

รถตรวจการอัตโนมัติ
AUTO INSPECTION-CAR



ปริญญาบัตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

รถตรวจการอัตโนมัติ

Auto Inspection-Car



โดย
นายพรพันธ์ แจ่มจรัส 54010861
นายพล พิระภรณ์ 54010888
นายพิทักษ์ ทองดี 54010922

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.ดร. นภัทร สระเอี่ยม
ผศ.ดร. ธเนศ พัฒนธาดาพงษ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

อาจารย์ที่ปรึกษา
14/5/58
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
วิศวกรรมโทรคมนาคม
Telecommunications Engineering
KMITL

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว *

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน
14/5/58
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
วิศวกรรมโทรคมนาคม
Telecommunications Engineering
KMITL

ปริญญาบัตรปีการศึกษา 2557

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง รถตรวจการอัตโนมัติ

AUTO INSPECTION-CAR

ผู้จัดทำ

- | | |
|------------------------|----------|
| 1. นายพรพันธ์ แจ่มจรัส | 54010861 |
| 2. นายพล พิระปรกรณ์ | 54010888 |
| 3. นายพิทักษ์ ทองดี | 54010922 |


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.ดร. นภัทร สระเอี่ยม)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.ดร. ชเนศ พัฒนธาดาพงษ์)

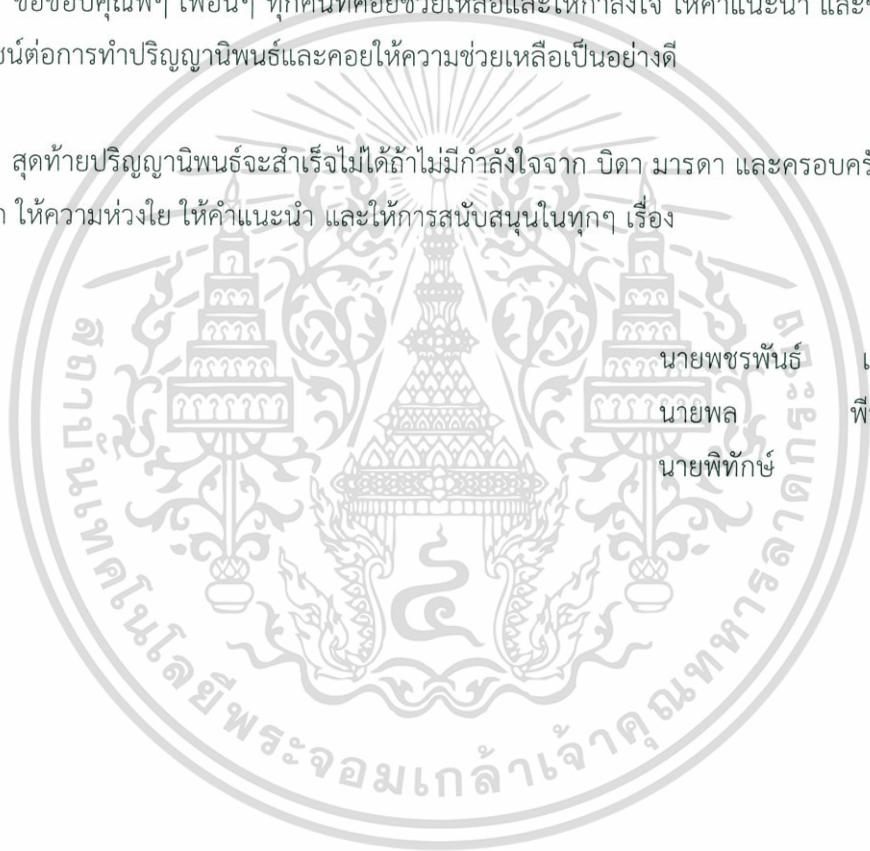
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์เรื่อง รถตรวจการอัตโนมัติ สำเร็จได้เนื่องจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. นภัทร สระเอี่ยม และ ผศ.ดร. ธเนศ พัฒนธาดาพงษ์ ที่ให้ความรู้และคำแนะนำต่างๆ เป็นอย่างดี ตลอดจนให้โอกาสในการได้รับสิ่งดีๆ ตลอดมา ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทั้งสองท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ และข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์และคอยให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

สุดท้ายปริญญานิพนธ์จะสำเร็จไม่ได้ถ้าไม่มีกำลังใจจาก บิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยให้ความรัก ให้ความห่วงใย ให้คำแนะนำ และให้การสนับสนุนในทุกๆ เรื่อง



นายพรพันธ์

แจ่มจรัส

นายพล

พีระปรกรณ์

นายพิทักษ์

ทองดี

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถตรวจการอัตโนมัติ
AUTO INSPECTION-CAR

โดย	นายพรพันธ์ แจ่มจรัส	54010861
	นายพล พิระปรณ	54010888
	นายพิทักษ์ ทองดี	54010922

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. นภัทร สระเอี่ยม
ผศ.ดร. ธเนศ พัฒนธาดาพงษ์

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการพัฒนาการตรวจการอัตโนมัติ เพื่อใช้ในการตรวจการพื้นที่ รักษาความปลอดภัย ลักษณะการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนของตัวรถตรวจการอัตโนมัติ และ ส่วนของผู้ใช้

ส่วนของตัวรถจะประกอบด้วยตัวโครงรถ ซึ่งจะเลือกโครงของรถบังคับวิทยุมาทำเป็นโครงรถ, ส่วนควบคุมหลัก คือจะใช้บอร์ด Raspberry Pi เป็นส่วนควบคุมหลัก โดยบอร์ดนี้จะทำงานร่วมกับ เซนเซอร์ตรวจจับระยะทาง เพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวาง, แผงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ เพื่อขับเคลื่อน 2 ตัวให้ล้อสามารถหมุนได้ในทิศทางที่ต้องการ, และกล้องวีดีโอเพื่อแสดงภาพเคลื่อนไหวบนหน้าจอของผู้ใช้งาน

ส่วนของผู้ใช้จะแสดงหน้าควบคุมและภาพเคลื่อนไหวผ่านเว็บเพจ โดยควบคุมการเคลื่อนที่ได้ 3 โหมด คือ โหมดบังคับด้วยมือ ผู้ใช้สามารถควบคุมรถให้เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมความเร็วของรถให้เคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือช้าลงได้, โหมดอัตโนมัติ โดยรถจะเคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ เมื่อเจอสิ่งกีดขวางจะทำการหลบหลีก, โหมดระบุเส้นทาง จะทำการลากเส้นบนพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางเดิน แล้วรถจะเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่ได้กำหนดไว้ ทั้ง 3 โหมดนี้ ผู้ใช้จะควบคุมผ่านเครือข่ายไร้สายไวไฟ

ABSTRACT

This project develop Auto Inspection-Car in order to inspect the area, security and access. By working is divided into two major parts. Which consist of Auto Inspection-Car's body part and user part

Auto Inspection-Car's body part consist of car's structure which use radio controller Car's structure to be structure, Raspberry pi for being main controller part work with. Distance sensor. In order to avoid obstacles, motor driver circuit for 2 motors to drive the wheels can be rotated desire direction. And video camera to display motion on the screen of users.

User part show controller and motion via web page which can controlling has three modes. Is manual mode which user can control car to forward, backward, turn left and turn right. Moreover, it can control car's velocity to move faster or slower, Auto mode which car move continuously whenever it find obstacle to avoid and specify mode which draw a line on ground for car's moving along the path define. By three mode, user can control via Wi-Fi wireless network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1	
บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตโครงการ	1
บทที่ 2	
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ฮาร์ดแวร์	4
2.1.1 ส่วนของการควบคุมรถ	4
2.1.2 ส่วนของการแสดงภาพเคลื่อนไหว	11
2.1.3 อุปกรณ์สำหรับระบบสื่อสารไร้สาย	11
2.1.4 อินฟราเรดเซนเซอร์	12
2.1.5 อัลตราโซนิกเซนเซอร์	15
2.2 ซอฟต์แวร์	17
2.2.1 ส่วนเชื่อมต่อระหว่างเว็บไซต์กับ Raspberry Pi	17
2.2.2 ส่วนโปรแกรมควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่	18
2.2.3 ส่วนของการพัฒนาหน้าเว็บเพจ	18
2.2.4 ส่วนของการเก็บข้อมูล	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3	
การออกแบบและการจัดทำปฏิญานิพนธ์	21
3.1 การออกแบบ	21
3.1.1 ส่วนของตัวรถ	21
3.1.2 การออกแบบลักษณะการเคลื่อนที่ของรถตรวจการ อัตโนมัติสำหรับโหมดบังคับด้วยมือ	22
3.1.3 การออกแบบวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรง	23
3.1.4 การออกแบบลักษณะการเคลื่อนที่ของรถตรวจการ อัตโนมัติสำหรับโหมดอัตโนมัติ	24
3.1.5 การออกแบบวงจรตรวจจับสิ่งขีดขวาง	24
3.1.6 การออกแบบลักษณะการเคลื่อนที่ของรถตรวจการ อัตโนมัติสำหรับโหมดระบุเส้นทาง	25
3.1.7 การออกแบบวงจรอินฟราเรดเซนเซอร์	25
3.1.8 การออกแบบวงจรจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์เซนเซอร์และ ไอซีขับเคลื่อนมอเตอร์	26
3.1.9 การออกแบบหน้าเว็บในส่วนของผู้ใช้งาน	26
3.1.10 การออกแบบในส่วนของการเคลื่อนที่ของรถ	31
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	34
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	34
บทที่ 4	
ผลการทดลอง	35
4.1 ทดลองการทำงานในส่วนของโหมดการทำงานบังคับด้วยมือ	35
4.2 ทดลองการทำงานในส่วนของโหมดการทำงานอัตโนมัติ	36
4.3 ทดลองการทำงานในส่วนของโหมดการทำงานแบบระบุเส้นทาง	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 5	สรุปผลและข้อเสนอแนะ	42
	5.1 สรุปผล	42
	5.2 ข้อเสนอแนะ	42
บรรณานุกรม		44
ภาคผนวก		47



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ภาพรวมระบบของรถตรวจการอัตโนมัติ	2
2.1 การทำงานของรถตรวจการอัตโนมัติ	3
2.2 Raspberry Pi Model B+	5
2.3 ดีซี มอเตอร์	5
2.4 IC L293D Motor Driver	6
2.5 วงจรภายในของ IC L293D	7
2.6 ตัวอย่างการใช้งาน IC L293D ควบคุมการทำงานของมอเตอร์	8
2.7 วงจรขับมอเตอร์แบบ H-bridge ที่ใช้สวิตช์ 4 ตัว	8
2.8 เมื่อเปิดสวิตช์ SW1 และ SW4	9
2.9 เมื่อเปิดสวิตช์ SW2 และ SW3	9
2.10 รูปสัญญาณ PWM	10
2.11 Raspberry Pi camera module	11
2.12 USB Wireless Adapter	12
2.13 ไอซีออปแอมป์ LM 358	12
2.14 วงจรภายในของออปแอมป์ LM 358	13
2.15 Infrared-Emitting Diode (IRED)	13
2.16 โฟโตไดโอด (Photodiode)	14
2.17 สัญลักษณ์ของโฟโตไดโอด	14
2.18 Ultrasonic sensor module (HC-SR04)	15
2.19 ลักษณะการทำงาน Ultrasonic sensor module (HC-SR04) ในการตรวจจับวัตถุ	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.1 รถที่เลือกใช้ในโครงการนี้และคุณสมบัติ	21
3.2 การวาง ดีซี มอเตอร์ ทั้ง 2 ตัว สำหรับขับเคลื่อนรถ 4 ล้อ	22
3.3 วงจรขับมอเตอร์	23
3.4 การออกแบบวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง	24
3.5 วงจรอินฟราเรดเซนเซอร์	26
3.6 วงจรแหล่งจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์เซนเซอร์และไอซีขับมอเตอร์	26
3.7 หน้าต่าง Login เพื่อเข้าสู่ระบบ	27
3.8 หน้าต่างโหมดควบคุมของรถตรวจการอัตโนมัติ	27
3.9 เมนูสำหรับเลือกโหมดต่างๆ ของรถตรวจการอัตโนมัติ	28
3.10 หน้าต่างแสดงการควบคุมในโหมดอัตโนมัติ	28
3.11 หน้าต่างแสดงการควบคุมในโหมดระบุเส้นทาง	29
3.12 Flowchart การออกแบบหน้าเว็บในส่วนของผู้ใช้งาน	30
3.13 Flowchart การออกแบบในส่วนของการเคลื่อนที่ในโหมดบังคับด้วยมือ	31
3.14 Flowchart การออกแบบในส่วนของการเคลื่อนที่ในโหมดอัตโนมัติ	32
3.15 Flowchart การออกแบบในส่วนของการเคลื่อนที่ในโหมดระบุเส้นทาง	33
4.1 รูปภาพแสดงหน้าเว็บเพจในโหมดการทำงานบังคับด้วยมือ	36
4.2 ต่อวงจรทดลองการวัดระยะทางระหว่างอัลตราโซนิกเซนเซอร์กับวัตถุ	37
4.3 ทดลองการวัดระยะทางระหว่างอัลตราโซนิกเซนเซอร์กับวัตถุ	38
4.4 รูปภาพการทดสอบการหลบหลีกสิ่งกีดขวางในโหมดการทำงานอัตโนมัติ	38
4.5 ต่อวงจรตรวจจับเส้นสีดำ	39
4.6 ให้ตัวรับแสงอินฟราเรดอยู่ห่างจากพื้นสีขาวประมาณ 3 เซนติเมตร	39
4.7 สีที่ใช้ในการทดลอง	40
4.8 รูปภาพการทดสอบการเคลื่อนที่ในโหมดการทำงานระบุเส้นทาง	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณสมบัติของ Raspberry Pi Model B+	4
4.1	ทดสอบการควบคุมรถตรวจการผ่านอินเทอร์เน็ต	35
4.2	ผลการทดลองการวัดระยะทางระหว่างอัลตราโซนิกเซนเซอร์กับวัตถุ	37
4.3	ผลการทดลองการตอบสนองค่าสีของอินฟราเรดเซนเซอร์	40



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมด้านเทคโนโลยีถือเป็นตลาดใหญ่และมีการลงทุนเป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นผลมาจากความหลากหลายทั้งในด้านของซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ โดยริเริ่มจากความคิดสร้างสรรค์บวกด้วยเทคโนโลยีใหม่ๆ ทำให้เกิดเป็นนวัตกรรมที่น่าสนใจขึ้นมาเรื่อยๆ ซึ่งทำให้เห็นความสำคัญในด้านความปลอดภัย จึงต้องมีการตรวจการลาดตระเวนสอดส่องบริเวณต่างๆ แต่เนื่องจากการตรวจการส่วนมากนั้น จะใช้คนในการตรวจการไปรอบๆ ซึ่งบางพื้นที่เป็นที่แคบและคนเข้าไปตรวจการไม่ถึง ทำให้พัฒนารถตรวจการอัตโนมัติขึ้นมา โดยเป้าหมายของโครงการนี้ก็คือนำเอาความคิดสร้างสรรค์บวกกับเทคโนโลยีการสื่อสาร มาสร้างเป็นรถตรวจการอัตโนมัติ โดยจะมีโหมดการทำงานแบ่งเป็น 3 โหมดคือ โหมดบังคับด้วยมือสั่งให้รถเคลื่อนที่ผ่านหน้าเว็บเพจ, โหมดเดินทางอัตโนมัติโดยจะใช้อัลตราโซนิกเซนเซอร์ในการตรวจจับวัตถุเพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวาง และโหมดเดินทางตามที่กำหนดไว้โดยจะใช้อินฟราเรดเซนเซอร์ให้เดินทางตามเส้นสีดำบนพื้นที่ที่ได้กำหนดไว้ เพื่อใช้ในการตรวจการความปลอดภัย และยังสามารถนำโครงการนี้ไปต่อยอดในอนาคตได้อีกด้วย

