การลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

REDUCING ACCIDENT FROM BREAKING THROUGH RED LIGHTS WITH IMAGE PROCESSING

วีรศักดิ์ มาลัย
ศศิภา จันทร์ชุ้น

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2020

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับที่....................../.....................
งานทะเบียนและประมวลผล
ฉบับที่...

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เรื่อง การลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

Reducing Accident from Breaking through Red Lights with Image Processing

ผู้จัดทำ

1. นายวีรศักดิ์ มาลัย รหัสนักศึกษา 60511077
2. นางสาวศศิภา จันทร์ชุ้น รหัสนักศึกษา 60511079

....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สักกะพันธ์ คล้ายดอกจันทร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อปริญญานิพนธ์	การลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ		
นักศึกษา	นายวีรศักดิ์	มาลัย	รหัสนักศึกษา 60511077
	นางสาวศศิภา	จันทร์ชุ้น	รหัสนักศึกษา 60511079
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สักกะพันธ์ คล้ายดอกจันทร์		
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์		
ปีการศึกษา	2563		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการนำเสนอระบบกล้องตรวจจับความเร็วเพื่อลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ ระบบจะประกอบไปด้วยสองส่วนคือ ระบบไฟจราจร และระบบประมวลผลภาพ โดยที่ระบบไฟจราจรมีสองชุดแต่ละชุด ประกอบไปด้วย ไฟเขียว ไฟเหลือง และไฟแดง ไฟแต่ละดวงทำจากแอลอีดี 91 ตัว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไฟแต่ละดวง 10 เซนติเมตร ใช้พีแอลซีในการควบคุมสัญญาณไฟจราจร และระบบประมวลผลภาพจะใช้ราสเบอร์รี่พายเป็นตัวประมวลผลซึ่งได้รับสัญญาณภาพจากกล้อง การทำงานของระบบเริ่มจากราสเบอร์รี่พายได้รับสัญญาณภาพจะทำการประมวลผลหาความเร็วรถ หากมีรถที่ขับขี่มาด้วยความเร็วเกิน 30 กม./ชม. ในระยะที่กล้องจับ 20 เมตร จะทำการหน่วงเวลาไฟแดงจากฝั่งที่กำลังจะเขียวไว้ 3 วินาทีแล้วทำการบันทึกภาพรถที่ฝ่าไฟแดงไว้ในโฟลเดอร์

จากการทดลองจับความเร็วรถด้วยจากการประมวลผลภาพการจับความเร็วรถที่ 35 กม./ชม. มีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดคือ 0.14 เปอร์เซ็นต์ และในการจับความเร็วรถที่ 50 กม./ชม. มีค่าความผิดพลาดมากที่สุดคือ 3.23 เปอร์เซ็นต์ เวลาในการประมวลผลของราสเบอร์รี่พายระบบจะใช้เวลามากที่สุดที่ 0.000211 วินาที และทดสอบระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพพบว่าระบบไฟจราจรสามารถทำงานได้ถูกต้องตามที่ได้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	Reducing Accident from Breaking through Red Lights with Image Processing	
Student	Mr. Wirasak Malai	ID 60511077
	Miss. Sasipa Chanchoon	ID 60511079
Advisor	Mr. Sakapan Klaydokjan	
Education Level	Bachelor of Engineering	
Degree	Electronics Engineering	
Academic Year	2020	

ABSTRACT

This thesis presents the Reducing Accident from Breaking through Red Lights with Image Processing. The system consists of two parts, traffic light system and image processing system. The traffic light system has two sets, each consisting of a green light, a yellow light and a red light, each of which is made of 91 LED. The diameter of each light is 10 cm. It uses PLC to control traffic lights and the image processing system uses Raspberry Pi as the processor, which receives the video signal from the camera. The system starts from the Raspberry Pi receiving the video signal to process the vehicle speed. If there is a car driving over 30 km/h within a distance of 20 meters captured by the camera, it will delay the red light from the green side for 3 seconds and save the image of a car running a red light to a folder.

From the experiment to detect the speed of the car by image processing, the car speed at 35 km/h has the least error of 0.14 percent, and in the speed of a car at 50 km/h there is an error. The highest error was 3.23 percent. The processing time of the raspberry pi took the most at 0.000211 seconds and testing the Reducing Accident from Breaking through Red Lights with Image Processing to found that the system can function properly as designed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยความช่วยเหลือ และการสนับสนุนจากบุคคลหลาย ๆ ท่าน ซึ่งผู้เขียนขอขอบพระคุณทุก ๆ ท่านดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ ผู้ซึ่งคอยให้การอบรมสั่งสอน เลี้ยงดู สนับสนุนการศึกษาตลอดจนให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สักกะพันธ์ คล้ายดอกจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำแนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด จนโครงงานเสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคะอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ คอยช่วยเหลือเสมอมา และขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ ที่ช่วยให้คำแนะนำดี ๆ จนทำให้โครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คณะผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

วีรศักดิ์ มาลัย

ศศิภา จันทร์ชุ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....VIII
สารบัญรูป.....IX
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน.....1
1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....1
1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....2
1.5 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ.....2
1.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....2
1.7 โครงสร้างปริญญานิพนธ์.....4

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....5
2.1 สัญญาณไฟจราจร.....5
2.1.1 ความหมายของสีที่ปรากฏบนสัญญาณไฟจราจร.....5
2.2 ไดโอดเปล่งแสง.....6
2.2.1 ตัวแปรต่างๆ ในการเลือกใชแอลอีดี.....6
2.3 มอสเฟต.....6
2.3.1 ย่านการทำงานของมอสเฟต.....7
2.3.2 วงจรไบอัสมอสเฟต.....8
2.4 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย.....8
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560.....9
2.5.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560.....9
2.6 แอลซีดี.....11
2.6.1 การแบ่งแอลซีดีตามลักษณะการแสดงผล.....11
2.6.2 การแบ่งแอลซีดีตามลักษณะการแสดงผล.....11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.7 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ 12
2.7.1 โครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ 12
2.7.2 แบบแสดงการทำงาน 13
2.7.3 ลักษณะการเขียนโปรแกรรม 14
2.8 บอร์ดราสเบอร์รี่พาย 15
2.8.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของบอร์ด 15
2.8.2 ส่วนประกอบของบอร์ดราสเบอร์รี่พายโมเดลบี 16
2.9 ภาษาไพทอน 17
2.10 รีเลย์ 18
2.10.1 ส่วนประกอบหลักของรีเลย์ 18
2.10.2 จุดต่อใช้งานมาตรฐานของรีเลย์ 18
2.10.3 ประเภทของรีเลย์ 18
2.10.4 รีเลย์สามารถแบ่งออกตามลักษณะของคอยล์ 19
2.10.5 คุณสมบัติที่ดีของรีเลย์ 19
2.11 การประมวลผลภาพ 20
2.11.1 เทคนิคที่ใช้ในการประมวลผลภาพ 20
2.12 แอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ท 21
2.12.1 โหมดการแสดงผล 21
2.12.2 การติดตาม 21
2.13 ระยะเบรกรถ 22
2.13.1 ระยะคิด 22
2.13.2 ระยะเบรก 23

บทที่ 3 การออกแบบ 24
3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการ .... ประมวลผลภาพ 24
3.1.1 ภาคอินพุต 24
3.1.2 ภาคประมวลผล 25
3.1.3 ภาคเอาต์พุต 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.2 การออกแบบวงจร.....25
3.2.1 วงจรรวมของการลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ.....25
3.2.2 การต่อไดโอดเปล่งแสง.....27
3.2.3 วงจรเปลี่ยนระดับแรงดันลอจิก.....29
3.2.4 วงจรส่วนประมวลผลราสเบอร์รี่พาย.....31
3.2.5 วงจรควบคุมไฟจราจรโดยใช้พีแอลซี.....31
3.2.6 วงจรส่วนแสดงผลผ่านแอลซีดี.....32
3.3 การคำนวณส่วนของการประมวลผลภาพ.....32
3.3.1 การคำนวณเวลาประมวลผล.....32
3.3.2 การคำนวณความเร็วรถ.....33
3.4 โฟร์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรม.....33
3.4.1 โฟร์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมตั้งเวลาไฟจราจร.....33
3.4.2 โฟร์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมแสดงผล.....34
3.4.3 โฟร์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมควบคุมไฟจราจร.....35
3.4.4 โฟร์ชาร์ตการทำงานของการประมวลผลภาพ.....37
3.5 ออกแบบโครงสร้างระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ.....38
3.5.1 โคมไฟจราจร.....38
3.5.2 ชุดควบคุมระบบไฟจราจร.....39
3.5.3 ไฟจราจร.....41
3.5.4 ระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ.....42

