

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว

กฤติพงศ์ ชุมเกียรติรัชต์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

พ.ศ. 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว

กฤติพงศ์ ชุมเกียรติรัชต์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

พ.ศ. 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

เรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว

นามผู้จัดทำโครงการ นายกฤติพงศ์ ชุมเกียรติรัชต์

ได้พิจารณาเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาโครงการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)

ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

ลงชื่อ.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ พนาวงศ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรสา เตตติวัฒน์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....กรรมการ

(อาจารย์คณินณัฐ โขติพรสีมา)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....

(ดร.สมพร พูลพงษ์)

หัวหน้าสาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

กิตติกรรมประกาศ

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาวนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีได้รับความอนุเคราะห์ในการจัดทำโครงการนี้จากหลาย ๆ ท่าน ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในความสำเร็จครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ พนาวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ผู้ให้คำแนะนำและควบคุมการทำงาน ติดตามการทำงานให้ความรู้และชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการจัดทำโครงการ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อรสา เตตวิวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ให้คำแนะนำและติดตามการทำงานให้ความรู้และชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการจัดทำโครงการ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุก ๆ ท่าน ที่ได้ให้วิชาความรู้ และหลักวิชาการต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานในการดำเนินชีวิตและการทำงาน

และต้องขอขอบคุณบุคคลสำคัญที่สุดในชีวิตที่ทำให้ผู้จัดทำได้มีวันนี้ นั่นคือ บิดา มารดา และบุคคลในครอบครัวอันเป็นที่เคารพซึ่งได้เลี้ยงดูคอยสั่งสอนผู้จัดทำมาเป็นอย่างดีพร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่และยังให้กำลังใจ ความรักเสมอมา ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วยสุดทายนี่คุณค่าและประโยชน์ ที่ได้มาจากโครงการวิจัยฉบับนี้ ผู้จัดทำขอขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

กฤติพงศ์ ชุมเกียรติรักษ์

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของโครงการนี้เพื่อศึกษา พัฒนา และเปรียบเทียบประสิทธิภาพถังขยะเคลื่อนที่ ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว การศึกษาเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับถังขยะอัจฉริยะ และ IoT เพื่อใช้ในการพัฒนา จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล แล้วออกแบบ Flow Chart โมเดลถังขยะอัตโนมัติ และวงจรถังขยะเคลื่อนที่โดยใช้เว็บแอปพลิเคชัน Draw.io หลังจากนั้นสร้างถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE และใช้ฮาร์ดแวร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และอุปกรณ์ IoT โดยใช้บอร์ด ESP32 ควบคุม และมอเตอร์ 1 ต่อ 220 แล้วนำไปทดลองโดยใช้ตารางแบบการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว ในสถานที่ต่างกัน 3 สถานที่ 1) สถานที่ปิด (เปิดไฟ) 2) สถานที่ปิด (ปิดไฟ) 3) สถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ) ผลจากการทดสอบพบว่าการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีดำใช้เวลาเฉลี่ย 90.98 วินาที และถังขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีขาวใช้เวลาเฉลี่ย 82.87 วินาที ซึ่งสรุปได้ว่าถังขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีขาวมีประสิทธิภาพมากกว่าถังขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีดำโดยใช้เวลาน้อยกว่า 8.11 วินาที

ABSTRACT

The objective of this project was to study, develop and compare the efficiency of the moving trash between the black and white lines. The study began by gathering data from documents and research related to smart trash and IoT for development purposes. Then data was analyzed. Next, a Flow Chart, an automatic trash car model, and a mobile trash truck circuit were designed using the Draw.io web application. After that a moving trash between using the black and white lines was built using Arduino IDE program and using hardware, notebook and IoT devices using ESP32 to control board and motor 1 to 220. It was then tested using the experimental model comparing the efficiency of the trash moving between the black and white lines in 3 different places, which were 1) closed place (turn on the light) 2) closed place (turn off the light) 3) outdoor (natural light). The results showed that the running time of the trash moving with the black line took an average of 90.98 seconds and the trash moving with the white line taking an average of 82.87 seconds. It was concluded that the white line moving trash was more efficient than the black line moving trash in less than 8.11 seconds.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
ABSTRACT	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ช
สารบัญตาราง	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 คำถามการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของโครงการ	2
1.5 คำสำคัญหรือคำจำกัดความที่ใช้ในโครงการ.....	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.7 แผนการดำเนินการศึกษา	6
บทที่ 2 ทฤษฎี เอกสาร และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 แนวคิดเกี่ยวกับถังขยะ.....	7
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับ IoT	8
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4 กรอบแนวคิด	12
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน	14
3.1 เครื่องที่ใช้วิเคราะห์และออกแบบอุปกรณ์ IoT	14
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์ IoT	16
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพอุปกรณ์ IoT	17
3.4 วิธีดำเนินการศึกษา	18
บทที่ 4 ผลการศึกษา	20
4.1 ผลการศึกษา	20
4.2 ผลการวิเคราะห์ และออกแบบ	20
4.3 ผลการพัฒนาระบบเคลื่อนที่และเส้นทางเดินรถ	29
4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบเคลื่อนที่	32
4.5 ผลการเปรียบเทียบระบบเคลื่อนที่	40
บทที่ 5 สรุปผลและ ข้อเสนอแนะ	44
5.1 สรุปผลการศึกษา	44
5.2 อภิปรายผล	45
5.3 ข้อจำกัดของโครงการ	47
5.4 คุณค่าของการศึกษา	47
5.5 ข้อเสนอแนะ	47

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม.....	49
ภาคผนวก	51
ภาคผนวก ก : คู่มือการใช้งานการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับขาว.....	48
ภาคผนวก ข : รูปและกิจกรรมต่างๆระหว่างการพัฒนาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำของ ถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับสีขาว.....	52
ประวัติผู้ศึกษา.....	57

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 กรอบแนวคิดการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว.....	12
4.1 Flowchart Diagram การทำงานของรถถังขยะเคลื่อนที่ไปรับขยะ.....	21
4.2 Flowchart Diagram การทำงานของรถถังขยะเคลื่อนที่การกลับรถไปจุดเดิม.....	22
4.3 Flowchart Diagram การทำงานของรถถังขยะเคลื่อนที่เมื่อพบสิ่งกีดขวาง.....	23
4.4 Flowchart Diagram การทำงานของถังขยะอัตโนมัติ.....	24
4.5 การออกแบบโมเดลรถถังขยะ เคลื่อนที่ และถังขยะอัตโนมัติ	25
4.6 การออกแบบวงจรรถถังขยะเคลื่อนที่.....	26
4.7 การออกแบบวงจรถังขยะอัตโนมัติ.....	28
4.8 การพัฒนาส่วนของรถถังขยะเคลื่อนที่.....	29
4.9 การพัฒนาส่วนของถังขยะอัตโนมัติ.....	30
4.10 เส้นทางเดินรถเส้นสีดำ	31
4.11 เส้นทางเดินรถเส้นสีขาว	31
4.12 เลือกจุดจุดหมายการเดินทางของรถถังขยะโดยการกดปุ่ม.....	32
4.13 ทำการกดปุ่มแดงเพื่อย้อนกลับรถถังขยะ	33
4.14 เลือกจุดจุดหมายการเดินทางของรถถังขยะโดยการกดปุ่ม.....	34
4.15 เลือกจุดจุดหมายการเดินทางของรถถังขยะโดยการกดปุ่ม.....	35
4.16 ผลการทดสอบถังขยะอัตโนมัติ	36
4.17 ผลการทดสอบถังขยะอัตโนมัติ 2.....	36
4.18 ผลการทดสอบถังขยะอัตโนมัติ 3.....	37
4.19 ผลการทดสอบถังขยะอัตโนมัติ 4.....	37
4.20 สถานที่ปิด (เปิดไฟ).....	38

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.21 สถานที่ปิด (ปิดไฟ)	38
4.22 สถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ).....	39
ก.1 ปุ่มคำสั่ง	52
ก.2 เส้นทางเดินรถ	53
ก.3 เส้นทางเดินรถ	53
ข.4 ถังขยะอัตโนมัติ.....	54
ข.1 กิจกรรมทดลองรถถังขยะ	56
ข.2 กิจกรรมทดลองรถถังขยะ 2.....	56

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 แผนดำเนินการศึกษา.....	6
3.1 แบบทดลองการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ.....	17
4.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว	40

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ถังขยะ หมายถึง ที่รองรับ ที่ทิ้งหรือที่สำหรับจัดเก็บรวบรวมขยะและสิ่งต่าง ๆ ที่ผู้คนไม่ต้องการ และทิ้งมันไปขยะมีมากมายหลายรูปแบบ ทั้งที่เป็นของแข็ง ของเหลว ขยะที่ย่อยสลายได้และที่ย่อยสลายไม่ได้ ของที่ใช้ประโยชน์ได้และที่ใช้ประโยชน์ไม่ได้ในปัจจุบันถังขยะมีความสำคัญและความจำเป็นอย่างมากในการทิ้งขยะ หากไม่มีถังขยะนั้น ขยะก็จะเกลื่อนกลาดตามพื้นที่ อาคาร บ้านเรือน และท้องถนน ทำให้เกิดความไม่สะอาด ไม่เป็นระเบียบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ถังขยะยังมีประโยชน์ในการช่วยปกปิดกลิ่นเหม็น ป้องกันเชื้อโรค ขยะเกิดขึ้นมาจากกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของเรา ไม่ว่าจะเป็นทำอะไรจะต้องมีของเหลือทิ้งไม่ใช่ประโยชน์เกิดขึ้น ขยะจะมีลักษณะ แตกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิด เช่น ขยะจาก อาคาร บ้านเรือน ที่พักอาศัย ขยะประเภทนี้จัดอยู่ในพวกขยะทั่วไป ขยะพวกนี้ส่วนใหญ่จะเป็นเศษ อาหาร เศษกระดาษ เศษแก้ว เศษโลหะ เศษไม้และพลาสติก เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีขยะที่เป็นอันตรายอีกเช่น หลอดไฟ แบตเตอรี่เก่า ซาก ถ่านไฟฉาย กระจก สารเคมีที่ใช้ภายในบ้าน เป็นต้น ขยะจากกิจกรรมภาคอุตสาหกรรม จะมีทั้งขยะที่เป็นอันตรายเช่น กากสารเคมีมีพิษ สารประกอบที่มีโลหะหนักต่าง ๆ และมูลฝอยที่ไม่เป็นอันตรายซึ่งได้มาจากส่วนสำนักงาน โรงอาหารและโรงงาน เป็นต้น ขยะจากกิจกรรมภาค เกษตรกรรม ได้แก่ เศษ ภาชนะที่ใช้บรรจุสาร ปุ๋ยป้องกันและกำจัดศัตรูพืช เศษซากพืชซากสัตว์และมูลสัตว์ เป็นต้น ขยะเหล่านี้ จำเป็นต้องได้รับการเก็บรวบรวมหรือกำจัด อย่างถูกต้อง และอย่างเป็นระบบครบวงจร เพื่อไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพอนามัย และ สิ่งแวดล้อมทำให้มีการผลิตและจำหน่ายถังขยะให้เลือกใช้งานหลายขนาด หลากหลายสีและหลายรูปแบบทั้งถังขยะพลาสติก ถังขยะทรงเหลี่ยม ถังขยะมีฝาปิด ถังขยะเทศบาล ถังขยะล้อเลื่อน ถังขยะเท้าเหยียบ ถังขยะใส ซึ่งถังขยะยังสามารถนำมาจัดวางได้ทุกที่ตามต้องการทั้งภายในบ้าน อาคารสำนักงาน ห้องน้ำ ริมถนน ร้านค้า โรงงาน อุตสาหกรรม โรงพยาบาล โรงแรม รีสอร์ท ห้างสรรพสินค้า สวนสาธารณะและสถานที่อื่น ๆ อีกมากมาย (พระราชบัญญัติสาธารณสุข, 2484)

ปัจจุบันมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคือ Internet of Things (IoT) การที่อุปกรณ์ต่าง ๆ สิ่งต่าง ๆ ได้ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งาน

อุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า (การสั่งการเปิดไฟฟ้าภายในบ้านด้วยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุม เช่น มือถือ ผ่านทางอินเทอร์เน็ต) รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องมือทางการเกษตร อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น (aware, 2563)

จากปัญหาที่กล่าวมาของถึงขยะและความก้าวหน้าของเทคโนโลยี IoT ทำให้ผู้ศึกษาที่ตระหนักถึงสุขอนามัยของการใช้ถึงขยะและสนใจการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถึงขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อศึกษาการทำถึงขยะเคลื่อนที่
- 2) เพื่อพัฒนาการทำงานถึงขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีดำ
- 3) เพื่อพัฒนาการทำงานถึงขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีขาว
- 4) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถึงขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาวและในสถานที่ต่างกัน

1.3 คำถามการวิจัย

ประสิทธิภาพการทำงานของถึงขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้สถานที่ต่างกันและเส้นสีดำกับเส้นสีขาว แบบไหนมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน

1.4 ขอบเขตของโครงการ

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถึงขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาวและในสถานที่ต่างกัน มีขอบเขตในการศึกษาประกอบด้วย ขอบเขตด้านพื้นที่ ขอบเขตด้านเวลา ขอบเขตด้านข้อมูล ขอบเขตด้านฟังก์ชัน ขอบเขตด้านเทคโนโลยี ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1.4.1 ขอบเขตด้านพื้นที่

พื้นที่ใช้ในการศึกษา คือ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ และ บ้านเลขที่ 991/3 หมู่ 10 ตำบล นครสวรรค์ตก อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัด นครสวรรค์ 60000

1.4.2 ขอบเขตด้านเวลา

เริ่มศึกษา การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้ เส้นสีดำกับเส้นสีขาว ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน พ.ศ.2562 จนถึงเดือน พฤษภาคม 2565

1.4.3 ขอบเขตด้านข้อมูล

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับ เส้นสีขาว ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

- 1) ข้อมูลด้านถังขยะ
 - การรับน้ำหนัก
 - ความเร็วในการเคลื่อนที่
- 2) ข้อมูลด้านการเดินตามเส้น
 - ตำแหน่ง
 - เส้นทางเดินรถ
 - เส้นสีดำ
 - เส้นสีขาว

1.4.4 ขอบเขตด้านฟังก์ชัน

- ผู้ใช้งานถังขยะเคลื่อนที่
- สั่งการให้ถังขยะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่กำหนดและกลับมาได้
 - ถังขยะเปิด/ปิด อัตโนมัติ

1.4.5 ขอบเขตด้านทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการใช้เส้นสีดำกับสีขาว

ในการทดลองเปรียบเทียบถังขยะเคลื่อนที่โดยใช้สถานที่ ที่ต่างกันดังนี้

- 1) สถานที่ปิด (เปิดไฟ)
- 2) สถานที่ปิด (ปิดไฟ)

3) สถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ)

1.4.6 ขอบเขตด้านเทคโนโลยี

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการทำถังขยะเคลื่อนที่ใช้อุปกรณ์ ตัวบอร์ดเป็น ESP32, Infrared barrier module เป็นอุปกรณ์ตรวจจับเส้นสีดำ, HC-SR04 อัลตราโซนิกเป็นอุปกรณ์วัดระยะทาง Push bottom switch module ปุ่มกดคำสั่ง และมอเตอร์ 1 ต่อ 220

1.5 คำสำคัญหรือคำจำกัดความที่ใช้ในโครงงาน

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว มีคำสำคัญหรือคำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย

Internet of Things (IoT) การที่อุปกรณ์ต่าง ๆ สิ่งต่าง ๆ ได้ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า (การสั่งการเปิดไฟฟ้าภายในบ้านด้วยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุม เช่น มือถือ ผ่านทางอินเทอร์เน็ต) รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องมือทางการเกษตร อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น (aware, 2563)

