



เครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋อง
Green Point

นายรพีภัทร ตาสุศรี
นายพีรกานต์ กอบแดง

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
ประเภทวิชาอุตสาหกรรมดิจิทัลและเทคโนโลยีสารสนเทศ
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1
ปีการศึกษา 2568
ลิขสิทธิ์ของแผนกวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่





เครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋อง
Green Point

นายรพีภัทร ตาสุศรี
นายพีรกานต์ กอบแดง

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
ประเภทวิชาอุตสาหกรรมดิจิทัลและเทคโนโลยีสารสนเทศ
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1
ปีการศึกษา 2568
ลิขสิทธิ์ของแผนกวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่



หัวข้อโครงการ	เครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋อง
ผู้วิจัย	นาย รพีภัทร ตาสุศรี
	นาย พีรกานต์ กอบแดง
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ	
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก	อาจารย์ อนุชาติ รังสิยานนท์

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการ
(พิมพ์ ชื่อ – นามสกุล)

..... กรรมการ
(พิมพ์ ชื่อ – นามสกุล)

..... กรรมการ
(พิมพ์ ชื่อ – นามสกุล)

ได้อนุมัติให้แนบโครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นสูง ประเภทวิชาอุตสาหกรรมดิจิทัลและเทคโนโลยีสารสนเทศ กลุ่มอาชีพซอฟต์แวร์และการ
ประยุกต์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

..... หัวหน้าแผนกวิชา
(รูปนันท ปัญญาณี)

วันที่ เดือน พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ของแผนกวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

หัวข้อโครงการ : เครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋อง
ผู้วิจัย : นายรพีภัทร ตาสุศรี
นายพีรกานต์ กอบแดง
สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศ
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์อนุชาติ รังสิยานนท์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋องอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำในการคัดแยกวัสดุรีไซเคิล โดยใช้หลักการตรวจจับวัสดุผ่านเซ็นเซอร์และการประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เครื่องคัดแยกที่พัฒนาขึ้นสามารถแยกประเภทขวดพลาสติกและกระป๋องได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ พร้อมทั้งลดความซับซ้อนในการทำงานของบุคลากรและเพิ่มความสะดวกในการจัดการขยะรีไซเคิล

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเครื่องคัดแยกสามารถจำแนกขวดพลาสติกและกระป๋องได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 95 ของจำนวนวัสดุทั้งหมด และสามารถคัดแยกวัสดุได้ในเวลาเฉลี่ยไม่เกิน 5 วินาทีต่อชิ้น นอกจากนี้ เครื่องยังสามารถทำงานต่อเนื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการแจ้งเตือนเมื่อมีความผิดปกติในการทำงาน เพื่อให้การจัดการขยะรีไซเคิลมีความรวดเร็วและเป็นระบบมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: เครื่องคัดแยก, ขวดพลาสติก, กระป๋อง, รีไซเคิล

The Title : Green Point
The Author : Mr. Rapeepat Tasusri
 Mr. Peerakarn Kobdaeng
Program : Information technology
Thesis Advisors : Anuchat Rangsiyanon

ABSTRACT

This research aims to design and develop an automatic plastic bottle and can sorting machine to improve the efficiency and accuracy of recycling material separation. The system operates based on material detection through sensors and processing via a microcontroller. The developed sorting machine can rapidly and accurately categorize plastic bottles and cans, reducing the complexity of personnel tasks and facilitating easier management of recyclable waste.

Experimental results showed that the machine could correctly identify plastic bottles and cans with an average accuracy of 95% and sort materials in an average time of no more than 5 seconds per item. Moreover, the machine can operate continuously with high efficiency and provides alerts in case of operational anomalies, ensuring faster and more systematic recycling management.

Keywords: Sorting machine, Plastic bottles, Cans, Recycling, Automation

กิตติกรรมประกาศ

โครงการ เครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋องสำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์อนุชาติ รังสิยานนท์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำแนวทางในการทำโครงการและข้อคิดเห็นต่างๆ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์อนุชาติ รังสิยานนท์ ผู้มีอุปการะคุณที่คอยให้ความรู้และอธิบายความรู้และข้อมูลต่างๆรวมถึงคำชี้แนะในการทำโครงการนี้

คณะผู้จัดทำ

นายรพีภัทร ตาสุศรี

นายพีรกันต์ กอบแดง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ข
ABSTRACT	ค
กิตติกรรมประกาศ.	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	1
ขอบเขตของการวิจัย	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
กรอบแนวคิดการวิจัย	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.2 .เอกสารที่เกี่ยวข้อง	5

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย	10
รูปแบบการวิจัย	10
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	10
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	10
การเก็บรวบรวมข้อมูล	11
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	13
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	14
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ (20 คน)	15
5 สรุป อภิปรายผล ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะ	16
สรุปผลการวิจัย	18
อภิปรายผล	18
ข้อจำกัด	19
ข้อเสนอแนะ	19
บรรณานุกรม	20
ภาคผนวก	21
ภาคผนวก ก	21
ภาคผนวก ข	25
ประวัติผู้วิจัย	27

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	เปรียบเทียบลักษณะของขวดพลาสติกและกระป๋อง	7
2.2	รายการอุปกรณ์และรายละเอียด/คุณสมบัติ	8
3.1	โครงสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน	11
4.1	ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ (20 คน)	14