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....44
4.1 การทดลองสวิตช์ควบคุมสัญญาณไฟจราจร.....44
4.1.1 วัตถุประสงค์.....44
4.1.2 อุปกรณ์ในการทดลอง.....44
4.1.3 ขั้นตอนการทดลอง.....44
4.1.4 ผลการทดลอง.....45
4.2 การทดลองจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชัน.....46
4.2.1 วัตถุประสงค์.....46
4.2.2 อุปกรณ์ในการทดลอง.....46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.2.3 ขั้นตอนการทดลอง 46

4.2.4 ผลการทดลอง 47

4.3 การทดลองการจับความเร็วรถจากการประมวลผลภาพ 49

4.3.1 วัตถุประสงค์ 49

4.3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง 49

4.3.3 ขั้นตอนการทดลอง 50

4.3.4 ผลการทดลอง 50

4.4 การทดลองระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ 55

4.4.1 วัตถุประสงค์ 55

4.4.2 อุปกรณ์ในการทดลอง 55

4.4.3 ขั้นตอนการทดลอง 56

4.4.4 ผลการทดลอง 56

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 60

5.1 สรุปผลการทดลอง 60

5.1.1 การทดลองสวิตช์ควบคุมสัญญาณไฟจราจร 60

5.1.2 การทดลองจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชัน 60

5.1.3 การทดลองการจับความเร็วรถจากการประมวลผลภาพ 61

5.1.4 การทดลองระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ 61

5.2 ปัญหาและอุปสรรค 61

5.3 ข้อเสนอแนะ 61

เอกสารอ้างอิง 62

ภาคผนวก ก โปรแกรมควบคุมระบบ 63

ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งานการลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ 76

ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (datasheet) 82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 1 3
1.2 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 2 3
4.1 ตารางผลการทดลองสวิตช์ควบคุมสัญญาณไฟจราจร 45
4.2 ตารางผลการทดลองการจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ท 47
4.3 ตารางผลการทดลองการจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชัน Speedometer GPS 48
4.4 ตารางผลการทดลองการจับความเร็วรถจากการประมวลผลภาพ 50
4.5 ตารางผลการทดลองเวลาที่โปรแกรมใช้ประมวลผล 51
4.6 ตารางผลการทดลองระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 สีของไฟจราจร.....5
2.2 ไดโอดเปล่งแสง.....6
2.3 โครงสร้างของมอสเฟตแบบเอ็นฮานซ์เม็นท์ชนิดเอ็น 3 มิติ.....7
2.4 หลักการทั่วไปของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย.....8
2.5 ตำแหน่งและรูปร่างของไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560.....10
2.6 จอแอลซีดี 20x4.....12
2.7 แบบวงจรควบคุม.....13
2.8 แบบวงจรกำลัง.....13
2.9 การเขียนโปรแกรมแบบ Ladder Logic Editor.....14
2.10 การเขียนโปรแกรมแบบ Function Block Diagram Editor.....14
2.11 การเขียนโปรแกรมแบบ Statement List Editor.....15
2.12 ตัวอย่างโครงสร้างบอร์ดราสเบอร์รี่พายทั้ง 2 โมเดล.....15
2.13 ส่วนประกอบของบอร์ดบอร์ดราสเบอร์รี่พายโมเดลบี.....16
2.14 ภาษาไพทอน.....17
2.15 ส่วนประกอบของรีเลย์.....18
2.16 ระบบดูแลการจราจรบนท้องถนน.....21
2.17 แอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ท.....22
2.18 ค่าเฉลี่ยระยะหยุดรถในช่วงความเร็วต่างๆ.....23
3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ.24
3.2 วงจรรวมของระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ.....26
3.3 การต่อไฟจราจรสีเขียว.....27
3.4 การต่อไฟจราจรสีแดง.....28
3.5 การต่อไฟจราจรสีเหลือง.....29
3.6 วงจรเปลี่ยนระดับแรงดันลอจิกโดยใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์ควบคุม.....30
3.7 วงจรเปลี่ยนระดับแรงดันลอกจิกโดยใช้สวิตช์ควบคุม.....30
3.8 วงจรส่วนประมวลผลระหว่างกล้องและราสเบอร์รี่พาย.....31
3.9 วงจรควบคุมไฟจราจรโดยใช้พีแอลซี.....31
3.10 วงจรส่วนแสดงผลผ่านทางแอลซีดี.....32
3.11 การคำนวณความเร็วรถของกล้อง.....33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.12 โฟร์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมตั้งเวลาไฟจราจร....34
3.13 โฟร์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมแสดงผล....35
3.14 โฟร์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมควบคุมไฟจราจร....36
3.15 โฟร์ชาร์ตการทำงานของการประมวลผลภาพ....37
3.16 โมเดลโคมไฟจราจร....38
3.17 โคมไฟจราจร....38
3.18 โมเดลชุดควบคุมระบบไฟจราจร....39
3.19 ชุดควบคุมระบบไฟจราจร....40
3.20 โมเดลไฟจราจร....41
3.21 ไฟจราจร....42
3.2 ระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ....43
4.1 แอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ท....46
4.2 แอปพลิเคชัน Speedometer GPS....47
4.3 การจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ทจับความเร็วที่ 30 (กม./ชม.)....48
4.4 การจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ทจับความเร็วที่ 40 (กม./ชม.)....48
4.5 การจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชัน Speedometer GPS จับความเร็วที่ 30 (กม./ชม.)....49
4.6 การจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชัน Speedometer GPS จับความเร็วที่ 40 (กม./ชม.)....49
4.7 ความเร็วรถที่จับได้จากกล้องตรวจจับความเร็ว 25.43 (กม./ชม.)....51
4.8 ความเร็วรถที่จับได้จากกล้องตรวจจับความเร็ว 29.44 (กม./ชม.)....52
4.9 ความเร็วรถที่จับได้จากกล้องตรวจจับความเร็ว 34.22 (กม./ชม.)....52
4.10 ความเร็วรถที่จับได้จากกล้องตรวจจับความเร็ว 41.86 (กม./ชม.)....53
4.11 ความเร็วรถที่จับได้จากกล้องตรวจจับความเร็ว 46.10 (กม./ชม.)....53
4.12 ความเร็วรถที่จับได้จากกล้องตรวจจับความเร็ว 48.42 (กม./ชม.)....54
4.13 ความเร็วที่ใช้ในการประมวลผลที่ความเร็ว 50 กม./ชม.....54
4.14 การทดลองระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ....55
4.15 การทดลองจับความเร็วรถที่ 43 กม./ชม. (1)....57
4.16 การทดลองจับความเร็วรถที่ 43 กม./ชม. (2)....57
4.17 การทดลองจับความเร็วรถที่ 43 กม./ชม. (3)....58
4.18 การทดลองจับความเร็วรถที่ 32 กม./ชม. (1)....58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.19 การทดลองจับความเร็วรถที่ 32 กม./ชม. (2)..59
4.20 การทดลองจับความเร็วรถที่ 32 กม./ชม. (3)..59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน ขอบเขตของโครงงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน รวมถึงโครงสร้างปริญญานิพนธ์

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันการเดินทางของผู้คนส่วนมากใช้รถในการเดินทาง ซึ่งในสภาวะชั่วโมงเร่งด่วนผู้คนมักจะใช้ความเร็วในการเดินทางเพื่อให้ตนเองถึงจุดหมายปลายทางทันเวลา แต่การเร่งรีบอาจจะทำให้เกิดอุบัติเหตุ หนึ่งในอุบัติเหตุเหล่านั้นเกิดเนื่องมาจากการฝ่าสัญญาณไฟจราจร โดยผู้ขับขี่บางรายเมื่อสังเกตเห็นสัญญาณไฟเขียวจะเร่งเครื่องยนต์ให้เร็วขึ้นเพื่อไม่ให้ตนเองติดไฟแดงและเมื่อสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนจากไฟเขียวเป็นไฟเหลืองและเป็นไฟแดงในที่สุดรถยนต์ที่เร่งเครื่องมาด้วยความเร็วนั้นไม่สามารถเบรกเพื่อหยุดรถได้ทันจึงฝ่าไฟแดงไป ทำให้มีโอกาสสูงในการชนกับรถที่เพิ่งออกตัวจากการได้รับสัญญาณไฟเขียวจากอีกฝั่งซึ่งจะเกิดอุบัติเหตุทำให้สูญเสียชีวิตและทรัพย์สินในที่สุด

ด้วยเหตุนี้กลุ่มของข้าพเจ้าเล็งเห็นความสำคัญของปัญหาจึงจัดทำระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ ด้วยการหน่วงเวลาของไฟแดงในช่วงที่มีรถขับฝ่าไฟแดง และบันทึกภาพผู้ฝ่าไฟแดงไว้ ซึ่งจะช่วยลดอุบัติเหตุได้ในระดับหนึ่ง

1.2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน

1. เพื่อลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลภาพ
2. เพื่อใช้การประมวลผลภาพจับความเร็วรถขณะรถเข้าสู่สัญญาณไฟแดง
3. เพื่อควบคุมไฟจราจรให้รถทั้งสองฝั่งไม่ชนกันหากความเร็วรถเกินพิกัด
4. เพื่อบันทึกข้อมูลผู้ที่ฝ่าไฟแดง