ถังขยะ (Trash Can) คือ ภาชนะที่ใช้สำหรับรองรับสิ่งปฏิกูล ของเสียหรือสิ่งของที่ไม่ต้องการแล้ว ซึ่งสามารถนำมาจัดวางได้ทุกที่ตามต้องการทั้งภายในบ้าน อาคารสำนักงาน ห้องน้ำ ริมถนน ร้านค้า โรงงานอุตสาหกรรม โรงพยาบาล โรงแรม รีสอร์ท ห้างสรรพสินค้า สวนสาธารณะ และสถานที่อื่นๆ อีกมากมาย เนื่องจากคนส่วนใหญ่มักจะทิ้งขยะไม่ถูกที่และไม่มีการแยกขยะเปียก ขยะแห้ง ขยะรีไซเคิล และขยะอันตรายอย่างถูกวิธี จึงทำให้มีการผลิตและจำหน่ายถังขยะให้เลือกใช้งานหลายขนาด หลายรูปแบบทั้งถังขยะพลาสติก ถังขยะทรงเหลี่ยม ถังขยะมีฝาปิด ถังขยะเทศบาล ถังขยะล้อเลื่อน ถังขยะเท้าเหยียบ ถังขยะใส ถังขยะสแตนเลส เป็นต้น (th.misumi-ec, 2542)

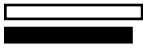
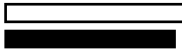
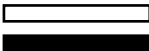
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

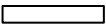
การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว และในสถานที่ต่างกัน เมื่อสำเร็จสามารถได้ประโยชน์ดังนี้

- 1) ได้รู้ถึงประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ด้วยการใช้เส้นสีดำ
- 2) ได้รู้ถึงประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ด้วยการใช้เส้นสีขาว
- 3) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาวในสถานที่ต่างกัน สถานที่ปิด เปิดไฟและปิดไฟ กับสถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ)
- 4) ผู้ใช้ได้รับความสะดวกจากการใช้ถังขยะเคลื่อนที่
- 5) ช่วยส่งเสริมสุขอนามัยที่ดีให้แก่ผู้ใช้ถังขยะเคลื่อนที่

1.7 แผนการดำเนินการศึกษา

ระยะเวลาดำเนินโครงการ โดยเริ่มจากเดือน พฤศจิกายน 2562 ถึงเดือน พฤษภาคม 2565 รวมระยะเวลา 2 ปี 7 เดือน แสดงดังตาราง 1.1 ตาราง 1.1 แผนดำเนินการศึกษา

แผนดำเนินงาน	2562	2563	2564	2565
	พ.ย. - มิ.ย.	ก.ค. - เม.ย	พ.ค. - ธ.ค.	ม.ค. - พ.ค.
1) ศึกษา รวบรวมข้อมูล งานวิจัย วิทยานิพนธ์ แนวคิดเกี่ยวกับถังขยะอัจฉริยะ แนวคิดเกี่ยวกับ IoT และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง				
2) นำข้อมูลมาจากการศึกษามาออกแบบถังขยะเคลื่อนที่				
3) พัฒนถังขยะเคลื่อนที่				
4) ทดสอบถังขยะเคลื่อนที่				
5) เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่				
6) จัดทำเอกสารและคู่มือการใช้งานถังขยะเคลื่อนที่				

หมายเหตุ  แทนการวางแผน

 แทนการทำงานจริง

บทที่ 2

ทฤษฎี เอกสาร และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว ผู้ศึกษาได้ทำศึกษาและรวบรวม แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับถังขยะ

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับ IoT

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4 กรอบแนวคิดในการศึกษา

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับถังขยะ

ในการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับถังขยะ ประกอบด้วย 1) ความหมายของถังขยะ 2) ความสำคัญของถังขยะ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 ความหมายของถังขยะ

ถังขยะ หมายถึง ภาชนะที่ใช้สำหรับรองรับสิ่งปฏิกูล ของเสียหรือสิ่งของที่ไม่ต้องการแล้ว ซึ่งสามารถนำมาจัดวางได้ทุกที่ตามต้องการทั้งภายในบ้าน อาคารสำนักงาน ห้องน้ำ ริมถนน ร้านค้า โรงงานอุตสาหกรรม โรงพยาบาล โรงแรม รีสอร์ท ห้างสรรพสินค้า สวนสาธารณะ และสถานที่อื่นๆ อีกมากมาย เนื่องจากคนส่วนใหญ่มักจะทิ้งขยะไม่ถูกที่และไม่มีการแยกขยะเปียก ขยะแห้ง ขยะรีไซเคิล และขยะอันตรายอย่างถูกวิธี จึงทำให้มีการผลิตและจำหน่ายถังขยะให้เลือกใช้งานหลายขนาด หลายรูปแบบทั้งถังขยะพลาสติก ถังขยะทรงเหลี่ยม ถังขยะมีฝาปิด ถังขยะเทศบาล ถังขยะล้อเลื่อน ถังขยะเท้าเหยียบ ถังขยะใส ถังขยะสแตนเลส เป็นต้น (th.misumi-ec, 2542)

2.1.2 ความสำคัญของถังขยะ

ถังขยะ มีประโยชน์ในการช่วยปกปิดกลิ่นเหม็น ป้องกันเชื้อโรค และช่วยเสริมสร้างความมีระเบียบวินัยของผู้คนให้ทิ้งขยะอย่างถูกวิธีซึ่งจะส่งผลดีต่อความสะอาดของบ้านเมือง

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับ IoT

ในการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับ IoT ประกอบด้วย 1) ความหมายของ IoT 2) ความสำคัญของ IoT 3) หลักการทำงานของ IoT ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ความหมายของ IoT

IoT หมายถึง วัตถุ อุปกรณ์ พาหนะ สิ่งของเครื่องใช้ และสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตอื่น ๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยมีการฝังตัวของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์ และการเชื่อมต่อกับเครือข่าย ซึ่งวัตถุสิ่งของเหล่านี้ สามารถเก็บบันทึกและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ อีกทั้ง สามารถรับรู้สภาพแวดล้อมและถูกควบคุมได้จากระยะไกล ผ่านโครงสร้างพื้นฐานการเชื่อมต่อเข้ากับสมาร์ตโฟนเท่านั้น แต่ IoT สามารถประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ทุกอย่างที่ถูกออกแบบมาให้เชื่อมโยงกันได้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อที่จะสามารถสื่อสารกันได้ (ops, 2560)

2.2.2 ความสำคัญของ IoT

IoT มีความสำคัญคือ การที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ สามารถเชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ต โดยไม่ต้องป้อนข้อมูล การเชื่อมโยงนี้ช่วยให้เราสามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ไปจนถึงการเชื่อมโยงการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้ากับการใช้งานอื่นๆ จนเกิดเป็นบรรดา Smart ต่างๆ ได้แก่ Smart Device, Smart Grid, Smart Home, Smart Network, Smart Intelligent Transportation ทั้งหลายที่เราเคยได้ยินนั่นเอง ซึ่งแตกต่างจากในอดีตที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นเพียงสื่อกลางในการส่งและแสดงข้อมูลเท่านั้น (km.prd, 2560)

2.2.3 หลักการทำงานของ IoT

อุปกรณ์และวัตถุที่มีอยู่ภายในเครื่องจับสัญญาณ (Sensor) จะทำการเชื่อมต่อกับแพลตฟอร์ม Internet of Things ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์ต่าง ๆ และใช้การวิเคราะห์ เพื่อแบ่งปัน

ข้อมูลที่ดีที่สุดกับแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการที่เฉพาะเจาะจง แพลตฟอร์ม IoT เป็นแพลตฟอร์มที่มีประสิทธิภาพเหล่า โดยสามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าข้อมูลใดมีประโยชน์และสิ่งไหนที่สามารถมีประโยชน์ ซึ่งข้อมูลนี้สามารถใช้เพื่อตรวจหารูปแบบคำแนะนำและตรวจสอบปัญหาที่ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาล่วงหน้านั้นก่อนที่จะเกิดขึ้นได้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อานนท์ เนตรยองและธิดิมา นริศเนตร (2562) ได้ทำถังขยะอัจฉริยะแจ้งเตือนผ่านเว็บไซต์ที่สามารถเปิด-ปิดได้อัตโนมัติเพื่อช่วยลดการสัมผัสเชื้อโรคบริเวณฝาถังขยะและช่วยให้เจ้าหน้าที่ที่ทำการเก็บขยะทราบสถานะปริมาณขยะภายในถัง ว่าถังไหนสามารถที่จะนำรถบรรทุกขยะเก็บเอาไปทิ้งโดยไม่ต้องรอให้ปริมาณขยะล้นออกมาด้านนอก ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา ส่วนถังที่ยังมีปริมาณขยะไม่มากก็ยังไม่ต้องจัดเก็บ ทำให้เจ้าหน้าที่ไม่ต้องขับรถวนไปมาเก็บขยะตามชุมชน ซึ่งไม่ทำให้เกิดปัญหารถติดตามตอกซอย ขอบชุมชน ทำให้การทำงานในแต่ละครั้งสะดวกรวดเร็วไม่เสียเวลาในการทำงานและไม่สูญเสียเชื้อเพลิงในการขับรถ ทำให้การจัดเก็บขยะมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

กนกวรรณ ศรีวงศ์สุขและคณะ (2562) โครงการสิ่งประดิษฐ์ “ถังขยะอัจฉริยะ” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างถังขยะที่สามารถแยกขยะได้อย่างถูกประเภท เพื่อลดปัญหาการทิ้งขยะผิดประเภทและเพื่อจัดการกับขยะที่สามารถนำกลับมารีไซเคิลได้อย่างถูกวิธี เพราะในสังคมไทยปัจจุบันเกิดปัญหาขยะล้นเมืองซึ่งยังคงเป็นปัญหาที่ยังแก้ไขได้ยากเนื่องจากประชาชนส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจเรื่องของการคัดแยกขยะรวมถึงการกำจัดขยะที่ถูกต้อง หลังจากทิ้งขยะลงไปในถังแล้ว ประชาชนกลับไม่รู้เลยว่าขยะเหล่านั้นอาจส่งผลกระทบต่อผู้อื่นรวมถึงระบบนิเวศได้ ทางคณะผู้จัดทำจึงได้คิดค้นสิ่งประดิษฐ์นี้ขึ้นมาเพื่อทำให้การจัดการกับขยะประเภทต่าง ๆ มีความสะดวกและทำให้การแยกประเภทขยะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยถังขยะอัจฉริยะทำงานโดยมี Inductive Proximity Sensor ติดอยู่บริเวณกล่องคัดแยก โดย Inductive Proximity Sensor ทำงานโดยใช้หลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในการทำงาน โดย ที่มาของสนามแม่เหล็กไฟฟ้านั้น เกิดจากบริเวณส่วนหัวของเซ็นเซอร์ ซึ่งสามารถตรวจจับวัตถุในระยะที่ กำหนดได้โดยไม่มีการสัมผัสกับตัวของวัตถุ โดยเมื่อ Inductive Proximity Sensor ตรวจจับได้ว่าวัตถุนั้นเป็น โลหะ ช่องสำหรับใส่โลหะก็จะเปิดออก จากนั้น Servo Motor (SG90) ก็จะหมุนติชขะนั้นลงช่องสำหรับใส่ โลหะ และถ้า Inductive Proximity Sensor ตรวจจับได้ว่าวัตถุนั้น

ไม่เป็นโลหะ LDR Photoresistor sensor module โมดูลวัดแสง ก็จะทำงาน เพื่อตรวจสอบว่าวัตถุ นั้นเป็นชนิดใสหรือขุ่น โดยหากค่าแสงมีค่ามากกว่า 500 ช่องสำหรับใสขีดใสก็จะเปิดออก จากนั้น Servo Motor (SG90) ก็จะหมุนติชะนั้นลงช่องสำหรับใส ขวดใสและหากค่าแสงมีค่าน้อยกว่า 500 ช่องสำหรับใสขีดขุ่นก็จะเปิดออก จากนั้น Servo Motor (SG90) ก็จะหมุนติชะนั้นลงช่องสำหรับใสกล่องนม

ทิพานัน พงษ์สุวรรณและคณะ (2561) ได้ทำระบบติดตามถังขยะอัจฉริยะ Smart Trash Tracking System เป็นระบบที่ใช้ในการจัดการปัญหาขยะที่เต็มก่อนกำหนดและมีกลิ่นเหม็น โดยมีการแจ้งเตือนส่วนกลางให้ทราบถึง ถังขยะที่ใกล้จะเต็มแล้ว ขยะมีกลิ่นเหม็น หรือตรวจสอบว่าขยะที่เต็มแล้วนั้นถูกวางไว้จุดใด เป็นการแก้ปัญหาจากที่กล่าวมาข้างต้นโดยการใช้เซ็นเซอร์แสงอินฟราเรดติดที่จุดต่างๆ เพื่อวัดปริมาณขยะในถัง การนำเซ็นเซอร์วัดคุณภาพอากาศเพื่อตรวจสอบกลิ่นเหม็นที่ออกมาจากขยะจากนั้นจะส่งตำแหน่งของถังขยะโดยใช้ระบบนำทาง (GPS) ข้อมูลปริมาณและกลิ่นของขยะ ผ่านทางอุปกรณ์ตรวจจับแล้วนำส่งข้อมูลไปยังเครื่องแม่ข่าย (Server) และมีระบบรายงานแจ้งเตือน ทั้งทางเว็บและแอปพลิเคชันบนมือถือ เพื่อบริหารจัดการและแก้ไขปัญหาขยะในห้องสมุด

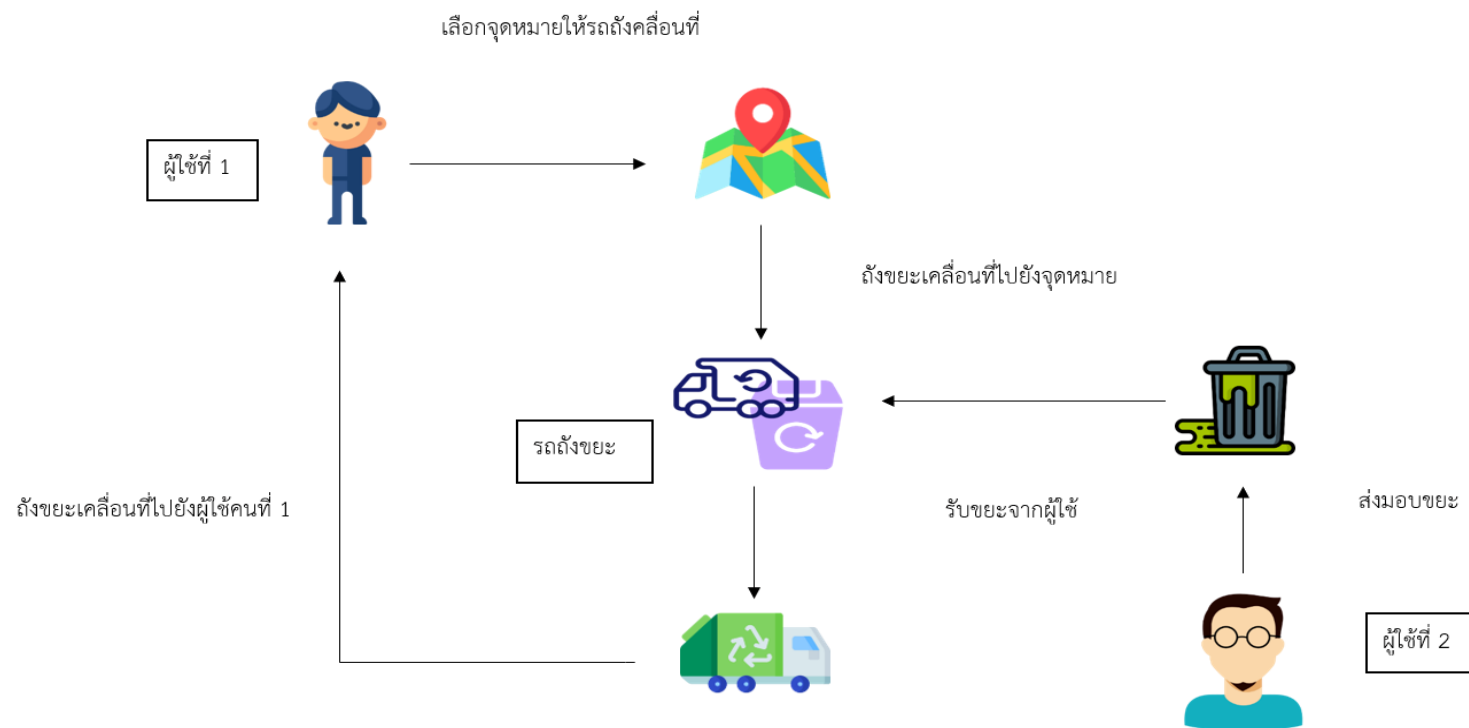
จิรัตน์ ตันท์เจริญรัตน์และคณะ (2561) งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและการสร้างสิ่งประดิษฐ์ถังขยะอัจฉริยะ เพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต ที่ควบคุมได้ด้วยวิธีการอัตโนมัติทางอิเล็กทรอนิกส์ โครงสร้างของสิ่งประดิษฐ์ไม่ซับซ้อนประกอบไปด้วยวงจรแผงโซลาร์เซลล์ วงจรควบคุมการชาร์จพลังงานจากแสงอาทิตย์ ชุดควบคุมมอเตอร์ และเซ็นเซอร์ จุดเด่นของสิ่งประดิษฐ์ คือถังขยะอัจฉริยะสามารถเปิด ปิดฝาได้อย่างอัตโนมัติ และพลังงานที่ใช้เป็นพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานสะอาด เป็นทรัพยากรประเภทใช้แล้วไม่หมดสิ้น งานวิจัยที่นำเสนอจึงเหมาะที่จะนำไปพัฒนาเป็นสิ่งประดิษฐ์เพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต ผลการทดสอบการทำงานด้วยการนำมาใช้จริง พบว่าการทำงานของสิ่งประดิษฐ์ สอดคล้องกับสมมติฐานที่ได้มีการตั้งไว้