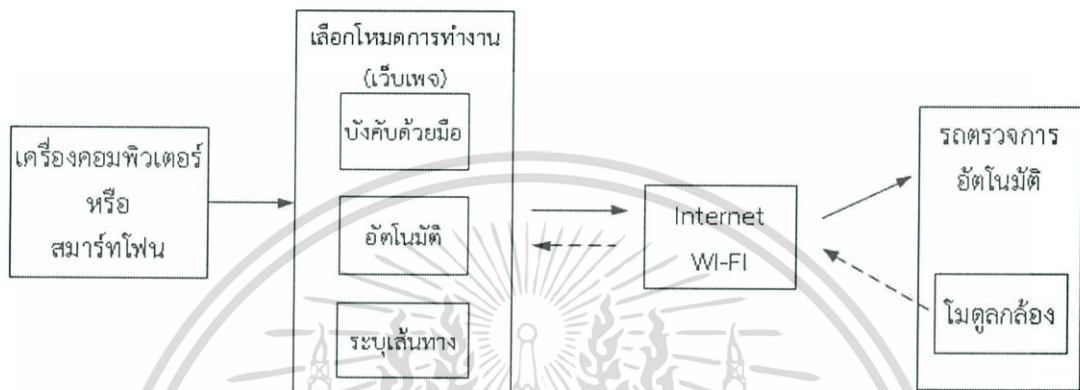
1.2 วัตถุประสงค์

- 1 ศึกษาการทำงานของบอร์ด Raspberry Pi
- 2 ศึกษาการควบคุมมอเตอร์ผ่าน Raspberry Pi
- 3 ศึกษาการทำงานของอินฟราเรดเซนเซอร์และอัลตราโซนิกเซนเซอร์
- 4 ศึกษาวิธีการติดตั้งและใช้งานระบบปฏิบัติการแบบฝังตัว
- 5 สามารถออกแบบรถตรวจการให้สามารถขับเคลื่อนโดยอัตโนมัติได้

1.3 ขอบเขตของปริญญาานิพนธ์

สามารถควบคุมรถตรวจการอัตโนมัติผ่านอินเทอร์เน็ตโดยใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์มือถือสมาร์ตโฟนเพื่อใช้เข้าหน้าเว็บเพจ ซึ่งจะสามารถควบคุมได้ 3 โหมด คือ โหมดบังคับด้วยมือจะสามารถบังคับรถจากปุ่มกดหน้าเว็บเพจได้, โหมดอัตโนมัติสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางที่อยู่

ข้างหน้าได้ และโหมดระบุเส้นทาง รถจะเดินตามเส้นสีดำนบนพื้นตามเส้นที่ลากเอาไว้ จากทั้ง 3 โหมด จะสามารถส่งวิดีโอผ่านอินเทอร์เน็ตไปแสดงผลบนหน้าเว็บเพจได้



→ คือ การส่งข้อมูลไปควบคุมรถตรวจการ

- - - คือ ส่งข้อมูลภาพเคลื่อนไหวมายังหน้าเว็บเพจ

รูปที่ 1.1 ภาพรวมระบบของรถตรวจการอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

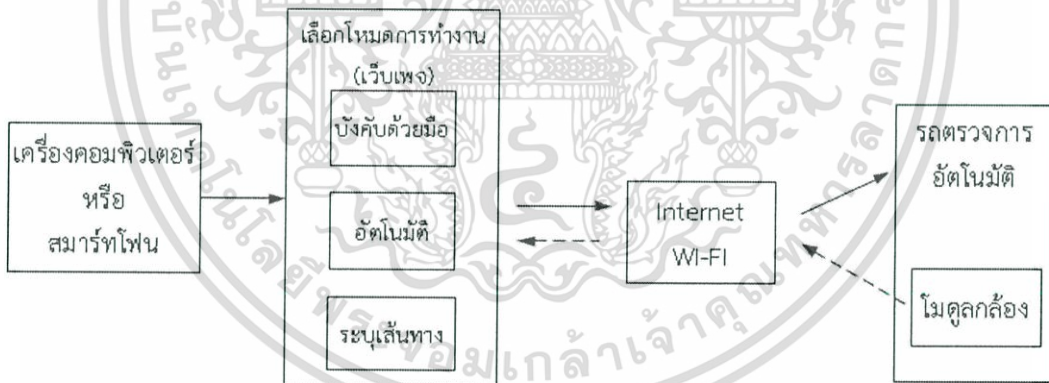
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในโครงการรถตรวจการอัตโนมัติ จะเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างส่วนของอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บนตัวรถตรวจการอัตโนมัติ กับส่วนของคำสั่งที่เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ซึ่งเขียนลงใน Raspberry Pi โดยจะมีการเชื่อมต่อแบบไร้สายระหว่างรถตรวจการอัตโนมัติกับผู้ใช้ ซึ่งสามารถแบ่งทฤษฎีและหลักการออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ

1 ฮาร์ดแวร์ เป็นอุปกรณ์ที่นำมาประกอบเป็นรถตรวจการอัตโนมัติ ประกอบไปด้วย ส่วนควบคุมรถ ส่วนการแสดงผลภาพเคลื่อนไหว อุปกรณ์สำหรับระบบสื่อสารไร้สาย อินฟราเรดเซนเซอร์ และอัลตราโซนิกเซนเซอร์ เป็นต้น

2 ซอฟต์แวร์ ประกอบไปด้วยส่วนของการพัฒนาหน้าเว็บเพจ ส่วนเก็บข้อมูล ส่วนเชื่อมต่อระหว่างเว็บไซต์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ และโปรแกรมควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ ทั้งหมดนี้จะใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาทั้งหมด



————> คือ การส่งข้อมูลไปควบคุมรถตรวจการ

-----> คือ ส่งข้อมูลภาพเคลื่อนไหวมายังหน้าเว็บเพจ

รูปที่ 2.1 การทำงานของรถตรวจการอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ฮาร์ดแวร์

2.1.1 ส่วนของการควบคุมรถ

2.1.1.1 Raspberry Pi Model B+

Raspberry Pi คือบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงการทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็กบอร์ด Raspberry Pi รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) ได้หลายระบบ เช่น Raspbian (Debian) Pidora (Fedora) และ Arch Linux เป็นต้น โดยติดตั้งบน SD Card บอร์ด Raspberry Pi นี้ถูกออกแบบมาให้มี CPU GPU และ RAM อยู่ภายในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ GPIO ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ

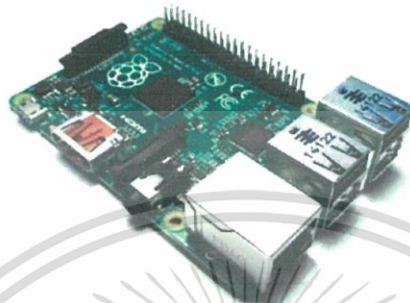
Raspberry Pi Model B+ ใช้ชิป BCM2835 มีความเร็วในการทำงานที่ 700 MHz ใช้ชิปช่วยประมวลผลกราฟิกของ VideoCore IV มีหน่วยความจำหลัก (Primary Memory: RAM) ขนาด 512 MB และไม่มีหน่วยความจำสำรอง (Secondary Storage Memory) ใช้แหล่งจ่ายไฟผ่านคอนเนคเตอร์ microUSB ขาสัญญาณบนพอร์ต GPIO ซึ่งมีจำนวน 40 ขา ใช้พอร์ต HDMI แบบ Full-Size คอนเนคเตอร์สำหรับต่อกล้อง Raspberry Pi Camera และ DSI Display ยังคงมีอยู่เช่นเดิม เมื่อเทียบกับ Raspberry Pi Model B

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของ Raspberry Pi Model B+

Chip	Broadcom BCM2835 SoC
CPU	700 MHz ARM 1176JZFS
Memory	512 MB SDRAM
Dimensions	85×56×17 mm
Power	Micro USB socket 5 V, 2 A
Ethernet	10/100 BaseT Ethernet socket
USB	4 ×USB 2.0 Connector
GPIO Connector	40-pin 2.54 mm
Camera Connector	15-pin MIPI Camera Serial Interface (CSI-2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการนี้จะใช้ Raspberry Pi Model B+ เป็นหน่วยประมวลผลหลักในการทำงานของส่วนต่างๆ ในรถตรวจการอัตโนมัติ ซึ่งจะมีหน้าที่ส่งการไปยังอุปกรณ์ที่อยู่บนตัวรถตรวจการอัตโนมัติให้ทำงานในสถานการณ์ต่างๆ



รูปที่ 2.2 Raspberry Pi Model B+

2.1.1.2 ดีซี มอเตอร์ (DC motor)

เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล การทำงานปกติของมอเตอร์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กในตัวมอเตอร์ และสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสในขดลวดทำให้เกิดแรงดูดและแรงผลักของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ในโครงการนี้จะใช้ดีซี มอเตอร์ ทำงานที่ช่วงแรงดัน 3-6 V ควบคุมการเคลื่อนที่ของรถตรวจการอัตโนมัติ



รูปที่ 2.3 ดีซี มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.3 ไอซีขับมอเตอร์ L293D

L293D เป็นไอซีแบบ DIP (Dual in-line Package) จำนวน 16 ขา ออกแบบวงจรเอาต์พุตให้ทนกระแสและแรงดันสูงเพื่อขับโหลดอินดักทีฟ (Inductive Loads) เช่น รีเลย์ โซลีนอยด์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และสเตรปิ้งมอเตอร์

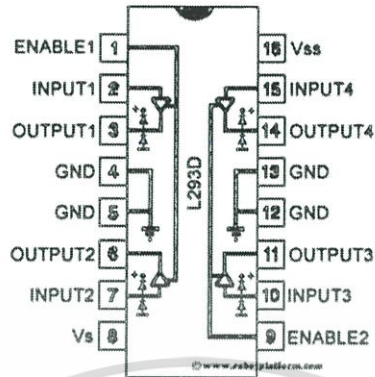
คุณสมบัติโดยทั่วไป

- ไอซี L293D ประกอบด้วยวงจรขับโหลดแบบอินดักทีฟ จำนวน 4 ช่อง
- ทนกระแสเอาต์พุต 600 mA ต่อช่อง
- ทนกระแสเอาต์พุตสูงสุด 1.2 A ต่อช่อง (ไม่สามารถจ่ายแบบต่อเนื่องได้)
- มีระบบควบคุมอุณหภูมิสูงกว่าปกติ
- สัญญาณอินพุตลอจิก "0" มีขนาดแรงดันไม่เกิน 1.5 V
- มีขาสัญญาณปิดเปิดวงจรขับโหลด



รูปที่ 2.4 IC L293D Motor Driver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 วงจรภายในของ IC L293D

จากรูปที่ 2.5 จะเห็นว่า L293D แบ่งวงจรขับมอเตอร์เป็น 2 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 เป็นวงจรขับมอเตอร์ตัวที่ 1 วงจรขับชุดนี้รับสัญญาณควบคุม 3 สัญญาณ คือ

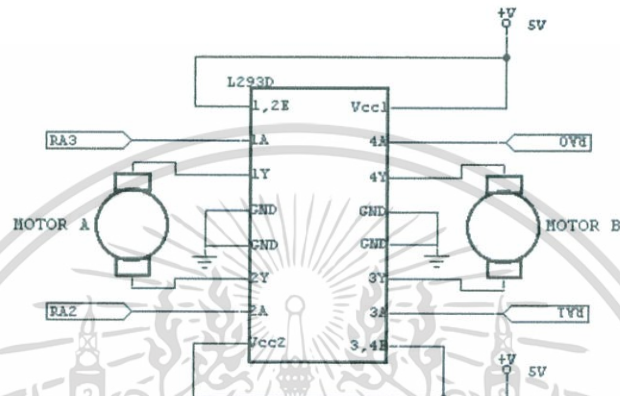
- ขา 1 เป็นสัญญาณควบคุมวงจรขับมอเตอร์ตัวที่ 1 ให้ทำงานหรือหยุดทำงาน
- ขา 2 เป็นสัญญาณควบคุมวงจรขับมอเตอร์ให้ปิดเปิด การทำงานของมอเตอร์ที่ต่ออยู่กับเอาต์พุตตัวที่ 1 เอาต์พุต 1 ขา 3
- ขา 7 เป็นสัญญาณควบคุมวงจรขับมอเตอร์ให้ปิดเปิด การทำงานของมอเตอร์ที่ต่ออยู่กับเอาต์พุตตัวที่ 1 เอาต์พุต 2 ขา 6

ชุดที่ 2 เป็นวงจรขับมอเตอร์ตัวที่ 2 วงจรขับชุดนี้รับสัญญาณควบคุม 3 สัญญาณ คือ

- ขา 9 เป็นสัญญาณควบคุมวงจรขับมอเตอร์ตัวที่ 2 ให้ทำงานหรือหยุดทำงาน
- ขา 10 เป็นสัญญาณควบคุมวงจรขับมอเตอร์ให้ปิดเปิด การทำงานของมอเตอร์ที่ต่ออยู่กับเอาต์พุตตัวที่ 2 เอาต์พุต 3 ขา 11
- ขา 15 เป็นสัญญาณควบคุมวงจรขับมอเตอร์ให้ปิดเปิด การทำงานของมอเตอร์ที่ต่ออยู่กับเอาต์พุตตัวที่ 2 เอาต์พุต 4 ขา 14

แหล่งจ่ายไฟ L293D

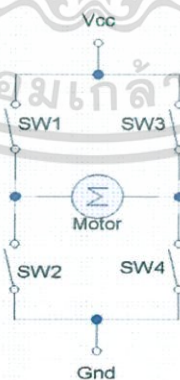
- แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรลอจิก V_{ss} ขา 16 รับแรงดันสูงสุด 36 V
- แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงโหลดอินดักทีฟ V_s ขา 8 รับแรงดันสูงสุด 36 V
- กราวด์ ขาที่ 4,5,12,13



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการใช้งาน IC L293D ควบคุมการทำงานของมอเตอร์

2.1.1.4 H-bridge

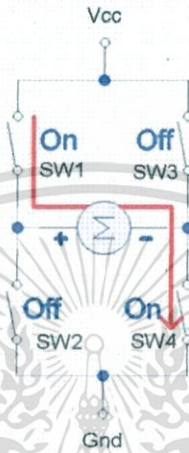
ภายในวงจรไอซี L293D มีหลักการควบคุมทิศทางของมอเตอร์ซึ่งเรียกวางจรว่า H-bridge โดยวงจรมีหลักการพื้นฐานคือ นำสวิตช์ 4 ตัวมาต่อร่วมกันเพื่อสร้างเป็นวงจรขับมอเตอร์แบบ H-bridge ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 วงจรขับมอเตอร์แบบ H-bridge ที่ใช้สวิตช์ 4 ตัว

