หุ่นยนต์เดินตามเส้น

LINE TRACKING ROBOT

ชาคริต อังคณาภรณ์
ปฏิภาณ แก่นตระกูล
อธิคม สุ่มพันธ์

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LINE TRACKING ROBOT

CHAKRIT ANGKANAPORN

PATIPAN KAENTRAKUL

ATHIKOM SUMPHAN

A SPEICIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED PHYSICS)

DEPARTMENT OF PHYSICS, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	หุ่นยนต์เดินตามเส้น Line tracking robot
ชื่อนักศึกษา	นายชาคริต อังคณาภรณ์ รหัสนักศึกษา 58051054 นายปฏิภาณ แก่นตระกูล รหัสนักศึกษา 58051092 นายอธิคม สุ่มพันธ์ รหัสนักศึกษา 58051168
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชา	ฟิสิกส์
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.สุรชาติ กมลดิลก

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.วิฑูรย์ ยินดีสุข ประธานกรรมการ	
อ.ธรรมรัตน์ แต่งตั้ง กรรมการ	
อ.สุรชาติ กมลดิลก กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อโครงงานพิเศษ หุ่นยนต์เดินตามเส้น
ชื่อนักศึกษา นายชาคริต อังคณาภรณ์ รหัสนักศึกษา 58051054
นายปฏิภาณ แก้นตระกูล รหัสนักศึกษา 58051092
นายอธิคม สุ่มพันธ์ รหัสนักศึกษา 58051168
ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชา ฟิสิกส์
คณะ วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา 2561
อาจารย์ที่ปรึกษา อ.สุรชาติ กมลดิลก

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้ได้ทำการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ขนส่งวัสดุอัตโนมัติ (รถลำเลียงสินค้าอัตโนมัติ) ที่มีมอเตอร์กระแสตรง 4 ตัวในการขับเคลื่อน มีเซนเซอร์ตรวจจับเส้นทาง ที่สามารถควบคุมผ่านระบบ อินเตอร์เน็ต ด้วย แอปพลิเคชัน โดยใช้แบตเตอรี่ ลิเธียมโพลิเมอร์(ลิ-โพ) ในการจ่ายกระแสให้กับหุ่นยนต์ และทำการทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ และมอเตอร์ โดยการเปรียบเทียบค่าทฤษฎีที่ได้มาจากการคำนวณ เพื่อนำไปใช้งานได้จริง

คำสำคัญ : หุ่นยนต์เดิมตามเส้น หุ่นยนต์ส่งวัสดุอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Line tracking robot	
Students	Mr.Chakrit Angkanaporn	student code 58051054
	Mr.Patipan Kaentrakul	student code 58051092
	Mr.Athikom Sumphan	student code 58051168
Degree	Bachelor of Science (Applied Physics)	
Department	Physics	
Faculty	Science	
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)	
Academic Year	2018	
Advisor	Mr. Surachart Kamoldilok	

Abstract

The high performance automation delivery robot (Automated Guided Vehicle) was created in this special project. The robot was driven by four DC motors, detected path by infrared sensor and controlled by mobile applications. The lithium polymer battery (Li-Po) was used to electrical power in robot. The performance of battery and DC motor were compared with theoretical calculation.

Keywords : AGV , Robot line tracking

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้สำเร็จได้ เนื่องจาก อาจารย์ สุรชาติ กมลดิลก อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ช่วยเหลือด้านอุปกรณ์ ตรวจสอบและแก้ไข ผู้เขียนจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณดร.วิฑูรย์ ยินดีสุข และอาจารย์ธรรมรัตน์ แต่งตั้ง เป็นอย่างสูงที่ได้ให้ความกรุณามาเป็นกรรมการตรวจสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ จนทำให้การวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณพี่ที่น่ารัก ที่ให้ความช่วยเหลือและคอยให้คำปรึกษาในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการสถานที่ในการพักผ่อนและทำงานจนการวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้หากมีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ขออภัยไว้ ณ ที่นี้ และหวังเป็นอย่างสูงว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะเป็นแนวทาง และประโยชน์สำหรับผู้อ่านและผู้ที่สนใจศึกษาทางด้านซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ของหุ่นยนต์เดินตามเส้นอัตโนมัติ

ชาคริต อังคณาภรณ์
ปฏิภาณ แก่นตระกูล
อธิคม สุ่มพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ช
คำย่อ/สัญลักษณ์ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 1
1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา เชิงทฤษฎี และ/หรือ เชิงประยุกต์ 1
1.4 แผนดำเนินการ ขอบเขต และวิธีการวิจัย 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 เซนเซอร์อินฟราเรด (IR SENSOR) 3
2.1.1 โครงสร้าง 3
2.1.2 การทำงาน 4
2.2 ARDUINO 4
2.2.1 Hardware 5
2.2.2 Software 5
2.3 มอเตอร์และล้อรถ 8
2.3.1 โมดูลขับมอเตอร์ (Motor Drive Module L298N) 9
2.4 แบตเตอรี่ 10
2.5 ทฤษฎีและสมการ 11
2.5.1 ไฟฟ้า 12
2.5.2 อัตราเร็ว 12
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 13
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ 13
3.1.1 โมดูลอินฟราเรดเซนเซอร์ Line tracker KY-033 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.2 Arduino 14
3.1.2.1 Arduino Uno 14
3.1.2.2 Arduino Nano 15
3.1.3 แผ่นอะคริลิคใส 16
3.1.4 มอเตอร์ติดล้อรถ 6V และ12V 16
3.1.5 แบตเตอรี่ลิเธียมโพลิเมอร์ขนาด 1800 และ 2400 มิลลิแอมป์ชั่วโมง 17
3.1.6 โมดูล Wi-fi NodeMCU v3 ESP8266 17
3.1.7 โมดูลขับมอเตอร์ (Motor Drive Module L298N) 19
3.2 ขั้นตอนการทดลอง 21
3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมการผลิตและวิเคราะห์คุณลักษณะการใช้งานที่ต้องการ 21
3.2.2 ขั้นตอนการวางแผนออกแบบและเลือกใช้วัสดุตามการใช้งานที่ต้องการ 21
3.2.3 ขั้นตอนการผลิตหุ่นยนต์ 22
3.2.4 การออกแบบ Software เสริม 26
3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ 27
3.3.1 การศึกษาวิเคราะห์ความเร็วแต่ละรอบของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและหยุด 27
3.3.2 การศึกษาวิเคราะห์ประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อเมื่อวิ่งและหยุด 27
3.3.3 การศึกษาวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม 27
3.3.4 การศึกษาประสิทธิประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อเมื่อวิ่งและวนกลับมา 27
3.3.5 การศึกษาประสิทธิภาพของเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่ 27
3.3.6 การศึกษาประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ในการใช้งานวิ่งตามจุด 27
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 28
4.1 ผลการวิเคราะห์ความเร็วแต่ละรอบของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและหยุด 28
4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อเมื่อวิ่งและหยุด 29
4.3 ผลการวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม 31
4.4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อเมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม 32
4.5 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่ 34
4.6 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของรถในการใช้งานวิ่งตามจุด 35
4.7 ผลการวิเคราะห์ความเร็วแต่ละรอบของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและหยุด Model 2 36
4.8 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อเมื่อวิ่งและหยุด Model 2 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.9 ผลการวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม Model 2 39
4.10 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อเมื่อวิ่งและวนกลับมา Model 2 ... 40
4.11 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่ Model 2 42
4.12 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ในการใช้งานวิ่งตามจุด Model 2 43
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 44
5.1 ผลการทดลอง 44
5.1.1 การวิเคราะห์ความเร็วแต่ละรอบของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและหยุด 44
5.1.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อเมื่อวิ่งและหยุด 44
5.1.3 การวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม 44
5.1.4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อเมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม 45
5.1.5 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่ 45
5.1.6 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ในการใช้งานวิ่งตามจุด 46
5.1.7 ผลการวิเคราะห์ความเร็วแต่ละรอบของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและหยุด Model 2 ... 46
5.1.8 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของมอเตอร์เมื่อวิ่งและหยุด Model 2 46
5.1.9 ผลการวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม Model 2.. 46
5.1.10 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของมอเตอร์เมื่อวนกลับมาที่เดิม Model 2 47
5.1.11 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่ Model2..... 47
5.1.12 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ในการวิ่งตามจุด Model 2..... 47
5.2 ข้อเสนอแนะ 48
5.2.1 ในการทดสอบประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ทั้งสอง Model..... 48
5.2.2 ในการทดสอบแบตเตอรี่ของหุ่นยนต์ทั้งสอง Model 48
5.2.3 ในการทดสอบความแม่นยำในการวิ่งตามจุดของหุ่นยนต์ทั้งสอง Model..... 48
5.2.4 ในการทดสอบการประยุกต์ใช้ด้วยโปรแกรมสั่งระยะไกล..... 48
เอกสารอ้างอิง 49
ภาคผนวก..... 51
ภาคผนวก ก 52
ภาคผนวก ข 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงตัวดำเนินการของภาษาซี 7
3.1 แสดงข้อมูลจำเพราะของ ARDUINO UNO R3 14
3.2 แสดงข้อมูลจำเพราะของ ARDUINO NANO 15
4.1 ผลการทดสอบอัตราเร็วของหุ่นยนต์เดิมตามเส้น Model 1 28
4.2 ผลการคำนวณรอบมอเตอร์เฉลี่ยในการใช้งานจริง Model 1 29
4.3 ผลการคำนวณรอบมอเตอร์เมื่อตัดเวลาออกตัว Model 1 30
4.4 ผลการทดสอบอัตราเร็วของหุ่นยนต์เดินตามเส้นเมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม Model 1.....31
4.5 ผลการคำนวณรอบมอเตอร์เฉลี่ยเมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิมในการใช้งานจริง Model 1 32
4.6 ผลการคำนวณรอบมอเตอร์เมื่อตัดเวลาออกตัวและหมุนตัวกลับ Model 1 33
4.7 ผลการทดลองประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ในการใช้งานวิ่งตามจุด Model 1.....35
4.8 ผลการทดสอบอัตราเร็วของหุ่นยนต์เดิมตามเส้น Model 2 36
4.9 ผลการคำนวณรอบมอเตอร์เฉลี่ยในการใช้งานจริง Model 2 37
4.10 ผลการคำนวณรอบมอเตอร์เมื่อตัดเวลาออกตัว Model 2 38
4.11 ผลการทดสอบอัตราเร็วของหุ่นยนต์เดินตามเส้นเมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม Model 2 39
4.12 ผลการคำนวณรอบมอเตอร์เฉลี่ยเมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิมในการใช้งานจริง Model 2 40
4.13 ผลการคำนวณรอบมอเตอร์เมื่อตัดเวลาออกตัวและหมุนตัวกลับมาที่เดิม Model 2 41
4.14 ผลการทดลองประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ในการใช้งานวิ่งตามจุด Model 2 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ภาพแสดงรูปแบบการตรวจจับเส้นสีดำของเซ็นเซอร์ในหุ่นยนต์ 3
2.2 โฟโตไดโอด 3
2.3 ภาพแสดงการแบ่งค่าแสงของเซนเซอร์ 4
2.4 Arduino Uno R3 5
2.5 สัญลักษณ์ของ Arduino 5
2.6 อินเตอเฟซของโปรแกรม Arduino IDE 6
2.7 หลักการทำงานของมอเตอร์ 8
2.8 เกียร์มอเตอร์ชุดหุ่นยนต์รถรถสมาร์ท 8
2.9 กราฟดิจิตอล PWM(Pulse Width Modulation) 9
2.10 การทำงานของแบตเตอรี่ 10
2.11 แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน 11
3.1 IR Sensor 13
3.2 Arduino UNO R3 14
3.3 Arduino Nano 15
3.4 มอเตอร์เกียร์ 6 V 16
3.5 มอเตอร์ 12V 16
3.6 แบตเตอรี่ความจุ 2400 มิลลิแอมป์ชั่วโมง 17
3.7 ESP-01โมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรมไร้สายผ่าน Wi-Fi (ESP8266EX) 18
3.8 L298N Dual Full-bridge motor driver module (Red PCB) และการต่อวงจร 19
3.9 Arduino UNO R3 (ขา ENA และ ENB ถ้ามี Jumper ต่ออยู่ให้ถอดออก) 19
3.10 จากการทดลองการต่อวงจร ทดสอบกับ บอร์ด Arduino UNO R3 20
3.11 ตำแหน่งขาของ Dual Full-bridge motor driver module (Red PCB) 20
3.12 ภาพการต่อวงจรของหุ่นยนต์เดินตามเส้น 21
3.13 โมเดลรถหุ่นยนต์เดินตามเส้น Perspective view 22
3.14 โมเดลรถหุ่นยนต์เดินตามเส้น Side view 22
3.15 โมเดลรถหุ่นยนต์เดินตามเส้น Top view 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.16 โมเดลรถหุ่นยนต์เดินตามเส้น Font view 22
3.17 ขนาดของหุ่นยนต์ส่วนฐาน 23
3.18 ขนาดของหุ่นยนต์ส่วนบน 23
3.19 ภาพการทดสอบต่อวงจรในหุ่นยนต์ Model 1 24
3.20 ภาพการทดสอบต่อวงจรในหุ่นยนต์ Model 2 24
3.21 หน้าต่างโปรแกรม Arduino พร้อมคำสั่งที่ใช้งาน 25
3.22 ทดสอบการตอบสนองของเซนเซอร์ในหุ่นยนต์ Model 1 25
3.23 แอพพลิเคชันที่ออกแบบใช้ประยุกต์การใช้งาน 26
3.24 หน้าต่างแอพพลิเคชันการใช้งาน 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
AGV	Automated Guided Vehicle (รถลำเลียงสินค้าอัตโนมัติ)
IR	Infrared (อินฟราเรด)
LED	Light-emitting diode (ไดโอดเปล่งแสง)
DC	Direct current (กระแสตรง)
AC	Alternating current electricity
USB	Universal Serial Bus (สื่อสารแบบอนุกรม)
ISO	International Organization for Standardization (มาตรฐานสากล)
PCB	Printed circuit board (แผ่นลายวงจร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการขนส่งสิ่งของในด้านการผลิตหรือการกระจายสินค้าได้มีระบบอัตโนมัติช่วยในการขนส่งได้แก่ การใช้ระบบรถนำทางอัตโนมัติ (Automated Guided Vehicle) มีชื่อย่อว่า AGV ซึ่งเป็นการขนส่งสิ่งของโดยการใช้หุ่นยนต์เป็นหลัก โดยระบบ Automated Guided Vehicle ในช่วงเวลา 10 ปีที่ผ่านมาได้นำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากโรงงานส่วนใหญ่หลายโรงงานอาจมีพนักงานมากเกินความจำเป็นซึ่งส่งผลต่อต้นทุนหรือจำเป็นต้องขนย้ายสิ่งของตลอดเวลา หากต้องใช้แรงงานคนอาจมีการล่าช้าในขณะขนย้ายหรือมีแรงงานไม่เพียงพอ จึงทำให้ระบบ Automated Guided Vehicle ถูกใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก

โครงงานพิเศษนี้ได้นำระบบ Automated Guided Vehicle มาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้แก่ สถานที่บริการ เพื่อเป็นการพัฒนาระบบ Automated Guided Vehicle ให้เป็นที่รู้จักหรือมีพัฒนามากขึ้น โดยการใช้ซอฟแวร์ Arduino ในการควบคุมการทำงานของระบบและมีเซ็นเซอร์ในการตรวจจับสิ่งกีดขวางเพื่อให้เกิดความปลอดภัย ซึ่งจะพัฒนาให้ระบบ Automated Guided Vehicle ให้มีความทันสมัยสอดคล้องกับยุคปัจจุบันที่มีการนำระบบแบบอัตโนมัติเข้ามามีส่วนร่วมในชีวิตประจำวันมากขึ้นหรือการพัฒนาระบบอัตโนมัติอื่นๆที่รองรับเทคโนโลยีในอนาคตต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อเป็นการพัฒนาระบบ Automated Guided Vehicle ให้ใช้งานในสถานที่อื่นได้
2) เพื่อศึกษาหลักการเขียนโปรแกรม Arduino
3) เพื่อแก้ปัญหาต้นทุนแรงงานในการทำงานและเพิ่มความอำนวยความสะดวกในการขนส่ง

1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา เชิงทฤษฎี และ/หรือ เชิงประยุกต์

1) สามารถเขียนโปรแกรม Arduino ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2) สามารถออกแบบวงจรในระบบการทำงานของระบบ Automated Guided Vehicle
3) สามารถออกแบบเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับสิ่งกีดขวาง
4) สามารถนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดในการออกแบบระบบอัตโนมัติสำหรับอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 แผนดำเนินการ ขอบเขต และวิธีการวิจัย