ปัญญพล ไทยปิยะ (2560) ได้นำเสนอการพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และสร้างเศรษฐกิจสร้างสรรค์ เป็นงานวิจัยภายใต้แผนงานการพัฒนาระบบบริหารจัดการขยะเพื่อสุขภาพและเศรษฐกิจสร้างสรรค์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาต้นแบบถังขยะที่สามารถแยกขยะประเภทกระป๋องโลหะบรรจุภัณฑ์และอาหารที่มีราคาซื้อขายแตกต่างกัน และเพื่อเป็นกรณีศึกษาและแหล่งเรียนรู้สำหรับชุมชนอื่น ๆ และผู้ที่สนใจทั่วไป จากการออกแบบพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะและทำการทดสอบประสิทธิภาพ รวมทั้งหาความพึงพอใจ จากผู้ใช้งานพบว่า ถังขยะออกแบบให้สามารถแยกบรรจุภัณฑ์โลหะได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ กระป๋องเหล็กเคลือบดีบุก ที่มีราคาซื้อขาย 2.70 บาทต่อหน่วย และ

กระป๋องโลหะอลูมิเนียมที่มีราคารับซื้อ 35.00 บาทต่อหน่วย โดยการประยุกต์ใช้ตัวตรวจจับวัตถุโลหะร่วมกับเซอร์โวมอเตอร์ควบคุมการทำงานโดยไม่โครคอนโทรลเลอร์ ประสิทธิภาพของต้นแบบ มีความถูกต้องในการคัดแยกขยะรีไซเคิลประเภทกระป๋องโลหะบรรจุภัณฑ์ร้อยละ 92.17 ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน สอดคล้องจากกลุ่มเป้าหมายในชุมชนอยู่ในระดับพอใจมาก

ผู้ศึกษาจึงนำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้ง 5 ท่านมาพัฒนาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว

2.4 กรอบแนวคิด



ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว
หมายเหตุ : ทดลองในสถานที่ต่างกัน คือ 1) สถานที่ปิด (เปิดไฟ) 2) สถานที่ปิด (ปิดไฟ) 3) สถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ)

กรอบแนวคิดการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาวแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ผู้ใช้ที่ 1 สามารถเลือกจุดหมายเพื่อให้รถถังขยะนั้นเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายที่ต้องการได้

ส่วนที่ 2 รถถังขยะ สามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายและกลับมายังจุดเดิมได้

ส่วนที่ 3 ผู้ใช้ที่ 2 สามารถทิ้งขยะและให้รถถังขยะเคลื่อนที่ไปยังจุดเดิมได้

การทดลองนี้ ทดลองในสถานที่ต่างกัันดังนี้

- 1) สถานที่ปิด (เปิดไฟ)
- 2) สถานที่ปิด (ปิดไฟ)
- 3) สถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

ในการศึกษา และพัฒนาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว ประกอบด้วย ดังนี้

3.1 เครื่องที่ใช้วิเคราะห์และออกแบบอุปกรณ์ IoT

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์ IoT

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพอุปกรณ์ IoT

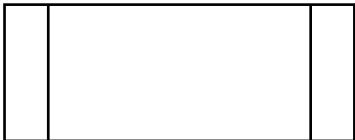
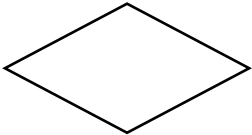
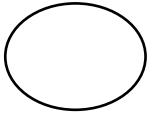
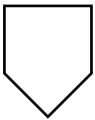
3.4 วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 เครื่องที่ใช้วิเคราะห์และออกแบบอุปกรณ์ IoT

เครื่องที่ใช้วิเคราะห์และออกแบบอุปกรณ์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว คือ draw.io ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบจำลองแผนภาพ มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 Flowchart เป็นผังงานที่ใช้แสดงแนวความคิด หรือขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม โดยใช้สัญลักษณ์แทนคำอธิบาย ไม่ว่าจะเป็นการใช้กรอบสี่เหลี่ยมเป็นสัญลักษณ์แทนการประมวลผล หรือจะเป็นการใช้ลูกศรแทนทิศทางการทำงานของโปรแกรม ซึ่งเราสามารถสรุปสัญลักษณ์การทำงานที่ควรทราบได้ ดังนี้

สัญลักษณ์	ความหมาย
	เริ่มต้นและสิ้นสุดการทำงานของโปรแกรม

	ประมาณการทำงานของโปรแกรม
	รับหรือแสดงผลโดยไม่กำหนดชนิดอุปกรณ์
	การทำงานย่อย
	ตรวจสอบเงื่อนไขเพื่อการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง
	แสดงผลข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์
	แสดงผลข้อมูลออกทางจอภาพ
	จุดเชื่อมต่อของแผนงาน
	ทิศทางการทำงานของโปรแกรม
	จุดเชื่อมต่อหน้าใหม่

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์ IoT

เครื่องมือที่ใช้การพัฒนาอุปกรณ์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว ประกอบด้วย ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ มีดังนี้

3.2.1 ด้านฮาร์ดแวร์

1) โน้ตบุ๊ก ใช้ในการพัฒนา และทดสอบอุปกรณ์

- ระบบปฏิบัติการ: Windows 11 Pro
- หน่วยประมวลผลกลาง: Intel Core i5-1035G1 @ 1.00GHz 1.19 GHz
- หน่วยความจำหลัก: 8 GB
- ฮาร์ดดิสก์: SSD 500 GB
- System type: 64-bit Operating System.

2) อุปกรณ์ IoT ใช้ในการพัฒนาและทดสอบอุปกรณ์

- โมดูล HC-SR04
- โมดูล IR Infrared
- โมดูล L298N
- Servo
- บอร์ด ESP32
- มอเตอร์ 1 ต่อ 220

3.2.2 ด้านซอฟต์แวร์

1) เว็บแอปพลิเคชัน Draw.io เป็นเครื่องมือออกแบบไดอะแกรมต่าง ๆ ผ่านเว็บไซต์ โดยไม่ต้องลงโปรแกรม สามารถใช้งานผ่านเว็บไซต์ www.draw.io ไม่จำเป็นต้องสมัครสมาชิก ที่สำคัญคือสามารถใช้งานได้ฟรี สามารถบันทึกลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ทันที และใช้งานง่าย มีความเกี่ยวข้องกับ Software Engineering คือเป็นเครื่องมือที่ใช้สร้างไดอะแกรม Flow Chart ในส่วนของการออกแบบระบบเมื่อเก็บความต้องการของผู้ใช้แล้วก่อนที่จะนำไปให้ฝั่งโปรแกรมเมอร์ เขียนโปรแกรมจะต้องมีการออกแบบเพื่อให้เข้าใจตรงกัน และเข้าใจกระบวนการทำงาน (พิรวัฒน์ จิน สุริวงษ์, 2560)

2) Arduino IDE เป็นโปรแกรมใช้งานลักษณะ Open source ซึ่ง Arduino IDE จะทำหน้าที่ติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นระบบ Windows, Mac OS X หรือ Linux กับ บอร์ด Arduino ซึ่งโปรแกรมนี้ออกแบบให้ง่ายต่อการเขียนโค้ดและอัปโหลดโปรแกรมที่เราเขียนเข้าสู่บอร์ด Arduino (The Invention, 2564)

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพอุปกรณ์ IoT

เครื่องมือที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว โดยใช้ตารางแบบการทดลองการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และสถานที่ต่างกัน ซึ่งตารางมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3.1 แบบการทดลองการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

จุดหมาย	สถานที่ปิด(เปิดไฟ)				สถานที่ปิด(ปิดไฟ)				สถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ)			
	เส้นสีดำ		เส้นสีขาว		เส้นสีดำ		เส้นสีขาว		เส้นสีดำ		เส้นสีขาว	
	ไป	กลับ	ไป	กลับ	ไป	กลับ	ไป	กลับ	ไป	กลับ	ไป	กลับ
สีเขียว												
สีเหลือง												
สีน้ำเงิน												

หมายเหตุ : ระยะเวลาที่ใช้ทดลองจะมีหน่วยเป็นวินาที

3.4 วิธีดำเนินการศึกษา

ในการการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาวมีขั้นตอน ในการดำเนินการศึกษา 6 ขั้นตอน ดังนี้

3.4.1 ศึกษา รวบรวมข้อมูล งานวิจัย วิทยานิพนธ์ แนวคิดเกี่ยวกับถังขยะอัจฉริยะ แนวคิดเกี่ยวกับ IoT และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.4.2 นำข้อมูลมาจากการศึกษามาออกแบบถังขยะเคลื่อนที่โดยใช้เว็บแอปพลิเคชัน Draw.io

3.4.3 พัฒนถังขยะเคลื่อนที่แบ่งออกเป็น 2 ดังนี้

1) ซอฟต์แวร์ โดย โปรแกรม Arduino IDE

2) ฮาร์ดแวร์ โดย อุปกรณ์ IoT

- โมดูล HC-SR04

- โมดูล IR Infrared

- โมดูล L298N

- Servo

- บอร์ด ESP32

- มอเตอร์ 1 ต่อ 220

3.4.4 ทดสอบถังขยะเคลื่อนที่

- ทดสอบรถถังขยะสามารถเคลื่อนที่ตามเส้นได้อย่างถูกต้อง

- ทดสอบรถถังขยะสามารถเคลื่อนที่ไปตามจุดหมายที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง

- รถถังขยะสามารถเคลื่อนที่ที่สามารถรับน้ำหนักของขยะได้

3.4.5 ทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ โดยใช้ตารางแบบทดลองการเปรียบเทียบ และสถานที่ต่างกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) สถานที่ปิด เปิดไฟ

- ระยะเวลาไปถึงจุดหมาย/กลับจากจุดหมายโดยใช้เส้นสีดำ

- ระยะเวลาไปถึงจุดหมาย/กลับจากจุดหมายโดยใช้เส้นสีขาว

2) สถานที่ปิด ปิดไฟ

- ระยะเวลาไปถึงจุดหมาย/กลับจากจุดหมายโดยใช้เส้นทางดำ
- ระยะเวลาไปถึงจุดหมาย/กลับจากจุดหมายโดยใช้เส้นทางขาว

3) สถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ)

- ระยะเวลาไปถึงจุดหมาย/กลับจากจุดหมายโดยใช้เส้นทางดำ
- ระยะเวลาไปถึงจุดหมาย/กลับจากจุดหมายโดยใช้เส้นทางขาว

3.4.6 จัดทำเอกสารและคู่มือการใช้งานถึงขยะเคลื่อนที่ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Office 2016

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว สามารถสรุปผลดำเนินการศึกษาได้ดังต่อไปนี้

- 4.1 ผลการศึกษา
- 4.2 ผลการวิเคราะห์ และออกแบบ
- 4.3 ผลการพัฒนาถังขยะเคลื่อนที่และเส้นทางเดินรถ
- 4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพถังขยะเคลื่อนที่
- 4.5 ผลการเปรียบเทียบถังขยะเคลื่อนที่

4.1 ผลการศึกษา

จากการศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาวโดยได้ผ่านการศึกษาจาก การรวบรวมข้อมูล งานวิจัย วิทยานิพนธ์ แนวคิดเกี่ยวกับถังขยะอัจฉริยะ แนวคิดเกี่ยวกับ IoT และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้รายละเอียดดังนี้

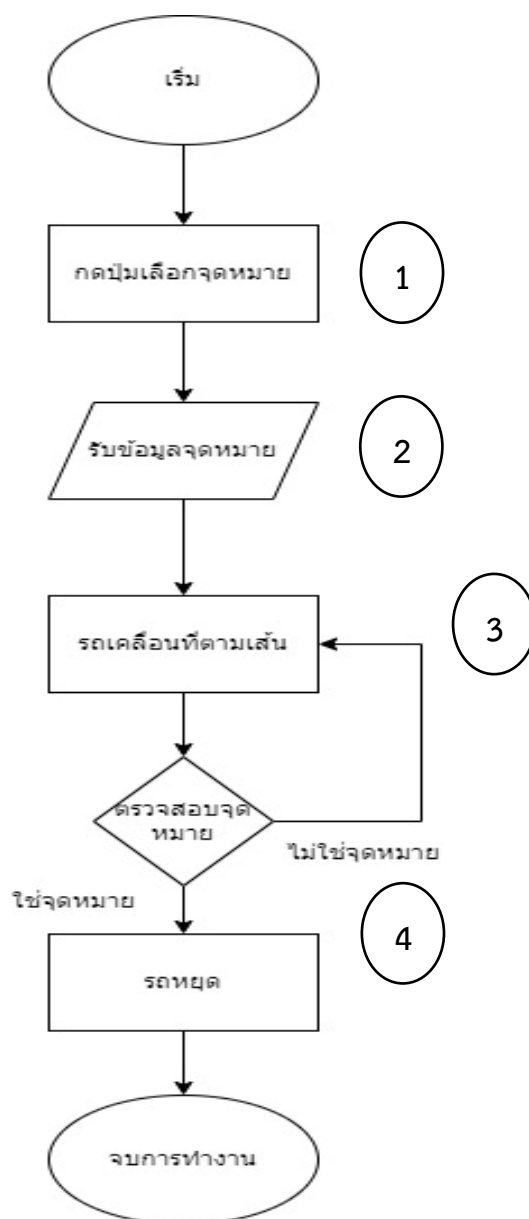
- รถถังขยะเคลื่อนที่ จะประกอบไปด้วย สามารถแบกน้ำหนักของขยะได้ สามารถเคลื่อนที่ไปตามจุดหมายที่กำหนดได้
- ถังขยะ สามารถที่จะเปิด/ปิด อัตโนมัติได้
- ถังขยะเคลื่อนที่สามารถเดินตามเส้นในสถานที่ต่างกันได้

4.2 ผลการวิเคราะห์ และออกแบบ

จากการวิเคราะห์ และออกแบบการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว ประกอบด้วย 1) Flowchart Diagram 2) โมเดลรถถังขยะ เคลื่อนที่ และถังขยะอัตโนมัติ 3) วงจรรถถังขยะเคลื่อนที่ และ ถังขยะอัตโนมัติ

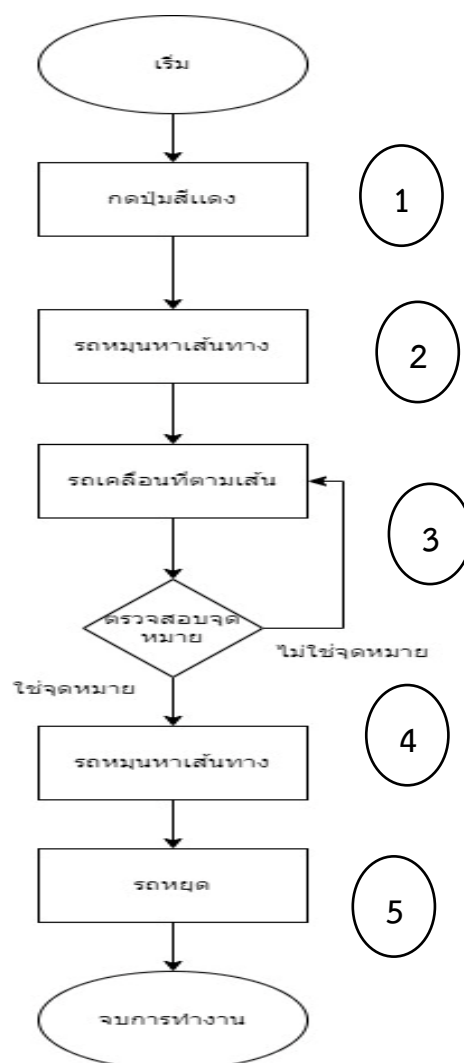
1) Flowchart Diagram

Flowchart Diagram ของรถถังขยะเคลื่อนที่ไปรับขยะสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 4.1 - 4.4