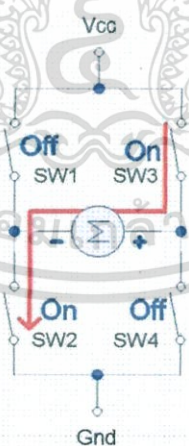
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปิดสวิตช์ SW1 และ SW4 จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมอเตอร์ในทิศไฟบวกเข้าทางด้านซ้ายของมอเตอร์ ส่วนทางด้านขวาเป็นโพลบ มอเตอร์ไฟตรงจะหมุนในทิศตามเข็มนาฬิกาตามรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 เมื่อเปิดสวิตช์ SW1 และ SW4

ในทำนองเดียวกันเมื่อเปิดสวิตช์ SW2 และ SW3 จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมอเตอร์ในทิศทางไฟบวกเข้าทางขวามือของมอเตอร์และโพลบเข้าทางซ้ายมือ มอเตอร์จึงหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาตามรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 เมื่อเปิดสวิตช์ SW2 และ SW3

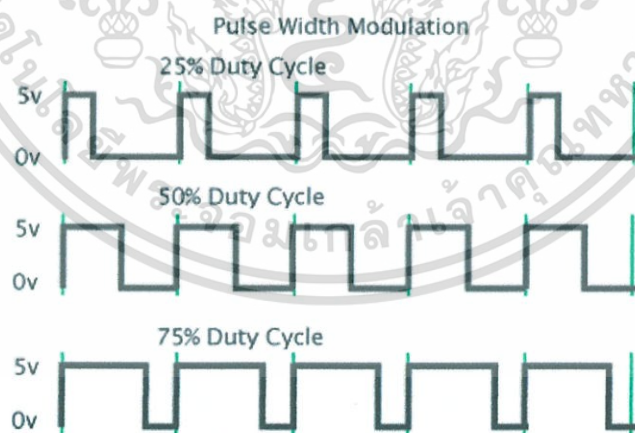
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโครงการนี้ใช้ไอซีขับมอเตอร์ L293D เป็นตัวควบคุมดีซี มอเตอร์ในการเคลื่อนที่ของรถตรวจการอัตโนมัติ

2.1.1.5 PWM

PWM (Pulse Width Modulation) เป็นวิธีการควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้า โดยจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับมอเตอร์เป็นช่วงๆ อาศัยแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้เป็นค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วง มอเตอร์จะหมุนช้าลงเมื่อมีแรงดันตกคร่อมต่ำ และมอเตอร์จะหมุนเร็วขึ้นเมื่อมีแรงดันตกคร่อมสูง

PWM สัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ดีวตีไซเคิล (% Duty Cycle) คือ ถ้าค่าเปอร์เซ็นต์ดีวตีไซเคิลมาก ค่าเฉลี่ยกระแสไฟฟ้าที่ป้อนให้ดีซี มอเตอร์ ก็จะมีค่ามากกว่าค่าที่มีเปอร์เซ็นต์ดีวตีไซเคิลน้อย ดังรูปที่ 2.10 ถ้าความต่างศักย์มีค่าเท่ากับ 5 V ที่เปอร์เซ็นต์ดีวตีไซเคิล 25 เปอร์เซ็นต์ของเวลา 1 คาบ นั้นหมายความว่า จะมีแรงดันเฉลี่ยที่ตกคร่อมมอเตอร์เท่ากับ $5 \times 0.25 = 1.25$ V และถ้าเปอร์เซ็นต์ดีวตีไซเคิลอยู่ที่ 75 เปอร์เซ็นต์ จะมีแรงดันเฉลี่ยที่ตกคร่อมมอเตอร์เท่ากับ $5 \times 0.75 = 3.75$ V จะเห็นได้ว่า PWM สามารถควบคุมความเร็วมอเตอร์ได้จากความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์ดีวตีไซเคิล โดยค่าดีวตีไซเคิล คือ ช่วงของสัญญาณพัลส์ที่มีสถานะลอจิก High ต่อคาบเวลาของสัญญาณ



รูปที่ 2.10 รูปสัญญาณ PWM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ส่วนของการแสดงภาพเคลื่อนไหว

2.1.2.1 Raspberry Pi camera module

Raspberry Pi Camera Module เป็นโมดูลกล้องสำหรับต่อใช้งานร่วมกับบอร์ด Raspberry Pi ขนาดความละเอียด 5 ล้านพิกเซล สามารถถ่ายวิดีโอระดับ HD ที่ความละเอียด 1080p, 720p และ 640x480 ด้วยอัตราแสดงผล 30 (1080p), 60 (720p และ 640x480) และ 90 (640x480) เฟรมต่อวินาที โครงการนี้จะใช้ Raspberry Pi camera module เป็นตัวแสดงภาพวิดีโอมายังผู้ใช้งาน



รูปที่ 2.11 Raspberry Pi camera module

2.1.3 อุปกรณ์สำหรับระบบสื่อสารไร้สาย

2.1.3.1 USB Wireless Adapter

USB Wireless Adapter คืออุปกรณ์ที่ใช้ รับ-ส่ง สัญญาณระหว่าง Access Point ทำให้ในการใช้งานไม่ต้องลากสาย LAN มาเชื่อมต่อกับอุปกรณ์นั้นๆ โครงการนี้จะใช้ USB Wireless Adapter ในการเชื่อมต่อระหว่างรถตรวจการอัตโนมัติกับผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถบังคับและตรวจการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 USB Wireless Adapter

2.1.4 อินฟราเรดเซนเซอร์

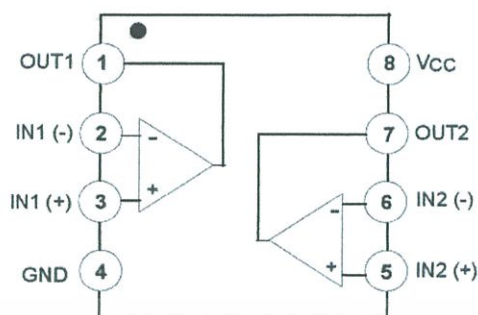
2.1.4.1 ไอซีออปแอมป์ LM 358

ไอซี LM 358 เป็นไอซีที่มีออปแอมป์ 2 ตัว ซึ่งจะเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างแรงดันอ้างอิงกับแรงดันที่ใช้งาน ถ้าแรงดันที่ใช้งานมีค่าสูงกว่าแรงดันอ้างอิงจะได้ค่าเอาต์พุตออกมาค่าหนึ่ง ถ้าแรงดันที่ใช้งานมีค่าต่ำกว่าแรงดันอ้างอิงจะให้ค่าเอาต์พุตออกมาอีกค่าหนึ่ง ดังนั้นไอซีนี้จะให้ค่าเอาต์พุตออกมา 2 ค่า สำหรับโครงการนี้จะให้ค่าเอาต์พุตออกมา 2 ค่า คือ 3.3 V และ 0 V ซึ่งจะได้เอาต์พุตเป็นสัญญาณดิจิทัลออกมา



รูปที่ 2.13 ไอซีออปแอมป์ LM 358

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 วงจรภายในของออปแอมป์ LM 358

2.1.4.2 Infrared-Emitting Diode (IRED)

Infrared-Emitting Diode (IRED) เป็นอุปกรณ์กึ่งตัวนำ (semiconductor) ที่ปล่อยแสงออกมาเมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านตัวมัน โดย IRED จะปล่อยพลังงานแสงอินฟราเรด (Infrared หรือ IR ที่ประมาณ 830 nm หรือยาวกว่า) ออกมา เป็นแสงในย่านที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงถูกนำมาใช้งานกับอุปกรณ์ที่ไม่ต้องการให้เกิดการรบกวนจากแสงในย่านปกติ เช่น เป็นตัวส่งสัญญาณของรีโมตคอนโทรลของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ หรือใช้เป็นเซนเซอร์ตรวจจับการสะท้อน เป็นต้น ความเข้มของแสงที่ส่งออกมาจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าตัวต้านทานกระแสให้ IRED ถ้าค่าตัวต้านทานมาก กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน IRED ได้น้อยลงทำให้ความเข้มของแสงอินฟราเรดต่ำ แต่หากตัวต้านทานมีค่าน้อย กระแสไหลผ่าน IRED ได้มากขึ้นทำให้มีความเข้มของแสงอินฟราเรดสูง IRED ทำงานได้ในช่วงแรงดันตกคร่อมไม่เกิน 2 V

รูปที่ 2.15 Infrared-Emitting Diode (IRED)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.3 โฟโตไดโอด (Photodiode)

โฟโตไดโอด เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำกระแสได้เมื่อมีแสงมาตกกระทบที่ตัวอุปกรณ์ สัญลักษณ์ของโฟโตไดโอดแสดงดังรูปด้านล่าง ในขณะที่ไม่มีแสงมาตกกระทบโฟโตไดโอดจะมีกระแสรั่วไหลประมาณ $10 \mu\text{A}$



โฟโตไดโอดเป็นอุปกรณ์ที่มีอิมพีแดนซ์สูง เหมาะสำหรับทำงานในวงจรกำลังไฟฟ้าต่ำ การนำโฟโตไดโอดมาใช้งานจำเป็นต้องมีการออกแบบวงจรที่ซับซ้อนกว่า LDR อย่างไรก็ตาม โฟโตไดโอดมีข้อได้เปรียบตรงที่การตอบสนองในการทำงานเป็นเชิงเส้นและมีความไวในการทำงานสูงกว่า LDR โดยใช้เวลาในการตอบสนองการทำงานเพียง 200 ns ดังนั้นโฟโตไดโอดจึงนิยมนำไปใช้งานในวงจรที่มีการตอบสนองด้วยความเร็วสูงเช่น ตัวอ่านเทปความเร็วสูง และออปโตไอโซเลเตอร์ เป็นต้น ในโครงงานนี้จะใช้โฟโตไดโอด เป็นตัวรับสัญญาณแสงจาก Infrared-Emitting Diode (IRED) ซึ่งเป็นส่วนประกอบอยู่ภายในวงจรอินฟราเรดเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

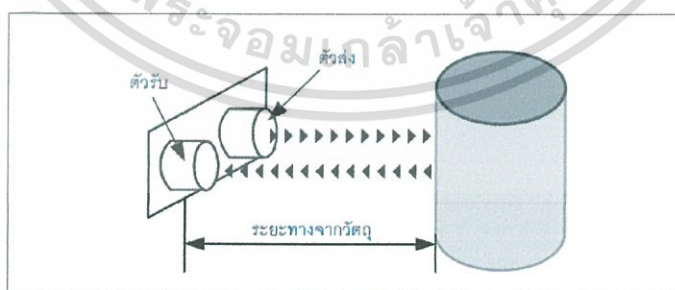
2.1.5 อัลตราโซนิกเซนเซอร์

2.1.5.1 Ultrasonic sensor module (HC-SR04)

HC-SR04 เป็นโมดูลอัลตราโซนิกชนิดยอตนิยมโมดูลหนึ่ง มีความสามารถวัดระยะได้อย่างแม่นยำ ใช้งานง่าย เพียงทำการส่งสัญญาณลอจิก High เข้าไปที่ขา Trig Input เป็นเวลาอย่างน้อย $10\ \mu\text{s}$ เพื่อกระตุ้นการสร้างคลื่นอัลตราโซนิกความถี่ $40\ \text{kHz}$ ออกสู่อากาศจากตัวส่ง เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางที่อยู่ข้างหน้าก็จะสะท้อนกลับมาที่ตัวรับ และถูกแปลงออกมาเป็นความกว้างของสัญญาณพัลส์ส่งออกไปที่ขา Echo Output โดยมีช่วงเวลาที่มีสัมพันธ์กับระยะทางที่คลื่นสะท้อนวัตถุกลับมา อย่างไรก็ตาม หากวัตถุอยู่นอกเหนือขอบเขตที่ตรวจจับได้ ความกว้างสัญญาณที่ส่งกลับจะมีค่า $38\ \text{ms}$ ในโครงงานนี้จะใช้ Ultrasonic sensor module (HC-SR04) ในการตรวจจับวัตถุ เพื่อจะทำการหลบหลีกวัตถุ



รูปที่ 2.18 Ultrasonic sensor module (HC-SR04)



รูปที่ 2.19 ลักษณะการทำงาน Ultrasonic sensor module (HC-SR04) ในการตรวจจับวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติ

- ทำงานที่แรงดัน 5 V
- ใช้กระแสขณะทำงานประมาณ 15 mA
- วัดระยะได้ในช่วง 2 - 400 เซนติเมตร +/- 0.3 เซนติเมตร
- องศาในการตอบสนอง 15 องศา
- ความถี่คลื่นอัลตราโซนิก 40 KHz

ข้อจำกัดของอัลตราโซนิกเซนเซอร์

- วัตถุอยู่ใกล้กว่าระยะทำการ ทำให้ไม่สามารถตรวจจับได้
- วัตถุมีขนาดเล็กเกินไป ค่าระยะทางมีโอกาสผิดพลาดและคลาดเคลื่อนได้เมื่อเทียบกับระยะทางจริง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ซอฟต์แวร์

2.2.1 ส่วนเชื่อมต่อระหว่างเว็บไซต์กับ Raspberry Pi

2.2.1.1 PHP

PHP คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ในลักษณะเซิร์ฟเวอร์-ไซด์ สคริปต์ โดยลิขสิทธิ์อยู่ในลักษณะ Open Source ภาษา PHP ใช้สำหรับจัดทำเว็บไซต์ และแสดงผลออกมาในรูปแบบ HTML โดยมีรากฐานโครงสร้างคำสั่งมาจากภาษา C, JAVA และ Perl ซึ่งเป้าหมายคือให้นักพัฒนาเว็บไซต์สามารถเขียนเว็บเพจ ที่สามารถตอบโต้ได้อย่างรวดเร็วโดย PHP รุ่นล่าสุดคือ PHP 5.6.8

ลักษณะเด่นของ PHP

- 1 ใช้ได้ฟรี
- 2 PHP ทำงานบนเครื่อง UNIX, Linux และ Windows
- 3 เรียนรู้ง่าย เนื่องจาก PHP ผังเข้าไปใน HTML และใช้โครงสร้างและไวยากรณ์ภาษาง่ายๆ
- 4 ใช้ร่วมกับ XML ได้ทันที
- 5 ใช้กับระบบเพิ่มข้อมูลได้
- 6 ใช้กับข้อมูลตัวอักษรได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 7 ใช้กับการประมวลผลภาพได้