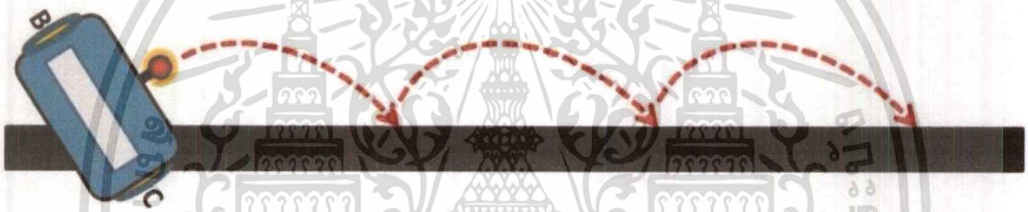
1) ออกแบบการเขียนโปรแกรม Arduino ให้ควบคุมการทำงานหุ่นยนต์
2) ออกแบบเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับสิ่งกีดขวาง
3) ทดสอบประสิทธิภาพและการใช้งาน

กิจกรรม	ระยะเวลา											
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
1.ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีระบบ AGV												
2.ศึกษาค้นคว้าหลักการการเขียน โปรแกรม Arduino												
3.ศึกษาทฤษฎีเซ็นเซอร์ในการตรวจจับสิ่งกีดขวาง												
4.ออกแบบระบบ AVG												
5.ทดสอบประสิทธิภาพและทดการใช้งาน												
6.สรุปผลการดำเนินการ												

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หุ่นยนต์เดินตามเส้น เป็นเทคโนโลยีที่ใช้หุ่นยนต์อัตโนมัติที่ใช้เซนเซอร์มาทำการประมวลผลแทนการทำงานของมนุษย์ ซึ่งมีหลักการทำงานที่คล้ายกัน คือ หน่วยรับข้อมูลขาเข้า (Input Unit) หน่วยประมวลผล (Process Unit) ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์และหน่วยแสดงผล (Output Unit) ซึ่งการทำงานหลักจะใช้เซนเซอร์คอยตรวจสอบตำแหน่งและส่งข้อมูลที่ได้ไปที่หน่วยประมวลผล เพื่อให้อุปกรณ์ต่างๆทำงานและแสดงผลออกมาตามที่กำหนดไว้คือ เซนเซอร์แสง ซึ่งในที่นี้จะใช้เซนเซอร์อินฟาเรท (IR Sensor) ซึ่งทำหน้าที่เปรียบเสมือนดวงตาของมนุษย์ ซึ่งจะทำงานโดยการตรวจจับเส้นสีดำบนพื้น เพื่อใช้เป็นตัวนำทางให้หุ่นยนต์เดินไปตามเป้าหมาย ซึ่งการตรวจสอบเซนเซอร์จะทำการตรวจสอบหุ่นยนต์เป็นช่วงๆ เพื่อไม่ให้การตรวจจับหลุดไปจากเส้นสีดำ[1]



รูปที่ 2.1 ภาพแสดงรูปแบบการตรวจจับเส้นสีดำของเซ็นเซอร์ในหุ่นยนต์

2.1 เซนเซอร์อินฟราเรด (IR SENSOR)

รูปที่ 2.2 โฟโตไดโอด

(ที่มา : https://www.vishay.com/photo-detectors/pin-photo/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

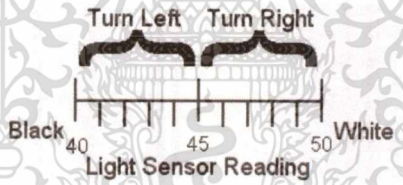
2.1.1 โครงสร้าง

เป็นอุปกรณ์ที่นำโฟโต้ไดโอด หรือโฟโต้ทรานซิสเตอร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำนำกระแสได้ เนื่องจากการให้พลังงานเพื่อดึงอิเล็กตรอนให้หลุดออกจากพันธะทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระและโฮล เมื่อมีแรงดันไฟฟ้าจะเกิดสนามแม่ไฟฟ้าในแท่งสาร ซึ่งจะทำให้ประจุอิเล็กตรอนและโฮลเคลื่อนที่ ซึ่งหลักการทำงานของโฟโต้ไดโอดจะอาศัยแสงในการเพิ่มพลังงานให้กับอิเล็กตรอนในสารกึ่งตัวนำ[2] มารวมเข้ากับวงจรควบคุมภายใน เพื่อใช้สำหรับความถี่สูงโดยเฉพาะ ซึ่งเซนเซอร์อินฟราเรดนั้นจะตอบสนองเฉพาะกับแสงอินฟราเรดเท่านั้น ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่างคลื่นวิทยุและแสงที่มีความถี่ช่วง 10^{11} -10^{14} เฮิร์ตซ์หรือความคลื่นตั้งแต่ 1-1000 ไมโครเมตร[3] ใช้งานร่วมกับ LED อินฟราเรด นิยมใช้ส่งข้อมูลในระยะไกล เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้งานเซนเซอร์อินฟราเรด ได้แก่ โทรทัศน์ เครื่องเล่นดีวีดี วิทยุในหุ่นยนต์หรือกล่องรับดาวเทียม เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้เซนเซอร์นี้จะเป็น หน่วยรับข้อมูลขาเข้า (Input Unit)[4]

2.1.2 การทำงาน

หลักการทำงานแบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลักๆ[1] คือ

1. เมื่อเซนเซอร์แสงวัดค่าแสงแล้วพบว่าเป็นสีดำ หุ่นยนต์จะเลี้ยวออกจากเส้นสีดำ
2. เมื่อเซนเซอร์แสงวัดค่าได้แสงแล้วพบว่าเป็นสีขาว(หรือสีอื่นๆที่ไม่ใช่สีดำ)หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่กลับไปหาเส้นสีดำ



รูปที่ 2.3 ภาพแสดงการแบ่งค่าแสงของเซนเซอร์ออกเป็น 2 ส่วนสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์[5]

2.2 ARDUINO

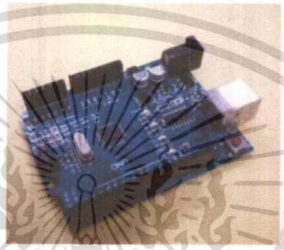
Arduino เป็นบอร์ดที่สร้างขึ้นโดย แมสสิโม บันซิ (Massimo Banzi) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอรี่มีราคาต้นทุนต่ำ ที่ช่วยให้นักโปรแกรมมือใหม่ใช้ในการเขียนโปรแกรมในการควบคุมในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ บอร์ด Arduino สามารถเชื่อมต่อกับชนิดของมอเตอร์เซนเซอร์และอุปกรณ์อื่นๆ โดยสามารถสร้างการแสดงผลการโต้ตอบหรือควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 Hardware

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูป ที่รวบรวมเอาตัวไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์อื่น ๆที่จำเป็นมารวมไว้ในบอร์ดเดียว และสามารถยังเปิดเผยข้อมูลทุกอย่างแบบสาธารณะจากผู้ผลิต ทั้งลายวงจรและตัวอย่างโปรแกรม ทำให้ผู้ใช้สามารถนำไปพัฒนาต่อได้ง่าย โดยใช้งานคู่กับคอมพิวเตอร์ โดยบริษัทที่ผลิตนั้นได้ผลิตบอร์ดออกมาหลายรุ่น หลายขนาด โดยแต่ละรุ่นก็มีข้อดีแตกต่างกัน ในทีนี้จะใช้เป็นตัวประมวลผล(Process Unit)[6]

เป็นบอร์ด Arduino ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เพราะมีราคาไม่แพง ใช้ในการสร้างโครงงาน(project) ที่มีขนาดไม่ใหญ่มากและมี library ต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นมาสนับสนุนอย่างมากมาย



รูปที่ 2.4 Arduino Uno R3

2.2.2 Software

ชุดคำสั่งหรือโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์รับเข้าและส่งออกข้อมูลที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ เขียนขึ้นโดยภาษาคอมพิวเตอร์จากนักเขียนโปรแกรม (Programmer) เนื่องจากคอมพิวเตอร์นั้นมีการทำงานตามขั้นลำดับ สำหรับภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมนั้นจะมีลักษณะรูปแบบโดยเฉพาะที่จะสามารถทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจได้[8] ซึ่งในบทความนี้จะใช้ Software ของ Arduino โดยใช้ภาษา Arduino ซึ่งที่จริงก็คือภาษา C หรือ C++ ซึ่งจะใช้สำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมตัวประมวลผล MCU ของหุ่นยนต์นั่นคือคอยให้คำสั่งหุ่นยนต์ในการประมวลผลข้อมูล

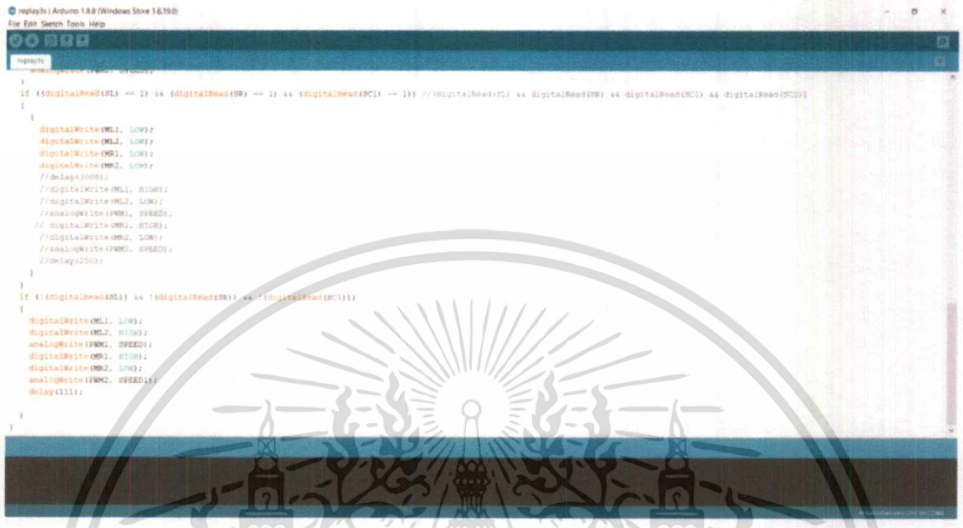
รูปที่ 2.5 สัญลักษณ์ของ Arduino

(ที่มา : https://www.arduino.cc/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 Arduino IDE

โปรแกรมที่ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Arduino , คอมไพล์โปรแกรม (Compile) และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด (Upload) เพื่อคอยป้อนข้อมูลคำสั่งในการประมวลผลหุ่นยนต์และแสดงผลออกมา[9]



รูปที่ 2.6 อินเตอเฟซของโปรแกรม Arduino IDE

2.2.2.2 ภาษา C

เป็นภาษาโปรแกรมสำหรับเขียนการทำงานบนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เริ่มพัฒนาขึ้นระหว่าง พ.ศ. 2512-2516 โดยเดนนิส ริชชี่ (Dennis Retchie) ที่ห้องปฏิบัติการณ์เอทีแอนด์ที (AT&T Bell Labs)

ภาษาซีเป็นภาษาที่มีความยืดหยุ่นในการเขียนโปรแกรมและมีเครื่องมืออำนวยความสะดวกสำหรับการเขียนโปรแกรมเชิงโครงสร้างและอนุญาตให้มีการกำหนดตัวแปร (scope) และการเรียกซ้ำ (recursion) ในขณะที่ระบบชนิดตัวแปรอพลวัตก็ช่วยลดความผิดพลาดในการทำงาน

ภาษาซีใช้ในการมีเชื่อมโยงคำสั่งต่างๆได้หลายเชิง ได้แก่ เชิงคำสั่งหรือเชิงกระบวนงาน ถูกออกแบบขึ้นเพื่อใช้แปลด้วยตัวแปลโปรแกรมแบบการเชื่อมโยงที่ตรงไปตรงมา สามารถเข้าถึงหน่วยความจำในระดับล่าง เพื่อสร้างภาษาที่จับคู่อย่างมีประสิทธิภาพกับชุดคำสั่งเครื่อง และแทบไม่ต้องการมีการสนับสนุนใด ๆจากตัวแปรอื่นเลย ขณะทำงาน ซึ่งในทีนี้จะใช้ภาษาซีในการให้คำสั่งหุ่นยนต์ประมวลผลตามที่ต้องการโดยจะสั่งด้วยตัวดำเนินการต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.3 ชุดคำสั่งและตัวดำเนินการ

ภาษาซีมีสิ่งอำนวยสำหรับการเขียนโปรแกรมเชิงโครงสร้างและสามารถกำหนดขอบข่ายตัวแปรและเรียกซ้ำ เช่นเดียวกับภาษาโปรแกรมเชิงคำสั่งส่วนใหญ่ในสายตระกูลภาษาอัลกอลิทึม ในขณะที่ระบบชนิดตัวแปรแบบอพลวัตช่วยป้องกันการดำเนินการที่ไม่ได้ตั้งใจ รหัสที่ทำงานได้ทั้งหมดในภาษาซีถูกบรรจุอยู่ในฟังก์ชัน พารามิเตอร์ของฟังก์ชันส่งผ่านด้วยค่าของตัวแปรเสมอ ส่วนการส่งผ่านด้วยการอ้างอิงจะถูกจำลองขึ้นโดยการส่งผ่านค่าตัวชี้ ชนิดข้อมูลรวมแบบแตกต่าง (struct) ช่วยให้กลุ่มข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันสามารถรวมกันและจัดการได้ในหน่วยเดียว รหัสต้นฉบับของภาษาซีเป็นรูปแบบอิสระ ซึ่งใช้อัฒภาค (;) เป็นตัวจบคำสั่งได้[10]

ภาษาซีรองรับตัวดำเนินการหลายประเภท ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ที่ใช้ในนิพจน์เพื่อระบุการจัดการที่จะถูกทำให้เกิดผล ระหว่างการประเมินค่าของนิพจน์นั้น

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวดำเนินการของภาษาซี

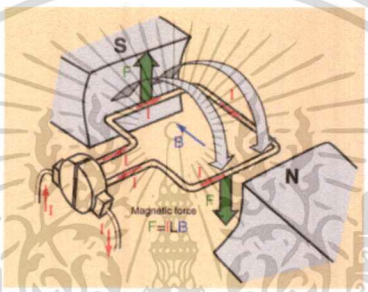
พีชคณิต	(+, -, *, /, %)
การกำหนดค่า	(=)
การกำหนดค่าแต่งเติม	(+=, -=, *=, /=, %=, &=, |=, ^=, <<=, >>=)
ตรรกะระดับบิต	(~, &, |, ^)
การเลื่อนระดับบิต	(<<, >>)
ตรรกบูลีน	(!, &&, ||)
การประเมินค่าเชิงเงื่อนไข	(?:)
การทดสอบภาวะเท่ากัน	(==, !=)
การรวมอาร์กิวเมนต์ฟังก์ชัน	(( ))
การเพิ่มค่าและการลดค่า	(++, --)
การเลือกสมาชิกในวัตถุ	(., ->)
ขนาดของวัตถุ	(sizeof)
ความสัมพันธ์เชิงอันดับ	(<, <=, >, >=)
การอ้างอิงและการถูกอ้างอิง	(&, *, [ ])
การลำดับ	(,)
การจัดกลุ่มนิพจน์ย่อย	(( ))
การแปลงชนิดข้อมูล	(( ))

(ที่มา : http://marcuscode.com/lang/c/operators)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 มอเตอร์และล้อรถ

การทำงานของหุ่นยนต์เดินตามเส้นในงานวิจัยนี้นั้นจะใช้อุปกรณ์ที่แสดงผลการสั่งการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์อย่าง Arduino คือมอเตอร์และล้อ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่แปลงพลังจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังกลทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนไหวได้ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล การทำงานปกติของมอเตอร์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กในตัวมอเตอร์ และสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสในขดลวดทำให้เกิดแรงดูดและแรงผลักของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ในการใช้งานตัวอย่างเช่น ในอุตสาหกรรมการขนส่งใช้มอเตอร์ฉุดลาก เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว มอเตอร์ไฟฟ้ายังสามารถทำงานได้ถึงสองแบบ ได้แก่ การสร้างพลังงานกล และ การผลิตพลังงานไฟฟ้า[11]



รูปที่ 2.7 หลักการทำงานของมอเตอร์

(ที่มา : http://www.psptech.co.th/มอเตอร์motorคืออะไร-19171.page)

มอเตอร์ไฟฟ้าสามารถขับเคลื่อนโดยแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง (DC) เช่น จากแบตเตอรี่ หรือถ่านไฟฉาย หรือจากแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ (AC) เช่น จากไฟบ้าน

ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้จะใช้มอเตอร์แบบเกียร์กระแสตรงแบบติดล้อรถ ซึ่งมีแรงดันมอเตอร์ประมาณ 12V เพื่อสามารถรองรับการใช้งานกับคู่กับ Arduino และเร่งประสิทธิภาพด้านความเร็วให้กับตัวรถได้