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

การตรวจจับความเร็วรถโดยการประมวลผลภาพสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเช็คระยะใกล้ไกลจากไฟจราจร ในความเร็วรถที่แตกต่างกันจะมีระยะในการหยุดรถหรือเบรกรถขณะเข้าสู่สัญญาณไฟจราจรแตกต่างกันออกไป หากการประมวลผลภาพสามารถคำนวณความเร็วรถขณะเข้าสู่สัญญาณไฟจราจรได้ จะสามารถควบคุมไฟจราจรเมื่อความเร็วรถเกินพิกัดซึ่งสามารถทำให้ลดอุบัติเหตุได้ในระดับหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1. จำลองสี่แยกไฟจราจร

2. ไฟจราจรสามารถทำงานและให้สัญญาณไฟจราจรได้

3. สามารถใช้ราสเบอร์รี่พาย (Raspberry pi) ประมวลผลภาพเพื่อหาความเร็วรถได้

4. ระบบกล้องตรวจจับความเร็วสามารถทำงานประมวลผลและคำนวณความเร็วรถได้เฉพาะเวลากลางวัน

5. ทดสอบระบบกล้องตรวจจับความเร็วถ้าความเร็วรถเกินพิกัดให้สามารถควบคุมไฟจราจรได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงได้

2. สามารถบันทึกข้อมูลของผู้ที่ฝ่าไฟแดงได้

3. สามารถเขียนและออกแบบวงจรการลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลภาพ

4. ได้เรียนรู้การใช้ราสเบอร์รี่พายในการประมวลผลภาพ

1.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานที่ผู้จัดทำได้วางแผนไว้แบ่งออกเป็น 2 ช่วงใหญ่ๆ คือแผนการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 1 แผนการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 2 ซึ่งได้แจกแจงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 1.1 และตารางที่ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 1

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน			
	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
1. คิดหัวข้อโครงงานนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา	←→			
2. ศึกษาค้นคว้าการทำสัญญาณไฟจราจร	←→	←→		
3. จำลองสี่แยกไฟจราจร		←→	←→	
4. ทดลองสี่แยกไฟจราจร		←→	←→	←→

ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 2

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน				
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม
1. ศึกษาการใช้งานราสเบอร์รี่พาย	←→				
2. ใช้ราสเบอร์รี่พายประมวลภาพและคำนวณความเร็วรถ	←→	←→			
3. ทดสอบระบบกล้องและตรวจจับความเร็ว(เฉพาะเวลากลางวัน)		←→	←→	←→	
4. ทดลองกล้องตรวจจับความเร็วกับสัญญาณไฟจราจร		←→	←→	←→	←→

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 โครงสร้างปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็น 6 ส่วนหลัก ๆ คือ บทที่ 1 ถึงบทที่ 5 และภาคผนวก ซึ่งประกอบไปด้วย ภาคผนวก ก ภาคผนวก ข และภาคผนวก ค ซึ่งแต่ละส่วนอธิบายเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

บทที่ 1 ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ สมมุติฐานของการศึกษา ขอบเขตของการศึกษา ประโยชน์ที่ได้รับ ขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน รวมถึงโครงสร้างของโครงสร้างปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานและอุปกรณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

บทที่ 3 ในบทความนี้จะกล่าวถึงการออกแบบระบบไฟจราจร โดยมีบล็อกไดอะแกรมการทำงาน การออกแบบวงจร โฟร์ชาร์ต การคำนวณส่วนของการประมวลผลภาพ และโครงสร้างของระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

บทที่ 4 เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองการทำงานของการทดสอบระบบการลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

บทที่ 5 เนื้อหาในบทนี้จะเป็นการสรุปผลการทดลองและการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น และวิธีการแก้ปัญหาของระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพและอุปกรณ์ ได้แก่ สัญญาณไฟจราจร ไดโอดเปล่งแสง มอสเฟต สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560 แอลซีดี โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ บอร์ดราสเบอร์รี่พาย ภาษาไพทอน รีเลย์ การประมวลผลภาพ แอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ท ระยะเบรกรถ

2.1 สัญญาณไฟจราจร

ไฟจราจร [1] เป็นอุปกรณ์สัญญาณไฟที่สำคัญในงานจราจรเป็นอย่างมากที่จะปรากฏตามแยกถนนต่างๆ ทั้งทางเดินเท้า และสถานที่อื่นๆ เพื่อควบคุมการจราจรบนท้องถนน สัญญาณไฟจราจรโดยการแสดงสัญญาณให้กับผู้ที่ขับรถอยู่ตามท้องถนนทุกเส้นทาง ซึ่งจะเป็นการบอกสัญญาณให้รถหรือคนได้ระมัดระวัง เพื่อป้องกันอุบัติเหตุ

2.1.1 ความหมายของสีที่ปรากฏบนสัญญาณไฟจราจร

1. สีเขียว อนุญาตให้รถขับผ่านไปได้
2. สีเหลืองอำพัน เตรียมให้รถหยุด
3. สีแดง หยุดรถ

โดยรูปที่ 2.1 จะเป็นตัวอย่างสีของไฟจราจร

รูปที่ 2.1 สีของไฟจราจร

(**ที่มา:** https://1th.me/VTAKB)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ไดโอดเปล่งแสง

ไดโอดเปล่งแสง (light-emitting diode: LED) [2] รูปที่ 2.2 เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำจัดอยู่ในจำพวกไดโอดที่เมื่อถูกไบอัสตรงจะสามารถเปล่งแสงได้ในช่วงสเปกตรัมแคบ สีของแสงที่เปล่งออกมาขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุที่ใช้และเปล่งแสงได้ใกล้ช่วงอัลตราไวโอเลตช่วงแสงที่มองเห็นและช่วงอินฟราเรด

รูปที่ 2.2 ไดโอดเปล่งแสง
(**ที่มา:** https://1th.me/tLhdl/)

2.2.1 ตัวแปรต่าง ๆ ในการเลือกใช้ไดโอดเปล่งแสง

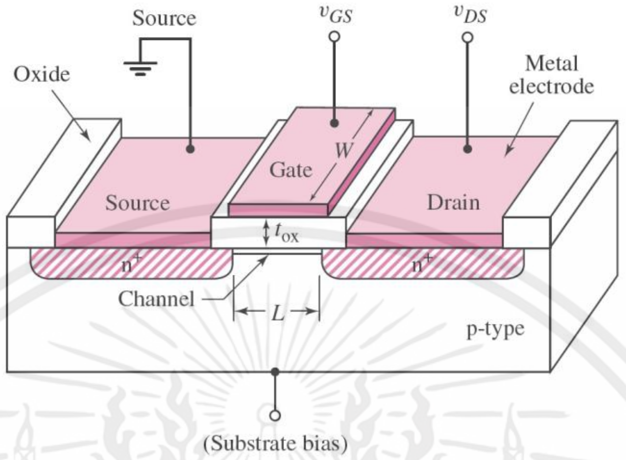
1. สีของแอลอีดี เป็นตัวบอกขนาดของความยาวคลื่นที่ไดโอดเปล่งแสงได้เปล่งแสงออกมา เช่น สีฟ้าจะมีความยาวคลื่นประมาณ 468 นาโนเมตร สีขาวจะมีความยาวคลื่นประมาณ 462 นาโนเมตร สีเหลืองจะมีความยาวคลื่นประมาณ 468 นาโนเมตร สีเขียวจะมีความยาวคลื่นประมาณ 565 นาโนเมตร สีแดงจะมีความยาวคลื่นประมาณ 630 นาโนเมตร เป็นต้น
2. เลนส์ เป็นตัวบอกประเภทและวัสดุที่ใช้ทำ
3. ความสว่างของแสง (millicandela rating) เป็นตัวบอกระดับความสว่างของแสง
4. อัตราการทนความต่างศักย์ไฟฟ้า เป็นความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ไดโอดเปล่งแสงรับได้และไม่เสียหาย

2.3 มอสเฟต

มอสเฟต [3] เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่มีการทำงานในลักษณะที่แปลงแรงดันเป็นกระแสกระแสที่ได้เป็นผลมาจากอิเล็กตรอนหรือโฮล ซึ่งเป็นพาหะข้างมาก ขึ้นอยู่กับว่าอุปกรณ์ดังกล่าวเป็นมอสเฟตชนิดเอ็น (NMOS) หรือมอสเฟตชนิดพี (PMOS) มอสเฟตสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แก่ มอสเฟตแบบดีพลีชัน (Depletion) และมอสเฟตแบบเอ็นฮานซ์เม็นท์ (Enhancement) มอสเฟตแต่ละประเภทยังสามารถแบ่งย่อยได้อีก 2 ชนิด คือ มอสเฟตชนิดเอ็น (NMOS) ซึ่งมีประจุพาหะอิเล็กตรอนเป็นตัวนำกระแส และมอสเฟตชนิดพี (PMOS) ซึ่งมีประจุพาหะโฮลเป็นตัวนำกระแส