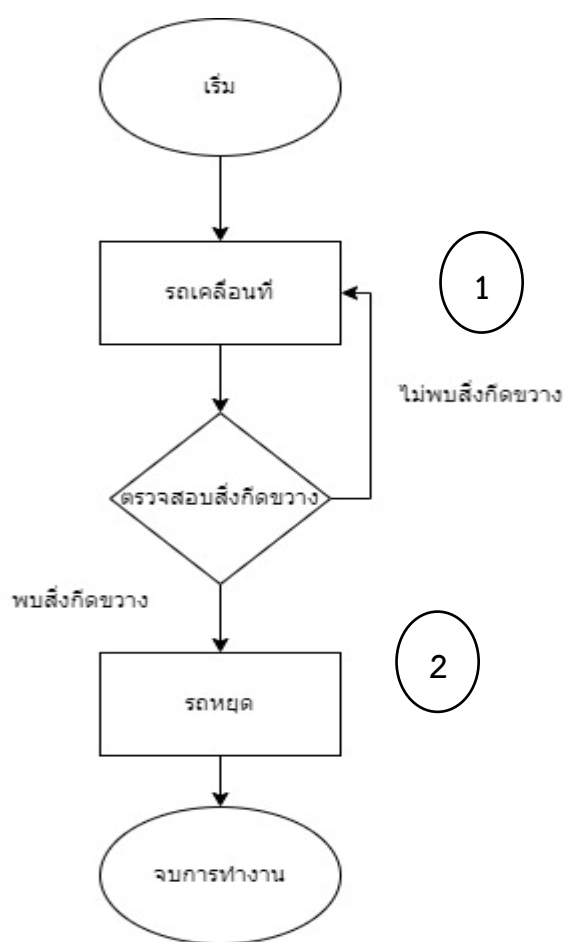
ภาพ 4.1 Flowchart Diagram การทำงานของรถถังขยะเคลื่อนที่ไปรับขยะ

จากภาพ 4.1 Flowchart Diagram การทำงานของรถถังขยะเคลื่อนที่ โดย 1) ทำคูปุ่มเลือกจุดหมาย 2) รถรับข้อมูลจุดหมาย 3) รถเคลื่อนที่ไปตามเส้น 4) รถเคลื่อนที่ตามเส้นจนถึงจุดหมายและหยุด



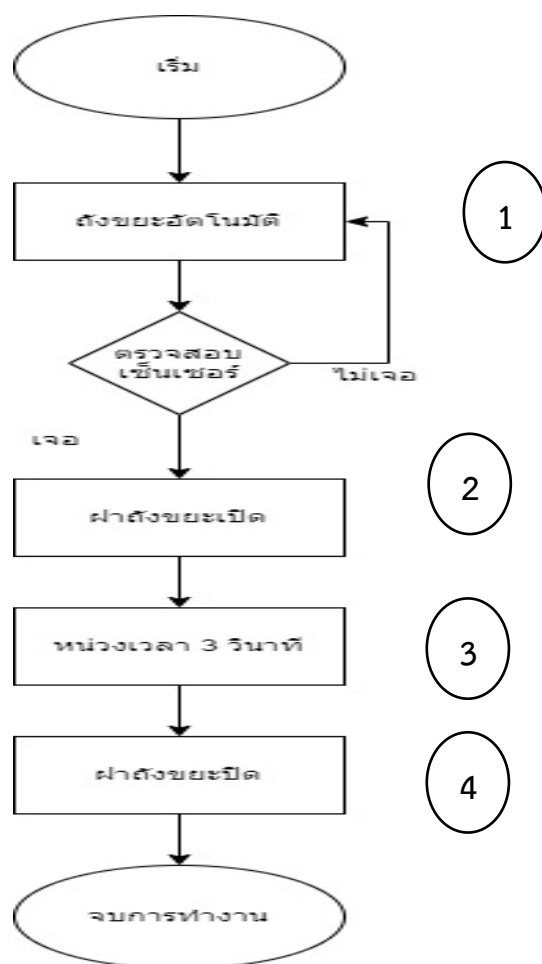
ภาพที่ 4.2 Flowchart Diagram การทำงานของรถถังขยะเคลื่อนที่การกลับไปจุดเดิม

จากภาพ 4.2 Flowchart Diagram การทำงานของรถถังขยะเคลื่อนที่การกลับรถไปจุดเดิม โดย 1) กดปุ่มสีแดง 2) รถหมุนหาเส้นทาง 3) รถเคลื่อนที่ตามเส้น 4) รถเคลื่อนที่ตามเส้นจนถึงจุดหมายและหมุนหาเส้นทาง 5) รถหยุด



ภาพที่ 4.3 Flowchart Diagram การทำงานของรถถังขยะเคลื่อนที่เมื่อพบสิ่งกีดขวาง

จากภาพ 4.3 Flowchart Diagram การทำงานของรถถังขยะเคลื่อนที่เมื่อพบสิ่งกีดขวาง โดย 1) รถเคลื่อนที่ไปตามเส้น 2) ถ้าตรวจพบสิ่งกีดขวางรถจะหยุด

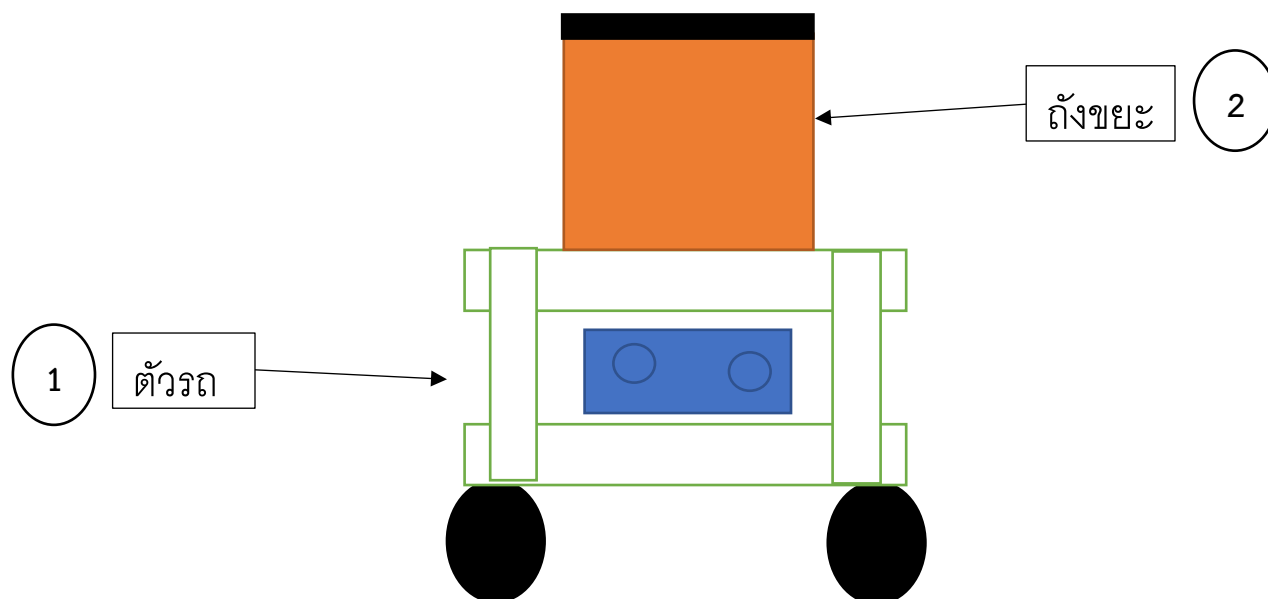


ภาพ 4.4 Flowchart Diagram การทำงานของถังขยะอัตโนมัติ

จากภาพ 4.4 Flowchart Diagram การทำงานของถังขยะอัตโนมัติ โดย 1) ถังขยะอัตโนมัติตรวจสอบ 2) ถ้าตรวจสอบพบทำการเปิดฝาถังขยะ 3) เปิดฝาถังขยะค้างไว้ 3 วินาที 4) ปิดฝาถังขยะ

หมายเหตุ : ภาพที่ 4.1-4.4 Flowchart Diagram ทดลองในสถานที่ต่างกัน คือ สถานที่ปิด (เปิดไฟ) สถานที่ปิด (ปิดไฟ) และสถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ)

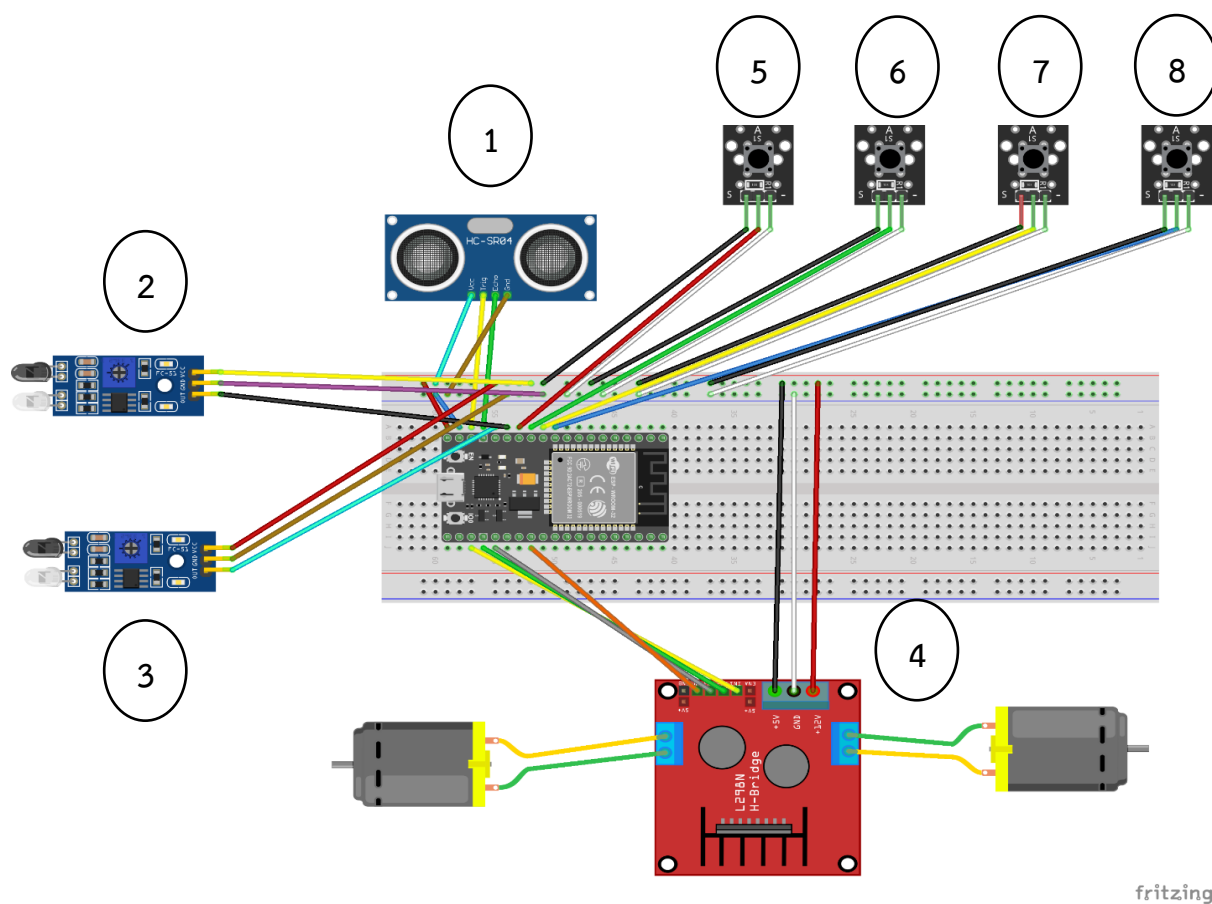
2) โมเดลรถถังขยะ เคลื่อนที่ และถังขยะอัตโนมัติ แสดงรายละเอียดได้ดังภาพ 4.5



ภาพ 4.5 การออกแบบโมเดลรถถังขยะ เคลื่อนที่ และถังขยะอัตโนมัติ

จากภาพ 4.5 โมเดลรถถังขยะ เคลื่อนที่ และถังขยะอัตโนมัติ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้ 1) ส่วนของตัวรถ 2) ส่วนของถังขยะอัตโนมัติ

3) วงจรรถถังขยะเคลื่อนที่ และ ถังขยะอัตโนมัติ แสดงรายละเอียดดังภาพ 4.6 - 4.7



ภาพ 4.6 การออกแบบวงจรถังขยะเคลื่อนที่

จากภาพ 4.6 สามารถอธิบายการออกแบบวงจรถังขยะเคลื่อนที่โดยแบ่งเป็น 8 ส่วนได้ดังนี้

1) HC-SR04 ออกแบบได้ดังนี้

- VCC ต่อกับ VCC ของ บอร์ด
- GND ต่อกับ GND ของ บอร์ด
- Trig ต่อกับ 13 ของ บอร์ด
- Echo ต่อกับ 12 ของบอร์ด

2) IR infrared ตัวที่ 1 ออกแบบได้ดังนี้

- VCC ต่อกับ VCC ของ บอร์ด
- GND ต่อกับ GND ของ บอร์ด
- OUT ต่อกับ 14 ของ บอร์ด

3) IR infrared ตัวที่ 2 ออกแบบได้ดังนี้

- VCC ต่อกับ VCC ของ บอร์ด
- GND ต่อกับ GND ของ บอร์ด
- OUT ต่อกับ 27 ของ บอร์ด

4) L298N ออกแบบได้ดังนี้

- 5v ต่อกับ VCC ของ บอร์ด
- 12v ต่อกับ VCC ของ บอร์ด
- GND ต่อกับ GND ของ บอร์ด
- A1 ต่อกับ 15 ของ บอร์ด
- A2 ต่อกับ 2 ของ บอร์ด
- B1 ต่อกับ 4 ของ บอร์ด
- B2 ต่อกับ 5 ของ บอร์ด