รูปที่ 2.8 เกียร์มอเตอร์ชุดหุ่นยนต์รถรถสมาร์ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

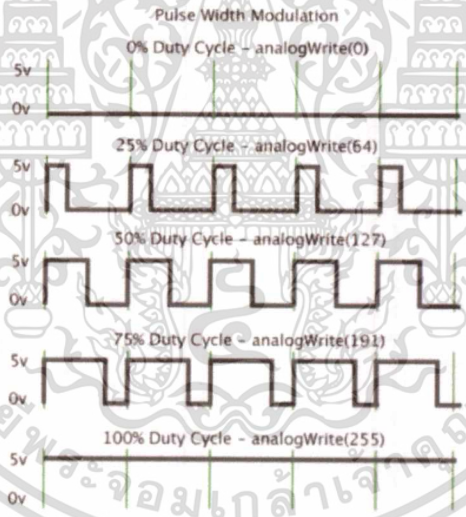
2.3.1 โมดูลขับมอเตอร์ (Motor Drive Module L298N)

H-Bridge เป็นโมดูลที่ใช้ในการควบคุมความเร็วและทิศทางของมอเตอร์และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับ Project อื่นได้อีกด้วย เช่น ตัวหรี่ไฟในบ้าน หรือที่หรี่ไฟในไฟฉายตีกบ แต่การใช้หลอดใส้ทำให้เราเห็นการกระพริบน้อยมากกว่าใน Led

H-Bridge เป็นวงจรที่สามารถใช้ควบคุมกระแสได้ทั้งขั้วบวกและลบด้วยการควบคุม pulse width modulation (PWM) เป็นการควบคุมแบบ digital ที่มีการนำมาใช้กันมาก โดยส่วนมากเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานและ สามารถควบคุม Out Put ได้ โดยมีการกระตุ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานน้อยมาก กล่าวคือวงจรพวกนี้จะมีการปล่อยการสูญเสียพลังงานน้อยกว่าวงจรรุ่นเก่ามาก โดยเฉพาะการควบคุมโวลต์หลอดกระแส output[16]

2.3.2 PWM(Pulse Width Modulation)

PWM คือเทคนิคการส่งสัญญาณแบบสวิตช์ หรือ ส่งค่าดิจิตอล 0-1 โดยสัญญาณความถี่คงที่ การควบคุมระยะเวลาสัญญาณสูงและสัญญาณต่ำ ที่ต่างกัน ก็จะทำให้ค่าแรงดันเฉลี่ยของสัญญาณสวิตช์ต่างกันด้วย



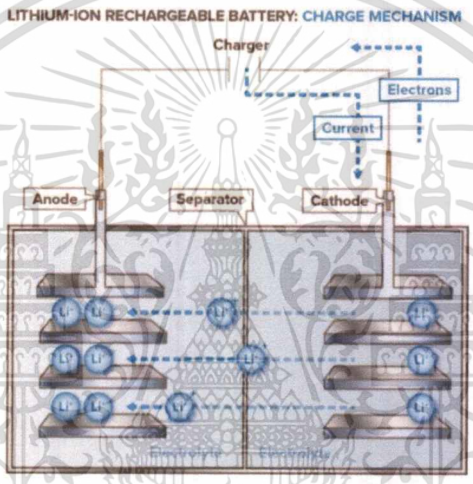
รูปที่ 2.9 กราฟดิจิตอล PWM(Pulse Width Modulation)

(ที่มา : https://www.arduino.cc/en/Tutorial/PWM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 แบตเตอรี่

เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วย เซลล์ไฟฟ้าเคมี หนึ่งเซลล์หรือมากกว่า ที่มีการเชื่อมต่อภายนอกเพื่อให้กำลังงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า[12] แบตเตอรี่มี ขั้วบวก (anode) และ ขั้วลบ (cathode) ขั้วที่บวกจะมีพลังงานศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าขั้วที่ลบ ขั้วที่มีเครื่องหมายลบคือแหล่งที่มาของอิเล็กตรอนที่เมื่อเชื่อมต่อกับวงจรภายนอกแล้วอิเล็กตรอนเหล่านี้จะไหลและส่งมอบพลังงานให้กับอุปกรณ์ภายนอก เมื่อแบตเตอรี่เชื่อมต่อกับวงจรภายนอก สาร อิเล็กโทรไลต์ มีความสามารถที่จะเคลื่อนที่โดยทำตัวเป็นไอออน ยอมให้ปฏิกิริยาทางเคมีทำงานแล้วเสร็จในขั้วไฟฟ้าที่อยู่ห่างกัน เป็นการส่งมอบพลังงานให้กับวงจรภายนอก การเคลื่อนไหวของไอออนเหล่านั้นที่อยู่ในแบตเตอรี่ที่ทำให้เกิดกระแสไหลออกจากแบตเตอรี่เพื่อปฏิบัติงาน (Bat61)



รูปที่ 2.10 การทำงานของแบตเตอรี่

(ที่มา : https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=16522)

แบตเตอรี่แบ่งออกเป็นสองประเภทคือ

1) แบตเตอรี่ปฐมภูมิ ซึ่งใช้แล้วทิ้งซึ่งวัสดุที่ใช้ขั้วไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรในช่วงปล่อยประจุออก เช่นแบตเตอรี่อัลคาไลน์
2) แบตเตอรี่ทุติยภูมิ สามารถชาร์จไฟได้หลายครั้ง ขั้วไฟฟ้าสามารถเรียกคืนสภาพเดิมได้โดยกระแสย้อนกลับ เช่น แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของ ลิเธียมโพลิเมอร์[14] คือ

1) มีน้ำหนักเบาในเมื่อเทียบกับความจุ (mAh)
2) สามารถจ่ายกระแสได้ปริมาณมากกว่าความจุ ทำให้หุ่นยนต์มีความเร็วเพิ่มขึ้น
3) แรงดันคงที่ หุ่นยนต์จะทำงานนิ่ง
4) มีหลายขนาด ทำให้ติดตั้งได้ง่าย
5) คายประจุด้วยตัวเอง (Self-Discharge) น้อย

ข้อเสียของแบตเตอรี่แบบ Li-Po เมื่อนำมาใช้กับหุ่นยนต์

1) มีราคาแพงเมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ชนิดอื่นๆ
2) ต้องใช้เครื่องชาร์จที่มีความเฉพาะ ซึ่งบางแบบก็มีราคาแพง
3) ต้องให้การดูแลเป็นพิเศษ ถ้าเกิดการลัดวงจรจะเกิดความเสียหายมาก
4) ต้องคอยดูแลเรื่องปริมาณความจุ ถ้าแบตเตอรี่ใกล้หมด จะเกิดการสูญเสียแรงดันและแบตเตอรี่เกิดความเสียหาย จึงต้องมีการตรวจวัดความจุของแบตเตอรี่อยู่เสมอเมื่อใช้งาน

รูปที่ 2.11 แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

2.5 ทฤษฎีและสมการ

ในงานวิจัยนี้จะใช้ทฤษฎีและสมการในการวัดประสิทธิภาพการใช้งานของหุ่นยนต์ ซึ่งจะวัดการทำงานในด้านต่างๆเพื่อบอกสเป็คการทำงานด้านต่างๆของหุ่น ซึ่งอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิคจะต้องมีการบอกประสิทธิภาพการทำงานต่างๆเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้งานได้อย่างเหมาะสมตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 ไฟฟ้า

ในงานวิจัยหุ่นยนต์นั้น ใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนเป็นตัวจ่ายพลังงานในการทำงานของหุ่นเป็นหลัก ซึ่งไฟฟ้านั้นประกอบด้วยกระแส แรงดัน รวมกันเป็นกำลังไฟฟ้าจ่ายให้กับชิ้นส่วนต่างๆของหุ่นยนต์ ซึ่งการจ่ายพลังงานไฟฟ้ามากหรือน้อยมีผลต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยทั้งสิ้น รวมทั้งมีผลต่อการทำงานโดยรวมของหุ่นยนต์ด้วย เราจึงหาประสิทธิภาพการทำงานเบื้องต้นของหุ่นยนต์ที่ยังไม่ประยุกต์การใช้งานโดยใช้ทฤษฎีพลังงานไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า = แรงดันไฟฟ้า x กระแสไฟฟ้า

$$P = E \times I$$

กำลังไฟฟ้า (P) มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)

แรงดันไฟฟ้า (E) มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

กระแสไฟฟ้า (I) มีหน่วยเป็น แอมป์ (A)

2.5.2 อัตราเร็ว

เนื่องด้วยหุ่นยนต์นนี้เป็นการเดินทางด้วยล้อไปข้างหน้า ซึ่งเป็นมิติเดียว และการใช้งานนั้นคือการเดินตามเส้นไปในระยะทางต่างๆ ซึ่งสามารถจับเวลาการวิ่งไปแต่ละตำแหน่งได้ ซึ่งสมการที่ใช้ในการหาก็คือ

อัตราเร็ว = ระยะทาง / เวลา

$$v = s/t$$

อัตราเร็ว (v) มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที

ระยะทาง (s) มีหน่วยเป็นเมตร

เวลา (t) มีหน่วยเป็นวินาที

ซึ่งค่าที่ได้จากการสมการนี้นั้นจะนำมาหาข้อมูลทางทฤษฎีตามสเป็คของอุปกรณ์แต่ละชิ้นและนำไปเปรียบกับการใช้งานจริงว่าสามารถใช้งานอุปกรณ์ได้เต็มประสิทธิภาพเท่าไหร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยนี้ ได้ออกแบบรูปร่างของหุ่นยนต์ด้วยตัวเอง แต่มีการต่อยอดการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับวงจรและคำสั่งที่ใช้ เพื่อไปประยุกต์ใช้ตามความต้องการของผู้วิจัย ซึ่งในหุ่นยนต์ Model 1 ใช้วัสดุที่ทำจากลังกระดาษ มอเตอร์ 6V แบตเตอรี่ขนาด 1800 มิลลิแอมป์ชั่วโมง และใช้ Arduino Uno เป็นตัวควบคุมก่อน เพื่อเป็นการทดสอบระบบการทำงานเบื้องต้นในงบประมาณที่จำกัด ซึ่งวัสดุใน Model 1 มีราคาถูกมากๆ พอทดสอบเสร็จหมดจึงทำการสร้าง Model 2 ซึ่งใช้วัสดุที่ดีขึ้น และปรับปรุงแก้ไขส่วนที่ Model 1 ทำได้ไม่ดี เช่น แบตเตอรี่ เซนเซอร์ อีกทั้งวัสดุยังคงทนกว่า แต่มาพร้อมกับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นซึ่งอาจทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานลดลง จึงได้ทำการเปลี่ยนมอเตอร์เพื่อเพิ่มความเร็วมาทดแทน

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 โมดูลอินฟราเรดเซนเซอร์ Line tracker KY-033

1) กระแสที่ทำงาน : 18mA - 20mA ที่ 5V
2) ภายในตัวเซ็นเซอร์แบบนี้จะมีตัวส่ง และ ตัวรับ ติดตั้งภายในตัวเดียวกัน
3) มุมการตรวจจับ 35 °
4) ขนาด : 2.8 ซม. x 2.3 ซม.
5) แรงดันไฟฟ้าภายนอก VCC 3.3V-12V
6) สัญญาณเอาต์พุต : ระดับ TTL (ระดับต่ำมีสิ่งกีดขวางไม่มีอุปสรรคสูง)
7) การปรับ: ปรับความไวการตรวจจับได้
8) อุณหภูมิในการทำงาน: -10 ° C ~ + 50 ° C
9) เหมาะสำหรับชิ้นงานที่มีลักษณะทึบแสงไม่เป็นมันวาวเนื่องจากอาจทำให้ตัวเซ็นเซอร์เข้าใจผิดว่าเป็นตัวแผ่นสะท้อน และ ทำให้ทำงานผิดพลาดได้

รูปที่ 3.1 IR Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 Arduino

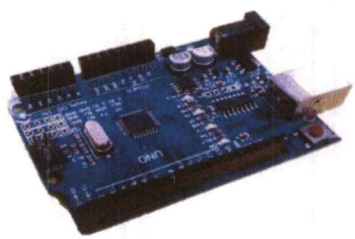
3.1.2.1 Arduino Uno

เป็นบอร์ด ARDUINO ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดเพราะราคาไม่แพง ส่วนใหญ่โปรเจค และ Library ต่าง ๆที่พัฒนาขึ้นมาใช้นั้น จะอ้างอิงจากบอร์ดนี้เป็นหลัก เหมาะสำหรับคนที่เริ่มต้นเรียนรู้ และมี Shield ให้เลือกใช้งานได้มากกว่ารุ่นอื่น ๆ ปัจจุบัน มีการพัฒนาเรื่อยมา ตั้งแต่ R2 จนถึง R3 และรุ่นย่อยที่เปลี่ยนชิปไอซีเป็นแบบ SMD[7]

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลจำเพาะของ Arduino UNO R3

ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์	ATmega328
ใช้แรงดันไฟฟ้า	5V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7 – 12V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	6 – 20V
พอร์ต Digital I/O	14 พอร์ต (มี 6 พอร์ต PWM output)
พอร์ต Analog Input	6 พอร์ต
กระแสไฟที่จ่ายได้ในแต่ละพอร์ต	40mA
กระแสไฟที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3V	50mA
พื้นที่โปรแกรมภายใน	32KB พื้นที่โปรแกรม, 500B ใช้โดย Booloader
พื้นที่แรม	2KB
พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM)	1KB
ความถี่คริสตัล	16MHz
ขนาด	68.6x53.4 mm
น้ำหนัก	25 กรัม

(ที่มา : https://www.arduitronics.com/product/8/arduino-uno-r3-free-usb-cable)



รูปที่ 3.2 Arduino UNO R3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

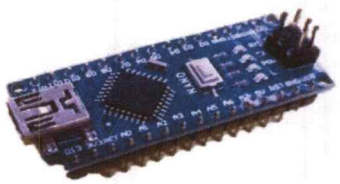
3.1.2.2 Arduino Nano

บอร์ด Arduino Nano ออกแบบมาให้มีขนาดเล็ก และใช้กับงานทั่วไป ใช้ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์ ATmega168 หรือเบอร์ ATmega328ซึ่งมี 2 รุ่นคือ 2.3 และ 3 โปรแกรมผ่านโปรโตคอล UART มีชิปUSB to UART มาให้ ใช้ Mini USB เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ มีพอร์ตดิจิตอลอินพุตเอาต์พุต 14 พอร์ต มีพอร์ตอนาล็อกอินพุต 8 พอร์ต บนบอร์ดยังมีเรกกูเลเตอร์สามารถจ่ายไฟได้ตั้งแต่ 7 – 12V เพื่อให้บอร์ดทำงานได้ (จ่ายไฟที่ขา VIN) กรณีมีแหล่งจ่ายไฟ 5V อยู่แล้วก็จ่ายเข้าได้เลยที่ขา 5V

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลจำเพราะของ Arduino Nano

ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์	ATmega32u4
ใช้แรงดันไฟฟ้า	5V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7 – 12V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	6 – 20V
พอร์ต Digital I/O	20 พอร์ต (มี 7 พอร์ต PWM output)
พอร์ต Analog Input	12 พอร์ต
กระแสไฟที่จ่ายได้ในทุกพอร์ต	40mA
กระแสไฟที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3V	50mA
พื้นที่โปรแกรมภายใน	32KB พื้นที่โปรแกรม, 4KB ใช้โดย Bootloader
พื้นที่แรม	2.5KB
พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM)	1KB
ความถี่คริสตัล	16MHz
ขนาด	48x18 mm
น้ำหนัก	13 กรัม

(ที่มา : http://www.robotinc.asia/Arduino/ArduinoNANO.html)



รูปที่ 3.3 Arduino Nano

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 แผ่นอะคริลิคใส

3.1.4 มอเตอร์ติดล้อรถ 6V และ12V

มอเตอร์ 6V

1) แรงดันไฟฟ้า: 3V ถึง 6V DC
2) No-load speed : 1:48 (เมื่อเป็น 3V)
3) 6V รอบ 240 รอบ/นาที
4) โหลด : 70mA (สูงสุด 250mA) (เมื่อเป็น 3V)

รูปที่ 3.4 มอเตอร์เกียร์ 6 V

มอเตอร์ 12V

1) แรงดันไฟฟ้า: 6V ถึง 12V DC
2) No-load speed : 1:48 (เมื่อเป็น 3V)
3) 12V รอบ 400 รอบ/นาที
4) โหลด : 220mA เมื่อเป็น 6V)

รูปที่ 3.5 มอเตอร์ 12V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 แบตเตอรี่ลิเธียมโพลิเมอร์ขนาด 1800 และ 2400 มิลลิแอมป์ชั่วโมง