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	กรอบแนวคิดการวิจัย	4

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาขยะในปัจจุบันถือเป็นหนึ่งในปัญหาสำคัญโดยเฉพาะขยะประเภทพลาสติกและกระป๋องที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการบริโภคสินค้าบรรจุภัณฑ์ที่ใช้แล้วทิ้งเช่นขวดน้ำพลาสติก กระป๋องเครื่องดื่ม ส่งผลให้เกิดภาระต่อสิ่งแวดล้อมการจัดการขยะประเภทนี้เหมาะสมจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ในอดีตการคัดแยกขยะส่วนใหญ่เป็นกระบวนการที่ทำด้วยแรงงานคน ซึ่งมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ความล่าช้าในการคัดแยก ความไม่แม่นยำในการจำแนกวัสดุ และความเสี่ยงด้านสุขอนามัยของผู้ปฏิบัติงาน ทำให้ประสิทธิภาพในการรีไซเคิลวัสดุเหล่านี้ยังต่ำ

ดังนั้น การพัฒนา เครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋อง จึงเกิดขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการในการจัดการขยะอย่างมีประสิทธิภาพ เครื่องคัดแยกเหล่านี้สามารถจำแนกขวดพลาสติกและกระป๋องตามประเภทและวัสดุได้อย่างแม่นยำ ช่วยลดภาระงานของมนุษย์ เพิ่มอัตราการรีไซเคิล และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเครื่องคัดแยกขยะที่สามารถจำแนกขวดพลาสติกและกระป๋องได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกขยะในการลดปริมาณขยะ
3. เพื่อเสนอแนวทางการนำเครื่องคัดแยกขยะไปประยุกต์ใช้ภายในตัวอาคารหรือบริเวณห้องน้ำเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ด้านสิ่งแวดล้อม – ช่วยลดปริมาณขยะพลาสติกและกระป๋องในตัวอาคารและพื้นที่สาธารณะ
2. ด้านการจัดการขยะ – เพิ่มประสิทธิภาพในการคัดแยกขยะและอัตราการรีไซเคิล ทำให้วัสดุสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้มากขึ้น
3. ด้านเศรษฐกิจ – สามารถนำขยะที่ถูกคัดแยกไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมรีไซเคิล ส่งเสริมระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy)

ขอบเขตของการวิจัย

1.ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนักศึกษาแผนก it ภายใน วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

1.2 ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

1.2.1.พิจารณาจากจำนวนผู้ใช้งานเพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลได้อย่างมี

ประสิทธิภาพ

1.2.2.กลุ่มตัวอย่างจะถูกเลือกโดย วิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) หรือ แบบเจาะจง (Purposive Sampling) ตามความเหมาะสม เพื่อให้ครอบคลุมกลุ่มประชากรที่มี

1.2.3.ขนาดของกลุ่มตัวอย่างจะพิจารณาตาม จำนวนผู้ใช้งานหรือ เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยนี้จะมุ่งเน้นไปที่ด้านต่างๆ ดังนี้:

2.1. ประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกขยะ: การศึกษาและประเมินผลการทำงานของเครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋อง เช่น ความเร็วในการคัดแยกขยะ ความถูกต้องในการแยกประเภท

2.2. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม: การศึกษาผลกระทบจากการใช้เครื่องคัดแยกขยะต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การลดปริมาณขยะที่ฝังกลบ หรือผลกระทบจากการรีไซเคิลขยะพลาสติกและกระป๋อง

3.ขอบเขตด้านเวลา

การวิจัยจะทำในระยะเวลา 6 เดือนถึง 1 ปี โดยจะเริ่มตั้งแต่การเก็บข้อมูลเบื้องต้น การทดสอบและประเมินผลเครื่องคัดแยกขยะในชุมชน ไปจนถึงการวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอผลการวิจัย

4.ขอบเขตด้านสถานที่

4.1.วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เครื่องคัดแยกขยะ (Waste Separator Machine)

เครื่องคัดแยกขยะหมายถึงเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อช่วยในการแยกขยะประเภทต่างๆ เช่น ขวดพลาสติก, กระป๋อง, กระดาษ หรือวัสดุรีไซเคิลอื่นๆ จากขยะทั่วไป เพื่อให้ง่ายต่อการรีไซเคิล และการจัดการขยะในชุมชน โดยเครื่องคัดแยกในงานวิจัยนี้จะเน้นที่การคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋อง

2. ขยะพลาสติก (Plastic Waste)

ขยะพลาสติกหมายถึงวัสดุพลาสติกที่ใช้แล้วและถูกทิ้ง โดยส่วนใหญ่จะไม่สามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติ เช่น ขวดพลาสติก, ถุงพลาสติก, หลอดพลาสติก หรือวัสดุพลาสติกอื่นๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

3. ขยะกระป๋อง (Cans Waste)

ขยะกระป๋องหมายถึงวัสดุกระป๋องที่ใช้แล้วและถูกทิ้ง ซึ่งโดยทั่วไปมักเป็นกระป๋องเครื่องดื่ม กระป๋องอาหาร หรือกระป๋องที่ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งสามารถนำกลับมารีไซเคิลได้

4. การคัดแยกขยะ (Waste Segregation)