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของมอสเฟตแบบเอ็นฮานซ์เม็นท์ชนิดเอ็น 3 มิติ
(**ที่มา:** https://1th.me/SA8d0/)

จากรูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างของมอสเฟตแบบเอ็นฮานซ์เม็นท์ชนิดเอ็น (NMOS) ขั้วซอส (Source) และขั้วเดรน (Drain) ถูกสร้างขึ้นโดยการแพร่อะตอมสารเจือชนิดเอ็นที่มีความหนาแน่นมาก (Heavily Doped N-Type Region) เข้าไปในฐานรอง (Substrate) ของสารกึ่งตัวนำชนิดพี ซึ่งเป็นแผ่นผลึกซิลิกอนรูปเดี่ยว (Single-Crystal) ที่มีความหนาแน่นน้อย (Lightly Doped P-Type Substrate) ขั้วเกต (Gate) จะเป็นส่วนของโลหะ (Metal) หรือชั้นของโพลีซิลิกอน (Poly-Silicon) ซ่อนอยู่บนชั้นของออกไซด์ระหว่างขั้วเดรนและขั้วซอส โดยมีระยะห่างระหว่างขั้วทั้งสองเป็นความยาวของมอสเฟต (Channel Length: L) และมีระยะทางด้านข้าง (Side-Wall) เป็นความกว้างของมอสเฟต (Channel Width: W) โครงสร้างของมอสเฟตแบบเอ็นฮานซ์เม็นท์ชนิดพี (PMOS) จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับมอสเฟตแบบเอ็นฮานซ์เม็นท์ชนิดเอ็น (NMOS) แต่จะสลับกัน คือ มอสเฟตชนิดพีจะประกอบด้วยผลึกฐานรองชนิดเอ็น (N-Type) ที่มีความหนาแน่นน้อยและมีการแพร่อะตอมสารเจือชนิดพีที่มีความหนาแน่นมากเข้าไปฐานรองเพื่อเป็นขั้วซอสและขั้วเดรน

2.3.1 ย่านการทำงานของมอสเฟต

1. ช่วงคัทออฟ ($V_{GS}<V_T$)

ช่วงคัทออฟ คือช่วงที่มอสเฟตไม่ทำงาน กรณีนี้จะไม่มีช่องทางเดินกระแสจึงทำให้มอสเฟตไม่สามารถนำกระแสเดรน (I_D) ได้

2. ช่วงเชิงเส้น ($V_{DS}<V_G<V_T$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเชิงเส้นเป็นช่วงที่แรงดันไบอัสที่ขาเกตและขาซอสมีค่ามากกว่าแรงดันขีดเริ่ม ($V_{GS}>V_T$) และแรงดันระหว่าง V_{DS} มีค่าน้อยกว่า $V_{GS}-V_T$

3. ช่วงอิ่มตัว ($V_{DS}\geq V_{GS}-V_T$)

ช่วงอิ่มตัวเป็นช่วงที่แรงดันที่ขาเกตและขาซอสมีค่ามากกว่าแรงดันขีดเริ่ม ($V_{GS}>V_T$) และแรงดัน V_{DS} มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ $V_{GS}-V_T$

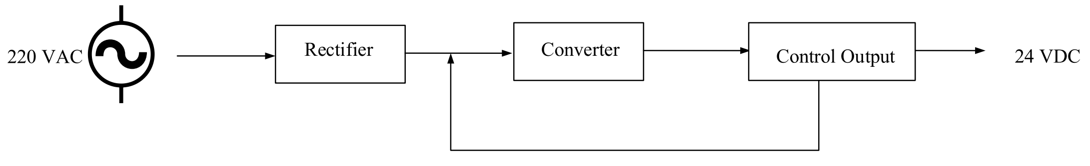
2.3.2 วงจรไบอัสมอสเฟต

การนำมอสเฟตไปใช้เป็นวงจรขยายสัญญาณหรือวงจรอื่นจะต้องทำการไบอัสมอสเฟตให้ทำงานในย่านอิ่มตัว เมื่อทำการไบอัสแรงดันดีซีเข้าที่ขาเกตของมอสเฟตมีค่าเท่ากับศูนย์โวลต์ มอสเฟตไม่นำกระแส ส่งผลให้แรงดันเอาต์พุตเท่ากับ V_{DD} เมื่อทำการปรับแรงดันเพิ่มมากขึ้นแต่น้อยกว่าแรงดันขีดเริ่ม มอสเฟตยังไม่นำกระแส ส่งผลให้แรงดันเอาต์พุตยังคงเท่ากับ V_{DD} ช่วงนี้มอสเฟตทำงานในย่านคัทออฟ เมื่อป้อนแรงดันที่ขาเกตมากกว่าแรงดันขีดเริ่ม มอสเฟตเริ่มนำกระแส ทำให้เกิดแรงดันเอาต์พุต เมื่อแรงดันไบอัสในช่วง $V_{DS}\geq V_{GS}-V_T$ กระแส I_D ไหลมากขึ้น ส่งผลให้แรงดันเอาต์พุตลดลงเนื่องจากแรงดันส่วนมากจะไปตกคร่อมที่ตัวต้านทาน R_D ช่วงนี้มอสเฟตทำงานในย่านอิ่มตัว และเมื่อแรงดันไบอัสในช่วง $V_{DS}<V_G<V_T$ ส่งผลให้แรงดันเอาต์พุตลดลงน้อยกว่าแรงดัน V_{DSAT} ช่วงนี้มอสเฟตทำงานในย่านเชิงเส้น

2.4 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย [4] คืออุปกรณ์แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงดันสูงไปเป็นแรงดันไฟฟ้าที่มีแรงดันต่ำ โดยหลักการทั่วไปของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะประกอบด้วยเรคติไฟเออร์ (Rectifier) ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง คอนเวอร์เตอร์ (Converter) ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ความถี่สูง และแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

ข้อได้เปรียบของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น คือประสิทธิภาพที่สูง ขนาดเล็ก และน้ำหนักเบากว่าแหล่งจ่ายไฟเชิง แต่สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะมีเสถียรภาพในการทำงานที่ต่ำกว่าและก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนได้สูงเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น รวมทั้งสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายยังมีความซับซ้อนของวงจรมากกว่าและมีราคาสูงที่กำลังงานต่ำ ๆ สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจึงมักนิยมใช้กันในงานที่ต้องการกำลังงานตั้งแต่ 20 วัตต์ขึ้นไปเท่านั้น



รูปที่ 2.4 หลักการทั่วไปของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.4 หลักการทำงานเป็นหลักการทั่วไปในการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่แรงดัน 220 โวลต์ ไปเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ 24 โวลต์

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560 (Arduino Mega 2560) [5] คือบอร์ดกลุ่มบอร์ดอาดุยโน่ โดยใช้ Atmega2560 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก สามารถเขียนโปรแกรมบนอาดุยโน่ไอดีอี (Arduino IDE) และโปรแกรมผ่านยูเอสบี (USB)

2.5.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560

1. ขา (Pin) ทั่วไป

- ขา VIN เป็นแรงดันอินพุตของบอร์ดอาดุยโน่โดยใช้แหล่งจ่ายจากภายนอก

- ขา 5V เป็นขาเอาต์พุตที่ควบคุม 5 V จากบอร์ด 3V3 เป็น 3.3 volt supply ที่สร้างขึ้นจาก regulator บนบอร์ด และให้กระแสได้สูงสุด 50mA

- ขา GND เป็นขากราวด์

- ขา IOREF เป็นขาที่ให้แรงดันอ้างอิงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเลือกค่าแรงดันให้กับ shield ที่มาเชื่อมต่อกับบอร์ด

2. หน่วยความจำ

ATmega2560 มีหน่วยความจำ 256 KB (8 KB ใช้สำหรับ bootloader) นอกจากนี้ยังมีอีก 8 KB สำหรับ SRAM และ 4 KB สำหรับ EEPROM

3. พอร์ตอินพุตและเอาต์พุต

เป็นพอร์ตดิจิตอลทั้งหมด 54 พอร์ต สามารถเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตโดยจะทำงานที่แรงดัน 5 V และให้กระแสสูงสุด 40 mA

4. ฟังก์ชันอื่น ๆ

- อินเตอร์รัพท์ภายนอกมี อินเตอร์รัพท์ 0 ขา 2 อินเตอร์รัพท์ 1 ขา 3 อินเตอร์รัพท์ 2 ขา 21 อินเตอร์รัพท์ 3 ขา 20 อินเตอร์รัพท์ 4 ขา 19 อินเตอร์รัพท์ 5 ขา 18

- พอร์ต PWM 2 ถึง PWM 13 และ PWM 44 ถึง PWM 46 ให้ output PWM output 8-bits

- พอร์ต SPI 50 (MISO), SPI 51 (MOSI), SPI 52 (SCK), SPI 53 (SS) ใช้สำหรับรองรับการสื่อสารแบบ SPI

