ระบบควบคุมรถโดยใช้SENSORบังคับด้วยมือ
CONTROL VEHICLE SYSTEM BY HAND MOTION SENSOR

โดย

นายทวีวัฒน์ มาตรหลุบเลา

นายธนัท ปึงพิพัฒน์ตระกูล

นายปุณยวีร์ วาฤทธิ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

ระบบควบคุมรถโดยใช้SENSORบังคับด้วยมือ
CONTROL VEHICLE SYSTEM BY HAND MOTION SENSOR

โดย

นายทวีวัฒน์	มาตรหลุบเลา	54010505
นายธนัท	ปึงพิพัฒน์ตระกูล	54010577
นายปุณยวีร์	วาฤทธิ์	54010832

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.ไกรสิน ส่งวัฒนา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

15/5/58

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....)

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

14/5/58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2557
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ระบบควบคุมรถโดยใช้SENSORบังคับด้วยมือ
CONTROL VEHICLE SYSTEM BY HAND MOTION SENSOR

ผู้จัดทำ

1. นายทวีวัฒน์ มาตรหลุบเลา 54010505
2. นายธนัท ปึงพิพัฒน์ตระกูล 54010577
3. นายปุณยวีร์ วาฤทธิ์ 54010832

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ.ดร.ไกรสิน ส่งวัฒนา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ “ระบบควบคุมรถโดยใช้ SENSOR บังคับด้วยมือ” จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี หากขาดการสนับสนุนและกำลังใจจากหลายๆฝ่าย อาทิ

ครอบครัว ที่คอยไต่ถาม เฝ้าติดตามการทำปริญญานิพนธ์ด้วยความห่วงใย และมอบกำลังใจให้ในยามเกิดปัญหา รวมทั้งคำแนะนำเพิ่มเติมที่มีประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์

รศ.ดร.ไกรสิน ส่งวัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ สำหรับคำปรึกษาคำแนะนำและแนวทางการแก้ไขปัญหาเมื่อเกิดปัญหาในการทำปริญญานิพนธ์ รวมทั้งสนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในระหว่างการทำปริญญานิพนธ์

เพื่อนๆ ภาคโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ-ทหารลาดกระบัง ที่คอยให้คำปรึกษา ช่วยเหลือและให้กำลังใจในทุกๆ ด้าน

ผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณทุกๆท่านเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ ที่ได้ช่วยให้การดำเนินปริญญานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายทวีวัฒน์ มาตรหลุบเลา
นายธนัท ปิงพิพัฒน์ตระกูล
นายปุณยวีร์ วาฤทธิ์
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมรถโดยใช้ SENSOR บังคับด้วยมือ
CONTROL VEHICLE SYSTEM BY HAND MOTION SENSOR

โดย นายทวีวัฒน์ มาตรหลุบเลา 54010505
นายธนัท ปึงพิพัฒน์ตระกูล 54010577
นายปุณยวีร์ วาฤทธิ์ 54010832

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ไกรสิน ส่งวัฒนา

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการนำเอาเซนเซอร์ MPU6050 มาประยุกต์ใช้กับ ZigBee เพื่อใช้ในการควบคุมรถบังคับแบบไร้สาย โดยเซนเซอร์ MPU6050จะทำการวัดอัตราความเร่งแล้วส่งข้อมูลอัตราความเร่งในแกน X,Y และ Z ไปยังไมโครคอนโทรเลอร์เพื่อทำการประมวลผลแล้วส่งไปยัง ZigBee ฝั่งส่งเพื่อที่จะสื่อสารกับ ZigBee ปลายทางฝั่งรับแล้ว ZigBee ฝั่งรับก็จะส่งคำสั่งไปยังไมโครคอนโทรเลอร์ที่ควบคุมรถเพื่อสั่งการให้มอเตอร์หมุนตามคำสั่ง เมื่อมีสิ่งกีดขวางรถบังคับจะส่งสัญญาณเตือนและหยุดการเคลื่อนที่ซึ่งเราสามารถเห็นสภาพแวดล้อมใกล้เคียงได้จากภาพที่ส่งมาจากกล้องที่ติดอยู่บนรถบังคับ

ABSTRACT

This project is use of sensors MPU6050 applied to ZigBee for the control wireless sensor MPU6050 measure acceleration and then send the data rate of acceleration in the X, Y and Z to the microcontroller for processing and then sent to the transmitting ZigBee for communication with the terminal ZigBee receiver and the ZigBee receiver will sends commands to the microcontroller that controls the motor vehicle to execute the command. when there are obstacles the car will alarm and stop the movement, which we can see the environment image form camera on the car.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		III
สารบัญรูป		VI
สารบัญตาราง		IX
บทที่ 1	**บทนำ**	1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	3
	2.1 MPU	3
	2.1.1 คุณสมบัติของ MPU6050	3
	2.1.2 หลักการของ GYROSCOPE	4
	2.1.3 หลักการของ ACCELEROMETER	5
	2.1.4 การนำ ACCELEROMETER และ GYROSCOPE มาใช้	6
	2.2 ATMEGA328	8
	2.2.1 คุณสมบัติและข้อมูลเฉพาะ	8
	2.3 หลักการ PWM (PULSE WIDTH MODULATION)	9
	2.4 ZIGBEE	10
	2.4.1 คุณสมบัติของ ZIGBEE	12
	2.5 SRF05 ULTRASONICS DISTANCE DETECTOR MODULE	12
	2.5.1 คุณสมบัติ	12
	2.5.2 จุดต่อใช้งานของ SRF05	13
	2.6 IP CAMERA	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	**15**
	3.1 การออกแบบ	15
	3.1.1 ถุงมือบังคับและอุปกรณ์สำหรับประมวลผลและส่ง	15
	3.1.2 รถบังคับ	16
	3.2 การออกแบบอุปกรณ์	16
	3.2.1 MPU6050	16
	3.2.2 ATMEGA328	17
	3.2.3 ZIGBEE	17
	3.2.4 L293D	18
	3.2.5 DC MOTOR	18
	3.2.6 ULTRASONIC SENSOR	19
	3.2.7 หน้าเว็บเพจสำหรับรับภาพจากกล้อง	19
	3.3 โฟล์วชาร์ทการทำงานของระบบ	20
	3.4 โฟล์วชาร์ทเว็บเพจ	22
	3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	23
	3.4 การจัดเก็บผลการทดลอง	23
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	**24**
	4.1 ผลการรับข้อมูลความเร่งจาก MPU6050	24
	4.1.1 ผลการรับข้อมูลความเร่งจาก MPU6050	24
	4.2 ผลของการควบคุมมอเตอร์ให้หมุนตาม MPU6050	33
	4.2.1 ผลการวัดสัญญาณตอบสนองจากL293D	33
	4.3 ผลการเชื่อมต่อระหว่าง ไมโครคอนโทรเลอร์ กับ ZIGBEE	35
	4.3.1 การคอนฟิก ZIGBEE	35
	4.3.2 ผลการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์ กับ ZIGBEE	35
	4.3.2 ผลการเชื่อมต่อระหว่าง ZIGBEE กับ ZIGBEE	36
	4.3.4 ผลการส่งข้อมูลของ MPU6050 ไปควบคุมมอเตอร์	36
	4.4 ผลการสร้างวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวางโดยใช้ ULTRASONIC SENSOR	37
	4.4.1 ผลการวัดค่าระยะตอบสนองของเซนเซอร์ ULTRASONIC	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

		หน้า
	4.5 ผลการสร้างเว็ปเพจสำหรับรับภาพจากกล้อง	41
	4.6 ผลการทดสอบการวิ่งของรถ	43
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**45**
	5.1 สรุปผล	45
	5.2 ข้อเสนอแนะ	45
บรรณานุกรม		**46**
ภาคผนวก ก	การเขียนโปรแกรมสำหรับ ATMEGA328 ฝั่งถุงมือ	47
ภาคผนวก ข	การเขียนโปรแกรมสำหรับ ATMEGA328 ฝั่งรถบังคับ	50
ภาคผนวก ค	HTML สำหรับสร้างเว็บเพจ	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แสดงการพัฒนาการของการควบคุม	1
2.1	รูป MPU6050 และ บล็อกไดอะแกรม	3
2.2	หลักการทำงานของ GYROSCOPE	4
2.3	เซ็นเซอร์ภายใน	5
2.4	แสดงโครงสร้างพื้นฐานของมิเตอร์วัดอัตราเร่ง	5
2.5	ACCELEROMETER วัดความเร่งในการเอียงเครื่องทั้ง 3 ทิศ	6
2.6	แสดงแกน X ตามแนวกว้างของจอ และแกน Y ตามแนวสูง	6
2.7	การนำ GYROSCOPE มาใช้กับ IPHONE 4	7
2.8	การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรเลอร์ ATMEGA 328	8
2.9	แสดงลักษณะของสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างของพัลส์เป็น 75% 50% และ 25% ของคาบเวลา	9
2.10	แสดง ZIGBEE FRAME WORK	11
2.11	ตัวอย่างการสร้างเครือข่ายของอุปกรณ์ ZIGBEE	11
2.12	แสดงหลักการตรวจจับวัตถุโดยใช้สัญญาณอัลตร้าโซนิก	12
2.13	แสดงขาสัญญาณของ SRF05 และการกำหนดโหมดการทำงาน	13
2.16	แสดงลักษณะของกล้อง IP ที่ใช้ในการทำงาน	14
3.1	บล็อกไดอะแกรมของการทำงานโดยรวม	15
3.2	วงจรรวมของถุงมือบังคับและอุปกรณ์สำหรับประมวลผลและส่งสัญญาณที่พกติดตัวอยู่กับผู้บังคับ	15
3.3	วงจรบนรถบังคับ	16
3.4	อุปกรณ์ MPU6050	16
3.5	ภาพของไมโครคอนโทรเลอร์ ATMEGA328	17
3.6	ZIGBEE	17
3.7	L293D	18
3.8	DC MOTOR	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

		หน้า
3.9	วงจร ULTRASONIC SENSOR	19
3.10	แสดงภาพเว็บเพจสำหรับรับภาพจากกล้อง	19
3.11	แสดงการออกแบบติดกล้องบนรถบังคับ	19
3.12	โฟล์วชาร์ทการทำงานของวงจรฝั่งส่ง(ถุงมือ)	20
3.13	โฟล์วชาร์ทการทำงานของวงจรฝั่งรับ(รถบังคับ)	21
3.14	โฟล์วชาร์ทการทำงานของเว็บเพจ	22
4.1	ผลการรับข้อมูลความเร่งจาก MPU6050 จากโปรแกรม ARDUINO	25
4.2	แสดงกราฟ AX,AY และ AZ ในกรณีสั่งให้รถบังคับเดินหน้า	29
4.3	แสดงกราฟ AX,AY และ AZ ในกรณีสั่งให้รถบังคับถอยหลัง	30
4.4	แสดงกราฟ AX,AY และ AZ ในกรณีสั่งให้รถบังคับเลี้ยวซ้าย	31
4.5	แสดงกราฟ AX,AY และ AZ ในกรณีสั่งให้รถบังคับเลี้ยวขวา	32
4.6	แสดงรูปสัญญาณที่ทำให้มอเตอร์หมุนเพื่อที่จะควบคุมรถไปข้างหน้า	33
4.7	แสดงรูปสัญญาณที่ทำให้มอเตอร์หมุนเพื่อที่จะควบคุมรถให้ถอยหลัง	33
4.8	แสดงรูปสัญญาณที่ทำให้มอเตอร์หยุดหมุนเพื่อที่จะควบคุมให้รถหยุดนิ่ง	34
4.9	แสดงรูปสัญญาณที่ทำให้มอเตอร์หมุนเพื่อที่จะควบคุมให้รถเลี้ยวซ้ายและขวา	34
4.10	แสดงภาพการคอนฟิก ZIGBEE	35
4.11	แสดงการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์ และ XTU ของ ZIGBEE	35
4.12	แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง XTU ของ ZIGBEE ฝั่งส่ง และ XTU ของ ZIGBEE ฝั่งรับ	36
4.13	ผลการส่งข้อมูลของ MPU6050 ไปยังไมโครคอนโทรเลอร์เพื่อควบคุมมอเตอร์	36 37
4.14	แสดงการทดสอบวงจรเซนเซอร์ ULTRASONIC สำหรับตรวจจับสิ่งกีดขวาง	
4.15	แสดงผลของสัญญาณที่ได้จาก ULTRASONIC ทำงานเมื่อมีสิ่งกีดขวาง	37
4.16	แสดงการวัดระยะตอบสนองในกรณีที่สิ่งกีดขวางทำมุมต่างๆ	38
4.17	แสดงกราฟการตอบสนองของเซนเซอร์ ULTRASONIC เมื่อวัตถุทำมุม 0 ถึง 90 องศา	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

		หน้า
4.18	แสดงกราฟการตอบสนองของเซนเซอร์ ULTRASONIC เมื่อวัตถุทำมุม 0 ถึง -90 องศา	40
4.19	แสดงภาพของเว็บเพจที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นมาเพื่อรับภาพจากกล้อง	41
4.20	แสดงภาพเต็มหน้าจอที่เป็นฟังก์ชันของเว็บเพจที่สร้างขึ้น	41
4.21	แสดงการทดลองบันทึกผลการวัดระยะทางที่สามารถติดต่อกับกล้อง	42
4.22	แสดงการวัดระยะทางในการส่งสัญญาณของกล้อง	42
4.23	แสดงการทดสอบวัดระยะทางคลาดเคลื่อนในการควบคุมรถ	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	รายละเอียดของ ZIGBEE	23
4.1	แสดงการบันทึกผลอัตราความเร่งที่ได้จากMPU6050 สำหรับกรณีเดินหน้า	25
4.2	แสดงการบันทึกผลอัตราความเร่งที่ได้จากMPU6050 สำหรับกรณีถอยหลัง	26
4.3	แสดงการบันทึกผลอัตราความเร่งที่ได้จาก MPU6050 สำหรับกรณีเลี้ยวซ้าย	27
4.4	แสดงการบันทึกผลอัตราความเร่งที่ได้จาก MPU6050 สำหรับกรณีเลี้ยวขวา	28
4.5	แสดงการบันทึกผลอัตราความเร่งเฉลี่ยที่ได้จาก MPU6050 สำหรับกรณีเดินหน้า	29
4.6	แสดงการบันทึกผลอัตราความเร่งเฉลี่ยที่ได้จาก MPU6050 สำหรับกรณีถอยหลัง	30
4.7	แสดงการบันทึกผลอัตราความเร่งเฉลี่ยที่ได้จาก MPU6050 สำหรับกรณีเลี้ยวซ้าย	31
4.8	แสดงการบันทึกผลอัตราความเร่งเฉลี่ยที่ได้จาก MPU6050 สำหรับกรณีเลี้ยวขวา	32
4.9	แสดงการบันทึกผลการตอบสนองของเซนเซอร์ ULTRASONIC	39
4.10	แสดงระยะทางในการทดสอบการส่งสัญญาณภาพของกล้อง	42
4.11	แสดงระยะทางคลาดเคลื่อนเมื่อบังคับให้รถเดินหน้าตามเส้น	43
4.12	แสดงระยะทางคลาดเคลื่อนเมื่อบังคับให้รถถอยหลังตามเส้น	44

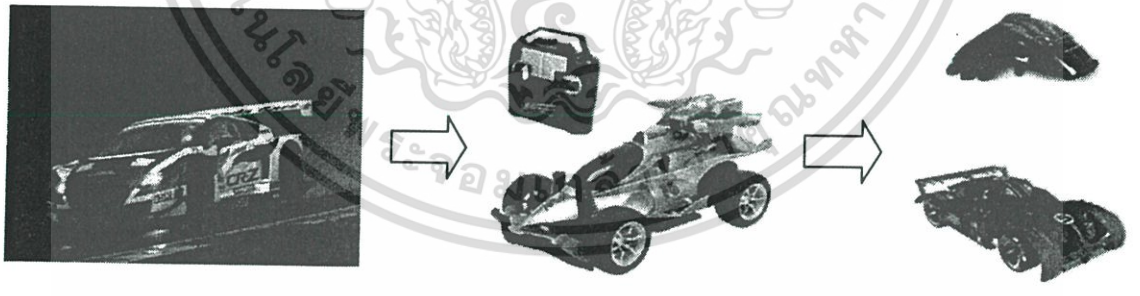
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในโลกปัจจุบันนี้การควบคุมและบังคับรถบังคับนั้นก็มีหลายรูปแบบที่ต่างๆกันซึ่งตามที่ได้เห็นจากการขับรถด้วยมือและมีฟังก์ชันต่างๆมากมายทำให้ยุ่งยากและไม่สะดวกในการบังคับและยังเสี่ยงต่อการเสียการควบคุมการบังคับอีกด้วย และการบังคับโดยใช้รีโมทคอนโทรลก็เป็นการควบคุมเป็นที่นิยมกันมากในปัจจุบันนี้ซึ่งก็มีทั้งข้อดีและข้อเสียหลายๆข้อ ยกตัวอย่างเช่น มีความยุ่งยากซับซ้อน สิ้นเปลือง ไม่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเท่าที่ควร ทำให้รถบังคับทำงานได้ไม่ตรงกับความต้องการ เป็นการบั่นทอนความสุขและความสนุกของผู้บังคับในขณะบังคับ เราจึงได้ทำการเสนอการควบคุมแบบใหม่ที่สามารถช่วยให้การควบคุมสิ่งต่างๆง่ายขึ้น ในที่นี้เราจะยกตัวอย่างคือ การควบคุมและบังคับรถบังคับแบบไร้สายซึ่งมีประโยชน์อย่างมากมายในการควบคุมซึ่งจะทำให้การควบคุมนั้นมีความสะดวกสบายรวดเร็วไม่ซับซ้อนยุ่งยาก ปลอดภัยจากอันตรายในการควบคุมและสามารถควบคุมอยู่ได้แม้ว่าจะอยู่ไกลจากรถบังคับ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการขับรถหรือการแข่งรถในอนาคตได้ และยังรวมไปถึงการควบคุมบังคับสิ่งต่างๆโดยที่ไม่ต้องใช้รีโมทคอนโทรล ไม่ต้องใช้สาย ประหยัดค่าใช้จ่ายอื่นๆมากมาย ทำให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและยังลดต้นทุนพร้อมทั้งประหยัดทรัพยากรอีกด้วย และเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายซึ่งนำมาใช้ในการควบคุมรถบังคับทำให้ไม่ต้องสัมผัสโดยตรงขณะบังคับจึงมีความปลอดภัยในการควบคุมรถบังคับ