ขั้นตอนการติดตั้ง PHP บน Raspberry Pi

ทำการ Login เข้า Raspberry Pi และเริ่มติดตั้งแพ็คเกจต่างๆ โดยใช้คำสั่ง

```
sudo apt-get update
```

```
sudo apt-get upgrade
```

```
sudo apt-get install php5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ส่วนโปรแกรมควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่

2.2.2.1 Python

Python เป็นภาษาระดับสูงภาษาหนึ่ง ที่มีความสามารถสูง ถูกสร้างขึ้นในปี 1989 โดย Guido van Rossum พัฒนาขึ้นมาโดยไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์ม สามารถรันภาษา Python ได้ทั้งบนระบบ Unix, Linux, Windows 2000, Windows XP หรือแม้แต่ระบบ FreeBSD ภาษาตัวนี้เป็นภาษาลักษณะ Open Source เหมือนอย่าง PHP

ลักษณะของภาษา Python ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้เรียนรู้ได้ไม่ยาก รูปแบบคำสั่งคล้ายกับภาษาเบสิก ชนิดของตัวแปรก็ทำการกำหนดและสร้างมาใช้งานได้ด้วยวิธีง่ายๆ การกำหนดเงื่อนไข หรือการวนลูปก็มีคำสั่งไม่มากจนเกินไป แต่สามารถเขียนใช้งานได้เท่ากับภาษาอื่นๆ

2.2.3 ส่วนของการพัฒนาหน้าเว็บเพจ

2.2.3.1 HTML

HTML (ย่อมาจาก Hyper Text Markup Language) เป็นภาษาประเภท Markup Language ที่ใช้ในการสร้างเว็บเพจมีแม่แบบมาจากภาษา SGML (Standard Generalized Markup Language) ที่ตัดความสามารถบางส่วนออกไปเพื่อให้สามารถทำความเข้าใจและเรียนรู้ได้ง่าย ปัจจุบันมีการพัฒนาและกำหนดมาตรฐานโดยองค์กร World Wide Web Consortium (W3C) โดย HTML มีโครงสร้างการเขียนโดยอาศัย Tag ในการควบคุมการแสดงผลของข้อความ รูปภาพหรือวัตถุอื่นๆ แต่ละ Tag อาจจะมีส่วนขยายเรียกว่า Attribute สำหรับจัดรูปแบบเพิ่มเติม

ส่วนประกอบที่สำคัญของภาษา HTML ได้แก่ Tag และ Attribute

Tag คือ คำสั่งที่ใช้ในภาษา HTML อยู่ในเครื่องหมาย < และ > ใช้สำหรับจัดรูปแบบข้อความ, ภาพหรือวัตถุอื่นๆ ซึ่ง tag ในภาษา HTML ส่วนมากจะมี Tag เปิด และ Tag ปิด เช่น

<h1>...</h1> ใช้เน้นหัวข้อเรื่อง

<p>...</p> ใช้จัดพารากราฟ

... ใช้กำหนดให้ตัวอักษรเป็นตัวหนา

แต่บาง Tag ก็ไม่มี Tag ปิด เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<hr> ใช้สร้างเส้นคั่น

 ใช้สำหรับการขึ้นบรรทัดใหม่

Attribute เป็นส่วนขยายใน Tag ใช้สำหรับจัดรูปแบบเพิ่มเติม เช่น ขนาด สี ระยะห่าง เป็นต้น ค่าของ Attribute จะอยู่ในเครื่องหมาย "..." เช่น

<p align="center"> ข้อความในพารากราฟนี้จัดวางอยู่กึ่งกลางหน้าจอ

</p> <hr width="200" color="red" noshade> ใช้สร้างเส้นคั่นยาว 200 pixel สีแดงทึบ

ในการเขียน Tag, Attribute และค่าของ Attribute จะใช้เป็นตัวอักษรพิมพ์เล็กหรือพิมพ์ใหญ่ก็ได้แต่เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานของ (X)HTML รุ่นใหม่ขอให้ใช้เป็นตัวอักษรพิมพ์เล็กทั้งหมด และสำหรับ Tag ที่ไม่มี Tag ปิด ให้ใส่ เป็น " / >" เช่น <hr />,

2.2.4 ส่วนของการเก็บข้อมูล

2.2.4.1 MySQL

MySQL คือ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล ที่พัฒนาโดยบริษัทมาย MySQL AB มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่ง SQL (Structured Query Language) เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล ที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่นอย่างบูรณาการ เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับความต้องการของผู้ใช้ เช่น ทำงานร่วมกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) เพื่อให้บริการแก่ภาษาสคริปต์ที่ทำงานฝั่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (Server-Side Script) เช่น PHP, ASP.NET หรือ JSP เป็นต้น หรือทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ (Application Program) เช่น VB.NET, JAVA เป็นต้น โปรแกรมถูกออกแบบให้สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย และเป็นระบบฐานข้อมูล Open Source ที่ถูกนำไปใช้งานมากที่สุด

MySQL เป็นที่นิยมใช้กันมากสำหรับฐานข้อมูลสำหรับเว็บไซต์ เช่น phpBB, Joomla, Wordpress, Discuz เป็นต้น และนิยมใช้งานร่วมกับภาษาโปรแกรม PHP ซึ่งมักจะได้ชื่อว่าเป็นคู่กัน จะเห็นได้จากคู่มือคอมพิวเตอร์ต่างๆ ที่จะสอนการใช้งาน MySQL และ PHP ควบคู่กันไป นอกจากนี้ หลายภาษาโปรแกรมที่สามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูล MySQL ซึ่งรวมถึง ภาษาC, C++, Pascal, C#, JAVA, PHP, Python, Ruby และภาษาอื่นใช้งานผ่าน API สำหรับโปรแกรมที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดต่อผ่าน ODBC หรือส่วนเชื่อมต่อกับภาษาอื่น (database connector) เช่น ASP สามารถเรียกใช้ MySQL ผ่านทาง MyODBC, ADO, ADO.NET เป็นต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

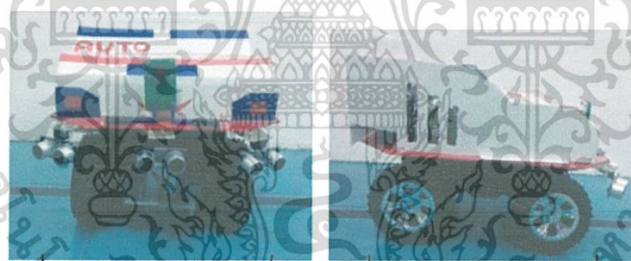
บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญาบัตร

รถตรวจการอัตโนมัติสำหรับระบบบังคับด้วยมือนั้นจะบังคับรถผ่านอินเทอร์เน็บบนอุปกรณ์มือถือหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ ด้วยการกดปุ่มที่ปรากฏบนหน้าเว็บเพจเพื่อสั่งให้รถตรวจการเดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย และเลี้ยวขวา สำหรับระบบอัตโนมัติ เมื่อกดปุ่ม “Start” รถจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า และเลี้ยวขวาเมื่ออัลตราโซนิกเซนเซอร์ตรวจพบสิ่งกีดขวาง และโหมดระบุเส้นทางรถจะเดินตามเส้นสีดำบนพื้น โดยอาศัยการตรวจจับเส้นสีจากอินฟราเรดเซนเซอร์ รถตรวจการอัตโนมัติมีหลักและวิธีการสร้างดังนี้

3.1 การออกแบบ

3.1.1 ส่วนของตัวรถ



ความสูงของ
ตัวรถเท่ากับ
28 เซนติเมตร

ความกว้างของตัวรถเท่ากับ 25 เซนติเมตร

ความยาวของตัวรถเท่ากับ 30 เซนติเมตร

รูปที่ 3.1 รถที่เลือกใช้ในโครงการนี้และคุณสมบัติ

น้ำหนักสุทธิ: 1.63 กิโลกรัม เวลาในการทำงาน: 30 นาที สำหรับแบตเตอรี่

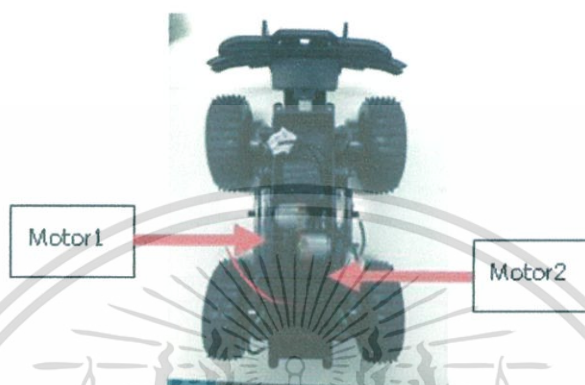
3000 mAh สภาพพื้นผิวที่เหมาะสมต่อการขับเคลื่อน: พื้นราบเรียบ

โดยลักษณะของการทำงานของตัวรถนั้นจะมี ดีซี มอเตอร์ 2 ตัวในการทำงานมอเตอร์

1 จะทำการควบคุมการเคลื่อนที่ของล้อรถฝั่งซ้ายทั้ง 2 ล้อ ส่วนมอเตอร์ 2 จะทำการควบคุมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนที่ของล้อรถฝั่งขวาทั้ง 2 ล้อ ดังรูปที่ 3.2 โดยระหว่างมอเตอร์ทั้ง 2 ตัวกับล้อนั้น จะมีเกียร์ที่ช่วยในการทำงานเพื่อให้ล้อรถหมุนได้



รูปที่ 3.2 การวาง ดีซี มอเตอร์ ทั้ง 2 ตัว สำหรับขับเคลื่อนรถ 4 ล้อ

3.1.2 การออกแบบลักษณะการเคลื่อนที่ของรถตรวจการอัตโนมัติสำหรับโหมด

บังคับด้วยมือ

- การเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

ให้ระบบจ่ายกระแสไฟแบบ forward bias ให้ดีซี มอเตอร์ ทั้ง 2 ตัว เพื่อให้มอเตอร์ทั้ง 2 ตัวนั้นทำงานพร้อมกัน จะทำให้ล้อทั้ง 4 ล้อเคลื่อนที่ไปข้างหน้าพร้อมกัน

- การเคลื่อนที่ไปข้างหลัง