5) Push bottom switch module red ออกแบบได้ดังนี้

- GND ต่อกับ GND ของ บอร์ด
- VCC ต่อกับ VCC ของ บอร์ด
- OUT ต่อกับ 26 ของ บอร์ด

6) Push bottom switch module green ออกแบบได้ดังนี้

- GND ต่อกับ GND ของ บอร์ด
- VCC ต่อกับ VCC ของ บอร์ด
- OUT ต่อกับ 25 ของ บอร์ด

7) Push bottom switch module yellow ออกแบบได้ดังนี้

- GND ต่อกับ GND ของ บอร์ด

- VCC ต่อกับ VCC ของ บอร์ด

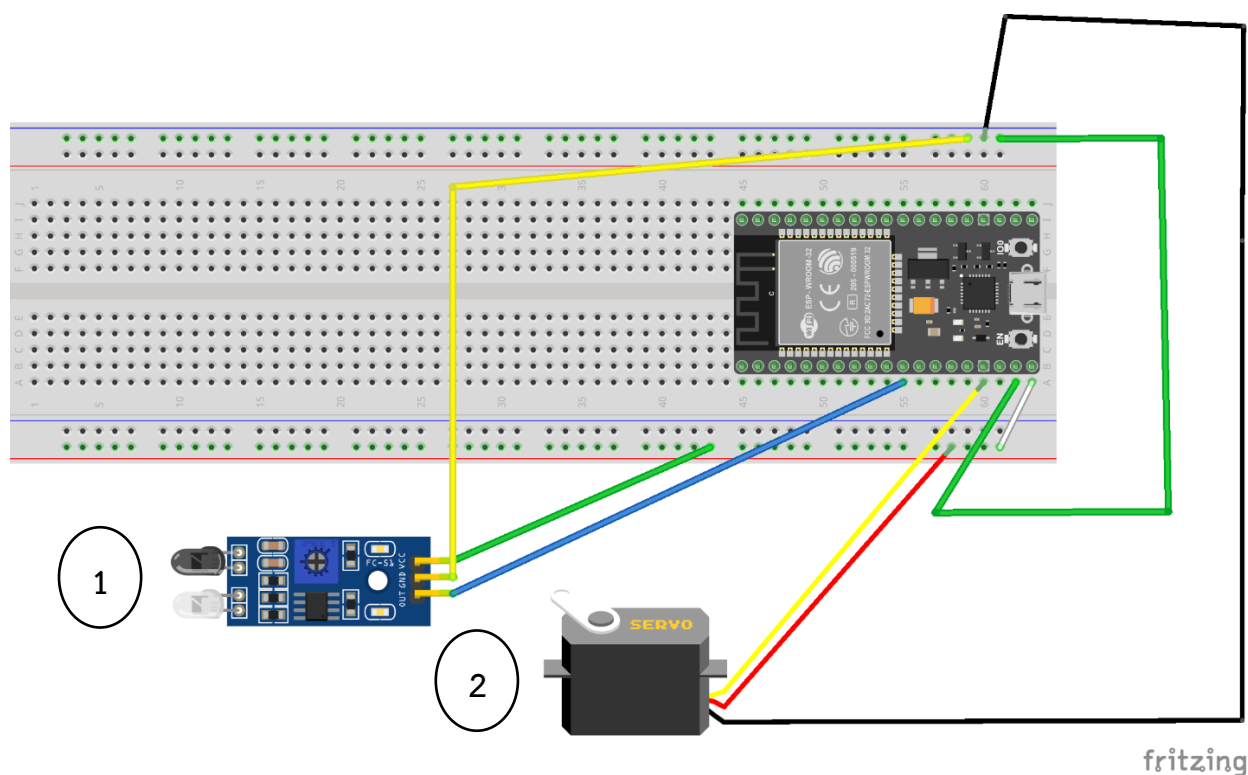
- OUT ต่อกับ 33 ของ บอร์ด

8) Push bottom switch module blue ออกแบบได้ดังนี้

- GND ต่อกับ GND ของ บอร์ด

- VCC ต่อกับ VCC ของ บอร์ด

- OUT ต่อกับ 32 ของ บอร์ด



ภาพ 4.7 การออกแบบวงจรรถถังขยะอัตโนมัติ

จากภาพ 4.7 สามารถอธิบายการออกแบบวงจรรถถังขยะอัตโนมัติที่โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนได้ดังนี้

1) IR infrared ออกแบบได้ดังนี้

- VCC ต่อกับ VCC ของ บอร์ด

- GND ต่อกับ GND ของ บอร์ด

- OUT ต่อกับ 25 ของ บอร์ด

2) Servo ออกแบบได้ดังนี้

- VCC ต่อกับ VCC ของ บอร์ด
- GND ต่อกับ GND ของ บอร์ด
- OUT ต่อกับ 13 ของ บอร์ด

4.3 ผลการพัฒนาถังขยะเคลื่อนที่และเส้นทางเดินรถ

ผลการพัฒนาการถังขยะเคลื่อนที่และเส้นทางเดินรถ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้ 1) รถถังขยะเคลื่อนที่ 2) ถังขยะอัตโนมัติ 3) เส้นทางเดินรถถังขยะเคลื่อนที่

4.3.1 ผลการพัฒนาการถังขยะเคลื่อนที่และเส้นทางเดินรถ ในส่วนของรถถังขยะเคลื่อนที่ แสดงรายละเอียดดังภาพ 4.8



ภาพ 4.8 การพัฒนาส่วนของรถถังขยะเคลื่อนที่

4.3.2 ผลการพัฒนาการถึงขยะเคลื่อนที่และเส้นทางเดินรถ ในส่วนของถังขยะอัตโนมัติ แสดงรายละเอียดดังภาพ 4.9

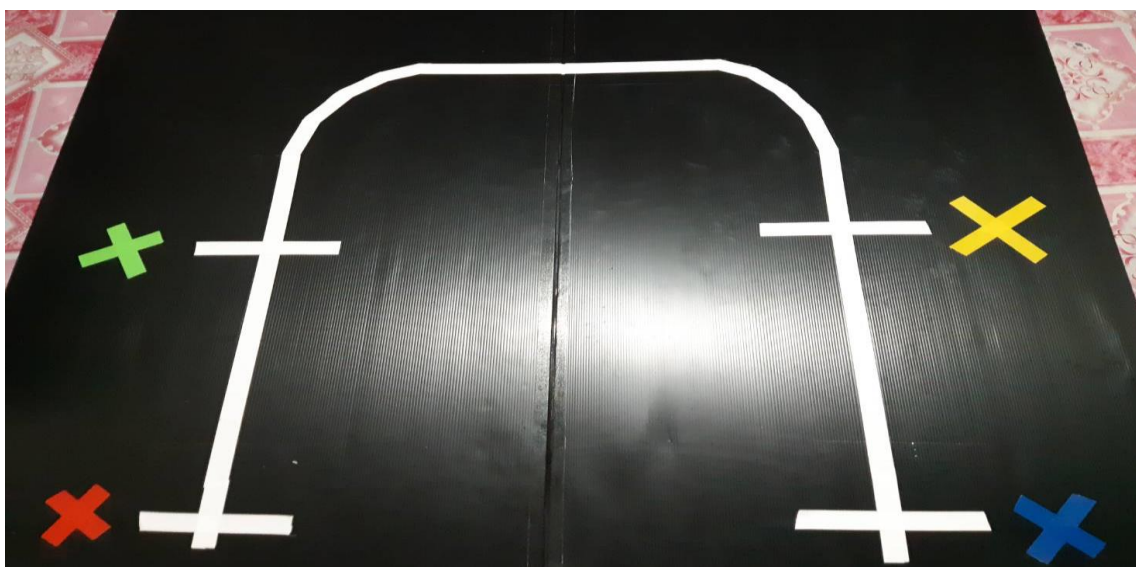


ภาพ 4.9 การพัฒนาส่วนของถังขยะอัตโนมัติ

4.3.3 ผลการพัฒนาการถึงขยะเคลื่อนที่และเส้นทางเดินรถ ในส่วนของเส้นทางเดิน แสดงรายละเอียดดังภาพ 4.10 – 4.11



ภาพ 4.10 เส้นทางเดินรถเส้นสีดำ



ภาพ 4.11 เส้นทางเดินรถเส้นสีขาว

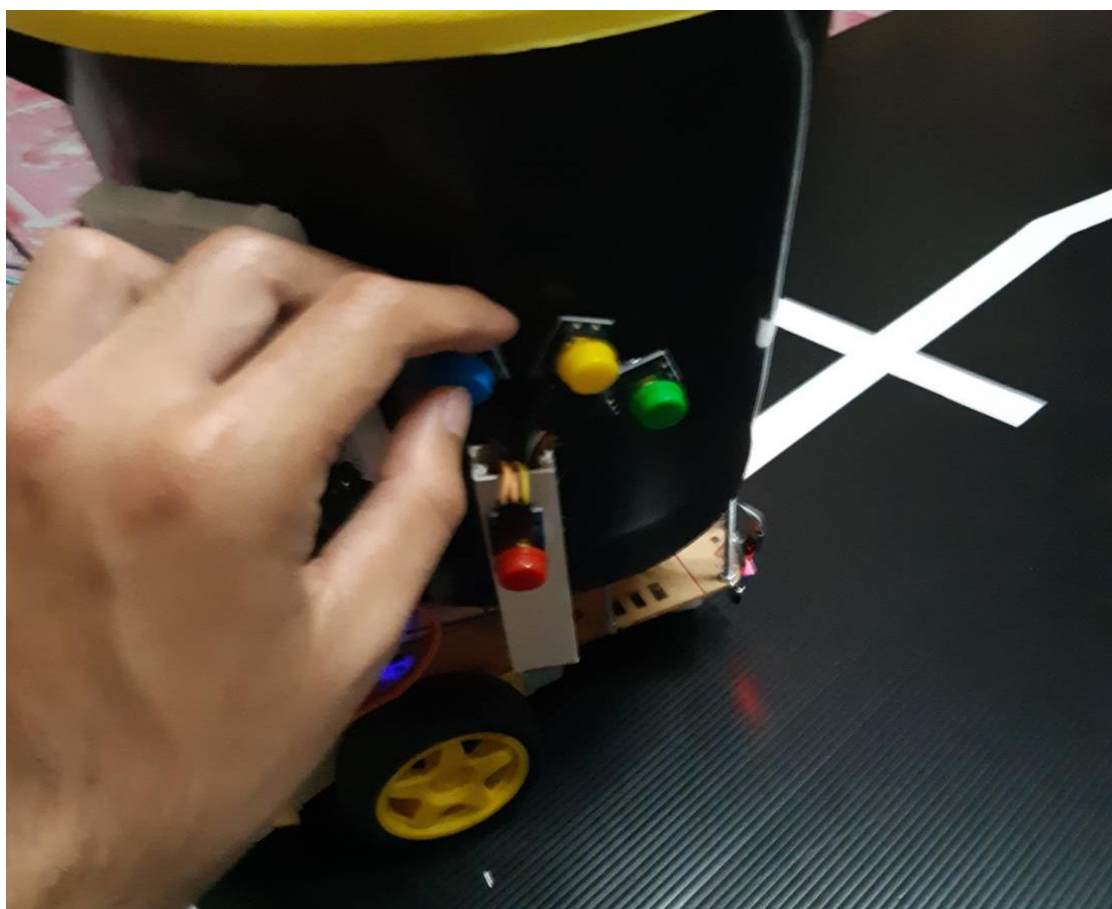
หมายเหตุ : ใช้เส้นทางเดินรถถึงขยะเคลื่อนที่ขนาด 2.5 เซนติเมตร

4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพถังขยะเคลื่อนที่

ผลการทดสอบประสิทธิภาพถังขยะเคลื่อนที่ แบ่งเป็น 6 ส่วนได้แก่ 1) ถังขยะเคลื่อนที่โดยใช้เส้นสีดำ 2) ถังขยะเคลื่อนที่โดยใช้เส้นสีขาว 3) ถังขยะอัตโนมัติ 4) สถานที่ปิด (เปิดไฟ) 5) สถานที่ปิด (ปิดไฟ) 6) สถานที่กลางแจ้ง(แสงธรรมชาติ)

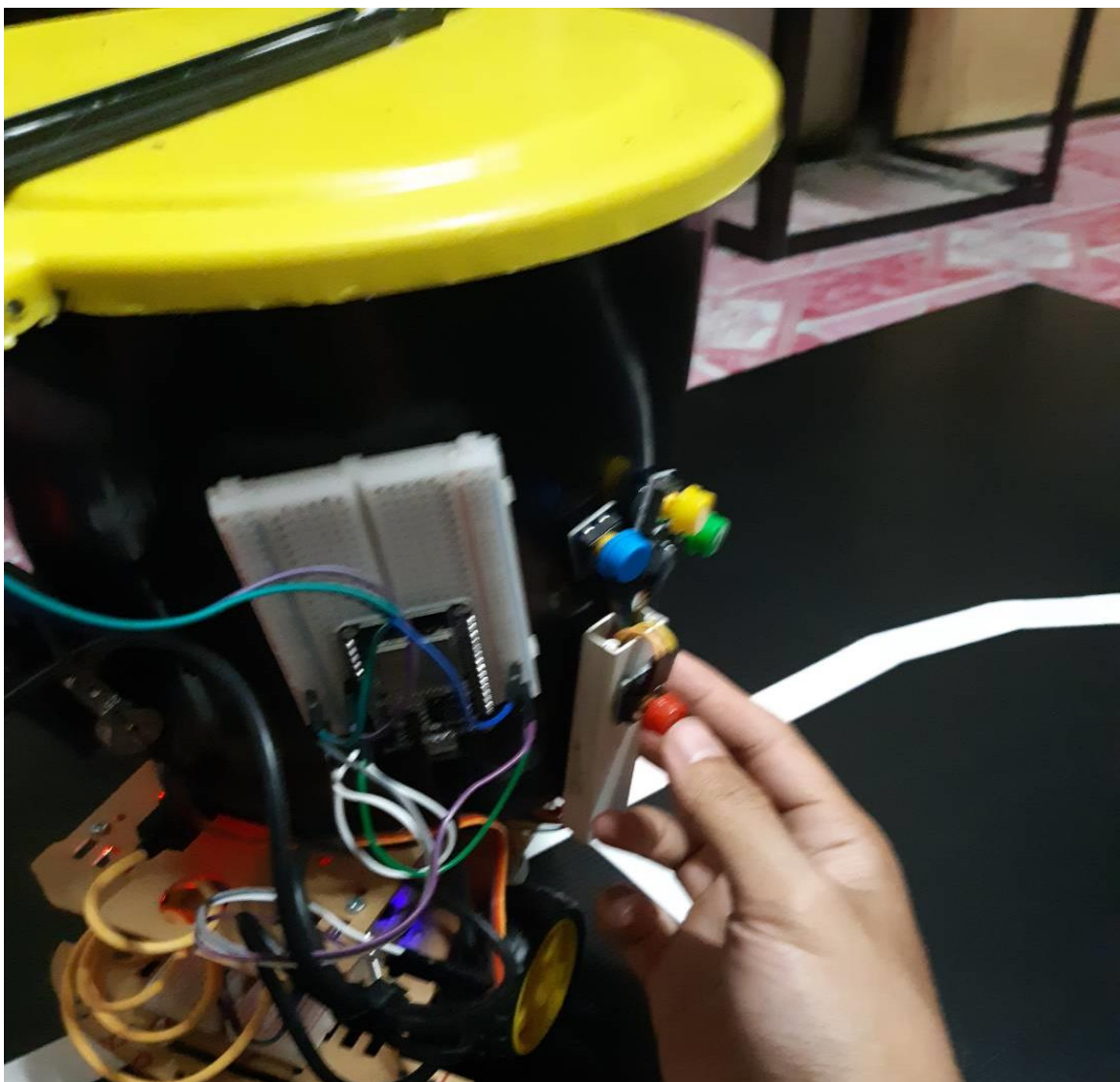
4.4.1 ถังขยะเคลื่อนที่โดยใช้เส้นสีดำ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกจุดหมายการเดินทางของรถถังขยะโดยการกดปุ่ม ดังภาพ 4.12