การคัดแยกขยะหมายถึงกระบวนการในการแยกประเภทของขยะออกจากกันตามลักษณะของวัสดุ เช่น การแยกขยะพลาสติก, กระป๋อง, กระดาษ และขยะทั่วไป เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับกระบวนการรีไซเคิลหรือการจัดการขยะอย่างมีประสิทธิภาพ

5. รีไซเคิล (Recycling)

รีไซเคิลหมายถึงกระบวนการนำวัสดุที่ใช้แล้ว เช่น ขวดพลาสติกหรือกระป๋อง กลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตต่างๆ โดยสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งช่วยลดปริมาณขยะและใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ

6. ชุมชน (Community)

ชุมชนหมายถึงกลุ่มของบุคคลที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เดียวกันและมีการร่วมมือในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ รวมถึงการจัดการขยะในพื้นที่นั้นๆ โดยงานวิจัยนี้จะศึกษาในชุมชนที่มีการใช้เครื่องคัดแยกขยะ

7. ประสิทธิภาพ (Efficiency)

ประสิทธิภาพหมายถึงความสามารถของเครื่องคัดแยกขยะในการทำงาน เช่น ความเร็วในการคัดแยกขยะ, อัตราความถูกต้องในการแยกประเภทของขยะ และการใช้พลังงานในการทำงาน

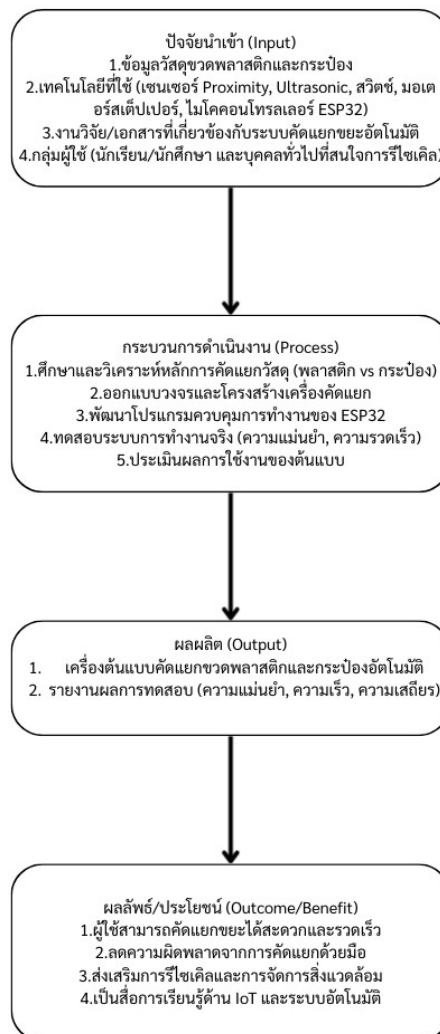
8. ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact)

ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมหมายถึงผลที่เกิดขึ้นจากการใช้เครื่องคัดแยกขยะที่มีต่อสภาพแวดล้อม เช่น การลดปริมาณขยะที่ต้องนำไปฝังกลบหรือเผา การลดมลพิษ หรือการลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ

9. เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy)

เศรษฐกิจหมุนเวียนหมายถึงระบบเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นการลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและการสร้างขยะ โดยการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ผ่านกระบวนการรีไซเคิล การคัดแยกขยะ และการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินงานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาการจัดการขยะรีไซเคิลหนึ่งในแนวทางสำคัญคือการออกแบบและพัฒนา“เครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋องอัตโนมัติ”ซึ่งถือเป็นนวัตกรรมที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดแยกลดการพึ่งพาแรงงานคนและส่งเสริมการรีไซเคิลอย่างเป็นรูปธรรม บทนี้จะกล่าวถึงแนวคิดพื้นฐานเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่สนับสนุนการพัฒนาเครื่องคัดแยกขวดพลาสติก

2.1.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.1.เครื่องคัดแยกขยะอัตโนมัติด้วยเซนเซอร์ตรวจจับโลหะและแสง

พบว่าการใช้เซนเซอร์ตรวจจับโลหะสามารถแยกขยะประเภทโลหะออกจากวัสดุอื่นได้อย่างแม่นยำ และการใช้เซนเซอร์แสงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการแยกประเภทขยะพลาสติก

2.1.2.ระบบจัดการถังขยะอัจฉริยะด้วย IoT

ใช้ ESP32 เชื่อมต่อกับ Ultrasonic Sensor ในการตรวจสอบระดับขยะในถัง และส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชันผ่านเครือข่ายไร้สาย เพื่อให้ผู้ดูแลสามารถตรวจสอบสถานะของถังได้แบบเรียลไทม์

2.1.3.การพัฒนาเครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋องด้วยมอเตอร์สเต็ปเปอร์

เน้นการออกแบบกลไกที่ใช้มอเตอร์สเต็ปเปอร์ในการควบคุมทิศทางของวัตถุที่ถูกแยก ซึ่งช่วยให้การคัดแยกมีความถูกต้องและลดการติดขัดของวัสดุในระบบ

2.1.4.งานวิจัยต่างประเทศด้าน Smart Waste Management

มีการพัฒนาระบบจัดการขยะอัจฉริยะที่สามารถตรวจสอบ ปริมาณขยะในถัง พร้อมทั้งใช้ระบบแจ้งเตือนเมื่อขยะเต็ม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บขยะในเขตชุมชน