รูปที่ 1.1 แสดงการพัฒนาการของการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

จากที่มาและปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในปัจจุบันที่ได้กล่าวไปแล้วจึงทำให้เกิดความคิดในการควบคุมและบังคับที่แปลกใหม่ขึ้นโดย

1) ศึกษาและเรียนรู้เกี่ยวกับการควบคุมรถบังคับด้วยถุงมือเซ็นเซอร์
2) สร้างระบบรถบังคับเพื่อติดต่อสื่อสารกับผู้บังคับได้ง่ายและสะดวกขึ้น
3) เพื่อสร้างรถบังคับด้วยมือแบบไร้สายซึ่งปลอดภัยจากอันตรายที่อาจจะเกิดจากการบังคับควบคุม

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

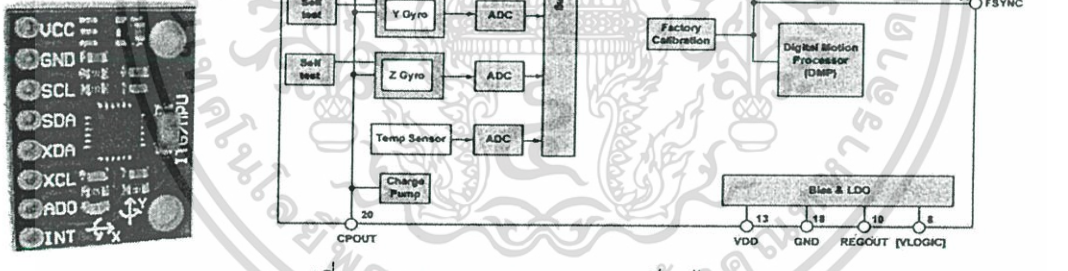
ออกแบบระบบและสร้างวงจรเพื่อทำงานกับMPU6050โดยเขียนโปรแกรมรับอัตราความเร่งที่ได้จาก MPU6050 แล้วกำหนดทิศทางจากอัตราความเร่งในแกนต่างๆส่งข้อมูลผ่าน ZigBee ไปยังรถบังคับสั่งการให้มอเตอร์หมุนไปตามทิศทางตามคำสั่งของวงจรMPU6050 เมื่อรถบังคับเริ่มทำงานจะส่งภาพจากกล้องที่ติดอยู่บนรถบังคับไปแสดงผลบนเว็บเพจและถ้าพบสิ่งกีดขวางให้แสดงสัญญาณเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 MPU (Motion Processing Unit)

เป็นเทคโนโลยีการตรวจรับการเคลื่อนไหวซึ่งเป็นเซ็นเซอร์ที่มี MEMS accelerometer และ MEMS gyroscope ในชิปตัวเดียว เนื่องจากมีฮาร์ดแวร์ที่แปลงแอนาล็อกเป็นดิจิตอล 16 บิตสำหรับแต่ละช่อง จึงสามารถตรวจจับแกน X,Y และ Z ในเวลาเดียวกันได้ โดย MPU ใช้ I2C บัสเพื่อติดต่อกับ Arduino สำหรับ accelerometer จะใช้ในการตรวจสอบการเร่งความเร็วในทิศทางตามแกน X,Y และ Z ส่วน gyroscopeจะใช้ในการตรวจจับการหมุนในพื้นที่และส่งข้อมูลกลับในหน่วยขององศาต่อวินาที ตามแกน X,Y และ Z



รูปที่ 2.1 รูป MPU6050 และ บล็อกไดอะแกรม

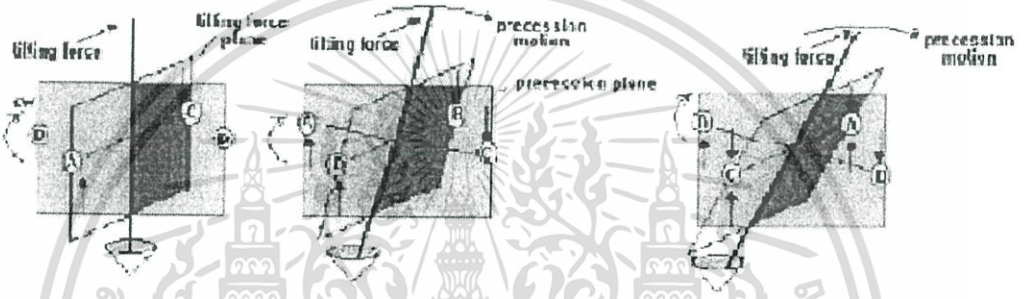
2.1.1 คุณสมบัติของ MPU6050

- I2C ดิจิตอลเอาท์พุทของข้อมูลในการหมุนเมทริกซ์, มุมออยเลอร์, หรือรูปแบบข้อมูลดิบ
- แรงดันไฟฟ้าอินพุต : 2.3-3.4V
- เซ็นเซอร์อัตราเชิงมุม Tri-Axis (Gyro) ที่มีความไวสูงถึง 131 LSBs / dps และมีช่วงความกว้างของ สเกล ± 250, ± 500, ± 1000, และ± 2000dps
- มี Tri-Axis accelerometer ที่สามารถเขียนโปรแกรมเต็มช่วงสเกล ได้แก่ ±2g, ±4g, ±8g and ±16g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 หลักการของ Gyroscope

ไจโรสโคป เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยแรงเฉื่อยของล้อหมุน เพื่อช่วยรักษาระดับทิศทางของแกนหมุนประกอบด้วยล้อหมุนเร็วบรรจุอยู่ในกรอบอีกทีหนึ่ง ทำให้เอียงในทิศทางต่างๆได้โดยอิสระ นั่นคือ หมุนในแกนใดๆ ก็ได้ โมเมนตัมเชิงมุมของล้อดังกล่าวทำให้มันคงรักษาตำแหน่งของมันไว้แม้กรอบล้อจะเอียง จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้สามารถนำหลักการนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ต่างๆ มากมาย เช่น เข็มทิศ และนักบินอัตโนมัติของเครื่องบิน,เรือ,กลไกบังคับหางเสือของตอร์ปิโด, อุปกรณ์ป้องกันการกลิ้งบนเรือใหญ่และระบบนำร่องเฉื่อย(inertial guidance) รวมถึงระบบในยานอวกาศ และสถานีอวกาศ



รูปที่ 2.2 หลักการทำงานของ Gyroscope

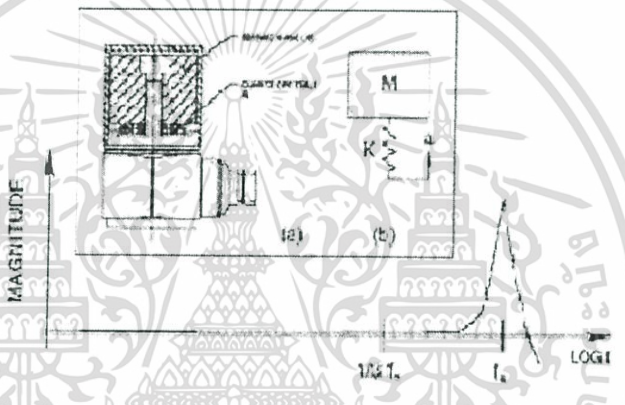
เมื่อแรงกระทำ(tilting force)ที่ส่วนบนของแกน Gyroscope จุดAจะเคลื่อนที่ขึ้นตามแนวตั้ง จุด C เลื่อนลงตามแนวนอนพร้อมกัน A และ B หมุนไป 90^0 เช่นเดียวกับที่เกิดกับ C และ D โดยที่ A นั้นยังคงเลื่อนขึ้นในตำแหน่ง 90^0 และC เลื่อนลง ผลของการเลื่อนของ A และ C ทำให้แกนของ Gyro หมุนตามการกระทำของ precession plane เรียกการเกิดขึ้นของลักษณะนี้ว่า precession แกนของ Gyro จะหมุนไปทางมุมขวาเนื่องจากการหมุน ถ้า Gyro ถูกทำให้หมุนทวนเข็มนาฬิกามันก็จะไปทางมุมซ้าย หมายความว่าแรงกระทำตอนต้นเป็นการดึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 หลักการของ Accelerometer

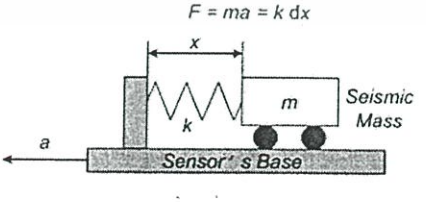
Accelerometer คือ เครื่องตัววัดความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุคุ้นเคยดีในมือถือสมาร์ทโฟนทั่วไปเช่น iPhone ตัวอย่างการใช้งานเช่นการเขย่าเพื่อเปลี่ยนเพลงหรือการเขย่าตัวเครื่องเพื่อใช้ในการควบคุมการเล่นเกมล้วนเป็นคุณสมบัติของ accelerometer ที่ติดมาในเครื่อง

โครงสร้างของ Accelerometer จะประกอบด้วยสปริงและลูกตุ้มน้ำหนัก เมื่อมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งลูกตุ้มน้ำหนักจะถูกกดไปอีกฝั่งตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ สปริงก็ทำหน้าที่ดึงกลับเข้าที่อีกครั้งเมื่อหยุดการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่คือความเร่งเท่ากับศูนย์ ค่าที่วัดได้ก็จะไม่เปลี่ยนแปลง



รูปที่ 2.3 เซ็นเซอร์ภายใน

ส่วนตัวเซ็นเซอร์ภายในที่จะใช้ในการตรวจวัดความเร่งของลูกตุ้มที่อยู่ในระบบนั้นมีหลายชนิด เช่น เพียโซอิเล็กทริค, สเตรนเกจ, ชนิดใช้แสงตรวจวัด, วัดแรงเฉือน เป็นต้น การตรวจวัดอัตราเร่งของวัตถุ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการระบุตำแหน่ง ความเร็ว และระยะทางที่ได้จากการเคลื่อนที่



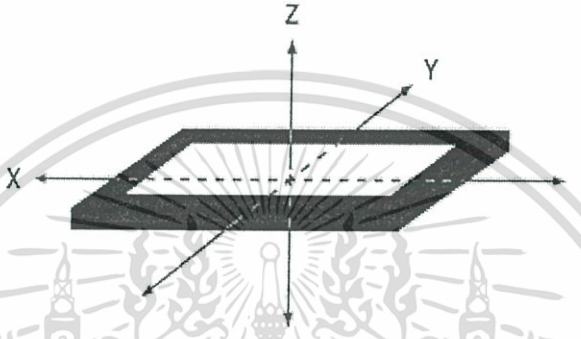
รูปที่ 2.4 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของมิเตอร์วัดอัตราเร่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 การนำ Accelerometer และ Gyroscope มาใช้ในปัจจุบัน

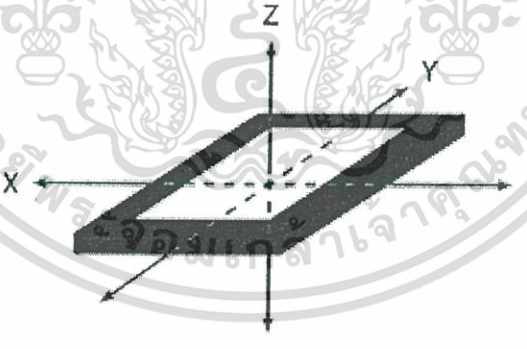
สำหรับ Accelerometer เรียกได้ว่าเป็นเซนเซอร์ที่โคตรจะพื้นฐานของอุปกรณ์แอนดรอยด์เลยก็ว่าได้ เรียกได้ว่าทุกๆรุ่นนั้นต้องมีเซนเซอร์ตัวนี้เป็นอย่างน้อย และก็ยังเป็นเซนเซอร์ที่ผู้ที่หลงเข้ามาอ่านส่วนใหญ่จะเขียนใช้งานกันด้วย

โดยที่ Accelerometer จะวัดความเร่งในการเอียงเครื่องทั้ง 3 ทิศ สำหรับแกน XYZ บนอุปกรณ์แอนดรอยด์ใดๆจะมีตำแหน่งดังนี้



รูปที่ 2.5 Accelerometer วัดความเร่งในการเอียงเครื่องทั้ง 3 ทิศ

สำหรับแกน X กับ Y จะขึ้นอยู่กับตัวอุปกรณ์แอนดรอยด์ ในภาพข้างบนนี้จะเป็นเครื่องที่เป็นแทบเลตที่เป็น X-Large หรือเครื่องที่หน้าจอใหญ่กว่า 7 นิ้วขึ้นไป (ไม่รวม 7 นิ้ว) มีแกน X ตามแนวกว้างของจอ และแกน Y ตามแนวสูง



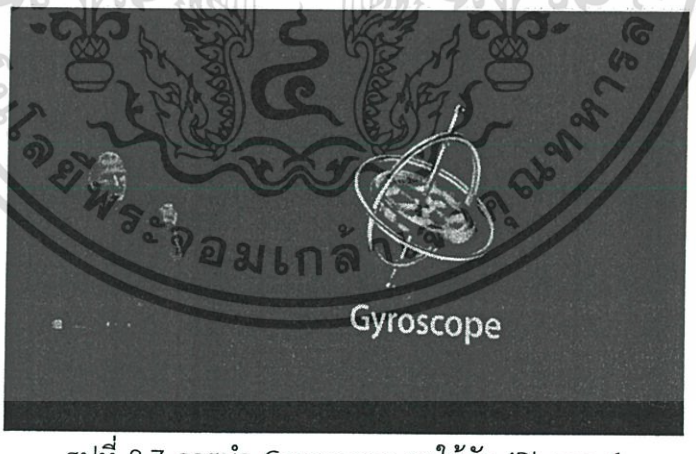
รูปที่ 2.6 แสดงแกน X ตามแนวกว้างของจอ และแกน Y ตามแนวสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

iPhone 4ถือเป็นโทรศัพท์เครื่องแรกที่มีการนำ Gyroscope มาใช้งานอย่างจริงจัง การประมวลผลส่วนGyroscopeจะมีชิฟประมวลผลแยกออกมาแต่การทำงานจะผนวกกับ Accelerometer Chipsetเดิม เพราะโดยพื้นแล้วiPhoneจะมีเซ็นเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานด้านการเคลื่อนไหวทั้งหมดสองอย่างได้แก่

- Accelerometer = เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว เมื่อเอียงเครื่องไปทางซ้าย ขวา ไปข้างหน้า ข้างหลัง หรือกลับหัว ก็จะกลับการแสดงผลหน้าจอให้ตรงกับแนวแกนที่ถืออยู่
- Compass = เซ็นเซอร์เข็มทิศที่เมื่อถือเครื่องในแนวใดก็ตาม ตัวเครื่องจะแสดงทิศปัจจุบันที่เราอยู่ โดยการทำงาน จะเปลี่ยนไปตามมือที่หมุน

เซ็นเซอร์ทั้งสองตัวต่างก็ทำงานในแบบมิติเดียวโดยเริ่มจับการเคลื่อนไหวจากแนวแกนเริ่มต้นที่เครื่องถืออยู่ปัญหาของการที่ทำงานแนวแกนเดียวคือการตอบสนองการใช้งานของทั้งคู่จะไม่แม่นยำเช่น ถือเครื่องเอียงก็จริงแต่การแสดงผลไม่มาหรือเล่นเกมประเภทขับรถแล้วไม่สามารถคุมทิศทางได้รถวิ่งหัวปักชนไปชนมาแทนทั้งที่ถือเครื่องตรงแนวและเอียงนิดเดียวเท่านั้น การเพิ่มGyroscopeจึงเป็นการเสริมการทำงานของเซ็นเซอร์หลักทั้งสองตัวให้มีการทำงานที่แม่นยำมากขึ้น สามารถคำนวณการเคลื่อนไหวแบบหมุนรอบตัวเองโดยการหมุนรอบตัวเองจะรองรับการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นทุกแนวแกน ไม่ว่าจะเริ่มต้นเคลื่อนไหวจากแนวแกนใดก็ตามทำให้การถือเครื่องใช้งานไม่ว่าจะเริ่มต้นเครื่องจะกำลังถืออยู่ในแนวแกนไหนมุมไหนก็ตาม การตอบสนองในการเคลื่อนไหวเครื่องจะแม่นยำขึ้น