ภาพ 4.12 เลือกจุดหมายการเดินทางของรถถังขยะโดยการกดปุ่ม

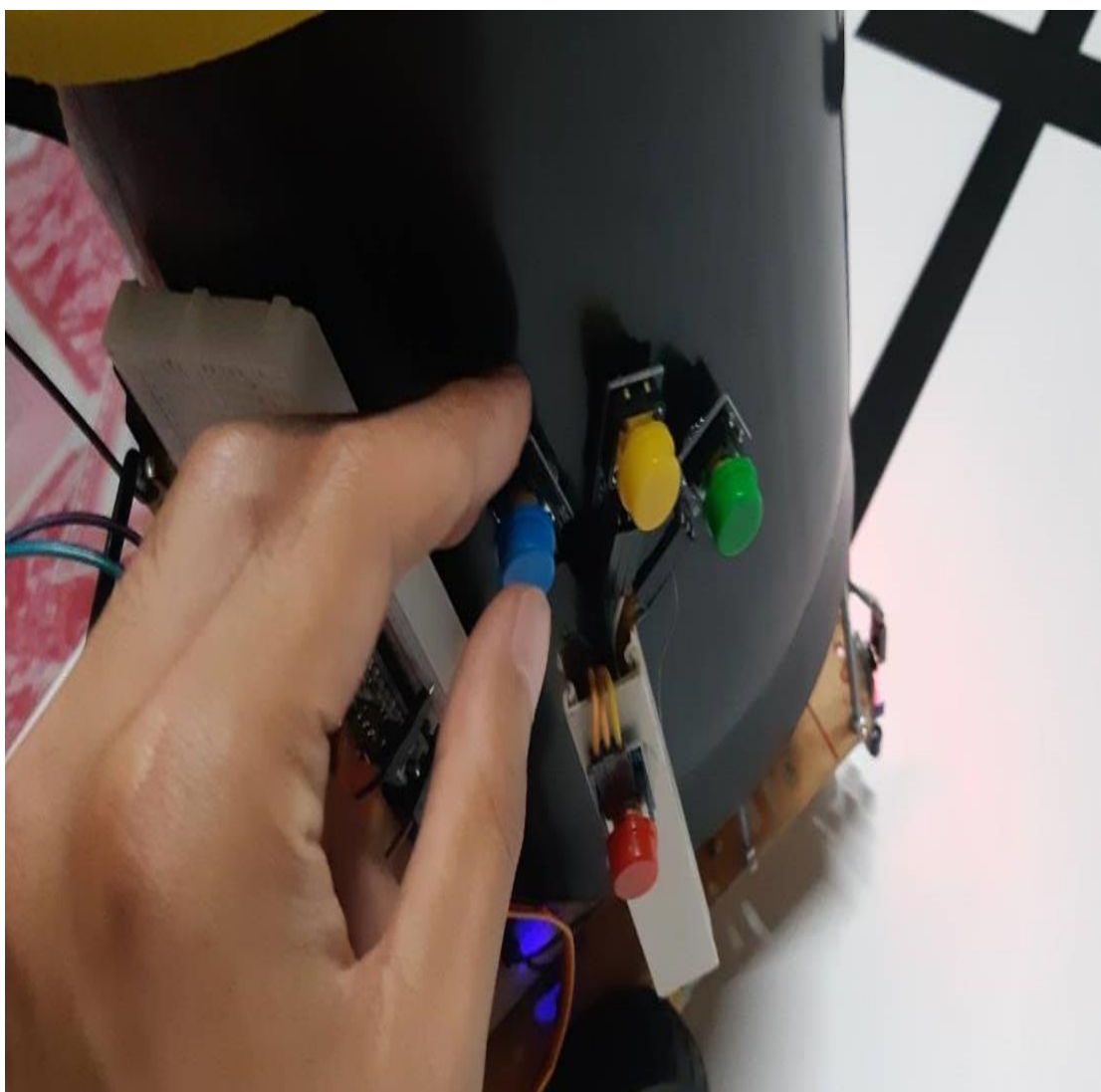
ขั้นตอนที่ 2 เมื่อมาถึงจุดหมาย ทำการกดปุ่มแดงเพื่อย้อนกลับรถถึงขยะ ดังภาพ 4.13



ภาพ 4.13 ทำการกดปุ่มแดงเพื่อย้อนกลับรถถึงขยะ

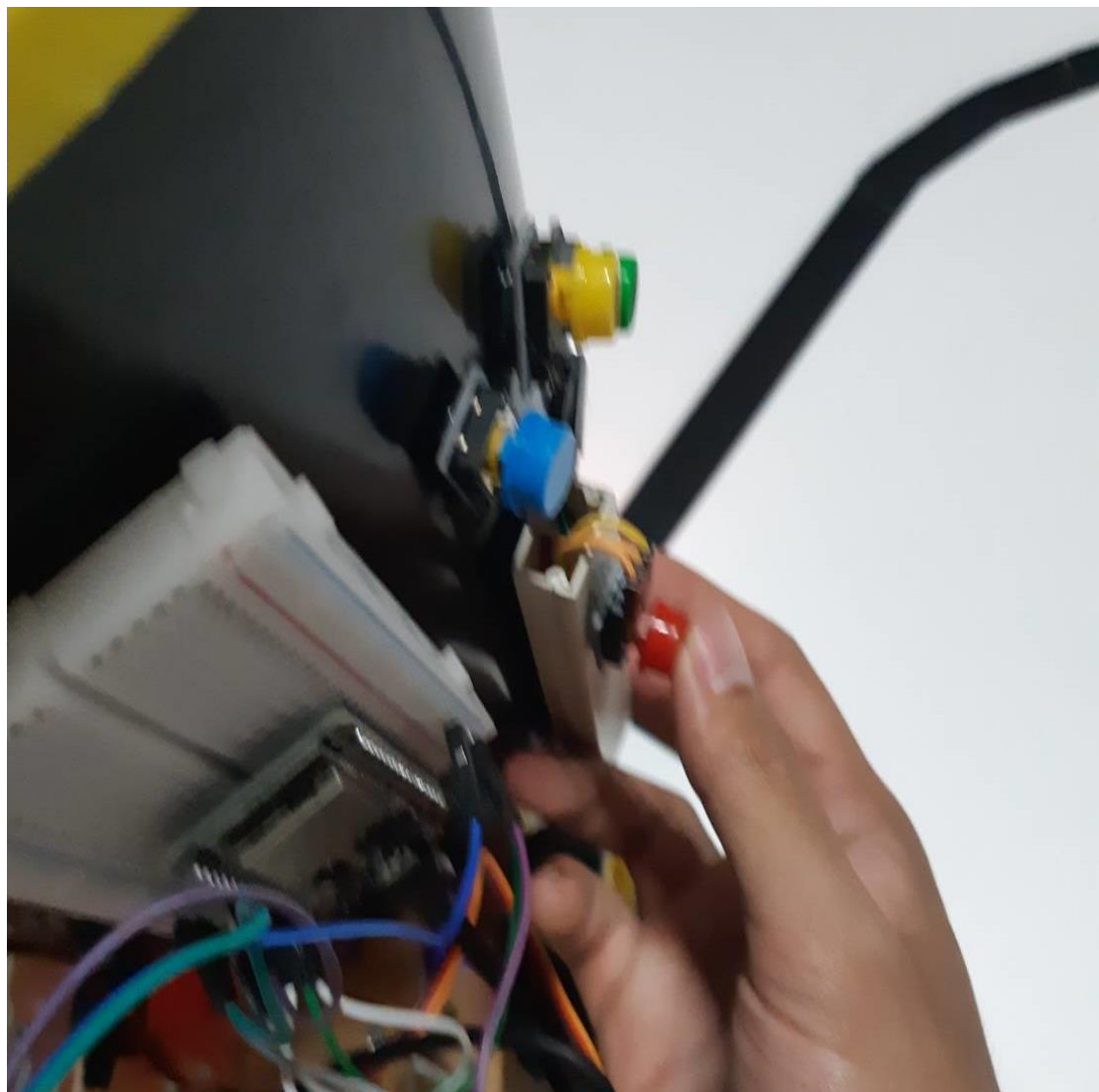
4.4.2 ถังขยะเคลื่อนที่ที่ใช้เส้นสีขาว แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกจุดหมายการเดินทางของรถถังขยะโดยการกดปุ่ม ดังภาพ 4.14



ภาพ 4.14 เลือกจุดหมายการเดินทางของรถถังขยะโดยการกดปุ่ม

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อรถถึงจุดหมาย ทำการกดปุ่มแดงเพื่อย้อนกลับรถถึงขยะ ดังภาพ 4.15

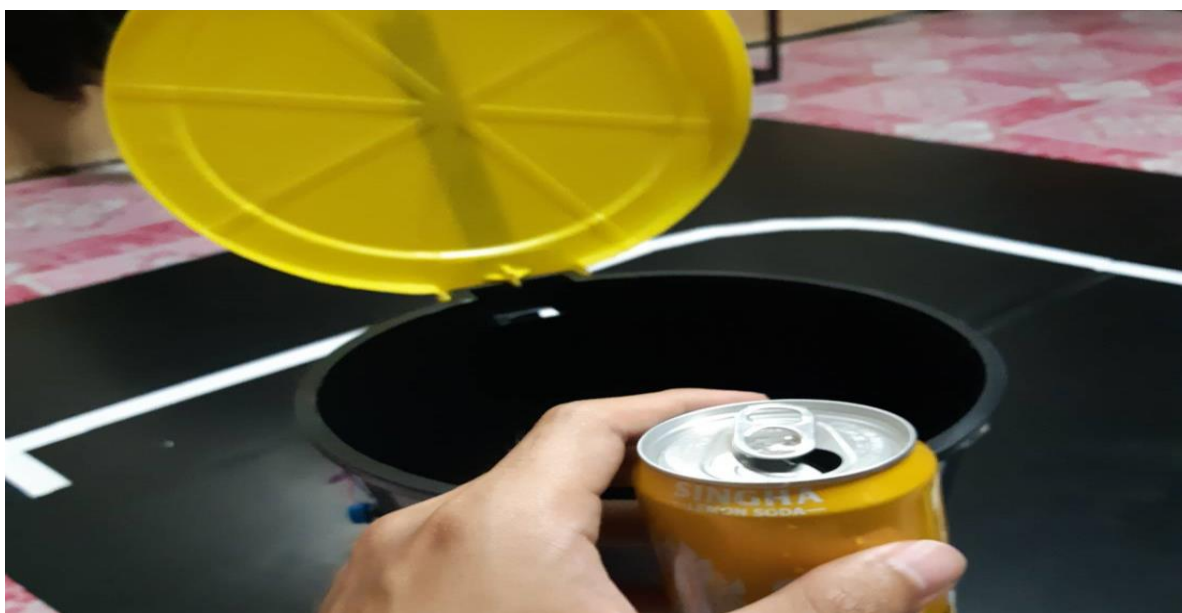


ภาพ 4.15 เลือกจุดหมายการเดินทางของรถถึงขยะโดยการกดปุ่ม

4.4.3 ถังขยะอัตโนมัติ สามารถเปิด/ปิดอัตโนมัติ ดังภาพ 4.16 - 4.19



ภาพ 4.16 ผลการทดสอบถังขยะอัตโนมัติ



ภาพ 4.17 ผลการทดสอบถังขยะอัตโนมัติ 2

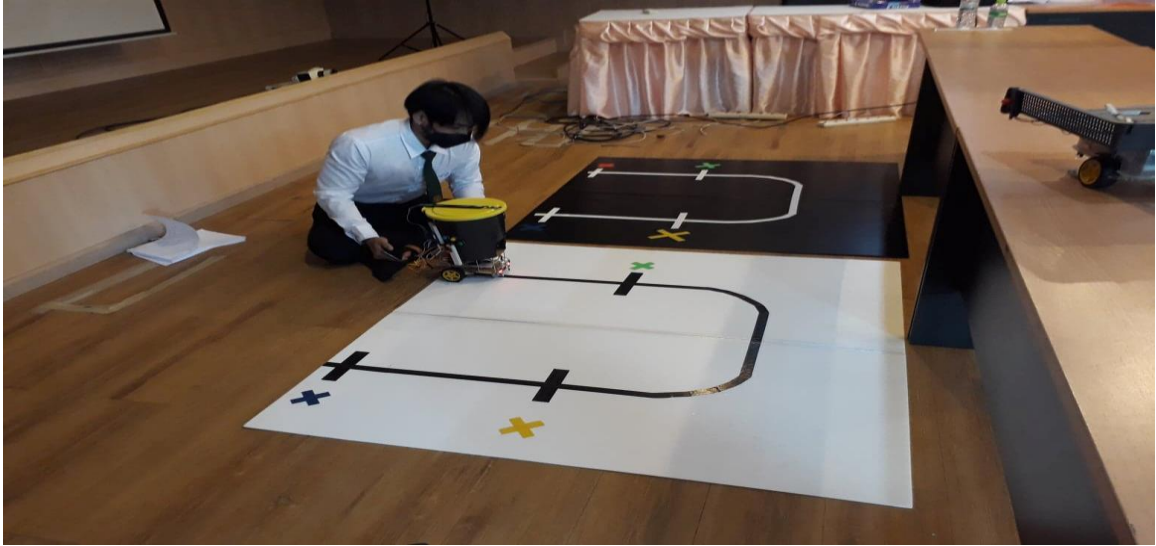


ภาพ 4.18 ผลการทดสอบถังขยะอัตโนมัติ 3



ภาพ 4.19 ผลการทดสอบถังขยะอัตโนมัติ 4

4.4.4 สถานที่ปิด (เปิดไฟ)



ภาพ 4.20 สถานที่ปิด (เปิดไฟ)

4.4.5 สถานที่ปิด (ปิดไฟ)



ภาพ 4.21 สถานที่ปิด (ปิดไฟ)

4.4.6 สถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ)



ภาพ 4.22 สถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ)

4.5 ผลการเปรียบเทียบถึงขยะเคลื่อนที่

ผู้ศึกษาได้นำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว มาทำการเปรียบเทียบโดยใช้ตารางแบบการทดลองการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และสถานที่ต่างกัน โดยได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตาราง 4.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว

จุดหมาย	สถานที่ปิด (เปิดไฟ)				สถานที่ปิด (ปิดไฟ)				สถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ)			
	เส้นสีดำ		เส้นสีขาว		เส้นสีดำ		เส้นสีขาว		เส้นสีดำ		เส้นสีขาว	
	ไป	กลับ	ไป	กลับ	ไป	กลับ	ไป	กลับ	ไป	กลับ	ไป	กลับ
สี่แยก	09.43	15.84	05.69	10.08	05.21	13.80	05.55	11.23	09.43	12.43	07.85	13.52
สี่เหลี่อง	30.43	39.50	28.64	36.33	31.98	39.40	29.40	35.20	30.71	38.33	27.82	36.18
สี่น้ำเงิน	41.78	51.80	37.64	47.48	41.13	48.32	37.88	44.44	39.49	46.94	35.64	46.69

หมายเหตุ : ระยะเวลาที่ใช้ทดลองจะมีหน่วยเป็นวินาที

จากตาราง 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาวได้ผลลัพธ์ดังนี้

1) สถานที่ปิด (เปิดไฟ) ระยะเวลาไปกลับจุดหมายโดยใช้เส้นสีดำ และระยะเวลาไปกลับจุดหมายโดยใช้เส้นสีขาว

ผลลัพธ์ได้ว่า

เส้นสีดำใช้เวลาเคลื่อนที่ไปยังจุดสี่แยก 9.43 วินาที และกลับใช้เวลา 15.84 วินาที

เส้นสีดำใช้เวลาเคลื่อนที่ไปยังจุดสี่เหลี่องใช้เวลา 30.43 วินาที และกลับใช้เวลา 39.50 วินาที

เส้นสีดำใช้เวลาเคลื่อนที่ไปยังจุดสี่น้ำเงินใช้เวลา 41.78 วินาที และกลับใช้เวลา 51.80 วินาที

จากนั้นนำระยะเวลาไปกลับจุดหมายมารวมกันทั้งหมดของการเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีดำในสถานที่ปิด (เปิดไฟ) แล้วนำมาหารด้วย 6 เพื่อหาค่าเฉลี่ยไปจะได้เท่ากับ $9.43 + 15.84 + 30.43 + 39.50 + 41.78 + 51.80 = 188.78 \div 6 = \underline{31.46}$ วินาที

เส้นสีขาวใช้เวลาเคลื่อนที่ไปยังจุดสีเขียว 5.69 วินาที และกลับใช้เวลา 10.08 วินาที

เส้นสีขาวใช้เวลาเคลื่อนที่ไปยังจุดสีเหลืองใช้เวลา 28.64 วินาที และกลับใช้เวลา 36.33 วินาที

เส้นสีขาวใช้เวลาเคลื่อนที่ไปยังจุดสีน้ำเงินใช้เวลา 37.64 วินาที และกลับใช้เวลา 47.48 วินาที

จากนั้นนำระยะเวลาไปกลับจุดหมายมารวมกันทั้งหมดของการเคลื่อนที่ด้วยเส้นขาวในสถานที่ปิด (เปิดไฟ) แล้วนำมาหารด้วย 6 เพื่อหาค่าเฉลี่ยไปจะได้เท่ากับ $5.69 + 10.08 + 28.64 + 36.33 + 37.64 + 47.48 = 165.86 \div 6 = \underline{27.64}$ วินาที

แสดงให้เห็นว่า สถานที่ปิด (เปิดไฟ) เหมาะสำหรับถึงขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีขาว เนื่องจากใช้ระยเวลาน้อยกว่าถึงขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีดำ ด้วยระยะเวลา $31.46 - 27.64 = \underline{3.82}$ วินาที

2) สถานที่ปิด (ปิดไฟ) ระยะเวลาไปกลับจุดหมายโดยใช้เส้นสีดำ และระยะเวลาไปกลับจุดหมายโดยใช้เส้นสีขาว

ผลลัพธ์ได้ว่า

เส้นสีดำใช้เวลาเคลื่อนที่ไปยังจุดสีเขียว 5.21 วินาที และกลับใช้เวลา 13.80 วินาที

เส้นสีดำใช้เวลาเคลื่อนที่ไปยังจุดสีเหลืองใช้เวลา 31.98 วินาที และกลับใช้เวลา 39.40 วินาที