2.2.เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.2.1.การจัดการขยะรีไซเคิล

การจัดการขยะรีไซเคิลเป็นกระบวนการคัดแยกวัสดุเหลือใช้ เช่น ขวดพลาสติก และกระป๋องโลหะ เพื่อสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ ลดปริมาณขยะ และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การคัดแยกที่ถูกต้องช่วยเพิ่มคุณภาพของวัสดุรีไซเคิลและลดต้นทุนการจัดการขยะ

2.2.2.บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

ESP32 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มี Wi-Fi และ Bluetooth ในตัว สามารถประมวลผลและควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ได้ มีความสามารถในการเชื่อมต่อกับเซนเซอร์หลายประเภท จึงเหมาะสำหรับงานวิจัยและโครงการด้าน IoT

2.2.3. Stepper Motor

มอเตอร์สเต็ปเปอร์เป็นมอเตอร์ที่หมุนแบบเป็นขั้น (step) สามารถควบคุมตำแหน่ง ทิศทาง และความเร็วได้อย่างแม่นยำ เหมาะสำหรับระบบที่ต้องการการเคลื่อนไหวนิ่งที่แน่นอน เช่น เครื่องจักร CNC เครื่องพิมพ์ 3D และเครื่องคัดแยกวัตถุ

2.2.4. Proximity Sensor

เซนเซอร์ชนิดนี้ใช้สำหรับตรวจจับการมีอยู่หรือการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยไม่ต้องสัมผัสโดยตรง สามารถตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะและไม่ใช่อโลหะ จึงถูกนำมาใช้แยกกระป๋องโลหะออกจากขวดพลาสติก

2.2.5. Ultrasonic Sensor

เป็นเซนเซอร์ที่ใช้คลื่นเสียงความถี่สูงในการวัดระยะทาง เหมาะสำหรับการตรวจสอบระดับของวัตถุในถังขยะ เช่น การตรวจสอบว่าถังเก็บเต็มหรือยัง และสามารถแสดงผลเป็นสถานะผ่าน LED ได้

2.2.6. LED แสดงสถานะ

ไฟ LED ถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้สถานะการทำงานของระบบ เช่น ไฟเขียว (ว่าง) ไฟเหลือง (ใกล้เต็ม) และไฟแดง (เต็ม) เพื่อให้ผู้ใช้งานรับรู้ได้อย่างสะดวกและชัดเจน

2.3. กลไกแยกประเภทขยะ

กลไกการแยกประเภทพลาสติกและกระป๋อง ได้รับการออกแบบให้ทำงานแบบ กึ่งอัตโนมัติถึงอัตโนมัติเต็มรูปแบบ โดยอาศัยการประสานงานระหว่างเซนเซอร์ตรวจจับ วงจรควบคุม และกลไกเชิงกลเพื่อให้การคัดแยกเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถสรุปการทำงานได้ดังนี้

2.3.1. ส่วนรับวัสดุ (Input Module)

เมื่อผู้ใช้งานนำขวดพลาสติกหรือกระป๋องโลหะมาวางที่ช่องรับวัสดุ ตัวเครื่องจะตรวจจับวัตถุด้วย Proximity Sensor เพื่อแยกชนิดวัสดุเบื้องต้น โดยเซนเซอร์จะสามารถตรวจจับความแตกต่างระหว่างโลหะ (กระป๋อง) และวัสดุที่ไม่ใช่โลหะ (ขวดพลาสติก) ได้ทันที

2.3.2. การตรวจจับประเภทวัสดุ (Detection Module)

2.3.2.1. หากเป็น โลหะ (กระป๋อง) Proximity Sensor จะตอบสนองทันทีและส่งสัญญาณไปยังบอร์ดควบคุม ESP32

2.3.2.2. หากเป็น พลาสติก เซนเซอร์จะไม่ตอบสนองในลักษณะเดียวกัน ทำให้ ESP32 แยกประเภทออกจากกระป๋องได้

2.3.3. กลไกแยกทิศทาง (Sorting Mechanism)

หลังจากที่ ESP32 ได้รับข้อมูลจากเซนเซอร์แล้ว จะส่งสัญญาณไปยัง Stepper Motor เพื่อปรับทิศทางของรางหรือลิฟต์คัดแยกให้หันไปยังถังเก็บที่ต้องการ

2.3.4.ระบบตรวจสอบระดับถังเก็บ (Bin Level Monitoring)

แต่ละถังเก็บจะติดตั้ง Ultrasonic Sensor เพื่อวัดระดับความสูงของขยะที่อยู่ในถัง เซนเซอร์จะส่งข้อมูลกลับมาที่ ESP32 เพื่อประมวลผล และแสดงสถานะด้วย ไฟ LED 3 สี ได้แก่

2.3.4.1.สีเขียว = ถังยังว่าง

2.3.4.2.สีเขียว/แดง = ถังใกล้เต็ม

2.3.4.3.สีแดง = ถังเต็ม

ระบบนี้ช่วยให้ผู้ใช้งานทราบสถานะของถังเก็บในทันที และสามารถจัดการขยะได้อย่างทันทั่วทั้งที่

2.3.5. ส่วนแสดงผลและควบคุม (Control & Indicator)