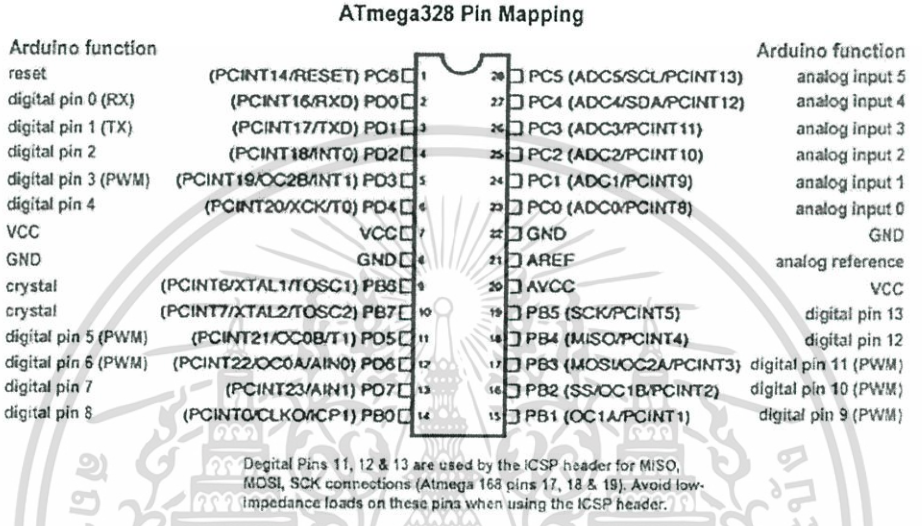


รูปที่ 2.7 การนำ Gyroscope มาใช้กับ iPhone 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ATmega328

เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์บนพื้นฐานของ ATmega328 มี digital input/output 14 ขา (โดยที่ 6 ขา ใช้เป็น PWM output ได้), 6 analog input, 16 MHz ceramic resonator, ต่อแบบ USB, หัวต่อไฟ, หัวต่อแบบ ICSP, และปุ่มรีเซ็ต



รูปที่ 2.8 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรเลอร์ ATmega 328

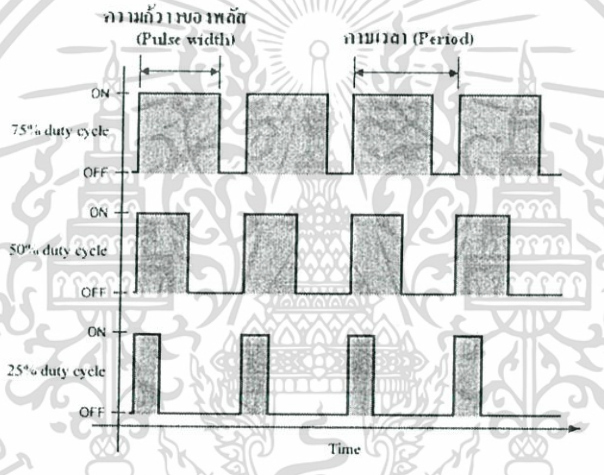
2.2.1 คุณสมบัติและข้อมูลเฉพาะ

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หลักการ PWM (Pulse Width Modulation)

เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้กันมากในงานควบคุมเช่นการควบคุมความเร็วมอเตอร์หลักการของวิธีนี้คือกระแสที่ป้อนเข้ามอเตอร์จะเป็นพัลส์ที่มีความถี่คงที่ แต่ความกว้างของพัลส์สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยถ้าพัลส์แคบความเร็วจะต่ำ แต่ถ้าพัลส์กว้างความเร็วจะสูงPWMจะใช้หลักการส่งค่าแบบดิจิตอลคือ0-1ด้วยความถี่ค่าหนึ่งแต่จะส่งค่าให้มีสัญญาณสูง (1) สลับกับสัญญาณต่ำ (0) โดยให้ระยะเวลาของแต่ละชนิดสัญญาณต่างกัน เพื่อให้ค่าเฉลี่ยของสัญญาณทั้งหมดออกมาเป็นค่าที่ต้องการนั่นเองเช่นถ้าเราส่งค่าที่มีระยะสัญญาณสูงและต่ำเท่ากันก็จะได้ค่าเป็น 2.5 โวลต์ ถ้าเราให้ค่าสัญญาณสูงยาวกว่าเราก็จะได้ค่ามากกว่า 2.5 และในทำนองเดียวกันถ้าเราให้ค่าสัญญาณต่ำยาวกว่า เราก็จะได้ค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 2.5 นั่นเองArduinoสามารถรับค่าแอนาล็อคได้ 255 ระดับ ดังนั้นหมายความว่าค่าสัญญาณ 0 โวลต์ถึง 5 โวลต์ ก็จะแสดงได้เป็น 0 ถึง 255 ในสัญญาณดิจิตอล



รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะของสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างของพัลส์เป็น 75% 50% และ 25% ของคาบเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ZigBee

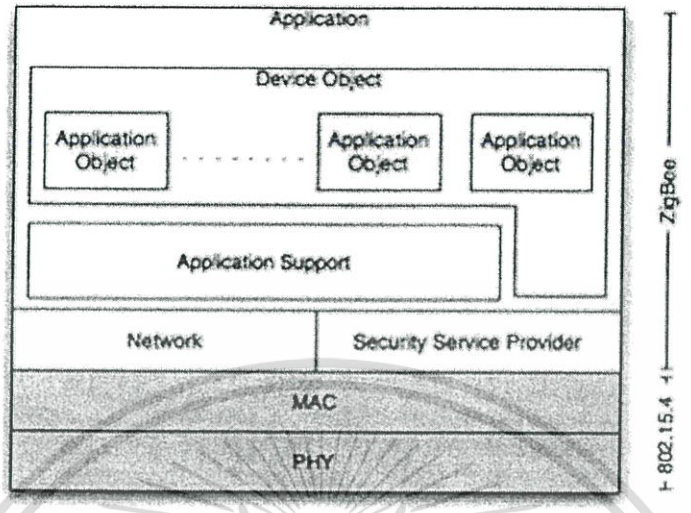
ซิกบีจะเป็นการสื่อสารไร้สายประเภทหนึ่งมีการกำหนดมาตรฐานโดย ซิกบีอลิอานซ์ (ZigBee Alliance)โดยจะอ้างอิงตามมาตรฐานการทำงานของระบบเครือข่ายไร้สาย 802.15.4 ซึ่งข้อดีของตัวซิกบีเองจะใช้พลังงานน้อย ขนาดอุปกรณ์มีขนาดเล็ก ซึ่งในปัจจุบันนิยมนำเอาซิกบีมาใช้ในระบบไวเรสเซนเซอร์เนตเวิร์ค(Wireless Sensor Network) เนื่องจากใช้พลังงานน้อย จึงส่งผลเอื้อประโยชน์ให้สามารถนำไปวางไว้ตามจุดต่างๆ ในพื้นที่ทำงานได้อย่างสะดวกไม่ต้องกังวลเรื่องพลังงานทำให้ใช้งานได้เป็นระยะเวลานาน เหมาะอย่างยิ่งสำหรับระบบตรวจจับหรือระบบตรวจวัดต่าง ๆที่ต้องเฝ้าดูค่าการเปลี่ยนแปลงของระบบที่ใช้ระยะเวลาต่อเนื่อง ซิกบีจะมีความถี่หลัก ๆที่ใช้งานกันอยู่ 3 ย่านความถี่ได้แก่ ย่านความถี่ 868 เมกกะเฮิร์ทซ์ มี 1 ช่องสัญญาณ อัตราการส่งข้อมูลจะอยู่ที่ 20 กิโลบิทต่อวินาที(Kbps)ย่านความถี่ 915 เมกกะเฮิร์ทซ์ มีช่องสัญญาณ 10 ช่องสัญญาณ อัตราการส่งข้อมูลจะอยู่ที่ 40กิโลบิทต่อวินาที และ ย่านความถี่ 2.4 กิกกะเฮิร์ทซ์มีช่องสัญญาณ 16 ช่อง อัตราการส่งข้อมูลจะอยู่ที่ 250 กิโลบิทต่อวินาทีในการใช้งานซิกบีนั้นจะเห็นได้ว่ามีคลื่นความถี่ 3 ระดับ แต่ทั้ง 3 ระดับนั้นเราไม่สามารถนำมาใช้งานร่วมกันได้ ในการเลือกซิกบีมาใช้งานนั้น ภายในระบบต้องเป็นย่านความถี่เดียวกันทั้งหมดโดยส่วนใหญ่แล้วผู้ใช้งานมักจะเลือกย่านความถี่ที่ 2.4 กิกกะเฮิร์ทซ์มาใช้งานซึ่งรายละเอียดการใช้งานและรายละเอียดของซิกบีจะอธิบายไว้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดของ ZigBee

ย่านความถี่	จำนวนช่องสัญญาณ	ความถี่ที่ใช้	ระยะห่างของช่วงคลื่น
868 เฮิร์ทซ์	1	868.3 เมกกะเฮิร์ทซ์	-
915 เมกกะเฮิร์ทซ์	10	902-928 เมกกะเฮิร์ทซ์	2 เมกกะเฮิร์ทซ์
2.4 กิกกะเฮิร์ทซ์	16	2.4-2.4835 กิกกะเฮิร์ทซ์	5 เมกกะเฮิร์ทซ์

ZigBeeจะใช้มาตรฐานการทำงานของระบบเครือข่ายไร้สาย 802.15.4ซึ่งเป็นมาตรฐานการกำหนดการสื่อสารไร้สายแบบ WPAN (Wireless Personal Area Network) ซึ่งระดับชั้นที่ 1จะเป็น ฟิสิคัลเลเยอร์(Physical Layer) ระดับชั้นที่สอง(Layer 2)จะเป็น แม็คแอดเดรส(Mac Address) ส่วนด้านบนขึ้นไปจะเป็นส่วนที่ซิกบีจัดไว้ให้ได้แก่ซีเคียวริตี้เซอร์วิสโพรไวเดอร์ (Security Service Provider) , เครือข่ายซิกบี(Network ZigBee)ถูกออกแบบมาเฉพาะในส่วนของแอพพลิเคชั่นเลเยอร์(Application layer), แอพพลิเคชั่นซัพพอร์ตเลเยอร์(Application support Layer)และ เน็ตเวิร์ค เลเยอร์(Network layer)เท่านั้นซึ่งรายละเอียดของเฟรมเวิร์คของซิกบีจะอธิบายการทำงานไว้ดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



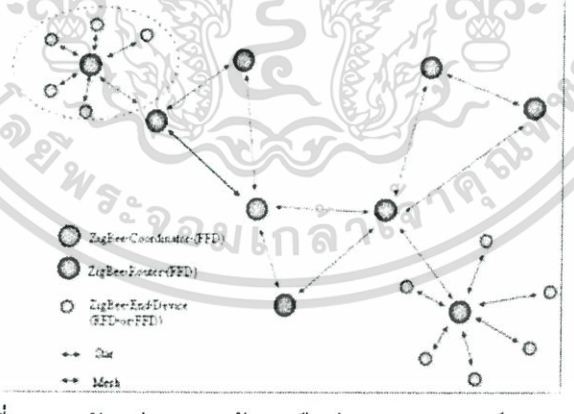
รูปที่ 2.10 แสดง ZigBee Frame Work

ZigBee แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

(1) ZigBee Coordinator ทำหน้าที่สร้างโครงข่าย จัดการโหนดในโครงข่าย และเก็บข่าวสารของโหนดในโครงข่าย

(2) ZigBee Router ทำหน้าที่จัดการเส้นทางของข้อมูลที่ส่งผ่านภายในโครงข่ายระหว่างโหนด

(3) ZigBee end Device เป็นจุดปลายของโครงสร้างเครือข่าย อยู่ในส่วนของผู้ใช้งาน โดยสามารถเป็นได้ทั้ง แบบ RFD และ FFD ซึ่งส่วนประกอบต่าง ๆ ของ ZigBee ได้แสดงไว้ดังรูป



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างการสร้างเครือข่ายของอุปกรณ์ Zigbee

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

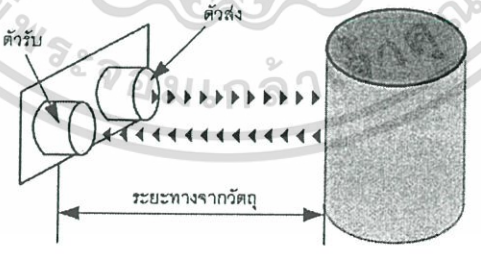
2.4.1 คุณสมบัติของ ZigBee

(1) อัตราการส่งข้อมูล 250 kbps (2.4 GHz), 40 kbps (915 MHz), and 20 kbps (868 MHz)
(2) High throughput และ low latency Duty Cycle ต่ำ (< 0.1%)
(3) มีการเข้าถึง Channel แบบ Channel access using Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA - CA)
(4) สามารถรองรับ Address ได้ถึง 64 bit IEEE address (65535 network)
(5) รับประกันการส่งแบบ Full hand shaked protocol
(6) เชื่อมต่อ Topology ได้หลายแบบ เช่น Star, Peer-to-peer, Mesh
(7) ใช้พลังงานต่ำ (สามารถใช้ได้หลายเดือนจนถึงปี)
(8) ระยะทางการส่งพื้นฐาน 5-500 เมตร

2.5 SRF05 Ultrasonics Distance Detector Module

2.5.1 คุณสมบัติ

- ใช้ไฟเลี้ยง 5 V ต้องการกระแสไฟฟ้า 30 mA
- ประกอบด้วยตัวรับและตัวส่งคลื่นอัลตร้าโซนิก ใช้ความถี่ 40 kHz ในการทำงาน
- สามารถวัดระยะทางได้ในช่วงประมาณ 1 cm. ถึง 4 m.
- สัญญาณพัลส์สำหรับกระตุ้นการทำงาน ต้องมีความกว้างอย่างน้อย 10 ไมโครวินาที
- ให้ผลลัพธ์จากการวัดระยะเป็นค่าความกว้างพัลส์ซึ่งเป็นสัดส่วนกับระยะทางที่วัดได้
- มีขนาดเล็กคือ 43 มม. x 20 มม. x 17 มม. (กว้างxยาวxสูง)
- สื่อสารได้กับไมโครคอนโทรเลอร์ทุกตระกูล
- สามารถติดต่อได้ 2 แบบคือ แบบ 2 สัญญาณ (Echo กับ Trigger)



รูปที่ 2.12 แสดงหลักการตรวจจับวัตถุโดยใช้สัญญาณอัลตร้าโซนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 จุดต่อใช้งานของ SRF05

มีจุดต่อใช้งานอยู่ 5 จุด ดังนี้

1. ขาไฟเลี้ยง 5V สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5V

2. ขา Echo Pulse Output เป็นขาเอาท์พุตที่ส่งสัญญาณพัลส์ออกมาจาก SRF05 ซึ่งจะนำไปต่อกับอินพุตของไมโครคอนโทรเลอร์ เพื่อตรวจจับสัญญาณความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่ส่งออกมา

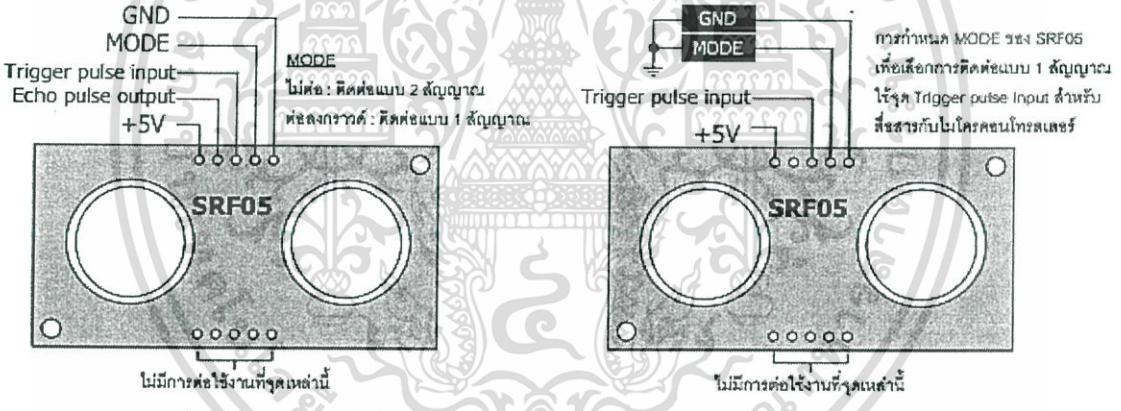
3. ขา Trigger Pulse Input เป็นขาอินพุตรับความกว้างพัลส์ที่มีความกว้างอย่างน้อย 10 ไมโครวินาที เพื่อกระตุ้นการสร้างอัลตร้าโซนิก 40 kHz ออกสู่อากาศจากตัวส่ง ดังนั้นเมื่อคลื่นความถี่ดังกล่าวนี้เคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางเบื้องหน้าก็จะสะท้อนกลับมายังตัวรับและถูกแปลงออกมาเป็นความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่จะส่งออกไปทางขา Echo Pulse Output

4. ขา MODE สำหรับเลือกรูปแบบการติดต่อกับ SRF05

ปล่อยลอยไว้ (NC) : เลือกให้ติดต่อแบบ 2 สัญญาณ ผ่านจุดต่อแบบ Echo และ Trigger

ต่อลงกราวด์ : เลือกให้ติดต่อแบบ 1 สัญญาณ ผ่านจุดต่อ Trigger

5. ขา GND สำหรับต่อกราวด์



รูปที่ 2.13 แสดงขาสัญญาณของ SRF05 และการกำหนดโหมดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 IP Camera