1) ขนาด ยาว x สูง x กว้าง 125 x 21 x 18 mm./ก้อน
2) ความจุ 2400 mAh
3) Voltage 11.1V
4) ค่าจ่ายกระแสไฟฟ้า 20c
5) จำนวน Cell 3 เซลล์ = 11.1V

รูปที่ 3.6 แบตเตอรี่ความจุ 2400 มิลลิแอมป์ชั่วโมง

3.1.6 โมดูล Wi-fi NodeMCU v3 ESP8266 สื่อสารข้อมูลอนุกรมไร้สายผ่านWi-Fi

เป็นโมดูลที่ช่วยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เชื่อมต่อกับเครือข่ายข้อมูลในแบบไร้สายผ่าน Wi-Fi ได้ง่ายขึ้น เนื่องจากตัวโมดูลนี้จะทำหน้าที่จัดการขั้นตอนต่าง ๆ ในการเชื่อมต่อกับเครือข่ายข้อมูล เพียงได้รับคำสั่งในรูปแบบ AT command จากไมโครคอนโทรลเลอร์หรือคอมพิวเตอร์ ทำให้การพัฒนาโปรแกรมทางฝั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อเครือข่ายข้อมูลผ่าน Wi-Fi ทำให้ง่ายขึ้น และ โมดูลนี้มีราคาไม่สูง เมื่อเทียบกับความสามารถ

คุณสมบัติทางเทคนิค

1) ใช้ชิปเบอร์ ESP8266 ของ Espressif Systems บรรจุซีพียู 32 บิต
2) บรรจุเฟิร์มแวร์รุ่นล่าสุด (V091) และรองรับการอัปเกรดในอนาคต
3) มีหน่วยความจำแฟลชแบบอนุกรมความจุ 4 เมกะบิต
4) รองรับการสื่อสารไร้สายตามมาตรฐาน 802.11 b / g / n
5) เชื่อมต่อเครือข่ายข้อมูลผ่าน Wi-Fi แบบ Direct (P2P) และ soft-AP
6) มี TCP/IP โปรโตคอลสแต็กในตัว
7) มี TR switch, balun, LNA, วงจรขยายกำลังออกอากาศและแมตชิ่งเน็ตเวิร์คในตัว
8) มีสายอากาศในตัว กำลังส่ง 19.5dBm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) กำหนดการทำงานด้วยการป้อนคำสั่ง ATcommand ผ่านขาสื่อสารข้อมูลอนุกรม UART
10) ใช้เวลา 2 มิลลิวินาทีในการเชื่อมต่อและถ่ายทอดแพ็คเก็ตข้อมูล
11) ใช้กระแสไฟฟ้าสูงสุด 215mA ที่อัตราการถ่ายทอดข้อมูล 1 เมกะบิตต่อวินาที ไฟเลี้ยง 3.3V และใช้ ร้อยกว่า 0.1mW เมื่อทำงานในโหมดสแตนด์บาย
12) มีคอนเน็กเตอร์ IDC 8 ขาแถวคู่ (4x2 ขา) ระยะห่างขา 2.54 มม. สำหรับเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์
13) เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางขา UART (TxD และ RxD) ด้วยอัตราบอด 115,200 บิตต่อวินาที (ไม่แนะนำให้ใช้ Software UART)
14) ขนาด 14.3 x 24.8 มม.

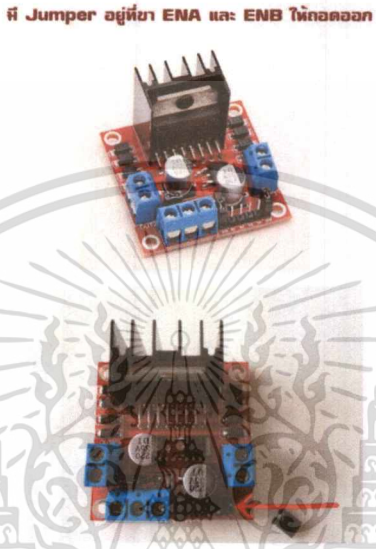
รูปที่ 3.7 ESP-01โมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรมไร้สายผ่าน Wi-Fi (ESP8266EX)

งานวิจัยนี้จะทำการใช้โมดูล ESP-01 กับแอฟลิเคชันบนมือถือผ่านระบบ Wi-fi ที่เชื่อมต่อได้จากสมาร์ทโฟนในการเรียกใช้งานและเรียกหุ่นยนต์เพื่อใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

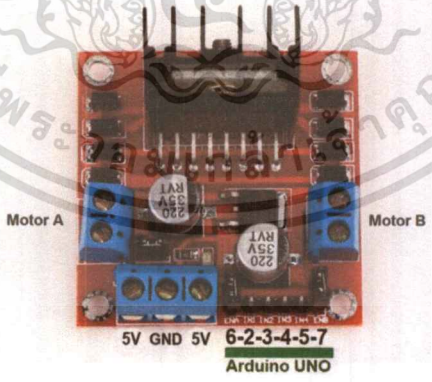
3.1.7 โมดูลขับมอเตอร์ (Motor Drive Module L298N)

สำหรับโมดูล PWM ของ Arduino มีความละเอียด 8 bit หรือ ปรับได้ 255 ระดับ ดังนั้น สัญญาณ 0 โวลต์ถึง 5 โวลต์ จะถูกแสดงเป็นสัญญาณแบบดิจิตอล จะได้ 0 ถึง 255 ซึ่งเราสามารถเทียบสัดส่วนคำนวนจากเลขจริง เป็น เลขทางดิจิตอลได้ ตัวอย่าง ถ้า 5V = 255 1.0v จะเท่ากับ 1V = 255/5.0V x 1.0V = 51



รูปที่ 3.8 L298N Dual Full-bridge motor driver module (Red PCB) และการต่อวงจร

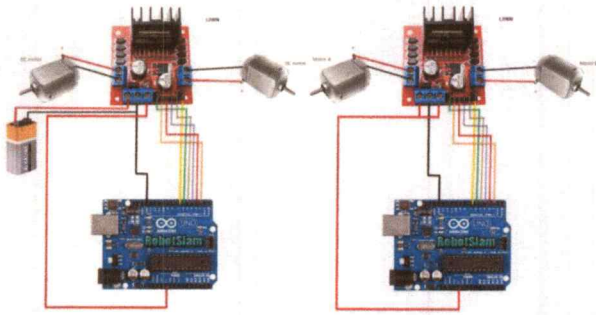
(ที่มา : https://robotsiam.blogspot.com/)



รูปที่ 3.9 Arduino UNO R3 (ขา ENA และ ENB ถ้ามี Jumper ต่ออยู่ให้ถอดออก)

(ที่มา : https://robotsiam.blogspot.com/)

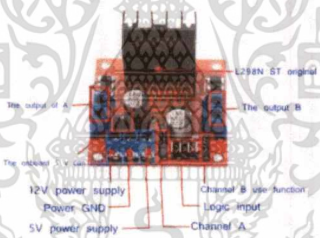
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 จากการทดลองการต่อวงจร ทดสอบกับ บอร์ด Arduino UNO R3 ต่อกับคอมพิวเตอร์ ผ่านทางสาย USB

(ที่มา : https://robotsiam.blogspot.com/)

มอเตอร์ ทั้ง 2 ตัว สามารถ ทำงานได้ โดยไม่ต้อง ต่อแบตเตอรี่ 9 V เมื่อทดลองถอดสาย USB จากคอมพิวเตอร์ออก แล้ว ป้อนไฟเข้าทางพอร์ต Power Supply ของ บอร์ด Arduino UNO R3 ก็สามารถทำงานได้ตามปกติเช่นเดียวกัน



รูปที่ 3.11 ตำแหน่งขาของ Dual Full-bridge motor driver module (Red PCB)

(ที่มา : https://robotsiam.blogspot.com/)

คุณสมบัติ

1) L298N Dual Full-bridge motor driver module (Red PCB)
2) โมดูลขับมอเตอร์ใช้ไอซีเบอร์ L298N
3) สามารถเลือกใช้สำหรับขับดีซีมอเตอร์ หรือ สเต็ปมอเตอร์
4) สามารถควบคุมหมุนกลับทิศทางได้แบบอิสระ
5) ขับดีซีมอเตอร์ได้ 2 ตัว พร้อมกัน หรือขับสเต็ปมอเตอร์ได้ 1 ตัว
6) รองรับแรงดันได้กว้าง : 7-35Vdc
7) จ่ายกระแสสูงสุด 2 แอมป์ต่อข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนการทดลอง

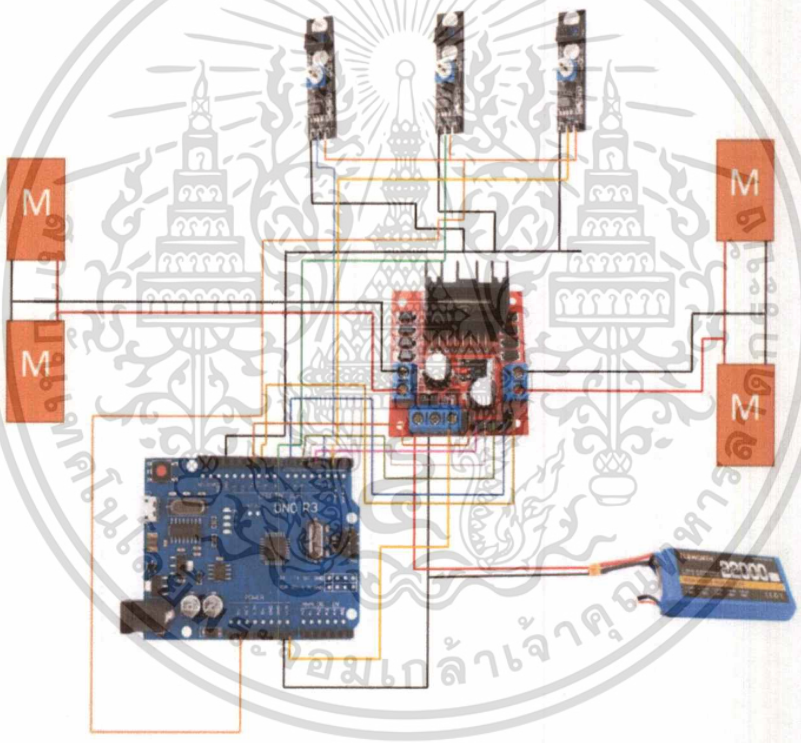
3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมการผลิตและวิเคราะห์คุณลักษณะการใช้งานที่ต้องการ

3.2.1.1 ในงานวิจัยนี้จะทำการผลิตหุ่นยนต์เพื่อใช้งานจริง ดังนั้นวัสดุที่ใช้จะต้องมีความคงทน ราคาจับต้องได้ และคุ้มค่า

3.2.1.2 งานวิจัยนี้จะทำการออกแบบการใช้งานเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุดเท่าที่ทำได้ทั้งความเร็วและระยะการใช้งานต่อเนื่อง และความแม่นยำของระบบการเดินอัตโนมัติ

3.2.1.3 ในงานวิจัยนี้จะออกแบบหุ่นยนต์เดินตามเส้นอัตโนมัติโดยสามารถวิ่งด้วยระบบอัตโนมัติ และสามารถเรียกใช้งานด้วยแอพลิเคชันผ่านโมดูล Wi-fi

3.2.1.4 ในงานวิจัยนี้จะออกแบบให้สามารถขนส่งวัสดุที่มีน้ำหนักในระดับหนึ่ง เช่น เอกสาร ดังนั้นการออกแบบจะสามารถทำให้ตัวรถส่งเอกสารได้อัตโนมัติ



รูปที่ 3.12 ภาพการต่อวงจรของหุ่นยนต์เดินตามเส้น

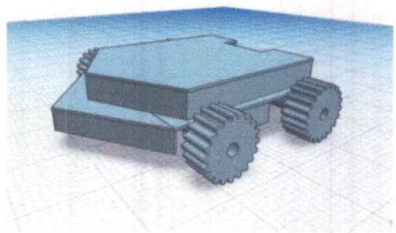
3.2.2 ขั้นตอนการวางแผนออกแบบและเลือกใช้วัสดุตามการใช้งานที่ต้องการ

3.2.2.1 ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบโมเดลเป็น 3D ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยสามารถประกอบและบอกขนาดได้

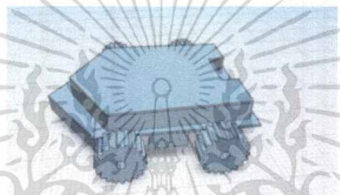
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ขั้นตอนการผลิตหุ่นยนต์

3.2.3.1 การออกแบบด้วยโปรแกรม



รูปที่ 3.13 โมเดลรถหุ่นยนต์เดินตามเส้น Perspective view



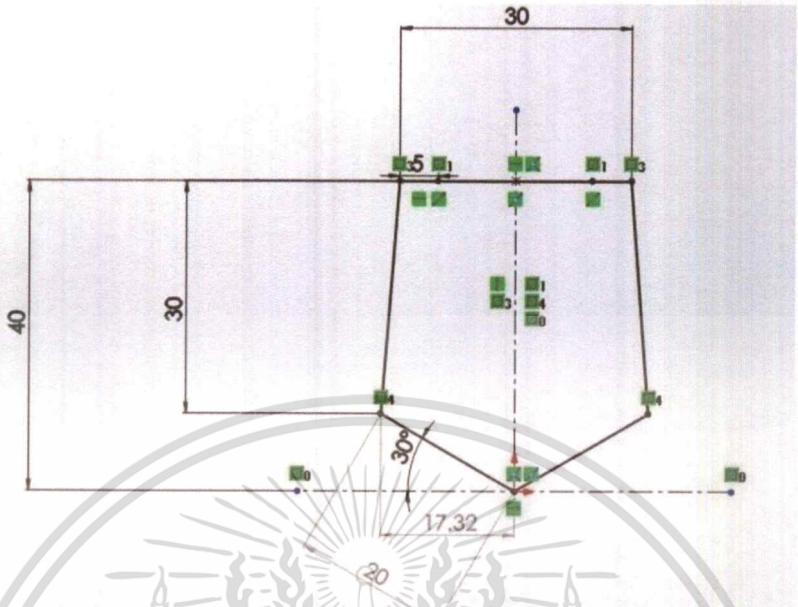
รูปที่ 3.14 โมเดลรถหุ่นยนต์เดินตามเส้น Side view

รูปที่ 3.15 โมเดลรถหุ่นยนต์เดินตามเส้น Top view

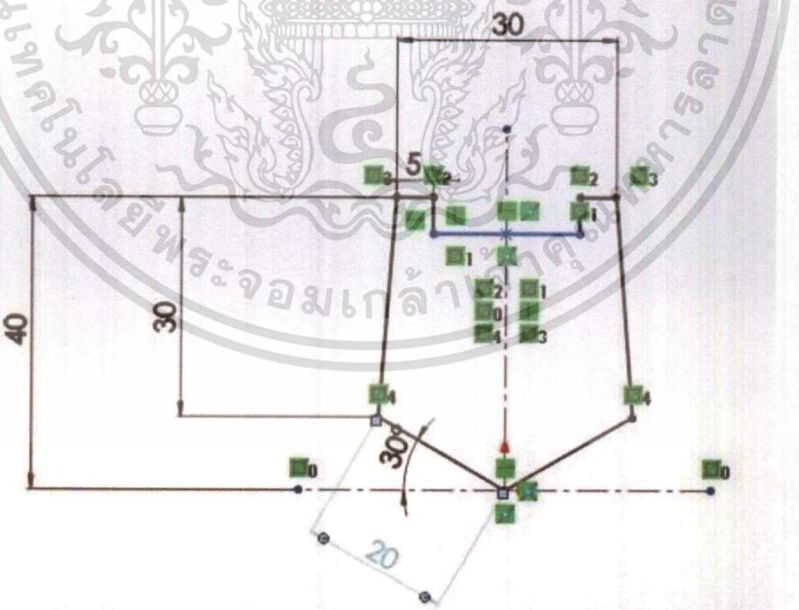
รูปที่ 3.16 โมเดลรถหุ่นยนต์เดินตามเส้น Font view

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.2 ตัดขนาดของอะคริลิคแต่ละด้านตามขนาดและออกแบบตำแหน่งวงจร



