าหมายในระยะยาวคือนักพัฒนา และผู้ประกอบการกลุ่มนี้จะเป็นแรงขับเคลื่อนให้ 10 เกิดการนำ IoT ไปประยุกต์ใช้ และสร้างมูลค่าเพิ่มในภาคอุตสาหกรรมมากขึ้น ทั้งนี้เนคเทคตั้งเป้าที่จะส่งเสริมให้เกิดอุปกรณ์ IoT ที่พัฒนาโดยคนไทยอย่างน้อย 1 ล้านอุปกรณ์ภายใน 3 ปี เพื่อวางรากฐานที่ แข็งแกร่งให้กับภาคธุรกิจ และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องต่อไปในอนาคตเพราะ IoT คือปัจจุบัน และอนาคต ของโลก และทุกคน ซึ่งหมายรวมถึงบริษัทเทคโนโลยีักษ์ใหญ่ทั้งหลายกำลังแข่งขันกันเพื่อช่วงชิงความ ได้เปรียบในเชิง ธุรกิจในด้าน IoT NETPIE ซึ่งเป็นผลงานวิจัย และพัฒนาของเนคเทค จะเป็นเครื่องมือหนึ่ง ในการส่งเสริมให้ธุรกิจ/อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องของไทย เจริญเติบโตรองรับ Innovation Economy สามารถแข่งขันได้ในตลาดโลกดร.พนิดา พงษ์ไพบูลย์ นักวิจัยจากห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยี เครือข่าย เนคเทค หัวหน้าทีมพัฒนา NETPIE ได้ NETPIE (Network Platform for Internet of Everything) cloud platform ที่ถูกออกแบบ และพัฒนาขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกให้เกิดการสื่อสารระหว่าง อุปกรณ์ หรือthings ในเครือข่าย IoT โดยมีประโยชน์ต่อนักพัฒนา และอุตสาหกรรมไทย อาทิ NETPIE ช่วยให้อุปกรณ์สามารถ คุยกันได้โดยผู้พัฒนาไม่ต้องกังวลว่า อุปกรณ์นั้นจะอยู่ที่ใด ทั้งในแง่ physical และ logical เพียงนำ NETPIE library ไปติดตั้งในอุปกรณ์ NETPIE จะรับหน้าที่ดูแลการ เชื่อมต่อให้ทั้งหมด ไม่ว่าอุปกรณ์นั้นจะ อยู่ในเครือข่ายชนิดใดลักษณะใด หรือแม้กระทั่งเคลื่อนย้ายไป อยู่ที่ไหน ผู้พัฒนาสามารถตัดปัญหาทวนใจ ในการที่จะต้องมาออกแบบการเข้าถึงอุปกรณ์จากระยะไกล (remote access) ด้วยวิธีแบบเดิมๆ เช่น การใช้ fixed public IP หรือการตั้ง port forwarding ในเราเตอร์ หรือการต้องไปลงทะเบียนกับผู้ให้บริการ dynamic DNS ซึ่งทั้งหมดล้วนมีความยุ่งยาก และลดความยืดหยุ่นของระบบ ไม่เพียงเท่านั้น NETPIE ยังช่วยให้การเริ่มต้นใช้งานเป็นไปโดยง่ายโดยการออกแบบให้อุปกรณ์ถูกค้นพบและเข้า (automatic discovery, plug and play) NETPIE ถูก ออกแบบให้มี authorization/access control ในระดับ fine grain กล่าวคือผู้พัฒนาสามารถ ออกแบบได้เองทั้งหมด เช่น สิ่งใดมีสิทธิคุยกับสิ่งใด สิ่งใดมี สิทธิหรือไม่เพียงใดในการอ่านหรือเขียน ข้อมูล และสิทธิเหล่านี้จะมีอายุเท่าใด หรือถูกเพิกถอนภายใต้ เงื่อนไขใด เป็นต้น NETPIE มี สถาปัตยกรรมเป็น cloud อย่างแท้จริงในทุกๆ ระดับของระบบ ทำให้เกิด ความยืดหยุ่น และคล่องตัว

สูงในการขยายตัว นอกจากนี้โมดูลต่างๆ ยังถูกออกแบบให้ทำงานแยกจากกัน เพื่อให้เกิดสถานะ loose coupling และสื่อสารกันด้วยวิธีการ asynchronous messaging ช่วยให้แพลตฟอร์มมี reliability สูง สามารถนำไปใช้ซ้ำ และพัฒนาต่อเติมได้ง่าย ดังนั้นผู้พัฒนาไม่จำเป็นต้องกังวลกับการขยายตัวเพื่อรับโหลดที่เพิ่มขึ้นในระบบอีกต่อไป นอกจากนี้ทางเนคเทคจะเปิด NETPIE library ในรูปแบบ open-source ให้นักพัฒนาสามารถนำไปปรับปรุงต่อให้ตรงกับความต้องการใช้งาน โดยเปิดโอกาสให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้โดยเนคเทคหวังที่จะให้เกิด community ที่จะมาร่วมกันพัฒนา ต่อยอดสร้างความเข้มแข็งให้กับวงการ IoT ของไทย

2.5 L298N motor drive

หลักการทำงานของวงจร H-Bridge ของ L298N จะขับเคลื่อนมอเตอร์ ตามข้อที่กำหนดด้วยลอจิกเพื่อควบคุมทิศทาง ส่วนความเร็วของมอเตอร์นั้นจะถูกควบคุมด้วยสัญญาณ (PWM Pulse Width Modulation)

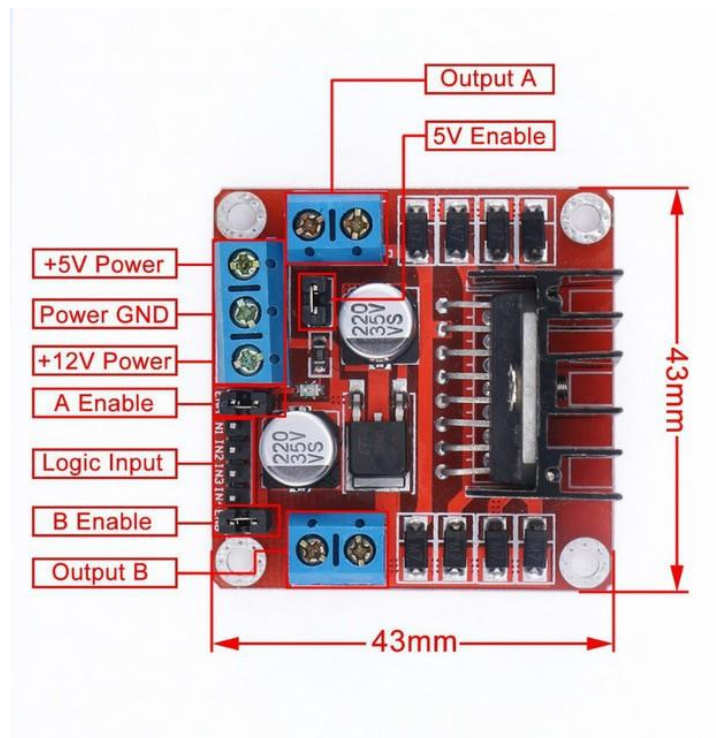
PWM หมายถึง การควบคุมช่วงจังหวะการทำงานของอิเล็กทรอนิกส์จนเกิดการถึงแปร่งขดลวดในมอเตอร์เป็นระลอกวิดน้ำ และอิเล็กทรอนิกส์เป็นน้ำที่ตกลงมาจากระลอกวิดน้ำ

ค่าแรงดันไฟฟ้าก็คล้ายกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านระลอกวิดน้ำด้วยความเร็วคงที่ ยิ่งกระแสไฟฟ้าไหลเร็วเท่าไรก็จะหมายความว่าแรงดันไฟฟ้ายิ่งสูงขึ้น แต่มอเตอร์มีอัตราความเร็วคงที่ และสามารถเสียหายได้หากมีแรงดันไฟฟ้าสูงไหลผ่านหรือหยุดทันทีเพื่อที่จะหยุดมอเตอร์ ดังนั้น PWM คล้ายกับการควบคุมระลอกวิดน้ำให้ตักน้ำในจังหวะคงที่ที่กระแสน้ำคงที่ ยิ่งระลอกวิดน้ำหมุนเร็วเท่าไรช่วงของ pulse ก็จะยาวขึ้นในทางกลับกันถ้าระลอกวิดน้ำหมุนช้าช่วงของ pulse จะสั้นลง ดังนั้นเพื่อยืดอายุการใช้งานของมอเตอร์จึงควรที่จะควบคุมมอเตอร์ด้วย PWM พิจารณาโครงสร้างโค้ดคร่าวๆ ของ Arduino

โค้ดการทำงานของ Arduino มีการพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ แต่ยังไม่มีการสร้าง library ที่เกี่ยวกับตัว L298N Dual H-Bridge เพื่อควบคุมมอเตอร์ ดังนั้นผู้ใช้งานจึงต้องประกาศพินเพื่อใช้งานขึ้นมาเองสามารถใช้โค้ด `int dir(number)Pin(letter)` ต่อเข้ากับพินดิจิตอลที่เลือกใช้ แค่นี้ก็สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง และช่วยให้ตัว L298N Dual H-Bridge ควบคุมมอเตอร์ได้อย่างอเนกประสงค์ถ้าบอร์ด Arduino ที่เลือกใช้งานมีพินหลายตัว และถ้าต้องการปรับความเร็วของมอเตอร์ด้วย PWM สามารถใช้คำสั่ง `int speedPin(letter)` แล้วต่อเข้ากับพินที่เลือกใช้หากต้องการวิธีลัดเพื่อใช้งาน PWM อย่างรวดเร็วสามารถเลือกพินใช้งานได้ตามรายการด้านล่าง

AT MEGA –PWM 2-13 และ 44-46 ตั้งค่าเอาต์พุตของ PWM ให้เป็น 8 bit ด้วยฟังก์ชัน `analogWrite()`

UNO-PWM 3,5,6,9,10 และ11 ตั้งค่าเอาต์พุตของ PWM ให้เป็น 8 bit ด้วยฟังก์ชัน analogWrite()



ภาพ 2.18 L298N Motor Drive

ที่มา : <https://www.thaielecs.com-2563>

รายละเอียดของบอร์ดแสดงดังภาพ 2.18

- Out 1: ช่องต่อขั้วไฟของมอเตอร์ A
- Out 2: ช่องต่อขั้วไฟของมอเตอร์ A
- Out 3: ช่องต่อขั้วไฟของมอเตอร์ B
- Out 4: ช่องต่อขั้วไฟของมอเตอร์ B
- 12 โวลต์: ช่องจ่ายไฟเลี้ยงมอเตอร์ 12 โวลต์ (ต่อได้ตั้งแต่ 5 โวลต์ ถึง 35 โวลต์)
- GND: ช่องต่อไฟลบ (Ground)
- 5 โวลต์: ช่องจ่ายไฟเลี้ยงมอเตอร์ 5 โวลต์ (หากมีการต่อไฟเลี้ยงที่ช่อง 12 โวลต์ แล้ว)
- ช่องนี้จะทำหน้าที่จ่ายไฟออก เป็น 5 โวลต์ Output
- สามารถต่อไฟจากช่องนี้ไปเลี้ยงบอร์ด Arduino ได้
- ENA: ช่องต่อสัญญาณ PWM สำหรับมอเตอร์ A
- IN1: ช่องต่อสัญญาณลอจิกเพื่อควบคุมทิศทางของมอเตอร์ A

- IN2: ช่องต่อสัญญาณลอจิกเพื่อควบคุมทิศทางของมอเตอร์ A
 - IN3: ช่องต่อสัญญาณลอจิกเพื่อควบคุมทิศทางของมอเตอร์ B
 - IN4: ช่องต่อสัญญาณลอจิกเพื่อควบคุมทิศทางของมอเตอร์ B
 - ENB: ช่องต่อสัญญาณ PWM สำหรับมอเตอร์ B
- สเปกทางเทคนิค
- Dual H bridge Drive Chip : L298N
 - แรงดันสัญญาณลอจิก : 5V Drive voltage: 5-35 โวลต์
 - กระแสของสัญญาณลอจิก : 0-36 มิลลิแอมป์
 - กระแสขับเคลื่อนมอเตอร์ : สูงสุดที่ 2 แอมป์ (เมื่อใช้มอเตอร์เดียว)
 - กำลังไฟฟ้าสูงสุด : 25 วัตต์
 - ขนาด : 43 x 43 x 26 มิลลิเมตร
 - น้ำหนัก : 26 กรัม

*มี Power Supply 5 โวลต์ ในตัว สามารถจ่ายไฟออกจากช่อง 5V (เพื่อจ่ายให้บอร์ด Arduino) ได้ เมื่อต่อไฟเลี้ยงเข้าที่ช่อง 12 โวลต์

2.6 Tower Pro MG995 DIGI Hi-Speed Servo



ภาพ 2.19 Tower Pro MG995 DIGI Hi-Speed Servo

ที่มา : <https://www.arduitronics.com/article/27/2563>

สำหรับ Servo motor นั้นนิยามของมันคือ เป็นมอเตอร์ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่ของมัน (State) ไม่ว่าจะเป็นระยะความเร็วมุมการหมุนโดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback control) Stepper motor จะไม่มีการป้อนกลับ แต่ควบคุมการเคลื่อนที่แบบระบบเปิด โดยการส่ง

สัญญาณไปที่ตัว Stator ให้เคลื่อนที่ไปเป็น step ที่ตายตัว เช่นที่ละ 1.5 องศาเป็นต้น (ความละเอียดของการเคลื่อนที่ขึ้นกับคุณสมบัติของ Stepper motor และเทคนิคการควบคุม) ในขณะที่ Servo motor ต้องการสัญญาณป้อนกลับเพื่อใช้ในการประเมินตำแหน่ง หรือความเร็ว หรือ State อื่นๆ เพื่อไปประมวลผลการเคลื่อนไหวก่อนที่จะเทียบกับตำแหน่งที่ผู้ใช้ระบุ โดยอาจจะใช้การควบคุมแบบปิดได้หลายแบบแล้วแต่ผู้ผลิตแต่แบบที่นิยมมากที่สุดก็คือ Proportional Integral Derivative (PID Control) เช่นแบบที่ประกอบด้วยมอเตอร์กระแสตรง (DC motor) แบบที่ใช้มอเตอร์กระแสสลับ (AC motor) สายไฟที่มาจาก Servo motor ก็มีความหมายดังนี้ครับแสดงดังภาพ 2.19

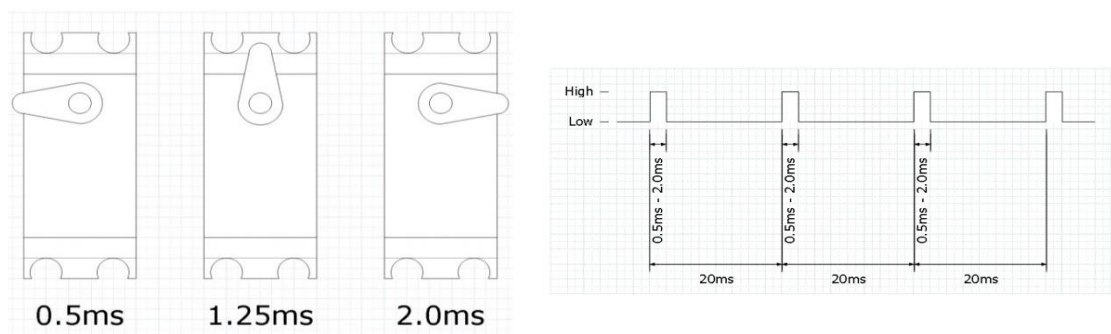
สีส้ม = สัญญาณควบคุม, สีแดง = VDD, สีน้ำตาล = GND