เป็นกล้องที่ใช้ในการรับและส่งภาพไร้สายจากรถบังคับซึ่งจะส่งภาพมาที่เว็บเพจ เพื่อให้ผู้ควบคุมรถบังคับได้ทราบว่ารถเคลื่อนที่อย่างไรและสภาพแวดล้อมเป็นอย่างไร โดยในการทำการทดลองเราได้ใช้กล้อง IP Camera ชนิด Ai-Ball ซึ่งมีขนาดเล็กและเหมาะสำหรับติดตั้งที่ตัวรถบังคับ

รูปที่ 2.14 แสดงลักษณะของกล้อง IP ที่ใช้ในการทำงาน

2.6.1 ข้อมูลจำเพาะของ IP Camera Ai-Ball

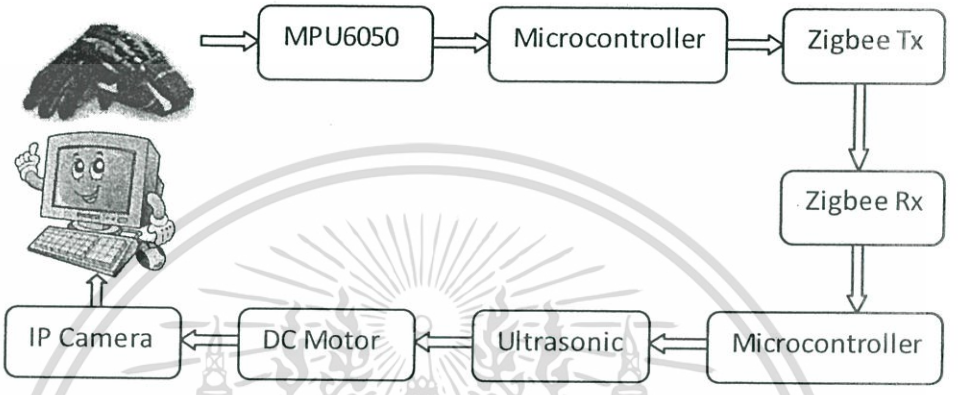
- VGA 640x480, 320x240 QVGA, 160x120 QQVGA ถึง 30fps
- Motion JPEG
- อัตรา บิต ทั่วไป : (VGA) มาตรฐาน (2500 kbps) สูง (1600 kbps) (QVGA) มาตรฐาน (1100 kbps) สูง (800 kbps) (QQVGA) มาตรฐาน (600 kbps) สูง (400 kbps)
- ไร้สาย เชื่อมต่อ IEEE 802.11b / g 2.4GHz ISM วง
- WEP 64/128, WPA, WPA2
- Adhoc: 7.5m (ทั่วไป)
- โครงสร้างพื้นฐาน: 54Mbps สูงสุด อัตราการเชื่อมต่อ
- Adhoc : 11Mbps สูงสุด อัตราการเชื่อมต่อ
- แบตเตอรี่ ที่ดำเนินการ Voltage: 3.0V, กำลังไฟ: 750mAh (CR2), 350mA (สูงสุด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดการทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบ

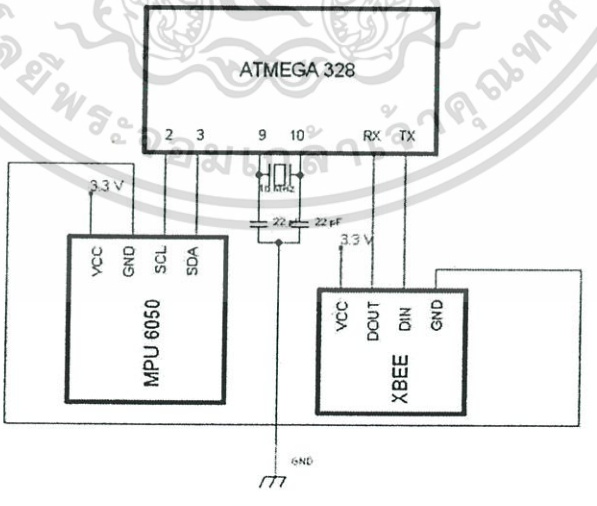


รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของการทำงานโดยรวม

จากบล็อกไดอะแกรม สามารถแบ่งการทำงานได้เป็น 3 ส่วน คือ

1. ถุงมือบังคับและอุปกรณ์สำหรับประมวลผลและส่งสัญญาณ
2. รถบังคับและเซนเซอร์สิ่งกีดขวาง
3. กล้องและอุปกรณ์รับภาพ

3.1.1 ถุงมือบังคับและอุปกรณ์สำหรับประมวลผลและส่งสัญญาณ

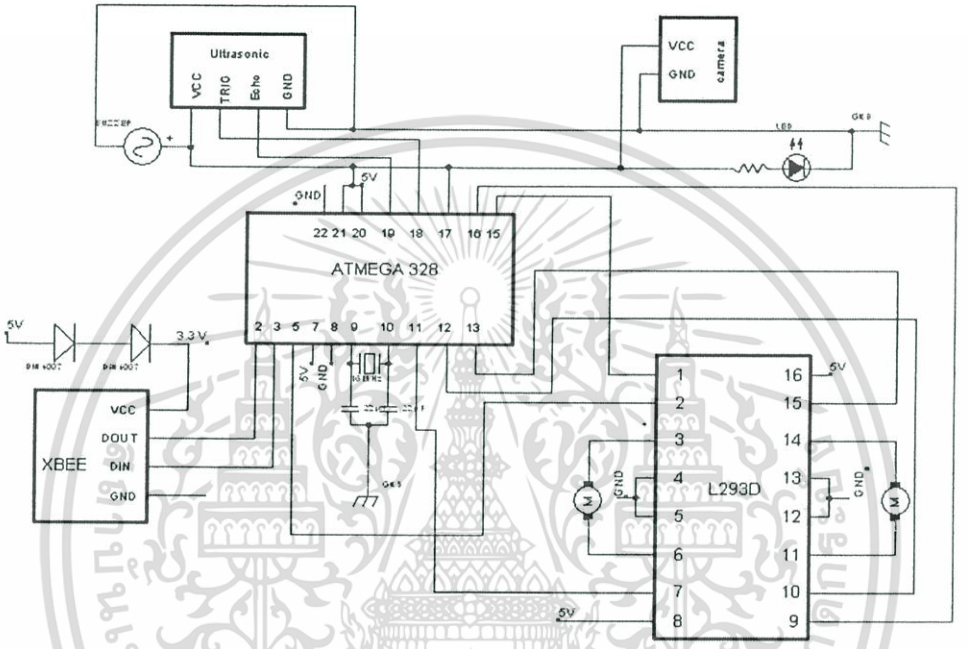


รูปที่ 3.2 วงจรรวมของถุงมือบังคับและอุปกรณ์สำหรับประมวลผล และส่งสัญญาณที่พกติดตัวอยู่กับผู้บังคับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MPU6050 จะทำการประมวลผลการเปลี่ยนแปลงของความเร่งที่เกิดจากการแกว่งมือไปในแนวแกน x y และ z จากนั้นจะส่งข้อมูลความเร่งไปยังไมโครคอนโทรเลอร์ เพื่อที่จะให้ไมโครคอนโทรเลอร์ทำการประมวลผลเปรียบเทียบค่ากับเงื่อนไขที่กำหนดไว้เพื่อที่จะทำการส่งคำสั่งให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางต่างๆแล้วส่งคำสั่งที่ได้ไปยัง ZigBee

3.1.2 รถบังคับ

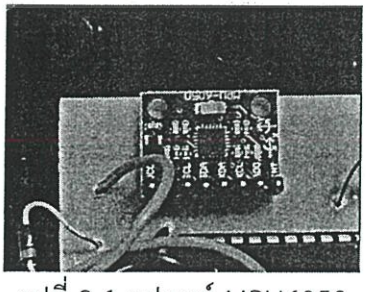


รูปที่ 3.3 วงจรบนรถบังคับ

เมื่อรับค่ามาจาก ZigBee แล้วไมโครคอนโทรเลอร์ ก็จะทำการประมวลผลเพื่อที่จะสั่งให้มอเตอร์หมุนตามทิศทางต่างๆที่กำหนดไว้ และเมื่อนำสัญญาณจากไมโครคอนโทรเลอร์ที่จะทำการสั่งให้มอเตอร์หมุนมาผ่าน L293D จะทำให้เกิดการ PWM ทำให้มอเตอร์หมุนได้ความเร็วที่ต่างกัน

3.2 การออกแบบอุปกรณ์

3.2.1 MPU6050

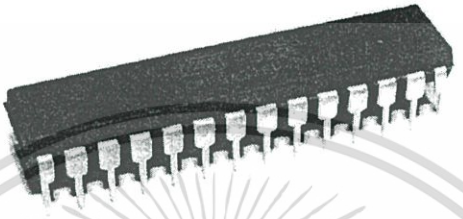


รูปที่ 3.4 อุปกรณ์ MPU6050

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ MPU6050 ช่วยในการตรวจจับและประมวลผลความเร่งซึ่งเป็นเซนเซอร์ที่ใช้สำหรับช่วยให้การควบคุมบังคับได้ง่ายขึ้นโดยอุปกรณ์นี้จะตรวจจับความเร่งในแนวแกน X, Y และ Z และยังสามารถวัดความเอียงและอุณหภูมิได้ด้วย ซึ่ง MPU6050 นี้จะเชื่อมต่อและส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรเลอร์และทำการประมวลผลตามเงื่อนไขที่เรากำหนดต่อไป

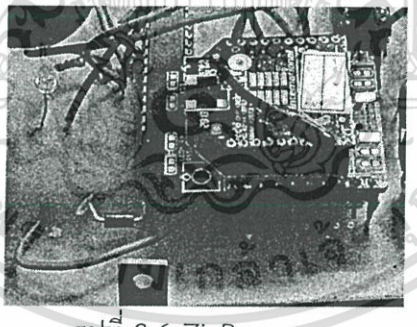
3.2.2 ATmega328



รูปที่ 3.5 ภาพของไมโครคอนโทรเลอร์ ATmega168

ข้อมูลที่ส่งมาจาก MPU6050 จะถูกส่งมาประมวลผลที่ไมโครคอนโทรเลอร์ โดยเราจะทำการออกแบบเงื่อนไขให้ส่งคำสั่งเป็นค่าตัวแปรเพื่อส่งผลได้ง่ายขึ้นโดยจะกำหนดให้ตัวแปรแต่ละ ตัวแทนการเดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา และ หยุด เพื่อส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรเลอร์ อีกตัวเพื่อทำการสั่งการให้มอเตอร์หมุนตามที่ไมโครคอนโทรเลอร์อีกตัวหนึ่งกำหนดเงื่อนไขของค่าที่รับจาก MPU6050

3.2.3 ZigBee

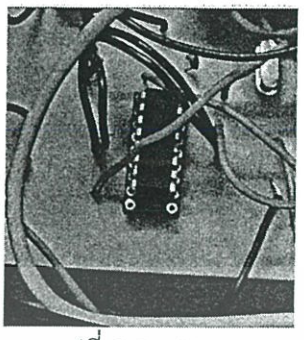


รูปที่ 3.6 ZigBee

อุปกรณ์ ZigBee จะทำหน้าที่ในการช่วยส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรเลอร์ ตัวหนึ่งไปยัง ไมโครคอนโทรเลอร์อีกตัวหนึ่งแบบไร้สายโดยสามารถส่งได้ไกลประมาน 105.2 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 L293D



รูปที่ 3.7 L293D

L293D เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ช่วยในการขับเคลื่อนมอเตอร์ซึ่งจะต่ออยู่ระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์และ มอเตอร์ โดยจะควบคุมให้มอเตอร์มีความเร็วในระดับต่างๆซึ่งอาศัยหลักการ PWM และยังสามารถควบคุมมอเตอร์ได้มากกว่าหนึ่งมอเตอร์อีกด้วย

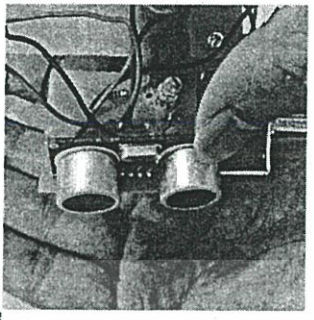
3.2.5 DC motor

รูปที่ 3.8 DC motor

อุปกรณ์ DC motor เป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมและขับเคลื่อนรถบังคับไปในทิศทางต่างๆ โดยการเหนี่ยมนำทางแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งทำให้รถบังคับสามารถเคลื่อนที่ได้ การทำงานปกติของมอเตอร์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กในตัวมอเตอร์และสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสในขดลวดทำให้เกิดแรงดูดและแรงผลักของสนามแม่เหล็กทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 Ultrasonic Sensor



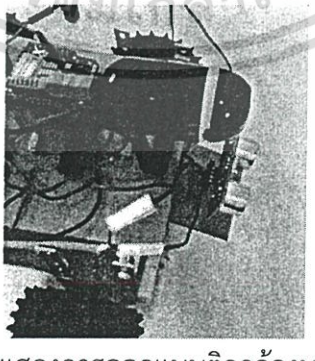
รูปที่ 3.9 วงจร Ultrasonic Sensor

วงจร Ultrasonic Sensor เป็นวงจรที่ใช้สำหรับตรวจจับสิ่งกีดขวางโดยเมื่อรถเคลื่อนที่ไปยังบริเวณที่มีสิ่งกีดขวางทำให้เซนเซอร์ตรวจจับสิ่งกีดขวางได้และส่งสัญญาณเสียงเตือนให้ผู้ควบคุมรถบังคับทราบพร้อมทั้งหยุดการทำงานของมอเตอร์ที่เคลื่อนที่ไปในทิศทางนั้นด้วย

3.2.7 หน้าเว็บเพจสำหรับรับภาพจากกล้อง

รูปที่ 3.10 แสดงภาพเว็บเพจสำหรับรับภาพจากกล้อง

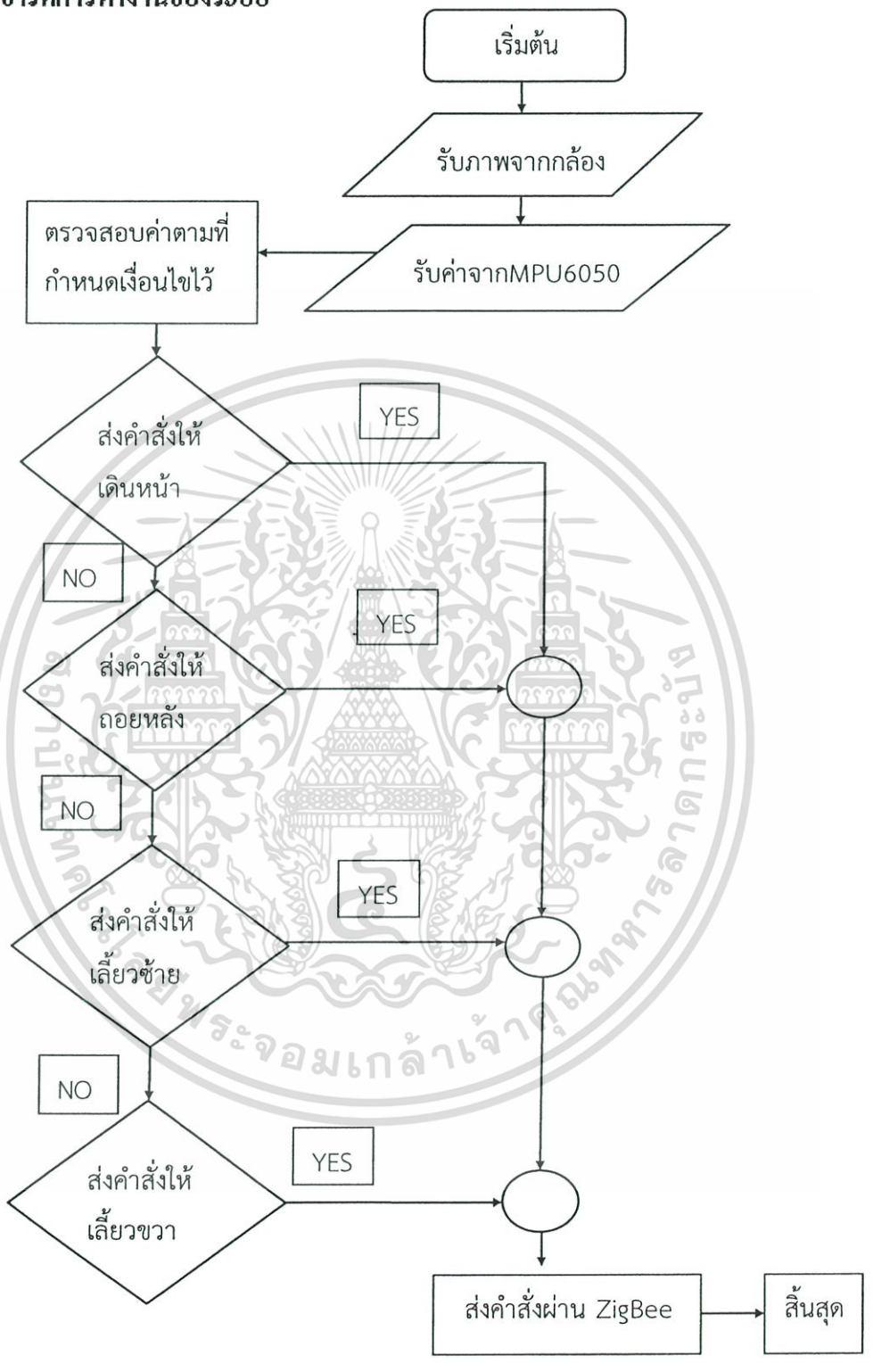
เมื่อรถบังคับทำงานกล้องก็จะเริ่มทำงานพร้อมกันด้วยและกล้องก็จะทำงานไปพร้อมกับรถบังคับเมื่อเราทำการบังคับให้รถเคลื่อนที่ภาพที่ได้ก็จะแสดงออกมาจากเว็บเพจที่ได้ออกแบบไว้โดยสามารถขยายภาพให้เต็มหน้าจอได้