เส้นสีดำใช้เวลาเคลื่อนที่ไปยังจุดสีน้ำเงินใช้เวลา 41.13 วินาที และกลับใช้เวลา 48.32 วินาที

จากนั้นนำระยะเวลาไปกลับจุดหมายมารวมกันทั้งหมดของการเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีดำในสถานที่ปิด (ปิดไฟ) แล้วนำมาหารด้วย 6 เพื่อหาค่าเฉลี่ยไปจะได้เท่ากับ $5.21 + 13.80 + 31.98 + 39.40 + 41.13 + 48.32 = 179.84 \div 6 = \underline{29.97}$ วินาที

เส้นสีขาวใช้เวลาเคลื่อนที่ไปยังจุดสีเขียว 5.55 วินาที และกลับใช้เวลา 11.23 วินาที

เส้นสีขาวใช้เวลาเคลื่อนที่ไปยังจุดสีเหลืองใช้เวลา 29.40 วินาที และกลับใช้เวลา 35.20 วินาที

เส้นสีขาวใช้เวลาเคลื่อนที่ไปยังจุดสีน้ำเงินใช้เวลา 37.88 วินาที และกลับใช้เวลา 44.44 วินาที

จากนั้นนำระยะเวลาไปกลับจุดหมายมารวมกันทั้งหมดของการเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีขาวในสถานที่ปิด (ปิดไฟ) แล้วนำอาหารด้วย 6 เพื่อหาค่าเฉลี่ยไปจะได้เท่ากับ $5.55 + 11.23 + 29.40 + 35.20 + 37.88 + 44.44 = 163.7 \div 6 = 27.28$ วินาที

แสดงให้เห็นว่า สถานที่ปิด (ปิดไฟ) เหมาะสำหรับถึงขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีขาวเนื่องจากใช้ระยเวลาน้อยกว่าถึงขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีดำ ด้วยระยะเวลา $29.97 - 27.28 = 2.69$ วินาที

3) สถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ) ระยะเวลาไปกลับจุดหมายโดยใช้เส้นสีดำ และระยะเวลาไปกลับจุดหมายโดยใช้เส้นสีขาว

ผลลัพธ์ได้ว่า

เส้นสีดำใช้เวลาเคลื่อนที่ไปยังจุดสีเขียว 9.43 วินาที และกลับใช้เวลา 12.43 วินาที

เส้นสีดำใช้เวลาเคลื่อนที่ไปยังจุดสีเหลืองใช้เวลา 30.71 วินาที และกลับใช้เวลา 38.33 วินาที

เส้นสีดำใช้เวลาเคลื่อนที่ไปยังจุดสีน้ำเงินใช้เวลา 39.49 วินาที และกลับใช้เวลา 46.94 วินาที

จากนั้นนำระยะเวลาไปกลับจุดหมายมารวมกันทั้งหมดของการเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีดำในสถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ) แล้วนำอาหารด้วย 6 เพื่อหาค่าเฉลี่ยไปจะได้เท่ากับ $9.43 + 12.43 + 30.71 + 38.33 + 39.49 + 46.94 = 177.33 \div 6 = 29.55$ วินาที

เส้นสีขาวใช้เวลาเคลื่อนที่ไปยังจุดสีเขียว 7.85 วินาที และกลับใช้เวลา 13.52 วินาที

เส้นสีขาวใช้เวลาเคลื่อนที่ไปยังจุดสีเหลืองใช้เวลา 27.82 วินาที และกลับใช้เวลา 36.18 วินาที

เส้นสีขาวใช้เวลาเคลื่อนที่ไปยังจุดสีน้ำเงินใช้เวลา 35.64 วินาที และกลับใช้เวลา 46.69 วินาที

จากนั้นนำระยะเวลาไปกลับจุดหมายมารวมกันทั้งหมดของการเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีขาวในสถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ) แล้วนำอาหารด้วย 6 เพื่อหาค่าเฉลี่ยไปจะได้เท่ากับ $7.85 + 13.52 + 27.82 + 36.18 + 35.64 + 46.69 = 167.7 \div 6 = 27.95$ วินาที

แสดงให้เห็นว่า สถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ) เหมาะสำหรับถึงขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีขาวเนื่องจากใช้ระยเวลาน้อยกว่าถึงขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีดำ ด้วยระยะเวลา $29.55 - 27.95 = 1.6$ วินาที

จากผลลัพธ์ผู้ศึกษาจึงนำผลของระยะเวลาเฉลี่ยของถังขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นดำกับถังขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นขาวมาทำการรวมกันทั้ง 3 สถานที่คือ 1) สถานที่ปิด (เปิดไฟ) 2) สถานที่ปิด (ปิดไฟ) 3) สถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ) เส้นสีดำได้ระยะเวลาเฉลี่ย $31.46 + 29.97 + 29.55 = 90.98$ วินาที เส้นสีขาวได้ระยะเวลาเฉลี่ย $27.64 + 27.28 + 27.95 = 82.87$ วินาที แล้วนำผลรวมระยะเวลาเฉลี่ยมาหาผลต่าง จึงได้ว่า $90.98 - 82.87 = 8.11$ วินาที

สรุปผลการเปรียบเทียบถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว พบว่า ถังขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีขาวนั้นใช้เวลาน้อยกว่าถังขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีดำ โดยใช้เวลาน้อยกว่า 8.11 วินาที จากผลลัพธ์และผลสรุปทำให้ทราบว่า ถังขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีขาวนั้นมีประสิทธิภาพมากกว่าถังขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีดำ

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว สามารถสรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะได้ดังต่อไปนี้

- 5.1 สรุปผลการศึกษา
- 5.2 อภิปรายผล
- 5.3 ข้อจำกัดของโครงการ
- 5.4 คุณค่าของการศึกษา
- 5.5 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว มีวัตถุประสงค์ 4 ข้อ คือ 1) เพื่อศึกษาการทำถังขยะเคลื่อนที่ 2) เพื่อพัฒนาการทำงานถังขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีดำ 3) เพื่อพัฒนาการทำงานถังขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีขาว 4) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว โดยใช้สถานที่ต่างกัน 3 สถานที่คือ 1) สถานที่ปิด (เปิดไฟ) 2) สถานที่ปิด (ปิดไฟ) และ 3) สถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ)

มีวิธีการดำเนินการศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) ขั้นตอนศึกษาโดยเริ่มเก็บ รวบรวมข้อมูล งานวิจัย วิทยานิพนธ์ แนวคิดเกี่ยวกับถังขยะอัจฉริยะ แนวคิดเกี่ยวกับ IoT และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2) ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบ ประกอบไปด้วย 1) Flowchart Diagram 2) โมเดลรถถังขยะ เคลื่อนที่ และถังขยะอัตโนมัติ 3) วงจรรถถังขยะเคลื่อนที่ และ ถังขยะอัตโนมัติ โดยใช้เว็บแอปพลิเคชัน Draw.io

3) ขั้นตอนพัฒนาการถึงขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว โดยใช้ซอฟต์แวร์ โปรแกรม Arduino IDE และใช้ฮาร์ดแวร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และอุปกรณ์ IoT

4) ขั้นตอนการนำไปทดลองใช้งานและเปรียบเทียบประสิทธิภาพ โดยจากตารางแบบทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และ สถานที่ต่างกันคือ 1) สถานที่ปิด (เปิดไฟ) 2) สถานที่ปิด (ปิดไฟ) และ 3) สถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ)

ผลจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว โดยนำผลจากตารางแบบทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ผลลัพธ์พบว่า ถังขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีขาวนั้นมีประสิทธิภาพมากกว่าถังขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีดำ จากการเปรียบเทียบ 1) จากสถานที่ปิด (เปิดไฟ) 2) สถานที่ปิด (ปิดไฟ) และ 3) สถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ) ทั้ง 3 สถานที่ ถังขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีขาวนั้นใช้ระยะเวลาน้อยกว่าถังขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีดำ โดยใช้เวลาน้อยกว่า 8.11 วินาที

5.2 อภิปรายผล

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว โดยแบบทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และ สถานที่ต่างกันคือ 1) สถานที่ปิด (เปิดไฟ) 2) สถานที่ปิด (ปิดไฟ) และ 3) สถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ) ผู้ศึกษาได้แปลผลสิ่งที่ค้นพบในลักษณะการตีความส่วนที่มีความสัมพันธ์ และเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการศึกษารั้งนี้ โดยแบ่งการอธิบายผลดังนี้

1.วัตถุประสงค์ข้อแรกคือ “เพื่อศึกษาการทำถังขยะเคลื่อนที่” โดยเริ่มศึกษาโดยเริ่มเก็บรวบรวมข้อมูล งานวิจัย วิทยานิพนธ์ แนวคิดเกี่ยวกับถังขยะอัจฉริยะ แนวคิดเกี่ยวกับ IoT งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำข้อมูลมาวิเคราะห์และวางแผน ทำให้ได้วิธีการออกแบบถังขยะอัจฉริยะที่สามารถเปิด/ปิดอัตโนมัติเพื่อช่วยลดการสัมผัสเชื้อโรคบริเวณฝาทิ้งขยะ ทำให้การจัดเก็บขยะมีประสิทธิภาพมากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อานนท์ เนตรयोग และอิติมา นริศเนตร

2.วัตถุประสงค์ข้อสองคือ “เพื่อพัฒนาการทำงานถังขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีดำ” วัตถุประสงค์ข้อนี้สืบเนื่องมาจากวัตถุประสงค์ข้อแรก โดยนำข้อมูลจากจากศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัย วิทยานิพนธ์ แนวคิดเกี่ยวกับถังขยะอัจฉริยะ แนวคิดเกี่ยวกับ IoT งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผลจากการวิจัยพบว่าการวิเคราะห์และออกแบบประกอบด้วย 1) Flowchart Diagram 2) โมเดลรถถังขยะเคลื่อนที่ และถังขยะอัตโนมัติ 3) วงจรรถถังขยะเคลื่อนที่ และ ถังขยะอัตโนมัติ ในการพัฒนาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว จะแบ่งเป็น 3 ส่วนได้แก่ ส่วนของผู้ใช้คนที่1 ส่วนของผู้ใช้คนที่2 ส่วนของรถถังขยะ ทำให้ได้พัฒนาตัวรถถังขยะที่เคลื่อนที่ด้วยเส้นสีดำ โดยใช้เซ็นเซอร์ LR Infraed ,L298N ,HC-SR04 ,Servo ,บอร์ด ESP32 และมอเตอร์ 1 ต่อ 220 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กนกวรรณ ศรีวงศ์สุข,จิราวรรณ ภูพิง และสมิตตา นกสกุล

3.วัตถุประสงค์ข้อสามคือ “เพื่อพัฒนาการทำงานถังขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีขาว” วัตถุประสงค์ข้อนี้สืบเนื่องมาจากวัตถุประสงค์ข้อแรก โดยนำข้อมูลจากจากศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัย วิทยานิพนธ์ แนวคิดเกี่ยวกับถังขยะอัจฉริยะ แนวคิดเกี่ยวกับ IoT งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผลจากการวิจัยพบว่าการวิเคราะห์และออกแบบประกอบด้วย 1) Flowchart Diagram 2) โมเดลรถถังขยะเคลื่อนที่ และถังขยะอัตโนมัติ 3) วงจรรถถังขยะเคลื่อนที่ และ ถังขยะอัตโนมัติ ในการพัฒนาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว จะแบ่งเป็น 3 ส่วนได้แก่ ส่วนของผู้ใช้คนที่ 1 ส่วนของผู้ใช้คนที่ 2 ส่วนของรถถังขยะ ทำให้ได้พัฒนาตัวรถถังขยะที่เคลื่อนที่ด้วยเส้นสีขาว โดยใช้เซ็นเซอร์ LR Infraed ,L298N ,HC-SR04 ,Servo ,บอร์ด ESP32 และมอเตอร์ 1 ต่อ 220 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กนกวรรณ ศรีวงศ์สุข,จิราวรรณ ภูพิง และสมิตตา นกสกุล

4.วัตถุประสงค์ข้อสี่คือ “เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว” วัตถุประสงค์ข้อนี้เป็นตัวบ่งชี้ถึงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว โดยใช้ตารางแบบทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพ จากสถานที่ปิด (เปิดไฟ) สถานที่ปิด (ปิดไฟ) และสถานที่กลางแจ้ง (แสงธรรมชาติ) และได้

นำผลมาเปรียบเทียบ พบถึงขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีขาวนั้นใช้ระยะเวลาน้อยกว่าถึงขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีด้า ทั้ง 3 สถานที่ โดยใช้เวลาน้อยกว่า 8.11 วินาที จึงสรุปได้ว่าประสิทธิภาพของถึงขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีขาวนั้นมีมากกว่าถึงขยะเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีด้า ทำให้ได้รับรู้ผลการทดสอบและประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปัญจพล ไทปิยะ

5.3 ข้อจำกัดของโครงการ

- 1) รถถึงขยะเคลื่อนที่ได้เพียงเส้นด้ากับเส้นสีขาวเท่านั้น
- 2) รถถึงขยะเคลื่อนที่ได้เพียงไปและกลับเท่านั้น
- 3) รถถึงขยะเคลื่อนที่ได้ทดลองเปรียบเทียบเพียง 3 สถานที่เท่านั้น

5.4 คุณค่าของการศึกษา

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถึงขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีด้ากับเส้นสีขาวมีคุณค่าของการศึกษาดังต่อไปนี้

- 1) ถึงขยะเคลื่อนที่นี้ช่วยแบ่งเบาภาระแก่ผู้ใช้ได้
- 2) ถึงขยะเคลื่อนที่นี้ช่วยเพิ่มสุขอนามัยแก่ผู้ใช้ได้
- 3) ถึงขยะเคลื่อนที่นี้สามารถบ่งบอกว่าการเคลื่อนที่ด้วยเส้นขาวมีประสิทธิภาพมากกว่าการเคลื่อนที่ด้วยเส้นสีด้า

5.5 ข้อเสนอแนะ

- 1) ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถึงขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีด้ากับเส้นสีขาวนี้ ใช้เพียงเส้นสีด้ากับขาวควรพัฒนาให้ใช้กับเส้นสีอื่นได้
- 2) ควรพัฒนารถถึงขยะเคลื่อนที่ให้มีความเร็วในการเคลื่อนที่มากขึ้นเพื่อลดระยะเวลาในการทำงาน
- 3) ควรพัฒนารถถึงขยะเคลื่อนที่ให้สามารถสั่งการผ่านมือถือ หรือ ผ่านเว็บไซต์ได้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กนกวรรณ ศรีวงศ์สุข,จิราวรรณ ภู่งิ่ง และสมิตตา นกสกุล.(2562).**ถึงขยะอัจฉริยะ**.สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2563,จาก

<https://www.princess-it-foundation.org/project/wp-content/uploads/2019/09/99.pdf>

จิรัตน์ ตัณฑ์เจริญรัตน์,ทศทิศ ท้าวทองดี,จิรภัทร สุขโต และอัฐพล มั่นถาวรวงศ์.(2561).**ถึงขยะอัจฉริยะ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต**.สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2563,จาก

<http://www.thaiinvention.net/idetail.php?p=cHJvamVjdF9pZD0xMzQ1NSZjZmdfaWQ9MjMmY29tcGV0X2lkPTE=&cond=>

ทิพานัน พงษ์สุวรรณ,อนุพงษ์ ดิตะ และภาณุวัตร อุทัยบาล.(2561).**ระบบติดตามถึงขยะอัจฉริยะ**.สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2563,จาก

<http://pulinet2019.buu.ac.th/Documentation/Proceeding/Ora/IT/3.pdf>

ปัญญาพล ไทยปิยะ.(2560).**การพัฒนาต้นแบบถึงขยะอัจฉริยะ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และสร้างเศรษฐกิจสร้างสรรค์ ภายใต้แผนงานวิจัย การพัฒนาระบบบริหารจัดการขยะเพิ่มสุขภาวะ และเศรษฐกิจแบบสร้างสรรค์**. สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2563,จาก

<http://www.lrdssystem.com/file/get/php4gxhY01553229712.pdf>

พระราชบัญญัติสาธารณสุข.(2484).**ถึงขยะ หมายถึง** .สืบค้นเมื่อ 9 มกราคม 2563,จาก

<https://www.pmit.co.th/>

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ.(2560).