ให้ระบบจ่ายกระแสไฟแบบ reverse bias ให้ดีซี มอเตอร์ ทั้ง 2 ตัว เพื่อให้มอเตอร์ทั้ง 2 ตัวนั้นทำงานพร้อมกัน จะทำให้ล้อทั้ง 4 ล้อเคลื่อนที่ไปข้างหลังพร้อมกัน

- การเคลื่อนที่ไปทางซ้าย

ให้ระบบจ่ายกระแสไฟแบบ forward bias ให้ดีซี มอเตอร์ ตัวที่อยู่ด้านขวา ส่วนมอเตอร์ด้านซ้ายจะไม่จ่ายกระแสไฟเพื่อจะให้ล้อด้านซ้ายไม่ทำงานและหยุดนิ่ง จะทำให้ล้อด้านขวาหมุนไปข้างหน้าอย่างเดียว เพื่อให้ตัวรถเลี้ยวซ้าย

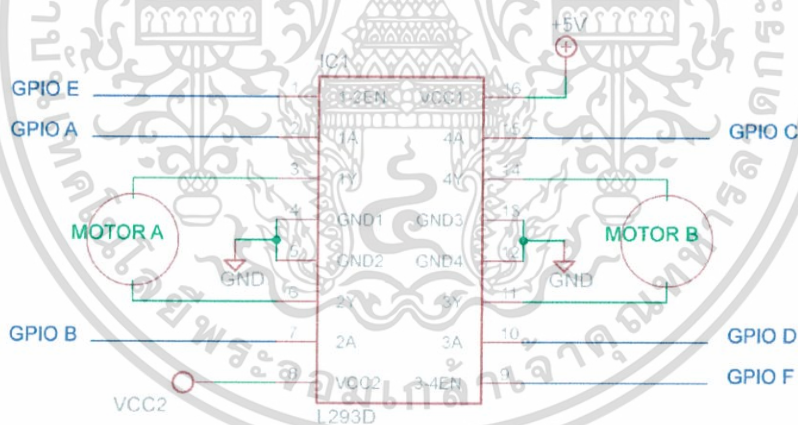
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเคลื่อนที่ไปทางขวา

ให้ระบบจ่ายกระแสไฟแบบ forward bias ให้ดีซี มอเตอร์ตัวที่อยู่ด้านซ้าย ส่วนมอเตอร์ด้านขวาจะไม่จ่ายกระแสไฟเพื่อจะให้ล้อด้านขวาไม่ทำงานและหยุดนิ่ง จะทำให้ล้อด้านซ้ายหมุนไปข้างหน้าอย่างเดียว เพื่อให้ตัวรถเลี้ยวขวา

3.1.3 การออกแบบวงจรขับมอเตอร์กระแสตรง

สำหรับการออกแบบวงจรขับมอเตอร์กระแสตรง จะออกแบบเป็นวงจรไอซีไดร์เวอร์ โดยเลือกใช้ไอซี L293D ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ สำหรับการออกแบบจะจ่ายไฟ +5 V เข้าที่ไฟเลี้ยงไอซีขา 16 และเพื่อที่จะสามารถควบคุมการขับมอเตอร์จึงให้เอาต์พุต GPIO ของ Raspberry Pi เข้าที่ขา Enable คือขาที่ 1 และ 9 เพื่อให้สามารถทำการขับมอเตอร์ได้ โดยมอเตอร์ตัวที่ 1 จะต่อเข้ากับไอซีที่ขา 3 กับขา 6 และมอเตอร์ตัวที่ 2 จะต่อเข้ากับไอซีที่ขา 11 กับ 14 ส่วนขาที่ 2, 7, 10 และ 15 จะต่อเข้ากับ Raspberry Pi ผ่านพอร์ต GPIO เพื่อรับคำสั่งควบคุมอีกที่ตามรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วงจรขับมอเตอร์

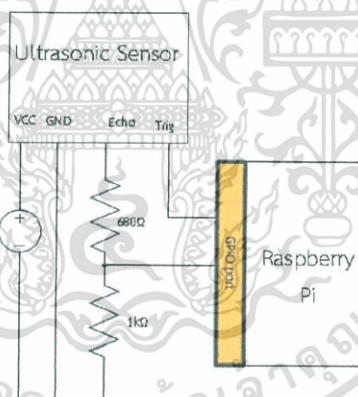
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 การออกแบบลักษณะการเคลื่อนที่ของรถตรวจการอัตโนมัติสำหรับโหมดอัตโนมัติ

รถตรวจการจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า เมื่ออัลตราโซนิกเซนเซอร์ตรวจจับสิ่งกีดขวางที่อยู่ข้างหน้าได้ จะสั่งให้รถเลี้ยวขวาเพื่อหลบสิ่งกีดขวาง

3.1.5 การออกแบบวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง

จากรูปที่ 3.4 หลักการทำงานของวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวางเริ่มจาก GPIO port ของ Raspberry Pi ส่งสัญญาณให้กับขาอินพุต Trigger เมื่อตัวโมดูลได้รับพัลส์แล้วจะสร้างสัญญาณความถี่เหนือเสียงหรืออัลตราโซนิกแล้วขับออกไปในอากาศ เมื่อคลื่นเจอสิ่งกีดขวางคลื่นจะสะท้อนกลับมาที่ตัวรับอัลตราโซนิก ตัวโมดูล HC-SR04 จะส่งเอาต์พุตออกมาที่ขา Echo แล้วเข้าไปที่ GPIO port ของ Raspberry Pi ไปคำนวณหาระยะทางอีกทีหนึ่ง



รูปที่ 3.4 การออกแบบวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 การออกแบบลักษณะการเคลื่อนที่ของรถตรวจการอัตโนมัติสำหรับโหมด ระบุเส้นทาง

รถจะเคลื่อนที่ตามเส้นสีดำที่อยู่บนพื้นสีขาว โดยจะใช้อินฟราเรดเซนเซอร์ 2 ตัว
क्रमระหว่างเส้นสีดำเอาไว้

- การเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

รถจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าก็ต่อเมื่อ อินฟราเรดเซนเซอร์ทั้งสองยังสะท้อนบนพื้นสีขาว
อยู่

- การเคลื่อนที่ไปทางซ้าย

รถจะเคลื่อนที่ไปทางซ้ายก็ต่อเมื่อ อินฟราเรดเซนเซอร์ฝั่งซ้ายของตัวรถ สามารถ
ตรวจจับเส้นสีดำได้ จะทำให้มอเตอร์ฝั่งซ้ายหยุดหมุน ในขณะที่เดียวกันมอเตอร์ฝั่งขวายังคงหมุน
ต่อไป ทำให้รถเคลื่อนที่ไปทางซ้าย

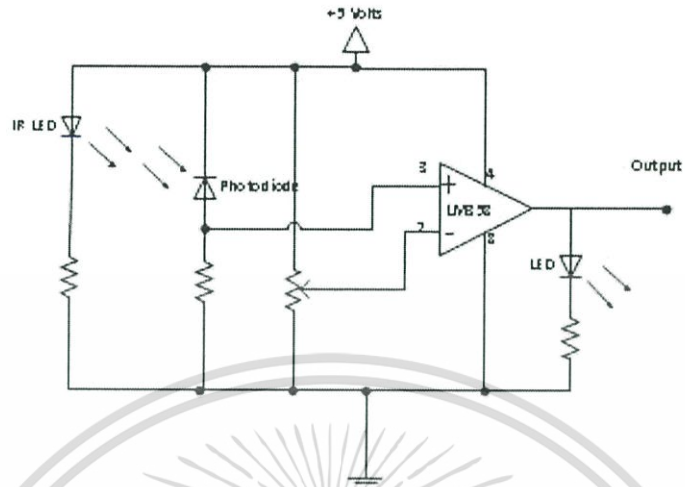
- การเคลื่อนที่ไปทางขวา

รถจะเคลื่อนที่ไปทางขวาก็ต่อเมื่อ อินฟราเรดเซนเซอร์ฝั่งขวาของตัวรถ สามารถ
ตรวจจับเส้นสีดำได้ จะทำให้มอเตอร์ฝั่งขวาหยุดหมุน ในขณะที่เดียวกันมอเตอร์ฝั่งซ้ายยังคงหมุน
ต่อไป ทำให้รถเคลื่อนที่ไปทางขวา

3.1.7 การออกแบบวงจรอินฟราเรดเซนเซอร์

จากรูปที่ 3.5 ไอซี LM 358 จะเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างแรงดันอ้างอิงกับ
แรงดันที่ใช้งาน ถ้าแรงดันที่ใช้งานมีค่าสูงกว่าแรงดันอ้างอิงจะได้ค่าเอาต์พุตออกมาค่าหนึ่ง ถ้า
แรงดันที่ใช้งานมีค่าต่ำกว่าแรงดันอ้างอิงจะให้ค่าเอาต์พุตออกมาอีกค่าหนึ่ง ดังนั้นไอซีนีจะให้ค่า
เอาต์พุตเป็นสัญญาณดิจิตอลออกมา 2 ค่า คือ 3.3 V และ 0 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

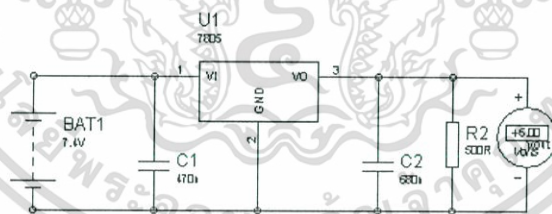


รูปที่ 3.5 วงจรอินฟราเรดเซนเซอร์

3.1.8 การออกแบบวงจรจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์เซนเซอร์และไอซีขับเคลื่อนมอเตอร์

ใช้ไอซีเรกูเลเตอร์ LM 7805 มาจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์เซนเซอร์และไอซีขับเคลื่อนมอเตอร์ ที่

แรงดัน 5 V



รูปที่ 3.6 วงจรแหล่งจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์เซนเซอร์และไอซีขับเคลื่อนมอเตอร์

3.1.9 การออกแบบหน้าเว็บในส่วนของผู้ใช้งาน

โดยเริ่มแรกจะให้ผู้ใช้งานเข้าไปที่หน้า Login เพื่อเข้าสู่ระบบของผู้ใช้งานตามรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 หน้าต่าง Login เพื่อเข้าสู่ระบบ

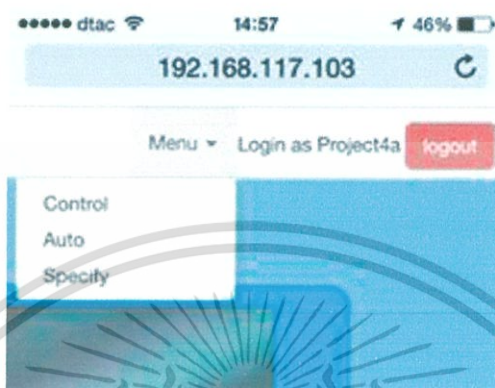
หลังจากที่เข้าสู่ระบบได้แล้วจะเข้าสู่หน้าโหมดควบคุมรถตรวจการอัตโนมัติ โดยโหมดนี้สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของรถได้ทางหน้าเว็บเพจ และสามารถปรับระดับความเร็วได้ 3 ระดับ ดังรูปที่ 3.8 เมื่อไม่ใช้งานให้กดปุ่ม Logout เพื่อออกจากระบบการควบคุมรถตรวจการอัตโนมัติ



รูปที่ 3.8 หน้าต่างโหมดควบคุมของรถตรวจการอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นสามารถเปลี่ยนโหมดการทำงานได้จากแถบเมนูด้านบนตามรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 เมนูสำหรับเลือกโหมดต่างๆ ของรถตรวจการอัตโนมัติ

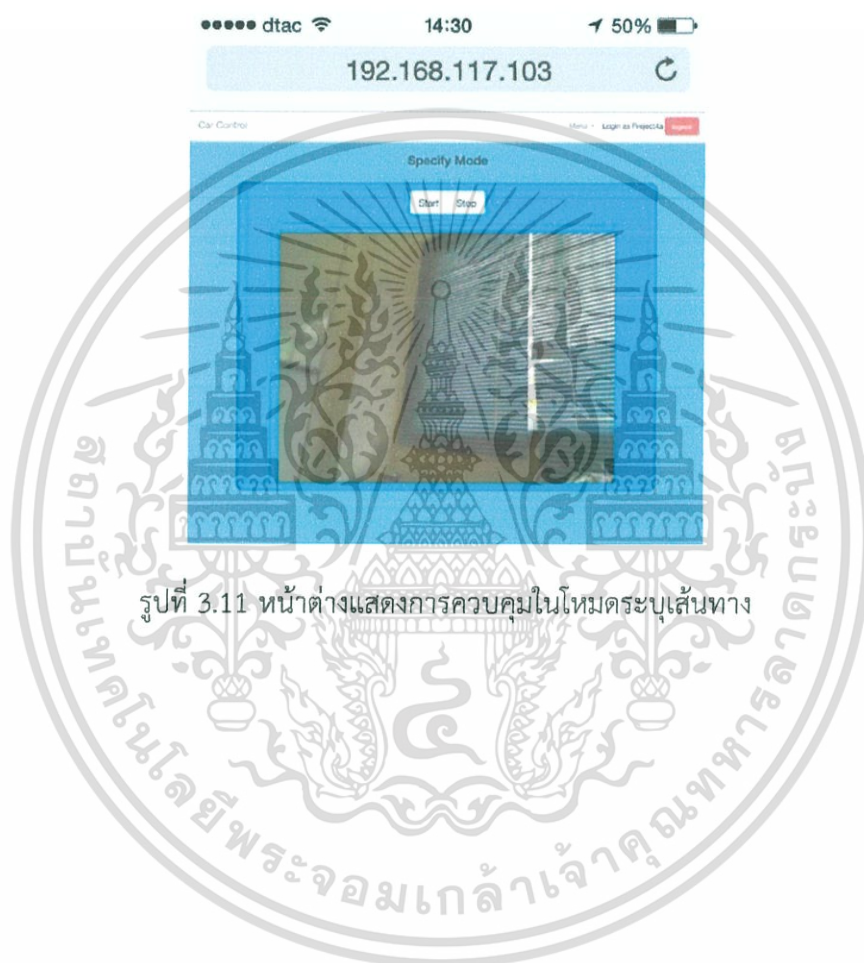
ส่วนโหมดที่ 2 จะเป็นโหมดอัตโนมัติ โดยเมื่อกดปุ่ม Start ดังรูปที่ 3.10 โดยตัวรถตรวจการอัตโนมัติจะคำนวณการเดินทางเส้นทางด้วยตัวเอง โดยถ้าหากมีสิ่งกีดขวางก็จะหาเส้นทางใหม่ไปเรื่อยๆ และทำการกดปุ่ม Stop เพื่อทำการหยุดการทำงาน



รูปที่ 3.10 หน้าต่างแสดงการควบคุมในโหมดอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

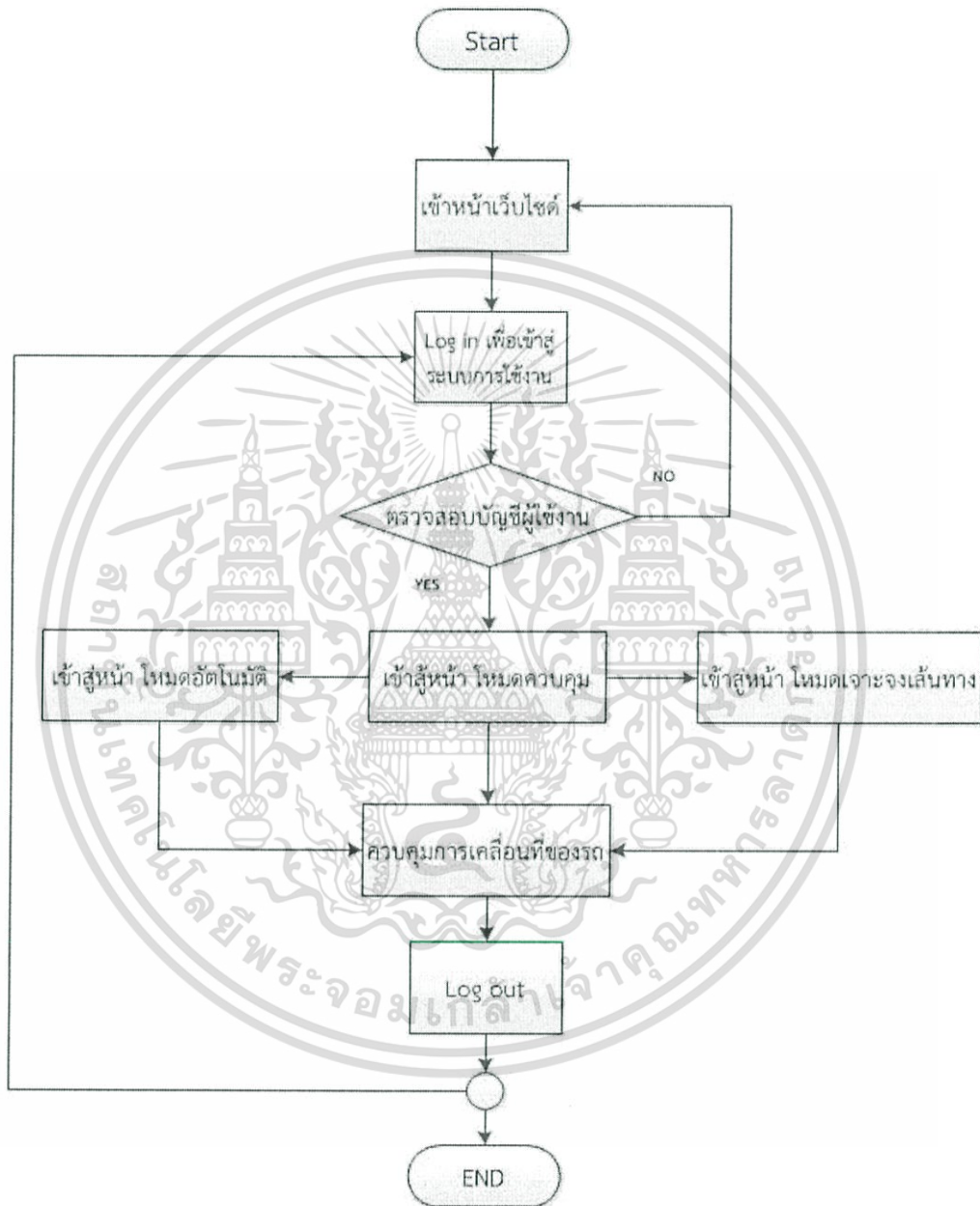
ส่วนในโหมดสุดท้าย จะเป็นโหมดระบุเส้นทาง เพื่อการสำรวจในสภาพแวดล้อมที่มีเส้นทางแน่นอน โดยเมื่อกดปุ่ม Start ตัวรถจะทำการเดินไปตามแผนที่ที่สร้างขึ้นไว้เรื่อยๆ และทำการกดปุ่ม Stop เพื่อทำการหยุดการทำงาน ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 หน้าต่างแสดงการควบคุมในโหมดระบุเส้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานจะเป็นไปตาม Flowchart ดังรูปที่ 3.12

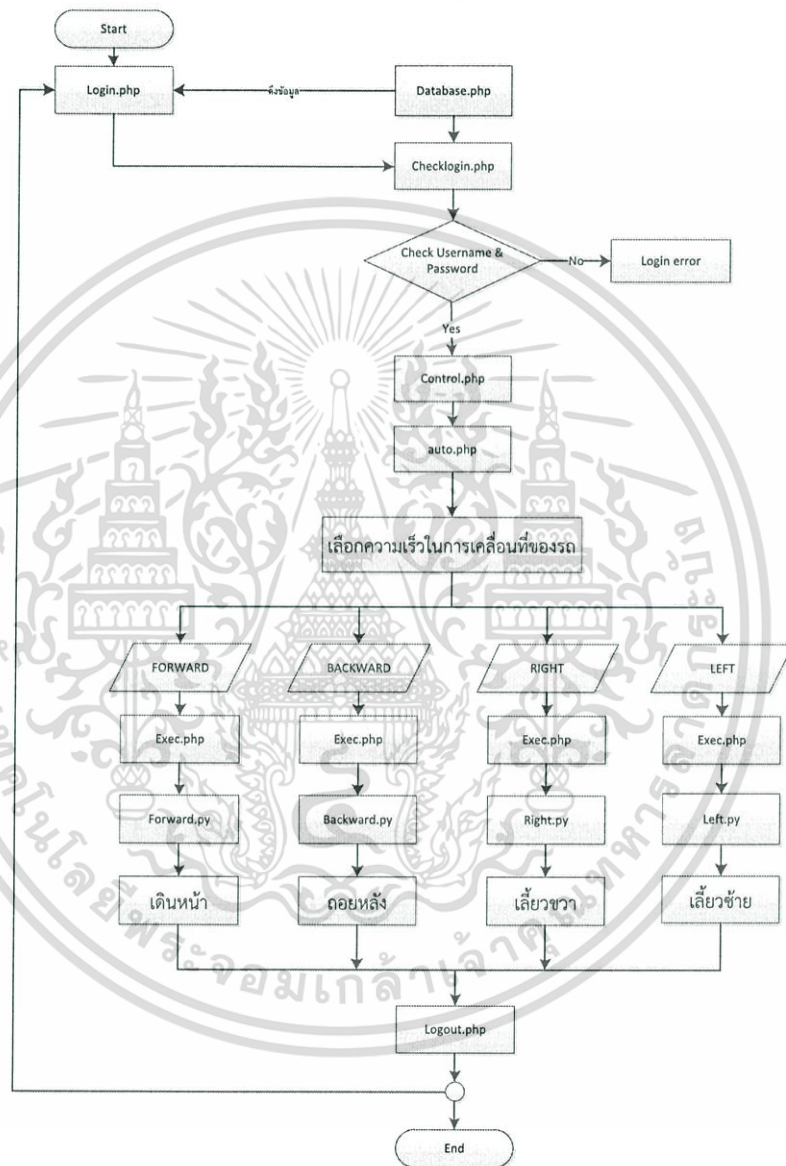


รูปที่ 3.12 Flowchart การออกแบบหน้าเว็บในส่วนของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.10 การออกแบบในส่วนของการเคลื่อนที่ของรถ

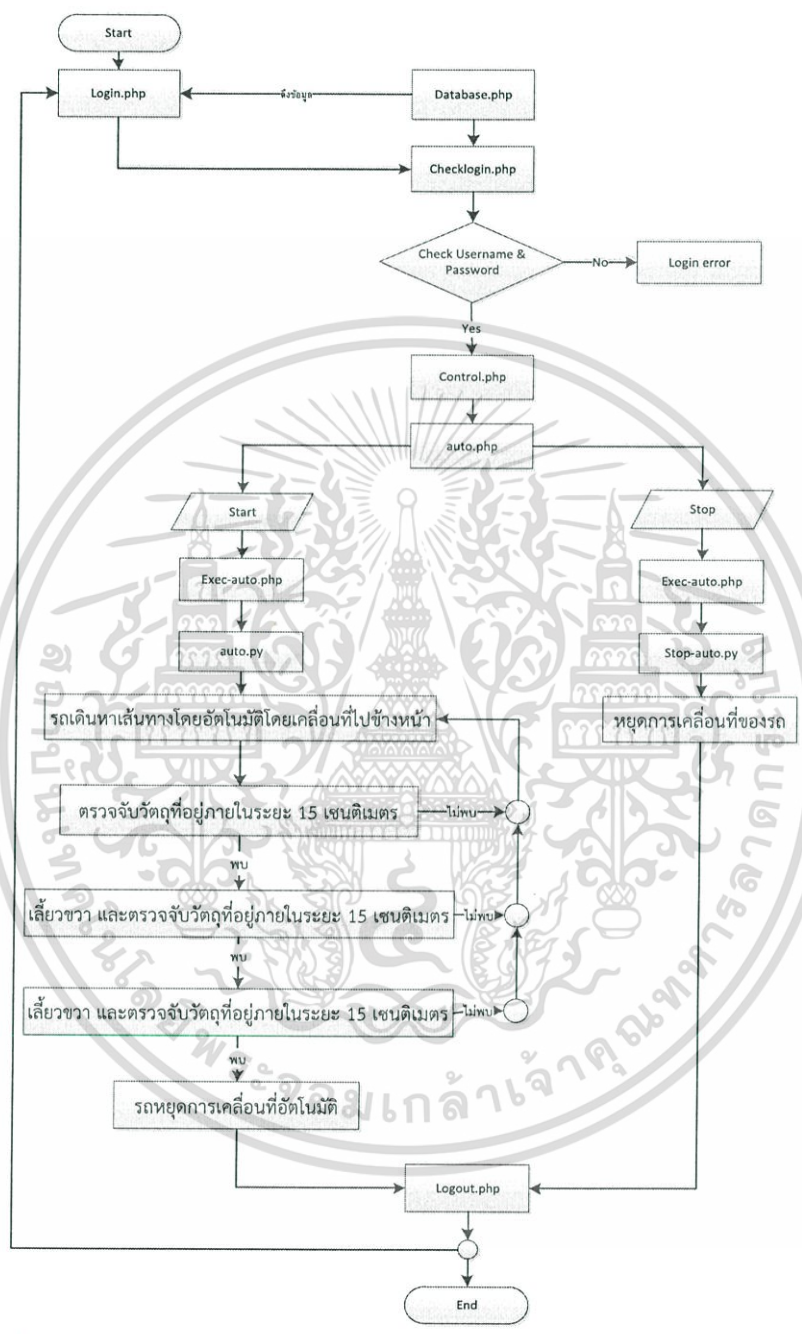
3.1.10.1 การออกแบบในส่วนของการเคลื่อนที่ในโหมดบังคับด้วยมือ



รูปที่ 3.13 Flowchart การออกแบบในส่วนของการเคลื่อนที่ในโหมดบังคับด้วยมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