รูปที่ 3.11 แสดงการออกแบบติดกล้องบนรถบังคับ

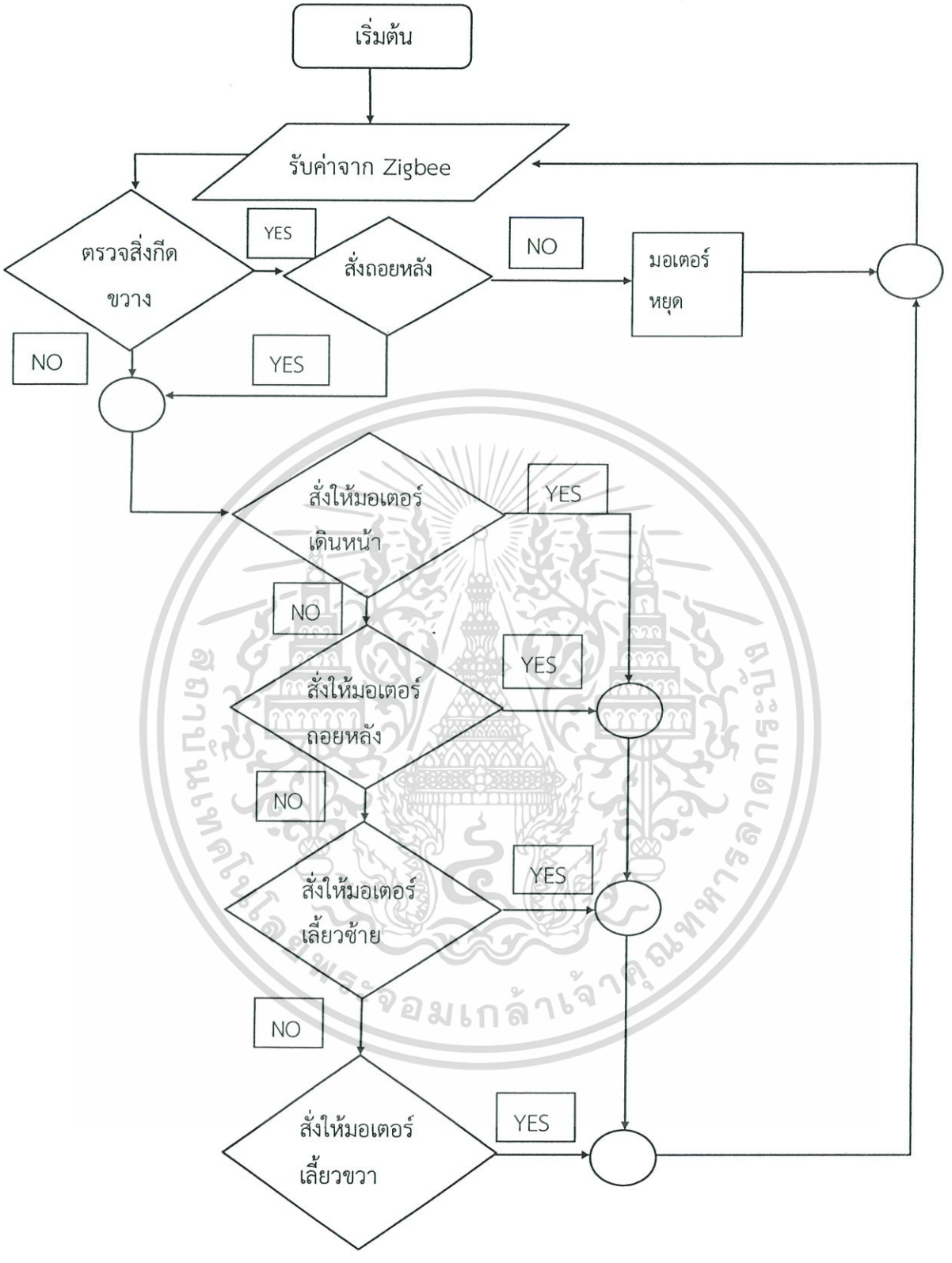
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 โฟล์วชาร์ทการทำงานของระบบ



รูปที่ 3.12 โฟล์วชาร์ทการทำงานของวงจรฝั่งส่ง(ถุงมือ)

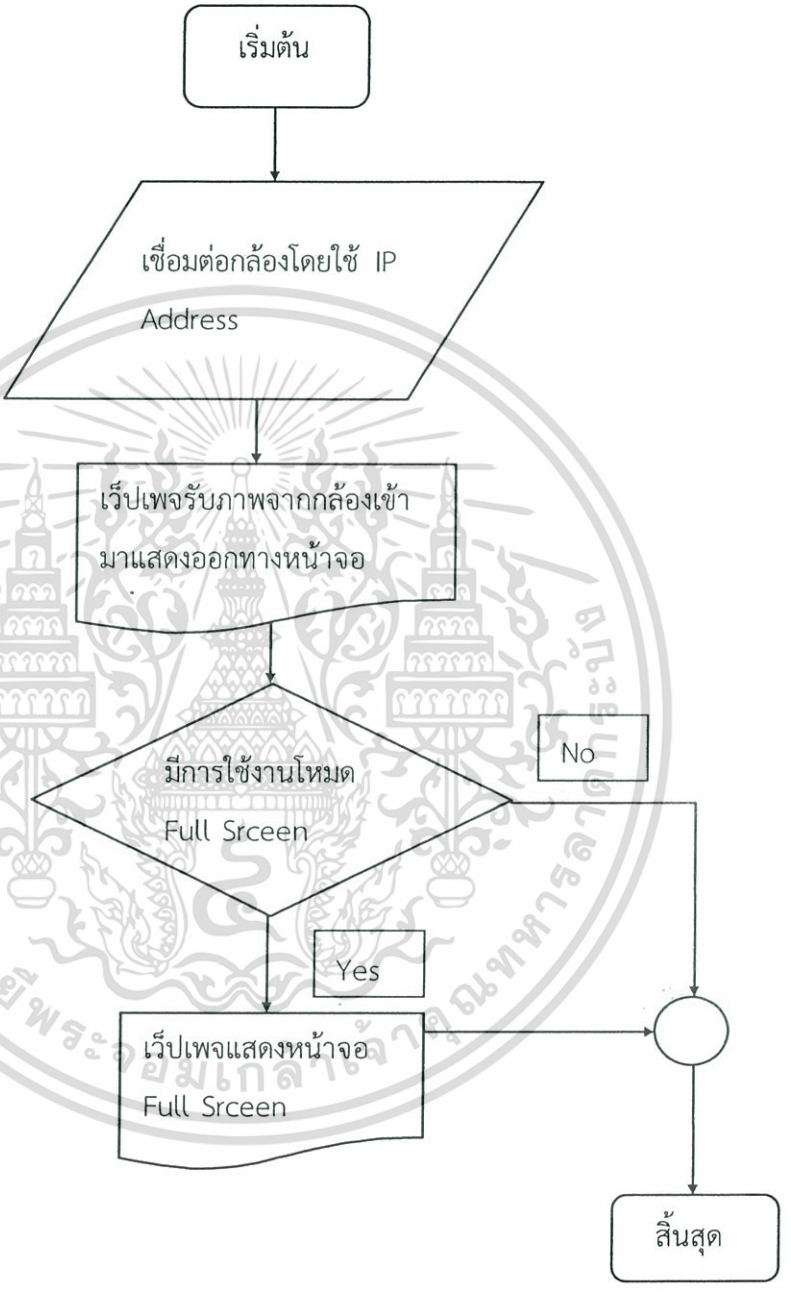
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 โฟล์วชาร์ทการทำงานของวงจรฝั่งรับ(รถบังคับ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 โฟล์วชาร์ทเว็ปเพจ



รูปที่ 3.14 โฟล์วชาร์ทการทำงานของเว็ปเพจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. คอมพิวเตอร์	2 เครื่อง
2. IC ATmega328	2 ตัว
3. ZigBee	2 ตัว
4. Gyro Sensor MPU6050	1ตัว
5. IC L293D	1 ตัว
6. DC motor	2 ตัว
7. ZigBee USB Dongle	2 เครื่อง
8. Ultrasonic sensor HC-SR04	1 ตัว
9. IP Camera Ai-Ball	1 ตัว

3.6 การจัดเก็บผลการทดลอง

1. เก็บค่าที่รับได้จาก MPU6050 ไว้ที่โปรแกรมของ Arduino ฝั่งรับ
2. ผลของการส่งค่าต่างๆจากฝั่งส่งจะอยู่ในโปรแกรม Arduino และ XTU
3. ผลของการรับค่าต่างๆที่ส่งมาจากฝั่งส่งจะอยู่ในโปรแกรม Arduino และ XTU

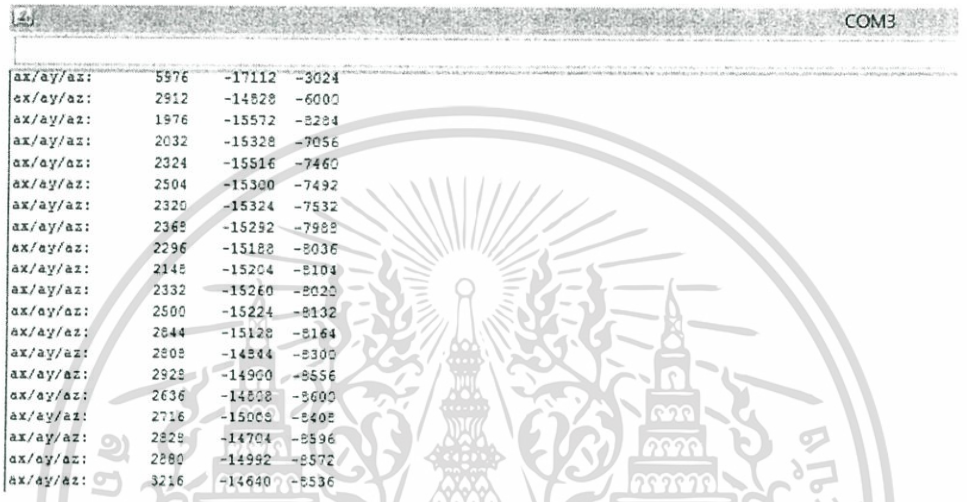
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการรับข้อมูลความเร่งจาก MPU6050

4.1.1 ผลการรับข้อมูลความเร่งจาก MPU6050 โดยใช้โปรแกรมของ Arduino



รูปที่ 4.1 ผลการรับข้อมูลความเร่งจาก MPU6050 จากโปรแกรม Arduino

จากรูปเป็นการแสดงค่าความเร่งตามแนวแกน x , y และ z ซึ่งจัดเรียงตามลำดับดังนี้ ax ,ay ,az โดยใช้โปรแกรมของArduino ในการรับและแสดงค่าซึ่งค่าที่แสดงผลออกมาเหล่านี้จะนำไปใช้ในการกำหนดท่าทางในการควบคุมรถบังคับให้เคลื่อนที่ไปในทิศทางต่างๆตาม MPU6050

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงการบันทึกผลอัตราความเร่งที่ได้จากMPU6050 สำหรับกรณีเดินหน้า (หน่วยคือ LSB)

	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
ax	1748	2126	2642	2636	2468	2696	2732	2640	2184	1648
ay	-480	-3040	-5828	-8388	-10560	-12544	-14248	-15544	-16024	-16548
az	-18084	-17780	-17200	-15952	-14428	-12332	-9722	-7321	-4704	-1104
ax	1876	2400	2616	7652	2504	2824	2788	2490	2112	1724
ay	-516	-3096	-5792	-8444	-10528	-12532	-14180	-15452	-16304	-16580
az	-18264	-17764	-17168	-15980	-14512	-12544	-9836	-7156	-4528	-1084
ax	1548	2408	2476	2816	2404	2912	2728	2516	2280	1632
ay	-436	-3156	-5812	-8460	-10500	-11345	-14332	-15508	-16188	-16504
az	-18236	-17940	-17036	-15942	-14368	-12300	-8200	-7240	-4440	-1104
ax	1156	2440	2500	2888	2436	2880	2720	2532	2252	1564
ay	-448	-3112	-5764	-8324	-10568	-12504	-14364	-15242	-16308	-16728
az	-18336	-17892	-17056	-15740	-14580	-12240	-9980	-7184	-5052	-1112
ax	1096	2576	2524	2720	2332	2876	2648	2608	2224	1680
ay	-452	-3080	-5744	-8256	-10608	-12600	-14296	-15500	-16196	-16488
az	-18228	-17900	-17176	-15924	-14408	-12328	-9616	-7228	-4592	-1060

ตารางแสดงถึงค่าของ Gyro Sensor โดยที่ค่า ay ลดลงเรื่อยๆจาก 0 ไปยัง -16,000 ค่า az เพิ่มขึ้นจากค่า -18,000 จนกระทั่งเข้าใกล้ 0 ax จะคงที่ตลอดช่วงบริเวณที่ใกล้เคียง 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงการบันทึกผลอัตราความเร่งที่ได้จากMPU6050 สำหรับกรณีถอยหลัง (หน่วยคือ LSB)

	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
ax	16680	16700	16620	16696	16648	16756	16720	16556	16640	16688
ay	476	692	432	752	600	770	580	500	508	580
az	-844	-620	-200	-456	-432	-456	-296	-524	-1080	-1124
ax	16560	16664	16696	16668	16620	16644	16616	16668	16788	16692
ay	420	576	516	720	652	704	576	564	524	508
az	-708	-472	-256	-372	-460	-536	-384	-444	-1024	-1086
ax	16672	16604	16652	16652	16592	16656	16684	16704	16824	16676
ay	344	628	496	684	632	724	596	560	520	596
az	-736	-592	-344	-324	-444	-460	-300	-332	-1048	-1048
ax	16660	16676	16708	16536	16560	16716	16452	16724	16796	16732
ay	504	650	380	628	640	712	544	576	484	644
az	-696	-620	-348	-396	-420	-444	-284	-256	-1064	-1416
ax	16044	16728	16756	16704	16512	16652	16604	16680	16754	16690
ay	476	640	348	768	596	704	572	532	512	772
az	-536	-652	-296	-480	-404	-452	-268	-324	-1024	-1500

ตารางแสดงถึงค่าของ Gyro Sensor โดยที่ ax, ay, az จะคงที่โดยที่ ค่า ax จะคงที่อยู่ที่ค่าประมาณ 16,000 ส่วน ay, az จะคงที่อยู่ค่าที่ประมาณ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงการบันทึกผลอัตราความเร่งที่ได้จาก MPU6050 สำหรับกรณีเลี้ยวซ้าย (หน่วยคือ LSB)

	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
ax	-1000	-4128	-6432	-8620	-10856	-12904	-14304	-15224	-15526	-15804
ay	-112	-692	-748	-1028	-1256	-1320	-1428	-1552	-1456	-1476
az	14716	14376	13224	12072	10100	8096	5660	2732	-100	-3628
ax	-976	-4012	-6492	-8672	-10856	-12956	-14268	-15276	-15752	-15760
ay	-280	-712	-816	-1080	-1208	-1232	-1420	-1444	-1352	-1492
az	14804	14196	13156	12221	10136	8436	5532	2860	-128	-2944
ax	-944	-4076	-6376	-8592	-10844	-13092	-14324	-15206	-15812	-15848
ay	-276	-688	-768	-1064	-1152	-1340	-1364	-1460	-1472	-1424
az	14868	14378	13164	12048	10276	8160	5772	2864	-76	-3224
ax	-856	-4032	-6472	-8680	-10712	-13328	-14220	-15284	-15784	-15760
ay	-252	-676	-876	-1036	-1164	-1296	-1452	-1484	-1512	-1596
az	14892	14452	13148	12072	10224	8124	5520	2932	-76	-3160
ax	-836	-4132	-6416	-8576	-11640	-12776	-14308	-15384	-15800	-15816
ay	-244	-628	-860	-1172	-1224	-1372	-1316	-1360	-1356	-1400
az	14852	14516	13252	11980	11980	8156	5636	2732	-204	-3268

ตารางแสดงถึงค่าของ Gyro Sensor โดยที่ค่า az จะลดลงจากค่าประมาณ 15,000 ลงเรื่อยๆจนถึง 0 ส่วน ax จะลดลงจากค่าประมาณ 0 ไปที่ค่าประมาณ -15,000 ay จะคงที่ตรงบริเวณที่ค่า 0 ตลอดช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงการบันทึกผลอัตราความเร่งที่ได้จาก MPU6050 สำหรับกรณีเลี้ยวขวา (หน่วยคือ LSB)