ข้อดี

- สามารถให้ค่าทอร์กที่สูง
- สามารถเคลื่อนที่ความเร็วสูง
- ใช้งานกับการควบคุมความเร็วได้ดี
- มีหลากหลายขนาดให้เลือก (มากกว่า Stepper motor)

ข้อเสีย

- แพงกว่า Stepper motor
- ไม่สามารถทำงานโดยการควบคุมแบบเปิด
- ต้องมีการจูนค่าในการควบคุม



ภาพ 2.20 ความกว้างและการเคลื่อนที่ของพัลส์

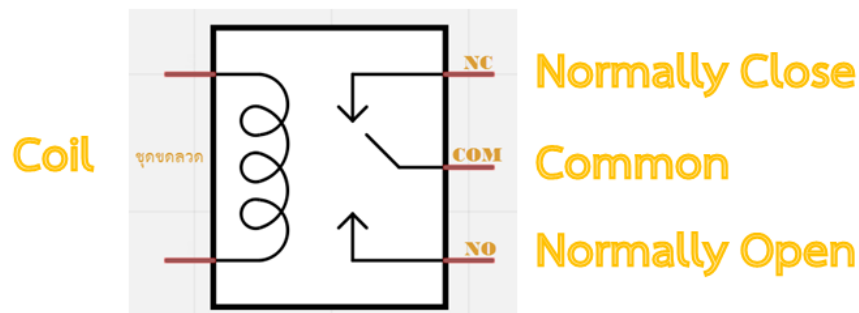
ที่มา : <https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/2563>

ในกรณีที่ใช้ DC motor ต้องมีการบำรุงรักษา เนื่องจากแปรงถ่านอาจสึก Servo motor จะต้องมีการส่งพัลส์ไปให้มันทุกๆ 20 มิลลิวินาที (คาบ) โดยความกว้างของพัลส์จะใช้ในการควบคุม

มุมที่มันจะเคลื่อนที่และพัลส์จะมีช่วงเวลาเปิด (ton) 0.5 ถึง 2 มิลลิวินาที โดยจะมอเตอร์จะแปร
ความเป็นมุมที่ผู้ใช้งานสั่งไปดังรูปครับ แสดงดังภาพ 2.20

2.7 Relay Module 2 Channels

รีเลย์ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ตัดต่อวงจรแบบเดียวกับสวิตช์โดยควบคุมการ
ทำงานด้วยไฟฟ้า Relay มีหลายประเภท ตั้งแต่ Relay ขนาดเล็กที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป
จนถึง Relay ขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานไฟฟ้าแรงสูงโดยมีรูปร่างหน้าตาแตกต่างกันออกไปแต่มีหลักการ
ทำงานที่คล้ายคลึงกันสำหรับการนำ Relay ไปใช้งานจะใช้ในการตัดต่อวงจรทั้งนี้ Relay ยังสามารถ
เลือกใช้งานได้หลากหลายรูปแบบแสดงดังภาพ 2.21



ภาพ 2.21 วงจรไฟฟ้าของรีเลย์

ที่มา : <https://www.thaieasyelec.com/2563>

ภายใน Relay จะประกอบไปด้วยขดลวด และหน้าสัมผัส

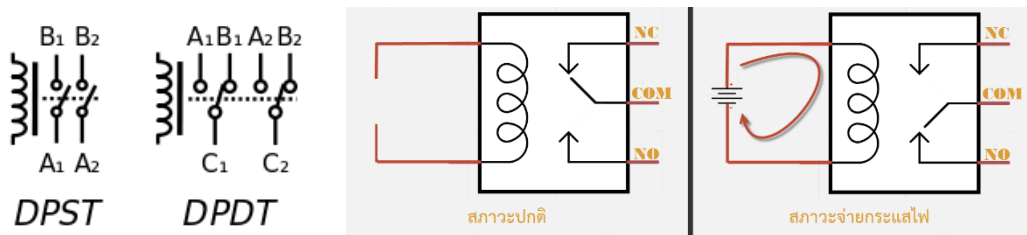
หน้าสัมผัส NC (Normally Close) เป็นหน้าสัมผัสปกติปิด โดยในสภาวะปกติหน้าสัมผัสนี้
จะต่อเข้ากับขา COM (Common) และจะลดยหรือไม่สัมผัสกันเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด

หน้าสัมผัส NO (Normally Open) เป็นหน้าสัมผัสปกติเปิดโดยในสภาวะปกติจะลดยอยู่ไม่
ถูกต่อกับขาCOM(Common)แต่จะเชื่อมต่อกันเมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านขดลวด

ขา COM (Common) เป็นขาที่ถูกใช้งานร่วมกันระหว่าง NC และ NO ขึ้นอยู่กับว่าขณะนั้น
มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดหรือไม่หน้าสัมผัสใน Relay 1 ตัวอาจมีมากกว่า 1 ชุดขึ้นอยู่กับผู้ผลิต
และลักษณะของงานที่ถูกนำไปใช้

สวิตช์จะถูกแยกประเภทตามจำนวน Pole และจำนวน Throw ซึ่งจำนวน Pole (SP-Single
Pole, DP-Double Pole, 3P-Triple Pole, etc.) จะบอกถึงจำนวนวงจรที่ทำการเปิด-ปิด หรือ

จำนวนของขา COM นั้นเอง และจำนวน Throw (ST, DT) จะบอกถึงจำนวนของตัวเลือกของ Pole ตัวอย่างเช่น SPST- Single Pole Single Throw สวิตช์จะสามารถเลือกได้เพียงอย่างเดียวโดยจะเป็น ปกติเปิด (NO-Normally Open) หรือปกติปิด (NC-Normally Close) แต่ถ้าเป็น SPDT- Single Pole Double Throw สวิตช์จะมีหนึ่งคู่เป็นปกติเปิด (NO) และอีกหนึ่งคู่เป็นปกติปิดเสมอ (NC) ดังรูปด้านล่างแสดงดังภาพ 2.22



ภาพ 2.22 SPDT- Single Pole Double Throw

ที่มา : <https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/2563>

โมดูลรีเลย์ 2 ช่อง 5 โวลต์ (2 Channel Relay Module) เป็นโมดูลที่ใช้ควบคุมโหลดได้ทั้งแรงดันไฟฟ้า DC และ AC ซึ่งโหลดสูงสุด (Maximum Load) คือ AC 250V/10A, DC 30V/10A โดยใช้สัญญาณในการควบคุมการทำงานด้วยสัญญาณลอจิก TTL ทำงานด้วยสัญญาณแบบ Active Low, กระแสขับรีเลย์ (Drive Current) 15-20 มิลลิแอมป์ มีการออกแบบให้เป็น Isolate ด้วย Optocoupler, มี LED แสดงสถานะ Relay สามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน PLC Control, บ้านอัจฉริยะ, ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม หรืองานอื่นๆ ขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรม และการต่อใช้งานภายนอก สามารถเชื่อมต่อใช้งานกับบอร์ด Raspberry Pi, Arduino, ARM, MCS-51, AVR, PIC, 8051, DSP, MSP430, TTL logic

Specification:

- ไฟเลี้ยงโมดูลรีเลย์ VCC=5 โวลต์ DC.
- ควบคุมโหลดได้ทั้งแรงดันไฟฟ้า AC ได้สูงสุด 250 โวลต์ AC 10 แอมป์ หรือแรงดันไฟฟ้า DC ได้สูงสุด 30 โวลต์ DC
- ระดับสัญญาณอินพุตควบคุมแบบ TTL ทำงานด้วยสัญญาณแบบ Active Low
ไฟเลี้ยงโมดูลรีเลย์ VCC=5VDC.
- กระแสขับรีเลย์ (Drive Current) 15-20 มิลลิแอมป์

สรุปหลักการและทฤษฎี

1. Photoelectric Sensor เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้ลำแสงในการตรวจจับวัตถุโดยไม่ต้องมีการสัมผัสโดยเป็นกระบวนการรับและส่งการสะท้อนของแสง
2. Internet of thing (Iot) ระบบอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ในการสื่อสารการประยุกต์โดยเซ็นเซอร์ตรวจจับการกล่่งและระบบทำการเก็บข้อมูลการจำแนกกล่่งส่งไปยังแอปพลิเคชันไลน์ผ่านการเขียนโค้ดสั่งการทำงานในอาดูโน
3. L298N motor drive ใช้งานในระบบขับเคลื่อนเข้ามอเตอร์ Stepper motor ตามข้อที่กำหนดด้วยลอจิกเพื่อควบคุมทิศทาง
4. Tower Pro MG995 DIGI Hi-Speed Servo Servo motor เป็นมอเตอร์ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่ของมัน (State) ไม่ว่าจะเป็นระยะความเร็วมุมการหมุนโดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback control) Stepper motor
5. Relay Module 2 Channels รีเลย์ใช้เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าทำหน้าที่ตัดต่อวงจรทั้งระบบ โดยจะส่งผลในกับอุปกรณ์ไม่สามารถทำงานต่อเมื่อจะทำการส่งสัญญาณส่งรีเลย์
6. NETPIE แพลตฟอร์ม Iot เป็นทางเลือกการพัฒนาที่เชื่อมอุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ของระบบคัดแยกบรรจุบรรจุภัณฑ์เพื่อสนับสนุน IoT

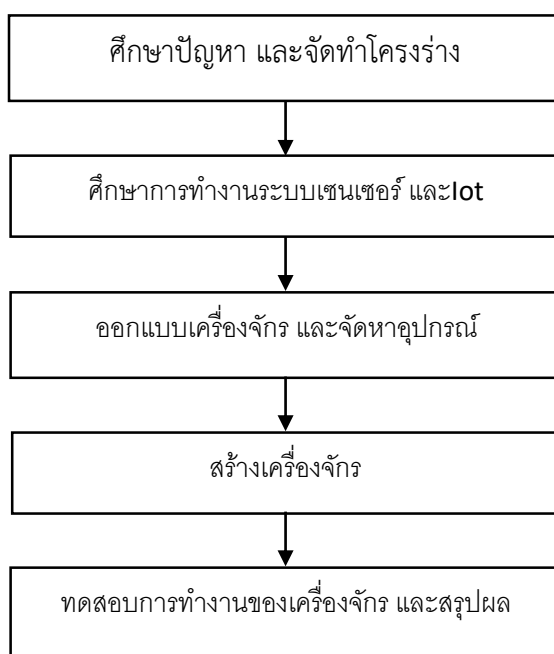
บทที่ 3

ระเบียบวิธีการทำวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านระบบด้านอัตโนมัติโดยเน้นระบบเซนเซอร์ เป็นอุปกรณ์ตัวจับกลองส่งสัญญาณให้กับบอร์ด Arduino วิเคราะห์ผล และเป็นหลักในการสร้าง เครื่องจักรอัตโนมัติที่สามารถทดแทนคน และเพิ่มกำลังผลิตได้ การดำเนินงานวิจัยการประยุกต์ใช้ ความรู้ทางด้านระบบด้านอัตโนมัติบรรจุบรรจุภัณฑ์ มีขั้นตอนดังภาพ 3.1

3.1 วิธีการ และขั้นตอนในการทำวิจัย

วิธีการ และขั้นตอนในการทำวิจัยในการสร้างระบบบรรจุบรรจุภัณฑ์ แสดงดังภาพ 3.1



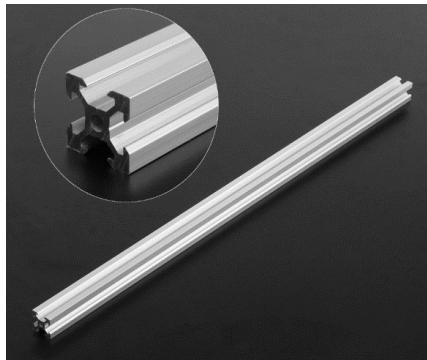
ภาพ 3.1 วิธีขั้นตอนการทำวิจัย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1 โครงสร้างหลัก Aluminum Profile และอุปกรณ์การทำसानพาน

1. อลูมิเนียมโปรไฟล์

สำหรับการขึ้นโครงสร้างหลักที่ใช้วางอุปกรณ์ต่างๆ จะใช้อลูมิเนียมโปรไฟล์ตามขนาดต่างๆแล้วนำมาประกอบต่อกัน แสดงดังภาพ 3.2



ภาพ 3.2 อลูมิเนียมโปรไฟล์

ที่มา : <https://sea.banggood.com/th/2563>

2. Bracket

Bracket จะเป็นตัวยึดตามมุมอลูมิเนียมโปรไฟล์ที่ตัดตามขนาดแล้วใช้ Bracket ยึดตามมุมที่ออกแบบไว้ แสดงดังภาพ 3.3



ภาพ 3.3 Bracket

ที่มา : <https://www.arduinothai.com/2563>

3. ชุดน็อตยึดร่อง M5(T-Nut)

ใช้ยึดอุปกรณ์ และBracket ให้ติดกับโปรไฟล์ตามที่ยื่นออกมาไว้ แสดงดังภาพ 3.4



ภาพ 3.4 น็อตยึดร่อง M5(T-Nut)

ที่มา : <http://www.arduino4pro.com/2563>

4. สานพาน PVC

ใช้เป็นสานพานลำเลียงกล่อง แสดงดังภาพ 3.5



ภาพ 3.5 สานพาน PVC

ที่มา : <http://th.tpu-belt.com/pvc-conveyor-belt/2563>

5. เฟืองสายพาน-มู่เลย์อลูมิเนียม-Timing-Pulley-XL

ใช้ในการรับภาระหมุนของมอเตอร์ส่งไปยังสายพาน แสดงดังภาพ 3.6



ภาพ 3.6 เฟืองสายพาน-มู่เลย์อลูมิเนียม-Timing-Pulley-XL

ที่มา : <https://s2ins.com/product/timing/2563>

6. สายพานไทม์มิ่ง

ใช้เป็นตัวส่งกำลังจากมู่เลย์มอเตอร์ไปยังมู่เลย์สายพาน แสดงดังภาพ 3.7

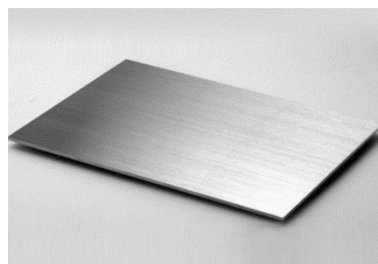


ภาพ 3.7 สายพานไทม์มิ่ง

ที่มา : <https://th.misumi-ec.com/2563>

7. เหล็กแผ่น

ใช้ทำเป็นฐานสายพาน และที่ยึดมอเตอร์ตามแบบที่ออกแบบไว้ แสดงดังภาพ 3.8



ภาพ 3.8 เหล็กแผ่น

ที่มา : <https://www.thaibeststeel.com/plate/2563>

8. ลูกกลิ้งสายพาน

ใช้เป็นตัวขับเคลื่อนสายพานให้เคลื่อนที่ และประกอบสายพาน แสดงดังภาพ 3.9



ภาพ 3.9 ลูกกลิ้งสายพาน

3.2.2 อุปกรณ์ในไฟฟ้า

1. ตัวแปลงแรงดันไฟฟ้า และชนิดกระแส

ใช้สำหรับแปลงกระแสสลับ 220 โวลต์ AC เป็น 12โวลต์,5 โวลต์ DC เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้วงจร และมอเตอร์ แสดงดังภาพ 3.10