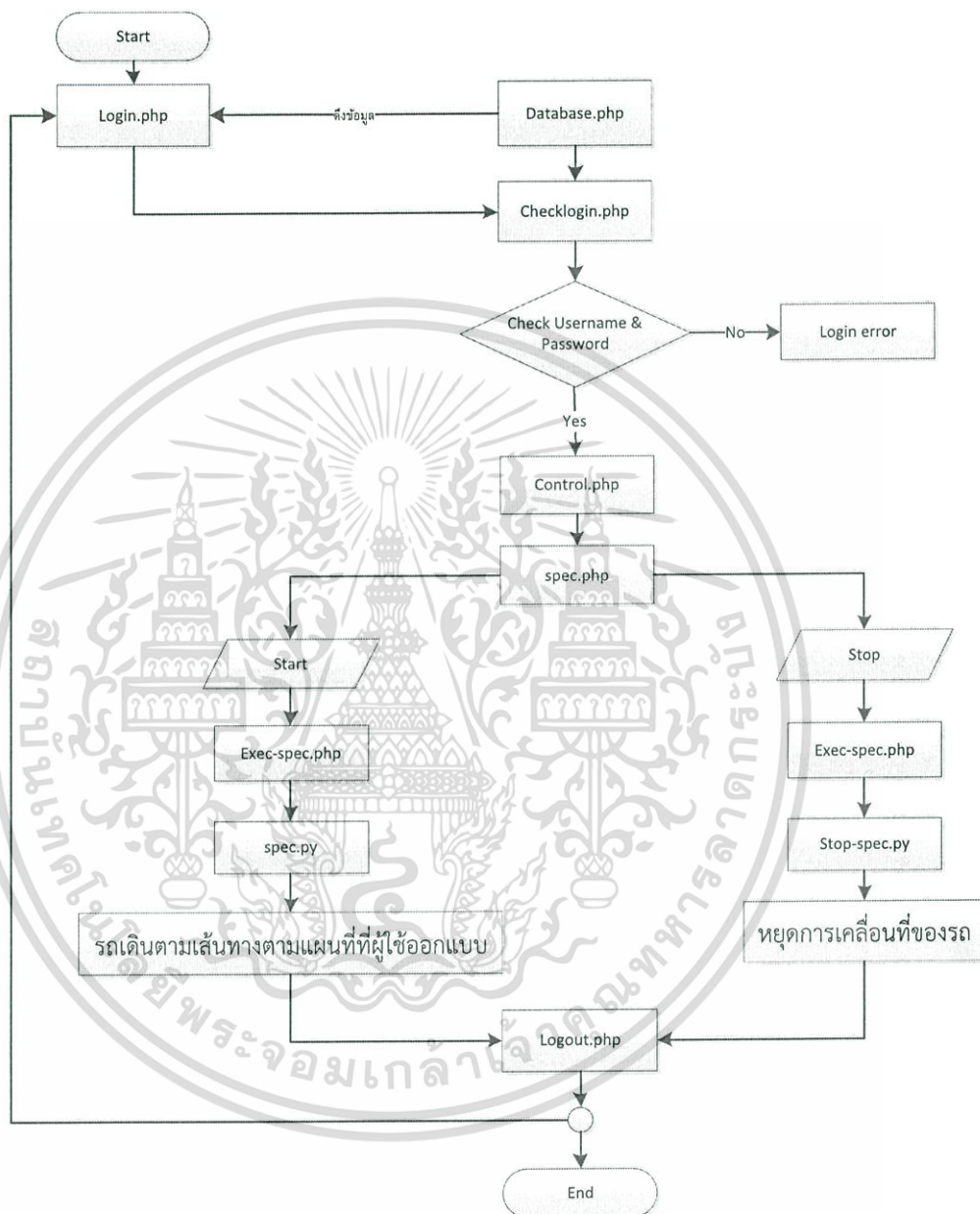
3.1.10.2 การออกแบบในส่วนของการเคลื่อนที่ในโหมดอัตโนมัติ



รูปที่ 3.14 Flowchart การออกแบบในส่วนของการเคลื่อนที่ในโหมดอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.10.3 การออกแบบในส่วนของการเคลื่อนที่ในโหมดระบุเส้นทาง



รูปที่ 3.15 Flowchart การออกแบบในส่วนของการเคลื่อนที่ในโหมดระบุเส้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ดีซี มอเตอร์	2 ตัว
3.2.2 Raspberry Pi Model B+	1 บอร์ด
3.2.3 ไอซี L293D	1 ตัว
3.2.4 แผ่นวงจรแหล่งจ่ายไฟเซนเซอร์และไอซีขับเคลื่อนมอเตอร์	1 แผ่น
3.2.5 แผ่นวงจรอินฟราเรดเซนเซอร์	2 แผ่น
3.2.6 โมดูลอัลตราโซนิกเซนเซอร์ HC-SR04	1 โมดูล

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

ดำเนินการเก็บผลการทดลองผลลัพธ์ที่ได้จากการควบคุม คือเขียนตารางบันทึกผลการทำงานของรถตรวจการว่าสัมพันธ์กับการควบคุมหรือไม่ โดยมีขั้นตอนการเก็บผลดังนี้

- 3.3.1 สวิตช์ของรถตรวจการ
- 3.3.2 เปิดอุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ แล้วเข้าไปยังลิงก์ “IP address Raspberry Pi”/Project/login.php
- 3.3.3 ทำการ Login เพื่อเข้าสู่ระบบ
- 3.3.4 ลองกดปุ่มควบคุมที่อยู่บนหน้าเว็บ แล้วสังเกตทิศทางการเคลื่อนที่ของรถ
- 3.3.5 ทำการบันทึกผลการทดลองลงในตาราง

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการนี้ และเป็นการทดสอบการทำงานของรถตรวจการอัตโนมัติ โดยจะแบ่งการทดลองเป็น 3 โหมดการทำงานคือ ทดลองการทำงานในส่วนของโหมดการทำงานบังคับด้วยมือ, ทดลองการทำงานในส่วนของโหมดการทำงานอัตโนมัติ และทดลองการทำงานในส่วนของโหมดการทำงานแบบระบุเส้นทาง

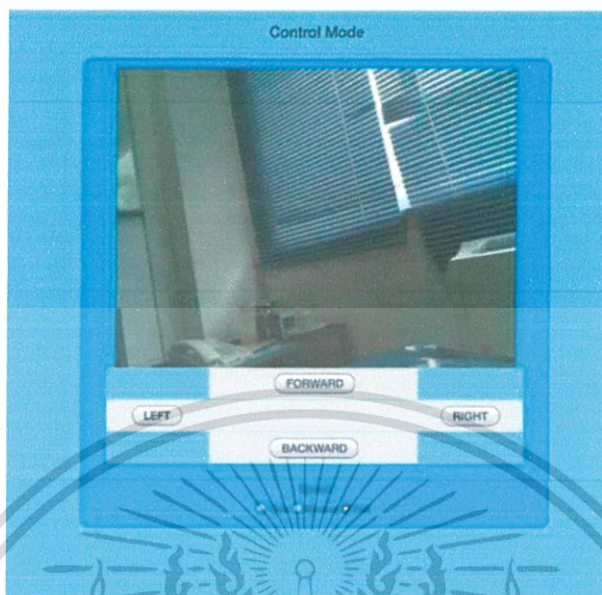
4.1 ทดลองการทำงานในส่วนของโหมดการทำงานบังคับด้วยมือ

ในการทดลองการทำงานในส่วนของโหมดการทำงานบังคับด้วยมือ จะเริ่มจากการเข้าไปหน้าเว็บเพจที่เป็นหน้าตาควบคุมรถตรวจการอัตโนมัติ แล้วทดลองกดปุ่มบังคับทิศทางบนหน้าตาหน้านั้น ทำการสังเกตและบันทึกผลการทดลอง จากผลการทดลองได้ผลลัพธ์ออกมาดังนี้

ตารางที่ 4.1 ทดลองการควบคุมรถตรวจการผ่านอินเทอร์เน็ต

	Motor 1			Motor 2			ผลการทำงาน
	A = 16	B = 18	enable	A=19	B=21	enable	
forward	LOW	HIGH	HIGH	LOW	HIGH	HIGH	เดินหน้า
backward	HIGH	LOW	HIGH	HIGH	LOW	HIGH	ถอยหลัง
left	LOW	HIGH	HIGH	LOW	LOW	HIGH	หมุนซ้าย
right	LOW	LOW	HIGH	LOW	HIGH	HIGH	หมุนขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 รูปภาพแสดงหน้าเว็บเพจในโหมดการทำงานบังคับด้วยมือ

4.2 ทดลองการทำงานในส่วนของโหมดการทำงานอัตโนมัติ

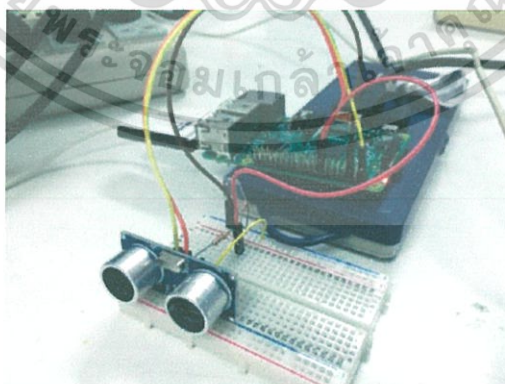
ในการทดลองการทำงานของโหมดการทำงานอัตโนมัติ โดยขั้นตอนแรกจะทำการทดลองการวัดระยะทางระหว่างอัลตราโซนิกเซนเซอร์ 1 ตัวกับวัตถุที่นำมาขวาง จากผลการทดลองได้ผลลัพธ์ออกมาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการวัดระยะทางระหว่างอัลตราโซนิกเซนเซอร์กับวัตถุ

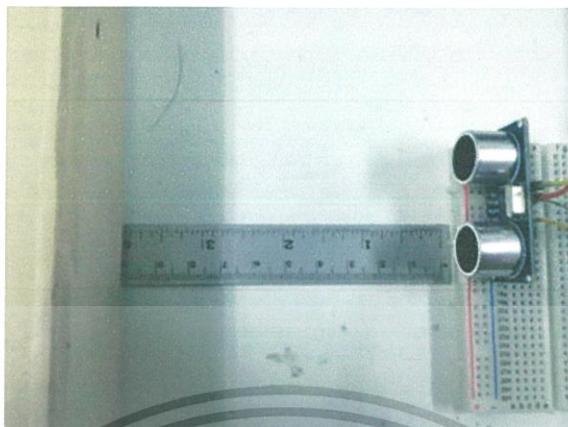
ระยะห่างจากวัตถุ (เซนติเมตร)	ระยะที่วัดได้จริง(เซนติเมตร)			ค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)	% ความคลาดเคลื่อน (%)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 3		
2	2	2	2	2	0
4	3	3	3	3	25.00
6	5	5	5	5	16.67
8	7	7	7	7	16.67
10	9	9	9	9	10.00
12	12	11	12	11.67	2.75
13	12	12	12	12	7.69
14	13	13	13	13	7.14
15	14	14	14	14	6.67

จากตารางที่ 4.2 จะเป็นการวัดระยะทางโดยใช้อัลตราโซนิกเซนเซอร์กับวัตถุ ซึ่งจะวัดที่ระยะทางต่างๆ โดยจะวัด 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย จากตารางจะพบว่าที่ระยะทางเดียวกันจะเกิดค่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น



รูปที่ 4.2 ต่อวงจรทดลองการวัดระยะทางระหว่างอัลตราโซนิกเซนเซอร์กับวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ทดลองการวัดระยะทางระหว่างอัลตราโซนิกเซนเซอร์กับวัตถุ

ต่อมาจะเป็นทดลองการหลบหลีกสิ่งขีดขวาง โดยจะเริ่มจากการเข้าไปที่หน้าต่างควบคุมแล้วกดปุ่ม Start ในการทดลองจะทำการนำรถไปวางไว้ในที่ตำแหน่งที่ต้องการ จากนั้นทำการกดปุ่ม Start เพื่อเริ่มการทำงาน เมื่อถึงระยะทางที่กำหนดคือระยะที่ 15 เซนติเมตร ทำการสังเกต และจากผลการทดลองได้ผลลัพธ์ออกมา คือ รถตรวจการเลี้ยวไปทางขวา

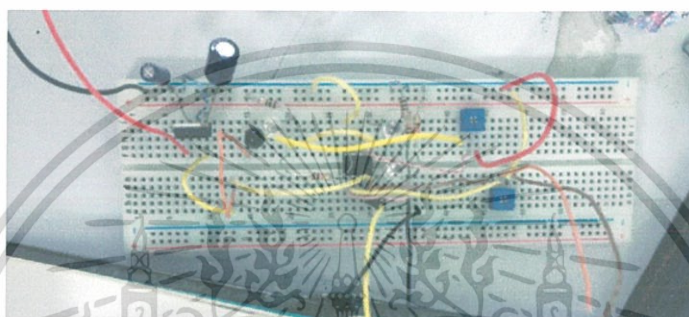


รูปที่ 4.4 ทดสอบการหลบหลีกสิ่งขีดขวางในโหมดการทำงานอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ทดลองการทำงานในส่วนของโหมดการทำงานแบบระบุเส้นทาง

การทำงานของโหมดระบุเส้นทางสำหรับโครงการนี้นำอินฟราเรดเซนเซอร์จำนวน 2 ตัว มาใช้เป็นตรวจจับเส้นสีดำ ซึ่งเส้นสีดำนี้จะอยู่บนพื้นราบสีต่างๆ ตามสภาพแวดล้อมในการทดลองนี้จะเปรียบเทียบสีต่างๆ เพื่อทดสอบว่ามีปัจจัยต่อการตรวจจับหรือไม่ ผลการทดลองได้ดังนี้

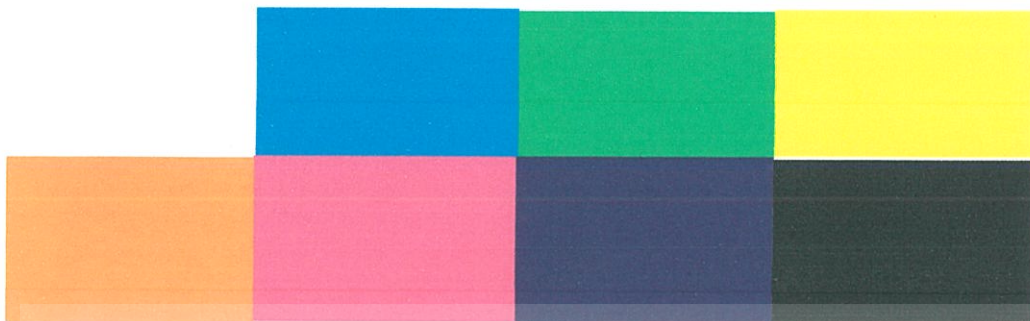


รูปที่ 4.5 ตัวอย่างการตรวจจับเส้นสีดำ



รูปที่ 4.6 ให้ตัวรับแสงอินฟราเรดอยู่ห่างจากพื้นสีขาวประมาณ 3 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 สีที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการตอบสนองค่าสีของอินฟราเรดเซนเซอร์

สี	แรงดันอินพุต (V)			เฉลี่ย	แรงดันเอาต์พุต (V)			เฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ขาว	0.83	0.81	0.84	0.83	3.3	3.3	3.3	3.3
ฟ้า	0.71	0.73	0.72	0.72	3.3	3.3	3.3	3.3
เขียว	0.70	0.68	0.72	0.70	3.3	3.3	3.3	3.3
เหลือง	0.75	0.78	0.79	0.79	3.3	3.3	3.3	3.3
ส้ม	0.67	0.64	0.63	0.65	3.3	3.3	3.3	3.3
ชมพู	0.73	0.75	0.69	0.65	3.3	3.3	3.3	3.3
ม่วง	0.63	0.62	0.64	0.63	3.3	3.3	3.3	3.3
ดำ	0.49	0.50	0.52	0.50	0	0	0	0

เมื่อ แรงดันอ้างอิงที่ขั้วอินพุตของไอซีออปแอมป์ = 0.60 V

ให้ตัวรับอินฟราเรดมีระยะห่างจากพื้นประมาณ 3 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 จะพบว่าตามสภาพแวดล้อมในพื้นที่สีต่างกัน การตรวจจับของ อินฟราเรดเซนเซอร์จะมีค่าแรงดันเอาต์พุตที่ต่างกัน โดยมีแค่สีดำเท่านั้น ที่ตัวอินฟราเรดเซนเซอร์ จะมีค่าแรงดันเอาต์พุตเท่ากับ 0 เนื่องจากวัตถุสีดำจะมีการดูดแสงมากกว่าวัตถุสีต่างๆ ทำให้แสงที่ส่งไปสะท้อนกลับมาที่โฟโต้ไดโอดน้อย จึงทำให้ LED ดับได้

ต่อมาจะเป็นทดสอบการเคลื่อนที่โดยระบุเส้นทาง โดยจะเริ่มจากการเข้าไปที่หน้าต่าง ควบคุมแล้วกดปุ่ม Start ในการทดสอบจะทำการนำรถไปวางไว้ในตำแหน่งที่ต้องการ ซึ่งจะมีเส้นที่กำหนดติดอยู่ที่พื้น จากนั้นจะกดปุ่ม Start เพื่อให้รถทำงาน ทำการสังเกต และจากผลการทดลอง ได้ผลลัพธ์ออกมาตามรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 รูปภาพการทดสอบการเคลื่อนที่ในโหมดการทำงานระบุเส้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผล

จากการทดลองแบ่งผลการทดลองเป็น 3 โหมดการทำงานคือ โหมดการทำงานบังคับด้วยมือ, โหมดการทำงานอัตโนมัติ และโหมดการทำงานแบบระบุเส้นทาง