	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
ax	-992	1756	4664	7120	9380	11609	13536	14914	16052	16772
ay	-220	20	64	192	216	640	512	728	772	960
az	14996	14552	14336	13472	12120	10684	8016	5812	3172	-452
ax	-1088	1704	4400	7764	9376	11708	13440	15012	16112	16676
ay	-112	28	68	180	336	592	556	676	824	848
az	14776	14708	14328	13300	12308	10252	8120	5736	3164	-316
ax	-1084	1764	4372	7100	9296	11676	13564	15052	16204	16596
ay	-120	40	84	160	396	568	584	736	808	840
az	14836	14780	14396	13288	12232	10200	8272	5600	3158	-332
ax	-968	1628	4348	7548	9208	11648	13572	15080	15988	16680
ay	-128	76	76	176	344	440	640	708	860	872
az	14740	14876	14396	13460	12396	10180	8168	5676	3032	-384
ax	-836	1680	4300	7060	9354	11695	13552	15008	16136	16620
ay	-160	92	152	192	468	444	456	644	812	892
az	14864	14764	14328	13508	12380	10292	7928	5728	3076	-320

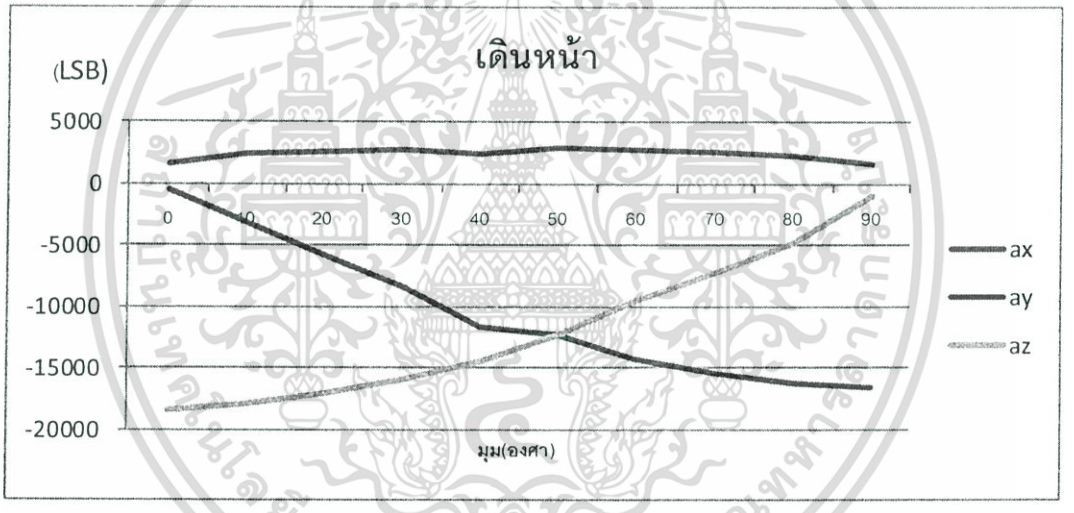
ตารางแสดงถึงค่าของ Gyro Sensor โดยที่ค่า az ลดลงเรื่อยๆจากค่าประมาณ 15,000 ไปยัง ค่าประมาณ 0 ค่า ax เพิ่มขึ้นจากค่าประมาณ 0 ไปจนค่าประมาณ 15,000 ส่วนค่า ay จ่าคงที่อยู่ที่ค่าประมาณ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงการบันทึกผลอัตราความเร่งเฉลี่ยที่ได้จาก MPU6050 สำหรับกรณีเดินหน้า (หน่วยคือ LSB)

	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
ax	1685	2390	2252	2702	2427	2838	2723	2553	2210	1650
ay	-466	-3097	-5788	-8374	-11757	-12287	-14282	-15449	-16200	-16510
az	-18330	-17855	-17127	-15908	-14459	-12348	-9551	-7219	-4863	-1093

จากตารางที่ 4.5 สามารถพล็อตเป็นกราฟได้ดังรูปต่อไปนี้



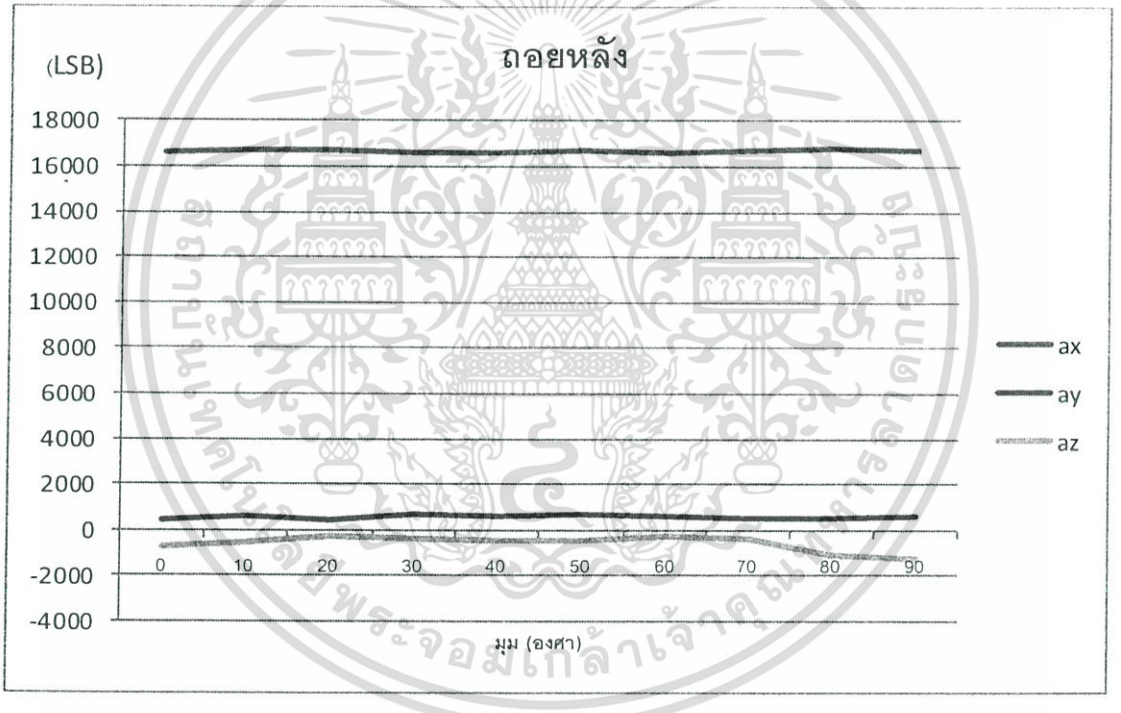
รูปที่ 4.2 แสดงกราฟ ax,ay และ az ในกรณีสั่งให้รถบังคับเดินหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงการบันทึกผลอัตราความเร่งเฉลี่ยที่ได้จาก MPU6050 สำหรับกรณีถอยหลัง (หน่วยคือ LSB)

	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
ax	16643	15574	16686	16651	16568	16684	16615	16666	16760	16694
ay	444	638	434	718	624	713	573	546	506	620
az	-704	-591	-289	-406	-432	-470	-306	-376	-1048	-1235

จากตารางที่ 4.6 สามารถพล็อตเป็นกราฟได้ดังรูปต่อไปนี้



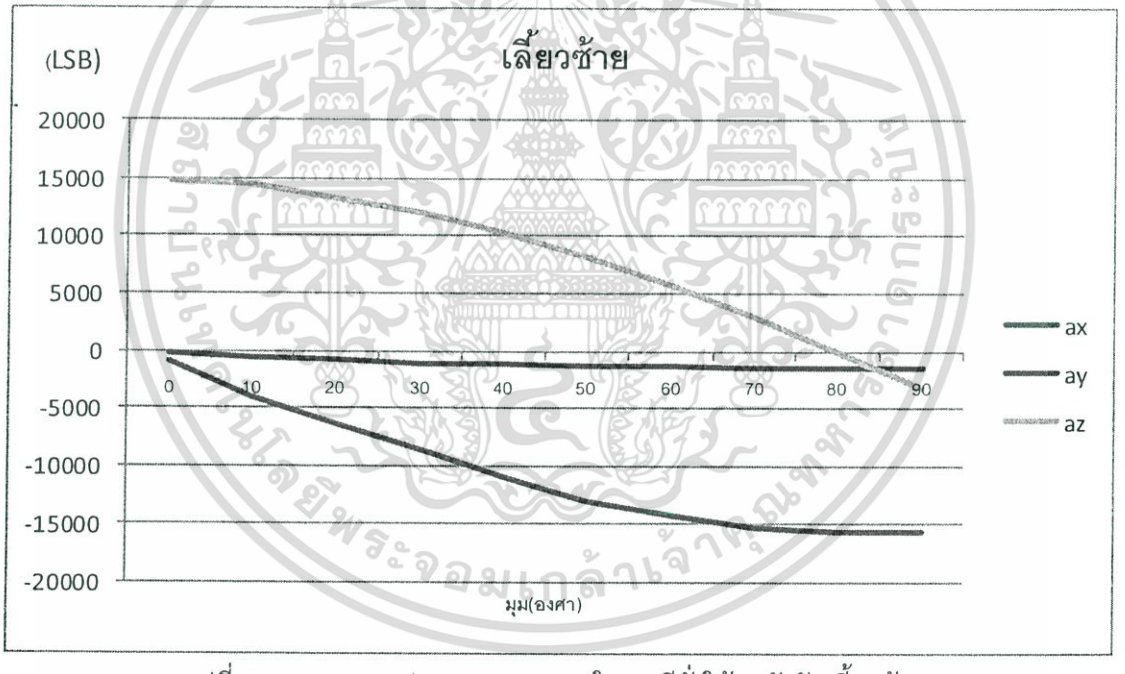
รูปที่ 4.3 แสดงกราฟ ax,ay และ az ในกรณีสั่งให้รถบังคับถอยหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงการบันทึกผลอัตราความเร่งเฉลี่ยที่ได้จาก MPU6050 สำหรับกรณีเลี้ยวซ้าย (หน่วยคือ LSB)

	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
ax	-922	-4076	-6438	-8628	-10990	-13011	-14285	-15275	-15735	-15798
ay	-233	-675	-814	-1076	-1201	-1312	-1396	-1460	-1426	-1478
az	14826	14383	13188	12078	10216	8194	5624	2824	-116	-3245

จากตารางที่ 4.7 สามารถพล็อตเป็นกราฟได้ดังรูปต่อไปนี้



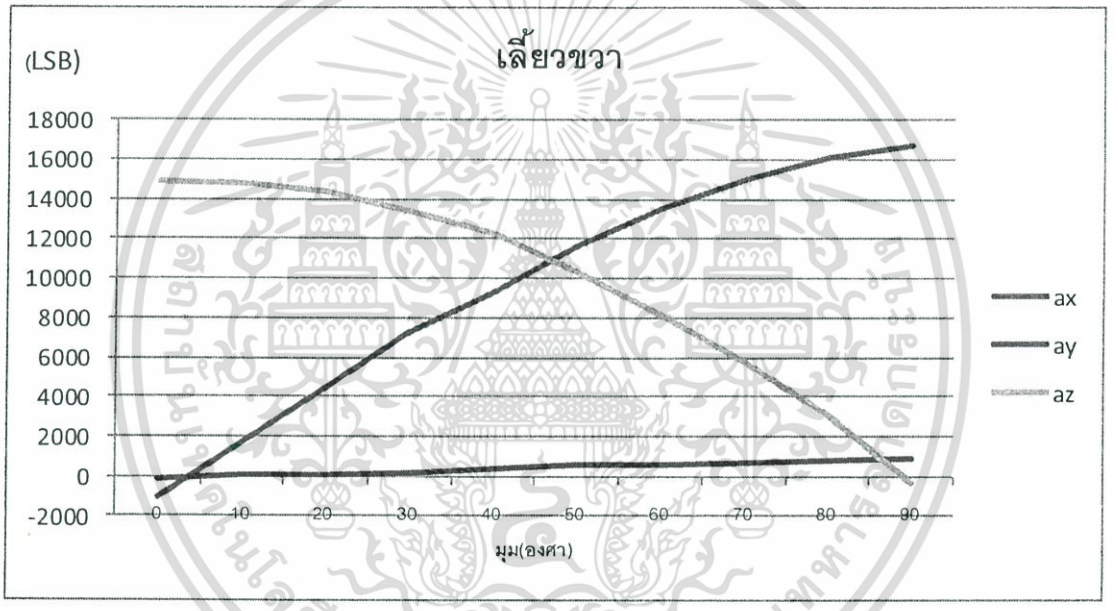
รูปที่ 4.4 แสดงกราฟ ax,ay และ az ในกรณีสั่งให้รถบังคับเลี้ยวซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงการบันทึกผลอัตราความเร่งเฉลี่ยที่ได้จาก MPU6050 สำหรับกรณีเลี้ยวขวา (หน่วยคือ LSB)

	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
ax	-994	1706	4417	7318	9335	11667	13533	15013	16098	16669
ay	-150	51	89	180	352	537	550	698	815	902
az	14842	14736	14357	13406	12287	10323	8105	5710	3122	-361

จากตารางที่ 4.8 สามารถพล็อตเป็นกราฟได้ดังรูปต่อไปนี้



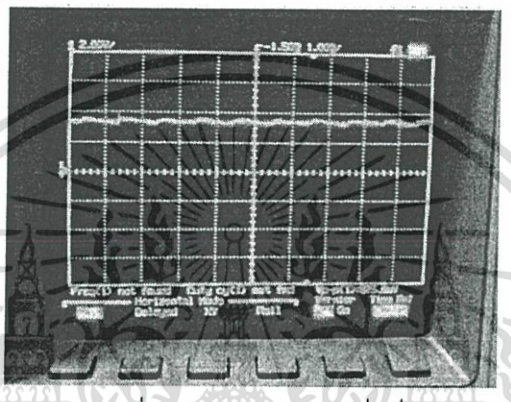
รูปที่ 4.5 แสดงกราฟ ax,ay และ az ในกรณีสั่งให้รถบังคับเลี้ยวขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลของการควบคุมมอเตอร์ให้หมุนตาม MPU6050

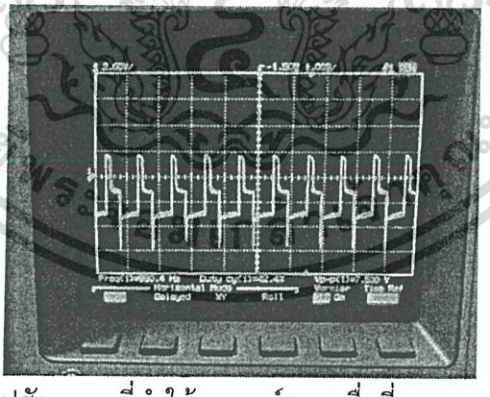
4.2.1 ผลการวัดสัญญาณตอบสนองจาก L293D ที่สั่งให้มอเตอร์หมุน ตาม MPU6050

เมื่อทำการรับค่าจากMPU6050แล้วก็จะทำการเขียนโปรแกรมเพื่อให้ไมโครคอนโทรเลอร์สั่งให้มอเตอร์หมุนตามMPU6050 โดยจะต่อวงจรMPU6050เชื่อมต่อไมโครคอนโทรเลอร์และมอเตอร์ จากนั้นทำการวัดสัญญาณจากขาเอาต์พุตของL293D ที่สั่งให้มอเตอร์หมุนจะได้ผลดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.6 แสดงรูปสัญญาณที่ทำให้มอเตอร์หมุนเพื่อที่จะควบคุมรถไปข้างหน้า

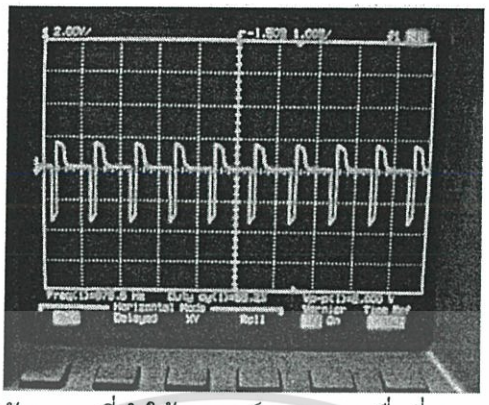
จากรูปสัญญาณที่เราวัดได้เป็นสัญญาณที่มีขนาดประมาน 3.6 V ถึง 3.8 V ซึ่งทำให้มอเตอร์หมุนได้อย่างรวดเร็ว โดยการใช้หลักการของ PWM ซึ่งเกิดจากการต่ออุปกรณ์ L293D เข้าไปในวงจรเพื่อควบคุมอัตราความเร็วของมอเตอร์



รูปที่ 4.7 แสดงรูปสัญญาณที่ทำให้มอเตอร์หมุนเพื่อที่จะควบคุมรถให้ถอยหลัง

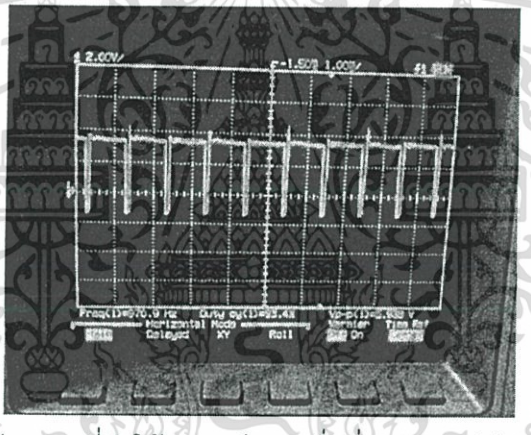
จากรูปสัญญาณที่เราวัดได้เป็นสัญญาณที่มีความกว้างของพัลส์ที่กว้างเป็นลบและความกว้างของพัลส์ที่แคบเป็นบวก ทำให้มอเตอร์หมุนไปในทิศทางตรงข้ามกับการหมุนเพื่อเดินหน้าที่จะควบคุมรถไปข้างหน้าและมีความเร็วที่ช้ากว่าการหมุนเพื่อเดินหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แสดงรูปสัญญาณที่ทำให้มอเตอร์หยุดหมุนเพื่อที่จะควบคุมให้รถหยุดนิ่ง