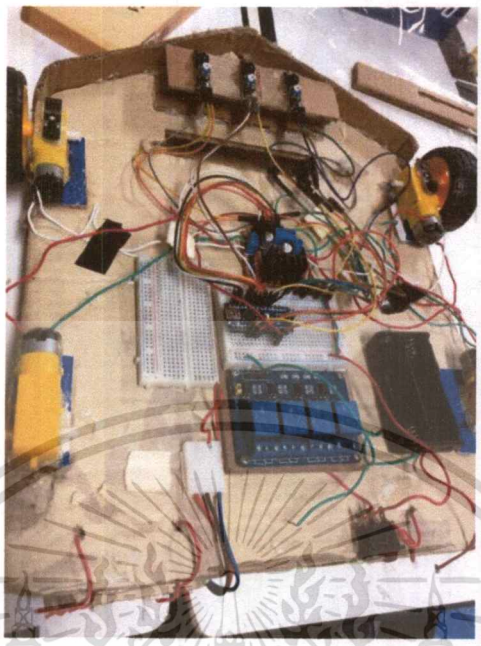
รูปที่ 3.17 ขนาดของหุ่นยนต์ส่วนฐาน



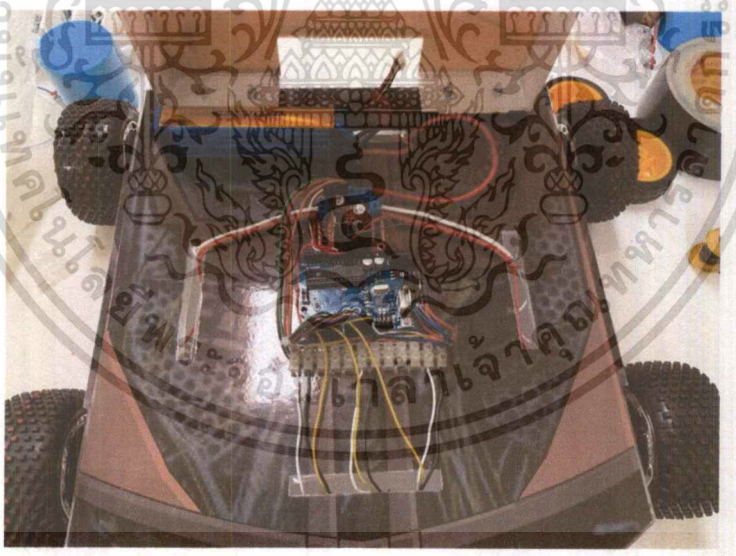
รูปที่ 3.18 ขนาดของหุ่นยนต์ส่วนบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.3 ทำการต่อวงจร(Model 1)



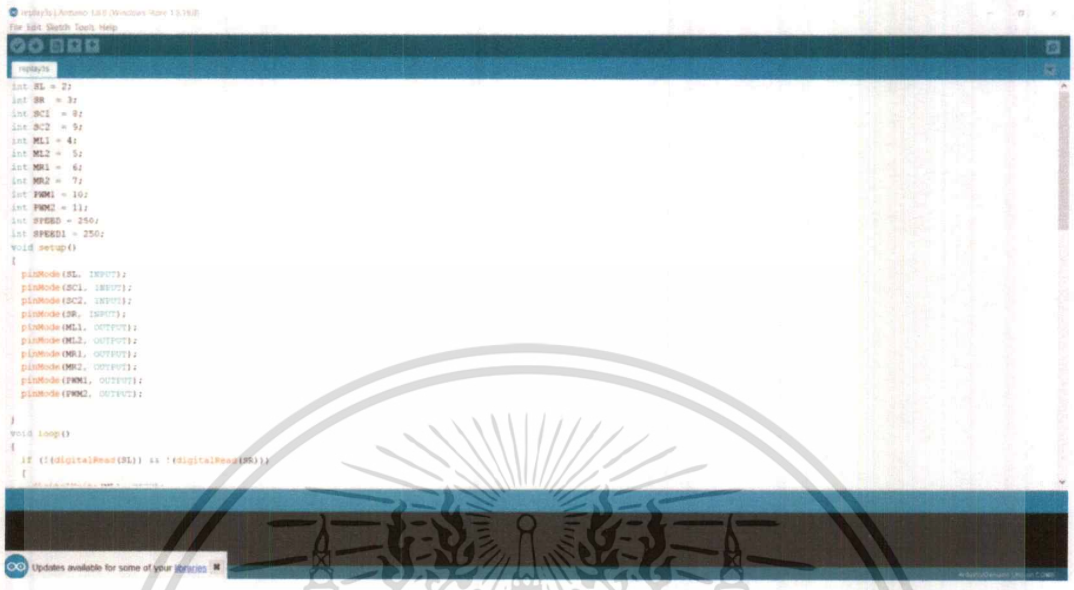
รูปที่ 3.19 ภาพการทดสอบต่อวงจรในหุ่นยนต์ Model 1



รูปที่ 3.20 ภาพการทดสอบต่อวงจรในหุ่นยนต์ Model 2

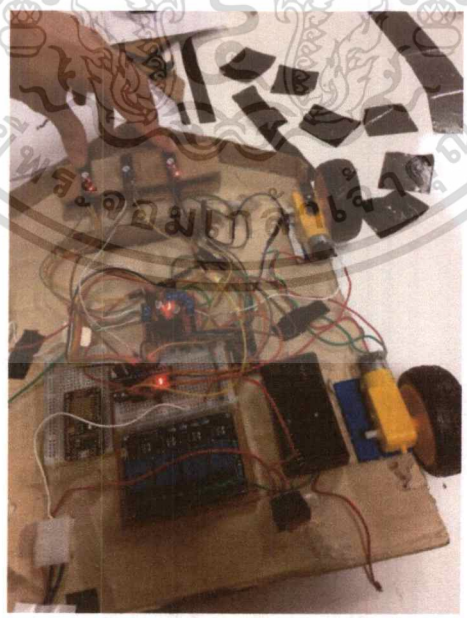
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.4 เชื่อมต่อ Arduino เข้ากับคอมพิวเตอร์และทำการเขียนโค้ดลงไป ซึ่งมีระบุไว้ในภาคผนวก ก



รูปที่ 3.21 หน้าต่างโปรแกรม Arduino พร้อมคำสั่งที่ใช้งาน

3.2.3.5 เสร็จแล้วทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ เช่นนี้การทำการทดสอบต่างๆจะเปลี่ยนโค้ดเพื่อสั่งการหุ่นยนต์ในการทำงานที่แตกต่างตามสิ่งที่ต้องการ



รูปที่ 3.22 ทดสอบการตอบสนองของเซนเซอร์ในหุ่นยนต์ Model 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

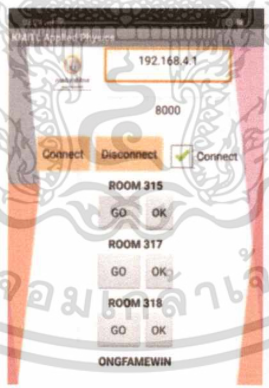
3.2.4 การออกแบบ Software เสริม

ในงานวิจัยนี้จะประยุกต์การใช้งานของตัวรถเพิ่มเติมโดยการเพิ่มเติมระบบการใช้งานระยะไกล โดยสามารถสั่งการหุ่นยนต์ผ่านแอพลิเคชันได้ ซึ่งการเชื่อมต่อจะเป็นแบบ Wi-Fi เข้ากับอุปกรณ์โมดูล Wi-Fi ที่ติดอยู่ในหุ่นยนต์และจะสั่งงานผ่านระบบไร้สายผ่านแอพลิเคชันในสมาร์ทโฟน

3.2.4.1 ขั้นตอนการติดตั้งแอพลิเคชันซึ่งเป็นแบบ Open Source ซึ่งเปิดให้โหลดการใช้งานได้แบบฟรี ซึ่งแอพลิเคชันที่เราเลือกใช้คือ Test Socket ซึ่งรองรับในสมาร์ทโฟนระบบ Android

รูปที่ 3.23 แอพพลิเคชันที่อกแบบใช้ประยุกต์การใช้งาน

3.2.4.2 เมื่อเปิดแอพลิเคชันแล้วจะพบหน้าจอดังกล่าว ให้ทำการเชื่อมต่อโดยใส่ Ip Address และ port เพื่อทำการเชื่อมต่อ



รูปที่ 3.24 หน้าต่างแอพพลิเคชันการใช้งาน

3.2.4.3 เมื่อนาย ก ที่อยู่ห้อง 315 จะทำการสั่งใช้งานให้ส่งพัสดุไปที่ห้อง 318 ของนาย ข ให้กดที่ปุ่ม Go ด้านล่างของ ROOM 315 หุ่นยนต์จะเดินทางไปที่ห้อง 315 ทำการบรรจุพัสดุลงในหุ่นยนต์ และกดปุ่ม Go ด้านล่างของ ROOM 318 รถจะสิ่งไปที่ห้อง 318 เมื่อนาย ข ได้รับของจากหุ่นยนต์แล้ว สามารถกดปุ่ม OK เพื่อยืนยันว่าได้รับพัสดุ และหุ่นยนต์จะกลับไปที่ตำแหน่งตั้งต้นที่ตั้งค่าไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์

3.3.1 การศึกษาวิเคราะห์ความเร็วแต่ละรอบของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและหยุด

ทำการวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์โดยการวิ่งตรงและหยุดเป็นระยะทาง 403 เซนติเมตร และจับเวลา โดยทำการทดสอบ 20 ครั้งและเฉลี่ยหาออกมา

3.3.2 การศึกษาวิเคราะห์ประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อเมื่อวิ่งและหยุด

จะทำการทดสอบประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อและจะทำการเปรียบเทียบสเป็คของอุปกรณ์จากโรงงาน

3.3.3 การศึกษาวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม

ทำการวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์โดยการวิ่งตรงและหยุดเป็นระยะทาง 796.5 เซนติเมตร และจับเวลา โดยทำการทดสอบ 20 ครั้งและเฉลี่ยหาออกมา

3.3.4 การศึกษาประสิทธิประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อเมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม

การทดสอบประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อเมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิมและจะทำการเปรียบเทียบสเป็คของอุปกรณ์จากโรงงาน

3.3.5 การศึกษาประสิทธิภาพของเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่

ในการวิเคราะห์นี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ที่ใช้ของหุ่นยนต์โดยเทียบกับสเป็คของแบตเตอรี่จากโรงงาน โดยการให้หุ่นวิ่งไปกลับซ้ำไปซ้ำมาจนกว่าแบตเตอรี่จะหมดและหุ่นยนต์หยุดวิ่ง

3.3.6 การศึกษาประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ในการใช้งานวิ่งตามจุด

ทดสอบให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นโดยกำหนดจุดสำหรับหยุดแต่ละตำแหน่ง ในการทดลองนี้จะกำหนด 3 จุด ทดลองซ้ำ 20 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ผลการวิเคราะห์ความเร็วแต่ละรอบของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและหยุด

ทำการวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์โดยการวิ่งตรงและหยุด เป็นระยะทาง 403 เซนติเมตร และจับเวลา โดยทำการทดสอบ 20 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบอัตราเร็วของหุ่นยนต์เดิมตามเส้น Model 1

ครั้งที่	ระยะทางทดสอบ (ซม.)	เวลา (วินาที)	อัตราเร็ว (ซม./วินาที)
1.00	403.00	6.80	59.26
2.00	403.00	6.50	62.00
3.00	403.00	6.69	60.24
4.00	403.00	6.76	59.62
5.00	403.00	7.04	57.24
6.00	403.00	6.80	59.26
7.00	403.00	6.76	59.62
8.00	403.00	7.09	56.84
9.00	403.00	6.80	59.26
10.00	403.00	6.57	61.34
11.00	403.00	6.63	60.78
12.00	403.00	6.83	59.00
13.00	403.00	6.73	59.88
14.00	403.00	6.60	61.06
15.00	403.00	6.60	61.06
16.00	403.00	6.63	60.78
17.00	403.00	6.55	61.53
18.00	403.00	6.60	61.06
19.00	403.00	6.60	61.06
20.00	403.00	6.58	61.25
เฉลี่ย	403.00	6.71	60.08

จากการทดสอบและคำนวณจะได้อัตราเร็วของหุ่นยนต์เฉลี่ยเท่ากับ 60.11 เซนติเมตรต่อวินาที คือใน 1 วินาทีสามารถเคลื่อนที่ไปได้ 60.11 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อเมื่อวิ่งและหยุด

จากผลการทดลองที่ 4.1 จะทำการทดสอบประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อ และจะทำการเปรียบเทียบสเป็คของอุปกรณ์จากโรงงาน โดยหาเส้นรอบวงล้อจากสูตร $2\pi r$ จะได้เส้นรอบวง 20.73 เซนติเมตร และความเร็วรอบต่อนาทีของล้อและมอเตอร์ตามทฤษฎีคือ 240 รอบต่อนาที ด้วยแรงดัน 6 V ดังนั้นการหารอบของมอเตอร์ต้องใช้อัตราเร็วในหน่วยเซนติเมตรต่อนาทีหารกับเส้นรอบวง

ตารางที่ 4.2 ผลการคำนวณรอบมอเตอร์เฉลี่ยในการใช้งานจริง Model 1

ครั้งที่	อัตราเร็ว (ซม./นาที)	Motor(ปฏิบัติ) (รอบ/นาที)
1	3555.88	171.53
2	3720.00	179.45
3	3614.35	174.35
4	3576.92	172.55
5	3434.66	165.69
6	3555.88	171.53
7	3576.92	172.55
8	3410.44	164.52
9	3555.88	171.53
10	3680.37	177.54
11	3647.06	175.93
12	3540.26	170.78
13	3592.87	173.32
14	3663.64	176.73
15	3663.64	176.73
16	3647.06	175.93
17	3691.60	178.08
18	3663.64	176.73
19	3663.64	176.73
20	3674.77	177.27
เฉลี่ย	3604.65	173.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากหุ่นยนต์นั้นมีเวลาหน่วงตอนเปิดการทำงานจากการรันโปรแกรมที่ ARDUINO โดยใช้เวลาประมาณ 1.615 วินาที ทำให้เวลาที่ได้มากกว่าปกติ เราจึงทำการหาค่าเวลาหน่วงในช่วงนั้นและนำมาลบกับเวลาที่ได้ ทำให้ได้เวลาจริงในการคำนวณอัตราเร็วที่แท้จริงของหุ่นเพื่อนำมาหารอบต่อนาทีของล้อและมอเตอร์

ตารางที่ 4.3 ผลการคำนวณรอบมอเตอร์เมื่อตัดเวลาออกตัว Model 1

ครั้งที่	ตัดเวลาออกตัว (วินาที)	อัตราเร็วจริง (เซนติเมตร/นาที)	Motor (รอบ/นาที)
1	5.19	4663.45	224.96
2	4.89	4949.85	238.78
3	5.08	4764.53	229.84
4	5.15	4699.71	226.71
5	5.43	4457.14	215.01
6	5.19	4663.45	224.96
7	5.15	4699.71	226.71
8	5.48	4416.44	213.05
9	5.19	4663.45	224.96
10	4.96	4879.92	235.40
11	5.02	4821.54	232.59
12	5.22	4636.63	223.67
13	5.12	4727.27	228.04
14	4.99	4850.55	233.99
15	4.99	4850.55	233.99
16	5.02	4821.54	232.59
17	4.94	4899.70	236.36
18	4.99	4850.55	233.99
19	4.99	4850.55	233.99
20	4.97	4870.09	234.93
เฉลี่ย	5.04	4806.65	231.87

จากการทดสอบและคำนวณจะได้อัตรารอบเฉลี่ยของล้อและมอเตอร์เมื่อใช้งานจริงได้เท่ากับ 231.86 รอบต่อนาที ตามสเป็คที่ให้มาใช้งานคือ 240 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพการใช้งาน 96.61 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประสิทธิภาพการใช้งานลดลงนั้น อาจมีผลมาจากน้ำหนักของตัวรถและความฝืดของพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม

ทำการวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์โดยการวิ่งตรงและหยุด เป็นระยะทาง 796.5 เซนติเมตร และจับเวลา โดยทำการทดสอบ 20 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบอัตราเร็วของหุ่นยนต์เดินตามเส้นเมื่อวิ่งและวนกลับมา Model 1

ครั้งที่	ระยะทางทดสอบ (ซม.)	เวลา (วินาที)	อัตราเร็ว (ซม./วินาที)
1	796.50	13.07	60.94
2	796.50	13.19	60.39
3	796.50	13.29	59.93
4	796.50	13.37	59.57
5	796.50	13.36	59.62
6	796.50	13.19	60.39
7	796.50	13.20	60.34
8	796.50	13.34	59.71
9	796.50	13.26	60.07
10	796.50	13.15	60.57
11	796.50	13.27	60.02
12	796.50	13.36	59.62
13	796.50	13.29	59.93
14	796.50	13.40	59.44
15	796.50	13.20	60.34
16	796.50	13.50	59.00
17	796.50	14.66	54.33
18	796.50	13.46	59.18
19	796.50	13.57	58.70
20	796.50	14.97	53.21
เฉลี่ย	796.50	13.46	59.26

จากการทดสอบและคำนวณจะได้อัตราเร็วของหุ่นเท่ากับ 59.26 เซนติเมตรต่อวินาที คือใน 1 วินาที หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปได้ 59.26 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อเมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม

จากผลการทดลองที่ 4.3 จะทำการทดสอบประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อ และจะทำการเปรียบเทียบสเป็คของอุปกรณ์จากโรงงาน โดยการหานั้นทำการวัดหาเส้นรอบวงล้อจากสูตร $2\pi r$ จะได้เส้นรอบวง 20.73 เซนติเมตร และความเร็วรอบต่อนาทีของล้อและมอเตอร์ตามทฤษฎีคือ 240 รอบต่อนาทีด้วยแรงดัน 6 V ดังนั้นการหารอบของมอเตอร์ต้องใช้อัตราเร็วในหน่วยเซนติเมตรต่อนาทีหารกับเส้นรอบวง

ตารางที่ 4.5 ผลการคำนวณรอบมอเตอร์เฉลี่ยเมื่อวิ่งและวนกลับมาในการใช้งานจริง Model 1

ครั้งที่	อัตราเร็ว (ซม./นาที)	Motorปฏิบัติ (รอบ/นาที)
1	3656.47	176.39
2	3623.20	174.78
3	3595.94	173.47
4	3574.42	172.43
5	3577.10	172.56
6	3623.20	174.78
7	3620.45	174.65
8	3582.46	172.82
9	3604.07	173.86
10	3634.22	175.31
11	3601.36	173.73
12	3577.10	172.56
13	3595.94	173.47
14	3566.42	172.04
15	3620.45	174.65
16	3540.00	170.77
17	3259.89	157.25
18	3550.52	171.27
19	3521.74	169.89
20	3192.38	154.00
เฉลี่ย	3555.87	171.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากหุ่นยนต์นั้นมีเวลาหน่วงตอนเปิดการทำงานจากการรันโปรแกรมที่ ARDUINO โดยใช้เวลาประมาณ 1.61 วินาที และเวลาหมุนตัวกลับมาที่เดิมอีกเฉลี่ย 1.31 วินาที ทำให้เวลาที่ได้มากกว่าปกติ เราจึงทำการหาค่าเวลาหน่วงในช่วงนั้นและนำมาลบกับเวลาที่ได้ ทำให้ได้เวลาจริงในการคำนวณอัตราเร็วที่แท้จริงของหุ่นยนต์เพื่อนำมาหารอบต่อนาทีของล้อและมอเตอร์

ตารางที่ 4.6 ผลการคำนวณรอบมอเตอร์เมื่อตัดเวลาออกตัวและหมุนตัวกลับ Model 1

ครั้งที่	ตัดเวลาออกตัว (วินาที)	เวลาหมุน (วินาที)	อัตราเร็วจริง(ซม./นาที)	Motorจริง (รอบ/นาที)
1	10.23	1.23	4673.84	225.46
2	11.58	1.40	4128.73	199.17
3	11.68	1.26	4093.36	197.46
4	11.76	1.36	4065.50	196.12
5	11.75	1.22	4068.97	196.28
6	11.58	1.23	4128.73	199.17
7	11.59	1.40	4125.16	198.99
8	11.73	1.26	4075.91	196.62
9	11.65	1.36	4103.91	197.97
10	11.54	1.22	4143.04	199.86
11	11.66	1.23	4100.39	197.80
12	11.75	1.40	4068.97	196.28
13	11.68	1.26	4093.36	197.46
14	11.79	1.36	4055.15	195.62
15	11.59	1.22	4125.16	198.99
16	11.89	1.23	4021.03	193.97
17	13.05	1.40	3663.47	176.72
18	11.85	1.26	4034.61	194.63
19	11.96	1.36	3997.49	192.84
20	13.36	1.22	3578.44	172.62
เฉลี่ย	10.90	1.32	4401.28	212.31

จากการทดสอบและคำนวณจะได้อัตรารอบเฉลี่ยของล้อและมอเตอร์เมื่อใช้งานจริงได้เท่ากับ 212.31 รอบต่อนาที ตามสเป็คที่ให้มาใช้งานคือ 240 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพการใช้งาน 88.46 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพการใช้งานน้อยกว่าการทดสอบที่ 4.2 ซึ่งอาจเป็นจากการที่หุ่นยนต์มีระยะทางการวิ่งที่มากขึ้นเป็นปัจจัยทำให้เกิดแรงเสียดทานและการจ่ายไฟที่ไม่ต่อเนื่องจากการหมุนตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่

1) ในการวิเคราะห์นี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ โดยเทียบกับสเป็คของแบตเตอรี่จากโรงงานด้วยการคำนวณจากสมการ กำลังไฟฟ้า = แรงดันไฟฟ้า x กระแสไฟฟ้า โดยแบตเตอรี่มีความจุ 1800 มิลลิแอมป์ชั่วโมง แรงดัน 9.6 โวลต์ ซึ่งจะได้กำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมงเท่ากับ กำลังไฟฟ้า = แรงดันไฟฟ้า x กระแสไฟฟ้า = 1.8 x 9.6 ได้เท่ากับ 17.28 วัตต์ชั่วโมง จากนั้นวัดกระแสออกได้ 450 มิลลิแอมป์ และแรงดันขาออก 10.6 โวลต์จาก โดยตอนวัดตัวหุ่นยนต์จะทำการวิ่งต่อเนื่อง และนำมาคำนวณหากำลังไฟฟ้าออก กำลังไฟฟ้า = แรงดันไฟฟ้า x กระแสไฟฟ้า = 0.45 x 10.6 ได้เท่ากับ 4.77 วัตต์ จากนั้นนำมาคำนวณหาระยะการใช้งานซึ่งได้ 217 นาที

2) จากการทดลองพบว่าหุ่นยนต์สามารถวิ่งได้เพียง 30 นาทีเท่านั้นก่อนที่จะเริ่มวิ่งช้าลงและหยุดไปในที่สุด ซึ่งประสิทธิภาพต่ำกว่าที่คำนวณออกมา ซึ่งคาดการว่าจะใช้งานได้ 217 นาที อาจเป็นเพราะว่าแบตเตอรี่ที่ใช้นั้นอาจเสื่อมสภาพจากการทดลองและใช้งานมาพอสมควรก่อนจะถึงการทดสอบนี้

3) ความเร็วในการชาร์จแบตเตอรี่นั้นได้ใช้หัวชาร์จแบตเตอรี่นั้นมีขนาด 12 โวลต์ ให้กระแส 250 มิลลิแอมป์ ซึ่งให้ไฟ 3 วัตต์ สามารถชาร์จแบตเตอรี่ของหุ่นซึ่งมีขนาด 1800 มิลลิแอมป์ซึ่งได้คำนวณออกมาได้เท่ากับ 345 นาที ซึ่งกินเวลา 10 เท่าของการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ในการใช้งานวิ่งตามจุด

จากการทดสอบให้หุ่นเดินตามเส้นโดยกำหนดจุดสำหรับหยุดแต่ละจุด ในการทดลองนี้จะกำหนด 3 จุด ทดลองซ้ำ 20 ครั้ง

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ในการใช้งานวิ่งตามจุด

ครั้งที่	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3
1	O	O	O
2	O	O	O
3	O	O	O
4	O	O	O
5	O	O	O
6	O	O	O
7	O	O	O
8	O	O	O
9	O	O	O
10	O	O	O
11	O	O	O
12	O	O	O
13	O	O	O
14	O	O	O
15	O	O	O
16	O	O	O
17	O	O	O
18	O	O	O
19	O	O	O
20	O	X	O

O สำเร็จ
X ผิดพลาด

ผลการทดลองพบว่ามีความผิดพลาดแค่เพียงครั้งเดียวในการหยุดจุดที่ 2 ซึ่งอาจมาจากปัจจัยหลายอย่างในความผิดพลาดเช่น เซนเซอร์อ่านเส้นดำบนพื้นไม่ทันหรือความเร็วของหุ่นยนต์ที่มากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ผลการวิเคราะห์ความเร็วแต่ละรอบของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและหยุด (Model 2)

ทำการวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์โดยการวิ่งตรงและหยุด เป็นระยะทาง 400 เซนติเมตร และจับเวลา โดยทำการทดสอบ 20 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบอัตราเร็วของหุ่นยนต์เดิมตามเส้น Model 2

ครั้งที่	ระยะทางทดสอบ (ซม.)	เวลา (วินาที)	อัตราเร็ว (ซม./วินาที)
1	400	5.81	68.85
2	400	5.64	70.92
3	400	5.77	69.32
4	400	5.78	69.20
5	400	5.80	68.97
6	400	5.73	69.81
7	400	5.81	68.85
8	400	5.84	68.49
9	400	5.79	69.08
10	400	5.79	69.08
11	400	5.82	68.73
12	400	5.79	69.08
13	400	5.68	70.42
14	400	5.76	69.44
15	400	5.81	68.85
16	400	5.82	68.73
17	400	5.80	68.97
18	400	5.85	68.38
19	400	5.78	69.20
20	400	5.76	69.44
เฉลี่ย	400	5.78	69.19

จากการทดสอบและคำนวณจะได้อัตราเร็วของหุ่นยนต์เท่ากับ 69.19 เซนติเมตรต่อวินาที คือใน 1 วินาทีหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปได้ 69.19 เซนติเมตร ซึ่งมีความเร็วเพิ่มขึ้นจาก Model 1 ขึ้น 9 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อเมื่อวิ่งและหยุด (Model 2)

จากผลการทดลองที่ 4.7 จะทำการทดสอบประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อ และจะทำการเปรียบเทียบสเป็คของอุปกรณ์จากโรงงาน โดยการหานั้นทำการวัดหาเส้นรอบวงล้อจากสูตร $2\pi r$ จะได้เส้นรอบวง 20.73 เซนติเมตร และความเร็วรอบต่อนาทีของล้อและมอเตอร์ตามทฤษฎีคือ 400 รอบต่อนาที ด้วยแรงดัน 12 V ดังนั้นการหารอบของมอเตอร์ต้องใช้อัตราเร็วในหน่วยเซนติเมตรต่อนาทีหารกับเส้นรอบวง

ตารางที่ 4.9 ผลการคำนวณรอบมอเตอร์เฉลี่ยในการใช้งานจริง Model 2

ครั้งที่	อัตราเร็ว (ซม./วินาที)	มอเตอร์ปฏิบัติ (รอบ/นาที)
1	4130.81	199.27
2	4255.32	205.27
3	4159.45	200.65
4	4152.25	200.30
5	4137.93	199.61
6	4188.48	202.05
7	4130.81	199.27
8	4109.59	198.24
9	4145.08	199.96
10	4145.08	199.96
11	4123.71	198.92
12	4145.08	199.96
13	4225.35	203.83
14	4166.67	201.00
15	4130.81	199.27
16	4123.71	198.92
17	4137.93	199.61
18	4102.56	197.90
19	4152.25	200.30
20	4166.67	201.00
เฉลี่ย	4151.48	200.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากหุ่นยนต์นั้นมีเวลาหน่วงตอนเปิดการทำงานจากการรันโปรแกรมที่ ARDUINO โดยใช้เวลาประมาณ 1.615 วินาที ทำให้เวลาที่ได้มากกว่าปกติ เราจึงทำการหาค่าเวลาหน่วงในช่วงนั้นและนำมาลบกับเวลาที่ได้ ทำให้ได้เวลาจริงในการคำนวณอัตราเร็วที่แท้จริงของหุ่นเพื่อนำมาหารอบต่อนาทีของล้อและมอเตอร์

ตารางที่ 4.10 ผลการคำนวณรอบมอเตอร์เมื่อตัดเวลาออกตัว Model 2

ครั้งที่	ตัดเวลาออกตัว (วินาที)	อัตราเร็วจริง (ซม./นาที)	มอเตอร์จริง (รอบ/นาที)
1	4.20	5721.10	275.98
2	4.03	5962.73	287.64
3	4.16	5776.17	278.64
4	4.17	5762.30	277.97
5	4.19	5734.77	276.64
6	4.12	5832.32	281.35
7	4.20	5721.10	275.98
8	4.23	5680.47	274.02
9	4.18	5748.50	277.30
10	4.18	5748.50	277.30
11	4.21	5707.49	275.33
12	4.18	5748.50	277.30
13	4.07	5904.06	284.81
14	4.15	5790.11	279.31
15	4.20	5721.10	275.98
16	4.21	5707.49	275.33
17	4.19	5734.77	276.64
18	4.24	5667.06	273.37
19	4.17	5762.30	277.97
20	4.15	5790.11	279.31
เฉลี่ย	4.11	5841.91	281.81

จากการทดสอบและคำนวณจะได้อัตรารอบเฉลี่ยของล้อและมอเตอร์เมื่อใช้งานจริงได้เท่ากับ 281.81 รอบต่อนาทีตามสเป็คที่ให้มาใช้งานคือ 400 รอบต่อนาทีใช้ประสิทธิภาพได้ 70.25 เปอร์เซ็นต์ แม้ตัวมอเตอร์จะมีรอบที่สูงกว่า Model 1 แต่ประสิทธิภาพการใช้งานนั้นต่ำกว่า อาจมีผลมาจากน้ำหนักจากวัสดุที่มากกว่า Model 1 และความฝืดของพื้น แต่ถึงอย่างนั้นก็สามารถทำรอบได้ดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 ผลการวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม (Model 2)

การวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์โดยการวิ่งตรงและหยุด เป็นระยะทาง 800 เซนติเมตร และจับเวลา โดยทำการทดสอบ 20 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบอัตราเร็วของหุ่นยนต์เดินตามเส้นเมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม

Model 2

ครั้งที่	ระยะทางทดสอบ (ซม.)	เวลา (วินาที)	อัตราเร็ว (ซม./วินาที)
1	800	10.90	73.39
2	800	12.37	64.67
3	800	11.25	71.11
4	800	11.13	71.88
5	800	10.85	73.73
6	800	11.15	71.75
7	800	11.37	70.36
8	800	11.28	70.92
9	800	11.08	72.20
10	800	11.50	69.57
11	800	11.25	71.11
12	800	11.56	69.20
13	800	11.34	70.55
14	800	11.31	70.73
15	800	11.56	69.20
16	800	11.79	67.85
17	800	11.67	68.55
18	800	11.58	69.08
19	800	11.76	68.03
20	800	11.86	67.45
เฉลี่ย	800	11.43	70.07

จากการทดสอบและคำนวณจะได้อัตราเร็วของหุ่นเท่ากับ 70.07 เซนติเมตรต่อวินาที คือใน 1 วินาที หุ่นสามารถเคลื่อนที่ไปได้ 70.07 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.10 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อเมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม (Model 2)

จากผลการทดลองที่ 4.9 จะทำการทดสอบประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อและจะทำการเปรียบเทียบสเป็คของอุปกรณ์จากโรงงาน โดยการหานั้นทำการวัดหาเส้นรอบวงล้อจากสูตร $2\pi r$ จะได้เส้นรอบวง 20.73 เซนติเมตรและความเร็วรอบต่อนาทีของล้อและมอเตอร์ตามทฤษฎีคือ 400 รอบต่อนาที ด้วยแรงดัน 12 V ดังนั้นการหารอบของมอเตอร์ต้องใช้อัตราเร็วในหน่วยเซนติเมตรต่อนาทีหารกับ
เส้นรอบวง

ตารางที่ 4.12 ผลการคำนวณรอบมอเตอร์เฉลี่ยเมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิมในการใช้งานจริง

Model 2

ครั้งที่	อัตราเร็ว (ซม./นาที)	มอเตอร์ปฏิบัติ (รอบ/นาที)
1	4403.67	212.43
2	3880.36	187.19
3	4266.67	205.82
4	4312.67	208.04
5	4423.96	213.41
6	4304.93	207.67
7	4221.64	203.65
8	4255.32	205.27
9	4332.13	208.98
10	4173.91	201.35
11	4266.67	205.82
12	4152.25	200.30
13	4232.80	204.19
14	4244.03	204.73
15	4152.25	200.30
16	4071.25	196.39
17	4113.11	198.41
18	4145.08	199.96
19	4081.63	196.89
20	4047.22	195.23
เฉลี่ย	4204.08	202.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากหุ่นยนต์นั้นมีเวลาหน่วงตอนเปิดการทำงานจากการรันโปรแกรมที่ ARDUINO โดยใช้เวลาประมาณ 1.615 วินาที และเวลาหมุนตัวกลับมาที่เดิมอีกเฉลี่ย 0.92 วินาที ทำให้เวลาที่ได้มากกว่าปกติ เราจึงทำการหาค่าเวลาหน่วงในช่วงนั้นและนำมาลบกับเวลาที่ได้ ทำให้ได้เวลาจริงในการคำนวณอัตราเร็วที่แท้จริงของหุ่นเพื่อนำมาหารอบต่อนาทีของล้อและมอเตอร์