โหมดการทำงานบังคับด้วยมือ จากการทดลองสามารถควบคุมความเร็วและทิศทางของรถตรวจการอัตโนมัติ และดูภาพจากการสตรีมกล้องแบบเรียลไทม์ของรถตรวจการอัตโนมัติผ่านทางเว็บเพจได้

โหมดการทำงานอัตโนมัติ จากการทดลองรถตรวจการอัตโนมัติสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้ และสามารถดูภาพการเคลื่อนที่ของรถผ่านทางเว็บเพจได้ โดยการเคลื่อนที่ของรถจะเกิดจากอัลตราโซนิกเซนเซอร์ตรวจเจอวัตถุภายในระยะ 15 เซนติเมตร จะทำการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางขวา ถ้าหากตรวจเจอวัตถุภายในระยะ 15 เซนติเมตรอีก ก็จะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางขวาอีกครั้ง และถ้าตรวจเจอวัตถุภายในระยะ 15 เซนติเมตร เป็นครั้งที่ 3 รถจะทำการหยุดการเคลื่อนที่อัตโนมัติ

โหมดการทำงานแบบระบุเส้นทาง จากการทดลองสามารถทำให้รถตรวจการอัตโนมัติเดินตามแผนที่ที่ทางผู้ใช้ได้กำหนดเส้นทางไว้ได้ และสามารถดูภาพการเคลื่อนที่ของรถผ่านทางเว็บเพจได้ โดยการเคลื่อนที่ของรถจะเกิดจากการที่อินฟราเรดเซนเซอร์จำนวน 2 ตัว ที่ติดตั้งตรงใต้ท้องรถ ตรวจจับสปีนพื้นตลอดการเคลื่อนที่ของรถ

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในระหว่างการจัดทำรถตรวจการอัตโนมัตินี้ จะพบปัญหาที่มีผลกระทบต่อการทำงานของรถตรวจการอัตโนมัติหลายอย่าง เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสไฟฟ้าเดินทางไม่สะดวกทำให้อุปกรณ์บางส่วนไม่ทำงาน อาจเป็นผลมาจากการกัดลายวงจรที่ไม่ดีหรือไม่ระมัดระวังทำให้ลายทองแดงหายไป สายไฟที่เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับแหล่งจ่ายไฟ และสายไฟที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์มีการขาดหรือชำรุด

การควบคุมรถตรวจการอัตโนมัติเกิดการดีเลย์ อาจเป็นผลมาจากความแรงของสัญญาณไวไฟ ทำให้รถตรวจการอัตโนมัติตอบสนองต่อผู้ใช้งานช้า ซึ่งยังส่งผลต่อภาพวิดีโอทำให้ภาพวิดีโอที่แสดงกลับมาบนหน้าเว็บเพจเกิดการดีเลย์

ความต่อเนื่องของการทำงานของรถตรวจการอัตโนมัติซึ่งในการทดลองให้รถเคลื่อนที่นั้นจะพบว่าในบางครั้งซึ่งเป็นส่วนน้อยที่รถเคลื่อนที่จะเกิดอาการขัดข้อง คือ รถหยุดเองโดยอัตโนมัติ

โดยวิธีแก้ปัญหาต่างๆ ที่กล่าวมานั้นมีด้วยกัน หลายวิธี เช่น

- 1 เมื่อกระแสไฟฟ้าเดินทางไม่สะดวก ควรกัดลายวงจรอย่างระมัดระวังและเชื่อมต่อสายไฟด้วยความระมัดระวัง
- 2 การควบคุมรถตรวจการและการแสดงภาพวิดีโอเกิดการดีเลย์ควรที่จะเพิ่มความแรงของสัญญาณไวไฟให้มากขึ้น
- 3 รถตรวจการเกิดการขัดข้องในช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ ควรจะแก้ไขในส่วนของคำสั่งการทำงาน เพื่อให้การทำงานนั้นไม่เกิดการขัดข้องและทำงานได้อย่างสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

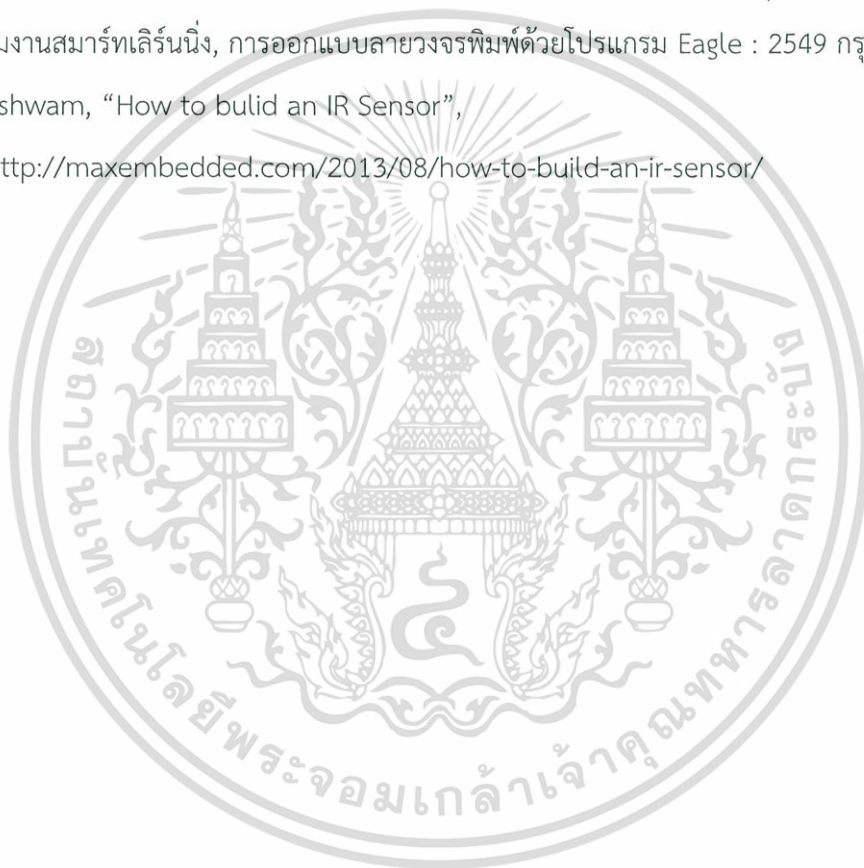
- [1] “ตอนที่ 1 รู้จักกับบอร์ด Raspberry Pi พร้อมเรียนรู้วิธีการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Linux ให้กับ Raspberry Pi.” <http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronicsapplication>
- [2] ThaiEasyElec. “พรีวิว Raspberry Pi 512MB Model B+ (ปรับปรุงใหม่ล่าสุด) ต่างจากรุ่นเดิมอย่างไร.” <http://thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/%E0%B8%9E%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%A7-raspberry-pi-512mb-model-b--by-thaieasyelec.html>
- [3] “Raspberry Pi Camera Module.” <http://www.thaieasyelec.com/products/development-boards/raspberry-pi-camera-module-detail.html>
- [4] นพพร. “วงจรควบคุมของเล่นมอเตอร์ไฟฟ้า ตอนที่ 2.” <http://robot-polyphet.blogspot.com/2011/10/2.html>
- [5] KeNnETtH, OatState. “รีวิว Tenda USB Wireless Adapter-เล่นอินเทอร์เน็ตบนคอมพิวเตอร์ และเครื่องเล่น ไม่ต้องใช้สาย.” http://hdplayerthailand.com/review_detail.asp?topic_id=1402
- [6] “มอเตอร์.” <http://th.wikipedia.org/wiki/มอเตอร์>
- [7] “Ultrasonic sensor module (HCSR04)” <http://thaisensormodule.com/index.php/sound/hc-sr04>
- [8] LookHin. “ขั้นตอนการติดตั้ง Apache, PHP, MySQL บน Raspberry Pi.” <http://www.unzeen.com/article/2173/>
- [9] Infrared-Emitting Diode (IRED) http://widebase.net/knowledge/itterm/it_term_desc.php?term_id=LightEmittingDiode&page_type=0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [10] Photodiode http://electronicspocketbook.blogspot.com/2014/01/blog-post_6008.html
- [11] “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภาษา Python.”
http://python.cmsthailand.com/basic_python.html#top
- [12] “HTML คืออะไร.”
http://www.enjoyday.net/webtutorial/html/html_chapter01.html
- [13] Super User. “MySQL คืออะไร?”
<http://joomlahitz.com/index.php/%E0%B8%9E%E0%B8%B7%E0%B9%89%E0%B8%99%E0%B8%90%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%A7%E0%B9%87%E0%B8%9A%E0%B9%84%E0%B8%8B%E0%B8%95%E0%B9%8C/15-mysql%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3.html>
- [14] “TCP/IP คืออะไร.”
<http://www.com5dow.com/%E0%B9%84%E0%B8%82%E0%B8%9B%E0%B8%B1%E0%B8%8D%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%A8%E0%B8%B1%E0%B8%9E%E0%B8%97%E0%B9%8C-it/1791-tcp-ip-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3.html>
- [15] Administrator. “ip address คือ.” <http://www.howto108.com/ip-address-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD.html>
- [16] “หลักการสร้าง PWM.” <http://introduction-pwm.blogspot.com/2007/09/pwm.html>
- [17] ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. “SRF05 โมดูลวัดระยะทางด้วยคลื่นความถี่เหนือเสียง”. The Prototype electronic magazine. กรกฎาคม 2552: 72-78.
- [18] ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. เรียนรู้การสร้างหุ่นยนต์ step by step. กรุงเทพฯ: สมาร์ทเลิร์นนิ่ง. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [19] Gaven MacDonald, Ultrasonic Sensor with the Raspberry Pi,
<https://www.youtube.com/watch?v=xACy8l3LsXI>
- [20] Matt, Ultrasonic Distance Measurement Using Python – Part 1,
<http://www.raspberrypi-spy.co.uk/2012/12/ultrasonic-distance-measurement-using-python-part-1/>
- [21] ทีมงานสมาร์ตเลิร์นนิ่ง, เซนเซอร์ ทรานสดิวเซอร์และการใช้งาน : 2552 กรุงเทพฯ.
- [22] ทีมงานสมาร์ตเลิร์นนิ่ง, การออกแบบสายวงจรพิมพ์ด้วยโปรแกรม Eagle : 2549 กรุงเทพฯ.
- [23] Vishwam, “How to bulid an IR Sensor”,
<http://maxembedded.com/2013/08/how-to-build-an-ir-sensor/>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าต่างควบคุมรถตรวจการอัตโนมัติในโหมดควบคุมด้วยมือ