จากรูปสัญญาณที่เราทำการวัดได้เป็นสัญญาณที่มีลักษณะความต่างศักดิ์ไฟฟ้าของพัลล์ที่กว้างเป็นศูนย์สลับกับพัลล์ที่แคบมีความต่างศักดิ์ไฟฟ้าเป็นบวกและลบสลับกัน ทำให้มอเตอร์หยุดนิ่งไม่เคลื่อนไหว



รูปที่ 4.9 แสดงรูปสัญญาณที่ทำให้มอเตอร์หมุนเพื่อที่จะควบคุมให้รถเลี้ยวซ้ายและขวา

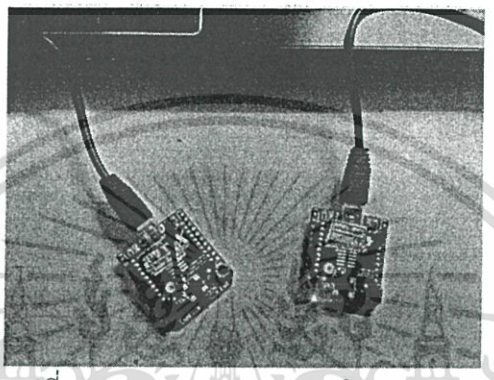
จากรูปสัญญาณที่เราทำการวัดได้เป็นสัญญาณที่มีพัลล์ที่กว้างและเป็นสัญญาณที่มีขนาดบวกจึงทำให้มอเตอร์หมุนไปได้อย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการเชื่อมต่อระหว่าง Arduino กับ ZigBee

4.3.1 การคอนฟิก ZigBee

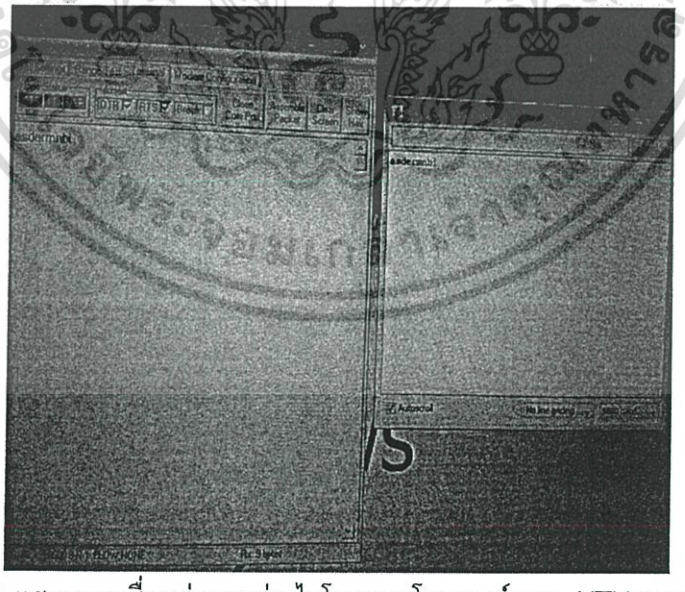
การคอนฟิก ZigBee เป็นการตั้งค่าต่างๆเพื่อให้อุปกรณ์ ZigBee สองตัวนี้สามารถสื่อสารกันและส่งข้อมูลได้ซึ่งเราจะต้องตั้งค่าไว้ให้ตัวหนึ่งเป็นตัวต้นทางและอีกตัวหนึ่งเป็นตัวปลายทางแล้วใช้โปรแกรม X-CTU ทำการตรวจสอบการสื่อสารว่าอุปกรณ์สองตัวนี้สามารถสื่อสารกันได้และข้อมูลที่ได้รับถูกต้อง



รูปที่ 4.10 แสดงภาพการคอนฟิก ZigBee

4.3.2 ผลการเชื่อมต่อระหว่าง ไมโครคอนโทรเลอร์ กับ ZigBee

เมื่อทำการสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์ กับ ZigBee โดยใช้โปรแกรม Arduino และ โปรแกรม XTU

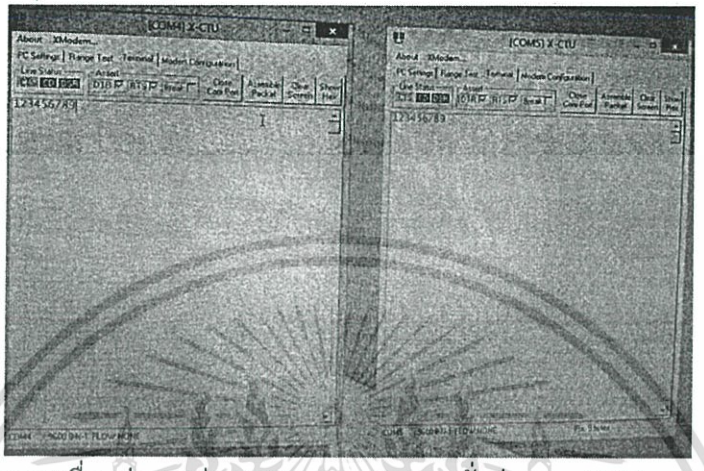


รูปที่ 4.11 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์และ XTU ของ ZigBee

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ผลการเชื่อมต่อระหว่าง ZigBee กับ ZigBee

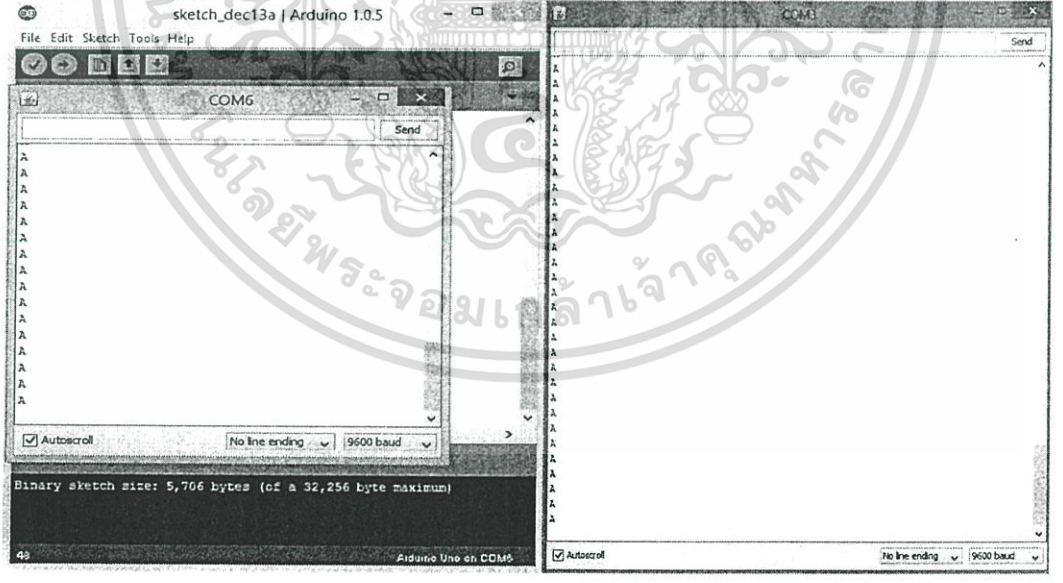
เพื่อทำการเชื่อมต่อกันเราจะต้องทำการคอนฟิกเพื่อตั้งค่าต่างๆสำหรับอุปกรณ์ ZigBee ฝั่งส่ง และ อุปกรณ์ ZigBee ฝั่งรับให้สามารถสื่อสารกันได้



รูปที่ 4.12 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง XTU ของ ZigBee ฝั่งส่ง และ XTU ของ ZigBee ฝั่งรับ

4.3.4 ผลการส่งข้อมูลของ MPU6050 ไปควบคุมมอเตอร์

เมื่อข้อมูลของ MPU6050 สามารถส่งจาก ZigBee ต้นทาง ไปยัง ZigBee ปลายทาง ได้แล้วก็จะส่งข้อมูลมายัง Arduino ปลายทางซึ่งจะส่งข้อมูลนี้ไปควบคุมมอเตอร์โดยผ่าน L293D

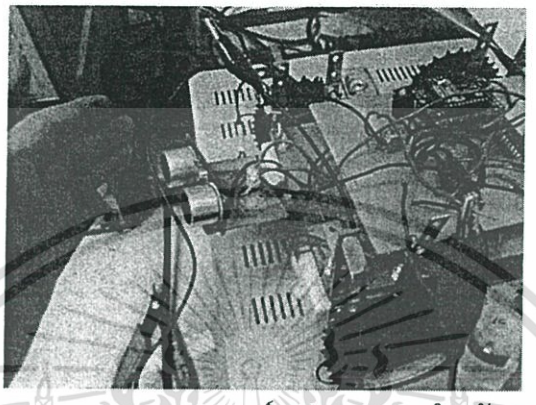


รูปที่ 4.13 ผลการส่งข้อมูลของ MPU6050 ไปยัง Arduino เพื่อควบคุมมอเตอร์

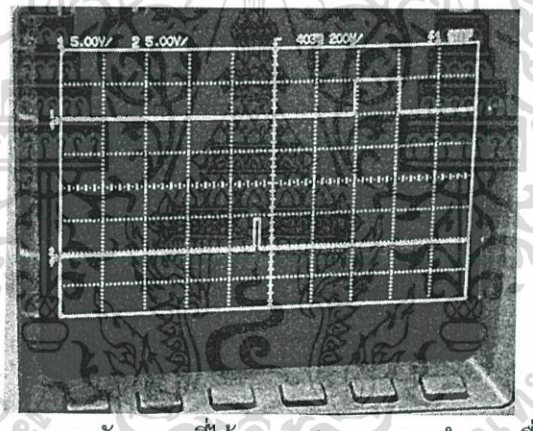
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการสร้างวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวางโดยใช้ Ultrasonic Sensor

จากการทำการสร้างวงจรเซนเซอร์ Ultrasonic ที่ใช้สำหรับเตือนสิ่งกีดขวางเพื่อกันชนและแสดงให้ผู้ควบคุมทราบว่ารถบังคับอยู่ใกล้สิ่งกีดขวางพร้อมทั้งสั่งให้รถหยุดแบบอัตโนมัติและส่งสัญญาณเสียง



รูปที่ 4.14 แสดงการทดสอบวงจรเซนเซอร์ Ultrasonic สำหรับตรวจจับสิ่งกีดขวาง



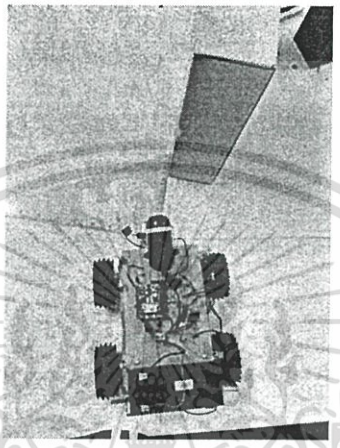
รูปที่ 4.15 แสดงผลของสัญญาณที่ได้จาก Ultrasonic ทำงานเมื่อมีสิ่งกีดขวาง

จากรูปที่ 4.13 สัญญาณด้านบนคือสัญญาณของขา Echo ซึ่งความกว้างของคลื่นสัญญาณจะกว้างตามระยะทางที่ตอบสนองต่อสิ่งกีดขวาง ส่วนสัญญาณด้านล่างคือสัญญาณของขา Trig ซึ่งเป็นสัญญาณที่ Ultrasonic ส่งสัญญาณออกไปเพื่อกระทบต่อสิ่งกีดขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 ผลการวัดค่าระยะตอบสนองของเซ็นเซอร์ Ultrasonic

สำหรับการตอบสนองของเซ็นเซอร์ Ultrasonic จะตอบสนองในระยะที่แตกต่างกันออกไปในกรณีที่สิ่งกีดขวางทำมุมต่างๆ ซึ่งได้ทำการทดสอบและบันทึกค่าที่ได้ตามตารางการบันทึกผลการตอบสนองของเซ็นเซอร์ Ultrasonic



รูปที่ 4.16 แสดงการวัดระยะตอบสนองในกรณีที่สิ่งกีดขวางทำมุมต่างๆ

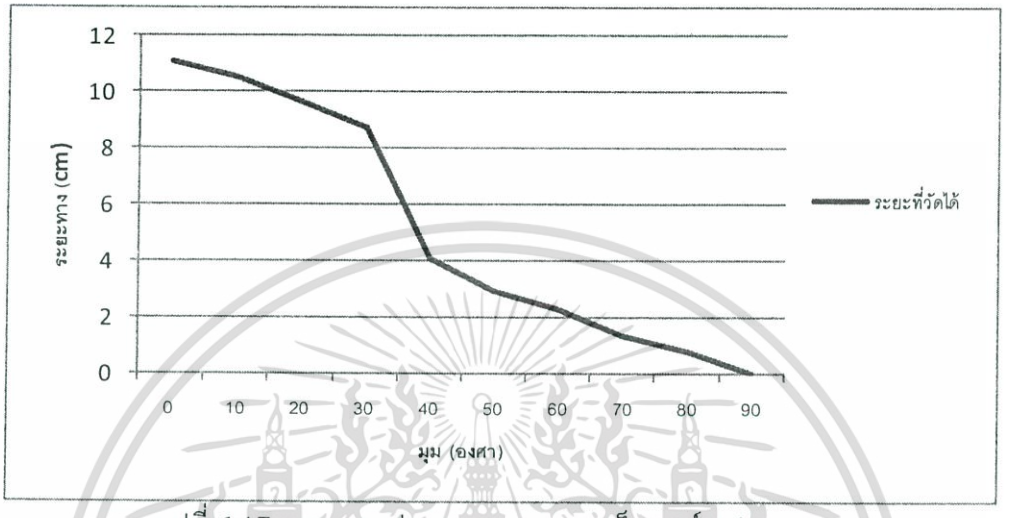
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 แสดงการบันทึกผลการตอบสนองของเซ็นเซอร์ Ultrasonic

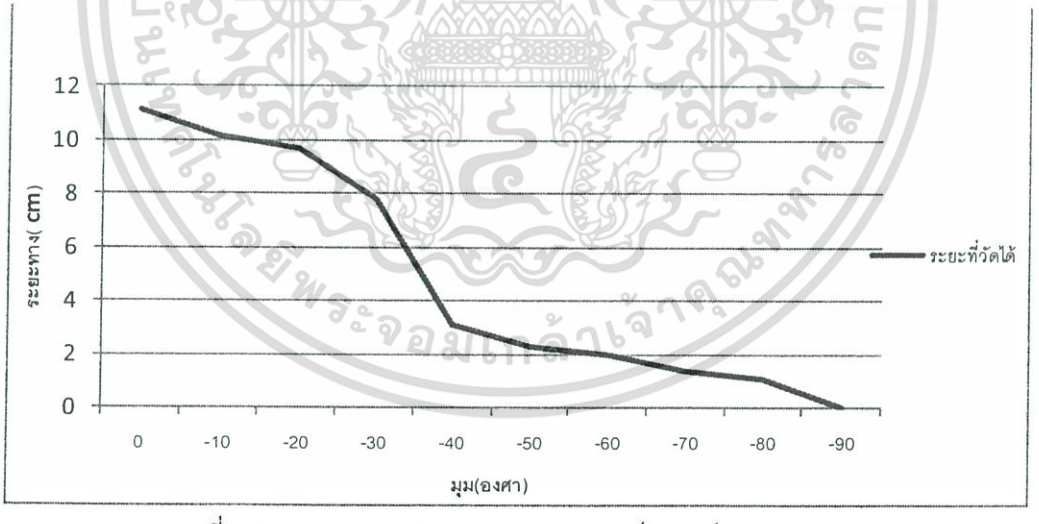
องศาเบี่ยงเบน	ระยะเซนเซอร์ (cm.)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
-90	-	-	-	-
-80	1.0	1.1	1.1	1.07
-70	1.4	1.3	1.4	1.37
-60	2.0	1.9	1.9	1.93
-50	2.2	2.3	2.2	2.23
-40	3.0	3.1	3.2	3.10
-30	7.9	7.7	7.9	7.83
-20	9.7	9.7	9.6	9.67
-10	10.2	10.3	10.0	10.17
0	11.0	11.3	11.0	11.10
10	10.5	10.4	10.7	10.53
20	9.5	9.7	9.7	9.63
30	8.8	8.7	8.6	8.7
40	4.0	4.2	4.1	4.1
50	3.0	2.9	2.9	2.93
60	2.4	2.2	2.3	2.30
70	1.3	1.3	1.4	1.33
80	0.8	0.7	0.8	0.77
90	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการบันทึกค่าตามตารางที่ 4.9 เมื่อนำค่ามาสร้างเป็นกราฟสามารถแสดงได้ตามรูปดังนี้