ตารางที่ 4.13 ผลการคำนวณรอบมอเตอร์เมื่อตัดเวลาออกตัวและหมุนตัวกลับ Model 2

ครั้งที่	ตัดเวลาออกตัว (วินาที)	เวลาหมุน (วินาที)	อัตราเร็วจริง (ซม./นาที)	มอเตอร์จริง (รอบ/นาที)
1	8.33	0.96	5765.77	278.14
2	10.76	0.95	4463.04	215.29
3	9.64	0.93	4981.84	240.32
4	9.52	0.96	5044.67	243.35
5	9.24	0.89	5197.62	250.73
6	9.54	0.98	5034.08	242.84
7	9.76	0.96	4920.55	237.36
8	9.67	0.88	4966.37	239.57
9	9.47	0.87	5071.32	244.64
10	9.89	0.82	4855.84	234.24
11	9.64	0.96	4981.84	240.32
12	9.95	0.86	4826.55	232.83
13	9.73	0.96	4935.73	238.10
14	9.70	0.94	4951.01	238.83
15	9.95	0.85	4826.55	232.83
16	10.18	0.96	4717.44	227.57
17	10.06	0.93	4773.74	230.28
18	9.97	0.81	4816.86	232.36
19	10.15	0.89	4731.39	228.24
20	10.25	0.96	4685.21	226.01
เฉลี่ย	9.54	0.92	5114.40	246.72

จากการทดสอบและคำนวณจะได้อัตรารอบเฉลี่ยของล้อและมอเตอร์เมื่อใช้งานจริงได้เท่ากับ 246.72 รอบต่อนาที ตามสเป็คที่ให้มาใช้งานคือ 400 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพการใช้งาน 61.68 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพการใช้งานน้อยกว่าการทดสอบที่ 4.8 จากระยะทางการวิ่งที่มากขึ้นและน้ำหนักของตัวรถเป็นปัจจัยทำให้เกิดแรงเสียดทานมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.11 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่ (Model2)

1) ในการวิเคราะห์นี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ โดยเทียบกับสเป็คของแบตเตอรี่จากโรงงานด้วยการคำนวณจากสมการ กำลังไฟฟ้า = แรงดันไฟฟ้า x กระแสไฟฟ้า โดยแบตเตอรี่มีความจุ 2400 มิลลิแอมป์ชั่วโมง แรงดัน 12.47 โวลต์ ซึ่งจะได้กำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมง กำลังไฟฟ้า = แรงดันไฟฟ้า x กระแสไฟฟ้า = 2.4 x 12.47 ได้เท่ากับ 29.928 วัตต์ชั่วโมง จากนั้นวัดกระแสออกได้ 1430 มิลลิแอมป์ และแรงดันขาออก 12.27 โวลต์จาก โดยตอนวัดตัวหุ่นยนต์จะทำการวิ่งต่อเนื่อง และนำมาคำนวณหากำลังไฟฟ้า = แรงดันไฟฟ้า x กระแสไฟฟ้า = 1.43 x 12.27 ได้เท่ากับ ออกซึ่งได้ 17.546 วัตต์ จากนั้นนำมาคำนวณหาระยะการใช้งานซึ่งได้ 102 นาที

2) จากการทดลองพบว่าหุ่นยนต์สามารถวิ่งได้ถึง 92 นาทีก่อนที่จะเริ่มวิ่งช้าลงและหยุดไปในที่สุด ซึ่งประสิทธิภาพสูงกว่าModel 1 ซึ่งคาดการว่าจะใช้งานได้ 102 นาที และวัดใหม่อีกรอบและพบว่าใช้งานได้ต่อเนื่อง 94 นาที ซึ่งก็มีประสิทธิภาพสูงกว่าModel 1

3) ความเร็วในการชาร์จแบตเตอรี่นั้นได้ใช้หัวชาร์จแบตเตอรี่ซึ่งให้ไฟ 10 วัตต์ สามารถชาร์จแบตเตอรี่ของหุ่นซึ่งมีขนาด 2400 มิลลิแอมป์ซึ่งได้คำนวณออกมาได้เท่ากับ 120 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.12 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ในการใช้งานวิ่งตามจุด (Model 2)

จากการทดสอบให้หุ่นเดินตามเส้นโดยกำหนดจุดสำหรับหยุดแต่ละตำแหน่ง ในการทดลองนี้จะกำหนด 3 จุด โดยจุดที่ 1 และ 2 มีความกว้างของเส้นดำ 1.2 เซนติเมตร และจุดที่ 3 มีความกว้างของเส้นดำ 2 เซนติเมตร ทดลองซ้ำ 20 ครั้ง

ตารางที่ 4.14 ผลการทดลองประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ในการใช้งานวิ่งตามจุด Model 2

ครั้งที่	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3
1	O	O	O
2	O	O	O
3	O	O	O
4	O	O	O
5	O	O	O
6	O	O	O
7	O	O	O
8	O	O	O
9	O	O	O
10	O	O	O
11	O	O	O
12	O	O	O
13	O	O	O
14	O	O	O
15	O	O	O
16	O	O	O
17	O	O	O
18	O	O	O
19	O	O	O
20	O	O	O

O สำเร็จ
X ผิดพลาด

ผลการทดลองพบว่าไม่มีความผิดพลาดแม้แต่ครั้งเดียว จาก 20 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลการทดลอง

การวิจัยเกี่ยวกับการสร้างหุ่นยนต์เดินตามเส้นเพื่อใช้ในการขนส่งตามจุด จากการวิเคราะห์และทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 การวิเคราะห์ความเร็วแต่ละรอบของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและหยุด

การวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์โดยการวิ่งตรงและหยุด เป็นระยะทาง 403 เซนติเมตร และจับเวลา โดยทำการทดสอบ 20 ครั้งและเฉลี่ยหาออกมาจากการทดสอบและคำนวณจะได้อัตราเร็วของหุ่นยนต์เฉลี่ยเท่ากับ 60.11 เซนติเมตรต่อวินาที คือใน 1 วินาทีสามารถเคลื่อนที่ไปได้ 60.11 เซนติเมตร

5.1.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อเมื่อวิ่งและหยุด

จากผลการทดลองที่ 4.1 จะทำการทดสอบประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อ และจะทำการเปรียบเทียบสเป็คของอุปกรณ์จากโรงงาน โดยการหานั้นทำการวัดหาเส้นรอบวงล้อจากสูตร $2\pi r$ และความเร็วรอบต่อนาทีของล้อและมอเตอร์ตามทฤษฎีคือ 240 รอบต่อนาที ด้วยแรงดัน 6 V และเนื่องจากว่าหุ่นนั้นมีเวลาหน่วงตอนเปิดการทำงานจากการรันโปรแกรมที่ ARDUINO ทำให้เวลาที่ได้มากกว่าปกติ เราจึงทำการหาค่าเวลาหน่วงในช่วงนั้นและนำมาลบกับเวลาที่ได้ ทำให้ได้เวลาจริงในการคำนวณอัตราเร็วที่แท้จริงของหุ่นเพื่อนำมาหาอัตราหมุนต่อนาทีของล้อและมอเตอร์ จากการทดสอบและคำนวณจะได้อัตรารอบเฉลี่ยของล้อและมอเตอร์เมื่อใช้งานจริงได้เท่ากับ 231.869 รอบต่อนาที ตามสเป็คที่ให้มาใช้งานคือ 240 รอบต่อนาทีประสิทธิภาพการใช้งาน 96.613 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประสิทธิภาพการใช้งานลดลงนั้น อาจมีผลมาจากน้ำหนักของตัวรถและความฝืดของพื้น

5.1.3 การวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม

ทำการวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์โดยการวิ่งตรงและหยุด เป็นระยะทาง 796.5 เซนติเมตร และจับเวลา โดยทำการทดสอบ 20 ครั้งและเฉลี่ยหาออกมา จากการทดสอบและคำนวณจะได้อัตราเร็วของหุ่นเท่ากับ 59.264 เซนติเมตรต่อวินาที คือใน 1 วินาทีหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปได้ 59.264 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อเมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม

จากผลการทดลองที่ 4.3 จะทำการทดสอบประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อ และจะทำการเปรียบเทียบสเป็คของอุปกรณ์จากโรงงาน โดยการหานั้นทำการวัดหาเส้นรอบวงล้อจากสูตร $2\pi r$ จะได้เส้นรอบวง 20.73 เซนติเมตร และความเร็วรอบต่อนาทีของล้อและมอเตอร์ตามทฤษฎีคือ 240 รอบต่อนาที ด้วยแรงดัน 6 V ดังนั้นการหารอบของมอเตอร์ต้องใช้อัตราเร็วในหน่วยเซนติเมตรต่อนาทีหารกับเส้นรอบวง

เนื่องจากตัวหุ่นนั้นมีเวลาหน่วงตอนเปิดการทำงานจากการรันโปรแกรมที่ ARDUINO โดยใช้เวลาประมาณ 1.615 วินาที และเวลาหมุนตัวกลับมาที่เดิมอีกเฉลี่ย 1.315 วินาที ทำให้เวลาที่ได้มากกว่าปกติ เราจึงทำการหาค่าเวลาหน่วงในช่วงนั้นและนำมาลบกับเวลาที่ได้ ทำให้ได้เวลาจริงในการคำนวณอัตราเร็วที่แท้จริงของหุ่นเพื่อนำมาหารอบต่อนาทีของล้อและมอเตอร์

จากการทดสอบและคำนวณจะได้อัตรารอบเฉลี่ยของล้อและมอเตอร์เมื่อใช้งานจริงได้เท่ากับ 212.315 รอบต่อนาทีตามสเป็คที่ให้มาใช้งานคือ 240 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพการใช้งาน 88.462 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพการใช้งานน้อยกว่าการทดสอบที่ 4.2 ซึ่งอาจเป็นจากการที่หุ่นยนต์มีระยะทางการวิ่งที่มากขึ้นเป็นปัจจัยทำให้เกิดแรงเสียดทานและการจ่ายไฟไม่ต่อเนื่องจากการหมุนตัว

5.1.5 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่

ในการวิเคราะห์นี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ โดยเทียบกับสเป็คของแบตเตอรี่จากโรงงานด้วยการคำนวณจากสมการ กำลังไฟฟ้า = แรงดันไฟฟ้า x กระแสไฟฟ้า โดยแบตเตอรี่มีความจุ 1800 มิลลิแอมป์ชั่วโมง แรงดัน 9.6 โวลต์ ซึ่งจะได้กำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมงเท่ากับ 17.28 วัตต์ชั่วโมง จากนั้นวัดกระแสออกได้ 450 มิลลิแอมป์ และแรงดันขาออก 10.6 โวลต์จาก โดยตอนวัดตัวหุ่นยนต์จะทำการวิ่งต่อเนื่อง และนำมาคำนวณหากำลังไฟฟ้าออกซึ่งได้ 4.77 วัตต์ จากนั้นนำมาคำนวณหาระยะการใช้งานซึ่งได้ 217 นาที แต่จากการทดลองพบว่าหุ่นยนต์สามารถวิ่งได้เพียง 30 นาทีเท่านั้นก่อนที่จะเริ่มวิ่งช้าลงและหยุดไปในที่สุด ซึ่งประสิทธิภาพต่ำกว่าที่คำนวณออกมา ซึ่งคาดการว่าจะใช้งานได้ 217 นาที อาจเป็นเพราะว่าแบตเตอรี่ที่ใช้นั้นอาจเสื่อมสภาพจากการทดลองและใช้งานมาพอสมควรก่อนจะถึงการทดสอบนี้

ความเร็วในการชาร์จแบตเตอรี่นั้นได้ใช้หัวชาร์จแบตเตอรี่นั้นมีขนาด 12 โวลต์ ให้กระแส 250 มิลลิแอมป์ ซึ่งให้ไฟ 3 วัตต์ สามารถชาร์จแบตเตอรี่ของหุ่นซึ่งมีขนาด 1800 มิลลิแอมป์ซึ่งได้คำนวณออกมาได้เท่ากับ 345 นาที ซึ่งกินเวลา 10 เท่าของการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.6 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ในการใช้งานวิ่งตามจุด

จากการทดสอบให้หุ่นเดินตามเส้นโดยกำหนดจุดสำหรับหยุดแต่ละจุด ในการทดลองนี้จะกำหนด 3 จุด ทดลองซ้ำ 20 ครั้ง ผลการทดลองพบว่ามีความผิดพลาดแค่เพียงครั้งเดียวในการหยุดจุดที่ 2 ซึ่งอาจมาจากปัจจัยหลายอย่างในความผิดพลาดเช่น เซนเซอร์อ่านเส้นดำบนพื้นไม่ทัน หรือความเร็วของหุ่นยนต์ที่มากเกินไป

5.1.7 ผลการวิเคราะห์ความเร็วแต่ละรอบของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและหยุด (Model 2)

ทำการวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์โดยการวิ่งตรงและหยุด เป็นระยะทาง 400 เซนติเมตร และจับเวลา โดยทำการทดสอบ 20 ครั้งและเฉลี่ยหาออกมาจากการทดสอบและคำนวณจะได้อัตราเร็วของหุ่นเท่ากับ 69.191 เซนติเมตรต่อวินาที คือใน 1 วินาทีหุ่นสามารถเคลื่อนที่ไปได้ 69.191 เซนติเมตร ซึ่งมีความเร็วเพิ่มขึ้นจาก Model 1 ขึ้น 9 วินาที

5.1.8 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อเมื่อวิ่งและหยุด (Model 2)

จากผลการทดลองที่ 4.7 จะทำการทดสอบประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อ และจะทำการเปรียบเทียบสเป็คของอุปกรณ์จากโรงงาน โดยการหานั้นทำการวัดหาเส้นรอบวงล้อจากสูตร $2\pi r$ จะได้เส้นรอบวง 20.73 เซนติเมตร และความเร็วรอบต่อนาทีของล้อและมอเตอร์ตามทฤษฎีคือ 400 รอบต่อนาที ด้วยแรงดัน 12 V ดังนั้นการหารอบของมอเตอร์ต้องใช้อัตราเร็วในหน่วยเซนติเมตรต่อนาทีหารกับเส้นรอบวง เนื่องจากตัวหุ่นนั้นมีเวลาหน่วงตอนเปิดการทำงานจากการรันโปรแกรมที่ ARDUINO โดยใช้เวลาประมาณ 1.615 วินาที ทำให้เวลาที่ได้มากกว่าปกติ เราจึงทำการหาค่าเวลาหน่วงในช่วงนั้นและนำมาลบกับเวลาที่ได้ ทำให้ได้เวลาจริงในการคำนวณอัตราเร็วที่แท้จริงของหุ่นเพื่อนำมาหารอบต่อนาทีของล้อและมอเตอร์จากการทดสอบและคำนวณจะได้อัตรารอบเฉลี่ยของล้อและมอเตอร์เมื่อใช้งานจริงได้เท่ากับ 281.810 รอบต่อนาทีตามสเป็คที่ให้มาใช้งานคือ 400 รอบต่อนาที ใช้ประสิทธิภาพได้ 70.25 เปอร์เซ็นต์ แม้ตัวมอเตอร์จะมีรอบที่สูงกว่า Model 1 แต่ประสิทธิภาพการใช้งานนั้นต่ำกว่า อาจมีผลมาจากน้ำหนักจากวัสดุที่มากกว่า Model 1 และความฝืดของพื้น แต่ถึงอย่างนั้นก็สามารถทำรอบได้ดีกว่า

5.1.9 ผลการวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์เมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม (Model 2)

การวิเคราะห์ความเร็วของหุ่นยนต์โดยการวิ่งตรงและหยุด เป็นระยะทาง 800 เซนติเมตร และจับเวลา โดยทำการทดสอบ 20 ครั้งและเฉลี่ยหาออกมาจากการทดสอบและคำนวณจะได้อัตราเร็วของหุ่นเท่ากับ 70.068 เซนติเมตรต่อวินาที คือใน 1 วินาทีหุ่นสามารถเคลื่อนที่ไปได้ 70.068 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.10 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อเมื่อวิ่งและวนกลับมาที่เดิม (Model 2)

จากผลการทดลองที่ 4.9 จะทำการทดสอบประสิทธิภาพของมอเตอร์และล้อและจะทำการเปรียบเทียบสเป็คของอุปกรณ์จากโรงงาน โดยการหานั้นทำการวัดหาเส้นรอบวงล้อจากสูตร $2\pi r$ จะได้เส้นรอบวง 20.73 เซนติเมตรและความเร็วรอบต่อนาทีของล้อและมอเตอร์ตามทฤษฎีคือ 400 รอบต่อนาที ด้วยแรงดัน 12 V ดังนั้นการหารอบของมอเตอร์ต้องใช้อัตราเร็วในหน่วยเซนติเมตรต่อนาทีหารกับเส้นรอบวง เนื่องจากตัวหุ่นนั้นมีเวลาหน่วงตอนเปิดการทำงานจากการรันโปรแกรมที่ ARDUINO โดยใช้เวลาประมาณ 1.615 วินาที และเวลาหมุนตัวกลับมาที่เดิมอีกเฉลี่ย 0.916 วินาที ทำให้เวลาที่ได้มากกว่าปกติ เราจึงทำการหาค่าเวลาหน่วงในช่วงนั้นและนำมาลบกับเวลาที่ได้ ทำให้ได้เวลาจริงในการคำนวณอัตราเร็วที่แท้จริงของหุ่นเพื่อนำมาหารอบต่อนาทีของล้อและมอเตอร์ จากการทดสอบและคำนวณจะได้อัตรารอบเฉลี่ยของล้อและมอเตอร์เมื่อใช้งานจริงได้เท่ากับ 246.715 รอบต่อนาที ตามสเป็คที่ให้มาใช้งานคือ 400 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพการใช้งาน 61.68 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพการใช้งานน้อยกว่าการทดสอบที่ 4.8 จากระยะทางการวิ่งที่มากขึ้นและน้ำหนักของตัวรถเป็นปัจจัยทำให้เกิดแรงเสียดทานมากขึ้น