- พอร์ต LED 13 เป็น build-in LED ที่เชื่อมต่อกับ digital pin 13 เมื่อ pin มีค่าเป็น HIGH แอลอีดีจะติด , แต่เมื่อขาเป็น LOW แอลอีดีจะดับ

- พอร์ต TWI 20 (SDA) and 21 (SCL) รองรับการเชื่อมต่อแบบ TWI (I2C)

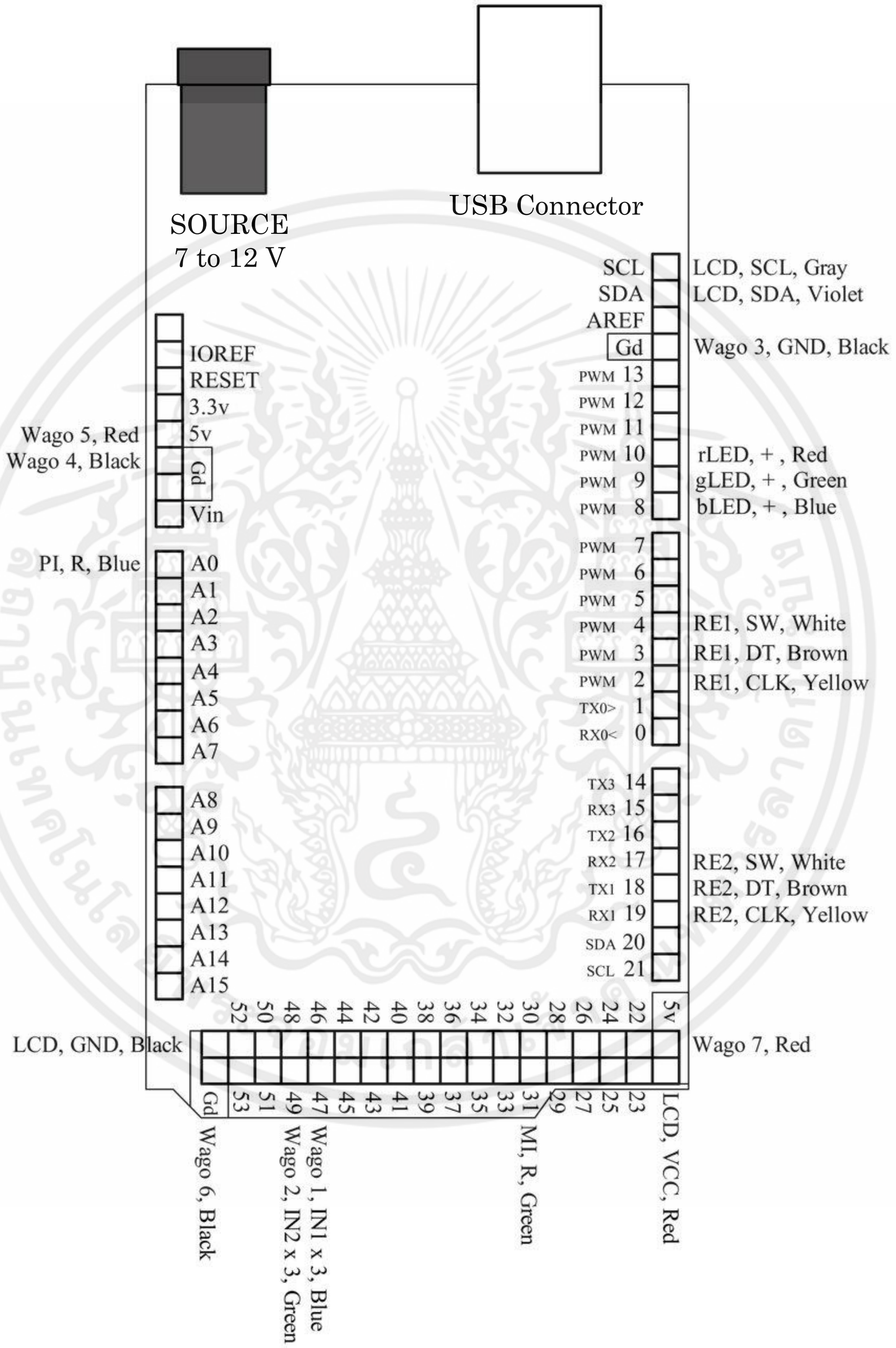
- บอร์ดเมกะ 2560 มี 16 อินพุตอนาล็อค แต่ละขาให้ความละเอียด 10 bits

- ขา AREF แรงดันอ้างอิงสำหรับอินพุตอนาล็อค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขา Reset ใช้ในการ reset ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยทั่วไปจะใช้โดยการเพิ่มปุ่ม reset ไว้บน shield เพื่อป้องกันปุ่มที่อยู่บนบอร์ด

โดยรูปที่ 2.5 เป็นตำแหน่งและรูปร่างของอาดุยโน่เมกะ 2560



รูปที่ 2.5 ตำแหน่งและรูปร่างของไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560

(**ที่มา**: https://1th.me/6zAQr/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 แอลซีดี

แอลซีดี (Liquid Crystal Display: LCD) [6] เป็นจอที่ทำมาจากผลึกเหลวของคริสตอล หลักการคือด้านหลังจอจะมีไฟส่องสว่าง หรือที่เรียกว่า Backlight เมื่อมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปกระตุ้นที่ผลึก จะทำให้ผลึกโปร่งแสงทำให้แสงที่มาจากไฟ Backlight แสดงขึ้นมาบนหน้าจอ ส่วนอื่นที่โดนผลึกปิดกั้นไว้จะไม่สว่าง ผลึกมีสีที่แตกต่างกันตามสีของผลึกคริสตอล เช่นสีเขียว หรือ สีฟ้า ฯลฯ ทำให้เมื่อมองไปที่จอจะพบกับตัวหนังสือแล้วพบกับพื้นหลังสีต่างๆกัน

จอแอลอีดีเป็นจอแสดงผลรูปแบบหนึ่งที่นิยมนำมาใช้งาน จอแอลซีดีมีทั้งแบบแสดงผลเป็นตัวอักขระเรียกว่า Character LCD ซึ่งมีการกำหนดตัวอักษรหรืออักขระที่แสดงผลไว้ และแบบที่สามารถแสดงผลเป็นรูปภาพหรือสัญลักษณ์เรียกว่า Graphic LCD นอกจากนี้บางชนิดเป็นจอที่มีการผลิตขึ้นมาใช้ฉพาะงาน ทำให้มีรูปแบบและรูปร่างเฉพาะเจาะจงในการแสดงผล เช่นนาฬิกาดิจิตอล เครื่องคิดเลข หรือ หน้าปัดวิทยุ เป็นต้น

2.6.1 การแบ่งแอลซีดีตามลักษณะการแสดงผล

1. แอลซีดีแสดงผลเป็นอักขระ เป็นจอที่แสดงผลเป็นตัวอักษรตามช่องแบบตายตัว เช่น จอแอลซีดีขนาด 16x2 หมายถึงใน 1 แถวมีตัวอักษรใส่ได้ 16 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัดให้ใช้งาน ส่วน 20x4 จะหมายถึงใน 1 แถวมี ตัวอักษรใส่ได้ 20 ตัว และมีทั้งหมด 4 บรรทัด

2. แอลซีดีแสดงผลเป็นรูปภาพหรือสัญลักษณ์ เป็นจอที่สามารถกำหนดได้ว่าจะให้แต่ละจุดบนหน้าจอกั้นแสงหรือปล่อยแสงออกไปทำให้จอนี้สามารถสร้างรูปขึ้นมาบนหน้าจอได้ การระบุขนาดจะระบุในลักษณะของจำนวนจุด (Pixels) ในแต่ละแนว เช่น 128x64 หมายถึงจอที่มีจำนวนจุดตามแนวนอน 128 จุด และมีจุดตามแนวตั้ง 64 จุด

2.6.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของแอลซีดี

โครงสร้างของแอลซีดีทั่วไปจะประกอบขึ้นด้วย 2 แผ่นแก้วประกบกัน โดยเว้นช่องว่างตรงกลางไว้ 6-10 ไมโครเมตร ผิวด้านในของแผ่นแก้วจะเคลือบด้วยตัวนำไฟฟ้าแบบใส มีชั้นของสารที่ทำให้โมเลกุลของผลึกรวมตัวกันในทิศทางที่แสงส่องมากระทบ และผลึกเหลวที่ใช้โดยทั่วไปจะเป็นแบบ Magnetic โดยแอลซีดีสามารถแสดงผลให้เรามองเห็นได้ทั้งหมด 3 แบบด้วยกันคือ

1. แบบใช้การสะท้อนแสง (Reflective Mode)

แบบนี้ใช้สารประเภทโลหะเคลือบอยู่ที่แผ่นหลังของแอลซีดีซึ่งแอลซีดีประเภทนี้เหมาะกับการนำมาใช้งานในที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอ

2. แบบใช้การส่งผ่าน (Transitive Mode)

แบบนี้วางหลอดไฟไว้ด้านหลังจอ เพื่อทำให้การอ่านค่าที่แสดงผลทำได้ชัดเจน

3. แบบส่งผ่านและสะท้อน (Transflective Mode)

แบบนี้เป็นการนำเอาข้อดีของจอแสดงผลแอลซีดีทั้ง 2 แบบมารวมกัน มีทั้ง 16 ตัวอักษร 20 ตัวอักษรหรือมากกว่า และจำนวนบรรทัดจะมีตั้งแต่ 1 บรรทัด 2 บรรทัด 4 บรรทัดหรือมากกว่า โดยรูปที่ 2.6 เป็นจอแอลซีดีขนาด 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6 จอแอลซีดี 20x4
(**ที่มา**: https://b.lnwfile.com/_/b/_raw/ua/se/p7/)

2.7 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller: PLC) [7] เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิดสเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม

2.7.1 โครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

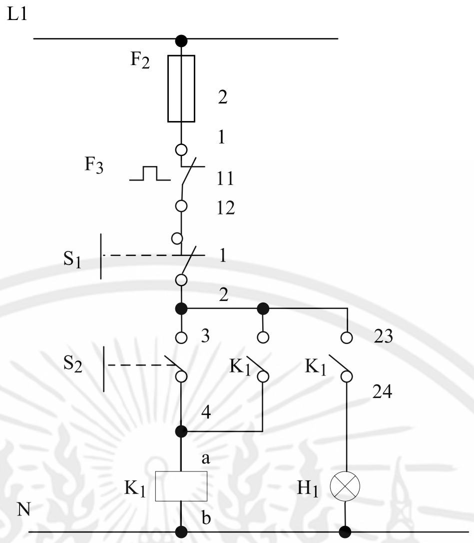
โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์จะมีการเชื่อมต่อกับโหลดสำหรับการขับเคลื่อนโดยมีเงื่อนไขของสัญญาณหรือคำสั่งที่เป็นสัญญาณในแต่ละอุปกรณ์อีกทั้งสิ่งที่เชื่อมต่อกับฝั่งอินพุตคืออุปกรณ์อินพุต และสิ่งที่จะเชื่อมต่อกับฝั่งเอาต์พุตเรียกว่าอุปกรณ์เอาต์พุต ซึ่งอุปกรณ์อินพุต-เอาต์พุตจะมีการเชื่อมต่อระหว่างพีแอลซีกับขั้วต่อในแต่ละตัว

สำหรับพีแอลซีสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุต-เอาต์พุตในแต่ละตัว การเชื่อมต่อเพื่อที่จะทำการควบคุมซีเควนซ์ (Sequence Control) นั้นจะมีขั้นตอนอิเล็กทรอนิกส์ภายในพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 แบบแสดงการทำงาน (Schematic diagram)

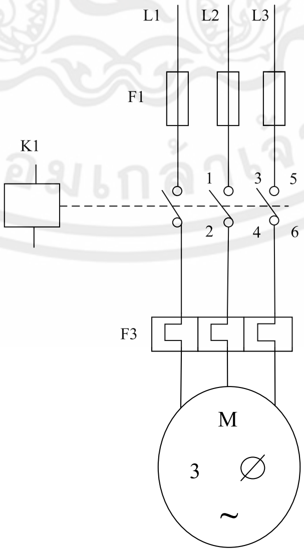
1. แบบวงจรควบคุม



รูปที่ 2.7 แบบวงจรควบคุม

จากรูปที่ 2.7 แบบวงจรควบคุมคือแบบที่ได้จับเอาวงจรจริงยืดออกเป็นเส้นตรง สายแยกต่างๆจะเขียนในแนวดิ่งและแนวระนาบเท่านั้น สำหรับส่วนประกอบของอุปกรณ์นำมาเขียนเฉพาะในส่วนที่ใช้ในวงจรควบคุมเท่านั้น

2. แบบวงจรกำลัง



รูปที่ 2.8 แบบวงจรกำลัง

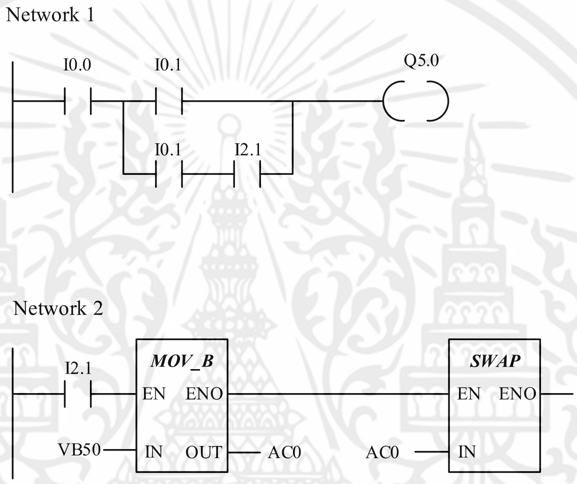
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.8 ระบบควบคุมจะประกอบด้วยแผงควบคุม ตู้สวิตช์บอร์ดและโหลดที่ต้องการควบคุมซึ่งมักจะแยกกันอยู่ในที่ต่างกันออกไป ในส่วนต่างๆจะเขียนรายละเอียดด้วยวงจรงานจริง

2.7.3 ลักษณะการเขียนโปรแกรรม

1. การเขียนโปรแกรมแบบ Ladder Logic Editor (LAD Editor)

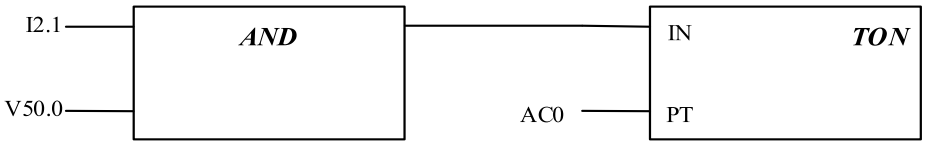
ในการเขียนหรือการสร้างโปรแกรมแบบ LAD Editor ดังรูปที่ 2.9 โปรแกรมจะเหมือนกับการสร้างไดอะแกรมการเดินสายไฟเป็นแบบที่นิยมใช้ ทางเดินของกระแสไฟจะเรียกว่า Network การสร้าง Project จะเริ่มจากซ้ายไปขวาและจากด้านบนลงล่าง



รูปที่ 2.9 การเขียนโปรแกรมแบบ Ladder Logic Editor

2. การเขียนโปรแกรมแบบ Function Block Diagram Editor (FBD Editor)

สำหรับการเขียนโปรแกรมแบบ FBD Editor ดังรูปที่ 2.10 เหมาะสำหรับผู้ที่มีพื้นฐานทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะเป็นการสร้างหรือเขียนโปรแกรม โดยเราจะใช้ชุดคำสั่ง Logic Boxes ที่มีความคล้ายกับลอจิกเกทโดยไม่มีสัญญาลักษณ์ Contact และ coil เหมือนการสร้างแบบ LAD Editor แต่จะมีชุดคำสั่งที่ใกล้เคียงกันแสดงอยู่ใน Box คำสั่งและการสร้างจะสร้างในลักษณะการนำแต่ละ block มาต่อกัน

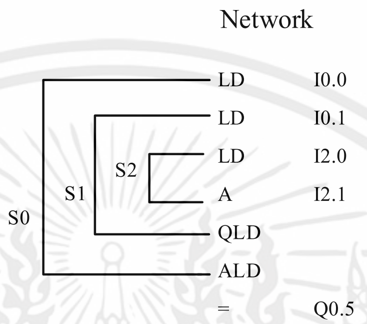


รูปที่ 2.10 การเขียนโปรแกรมแบบ Function Block Diagram Editor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเขียนโปรแกรมแบบ Statement List Editor (STL Editor)

การเขียนโปรแกรมแบบ STL Editor ดังรูปที่ 2.11 เป็นการสร้างหรือเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งเป็นแบบภาษาเครื่อง โดยทั่วไปการสร้าง Project แบบนี้ผู้ใช้มักจะเป็นโปรแกรมเมอร์ที่มีความเชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ทางด้านโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ และการโปรแกรมลอจิกโปรเจค โปรแกรมที่ถูกสร้างแบบ STL Editor นี้อาจจะไม่สามารถแปลงให้อยู่ในรูปแบบของ LAD Editor หรือ FBD Editor ได้ทุกโปรแกรม



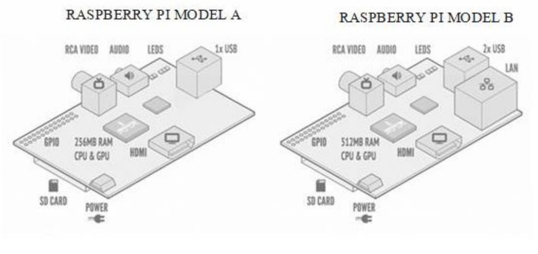
รูปที่ 2.11 การเขียนโปรแกรมแบบ Statement List Editor