ภาพ 3.10 ตัวแปลงแรงดันไฟฟ้า และชนิดกระแสตรงและสลับ

ที่มา : <https://www.thaiwatersystem.com/2563>

2. Relay สวิตช์ไฟฟ้าควบคุมอุปกรณ์ AC และ DC

ใช้เป็นสะพานไฟฟ้าที่ระดับแรงดันต่างกัน แสดงดังภาพ 3.11

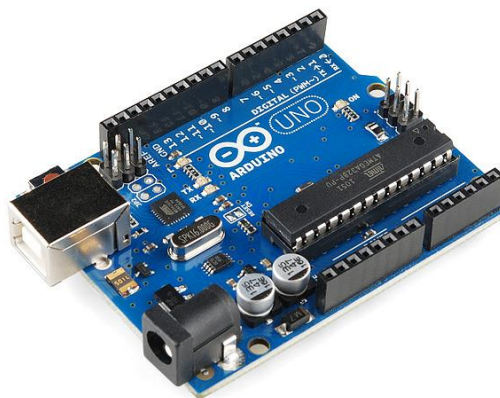


ภาพ 3.11 Relay

ที่มา : <https://commandronestore.com/2563>

3. Arduino

ใช้เป็นตัวควบคุมการทำงาน และสั่งการให้อุปกรณ์ทำงาน แสดงดังภาพ 3.12



ภาพ 3.12 Arduino

ที่มา : <https://www.myarduino.net/2563>

4. Sensor ยี่ห้อ OEM(โออีเอ็ม)

ใช้ในการตรวจจับกล่องเพื่อส่งไปยังบอร์ด Arduino ประมวลผล แสดงดังภาพ 3.13



ภาพ 3.13 Sensor

ที่มา : <https://www.myarduino.net/2563>

5. Stepper Motor

ใช้ในการขับเคลื่อนระบบสายพาน แสดงดังภาพ 3.14



ภาพ 3.14 stepper motor

ที่มา : <https://www.omc-stepperonline.com/2563>

6. Servo Motor

ใช้เป็นตัวควบคุมที่กั้นของกล่องเพื่อให้กล่องอยู่ในแนวขนาดกบแกนที่จะทำการวัดขนาดกล่องแสดงดังภาพ 3.15

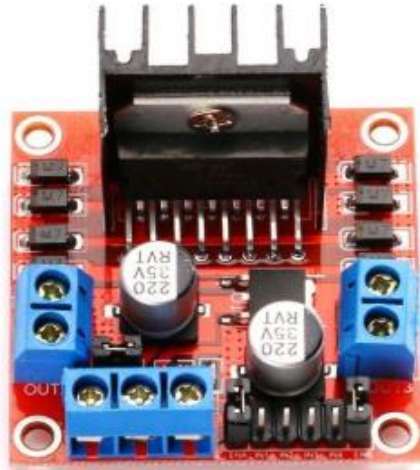


ภาพ 3.15 Servo Motor

ที่มา : <http://doc.inex.co.th/2563>

7. โมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ รุ่น L298N

ใช้เป็นตัวขับเคลื่อนกระแสเข้ามอเตอร์ ตามข้อที่กำหนดด้วยลอจิกเพื่อควบคุมทิศทาง ส่วนความเร็วของมอเตอร์นั้นจะถูกควบคุมด้วยสัญญาณ (PWM Pulse Width Modulation) ซึ่งต้องมีการปรับความถี่ให้เหมาะสมกับมอเตอร์ แสดงดังภาพ 3.16



ภาพ 3.16 โมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ รุ่น L298N

ที่มา : <https://www.myarduino.net/2563>

8. Multimeter

ใช้เป็นอุปกรณ์เพื่อวัดแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้านั้น แสดงดังภาพ

3.17



ภาพ 3.17 Multimeter

ที่มา : <https://www.myarduino.net/2563>

9. สายจัมเปอร์

ใช้จับขั้วบอร์ด Arduino กับอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ แสดงดังภาพ 3.18



ภาพ 3.18 สายจัมเปอร์

ที่มา : <https://www.mosfex.com/2563>

3.3 การศึกษาปัญหา

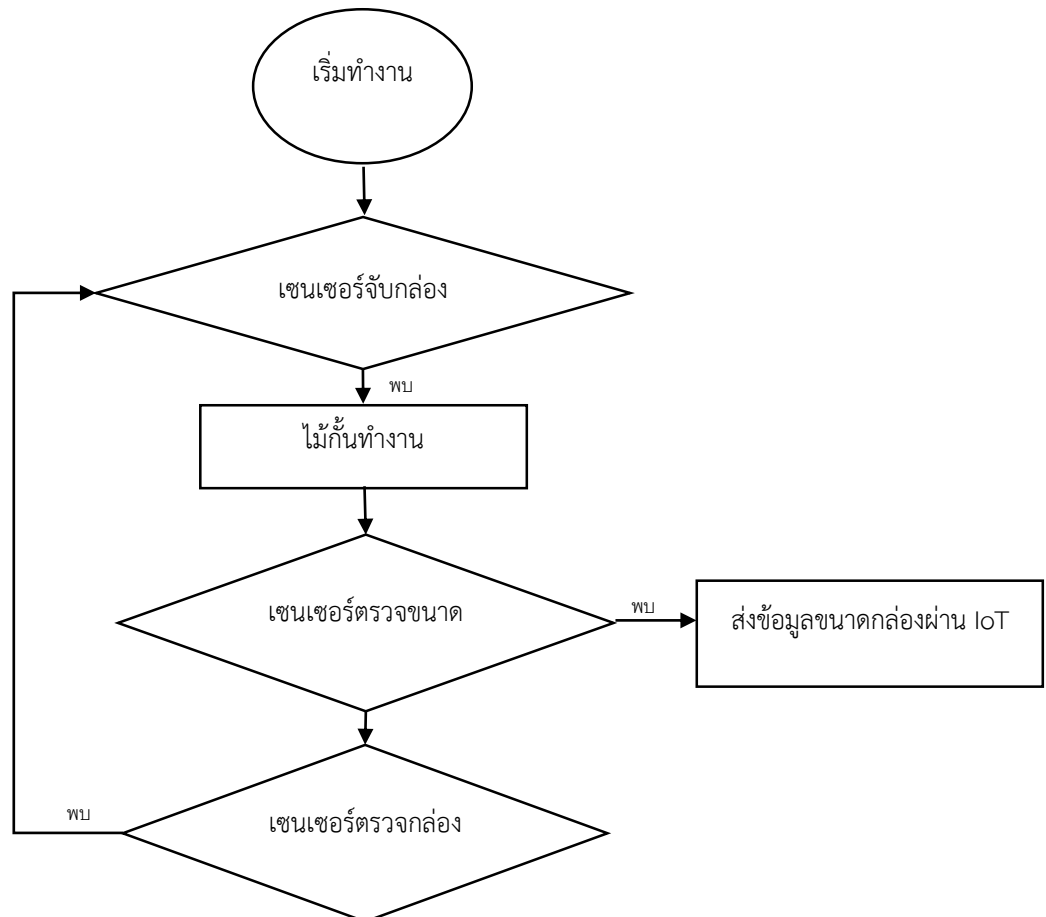
เนื่องจากปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตมีการแข่งขันสูงดังนั้นผู้ประกอบการจึงต้องมีการเร่งกำลังการผลิตให้สูงขึ้นจึงทำให้ต้องมีการจ้างแรงงานที่เพิ่มขึ้น และจากการจ้างงานที่เพิ่มขึ้นนั้น ทำให้เกิดการตรวจที่ผิดพลาดมากขึ้นตามจำนวนคนที่เพิ่มขึ้น คนอาจจะตรวจสอบขนาดไม่ถูกต้องทำให้เสียเวลาในการตรวจสอบซ้ำจึงทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ถ้าต้องการเร่งการตรวจสอบการผลิตให้ได้มาตรฐานต่อวันจะต้องมีระบบตรวจสอบขนาดกล่องแทนคนตรวจเพื่อความถูกต้อง

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเล็งเห็นปัญหาเหล่านี้ และออกแบบกระบวนการใหม่โดยให้เป็นการตรวจสอบขนาดกล่องเป็นระบบอัตโนมัติทั้งหมดเพื่อลดต้นทุนการผลิต และทำให้กระบวนการผลิตมีความผิดพลาดน้อยลง

3.4 การออกแบบเครื่องจักร

3.4.1 การออกแบบกระบวนการตรวจสอบขนาดกล่องด้วยแผนผังการทำงาน แสดงดังภาพ

3.19



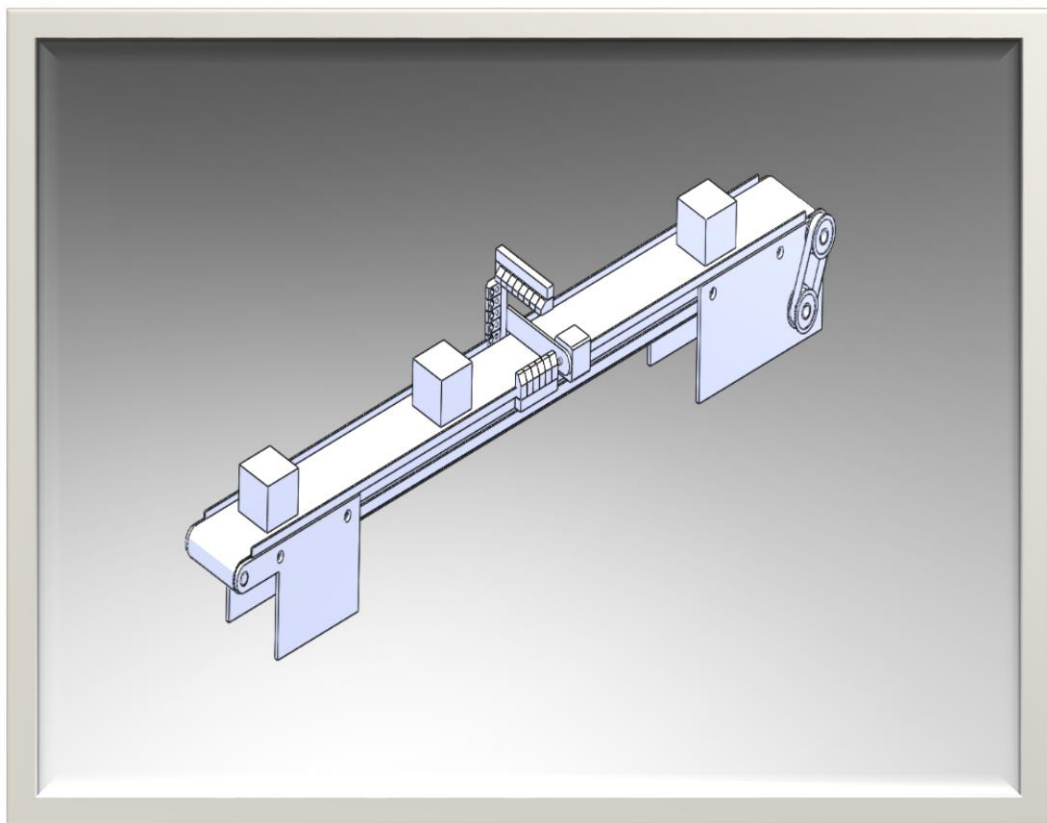
ภาพ 3.19 แผนผังการทำงานของเครื่องจักร

ขั้นตอนการทำงานระบบบรรจุภัณฑ์ จากภาพ 3.19

กระบวนการระบบตรวจสอบขนาดบรรจุภัณฑ์โดยการประยุกต์เซนเซอร์ตามแผนผัง เมื่อกล่องเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ตัวแรกพบกล่องจะสั่งให้ไม่กันทำงาน ไม่กันจะกันกล่องให้ขนาดกับไม่กันเพื่อทำการตรวจสอบขนาดของกล่อง ระบบจะสั่งให้สายพานทำงานต่อไป 5 วินาที แล้วหยุดให้เซนเซอร์ทำการตรวจขนาดของกล่องเพื่อจำแนกขนาดในขั้นตอนในการบรรจุภัณฑ์ และส่งข้อมูลผ่าน Arduino จากนั้นไม่กันกล่องทำงานโดยยกขึ้นให้กล่องเคลื่อนที่ผ่านไปกระบวนการทำงานต่อเนื่องตามกระบวนการบรรจุภัณฑ์

3.4.2 การออกแบบเครื่องจักรโดยใช้โปรแกรม SOLIDWORK

เริ่มจากการออกแบบระบบสายพานก่อนเพื่อที่จะสามารถกำหนดขนาดการวางตำแหน่งอุปกรณ์ให้เป็นไปตามข้อกำหนดข้อจำกัดต่างๆ และเพื่อไม่ให้เกินขีดพลาตในการสร้างเครื่องจักรในการประกอบ การสั่งซื้ออุปกรณ์ในการสร้างเครื่องจักรนั้น ต้องมีการวัดขนาดของอุปกรณ์ที่ต้องใช้ทั้งหมด จากนั้นสร้างต้นแบบเครื่องเป็นภาพ 3D และนำอุปกรณ์ประกอบเป็นเครื่องจักร และประโยชน์ของโปรแกรมทำให้สามารถปรับแต่งขนาดเพิ่มอุปกรณ์ให้เหมาะสม โดยเครื่องจักรที่ออกแบบ แสดงดังภาพ 3.20



ภาพ 3.20 การออกแบบเครื่องจักรด้วยโปรแกรม SOLIDWORK

การสร้างเครื่องจักรนั้นอ้างอิงตามแบบ ภาพ 3.20 เพื่อให้ตรงตามแบบเพื่อให้ง่ายต่อการดำเนินการวิจัยที่ต้องจัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องจักรและอุปกรณ์เครื่องมือที่จำเป็นในการสร้างให้พร้อมก่อนเริ่มการสร้างเครื่องจักร

เริ่มจากการสร้างในส่วนโครงเครื่องจักรโดยการตัดโปรไฟล์ให้ได้ตามที่ออกแบบในโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยหน้าตัดโปรไฟล์จะอยู่ที่ 30 x 30 มิลลิเมตร โดยทำการตัดดังนี้ส่วนด้านยาวของโครงขนาด 700 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น ส่วนด้านกว้างของโครงขนาด 340 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชิ้น ส่วนกลางของโครง 640 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น ส่วนกลางของโครง 180 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น ส่วนเสาที่ติดระบบเซนเซอร์ 150 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชิ้น ส่วนคานระบบเซนเซอร์ 300 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น ส่วนที่ติดระบบเซนเซอร์ด้านข้าง 130 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น ส่วนขาของโครง 40 มิลลิเมตร จำนวน 4 ชิ้น เมื่อตัดโปรไฟล์ได้ตามขนาด และจำนวนที่กำหนดแล้วก็นำโปรไฟล์ประกอบเข้ามุมของโครงโปรไฟล์โดยใช้ตัว Bracket และ P-nut ดังภาพ 3.21 เมื่อทำการประกอบโครงโปรไฟล์สำเร็จแล้วทำการวัดระบบของโครงให้ได้ระดับฉากของแต่ละมุมโดยใช้วัดระดับน้ำในการวัดเพื่อให้ระนาบที่ได้มีความเที่ยงตรงไม่ให้เกิดปัญหาในการประกอบชุดเซนเซอร์ดังภาพ 3.21