ผู้ใช้งานสามารถเริ่มต้นการทำงานของเครื่องได้ด้วย สวิตช์ควบคุม ที่ติดตั้งไว้ด้านนอก เมื่อกดสวิตช์ เครื่องจะทำงานตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้ทั้งหมด การแสดงสถานะของเครื่องและถังขยะจะบอกผ่าน LED อย่างต่อเนื่อง

ลักษณะทางกายภาพ	ขวดพลาสติก (PET)	กระป๋องอะลูมิเนียม
น้ำหนักเฉลี่ย	เบา (ประมาณ 20 กรัม)	หนักกว่าเล็กน้อย (ประมาณ 15-25กรัม)
ความแข็งแรงของวัสดุ	ยืดหยุ่นได้ บีบอัดได้	แข็งแรงแต่บุง่ายเมื่อมีแรง กระแทก
เสียงเมื่อกระทบกัน	เบา นุ่ม	ดัง กังวาน
ความสามารถในการรีไซเคิล	สูง (สามารถหลอมและนำ กลับมาใช้ใหม่)	สูง (หลอมและรีไซเคิลหลาย รอบ)

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบลักษณะของขวดพลาสติกและกระป๋อง

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	รายละเอียด/คุณสมบัติ
1	บอร์ด ESP32-DevKitC-32	ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ 32-bit รองรับ Wi-Fi และ Bluetooth, ใช้เป็นหน่วยควบคุมหลัก, GPIO หลายขา, แรงดันทำงาน 3.3V
2	Stepper Motor (NEMA 17 หรือเทียบเท่า)	มอเตอร์หมุนแบบขั้น (Step) ความละเอียด 1.8°/step, ใช้สำหรับปรับทิศทางรางคัตแยกวัสดุ
3	Stepper Motor Driver (เช่น A4988 / DRV8825)	โมดูลขับมอเตอร์ รองรับแรงดัน 8–35V, ควบคุมทิศทางและความเร็วของ Stepper Motor
4	Proximity Sensor	เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุโลหะ, ระยะตรวจจับ 2–4 cm, ใช้แยกกระป๋องออกจากขวดพลาสติก
5	Ultrasonic Sensor (HC-SR04)	ใช้ตรวจสอบระดับความสูงของขยะในถังเก็บ, ระยะตรวจจับ 2–400 cm, ความแม่นยำ ±3mm
6	LED แสดงสถานะ (สีเขียว/แดง)	ไฟ LED 5mm หรือ 12V module, ใช้แสดงระดับความจุของถัง (ว่าง, ใกล้เต็ม, เต็ม)
7	Transistor S8050 (NPN) + Resistor 1k Ω	ใช้เป็นวงจรขับ LED/โหลด 12V จากสัญญาณควบคุม 3.3V ของ ESP32
8	สวิตช์กด (Push Button Switch)	ใช้สำหรับเริ่ม/หยุดการทำงานของเครื่อง, ต่อเข้ากับ GPIO ของ ESP32

9	แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply 12V/5V)	12V สำหรับมอเตอร์และ LED, 5V สำหรับ ESP32 และโมดูล เซนเซอร์
10	โครงสร้างเครื่อง (ตู้)	ใช้ทำตัวเครื่อง, รางคัตแยก และถังเก็บ
11	สายไฟและอุปกรณ์ประกอบ วงจร	Jumper Wire, Breadboard, PCB, หัวต่อ JST/XH, สำหรับการเชื่อมต่อวงจร

ตารางที่ 2.2 รายการอุปกรณ์และรายละเอียด/คุณสมบัติ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยเป็น การวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นเครื่องมือหลักในการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา/อนุมานควบคู่กับการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ (ความตรงเชิงเนื้อหาและความเชื่อมั่น) นอกจากนี้มี การวิจัยและพัฒนา (R&D) เชิงระบบสารสนเทศ ในส่วนของการออกแบบ พัฒนา และทดสอบเครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋อง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

นักศึกษาแผนกเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ ระดับชั้น ปวช.1-ปวส.2 ทั้งหมดในช่วงเวลาที่ทำวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษาแผนกเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ จำนวน 20 คน ครอบคลุมระดับ ปวช.1-ปวส.1 โดยใช้ การสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อให้ผู้เข้าร่วมมีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องและสามารถทดลองใช้อุปกรณ์ได้ตามวัตถุประสงค์

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1.ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ เป็นต้น
- 2.ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการจัดการขยะ เช่น ความถี่ในการแยกขยะ การรับรู้เกี่ยวกับการรีไซเคิล
- 3.ความคิดเห็นต่อเครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋อง โดยแบบสอบถามจัดทำทั้งในรูปแบบเอกสาร (กระดาษ) และ ออนไลน์ผ่าน Google Form เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ตอบ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1.ส่งลิงก์แบบสอบถามออนไลน์ (Google Form) ให้กับกลุ่มตัวอย่างที่สะดวกในการตอบผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- 2.เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้รับกลับมาและตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล
- 3.บันทึกข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์