5.1.11 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่ (Model2)

ในการวิเคราะห์นี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ โดยเทียบกับสเป็คของแบตเตอรี่จากโรงงานด้วยการคำนวณจากสมการ กำลังไฟฟ้า = แรงดันไฟฟ้า x กระแสไฟฟ้าโดยแบตเตอรี่มีความจุ 2400 มิลลิแอมป์ชั่วโมง แรงดัน 12.47 โวลต์ ซึ่งจะได้กำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมงเท่ากับ 29.928 วัตต์ชั่วโมง จากนั้นวัดกระแสออกได้ 1430 มิลลิแอมป์ และแรงดันขาออก 12.27 โวลต์จาก โดยตอนวัดตัวหุ่นยนต์จะทำการวิ่งต่อเนื่อง และนำมาคำนวณหากำลังไฟฟ้าออกซึ่งได้ 17.546 วัตต์ จากการทดลองพบว่าหุ่นยนต์สามารถวิ่งได้ 92 นาทีก่อนที่จะเริ่มวิ่งช้าลงและหยุดไปในที่สุด ซึ่งประสิทธิภาพสูงกว่าModel 1 ซึ่งคาดการว่าจะใช้งานได้ 102 นาที และวัดใหม่อีกรอบและพบว่าใช้งานได้ต่อเนื่อง 94 นาที ซึ่งก็มีประสิทธิภาพสูงกว่า Model 1 ความเร็วในการชาร์จแบตเตอรี่นั้นได้ใช้หัวชาร์จแบตเตอรี่ซึ่งให้ไฟ 10 วัตต์ สามารถชาร์จแบตเตอรี่ของหุ่นซึ่งมีขนาด 2400 มิลลิแอมป์ซึ่งได้คำนวณออกมาได้เท่ากับ 120 นาที

5.1.12 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ในการใช้งานวิ่งตามจุด (Model 2)

จากการทดสอบให้หุ่นเดินตามเส้นโดยกำหนดจุดสำหรับหยุดแต่ละตำแหน่ง ในการทดลองนี้จะกำหนด 3 จุด โดยจุดที่ 1 และ 2 มีความกว้างของเส้นดำ 1.2 เซนติเมตร และจุดที่ 3 มีความกว้างของเส้นดำ 2 เซนติเมตร ทดลองซ้ำ 20 ครั้ง ผลการทดลองพบว่าไม่มีความผิดพลาดแม้แต่ครั้งเดียว จาก 20 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการทดสอบประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ทั้งสอง Model

พบว่า Model1 นั้นมีความเร็วมากกว่าเนื่องจากวัสดุที่มีน้ำหนักเบาในสร้าง แต่ไม่แข็งแรงเท่ากับ Model2 ที่ใช้วัสดุที่แข็งแรงแต่มีน้ำหนักมากกว่า ซึ่งอาจทำให้ความเร็วของหุ่นยนต์ตกลงไปบ้าง แต่ก็สามารถปรับปรุงพัฒนาจนประสิทธิภาพไม่ด้อยไปมากนัก

5.2.2 ในการทดสอบแบตเตอรี่ของหุ่นยนต์ทั้งสอง Model

พบว่า Model2 มีระยะเวลาการใช้งานมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด และสามารถชาร์จได้ไวกว่า Model1 เนื่องจากผู้ทดลองเห็นปัญหาตรงนี้จึงทำการจัดซื้ออุปกรณ์ใหม่ที่มีความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพดีกว่ามาใช้ ดังนั้นการเลือกซื้ออุปกรณ์แต่ละชิ้นควรจะใส่ใจเพื่อประสิทธิภาพการใช้งานที่ดีของหุ่นยนต์

5.2.3 ในการทดสอบความแม่นยำในการวิ่งตามจุดของหุ่นยนต์ทั้งสอง Model

พบว่า Model1 มีความผิดพลาดเกิดขึ้นเนื่องจากการจับเส้นดำของเซนเซอร์ไม่สัมพันธ์กับความเร็วตอนวิ่ง อีกทั้งขนาดของเส้นดำก็ยังมีผลด้วยเช่นกัน ผู้ทดสอบจึงแก้ปัญหาที่ตัวคำสั่งก่อนและทดสอบดูก็ยังพบปัญหาเดิม ผู้ทดสอบจึงแก้ปัญหาปัจจัยภายนอกและพบว่าไม่มีปัญหา ทำให้ผู้ทดสอบนำปัญหาเหล่านี้ไปปรับปรุงใน Model2 ซึ่งการทดสอบนั้นไม่มีความผิดพลาดเลย

5.2.4 ในการทดสอบการประยุกต์ใช้ด้วยโปรแกรมสั่งระยะไกล

ในช่วงแรกพบว่าการใช้งานนั้นอาจมีปัญหาเนื่องจากคำสั่งที่ใช้นั้นเป็นการหยุดแบบนับจุดที่จะทำการหยุด ซึ่งหากหุ่นยนต์มีจุดเริ่มต้นในการวิ่งที่แตกต่างกัน จะทำให้เกิดความผิดพลาดในการส่งวัสดุแต่ละจุดได้ ผู้ทดลองจึงตั้งระบบไว้ให้หากทำการส่งวัสดุเสร็จจากบุคคลหนึ่งไปบุคคลที่สองเสร็จแล้ว ให้ตัวหุ่นยนต์วิ่งกลับไปที่จุดเริ่มต้นที่มีการกำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ครูอนุสรณ์ จันทสุข. 2556. **หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปตามเส้นดำ.** [Online]. Available: https://khrutik.wordpress.com/2013/03/02/หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปตา. [เข้าถึงเมื่อ 1 ธ.ค. 2561.]

[2] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี.2555. **อินฟาเรด.** [Online]. Available: https://th.wikipedia.org/wiki/อินฟราเรด. [เข้าถึงเมื่อ 1 ธ.ค. 2561.]

[3] web.ku. 2555. **โฟโต้ไดโอด.** [Online]. Available: https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet7/diode_10.htm. [เข้าถึงเมื่อ 1 ธ.ค. 2561.]

[4] SONTHAYA NONGNUCH. 2557. **เซนเซอร์แสง.** [Online]. Available: http://www.elec-za.com/เซ็นเซอร์แสง-optical-sensor. [เข้าถึงเมื่อ 1 ธ.ค. 2561.]

[5] Sluka J. 2556. **A PID Controller.** [Online]. Available: http://www.inpharmix.com/jps/PID_Controller_For_Lego_Mindstorms_Robots.html [เข้าถึงเมื่อ 1 ธ.ค. 2561.]

[6] myarduino. 2558. **Arduino.** [Online]. Available: http://www.myarduino.net/article/4/บทความ-arduino-คืออะไร-ตอนที่2-แนะนำ-arduino-รุ่น-ต่างๆกัน. [เข้าถึงเมื่อ 2 ธ.ค. 2561.]

[7] บริษัท กราวิเทคไทย (ไทยแลนด์) จำกัด. 2557. **Arduino Uno.** [Online]. Available: https://www.gravitechthai.com/guru2.php?p=259. [เข้าถึงเมื่อ 2 ธ.ค. 2561.]

[8] itnews4u. 2560. **ซอฟท์แวร์.** [Online]. Available: http://itnews4u.com/what-is-software.html. [เข้าถึงเมื่อ 2 ธ.ค. 2561.]

[9] บล็อกของ PoundXI. 2559. **Arduino.** [Online]. Available: https://poundxi.com/Arduino-คืออะไร. [เข้าถึงเมื่อ 2 ธ.ค. 2561.]

[10] Dennis M Ritchie. **"The Development of the C Language".** The second ACM SIGPLAN History of Programming Languages Conference. 2533. (HOPL-II).

[11] Michael Faraday. **"On Some New Electro-Magnetical Motion, and on the Theory of Magnetism".**Quarterly Journal of Science, Literature and the Arts. ม.ป.ท. : Royal Institution of Great Britain, 2365, เล่มที่ 12, หน้า 74-96.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[12] **T. R. Crompton. Battery Reference Book.** ม.ป.ท. : Newnes. p. Glossary 3, 2543. ISBN 0080499953.

[13] Definition of battery by Merriam-Webster. 2558. **Battery.** [Online] Available: https://www.merriam-webster.com/battery. [เข้าถึงเมื่อ 2 ธ.ค. 2561.]

[14] Kritsada Jaiyen. 2556. **Li-Po.** [Online] Available: http://doc.inex.co.th/lipo-batt-ep01/. [เข้าถึงเมื่อ 2 ธ.ค. 2561.]

[15] esp8266 2557. **ESP8266.** [Online]. Available:https://www.esp8266.com/. [เข้าถึงเมื่อ 2 ธ.ค. 2561.]

[16] robotsiam. Ken RobotSiam. 2559. **การใช้งาน Motor Drive Module L298N.**[Online]. Available:https://robotsiam.blogspot.com/2016/08/l298n-motor-driver-connect-arduino-r3.html. [เข้าถึงเมื่อ 16 ธ.ค. 2561.]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ข้อมูลคุณสมบัติของ Arduino แต่ละชนิด

	Processor					Input / Output							Power				Connectivity				
	Family	SRAM	FLASH	EEPROM	Clock	Digital I/O	Analog In	ADC Bits	PWM	UART	Analog Out	DAC Bits	VCC	Vin Range	5V	3V3	USB-Serial	I2C	Ethernet	USB-Host	SD Card
Arduino UNO R3	ATmega328	2k	32k	1k	16MHz	14	6	10	6	1	N/A	N/A	5V	7-12V	Yes	Yes	ATmega16U2	1	No	No	No
Arduino UNO SMD	ATmega328	2k	32k	1k	16MHz	14	6	10	6	1	N/A	N/A	5V	7-12V	Yes	Yes	ATmega16U2	1	No	No	No
Arduino Mega 2560 R3	ATmega2560	8k	256k	4k	16MHz	54	16	10	14	4	N/A	N/A	5V	7-18V	Yes	Yes	ATmega16U2	1	No	No	No
Arduino Mega ADK	ATmega2560	8k	256k	4k	16MHz	54	16	10	14	4	N/A	N/A	5V	7-18V	Yes	Yes	ATmega16U2	1	MAX3421E	No	No
Arduino Leonardo	ATmega32U4	2.5k	32k	1k	16MHz	25	12	10	7	1	N/A	N/A	5V	7-12V	Yes	Yes	Built-in	1	No	No	No
Arduino Mini 05	ATmega328	2k	32k	1k	16MHz	14	6	10	6	1	N/A	N/A	5V	7V-9V	Yes	No	N/A	1	No	No	No
Arduino Pro Mini 328 - 3.3V	ATmega328	2k	32k	1k	8MHz	14	6	10	6	1	N/A	N/A	3.3V	5V-12V	No	Yes	N/A	1	No	No	No
Arduino Pro Mini 328 – 5V	ATmega328	2k	32k	1k	16MHz	14	6	10	6	1	N/A	N/A	5V	7V-12V	Yes	No	N/A	1	No	No	No
Arduino Ethernet with PoE module	ATmega328	2k	32k	1k	16MHz	9	6	10	4	1	N/A	N/A	5V	6-18V	Yes	Yes	N/A	1	No	No	No
Arduino Ethernet without PoE module	ATmega328	2k	32k	1k	16MHz	9	6	10	4	1	N/A	N/A	5V	6-18V	Yes	Yes	N/A	1	No	No	No
Arduino DUE	SAM3X8E	96kb	512k	N/A	84MHz	70	12	12	12	4	2	12	3.3V	7-12V	No	VC C	Built-in	2	No	Yes	No

จากตารางจะเห็นได้ว่า เนื่องจากบอร์ด Arduino UNO R3 เป็นรุ่นที่ได้รับความนิยมมากที่สุด ทำให้ Library และบอร์ด Shield ส่วนใหญ่จะรองรับกับบอร์ดรุ่นนี้

(บริษัท กราวิเทคไทย (ไทยแลนด์) จำกัด, 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

Code Adruino เพื่อควบคุมมอเตอร์ผ่าน Dual Full-bridge motor driver module (Red PCB) แสดงการสั่งให้ Motor A และ Motor B หมุนขึ้นหน้า (Forward) เพื่อทดสอบการต่อวงจร และ เข้าใจคำสั่งในการควบคุม Motor โดย บอร์ด Arduino UNO ขา 2 , 3 , 6 จะควบคุมมอเตอร์ A และ ขา 4 , 5 , 7 จะควบคุมมอเตอร์ B โดยเปิดโปรแกรม Arduino (IDE) เขียน โค้ด และ Upload ไปยังบอร์ด Arduino UNO ดังนี้

- Motor A

```
int dir1PinA = 2;
int dir2PinA = 3;
int speedPinA = 6; //  เพื่อให้ PWM สามารถควบคุมความเร็วมอเตอร์
```

- Motor B

```
int dir1PinB = 4;
int dir2PinB = 5;
int speedPinB = 7; // เพื่อให้ PWM สามารถควบคุมความเร็วมอเตอร์
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
```

- กำหนด ขา เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของ Motor ผ่านทาง L298N

```
  pinMode(dir1PinA,OUTPUT);
  pinMode(dir2PinA,OUTPUT);
  pinMode(speedPinA,OUTPUT);
  pinMode(dir1PinB,OUTPUT);
  pinMode(dir2PinB,OUTPUT);
  pinMode(speedPinB,OUTPUT);
}
void loop()
{
```

- Motor A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  analogWrite(speedPinA, 255);  //ตั้งค่าความเร็ว PWM ผ่านตัวแปร ค่าต่ำลง มอเตอร์จะหมุนช้าลง
  digitalWrite(dir1PinA, LOW);
  digitalWrite(dir2PinA, HIGH);
```

- Motor B

```
  analogWrite(speedPinB, 255);  //ตั้งค่าความเร็ว PWM ผ่านตัวแปร ค่าต่ำลง มอเตอร์จะหมุนช้าลง
  digitalWrite(dir1PinB, LOW);
  digitalWrite(dir2PinB, HIGH);
}
```

ผลการทำงานของโปรแกรม มอเตอร์ ทั้ง A และ B จะหมุนเดินหน้า (Forward) แสดงว่าการต่อวงจรและ การเขียนโปรแกรมของเรานั้นถูกต้อง

เพิ่มเติม

-ให้ Motor A ถอยหลัง (Reverse)

```
analogWrite(speedPinA, 255);
digitalWrite(dir1PinA, HIGH);
digitalWrite(dir2PinA, LOW);
```

-ให้ Motor B ถอยหลัง (Reverse)

```
analogWrite(speedPinB, 255);
digitalWrite(dir1PinB, HIGH);
digitalWrite(dir2PinB, LOW); //ให้ Motor A หยุด (Freespin)
analogWrite(speedPinA, 0);
digitalWrite(dir1PinA, LOW);
digitalWrite(dir2PinA, HIGH); //ให้ Motor B หยุด (Freespin)
analogWrite(speedPinB, 0);
digitalWrite(dir1PinB, LOW);
digitalWrite(dir2PinB, HIGH);
```

ตัวอย่างโค้ดโปรแกรมของ Relay Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#define R 13 //กำหนดขาที่นำไปต่อกับรีเลย์

#define L 12
char test ; //สร้างตัวแปรไว้สำหรับรอรับข้อมูล
void setup()
{
// Open serial communications and wait for port to open:
Serial.begin(9600);
pinMode(R, OUTPUT); // กำหนดโหมดให้เป็น Output
pinMode(L, OUTPUT);
}
void loop() // run over and over
{
if (Serial.available()) // ตรวจสอบว่ามีข้อมูลเข้ามาหรือไม่
test = Serial.read();
else if (test == '1') // ถ้าข้อมูลที่เข้ามาคือ 1, 2, 3 ให้ทำงานตามที่กำหนด
{
digitalWrite(R, HIGH);
digitalWrite(L, LOW);
else if (test == '2')
{
digitalWrite(L, HIGH);
digitalWrite(R, LOW);
}
else if (test == '3')
{
digitalWrite(L, LOW);
digitalWrite(R, LOW);
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้