ภาพ 3.21 การประกอบโครงเครื่องจักร

เมื่อทำการประกอบโปรไฟล์เสร็จแล้วก็จะทำการประกอบฐานสายพาน และโครงระบบเซนเซอร์ต่างๆ วัสดุที่ใช้ในการทำนั้นคือ แผ่นอะคริลิคความหนา 2 มิลลิเมตร โดยวิธีการขึ้นรูปโดยใช้เครื่องตัดเลเซอร์ในการตัดชิ้นงานจากแผ่นอะคริลิคความหนา 2 มิลลิเมตร ดังภาพ 3.22



ภาพ 3.22 การขึ้นรูปชิ้นงานโดยเครื่องตัดเลเซอร์

จากนั้นทำการประกอบแผ่นอะคริลิกเข้ากับโครงโปรไฟล์ตามแบบที่ออกแบบไว้ดังภาพ 3.23



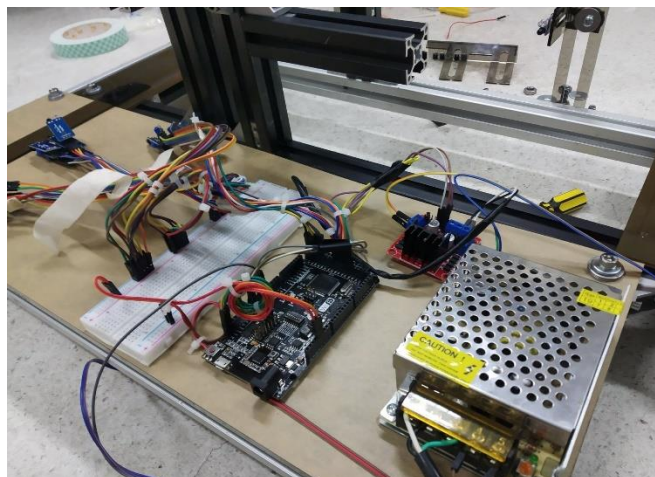
ภาพ 3.23 การขึ้นรูปชิ้นงานโดยเครื่องตัดเลเซอร์

ทำการต่ออุปกรณ์เซนเซอร์ติดกับอะคริลิกฐานระบบเซนเซอร์โดยใช้กาวแท่งทั้งสามแกน เพื่อให้เซนเซอร์ได้ระบบดับความกว้างที่กำหนดดังภาพ 3.24



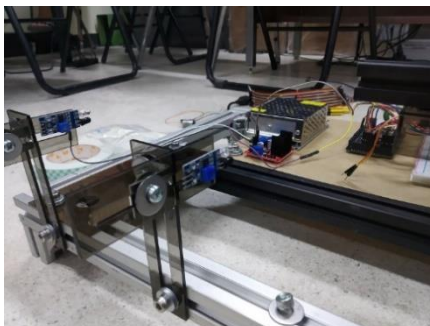
ภาพ 3.24 การติดเซนเซอร์

ทำการต่อระบบจ่ายไฟฟ้าใช้สำหรับแปลงกระแสสลับ 220 โวลต์ AC เป็น 12 โวลต์ 5 โวลต์ DC เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้วงจรมอเตอร์ และต่อสายเข้ากับ Arduino ใช้เป็นตัวควบคุมการทำงาน และสั่งการให้อุปกรณ์ทำงานดังภาพ 3.25



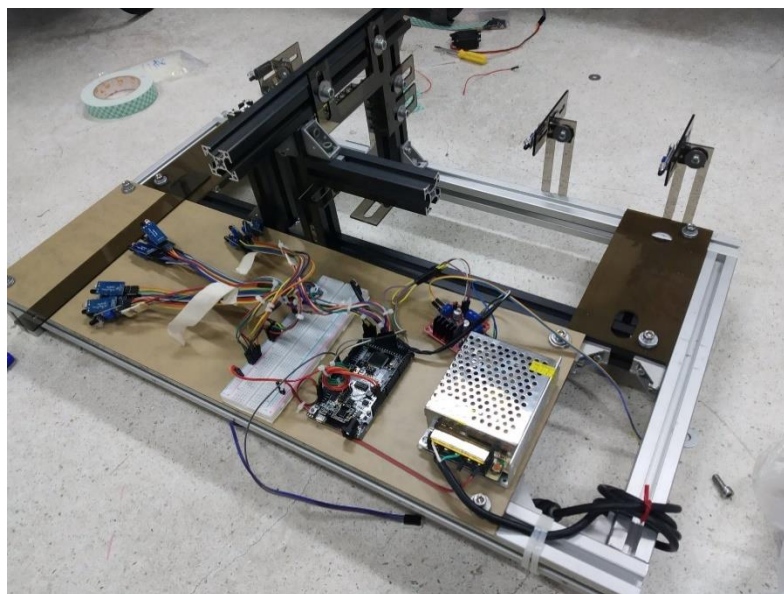
ภาพ 3.25 การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า และ Arduino

การต่อเซนเซอร์ตรวจจับกล่องเข้ากับ Arduino และนำเซนเซอร์ไปติดไว้ตำแหน่งที่ได้ติดตั้งอะคริลิกไว้แล้วดังภาพ 3.26



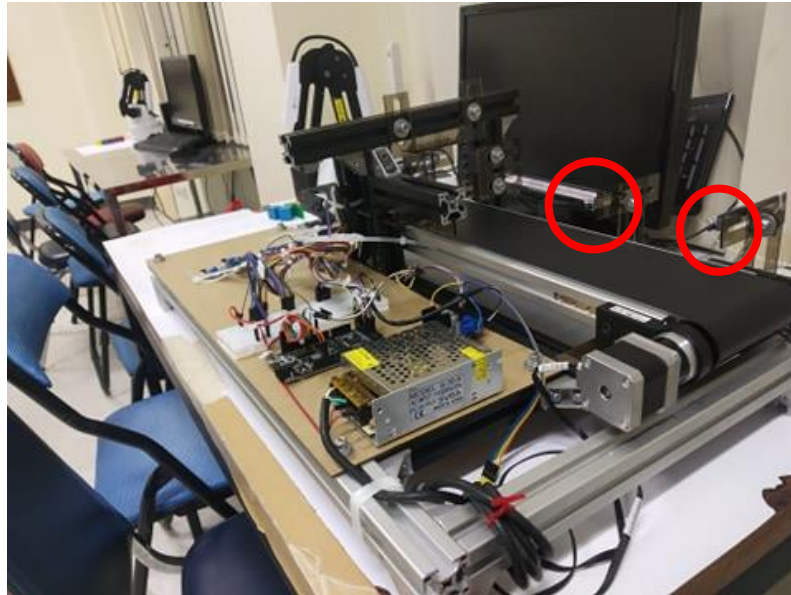
ภาพ 3.26 การต่อเซนเซอร์

การเข้ากลุ่มสายไฟของเซนเซอร์แต่ละตัวโดยจะทำการจัดระบบไฟฟ้าให้เป็นระเบียบเรียบร้อยเพื่อป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร ดังภาพ 3.27



ภาพ 3.27 จัดระบบไฟฟ้าให้เป็นระเบียบเรียบร้อย

การประกอบชุดสายพานเข้ากับระบบโดยต่อจาก Arduino เข้ากับโมดูลขับมอเตอร์เพื่อใช้ในการขับ Stepper Motor ใช้ในการขับเคลื่อนระบบสายพาน และต่อเข้ากับ Servo Motor ใช้เป็นตัวควบคุมที่กั้นของกล่องเพื่อให้กล่องอยู่ในแนวขนาดกั้นกับแกนที่จะทำการวัดขนาดกล่องดังภาพ 3.28



ภาพ 3.28 การติดเซนเซอร์

3.5 เขียนโค้ดโปรแกรม

การเขียนโค้ดโปรแกรมจะใช้ภาษาซีในการเขียนคำสั่งข้อมูลลงบนบอร์ดโดยเริ่มตั้งแต่การประกาศตัวแปรจนถึงการกำหนดค่าเซนเซอร์ต่างๆ โดยจะใส่เงื่อนไขลงไปเพื่อบอร์ดสามารถประมวลผลออกมาได้ตรงตามที่ต้องการ

3.5.1 รูปแบบโค้ดคำสั่งการทำงานของเครื่องคัดแยกอัตโนมัติซึ่งจะมีอุปกรณ์การทำงานย่อยหลายตัวเช่น มอเตอร์ เซอร์โวมอเตอร์ และเซนเซอร์ดังภาพ 3.30

```
#include <Servo.h>

#include <Wire.h>

#include <Stepper.h>

Servo myservo;

const int stepsPerRevolution = 200;

Stepper myStepper(stepsPerRevolution, 8, 9, 10, 11);

int x = 3 ;

char chrSum[50] ;

char chrSum1[50] ;

char chrSum2[50] ;

char chrSum3[50] ;

char chrSum4[50] ;

char chrSum5[50] ;

//////////เซ็นเซอร์ใช้ค////////

int sensor1 = 2;

int sensor2 = 3;

int sensor3 = 5;

int sensor4 = 4;
```

ภาพ 3.29 ตัวอย่างการเขียนภาษาซี

3.5.2 รูปแบบโค้ดคำสั่งการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยจะนำข้อมูลที่แสดงทั้งหมดไปแสดงไว้บนแอปพลิเคชันไลน์ซึ่งจะต้องเขียนโปรแกรมคำสั่งบันทึกลงไปในบอร์ดอีเอสพี 8266 เราจะแสดงโค้ดโปรแกรมบางส่วนดังภาพ 3.31

```
void Line_Notify(String message) ;

#include <ESP8266WiFi.h>

#include <Wire.h>

#include <WiFiClientSecureAxTLS.h> // กรณีขึ้น Error ให้เอาบรรทัดนี้ออก

#define WIFI_SSID "Redmi"

#define WIFI_PASSWORD "053835788"

#define LINE_TOKEN "Fb6TzLgbNefThjiQ6UnzIS2y9zugrgycfW3jBphYGkN "

int i = 0;

int j = 1;

String readMega;

//int dataRead = 0;

//int dataMega;

void setup() {

    WiFi.mode(WIFI_STA);

    WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);

    Serial.print("connecting");
```

ภาพ 3.30 ตัวอย่างการเขียนโค้ดโปรแกรมลงบอร์ดอีเอสพี

ทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการขั้นตอนและวิธีการดำเนินต่างๆเริ่มจากการออกแบบเครื่องจักร กระบวนการ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้และยังรวมไปถึงโค้ดโปรแกรมต่างๆที่ใช้เป็นคำสั่งในไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้การทำงานเป็นไปตามกระบวนการที่กำหนดไว้โดยผลทั้งหมดจะอยู่ในบทต่อไป และโค้ดทั้งหมดอยู่ในภาคผนวก

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานของโครงการวิจัย

ในบทนี้จะแสดงผลการทดสอบเครื่องคัดแยกบรรจุบรรจุภัณฑ์ โดยจะการคัดแยกขนาดกล่องจะตามขนาดที่กำหนดจะมี 4 ชนิด คือ A B C และ D เพื่อให้ระบบตรวจสอบจำแนกได้ได้ตามที่ออกแบบส่งค่าแอปพลิเคชันไลน์เก็บข้อมูล จากนั้นวิเคราะห์การทำงานและแก้ไขการทำงานให้ตรงตามกระบวนการที่ออกแบบไว้ เพื่อนำผลมาสรุปโดยจากข้อมูลที่ได้จากการส่งค่าของเครื่องคัดแยกบรรจุบรรจุภัณฑ์ไปยังแอปพลิเคชันไลน์ให้ถูกต้องแม่นยำ

4.1 การทดสอบการทำงานของเครื่องคัดแยกบรรจุบรรจุภัณฑ์

จุดประสงค์ของการทดสอบเครื่องคัดแยกเพื่อแยกกล่องตามที่กำหนดที่สามารถทำได้ และความสามารถของเครื่องจักรว่าเป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ เช่นการคัดแยกขนาดไม่ตรงตามที่กำหนด โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบนั้นจะมีการบรรจุบรรจุภัณฑ์โดยมีขนาดกล่อง ขนาดโดยจะกำหนดขนาดด้านกว้างไว้แต่จะเปลี่ยนด้านยาว และสูงแทน (ยาว x สูง) ได้แก่ 2x2 เซนติเมตร, 3x3 เซนติเมตร, 2x3 เซนติเมตร, 3x2 เซนติเมตร และขั้นตอนต่างๆทำงานตามที่ได้เขียนคำสั่งไว้ โดยทั้งกระบวนการทำงานสามารถทำงานตามขั้นตอนตามที่ได้กำหนดไว้เซนเซอร์แต่ละตำแหน่งสามารถตรวจจับวัตถุเมื่อวัตถุผ่านมาได้ตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการคัดแยกกล่องบรรจุภัณฑ์จะอธิบายโดยละเอียดในหัวข้อ 4.2

4.2 การดำเนินการทดสอบเครื่องคัดแยกบรรจุบรรจุภัณฑ์

ขั้นแรกจะเริ่มจากการตรวจเช็คเซนเซอร์ในระบบว่าสามารถทำงานได้มีความพร้อมใช้งาน และไม่มีการชำรุด หรือเสื่อมสภาพ และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ได้บันทึกชุดคำสั่งที่ต้องการอัปโหลดลงบอร์ดเรียบร้อยแล้ว และทดสอบระบบสายพานลำเลียงว่าสามารถทำงานตามคำสั่ง ขั้นตอนต่อไปตรวจสอบกล่องว่าได้ขนาดเท่าที่กำหนดไว้หรือไม่ จากนั้นนำกล่องบรรจุมาวางไว้ที่ตำแหน่งเพื่อเริ่ม

การทำงาน การทดลองจะทดสอบว่าสายพานจะพากล่องที่เข้าไปผ่านเซนเซอร์ระบบจะประมวลผลออกมาให้มีผลลัพธ์ออกมาขนาดเท่ากับกล่องก่อนเข้าระบบหรือไม่ กระบวนการในการตรวจสอบคือเมื่อกล่องหยุดที่ไม้กั้นหน้าเซนเซอร์แล้วเซนเซอร์จะเริ่มการทำงานประมาณ 5 วินาที หลังจากนั้นไม้กั้นจะยก และสายพานทำงานไปจนถึงจุดหยุดการทำงาน

4.3 การทดสอบระบบส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้ไปอีกอุปกรณ์หนึ่ง