ตารางที่ 3.1 โครงสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ลำดับ	มิติ	จำนวน ข้อ	ตัวอย่างหัวข้อคำถาม	การให้ คะแนน
1	ด้านรูปแบบและการออกแบบ (Design)	4	1)เครื่องตัดแยกมีรูปแบบที่ทันสมัยและน่าใช้งาน 2)ความเหมาะสมของการจัดวางส่วนประกอบ 3)วัสดุและโครงสร้างของเครื่องมีความแข็งแรง 4)ขนาดของเครื่องเหมาะสมกับพื้นที่ใช้งาน	5 ระดับ
2	ด้านการใช้งาน (Usability)	5	1) เครื่องตัดแยกใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน 2) การเริ่มต้น/หยุดทำงานของเครื่องสะดวก 3) สวิตช์และปุ่มควบคุมตอบสนองได้ดี 4) การแสดงสถานะด้วยไฟ LED ชัดเจน 5) คู่มือการใช้งานเข้าใจง่าย	5 ระดับ
3	ด้านประสิทธิภาพ (Performance)	5	1) สามารถแยกขวดพลาสติกและกระป๋องได้ถูกต้อง 2) เครื่องทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ติดขัด	5 ระดับ

			3) ระยะเวลาในการคัดแยกแต่ละ ครั้งเหมาะสม 4) ความแม่นยำของเซนเซอร์ 5) กลไกมอเตอร์ทำงานได้เสถียร	
4	ด้านความสะดวกและความ เหมาะสม	3	1) เครื่องช่วยลดเวลาในการคัด แยกขยะ 2) เครื่องมีความปลอดภัยในการ ใช้งาน 3) การบำรุงรักษาเครื่องทำได้ง่าย	5 ระดับ
5	ด้านประโยชน์ที่ได้รับ (Benefits)	3	1) เครื่องช่วยส่งเสริมการคัดแยก ขยะรีไซเคิล 2) เครื่องช่วยลดปริมาณขยะที่ไม่ ถูกคัดแยก 3) เครื่องสามารถนำไปใช้ในหรือ สถานศึกษาได้	5 ระดับ

ที่มา : ผู้วิจัย, ปี 2568, หน้า...

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลเชิงปริมาณ

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) จะนำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อนำเสนอระดับความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านการออกแบบ ด้านการใช้งาน ด้านประสิทธิภาพ ด้านความสะดวก และด้านประโยชน์ที่ได้รับ

นอกจากนี้ จะใช้สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) เพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยใช้สถิติ t-test สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่าง 2 กลุ่มตัวอย่าง (เช่น เพศชายกับเพศหญิง) และใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่มีมากกว่า 2 กลุ่ม (เช่น อายุ ระดับการศึกษา) หากพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะดำเนินการทดสอบรายคู่ (Post Hoc Test) เพื่อหาความแตกต่างของแต่ละกลุ่ม

2. ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามปลายเปิดเกี่ยวกับข้อเสนอแนะของผู้ตอบ จะทำการวิเคราะห์โดยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) เพื่อสรุปประเด็นสำคัญ และนำเสนอในรูปแบบเชิงพรรณนา (Descriptive Report)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)

- 1.1. ค่าความถี่ (Frequency) และ ร้อยละ (Percentage) ใช้ในการอธิบายข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา และพฤติกรรมการแยกขยะ
- 1.2. ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้ในการหาค่ากลางของคะแนนความพึงพอใจในแต่ละด้าน
- 1.3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD) ใช้ในการบอกการกระจายตัวของคะแนนความพึงพอใจ

2. สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) (ถ้ามีการเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่าง)

- 2.1. การทดสอบค่าที (t-test) ใช้สำหรับเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความพึงพอใจระหว่าง 2 กลุ่ม เช่น เพศชายและเพศหญิง

2.2.การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) ใช้สำหรับเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความพึงพอใจระหว่างกลุ่มที่มีมากกว่า 2 กลุ่ม เช่น ระดับการศึกษา หรือช่วงอายุ

2.3.ถ้าพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จะทำการทดสอบรายคู่ (Post Hoc Test) เพื่อหาความแตกต่างของแต่ละกลุ่ม

3.การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis)

3.1.ใช้ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) สำหรับข้อเสนอแนะเชิงบรรยายที่ได้จากแบบสอบถามปลายเปิด โดยสรุปออกมาเป็นประเด็นหลัก (Themes) และนำเสนอในเชิงพรรณนา

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองใช้ เครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋อง กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยใช้ แบบสอบถามความพึงพอใจ หลังการใช้งานเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวม ข้อมูล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ (20 คน)

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ (20 คน)

จากการทดลองใช้งานเครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋อง พบว่ากลุ่มตัวอย่างสามารถใช้งานเครื่องได้ตามวัตถุประสงค์ โดยแบ่งผลลัพธ์ออกเป็นข้อมูลพื้นฐานด้านเพศ อายุ ระดับชั้น การศึกษา และประสบการณ์ในการใช้งานเครื่องจักร

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ (20 คน)

ข้อมูลทั่วไป	จำแนก	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	15	75
	หญิง	5	25
อายุ	ต่ำกว่า 18 ปี	3	15
	18-19 ปี	12	60
	20 ปีขึ้นไป	5	25
ระดับชั้น	ปวช.	6	30
	ปวส.	14	70
ระดับความคุ้นเคย	ไม่เคยใช้เลย	4	20
	เคยใช้น้อยมาก	6	30
	เคยใช้บ้าง	7	35
	เคยใช้มาก	3	15