รูปที่ 4.17 แสดงกราฟการตอบสนองของเซ็นเซอร์ Ultrasonic
เมื่อวัตถุทำมุม 0 ถึง 90 องศา

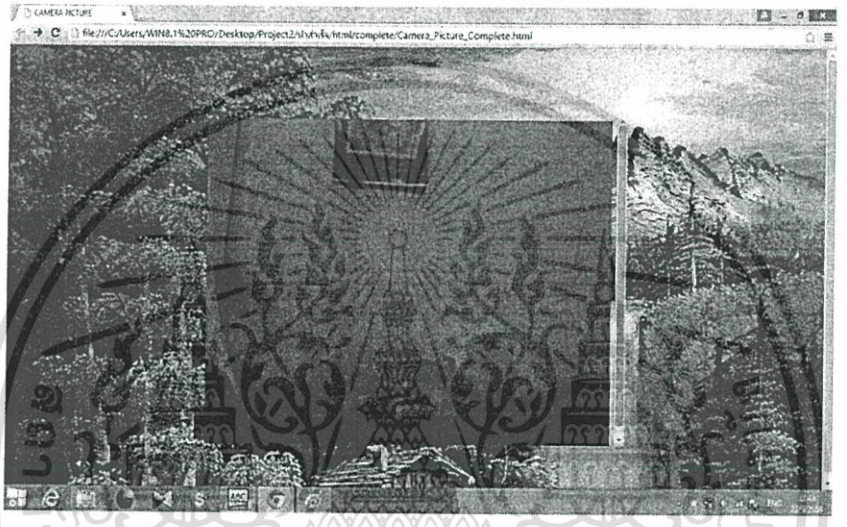


รูปที่ 4.18 แสดงกราฟการตอบสนองของเซ็นเซอร์ Ultrasonic
เมื่อวัตถุทำมุม 0 ถึง -90 องศา

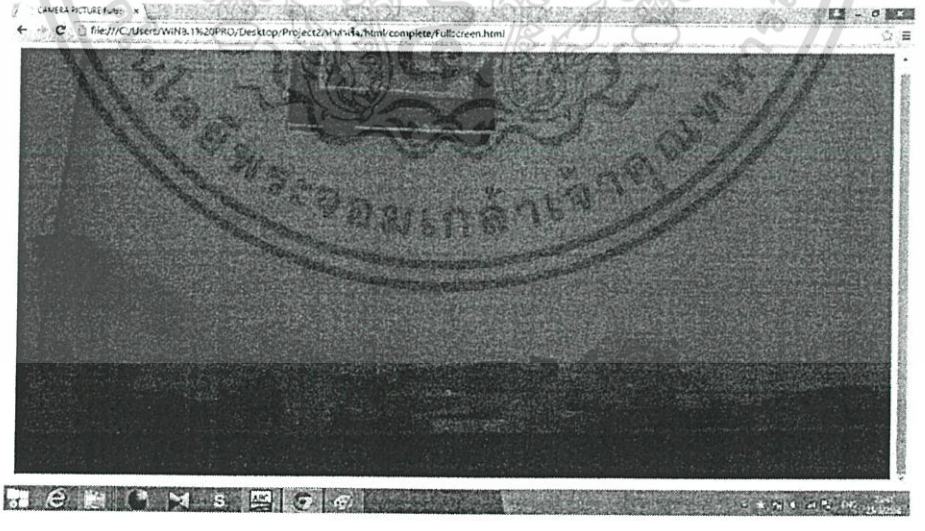
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการสร้างเว็ปเพจสำหรับรับภาพจากกล้อง

เมื่อรถบังคับเริ่มทำงาน กล้องก็จะเริ่มทำงานและแสดงภาพสภาพแวดล้อมรอบๆ ออกมาทางเว็ปเพจที่สร้างขึ้นโดยกล้องที่ใช้จะปล่อยสัญญาณไวไฟออกมาจากนั้นเราก็จะสามารถเข้าถึงกล้องได้โดยใช้ IP Address ของกล้องเมื่อสามารถเชื่อมต่อกล้องและเว็ปเพจที่สร้างขึ้นก็จะแสดงภาพออกมา ซึ่งเว็ปเพจที่เราสร้างขึ้นเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา HTML และสามารถขยายดูแบบเต็มหน้าจอได้



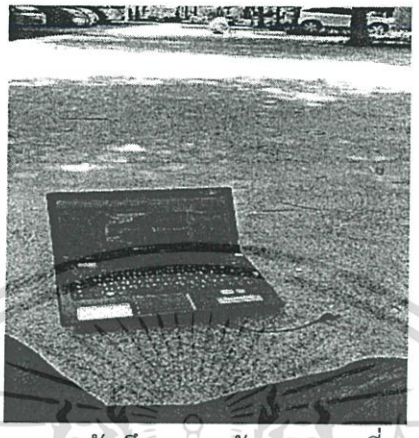
รูปที่ 4.19 แสดงภาพของเว็ปเพจที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นมาเพื่อรับภาพจากกล้อง



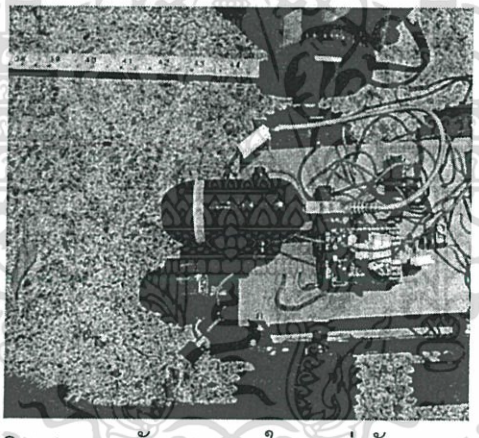
รูปที่ 4.20 แสดงภาพเต็มหน้าจอที่เป็นฟังก์ชันของเว็ปเพจที่สร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อสร้างเว็บเพจสำหรับรับภาพจากกล้องแล้วเสร็จก็ทำการวัดความสามารถในการรับภาพจากกล้องซึ่งเป็นการทดลองหาระยะทางในการสื่อสารกันระหว่างคอมพิวเตอร์และกล้องที่ติดกับรถ



รูปที่ 4.21 แสดงการทดลองบันทึกผลการวัดระยะทางที่สามารถติดต่อกับกล้อง



รูปที่ 4.22 แสดงการวัดระยะทางในการส่งสัญญาณของกล้อง

จากการทดสอบพบว่ากล้องสามารถส่งสัญญาณภาพในระยะทางประมาน 17 เมตรโดยได้จากการวัดระยะทางเฉลี่ยตามตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แสดงระยะทางในการทดสอบการส่งสัญญาณภาพของกล้อง

ครั้งที่	ระยะกล้อง(m.)
1	17.15
2	16.93
3	17.25
เฉลี่ย	17.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ผลการทดสอบการวิ่งของรถ

ทำการทดลองโดยที่บังคับรถไปตามเส้นที่ได้ลากเอาไว้จากนั้นวัดระยะที่ตัวรถได้เคลื่อนที่ห่างออกจากเส้น และคำนวณหาระยะทางของรถที่เคลื่อนที่ได้จริงๆเทียบกับระยะทางที่กำหนด โดยที่กำหนดระยะบังคับรถเป็นระยะทาง 6 เมตร

รูปที่ 4.23 แสดงการทดสอบวัดระยะทางคลาดเคลื่อนในการควบคุมรถ

ตารางที่ 4.11 แสดงระยะทางคลาดเคลื่อนเมื่อบังคับให้รถเดินหน้าตามเส้นเป็นระยะทาง 6 เมตร

ครั้งที่	ระยะทางผิดพลาด(cm)	เปอร์เซ็นความผิดพลาด
1	4.2	0.70
2	3.1	0.52
3	3.5	0.58
4	3.9	0.65
5	3.2	0.53
เฉลี่ย	3.58	0.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 แสดงระยะทางคลาดเคลื่อนเมื่อบังคับให้รถถอยหลังตามเส้นเป็นระยะทาง 6 เมตร

ครั้งที่	ระยะทางผิดพลาด(cm)	เปอร์เซ็นความผิดพลาด
1	7.3	1.22
2	8.0	1.33
3	8.4	1.40
4	7.9	1.32
5	8.2	1.37
เฉลี่ย	7.96	1.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์เรื่องระบบควบคุมรถโดยใช้ Sensor บังคับด้วยมือ โดยการที่ใช้ Gyro Sensor MPU6050 ติดอยู่กับถุงมือและส่งค่าความเร่งที่ได้ผ่านทาง ZigBee ไปยังไมโครคอนโทรเลอร์ฝั่งรถเพื่อที่จะควบคุมมอเตอร์ให้หมุนไปตามทิศทางตามความต้องการ โดยที่รถบังคับมีความสามารถดังนี้

1) เซ็นเซอร์ที่หน้ารถทำงานเมื่อตรวจพบสิ่งกีดขวาง และสั่งให้มอเตอร์รถหยุดหมุน
2) รับภาพจากกล้องและแสดงขึ้นเว็บเพจ โดยที่ระยะของกล้องที่สามารถส่งมาได้คือประมาณ 17 เมตร
3) สามารถบังคับได้ที่ระยะรัศมีประมาณ 105 เมตร

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากในการออกแบบในทางถุงมือฝั่งส่ง อุปกรณ์ที่ใช้สื่อสารกันคือ ZigBee ที่มีขนาดใหญ่ ราคาค่อนข้างแพง เมื่อทำการออกแบบวงจรออกมาแล้วจึงมีขนาดใหญ่ ไม่สะดวกต่อการใช้งานและพกพา และการควบคุมทิศทางมอเตอร์นั้นค่อนข้างที่ไม่แม่นยำเมื่อใช้ Gyro Sensor MPU6050

ทางผู้จัดทำจึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

1) อุปกรณ์ต้องปรับปรุงให้สะดวกแก่การพกพาและการใช้งาน
2) การออกแบบอุปกรณ์ควรมีความเป็นระเบียบ
3) ควรใช้เซ็นเซอร์ที่มีความเสถียรและแม่นยำมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ณัทภพ วัชรากรวุฒิ , ถุงมือควบคุมรถจำลอง Radio Control Car Using A Glove , ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2553.

[2] "ToTo Truck กับ ถุงมือบังคับแสนสะดวก". http://mcu56.learninginventions.org/?page_id=69.

[3] "Arduino to MPU6050".http://playground.arduino.cc/Main/MPU-6050.

[4] "SudoGlove Control System".http://jeremyblum.com/2010/05/09/sudoglove.

[5] http://www.circuitmagic.com/arduino/control-dc-motor-cwccw-with-mpu-6050-gyroaccelerometer-arduino/.

[6] "MPU-6050 + Arduino".http://communityofrobots.com/tutorial/kawal/xbee-and-arduino.

[7] "หนังสือคู่มือการใช้งาน".http://www.uniconboard.com/2013/index.php/download/category/6-book.

[8] "Embed a video into HTML page".http://www.youtube.com/watch?v=hZsXQu3eWbY.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การเขียนโปรแกรมสำหรับ ATmega328 ฝั่งถุงมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <Wire.h>
#include<I2Cdev.h>
#include<MPU6050.h>
MPU6050 mpu;

int16_t ax, ay, az;
int16_t gx, gy, gz;


void setup() {

Serial.begin(9600);
Serial.println("Initialize MPU");
mpu.initialize();
}

void loop() {
mpu.getMotion6(&ax, &ay, &az, &gx, &gy, &gz);
   ax = map(ax, -17000, 17000, -1500, 1500);
   ay = map(ay, -17000, 17000, -1500, 1500);
   az = map(az, -17000, 17000, -1500, 1500);

if(ax>2210&&ay<-8374&&az<-4863){
 Serial.println('A');
}

if(ax>16651&&ay>509&&az<-306){
 Serial.println('B');
}

if(ax<-8628&&ay<-1076&&az>-116){
 Serial.println('C');
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 if(ax>7318&&ay>180&&az>3122){
   Serial.println('E');
 }
  if((ax>0&&ay<0&&az>0)||(ax<0&&ay>0&&az<0)||(ax<0&&ay>0&&az>0))
 {
   Serial.println('G');
 }
 delay(200);
 return;
 }
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การเขียนโปรแกรมสำหรับ ATmega328 ฝั่งรถบังคับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <Wire.h>
#include<I2Cdev.h>

const int pin1 = 3;
const int pin2 = 5;
const int pin3 = 6;
const int pin4 = 7;
char msg = ' '; //contains the message from arduino sender

#define trigPin 12
#define echoPin 13
int led1 = 11;

void setup() {
Serial.begin(9600);

 pinMode(pin1,OUTPUT);
 pinMode(pin2,OUTPUT);
 pinMode(pin3,OUTPUT);
 pinMode(pin4,OUTPUT);

 pinMode(trigPin, OUTPUT);
 pinMode(echoPin, INPUT);
 pinMode(led1, OUTPUT);
}

void loop() {

while(Serial.available() > 0) {

msg=Serial.read();

if(msg=='A'){

Serial.println("A");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  float duration, distance;

   digitalWrite(trigPin, HIGH);
   delayMicroseconds(20);

   digitalWrite(trigPin, LOW);

   duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
   distance = (duration/2)*340/10000;

   if (distance >= 10.00 || distance <= 0.00){
     digitalWrite(pin1, LOW);
     digitalWrite(pin2, LOW);
     digitalWrite(pin3, LOW);
     digitalWrite(pin4, LOW);
     delay(20);
     digitalWrite(pin1,HIGH);
     digitalWrite(pin3,HIGH);

     digitalWrite(led1, LOW);
   }
  if (distance < 10.00 && distance > 0.00){
     digitalWrite(pin1, LOW);
     digitalWrite(pin2, LOW);
     digitalWrite(pin3, LOW);
     digitalWrite(pin4, LOW);

     digitalWrite(led1, HIGH);
     delay(20);
     digitalWrite(led1, LOW);

     }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
If(msg=='B'){

digitalWrite(pin1, LOW);
digitalWrite(pin2, LOW);
digitalWrite(pin3, LOW);
digitalWrite(pin4, LOW);
delay(20);
digitalWrite(pin2,HIGH);
digitalWrite(pin4,HIGH);
Serial.println("B");
}

if(msg=='C'){

Serial.println("C");

float duration, distance;

digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(20);

digitalWrite(trigPin, LOW);

duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
distance = (duration/2)*340/10000;

if (distance >= 10.00 || distance <= 0.00){
   digitalWrite(pin1, LOW);
   digitalWrite(pin2, LOW);
   digitalWrite(pin3, LOW);
   digitalWrite(pin4, LOW);
   delay(20);
   digitalWrite(pin1, HIGH);

   digitalWrite(led1, LOW);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if (distance < 10.00 && distance > 0.00){
       digitalWrite(pin1, LOW);
       digitalWrite(pin2, LOW);
       digitalWrite(pin3, LOW);
       digitalWrite(pin4, LOW);

       digitalWrite(led1, HIGH);
       delay(20);
       digitalWrite(led1, LOW);

     }
  }

  if(msg=='E'){

  Serial.println("E");

  float duration, distance;

   digitalWrite(trigPin, HIGH);
   delayMicroseconds(20);

   digitalWrite(trigPin, LOW);

   duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
   distance = (duration/2)*340/10000;

 if (distance >= 10.00 || distance <= 0.00){
     digitalWrite(pin1, LOW);
     digitalWrite(pin2, LOW);
     digitalWrite(pin3, LOW);
     digitalWrite(pin4, LOW);
     delay(20);
     digitalWrite(pin3, HIGH);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  digitalWrite(led1, LOW);
}

if (distance < 10.00 && distance > 0.00){
  digitalWrite(pin1, LOW);
  digitalWrite(pin2, LOW);
  digitalWrite(pin3, LOW);
  digitalWrite(pin4, LOW);

  digitalWrite(led1, HIGH);
  delay(20);
  digitalWrite(led1, LOW);

 }
}

if(msg=='G'){
digitalWrite(pin1, LOW);
digitalWrite(pin2, LOW);
digitalWrite(pin3, LOW);
digitalWrite(pin4, LOW);
Serial.println("G");

float duration, distance;
 digitalWrite(trigPin, HIGH);
 delayMicroseconds(20);
 digitalWrite(trigPin, LOW);
 duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
 distance = (duration/2)*340/10000;
 if (distance >= 10.00 || distance <= 0.00){

   digitalWrite(led1, LOW);
  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 if (distance < 10.00 && distance > 0.00){
     digitalWrite(led1, HIGH);
     delay(20);
     digitalWrite(led1, LOW);
  }
 }

 return;
 }
 }
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

HTML สำหรับสร้างเว็บเพจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<html>
    <head>
        <title>CAMERA PICTURE</title>
    </head>
    <body>
        <marquee behavior=alternate><FONT FACE="Blackadder ITC"><FONT
SIZE=4><FONT COLOR="#48D1CC"><U><H1>Video
Camera</H1></U></FONT></FONT></FONT></marquee>

        <CENTER><embed HEIGHT=500 WIDTH=700
src="http://192.168.2.1/fullscreen.html"><CENTER>

        <BODY BACKGROUND="11.jpg">

        <A
HREF="file:///C:/Users/WIN8.1%20PRO/Desktop/Project2//html/complete/Fullscreen.h
tml"><FONT SIZE=3><FONT COLOR="#FF0000">Fullscreen</FONT></FONT></A>

        <marquee direction= right behavior=alternate><IMG HEIGHT=50 WIDTH=70
SRC="02.gif"></marquee>

    </body>
</html>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้