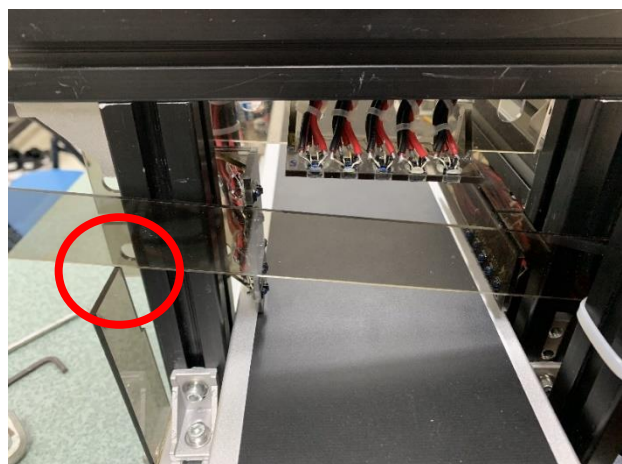
ขั้นตอนนี้กล่องจะต้องลำเลียงมาหยุดที่เซนเซอร์ตัวสุดท้ายข้อมูลถึงจะเริ่มส่งผ่านไปยังอุปกรณ์ที่ได้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตและได้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ของเครื่องคัดแยกผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยข้อมูลที่เครื่องคัดแยกประมวลผลได้ต้องไปแสดงบนหน้าจอได้ซึ่งเราจะตรวจสอบข้อมูลได้ว่าถูกต้องหรือไม่

4.4 การดำเนินการทดสอบ

4.4.1 ผลการทดสอบ

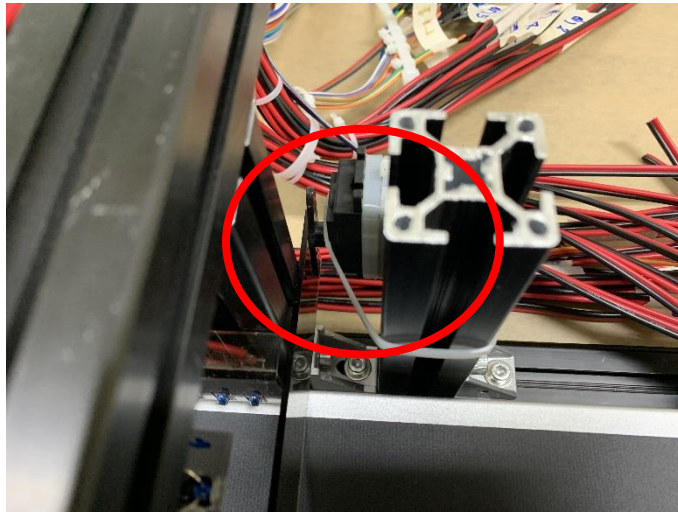
1) ผลการเดินเครื่องคัดแยกรอบแรก

ทดลองโดยส่งกล่องบรรจุภัณฑ์เข้าสู่กระบวนการพบว่าเมื่อถึงระยะที่ไม้กั้นควรทำงานแต่ไม้กั้นกล่องไม่สามารถลงมาปิดกั้นเส้นทางได้เพราะน้ำหนักของไม้กั้นมีมากเกินไปส่งผลให้ตัวเซอร์มอเตอร์เกิดการบิดเล็กน้อยทำให้ตัวไม้กั้นไปอยู่บนโครงเหล็กไม่ลงไปในช่องที่เตรียมไว้จึงทำให้กล่องไม่อยู่ในจุดที่กำหนดส่งผลให้เซนเซอร์ตรวจวัดขนาดเกิดการทำงานผิดพลาด และทำให้การประมวลผลก็จะผิดพลาดไปด้วยดังภาพ 4.1



ภาพ 4.1 ไม้กั้นไม่ลงช่องที่กำหนด

วิธีการแก้ไขคือ ปรับระยะการติดตั้งของตัวเซอร์โวมอเตอร์ให้พอดีกับระยะของช่องว่างไม้กั้นดังภาพ 4.2



ภาพ 4.2 ติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์

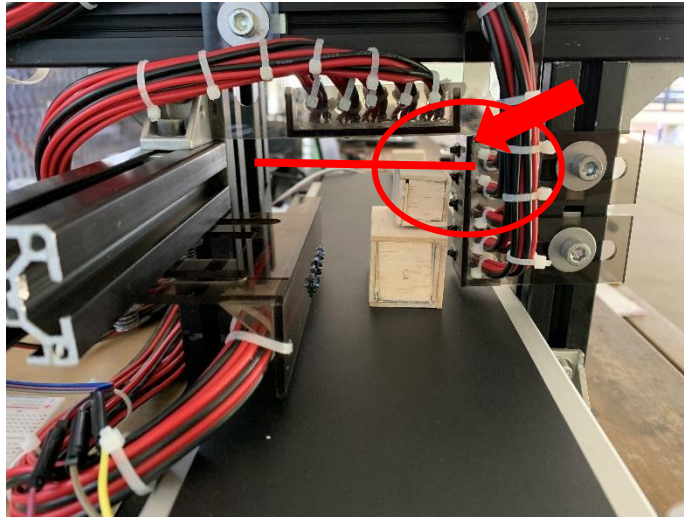
2) ผลการเดินเครื่องคัดแยกครั้งที่สองหลังจากแก้ไข

หลังจากแก้ไขแล้วจะพบว่าไม้กั้นสามารถลงมาในช่องที่เตรียมไว้สำหรับไม้กั้นกล่องได้ แล้วแต่พอล่องเดินทางมาถึงไม้กั้นเนื่องจากไม้กั้นทำงานจากอะคิสิกหนา 2 มิลลิเมตรจึงมีความอ่อนตัวเมื่อความเร็วของสายมีมากเกินไปจะทำให้ตอนที่กล่องชนไม้กั้นไม้กั้นจะเกิดการงอและเมื่อสายพานหยุดไม้กั้นจะติดกล่องให้ถอยหลังไปซึ่งจะส่งผลให้ไม่อยู่ใจจุดที่กำหนดไว้การทำงานของเซนเซอร์บางตัวจะเกิดการผิดพลาดส่งผลให้การประมวลไม่ตรงกับที่ผลลัพธ์กำหนดไว้

วิธีแก้ไขคือ ปรับความเร็วของสายพานให้มีความเร็วที่เหมาะสมไม่ทำให้ไม้กั้นเกิดการงอตัว

3) ผลการเดินเครื่องครั้งที่สามหลังจากแก้ไข

หลังจากแก้ไขแล้วจะพบว่ากล่องไม่เกิดการขยับตัวหลังไม้กั้นลงมาปิดแต่จะพบว่าหลังจากระบบเซนเซอร์ทำงานแล้วพบว่าเซนเซอร์มีการทำงานผิดปกติโดยเซนเซอร์ที่ทำงานเป็นลำแสงเส้นตรงไม่ควรจะตรวจจับวัตถุที่ไม่ได้อยู่ข้างหน้าได้แต่การทำงานของลำแสงเกิดการกระจายออกซึ่งส่งผลให้ตัวส่งสัญญาณไม่มีความแม่นยำโดยส่งสัญญาณเป็นการกระจายออกแทนที่จะส่งสัญญาณเป็นเส้นตรงทำให้เซนเซอร์มีความคลาดเคลื่อนไปชนกับวัตถุจนทำให้การประมวลผลผิดพลาดดังภาพ 4.3



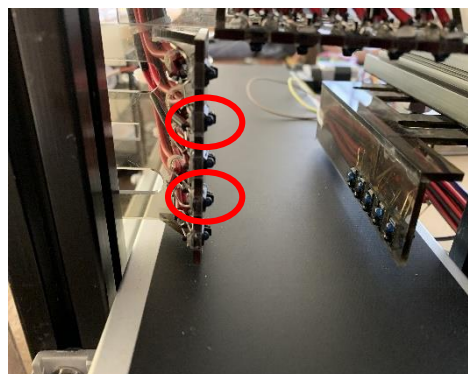
ภาพ 4.3 เซนเซอร์ทำงานผิดปกติ

วิธีแก้ไขคือหมุดปรับตัวด้านทานให้มีค่ามากขึ้นซึ่งจะส่งผลให้ความแม่นยำของเซนเซอร์มีค่ามากขึ้น

4) ผลจากการเดินเครื่องครั้งที่สี่หลังจากแก้ไข

หลังจากการแก้ไขก็ยังพบว่าเซนเซอร์ยังคงเกิดการผิดพลาดเหมือนเดิมซึ่งอาจจะเกิดจากตัวเซนเซอร์เองที่มีประสิทธิภาพต่ำไม่แม่นยำซึ่งไม่เหมาะสมกับการทำงานที่ต้องอาศัยความละเอียด และความแม่นยำสูง

วิธีแก้ไขคือ เนื่องจากประสิทธิภาพของเซ็นเซอร์มีคุณภาพต่ำและช่องว่างระหว่างเซ็นเซอร์มีน้อยเกินไปทำให้ต้องการเพิ่มช่องว่างเพื่อลดความเปี่ยงเบนจึงได้นำเซ็นเซอร์ออกโดยการถอดบอร์ดเซ็นเซอร์ออกตัวที่ 2 และ 4 ออกซึ่งจะทำให้ระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์เพิ่มขึ้นก็จะสามารถลดความเปี่ยงเบนของเซ็นเซอร์ลงดังภาพ 4.4



ภาพ 4.4 นำเซนเซอร์บางตัวออก

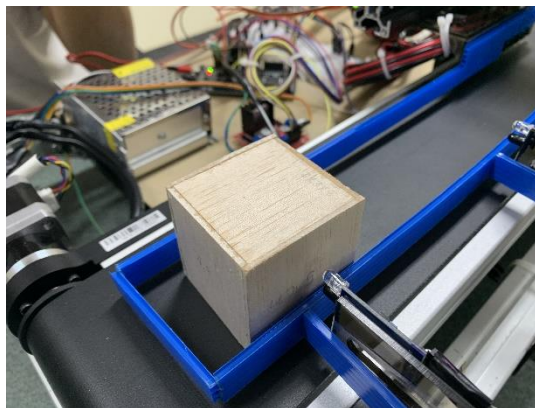
5) ผลจากการเดินเครื่องครั้งที่ห้าหลังจากแก้ไข

หลังจากการแก้ไขจะสังเกตได้ว่าการเพิ่มช่องว่างของเซ็นเซอร์มากขึ้นจะทำให้การเบี่ยงเบนของเซ็นเซอร์ลดน้อยลงสามารถตรวจสอบขนาดของกล่องได้ตรงตามที่กำหนดเมื่อเรานำกล่องชนิดเอามาเข้าเครื่องคัดแยกเครื่องจะตรวจได้ว่าเป็นกล่องชนิดเอตามที่ได้ต้องการตรวจสอบ

4.5 การทำงานเครื่องจักร

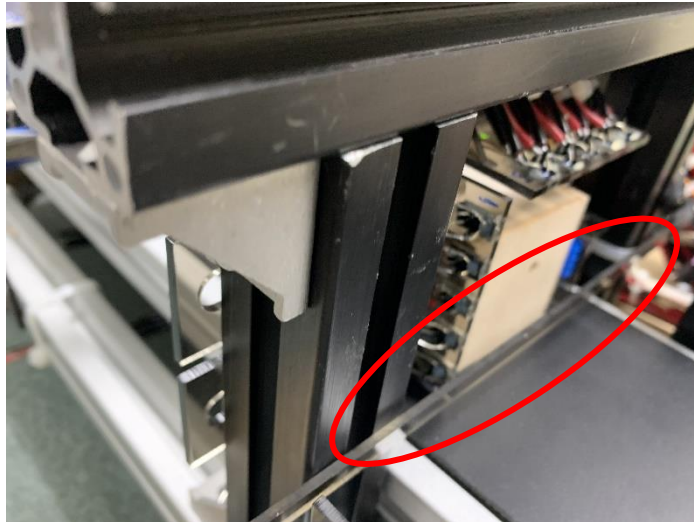
การทำงานของเครื่องคัดแยกหลังการปรับปรุงเรียบร้อยแล้วจะแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการสั่งเริ่มกระบวนการ กระบวนการสั่งให้ไม้กั้นทำงานลงมาปิดกั้นเส้นทางกล่อง กระบวนการตรวจวัด และประมวลผลขนาดกล่อง และกระบวนการหยุดการทำงาน

การทำงานแรกเมื่อเรานำกล่องมาวางบนจุดที่กำหนดไว้จะมีเซ็นเซอร์ตัวหนึ่งตรวจจับว่ามีวัตถุอยู่เซ็นเซอร์ก็รับสัญญาณส่งค่าไปที่บอร์ดบอร์ดก็จะออกคำสั่งให้สายพานทำงานเพื่อเริ่มกระบวนการดังภาพ 4.5



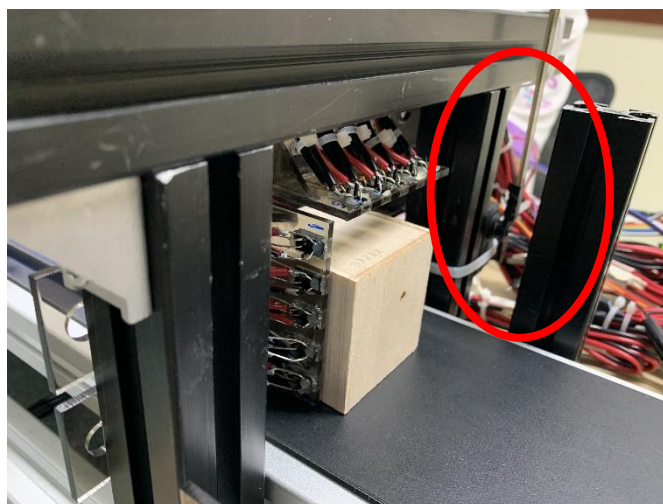
ภาพ 4.4 วางกล่องในตำแหน่งแรก

กระบวนการต่อไปเป็นกระบวนการเตรียมไม้กั้นลงเพื่อกั้นกล่องให้อยู่ในจุดที่กำหนดและสั่งให้สายพานทำงานต่อเป็นเวลา 5 วินาที หลังจากนั้นบอร์ดก็จะสั่งให้สายพานหยุดการทำงานซึ่งจะทำให้กล่องอยู่ติดกับไม้กั้นพอดีซึ่งเป็นจุดที่กำหนดไว้ดังภาพ 4.5



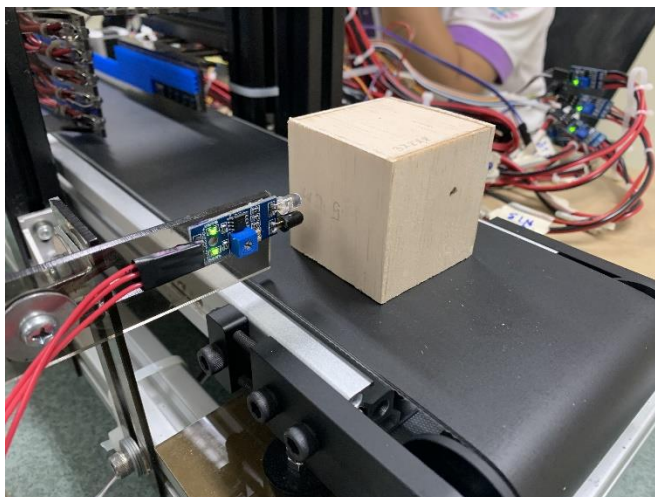
ภาพ 4.5 ไมค์ก้นลงมาปิดทางกล่อง

กระบวนการต่อไปเป็นกระบวนการตรวจสอบขนาดของกล่องว่าตรงตามชนิดของกล่องที่ได้กำหนด กระบวนการนี้จะมีเซ็นเซอร์ตรวจสอบขนาดโดยเราจะคงที่ด้านกว้างไว้ และติดเซ็นเซอร์ด้านยาว 3 ตัว และด้านสูง 3 ตัวโดยจะใช้เวลาตรวจวัดขนาดความยาว และความสูงเป็นระยะเวลา 2 วินาที ซึ่งจะนำผลที่วัดได้ไปประมวลเป็นกล่องชนิดต่างๆ เช่น กล่องขนาด 3x3 เป็นกล่องชนิดเอ หรือ กล่องขนาด 5x5 เป็นกล่องชนิดบี เป็นต้นดังภาพ 4.6 เมื่อตรวจวัดเป็นระยะเวลา 2 วินาที แล้วบอร์ดจะสั่งให้ไมค์ก้นยกขึ้นแล้วสายพานลำเลียงจะทำงานพากล่องไปกระบวนการต่อไป