2.8 บอร์ดราสเบอร์รี่พาย

บอร์ดราสเบอร์รี่พาย [8] คือบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก บอร์ดราสเบอร์รี่พายรองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ได้หลายระบบ เช่น Raspbian (Debian) Pidora (Fedora) และ Arch Linux โดยติดตั้งบน SD Card บอร์ดราสเบอร์รี่พายนี้ถูกออกแบบมาให้มี CPU, GPU และ RAM อยู่ภายในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อจีพีไอโอให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆได้

2.8.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของบอร์ด

บอร์ดราสเบอร์รี่พายปัจจุบันมีด้วยกัน 2 โมเดล คือโมเดลเอ และโมเดลบี ในรูปที่ 2.12 จะเป็นโครงสร้างของราสเบอร์รี่พายโมเดลเอและโมเดลบี



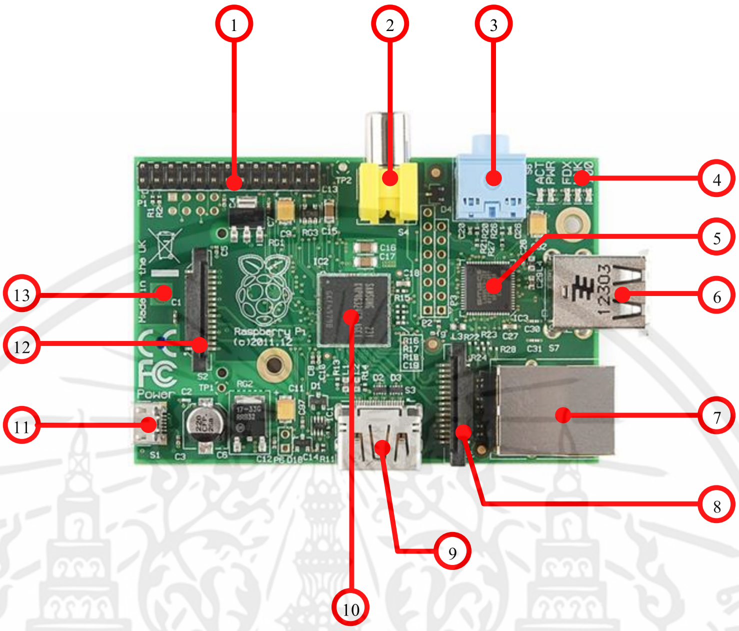
รูปที่ 2.12 ตัวอย่างโครงสร้างบอร์ดราสเบอร์รี่พายทั้ง 2 โมเดล

(**ที่มา** : https://blog.thaieasyelec.com/raspberry-pi-programming-with-qt-ch1/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 ส่วนประกอบของบอร์ดราสเบอร์รี่พายโมเดลบี

บอร์ดราสเบอร์รี่พายโมเดลบี (Model B) ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ส่วนประกอบของบอร์ดบอร์ดราสเบอร์รี่พายโมเดลบี

1. พอร์ตจีพีไอโอ ซึ่งในโมเดลเอและโมเดลบี (Revision 1) ทุกขาจะเหมือนกัน แต่โมเดลบี (Revision 2) จะแตกต่างกัน
2. พอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณภาพออกแบบ RCA
3. จุดเชื่อมต่อสัญญาณเสียงขนาด 3.5 มิลลิเมตร
4. แสดงสถานะของบอร์ด
5. ชิปควบคุม LAN (LAN Controller)
6. พอร์ต USB 2.0 จำนวน 2 พอร์ต
7. พอร์ต RJ-45 Ethernet LAN 10/100Mbps
8. พอร์ต CSI (Camera Serial Interface) สำหรับเชื่อมต่อโมดูลกล้อง
9. พอร์ต HDMI สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณภาพและเสียง
10. ชิพ Broadcom BCM2835 ARM11 700MHz
11. พอร์ต Micro USB Power สำหรับเป็นไฟเลี้ยงวงจรบอร์ด Raspberry Pi
12. พอร์ต DSI (Display Serial Interface) ใช้สำหรับต่อจอแสดงผล
13. ช่องเสียบ SD Card อยู่บริเวณด้านล่างของบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ภาษาไพทอน

ไพทอน [9] คือชื่อภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาหนึ่ง ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์ม สามารถรันภาษาไพทอนได้ทั้งบนระบบ Unix, Linux, Windows และ FreeBSD ภาษาไพทอนเป็น Open Source เหมือนกับภาษา PHP การเขียนโปรแกรมไพทอนจะใช้เครื่องมือในการพัฒนาเรียกว่า ไอดีอี (Integrated Development Environment: IDE) ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือแก้ไขโปรแกรมต้นฉบับ (Source Code Editor) เครื่องมือแก้ไขจุดบกพร่อง (Debugger) และเครื่องมือช่วยให้โปรแกรมทำงาน (Run) โดยทั่วไปไพธอนไอดีอีจะทำงานตามคำสั่งได้ใน 2 โหมด คือ

1. โหมดอิมมีเดียท (immediate mode) เป็นโหมดที่ผู้ใช้จะพิมพ์คำสั่งลงไปในส่วนที่เรียกว่าเชลล์ (shell) หรือคอนโซน (console) ทีละคำสั่ง และตัวแปลภาษาจะแปลคำสั่ง หากไม่มีข้อผิดพลาดจะทำงานตามคำสั่งดังกล่าว

2. โหมดสคริปต์ (script mode) ในโหมดนี้ผู้เขียนโปรแกรมต้องพิมพ์คำสั่งหลายคำสั่งประกอบกันแล้วบันทึกเป็นไฟล์เพื่อจะสั่งให้ตัวแปลภาษาทำงานตามคำสั่งตั้งแต่คำสั่งแรก จนถึงคำสั่งสุดท้าย ถ้าหากต้องการตรวจสอบความถูกต้องสามารถใช้โหมดอิมมีเดียทในการทดสอบได้

ตัวอย่างของภาษาไพทอนดังรูปที่ 2.14

```python
from flask import Flask, request, jsonify
from flask_restful import Resource, Api, reqparse
from flask_cors import CORS

# load Model
from keras.models import load_model
model = load_model('example_model.h5')

app = Flask(__name__)
CORS(app)

@app.route("/predict", methods=["POST"])
def predict():
    result = 0
    if request.method == "POST":
        input_value = request.form["input_value"]
        # Do some prediction
        data = [float(i) for i in str(input_value).split(",")]
        np_data = np.array(data).reshape(1,10)
        y_predict=model.predict(np_data)
        result=str(y_predict.argmax(axis=1)[0])
    return jsonify(
        prediction=result,
    ),201
```

รูปที่ 2.14 ภาษาไพทอน

(**ที่มา**: https://1th.me/AZU1c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 รีเลย์

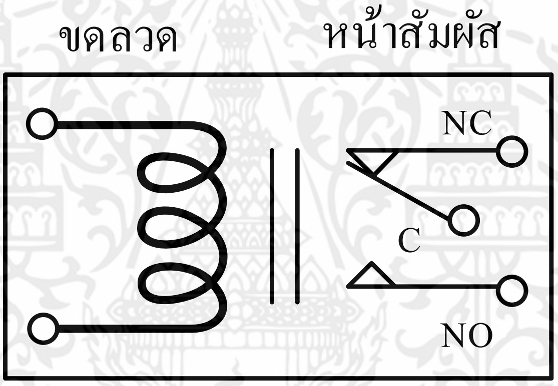
รีเลย์ [10] เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อนำพลังงานดังกล่าวมาดึงดูดหน้าสัมผัสคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะเป็นเปิดหน้าสัมผัสและปิดหน้าสัมผัส ซึ่งการทำงานของรีเลย์ จะคล้ายกับการทำงานของสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานกับวงจรควบคุมต่างๆ ได้มากมาย

2.10.1 ส่วนประกอบหลักของรีเลย์

1. ส่วนหน้าสัมผัส (Contact) ทำหน้าที่เป็นตัว เปิด-ปิด วงจร

2. ส่วนขดลวด (Coil) ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะ เพื่อให้หน้าสัมผัส (Contact) ติดกัน โดยจะทำงานเมื่อได้รับแรงดันไฟฟ้า (ซึ่งปริมาณของแรงดันดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับ ชนิด และรุ่นของผู้ผลิต)

โดยส่วนประกอบดูได้จากรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 ส่วนประกอบของรีเลย์

2.10.2 จุดต่อใช้งานมาตรฐานของรีเลย์

1. จุดต่อแบบ NO (Normally Open) หรือ ปกติเปิด หมายความว่า หากไม่มีการจ่ายไฟฟ้าให้กับขดลวดเหนี่ยวนำ หน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปจะนำไปใช้งานกับวงจรที่ต้องการควบคุมการทำงานเปิด-ปิดเอง