IoT.สืบค้นเมื่อ 5 เมษายน 2563 ,จาก

<http://www.nbtc.go.th/getattachment/Services/quarter2560/ปี-2560/ไตรมาส-3-ปี-2560-เอกสารแนบ.pdf.aspx>

อานนท์ เนตรยongและธิติมา นริศเนตร.(2562).**ถึงขยะอัจฉริยะแจ้งเตือนผ่านเว็บไซต์** สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2563, จาก

<https://fit.ssru.ac.th/useruploads/files/20190619/fcac2f3d92ec41a2e0a13c6faeef5aef0a28a365.pdf>

บรรณานุกรม (ต่อ)

Aware. (2563).ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคือ Internet of Things (IoT). สืบค้นเมื่อ 9

มกราคม 2563,จาก <https://www.aware.co.th/iot-คืออะไร/>

MDsoft.(2563).draw.io.สืบค้นเมื่อ 24 พฤษภาคม 2563,จาก

<https://www.mdsoft.co.th/%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89/195-draw-io-generator-diagram-online.html>

Km,prd.(2560).IoT.สืบค้นเมื่อ 29 มกราคม 2563,จาก <http://km.prd.go.th/iot-platform/>

Ops.(2560).IoT.สืบค้นเมื่อ 5 เมษายน 2563,จาก

[https://blog.sogoodweb.com/Article/Detail/59554/Internet-of-Things-\(IoT\)-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%84%E0%B8%B3%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%9A%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%99](https://blog.sogoodweb.com/Article/Detail/59554/Internet-of-Things-(IoT)-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%84%E0%B8%B3%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%9A%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%99)

%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%84%E0%B8%B3%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%9A%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%99

%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%84%E0%B8%B3%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%9A%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%99

%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%84%E0%B8%B3%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%9A%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%99

8%99

The Invention.Arduino Ide.(2564).สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2564,จาก

<https://www.ai-corporation.net/2021/11/18/what-is-arduino-ide/>

Th.misumi.(2542).ถังขยะ.สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2563,จาก

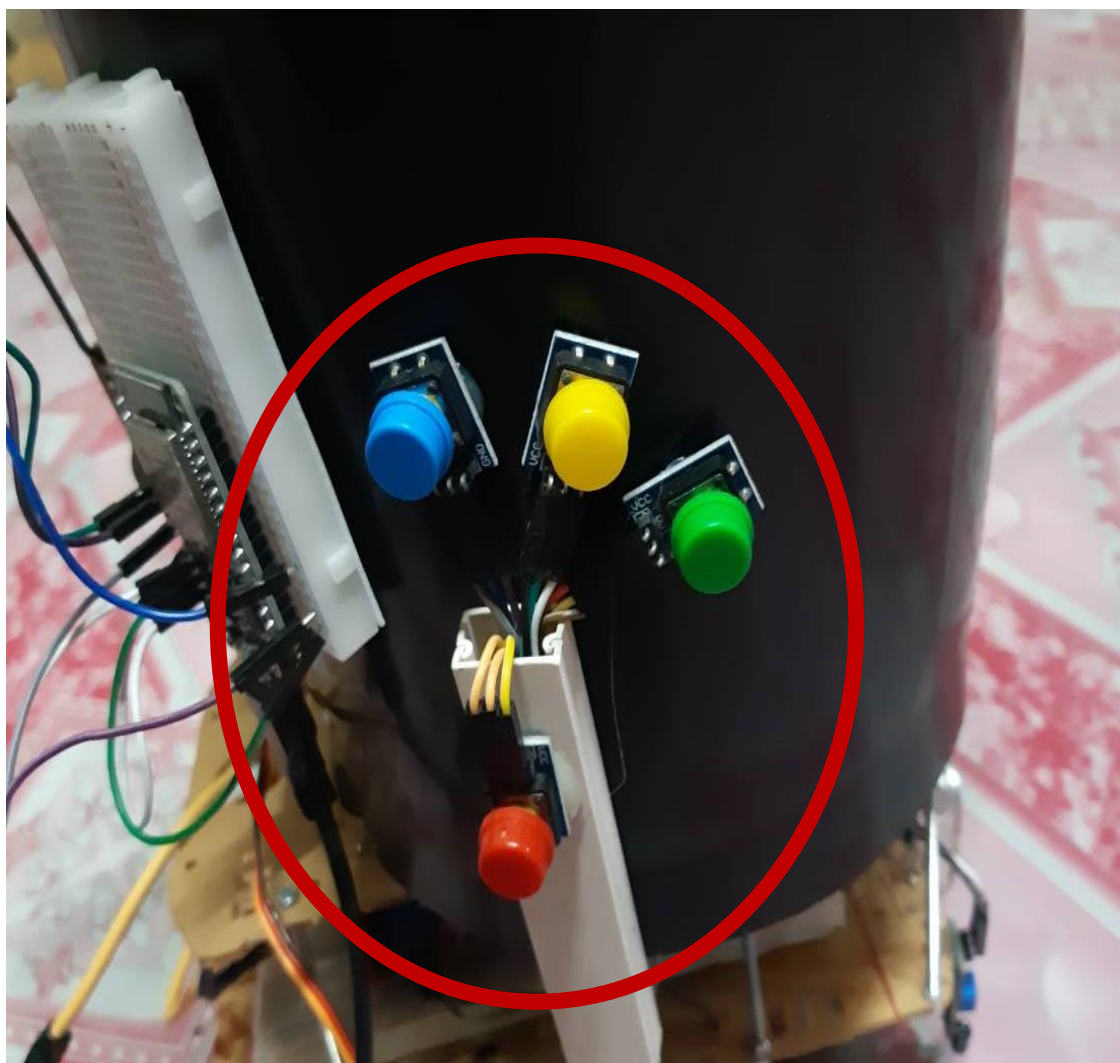
https://th.misumi-ec.com/th/pr/recommend_category/trash_can201906/

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก : คู่มือการใช้งานการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการ
ใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว

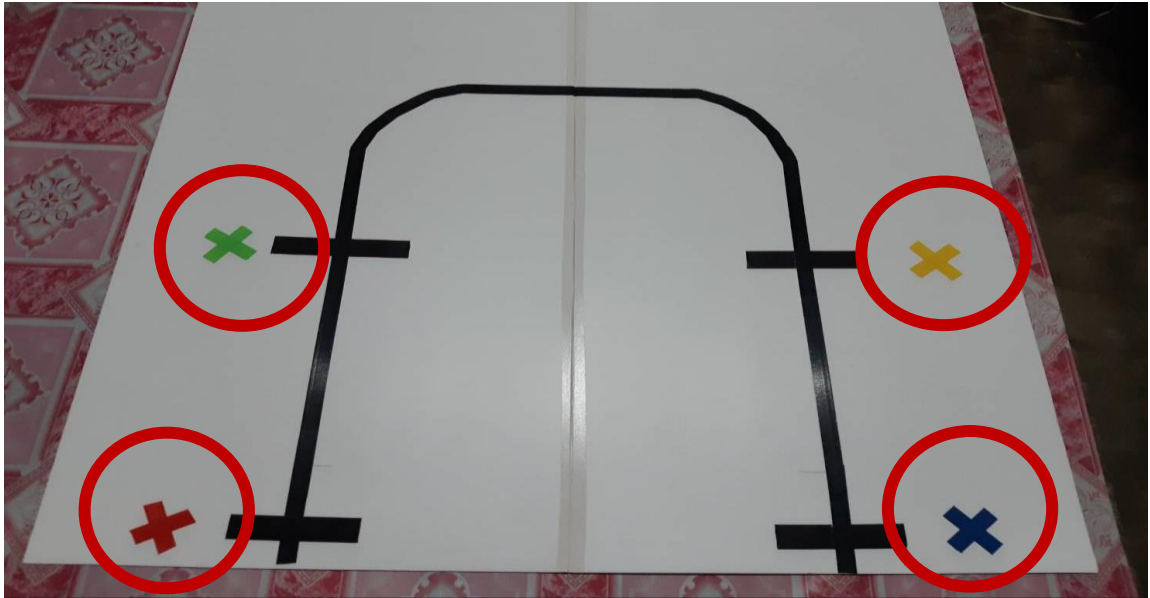
การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาวนี้จะ
ประกอบไปด้วย 1) ปุ่มคำสั่ง 2) เส้นทางเดินรถ 3) ถังขยะอัตโนมัติ โดยแสดงดังภาพ ก.1-ก.4

1.ปุ่มคำสั่ง

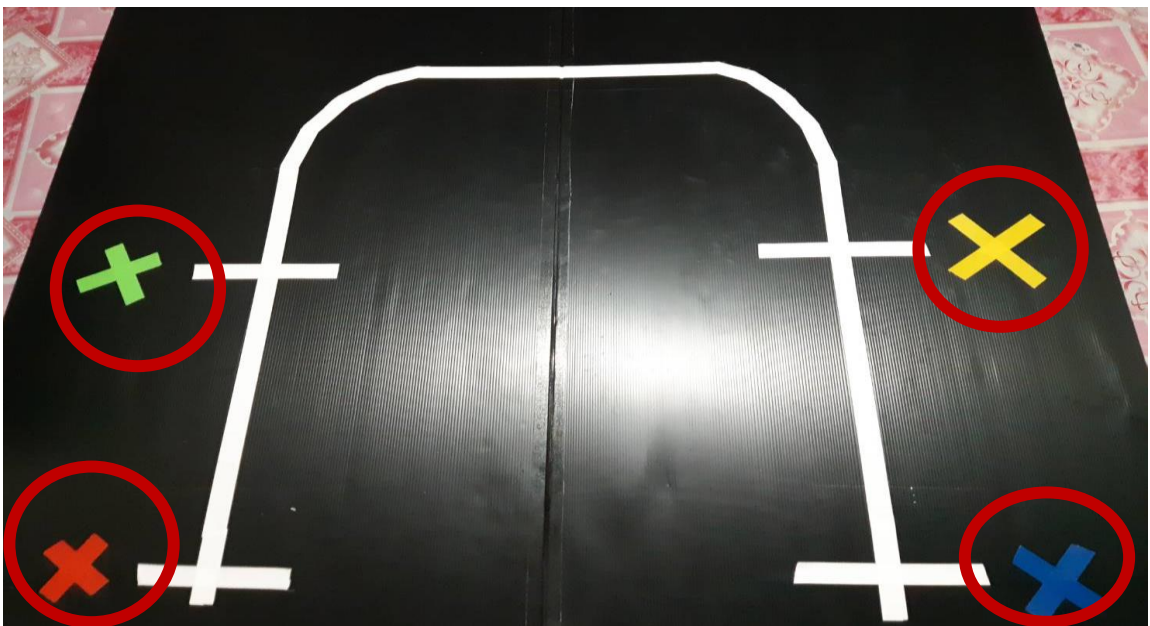


ภาพ ก.1 ปุ่มคำสั่ง

2.เส้นทางเดินรถ

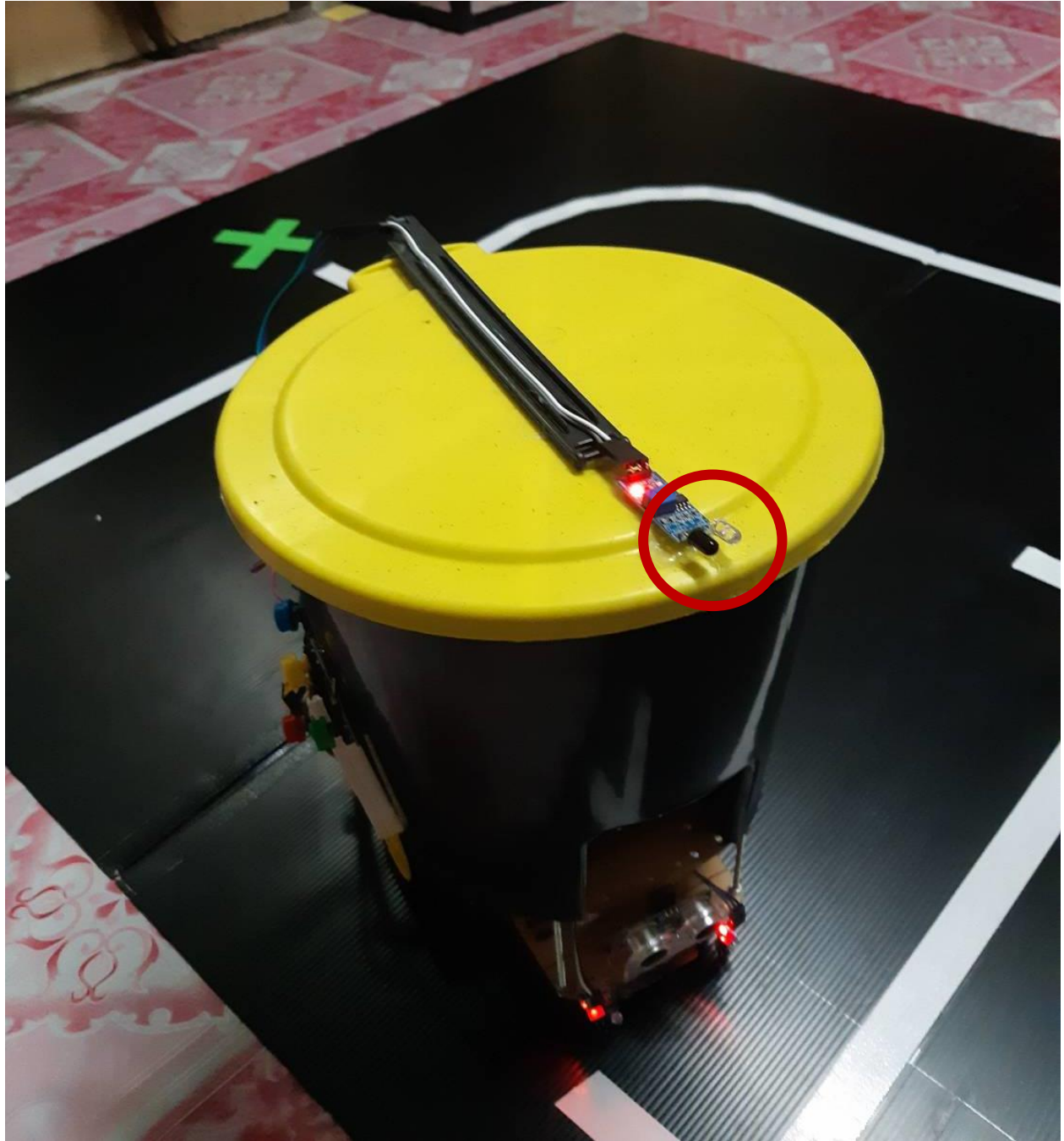


ภาพ ก.2 เส้นทางเดินรถ



ภาพ ก.3 เส้นทางเดินรถ

3.ถังขยะอัตโนมัติ



ภาพ ก.4 ถังขยะอัตโนมัติ

ถ้าผู้ต้องการใช้งานถังขยะเคลื่อนที่ให้ใช้งานโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. กดปุ่มเลือกเส้นที่ตรงการให้ถังขยะเคลื่อนที่ไป โดยมีให้เลือก 3 ปุ่มคือ

- ปุ่มสีเขียว

- ปุ่มสีเหลือง

- ปุ่มสีฟ้า

2. เมื่อรถถังขยะเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายได้แล้ว ให้ทำการนำมือของท่านไปใกล้เซนเซอร์ดังภาพ ก.4 เพื่อให้ถังขยะเปิดอัตโนมัติ

3. เมื่อทำการทิ้งขยะเสร็จ กดปุ่มสีแดงเพื่อที่รถถังขยะจะได้กลับไปยังจุดเริ่มต้น

ภาคผนวก ข : รูปและกิจกรรมต่างๆระหว่างพัฒนาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของถังขยะเคลื่อนที่ระหว่างการใช้เส้นสีดำกับเส้นสีขาว



ภาพ ข.1 กิจกรรมทดลองรถถังขยะ



ภาพ ข.2 กิจกรรมทดลองรถถังขยะ 2

ประวัติผู้ศึกษา



ชื่อ-สกุล นายกฤติพงศ์ ชุมเกียรติรัชต์
รหัสนักศึกษา 60113602032
สาขา เทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2565 วท.บ. (สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
พ.ศ. 2559 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสตรีนครสวรรค์
พ.ศ. 2556 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสตรีนครสวรรค์

ช่องทางการติดต่อ

E-mail Address kittiphong.chu@nsru.ac.th