ภาพ 4.6 ไมค์ก้นยกขึ้น

หลังจากผ่านกระบวนการตรวจสอบขนาดแล้วสายพานจะเลื่อนเข้าสู่กระบวนการหยุดการทำงาน กระบวนการนี้จะมีเซนเซอร์อยู่ 1 ตัว เมื่อกล่องมาถึงจุดที่กำหนดจะมีเซนเซอร์ตรวจจับว่ากล่องมาถึง แล้วเซนเซอร์ก็จะส่งสัญญาณไปให้บอร์ดออกคำสั่งให้สายพานหยุดทำงานดังภาพ 4.7



ภาพ 4.7 ตำแหน่งเซนเซอร์ตัวสุดท้ายตรวจจับ

จากการทำงานจะสามารถแสดงผลการทดสอบได้ตามตาราง 4.1-4.5

ตาราง 4.1 ตารางแสดงการทดสอบกล่อง A

ลำดับกล่องที่	ผลการทดสอบ
1	A
2	A
3	A
4	A
5	A
6	A
7	A
8	A
9	A

ผลปรากฏว่าเครื่องคัดแยกประมวลผลได้ว่าเมื่อส่งกล่องเอเข้าไปเครื่องสามารถตรวจสอบได้ว่าเป็นกล่องเอทั้งหมดร้อยเปอร์เซ็นต์

ตาราง 4.2 ตารางแสดงการทดสอบกล่องบี

ลำดับกล่องที่	ผลการทดสอบ
1	B
2	B
3	B
4	B
5	B
6	B
7	B
8	B
9	B

ผลปรากฏว่าเครื่องคัดแยกประมวลผลได้ว่าเมื่อส่งกล่องบีเข้าไปเครื่องสามารถตรวจสอบได้ว่าเป็นกล่องบีทั้งหมดร้อยเปอร์เซ็นต์

ตาราง 4.3 ตารางแสดงการทดสอบกล่องซี

ลำดับกล่องที่	ผลการทดสอบ
1	C
2	C
3	C
4	C
5	C
6	C
7	C
8	C
9	C

ผลปรากฏว่าเครื่องคัดแยกประมวลผลได้ว่าเมื่อส่งกล่องซีเข้าไปเครื่องสามารถตรวจสอบได้ว่าเป็นกล่องซีทั้งหมดร้อยเปอร์เซ็นต์

ตาราง 4.4 ตารางแสดงการทดสอบกล่องดี

ลำดับกล่องที่	ผลการทดสอบ
1	D
2	D
3	D
4	D
5	D
6	D
7	D
8	D
9	D

ผลปรากฏว่าเครื่องคัดแยกประมวลผลได้ว่าเมื่อส่งกล่องดีเข้าไปเครื่องสามารถตรวจสอบได้ว่าเป็นกล่องดีทั้งหมดร้อยเปอร์เซ็นต์

และได้ทำการทดสอบการคละชนิดกล่องแต่ละแบบผสมกันโดยเป็นลำดับดังนี้ A B C D A B C D A แสดงตามตารางข้างล่าง

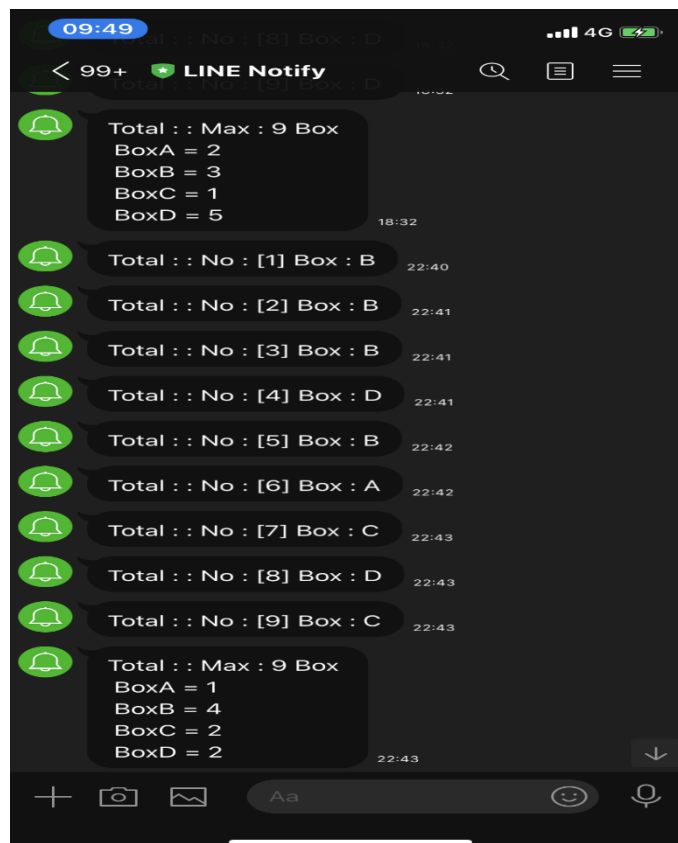
ตาราง 4.2 ตารางแสดงการทดสอบคละกล่อง

ลำดับกล่องที่	ผลการทดสอบ
1	A
2	B
3	C
4	D
5	A
6	B
7	C
8	D
9	A

ผลปรากฏว่าเครื่องคัดแยกประมวลผลได้ว่าเมื่อส่งกล่องแต่ละชนิดเข้าไปเครื่องสามารถตรวจสอบได้ว่าตรงตามชนิดและลำดับทั้งหมดร้อยเปอร์เซ็นต์

4.6 การทำงานระหว่างเครื่องคัดแยกบรรจุบรรจุภัณฑ์กับอุปกรณ์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

หลังจากที่ประมวลผลเสร็จแล้วเครื่องคัดแยกก็จะส่งข้อมูลผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ส่งข้อมูลชนิดของกล่องผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยสามารถส่งไปยังอุปกรณ์ที่มีแอปพลิเคชันและสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ตามตัวอย่างดังภาพ 4.8



ภาพ 4.8 ตัวอย่างข้อมูลที่แสดงบนไลน์

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยการประยุกต์การใช้เซนเซอร์แสง และระบบ lot ตั้งแต่เริ่มการวิจัยจนทำวิจัยเสร็จทางผู้วิจัยได้รับเทคนิคการสร้างระบบเซนเซอร์ การออกแบบระบบรวบรวมทั้งความรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ โดยผลการวิจัยอยู่ในระดับที่น่าพึงพอใจอย่างมาก

5.1สรุปผลที่ได้จากโครงการวิจัย

ผู้วิจัยโครงการได้ทำการวางแผน และปฏิบัติตามแผนงานที่กำหนดไว้ได้สามารถจำแนกขนาดของกล่องได้ โดยเริ่มจากการออกแบบกระบวนการการทำงานจากนั้นออกแบบระบบกลไกการทำงานเพื่อการสร้างเครื่องจักร หลังจากได้กระบวนการผลิตตามที่ได้ออกแบบขั้นตอนถัดไปจัดหาอุปกรณ์ และสั่งซื้ออุปกรณ์โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ อุปกรณ์ทางโครงสร้าง อุปกรณ์ไฟฟ้า หลังจากนั้นทำการประกอบเครื่องจักรขึ้นมาให้ตรงตามแบบที่กำหนด และเริ่มการทำงานของระบบการทำงานระบบจำแนกขนาดกล่องต่อมาได้เจอปัญหาต่างๆ โดยในการเดินเครื่องครั้งแรกเช่นไม้กั้นไม่ลงช่องตามที่ได้ติดตั้ง ความผิดปกติของตัวเซ็นเซอร์ ระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์ และการเทียบวัดขนาดของกล่องจากนั้นทางผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงไปจนเครื่องสมบูรณ์ และได้เริ่มการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องจักรโดยเครื่องจักรสามารถประมวลผลออกมาถูกต้องประมาณ 99 เปอร์เซ็นต์ และการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตระหว่างอุปกรณ์กับเครื่องจักรสามารถส่งข้อมูลไปแสดงผลบนแอปพลิเคชันก็สามารถส่งข้อมูลตรงตามที่ได้ทดสอบขนาดกล่องต่างๆ ไว้อย่างถูกต้องตามวัตถุประสงค์

5.2 ปัญหาที่พบในการดำเนินโครงการวิจัย

5.2.1 อุปกรณ์ที่ส่งไม่ตรงตามที่ตรงการลักษณะที่ได้ออกแบบ และการจัดหาจัดซื้ออุปกรณ์บางอย่างหาซื้อได้ยากราคาแพงทำให้เสียเวลา

5.2.2 การวางแผนกระบวนการยังไม่ครบ และละเอียด ไม่ได้ทำการจำลองกระบวนการจึงทำให้เกิดปัญหาในการสร้างระบบเช่น การดีเลย์ เป็นต้น

5.2.3 เนื่องจากเซนเซอร์มีความแม่นยำในระดับปานกลางจึงทำให้เกิดการผิดพลาดของตำแหน่งที่เซนเซอร์ตรวจเจอทำให้ระบบเกิดความแม่นยำในการวัดขนาดกล่อง

5.2.4 การสร้างเครื่องจักรแต่ละครั้งจะต้องสร้างในเวลาหลังเลิกเรียนเพราะมีการเรียนการสอนในห้องที่ใช้สร้างเครื่องจักร

5.3 ข้อเสนอแนะของโครงการวิจัย

5.3.1 ในการสร้างเครื่องจักรนั้นจะต้องใช้องค์ความรู้หลายด้านเพื่อใช้ในการสร้างเครื่องจักรและระบบจำแนกกล่อง โดยความรู้ในการเขียนแบบโดยใช้โปรแกรม Solidwork การเขียนโปรแกรมระบบโดยภาษา C++ ความรู้ด้านกระบวนการผลิต ดังนั้นจึงต้องใช้เวลาการศึกษา และขอคำปรึกษาจากอาจารย์ หรือผู้ที่มีความรู้เพื่อไม่ให้เกิดปัญหา และแก้ไขปัญหาระบบ

5.3.2 การต่อวงจร และระบบอาจเกิดอันตรายจากกระแสไฟฟ้าได้ควรทำเบรกเกอร์ตัดระบบเพื่อป้องกันการเสียหายจากอุปกรณ์ไฟฟ้า และชีวิต

บรรณานุกรม

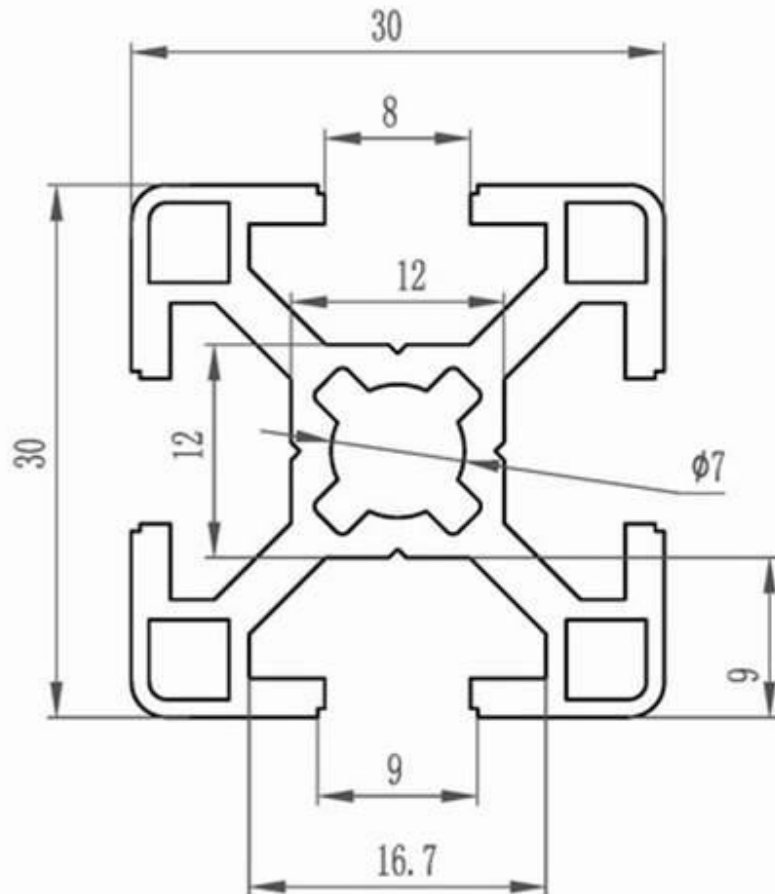
- CS Developers. วิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาษาคอมพิวเตอร์. ภาษาซี. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://www.comscidev.com/howto/โค้ดภาษาซี>
- ร้าน IOXHOP. ESP8266 / ESP8285 กับการส่งการแจ้งเตือนเข้า LINE. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://www.ioxhop.com/article/47/esp8266-esp8285>
- Photoelectric Sensor. แหล่งที่มา <http://www.lpc-uk.com/optical/ttoptic.htm> .
- Background Suppression. แหล่งที่มา <https://www.sensortips.com> .
- Divergent. แหล่งที่มา <http://www.compomax.co.th> .
- Foreground Suppression. แหล่งที่มา <https://www.automationworld.com> .
- ระยะในการตรวจจับ. แหล่งที่มา <https://mall.factomart.com> .
- Internet of thing (Iot) . แหล่งที่มา <https://www.entech.co.th> .
- Network Platform for Internet of Everything. แหล่งที่มา <https://www.nectec.or.th> .
- L298N motor drive. แหล่งที่มา <https://www.thaielecs.com> .
- Tower Pro MG995 DIGI Hi-Speed Servo. แหล่งที่มา <https://www.arduitronics.com/article/27> .
- ความกว้างและการเคลื่อนที่ของพัลส์. แหล่งที่มา <https://www.thaieasyelec.com/article-wiki> .
- อลูมิเนียมโปรไฟล์. แหล่งที่มา <https://sea.banggood.com/th> .
- Bracket. แหล่งที่มา <https://www.arduinothai.com> .
- น็อตยึดร่อง M5(T-Nut) . แหล่งที่มา <http://www.arduino4pro.com> .
- สายพาน PVC . แหล่งที่มา <http://th.tpu-belt.com/pvc-conveyor-belt> .
- เฟืองสายพาน-มู่เลย์อลูมิเนียม-Timing-Pulley-XL . แหล่งที่มา <https://s2ins.com/product/timing> .
- สายพานไทม์มิ่ง. แหล่งที่มา <https://th.misumi-ec.com> .
- เหล็กแผ่น. แหล่งที่มา <https://www.thaibeststeel.com/plate> .
- ตัวแปลงแรงดันไฟฟ้า และชนิดกระแส. แหล่งที่มา <https://www.thaiwatersystem.com> .
- Relay. แหล่งที่มา <https://commandronestore.com> .
- Arduino. แหล่งที่มา <https://www.myarduino.net> .
- stepper motor. แหล่งที่มา <https://www.omc-stepperonline.com> .
- Servo Motor. แหล่งที่มา <http://doc.inex.co.th> .
- สายจัมเปอร์. แหล่งที่มา <https://www.mosfex.com> .