ที่มา : ผู้วิจัย พ.ศ. 2568

สรุปจากตารางที่ 4.1 ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 20 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 15 คน (ร้อยละ 75) โดยกลุ่มอายุส่วนมากอยู่ระหว่าง 18-19 ปี จำนวน 12 คน (ร้อยละ 60) รองลงมาคืออายุ 20 ปีขึ้นไป 5 คน (ร้อยละ 25) ในด้านระดับชั้น ส่วนใหญ่ศึกษาอยู่ระดับ ปวส. จำนวน 14 คน (ร้อยละ 70) และส่วนใหญ่มิประสบการณ์การใช้งานในระดับ เคยใช้บ้าง 7 คน (ร้อยละ 35)

สูตร การหาค่าเฉลี่ย

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

Σfx แทน คะแนนแต่ละตัวอย่าง

n แทน จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

สูตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\Sigma (x - \bar{x})^2$ แทน คะแนนแต่ละตัวอย่าง

n แทน จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ พัฒนาระบบการผลิตตู้เชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรม ส่งเสริมสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้และทักษะ ในกระบวนการประดิษฐ์คิดค้นพัฒนาต่อยอดนวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต และ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยมีสมมุติฐานในการวิจัยคือ เครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋องที่สร้างขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการในการใช้งานได้จริง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยนักเรียนนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ แผนก เทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานเครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋อง ที่สร้างขึ้นจากการศึกษาค้นคว้าและ ดัดแปลงจากเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และมีความสอดคล้องกับแนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ ในการวิจัย แบบประเมินแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 2 ข้อ ส่วนที่ 2 ระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 ข้อ และส่วนที่ 3 ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เป็นแบบคำถามปลายเปิด จำนวน 1 ข้อ ค่าสถิติที่ใช้ในการวิจัยคือค่าเฉลี่ย ของความพึงพอใจ แล้วแปลผลเฉลี่ยตามเกณฑ์ดังนี้ 4.51 – 5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด 3.51 – 4.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก 2.51 – 3.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปาน กลาง 1.51 – 2.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย 1.00 – 1.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด ผลการวิจัยมีดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1 การทดสอบการทำงานของเครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋อง พบว่า ในการทดสอบผู้ใช้งาน สามารถศึกษาขั้นตอนการใช้งานและทำการทดสอบตามคู่มือได้อย่างถูกต้อง เครื่องสามารถคัดแยก วัสดุได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.2 ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋อง อยู่ในระดับดีมาก (4.53)

5.2 อภิปรายผล

เครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋องเป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อช่วยในการจัดการและแยกประเภทวัสดุรีไซเคิลอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ระบบควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถตรวจจับและคัดแยกวัสดุได้ตามคุณสมบัติของวัตถุ เครื่องดังกล่าวถูกสร้างขึ้นเพื่อเอื้ออำนวยต่อผู้ใช้งานในการลดภาระการคัดแยกขยะ และช่วยส่งเสริมการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ การทดสอบพบว่าผู้ใช้งานซึ่งเป็นนักเรียนนักศึกษาสามารถศึกษาขั้นตอนการใช้งานและทำการทดสอบตามคู่มือได้อย่างถูกต้อง และระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋องอยู่ในระดับดีมาก (4.53)

5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

5.3.1 พัฒนาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการตรวจสอบความแม่นยำในการจำแนกวัสดุระหว่างขวดพลาสติกและกระป๋อง เพื่อให้สามารถคัดแยกได้รวดเร็วและถูกต้องยิ่งขึ้น

5.3.2 พัฒนาระบบในส่วนของการตรวจสอบและแจ้งเตือนเมื่อวัสดุที่คัดแยกมีจำนวนเต็มถึงหรือเกิดการผิดพลาดในการทำงานของเครื่อง เพื่อความสะดวกต่อผู้ใช้งาน

5.3.3 ศึกษาการเขียนโปรแกรม Arduino หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ขั้นสูงเพิ่มเติม เพื่อใช้พัฒนาระบบควบคุมและเพิ่มฟังก์ชันเสริม เช่น การเชื่อมต่อกับระบบ IoT สำหรับการติดตามข้อมูลการใช้งานแบบเรียลไทม์

บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. (2563). รายงานสถานการณ์ขยะพลาสติกในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์กรมควบคุมมลพิษ.
- กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2562). คู่มือการจัดการขยะรีไซเคิล. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.
- ชัยวัฒน์, ป., & ศรีสวัสดิ์, ก. (2564). การออกแบบเครื่องคัดแยกขยะอัตโนมัติสำหรับชุมชน. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี*, 12(3), 45–53.
- ศรีสมบุญ, จ. (2565). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพเครื่องคัดแยกขยะด้วยเซ็นเซอร์อัตโนมัติ. *วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมเครื่องกล*, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- อนันต์, ว. (2564). การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบรีไซเคิลอัตโนมัติ. *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศและสิ่งแวดล้อม*, 8(2), 23–30.
- Brown, T., & Smith, J. (2020). *Automated sorting systems for recycling plastics and metals*. *Journal of Environmental Engineering*, 146(7), 04020065.
- ISO 15270. (2019). *Plastics — Guidelines for the recovery and recycling of plastics waste*. International Organization for Standardization.