```

<?php
session_start();
if($_SESSION['username'] == null)
    exit();
?>
<!DOCTYPE html>
<head>
    <title>CONTROL</title>
    <linkrel="stylesheet"
href="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.4/css/bootstrap.m
in.css">
    <linkrel="stylesheet"
href="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.4/css/bootstraph
eme.min.css">
    <style>
        body{
            background-color:#87CEEB;
        }
        .container{
            border:1px solid #a1a1a1;
            padding:15px 40px;
            background:#00BFFF;
            border-radius:15px;
            text-align: center;
        }
        #yo{
            padding-top:10px;
            padding-right:10px;
        }
    </style>
</head>
<body>
<?php include('nav.php'); ?>
    <center><h3>Control Mode</h3></center>
<br>
<div class="container">
    <div class="row">
        <div class="col-md-8">
            
        </div>
        <div class="col-md-4">
            <form action="exec.php" method="get">
<table align="center" width="100%" height="50%">
<tr>
    <td BGCOLOR="#87CEEB"></td>
    <td width="50%" BGCOLOR="DDDDDD" ><H4><center><input
type="submit" name="direction" value="FORWARD"></center></H4></td>
    <td BGCOLOR="#87CEEB"></td>
</tr>
<tr>
    <td width="25%" BGCOLOR="DDDDDD"><H4><center><input
type="submit" name="direction" value="LEFT"></center></H4></td>
    <td width="50%"
BGCOLOR="DDDDDD"><H4><center></H4></center></td>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        <td width="25%" BGCOLOR="DDDDDD"><H4><center><input
type="submit" name="direction" value="RIGHT"></center></H4></td>
    </tr>
    <tr>
        <td BGCOLOR="#87CEEB"></td>
        <td width="30%" BGCOLOR="DDDDDD" ><H4><center><input
type="submit" name="direction" value="BACKWARD"></center></H4></td>
        <td BGCOLOR="#87CEEB"></td>
    </tr>
</table>
<br>
    <h4>Speed</h4>
    <input type="radio" name="speed" id="0" value="0" <?php
if($_GET['speed']==0)echo "checked";?> >
    <label for="0">Slow</label>
    <input type="radio" name="speed" id="50" value="50" <?php
if($_GET['speed']==50)echo "checked";?>>
    <label for="50">Medium</label>
    <input type="radio" name="speed" id="100" value="100" <?php
if($_GET['speed']==100||!isset($_GET['speed']))echo "checked";?> >
    <label for="100">Fast</label>
</form>
</div>
</div>
</div>
<script
src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.11.2/jquery.min.js"></script>
<script
src="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.4/js/bootstrap.min.js"></script>
</script>
</body>
</html>

```

การเชื่อมต่อคำสั่ง raspberry pi กับ Internet ในโหมดที่ 1

```

<?php
    $direction = $_GET['direction'];
    switch($direction){
        case "LEFT":
            switch($_GET['speed']){
                case 0:
                    exec('sudo python
/var/www/Project/leftpwm0.py');
                    break;
                case 50:
                    exec('sudo python
/var/www/Project/leftpwm.py');
                    break;
                case 100:
                    exec('sudo python
/var/www/Project/left.py');
                    break;
            }
            break;
        case "RIGHT":

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

switch($_GET['speed']) {
    case 0:
        exec('sudo python
/var/www/Project/rightpwm0.py');
        break;
    case 50:
        exec('sudo python
/var/www/Project/rightpwm.py');
        break;
    case 100:
        exec('sudo python
/var/www/Project/right.py');
        break;
    case "FORWARD":
        switch($_GET['speed']) {
            case 0:
                exec('sudo python
/var/www/Project/forwardpwm0.py');
                break;
            case 50:
                exec('sudo python
/var/www/Project/forwardpwm.py');
                break;
            case 100:
                exec('sudo python
/var/www/Project/forward.py');
                break;
        }
        break;
    case "BACKWARD":
        switch($_GET['speed']) {
            case 0:
                exec('sudo python
/var/www/Project/backwardpwm0.py');
                break;
            case 50:
                exec('sudo python
/var/www/Project/backwardpwm.py');
                break;
            case 100:
                exec('sudo python
/var/www/Project/backward.py');
                break;
        }
        break;
}
header("Location: ./control.php?speed=".$_GET['speed']);
?>

```

คำสั่งเดินหน้าด้วยความเร็วปกติ และทำการ check ค่ากลับว่ารถได้เคลื่อนที่ตามที่ต้องการหรือไม่

```

import RPi.GPIO as GPIO
from time import sleep
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
p1 = 31
p2 = 32

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Motor1A = 16
Motor1B = 18
Motor2A = 19
Motor2B = 21
GPIO.setup(p1,GPIO.OUT)
GPIO.setup(p2,GPIO.OUT)
GPIO.setup(Motor1A,GPIO.OUT)
GPIO.setup(Motor1B,GPIO.OUT)
GPIO.setup(Motor2A,GPIO.OUT)
GPIO.setup(Motor2B,GPIO.OUT)
GPIO.setup(36,GPIO.IN)
GPIO.setup(38,GPIO.IN)
a=GPIO.input(36)
b=GPIO.input(38)
GPIO.output(p1,GPIO.HIGH)
GPIO.output(p2,GPIO.HIGH)
GPIO.output(Motor1A,GPIO.HIGH)
GPIO.output(Motor1B,GPIO.LOW)
GPIO.output(Motor2A,GPIO.HIGH)
GPIO.output(Motor2B,GPIO.LOW)
if a==1 and b==1:
    print "Forward"
    sleep(1)
    GPIO.cleanup()
else:
    print "ERROR"
    sleep(1)
    GPIO.cleanup()

```

คำสั่งเดินหน้าด้วยความเร็ว 50%

```

import RPi.GPIO as GPIO
from time import sleep
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
Motor1A = 16
Motor1B = 18
Motor2A = 19
Motor2B = 21
GPIO.setup(Motor1A,GPIO.OUT)
GPIO.setup(Motor1B,GPIO.OUT)
GPIO.setup(Motor2A,GPIO.OUT)
GPIO.setup(Motor2B,GPIO.OUT)
p1b = GPIO.PWM(Motor1B, 50)
p1b.start(60)
GPIO.output(Motor1A,GPIO.LOW)
p2b = GPIO.PWM(Motor2B, 50)
p2b.start(60)
GPIO.output(Motor2A,GPIO.LOW)
sleep(1)
p1b.stop()
p2b.stop()
GPIO.cleanup()

```

หน้าต่างควบคุมรถตรวจการอัตโนมัติในโหมดอัตโนมัติ

```
<?php
```

```
session_start();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

include('database.php');
?>
<html>
<head>
<link                                rel="stylesheet"
href="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.4/css/bootstrap.m
in.css">
<link                                rel="stylesheet"
href="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.4/css/bootstraph
eme.min.css">
<style>
    body
    {
        background-color:#87CEEB
    }
    .container
    {
        border:1px solid #a1a1a1;
        padding:15px 40px;
        background:#00BFFF;
        width:800px;
        border-radius:15px;
        text-align:center;
    }
    #yo{
        padding-top:10px;
        padding-right:10px;
    }
</style>
</head>
<body>
<?php include('nav.php') ?>
    <center><h3>Auto Mode</h3></center>
<br>
<div class = "container" style="margin:auto">
    <form method="get" action="exec-auto.php">
        <div class="btn-group" role="group" >
            <input type="submit" class="btn btn-lg btn-
default" name="direction" value="Start">
            <input type="submit" class="btn btn-lg btn-
default" name="direction" value="Stop">
        </div>
    </form>
<br>
        

</div>
<script
src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.11.2/jquery.min.j
s"></script>
<script
src="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.4/js/bootstrap.min
.js"></script>
</body>
</html>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อคำสั่ง raspberry pi กับ Internet ในโหมดที่ 2

```
<?php
    $direction = $_GET['direction'];
    switch($direction){
        case "Start":
            exec('sudo
python
/var/www/Project/auto.py');
            break;
        case "Stop":
            exec('sudo
python
/var/www/Project/stop-auto.py');
            break;
    }
header("Location: ./auto.php");
?>
```

คำสั่งการรันอัลตราโซนิกเซนเซอร์

```
import RPi.GPIO as gpio
import time
def distance(measure='cm'):
    try:
        gpio.setmode(gpio.BOARD)
        gpio.setup(22, gpio.OUT)
        gpio.setup(24, gpio.IN)
        gpio.output(22, False)
        while gpio.input(24) == 0:
            nosig = time.time()
        while gpio.input(24) == 1:
            sig = time.time()
        t1 = sig - nosig
        if measure == 'cm':
            distance = t1 / 0.000058
        elif measure == 'in':
            distance = t1 / 0.000148
        else:
            print('improper choice of measurement: in or cm')
            distance = None
        gpio.cleanup()
        return distance
    except:
        distance = 100
        gpio.cleanup()
        return distance
```

คำสั่งการเคลื่อนที่ในโหมดที่ 2

```
import RPi.GPIO as gpio
import time
import sys
import Tkinter as tk
from sensor import distance
import random
def init():
    gpio.setmode(gpio.BOARD)
    gpio.setup(16, gpio.OUT)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    gpio.setup(18, gpio.OUT)
    gpio.setup(19, gpio.OUT)
    gpio.setup(21, gpio.OUT)
    gpio.setup(31, gpio.OUT)
    gpio.setup(32, gpio.OUT)
def forward(tf):
    plb = gpio.PWM(31,50)
    plb.start(25)
    p2b = gpio.PWM(32,50)
    p2b.start(25)
    gpio.output(16,gpio.HIGH)
    gpio.output(18,gpio.LOW)
    gpio.output(19,gpio.HIGH)
    gpio.output(21,gpio.LOW)
    time.sleep(tf)
def right(tf):
    plb = gpio.PWM(31,50)
    plb.start(25)
    p2b = gpio.PWM(32,50)
    p2b.start(25)
    gpio.output(16,gpio.LOW)
    gpio.output(18,gpio.HIGH)
    gpio.output(19,gpio.HIGH)
    gpio.output(21,gpio.LOW)
    time.sleep(tf)
def check_front():
    init()
    dist = distance()
    if dist < 15:
        print('Stop!',',',dist)
        init()
        right(1)
        dist = distance()
        if dist < 15:
            print('Stoppoooo!',',',dist)
            init()
            right(1)
            dist = distance()
            if dist < 15:
                print('Stoppooooooooooooooooooooo!!!!',',',dist)
                sys.exit()
def auto():
    tf = 2
    x = random.randrange(0,4)
    if x == 0:
        for y in range(30):
            check_front()
            init()
            forward(tf)
    elif x == 1:
        for y in range(30):
            check_front()
            init()
            forward(tf)
    elif x == 2:
        for y in range(30):
            check_front()
            init()

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        forward(tf)
    elif x == 3:
        for y in range(30):
            check_front()
            init()
            forward(tf)

for z in range(10):
    auto()

```

หน้าต่างควบคุมรถตรวจการอัตโนมัติในโหมดระบุเส้นทาง

```

<?php
session_start();
include('database.php');
?>
<html>
<head>
<link href="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.4/css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet"
<link href="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.4/css/bootstrap-theme.min.css" rel="stylesheet"
</style>
<body
{
background-color:#87CEEB
}
.container
{
border:1px solid #a1a1a1;
padding:15px 40px;
background:#00BFFF;
width:800px;
border-radius:15px;
text-align:center;
}
#yo{
padding-top:10px;
padding-right:10px;
}
</style>
</head>
<body>
<?php include('nav.php') ?>
<center><h3>Specify Mode</h3></center>
<br>
<div class = "container" style="margin:auto">
<form method="get" action="exec-auto.php">
<div class="btn-group" role="group" >
<input type="submit" class="btn btn-lg btn-default" name="direction" value="Start">
<input type="submit" class="btn btn-lg btn-default" name="direction" value="Stop">
</div>
</form>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<br>


</div>
<script
src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.11.2/jquery.min.js"></script>
<script
src="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.4/js/bootstrap.min.js"></script>
</body>
</html>

```

การเชื่อมต่อคำสั่ง raspberry pi กับ Internet ในโหมดที่ 3

```

<?php
    $direction = $_GET['direction'];
    switch($direction){
        case "Start":
            exec('sudo
/var/www/Project/spec.py');
            break;
        case "Stop":
            exec('sudo
/var/www/Project/stop-spec.py');
            break;
    }
header("Location: ./spec.php");
?>

```

python

python

คำสั่งการเคลื่อนที่ในโหมดที่ 3

```

import RPi.GPIO as GPIO
import time
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setup(12,GPIO.IN)
GPIO.setup(13,GPIO.IN)
GPIO.setup(16,GPIO.OUT)
GPIO.setup(18,GPIO.OUT)
GPIO.setup(19,GPIO.OUT)
GPIO.setup(21,GPIO.OUT)
GPIO.setup(31,GPIO.OUT)
GPIO.setup(32,GPIO.OUT)
GPIO.output(16,0)
GPIO.output(18,0)
GPIO.output(19,0)
GPIO.output(21,0)
GPIO.output(31,0)
GPIO.output(32,0)
while True:
    a=GPIO.input(12)
    b=GPIO.input(13)
    if a==0 and b==1:
        print "Left"
        GPIO.output(16,GPIO.HIGH)
        GPIO.output(18,GPIO.LOW)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

GPIO.output(19,GPIO.LOW)
GPIO.output(21,GPIO.HIGH)
time.sleep(0.5)
if a==1 and b==0:
    print "Right"
    GPIO.output(16,GPIO.LOW)
    GPIO.output(18,GPIO.HIGH)
    GPIO.output(19,GPIO.HIGH)
    GPIO.output(21,GPIO.LOW)
    time.sleep(0.5)
if a==1 and b==1:
    print "Forward"
    p1b = GPIO.PWM(31, 50)
    p1b.start(50)
    p2b = GPIO.PWM(32, 50)
    p2b.start(50)
    GPIO.output(16,GPIO.HIGH)
    GPIO.output(18,GPIO.LOW)
    GPIO.output(19,GPIO.HIGH)
    GPIO.output(21,GPIO.LOW)
    time.sleep(0.05)
elif a==0 and b==0:
    print "Stop"
    GPIO.output(16,0)
    GPIO.output(18,0)
    GPIO.output(19,0)
    GPIO.output(21,0)
    GPIO.output(31,0)
    GPIO.output(32,0)
    time.sleep(0.5)
    p1b.stop()
    p2b.stop()
    GPIO.cleanup()

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้