ภาคผนวก ก

รายละเอียดอุปกรณ์และชิ้นงานของเครื่องจักร

FP-4574(30X30)

发布时间: 2014-05-18 20:05:17

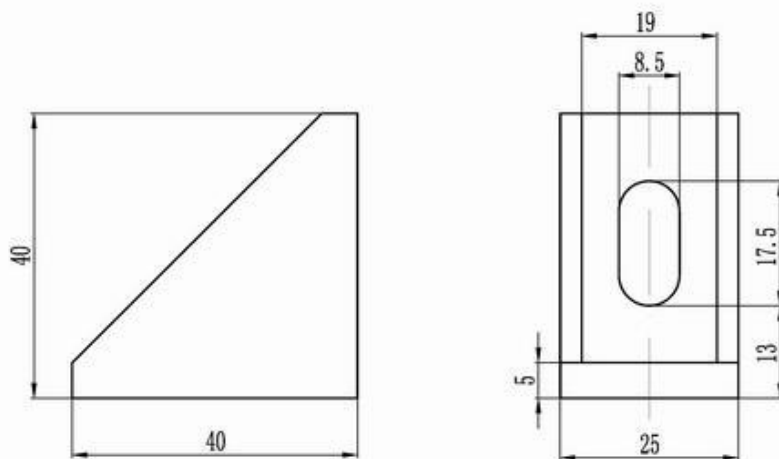


Slot	Item No.	Spec.	Material	Finish	Weight(kg/m)
8	FP-4574	30*30	Alu. 6063-T5	Blasting	0.82

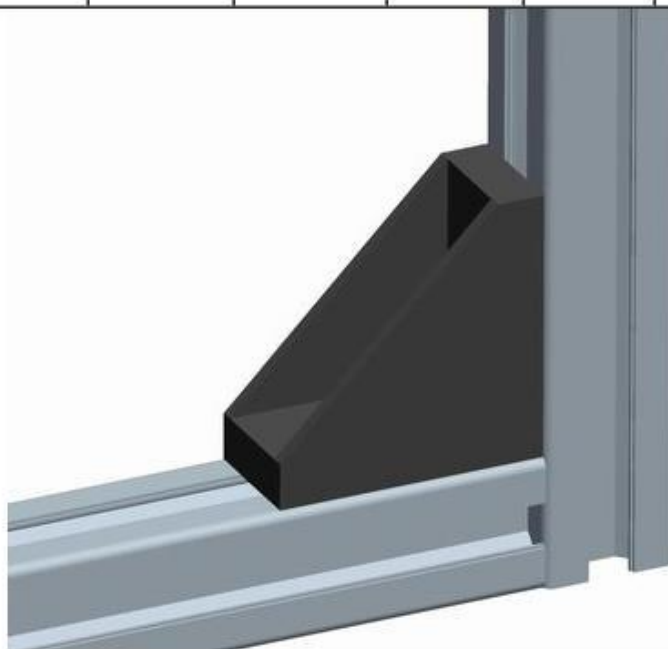
Aluminium Profile 30 x 30

310.3000A.01(25X40)

发布时间: 2018-01-25 11:57:06



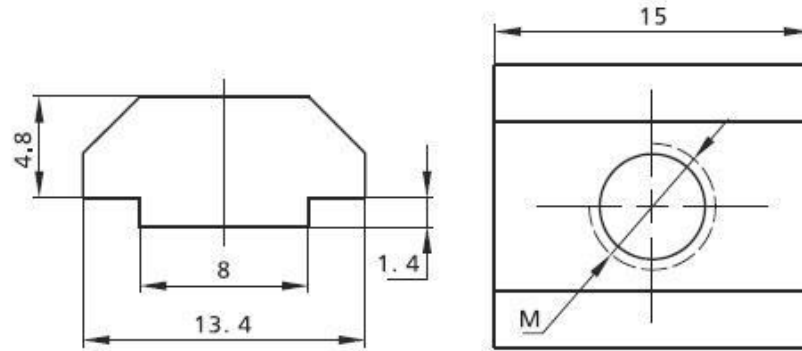
Item No.	Material	Finish	PCS/CTN	KGS/CTN	CTN SIZE(mm)
310.3000A.01	Die-cast Alu	Dull Polished	300	9	350*225*180



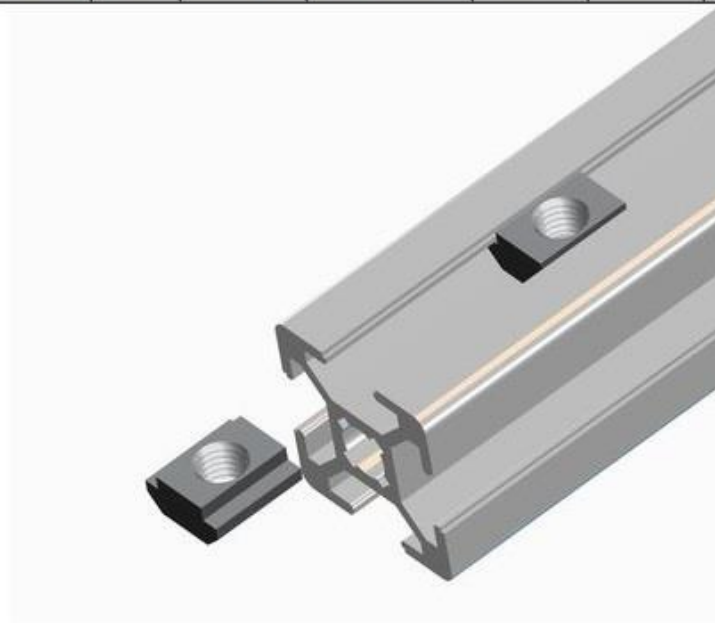
Cross Bracket 40 mm

2A35.AA.01

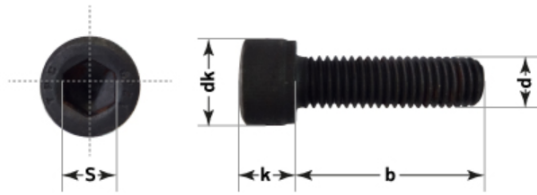
发布时间: 2016-05-05 21:15:11



Slot	Item No.	Spec.	Material	Finish	PCS/CTN	KGS/CTN	CTN SIZE (mm)
8	2A35.A11A.01	M4	Steel	Nickel Plated	3500	25.5	225*170*180
8	2A35.A21A.01	M5	Steel	Nickel Plated	3500	24.5	225*170*180
8	2A35.A31A.01	M6	Steel	Nickel Plated	3500	23	225*170*180

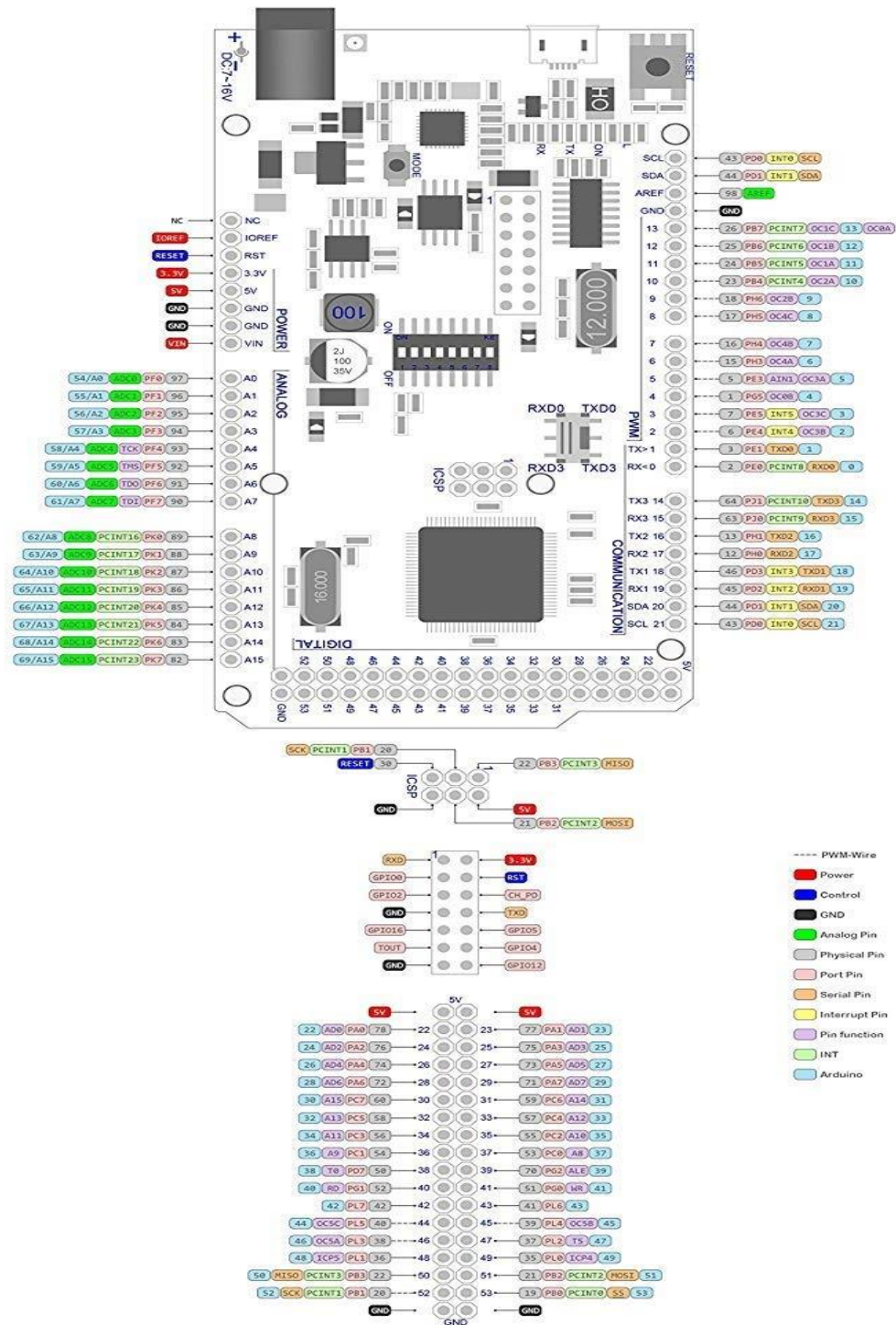


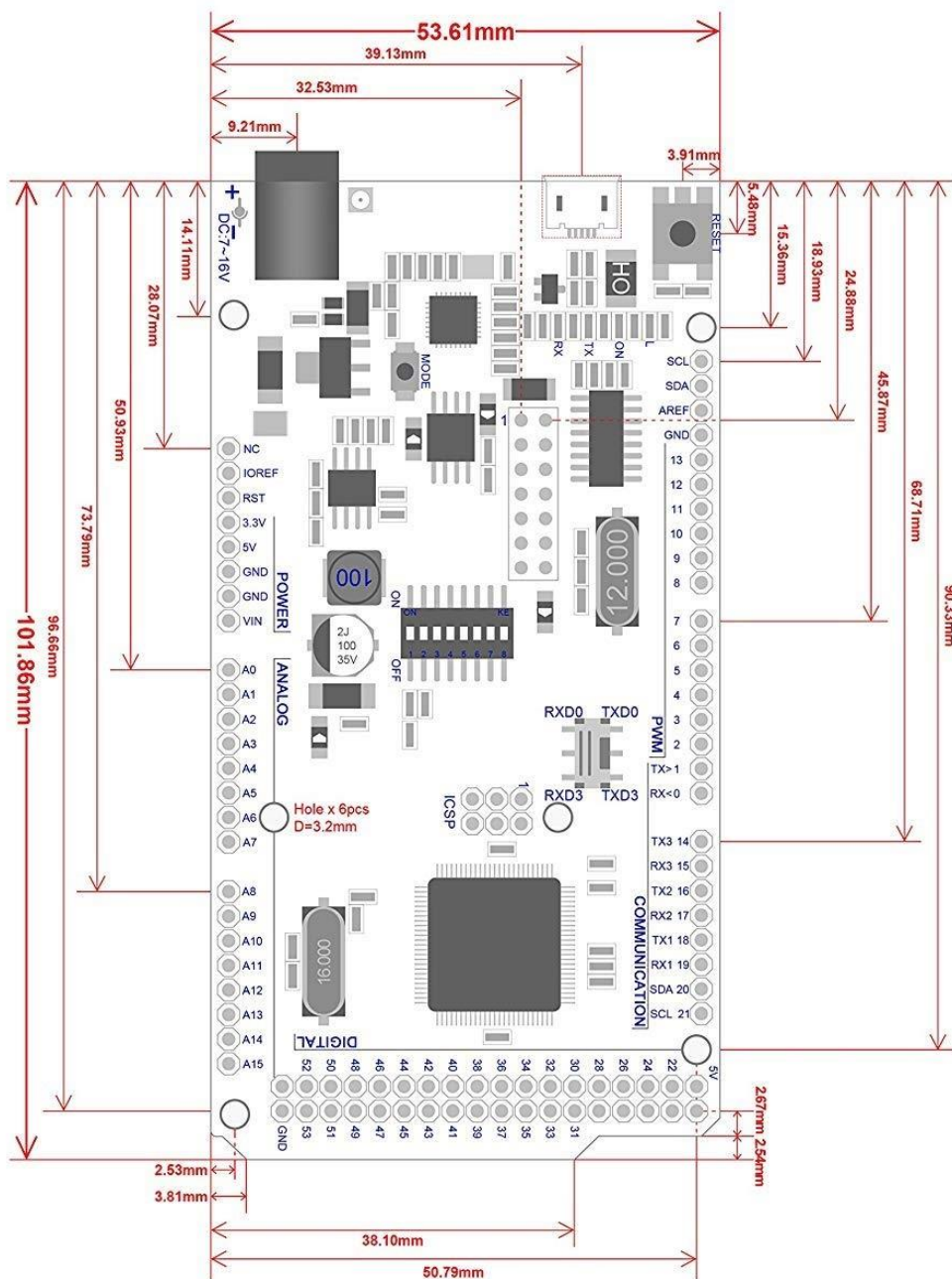
Profile slider nut



d (Diameter)	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
p (Pitch)	0.4	0.45	0.5	0.7	0.8	1.0	1.25	1.5
dk	3.8	4.5	5.5	7	8.5	10	13	16
k (Head Thickness)	2	2.5	3	4	5	6	8	10
s (Hex Key)	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8
b	16	17	18	20	22	24	28	32
d (Diameter)	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36
p (Pitch)	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	3.5	3.5	4.0
dk	27	30	33	36	40	45	50	54
k (Head Thickness)	18	20	22	24	27	30	33	36
s (Hex Key)	14	17	17	19	19	22	24	27
b	48	52	56	60	66	72	78	84