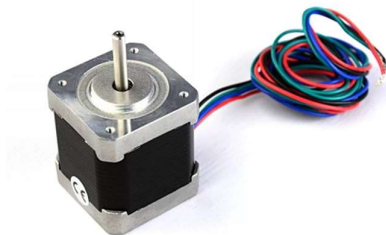
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

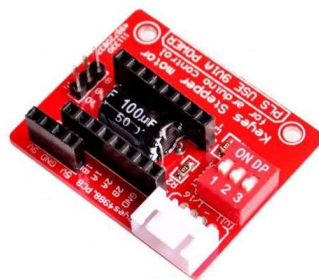
รายการสินค้า



ภาพที่1 บอร์ด ESP32-DevKitC-32



ภาพที่2 Stepper Motor (NEMA 17 หรือเทียบเท่า)



ภาพที่3 Stepper Motor Driver (เช่น A4988 / DRV8825)



Proximity Sensor
ภาพที่4 Proximity Sensor



ภาพที่5 Ultrasonic Sensor (HCSR04)



ภาพที่6 LED แสดงสถานะ (สีเขียว/ แดง)



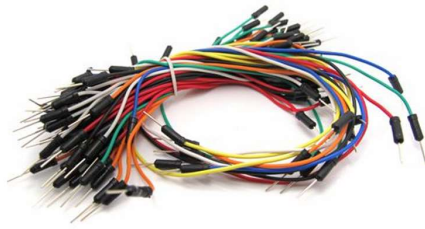
ภาพที่ 7 สวิตช์กด (Push Button Switch)



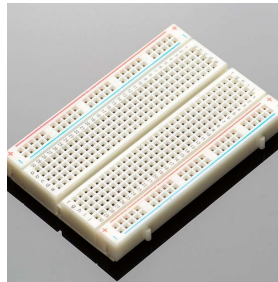
ภาพที่ 8 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply 12V/5V)



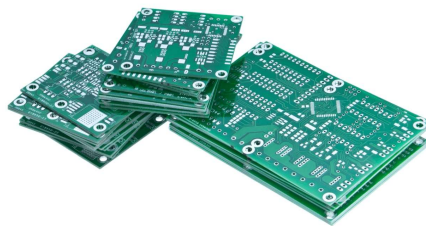
ภาพที่ 9 โครงสร้างเครื่อง (ตู้)



ภาพที่10 Jumper Wire

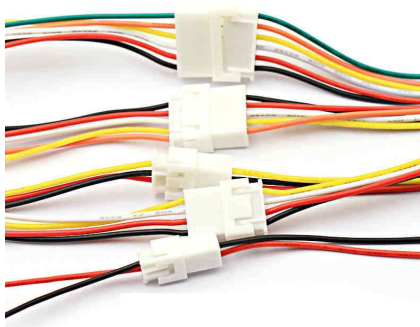


ภาพที่11 Breadboard



ภาพที่12 PCB

XH 2.54MM 20CM



ภาพที่13 หัวต่อ JST/XH

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามความพึงพอใจ

หัวข้อ (ข้อมูลทั่วไป)

เพศ * ☐ ชาย ☐ หญิง ☐ ไม่ต้องการระบุ
อายุ คำอธิบาย (ระบุหรือไม่ก็ได้)
ระดับชั้น * *** ☐ ปวช. ☐ ปวส.
คุณเคยใช้เครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋องหรือไม่? * ☐ ไม่เคย ☐ เคย

ภาพที่ 2.1 แบบสอบถามความพึงพอใจ

หัวข้อ (ความพึงพอใจและความคิดเห็น)

1.ความสะดวกในการใช้งานเครื่อง *

☐ มากที่สุด

☐ มาก

☐ ปานกลาง

☐ น้อย

☐ น้อยที่สุด

2 ความรวดเร็วในการคัดแยกขวดและกระป๋อง *

☐ มากที่สุด

☐ มาก

☐ ปานกลาง

☐ น้อย

☐ น้อยที่สุด

ภาพที่2.2 แบบสอบถามความพึงพอใจ

ข้อเสนอแนะเครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋อง

คำอธิบาย (ระบุหรือไม่ก็ได้)

ภาพที่2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - นามสกุล นายรพีภัทร ตาสุศรี

วัน เดือน ปีเกิด 22 เมษายน 2548

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 34/2 ถนน..... ตำบล นาทราย
อำเภอ ลี้ จังหวัด ลำพูน รหัสไปรษณีย์ 51110

อีเมลแอดเดรส 67319010030@cmtc.ac.th

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2561 – 2563

หลักสูตร -

สาขาวิชา -

สถาบันการศึกษานาทรายวิทยาคม

พ.ศ. 2564 – 2566

หลักสูตร คอมพิวเตอร์ธุรกิจ

สาขาวิชา คอมพิวเตอร์ธุรกิจ

สถาบันการศึกษา วิทยาลัยเทคโนโลยีองค์การ

บริหารส่วนจังหวัดลำพูน

ชื่อ - นามสกุล	นายพีรกานต์ กอบแดง	
วัน เดือน ปีเกิด	22 มีนาคม 2549	
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 191/4 ถนนเชียงใหม่-แม่ฮ่องสอน ตำบล มะขุนหวาน อำเภอ สันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50120	
อีเมลแอดเดรส	67319010053@cmtc.ac.th	
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2563– 2568	หลักสูตร ซอฟต์แวร์และการประยุกต์ สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันการศึกษา วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่
	พ.ศ. 2561 – 2563	หลักสูตร ช่างยนต์ สาขาวิชา ช่างยนต์ สถาบันการศึกษา วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่