SCREW-Dimension M6





โค้ดโปรแกรมในเครื่องจักร

```
#include <Servo.h>

#include <Wire.h>

#include <Stepper.h>

Servo myservo;

const int stepsPerRevolution = 200;

Stepper myStepper(stepsPerRevolution, 8, 9, 10, 11);

int x = 3 ;

char chrSum[50] ;

char chrSum1[50] ;

char chrSum2[50] ;

char chrSum3[50] ;

char chrSum4[50] ;

char chrSum5[50] ;

////////เซ็นเซอร์ใช้ค////////

int sensor1 = 2;

int sensor2 = 3;

int sensor3 = 5;

int sensor4 = 4;

////////ยาา////////

int sensor9 = 22;

int sensor10 = 24;

int sensor11 = 26;

////////สูง////////

int sensor14 = 37;

int sensor15 = 39;

int sensor16 = 41;

////////มอเตอร์////////

int j = 0;
```

```

int count = 0 ;
int a = 0;
int b = 0;
int Size = 0 ;
int countbox = 0;
int StartSensor_2 = 0;
int StartSensor_3 = 0;
int StartSensor_4 = 0;
int boxA = 0;
int boxB = 0;
int boxC = 0;
int boxD = 0;
int Run = 0 ;
int SumWide = 3; //กว้าง
int SumLength = 0; //ยาว
int SumHigh = 0; //สูง
void setup() {
    Wire.begin(8);
    Wire.onRequest(requestEvent);
    Serial.begin(115200);
    myStepper.setSpeed(100);
    myservo.attach(7);
}
void loop() {
    //////////ยาว//////////

    int val1 = digitalRead(sensor1);
    int val2 = digitalRead(sensor2);
    int val3 = digitalRead(sensor3);
    int val4 = digitalRead(sensor4);

```

```

int val9 = digitalRead(sensor9);
int val10 = digitalRead(sensor10);
int val11 = digitalRead(sensor11);
//////////สูง//////////
int val14 = digitalRead(sensor14);
int val15 = digitalRead(sensor15);
int val16 = digitalRead(sensor16);
int Servoval;
myservo.write(0);
//////////เซ็นเซอร์
1//////////
if (digitalRead(sensor1) == 0) {
    Run = 200 ;
    StartSensor_2 = 1;
    Serial.println("SenSor 1");
    delay(2000);
    for (int i = 0 ; i < Run ; i++) {
        myStepper.step(-stepsPerRevolution);
        //////////เซ็นเซอร์
2//////////
        if (digitalRead(sensor2) == 0 && StartSensor_2 == 1) {
            myservo.write(65);
            Serial.println("SenSor 2");
            StartSensor_3 = 1;
            for (int i = 0 ; i < Run + 10 ; i++) {
                myStepper.step(-stepsPerRevolution);
                //////////เซ็นเซอร์
3//////////
                if (digitalRead(sensor3) == 0 && StartSensor_3 == 1 ) {

```



```

myStepper.step(-stepsPerRevolution);
StartSensor_4 = 1 ;
Serial.println("SenSor 3");
while (digitalRead(sensor3) == 0) {
    delay(1000);
    break;
}
myservo.write(0);
if (digitalRead(sensor9) == 0 && digitalRead(sensor10) == 1 && digitalRead(sensor11)
== 1 ) { /////1
    SumLength = 1 ;
    while (digitalRead(sensor9) == 0 && digitalRead(sensor10) == 1 &&
digitalRead(sensor11) == 1 ) {
        delay(1000);
        break;
    }
    if (SumLength == 1) {
        Serial.print("Length : ");
        Serial.print(SumLength);
        Serial.println(" ");
    }
} //end

else if (digitalRead(sensor9) == 1 && digitalRead(sensor10) == 0 &&
digitalRead(sensor11) == 1 ) {
    SumLength = 1 ;
    while (digitalRead(sensor9) == 1 && digitalRead(sensor10) == 0 &&
digitalRead(sensor11) == 1 ) {
        delay(1000);
        break;
    }
}

```

```

    }
    if (SumLength == 1) {
        Serial.print("Length : ");
        Serial.print(SumLength);
        Serial.println(" ");
    }
}

    if (digitalRead(sensor9) == 0 && digitalRead(sensor10) == 0 && digitalRead(sensor11)
== 1 ) { /////2
        SumLength = 2 ;
        while (digitalRead(sensor9) == 0 && digitalRead(sensor10) == 0 &&
digitalRead(sensor11) == 1 ) {
            delay(1000);
            break;
        }
        if (SumLength == 2) {
            Serial.print("Length : ");
            Serial.print(SumLength);
            Serial.println(" ");
        }
    } //end

    if (digitalRead(sensor9) == 0 && digitalRead(sensor10) == 0 && digitalRead(sensor11)
== 0 ) { /////3
        SumLength = 3 ;
        while (digitalRead(sensor9) == 0 && digitalRead(sensor10) == 0 &&
digitalRead(sensor11) == 0 ) {
            delay(1000);
            break;

```

```

    }
    if (SumLength == 3) {
        Serial.print("Length : ");
        Serial.print(SumLength);
        Serial.println(" ");
    }
} //end

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
//
//
//

if (digitalRead(sensor14) == 0 && digitalRead(sensor15) == 1 && digitalRead(sensor16)
== 1 ) {////1
    SumHigh = 1 ;
    while (digitalRead(sensor14) == 0 && digitalRead(sensor15) == 1 &&
digitalRead(sensor16) == 1 ) {
        delay(1000);
        break;
    }
    if (SumHigh == 1) {
        Serial.print("HIGH : ");
        Serial.print(SumHigh);
        Serial.println(" ");
    }
}

else if (digitalRead(sensor14) == 1 && digitalRead(sensor15) == 0 &&
digitalRead(sensor16) == 1 ) {////1
    SumHigh = 1 ;

```

```

        while (digitalRead(sensor14) == 1 && digitalRead(sensor15) == 0 &&
digitalRead(sensor16) == 1 ) {
            delay(1000);
            break;
        }
        if (SumHigh == 1) {
            Serial.print("HIGH : ");
            Serial.print(SumHigh);
            Serial.println(" ");
        }
    }

    if (digitalRead(sensor14) == 0 && digitalRead(sensor15) == 0 && digitalRead(sensor16)
== 1 ) {////2
        SumHigh = 2 ;
        while (digitalRead(sensor14) == 0 && digitalRead(sensor15) == 0 &&
digitalRead(sensor16) == 1 ) {
            delay(1000);
            break;
        }
        if (SumHigh == 2) {
            Serial.print("HIGH : ");
            Serial.print(SumHigh);
            Serial.println(" ");
        }
    }

    if (digitalRead(sensor14) == 0 && digitalRead(sensor15) == 0 && digitalRead(sensor16)
== 0 ) {////3
        SumHigh = 3 ;

```

```

while (digitalRead(sensor14) == 0 && digitalRead(sensor15) == 0 &&
digitalRead(sensor16) == 0 ) {
    delay(1000);
    break;
}
if (SumHigh == 3) {
    Serial.print("HIGH : ");
    Serial.print(SumHigh);
    Serial.println(" ");
}
}

myStepper.step(-stepsPerRevolution);
//////////////////////////ใช้จำนวน
กล่อง//////////////////////////

if (SumWide == 3 && SumLength == 1 && SumHigh == 1) { ////3 x 1 x 1 A
    Serial.println("Box Size A");
    myStepper.step(-stepsPerRevolution);
    boxA += 1 ;
    count = 1 ;
    Size = 6 ;
}

else if (SumWide == 3 && SumLength == 2 && SumHigh == 2) { //// 3 x 2 x 2 B
    Serial.println("Box Size B");
    myStepper.step(-stepsPerRevolution);
    boxB += 1 ;
    count = 1 ;
    Size = 7 ;
}

else if (SumWide == 3 && SumLength == 2 && SumHigh == 3) { //// 3 x 2 x 3 C

```

```

Serial.println("Box Size C");
myStepper.step(-stepsPerRevolution);
boxC += 1 ;
count = 1 ;
Size = 8 ;
}
else if (SumWide == 3 && SumLength == 3 && SumHigh == 2) { //// 3 x 3 x 2 D
Serial.println("Box Size D");
myStepper.step(-stepsPerRevolution);
boxD += 1 ;
count = 1 ;
Size = 9 ;
}
}

////////////////////////////////////////เซ็นเซอร์4////////////////////////////////////////
////////////////////////////////////////สรุปจำนวนกล่อง////////////////////////////////////////

if (digitalRead(sensor4) == 0 && StartSensor_4 == 1) {
Serial.println("sensor 4");
SumLength = 0;
SumHigh = 0;
countbox += 1;
Run = 2;
for (int i = 0 ; i < Run ; i++ ) {
myStepper.step(-stepsPerRevolution);
}
if (countbox < 9) {
count = 1 ;
a = 2;
} if (countbox == 9) {

```

```

        a = 1;
    }

    StartSensor_3 = 0;
} //End SenSor4

}

} //End SenSor2

}

} //End SenSor1
} //End VoidLoop

void requestEvent() {
    char chr[50];
    if (count == 1 && (a == 1 || a == 2 )) {
        String dataRe = String(a) + "," + String(boxA) + "," + String(boxB) + "," + String(boxC) + "," +
String(boxD) + "," + String(Size) + "," + String(countbox);
        dataRe.toCharArray(chr, 50);
        Wire.write(chr);
        Serial.println(chr);
        count = 0 ;
        a = 0;
        count = 0;
        if (countbox >= 9) {
            countbox = 0;
            count = 0;
            a = 0;
        }
    }
}

โค้ดส่งwifi

void Line_Notify(String message) ;

#include <ESP8266WiFi.h>

```

```

#include <Wire.h>
#include <WiFiClientSecureAxTLS.h> // กรณีขึ้น Error ให้เอาบรรทัดนี้ออก
#define WIFI_SSID "Redmi"
#define WIFI_PASSWORD "053835788"
#define LINE_TOKEN "Fb6TzLgbNefThjjQ6UnzLS2y9zugrgycfW3jBphYGkN "

int i = 0;
int j = 1;

String readMega;

//int dataRead = 0;
//int dataMega;

void setup() {
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
  Serial.print("connecting");
  Serial.begin(115200);
  Wire.begin(4, 5);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(500);
  }
  Serial.println();
  Serial.print("connected: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}

void loop() {
  readMega = "";
  i = 0;
  j = 1;
  int comma[6];

```



```

int first = 0;
int boxA = 0;
int boxB = 0;
int boxC = 0;
int boxD = 0;
int boxE = 0;
int boxF = 0;
int boxG = 0;
int Six = 0 ;
int count = 0;
int Last = 0;
String countStr = "";
String boxAStr = "";
String boxBStr = "";
String boxCStr = "";
String boxDStr = "";
String boxEStr = "";
String boxFStr = "";
String boxGStr = "";
int comm = 0;
char dataChar[20];
Wire.requestFrom(8, 13);
while (Wire.available()) {
    char c = Wire.read();
    if (c == ',') {
        comma[comm] = i;
        comm++;
    }
    dataChar[i] = c;

```

```

    // Serial.print(c);

    i++;
}
// Serial.println(" ");
for (int k = comma[0] + 1; k < comma[1]; k++)
    boxAStr += dataChar[k];
for (int k = comma[1] + 1; k < comma[2]; k++)
    boxBStr += dataChar[k];
for (int k = comma[2] + 1; k < comma[3]; k++)
    boxCStr += dataChar[k];
for (int k = comma[3] + 1; k < comma[4]; k++)
    boxDStr += dataChar[k];
for (int k = comma[4] + 1; k < comma[5] + 2; k++)
    boxEStr += dataChar[k];
/* for (int k = comma[5] + 1; k < comma[6] + 2; k++)
    boxFStr += dataChar[k];*/
first = String(dataChar[0]).toInt();
Six = String(dataChar[10]).toInt();
Last = String(dataChar[12]).toInt();
boxA = boxAStr.toInt();
boxB = boxBStr.toInt();
boxC = boxCStr.toInt();
boxD = boxDStr.toInt();
boxE = boxEStr.toInt();
boxF = boxFStr.toInt();

String messageLine = "Max : "+String(Last)+" Box \n BoxA = " + boxAStr + "\n BoxB = " +
boxBStr + "\n BoxC = " + boxCStr + "\n BoxD = " + boxDStr;

////////// < 9 //////////

String messageLineA = "No : [" + String(Last) + "]" + " Box : A";

```

```

String messageLineB = "No : [" + String>Last) + "]" + " Box : B";
String messageLineC = "No : [" + String>Last) + "]" + " Box : C";
String messageLineD = "No : [" + String>Last) + "]" + " Box : D";
//
if (first == 2) {
    if (Six == 6) {
        Line_Notify(messageLineA);
    } if (Six == 7) {
        Line_Notify(messageLineB);
    } if (Six == 8) {
        Line_Notify(messageLineC);
    } if (Six == 9) {
        Line_Notify(messageLineD);
    }
}
if (first == 1 ) {
    if (Six == 6) {
        Line_Notify(messageLineA);
        Line_Notify(messageLine);
    } if (Six == 7) {
        Line_Notify(messageLineB);
        Line_Notify(messageLine);
    } if (Six == 8) {
        Line_Notify(messageLineC);
        Line_Notify(messageLine);
    } if (Six == 9) {
        Line_Notify(messageLineD);
        Line_Notify(messageLine);
    }
}

```

```

    }
}

void Line_Notify(String message) {
    axTLS::WiFiClientSecure client; // กรณีขึ้น Error ให้ลบ axTLS:: ช้างหน้าทิ้ง

    if (!client.connect("notify-api.line.me", 443)) {
        Serial.println("connection failed");
        return;
    }

    String req = "";
    req += "POST /api/notify HTTP/1.1\r\n";
    req += "Host: notify-api.line.me\r\n";
    req += "Authorization: Bearer " + String(LINE_TOKEN) + "\r\n";
    req += "Cache-Control: no-cache\r\n";
    req += "User-Agent: ESP8266\r\n";
    req += "Connection: close\r\n";
    req += "Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\r\n";
    req += "Content-Length: " + String(String("message=" + message).length()) + "\r\n";
    req += "\r\n";
    req += "message=" + message;
    // Serial.println(req);
    client.print(req);
    delay(20);
    // Serial.println("-----");
    while (client.connected()) {
        String line = client.readStringUntil('\n');
        if (line == "\r") {
            break;
        }
    }
}

```

```
    //Serial.println(line);  
}  
// Serial.println("-----");  
}
```

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นาย ไพโรจน์ ศรีนวล รหัสนักศึกษา 590612075

วัน เดือน ปีเกิด 10 พฤษภาคม 2532

ภูมิลำเนา 16 หมู่ 11 ตำบลบ้านแม่ อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ 50120

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาจากชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนบ้านเปียง(รัฐบำรุง) จังหวัดเชียงใหม่
- สำเร็จการศึกษาจากระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) วิทยาลัยเทคโนโลยีโปลิเทคนิคลานนา จังหวัดเชียงใหม่
- ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ที่ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

อีเมล kaen.pairoj@gmail.com



ชื่อ นาย อภิวัชร อัฐวงศ์ รหัสนักศึกษา 590612106

วัน เดือน ปีเกิด 8 กันยายน 2533

ภูมิลำเนา 77 หมู่ 5 ตำบลบ้านธิ อำเภอบ้านธิ จังหวัดลำพูน 51180

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาจากชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนจักรคำคณาทร จังหวัดลำพูน
- สำเร็จการศึกษาจากชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนจักรคำคณาทร จังหวัดลำพูน
- ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ที่ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

อีเมล dyubuzstop@gmail.com