2. จุดต่อแบบ NC (Normally Close) หรือ ปกติปิด หมายความว่า หากยังไม่มีการจ่ายไฟให้กับขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสของรีเลย์จะติดกัน โดยทั่วไปจะใช้งานกับวงจรที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา

2.10.3 ประเภทของรีเลย์

1. รีเลย์กำลัง (Power Reylay) หรือคอนแทคเตอร์ (Contactor or Magnetic Contactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง จะมีขนาดที่ใหญ่กว่ารีเลย์แบบธรรมดาทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. รีเลย์ควบคุม (Control Relay) หรือรีเลย์ที่เราใช้งานกันทั่วไป ใช้งานกับระบบที่ใช้กำลังไฟฟ้าไม่สูงมาก

2.10.4 รีเลย์สามารถแบ่งออกตามลักษณะของคอยล์

1. รีเลย์กระแส (Current Relay) เป็นรีเลย์ที่ทำงานโดยใช้กระแสไฟฟ้า มี 2 ลักษณะ รีเลย์กระแสขาด (Under Current) กับรีเลย์กระแสเกิน (Over Current)

2. รีเลย์แรงดัน (Voltage Relay) เป็นรีเลย์ที่ทำงานโดยใช้แรงดัน มีทั้งแบบ กระแสขาด (Under Current) และ รีเลย์กระแสเกิน (Over Current)

3. รีเลย์เสริม (Auxiliary Relay) เป็นรีเลย์ที่ใช้เสริมประสิทธิภาพรีเลย์ชนิดอื่น ๆ

4. รีเลย์กำลัง (Power Relay) เป็นรีเลย์ที่ใช้กับงานที่มีกำลังไฟมาก โดยจะรวมคุณสมบัติของรีเลย์กระแส และรีเลย์แรงดันเข้าด้วยกัน

5. รีเลย์เวลา (Time Relay) เป็นรีเลย์ที่ทำงานร่วมกันกับเวลา

6. รีเลย์กระแสต่าง (Differential relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยอาศัยผลต่างของกระแส

7. รีเลย์มีทิศ (Directional relay) คือรีเลย์ที่ทำงานเมื่อมีกระแสไหลผิดทิศทาง มีทั้งแบบรีเลย์กำลังมีทิศ (Directional power relay) และรีเลย์กระแสมีทิศ (Directional current relay)

8. รีเลย์ระยะทาง (Distance relay)

9. รีเลย์อุณหภูมิ (Temperature relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้

10. รีเลย์ความถี่ (Frequency relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานเมื่อความถี่ของระบบต่ำกว่าหรือมากกว่าที่ตั้งไว้

11. บูคโฮลซ์รีเลย์ (Buchholz ‘s relay) คือรีเลย์ที่ทำงานด้วยก๊าซ ใช้กับหม้อแปลงที่แช่อยู่ในน้ำมันเมื่อเกิด ฟอลต์ (Fault) ขึ้นภายในหม้อแปลง จะทำให้น้ำมันแตกตัวและเกิดก๊าซขึ้นภายในไปดันหน้าสัมผัสให้รีเลย์ทำงาน

2.10.5 คุณสมบัติที่ดีของรีเลย์

1. ต้องมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงสูง (Sensitivity) คือมีความสามารถในการตรวจพบสิ่งที่ผิดปกติเพียงเล็กน้อยได้

2. มีความเร็วในการทำงาน (Speed) คือต้องสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วเมื่อเกิดปัญหาขึ้น เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์และไม่กระทบกระเทือนต่อระบบ โดยทั่วไปแล้วเวลา ที่ใช้ในการตัดวงจรจะขึ้นอยู่กับระดับของแรงดันของระบบด้วย

- ระบบขนาด 6 - 10KV จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 1.5 - 3.0 วินาที
- ระบบขนาด 100 - 220KV จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 0.15 - 0.3 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 การประมวลผลภาพ

การประมวลผลภาพ (Image Processing) [11] หมายถึงกระบวนการจัดการและวิเคราะห์รูปภาพให้เป็นข้อมูลในแบบดิจิทัล โดยใช้คอมพิวเตอร์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ (ขนาด รูปร่าง) หลังจากนั้นสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบ

2.11.1 เทคนิคที่ใช้ในการประมวลผลภาพ

1. ปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement) เป็นกระบวนการในการแปลงข้อมูลภาพตัวเลข เพื่อที่จะสร้างภาพที่เน้นรายละเอียดที่ต้องการ หรือปรับพิสัยของโทนแสงที่ต้องการของภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลหรือรายละเอียดอื่นๆ ของภาพ

2. การกรองภาพหรือการกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ (Image Filters) คือการนำภาพไปผ่านตัวกรองสัญญาณเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ออกมา ภาพผลลัพธ์ที่ได้จะมีคุณสมบัติแตกต่างจากภาพเริ่มต้น วัตถุประสงค์หลักของการกรองข้อมูลภาพคือการเน้น (enhance) หรือลดทอน (attenuate) คุณสมบัติบางประการของภาพ เพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณสมบัติตามต้องการ

3. การซ้อนทับภาพ (Image Registration) เป็นวิธีการนำข้อมูลของสองภาพหรือมากกว่า มารวมกันเพื่อให้เกิดภาพใหม่ที่มีข้อมูลภาพสมบูรณ์มากขึ้น โดยภาพใหม่ที่ได้นี้ จะเป็นการรวมตัวกันของข้อมูลหรือรายละเอียดในแต่ละภาพที่นำมาผสานกัน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ภาพที่มีรายละเอียดและข้อมูลที่เพียงพอสำหรับการนำไปใช้

4. การคืนสภาพของภาพ (Image Restoration) การทำให้ภาพคืนสู่สภาพเดิมหรือการปรับปรุงภาพให้เหมาะสมกับการมองเห็น

5. การแบ่งส่วนภาพ (Image Segmentation) เป็นวิธีการแบ่งส่วนใดส่วนหนึ่งของภาพที่เราสนใจออกมาจากภาพที่เราต้องการ ซึ่งการแบ่งส่วนภาพนี้ โดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นขั้นตอนเบื้องต้นและสำคัญอย่างมากของการประมวลผลภาพทางการแพทย์ เนื่องจากภาพทางการแพทย์ที่ได้จากเครื่องถ่ายภาพแบบต่าง ๆ ปกติมักจะมีองค์ประกอบอื่น ๆ ที่อยู่ใกล้เคียงกับอวัยวะที่ทำถ่ายภาพมา เช่น เนื้อเยื่อ กระดูก อวัยวะข้างเคียง หรือแม้กระทั่งสัญญาณรบกวน (Noise) ที่ขึ้นในขณะถ่ายภาพ ด้วยเหตุนี้ การวิเคราะห์เฉพาะอวัยวะที่ต้องการ

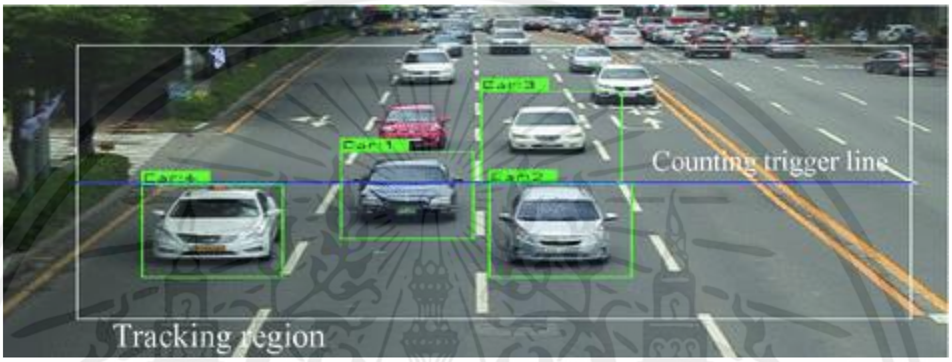
6. การหาขอบภาพในวัตถุ (Image Segmentation and EdgDeTection) การหาขอบภาพ เราจะใช้หลักการหาความชันของความเข้มสี หรือ intensity เนื่องจากที่ขอบรูปจะเป็นบริเวณมีความแตกต่างของสีมาก ซึ่งหากเราหาความชันของค่า intensity จะได้ความชันมาก

7. การบีบอัดภาพ (Image Compression) การบีบอัดแบบไม่มีการสูญเสียรายละเอียดข้อมูล (Lossless compression) ค่าความสว่างของแต่ละจุดภาพจะยังคงอยู่เหมือนเดิมทุกประการหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าของแต่ละจุดภาพ ซึ่งการบีบอัดวิธีนี้จะอาศัยเทคนิคการจัดเก็บข้อมูลเชิงเลขในการลดขนาดของข้อมูล การบีบอัดแบบสูญเสียรายละเอียดข้อมูล (Lossy compression) วิธีการนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของจุดภาพนั้นหมายความว่า วิธีการนี้ไม่เหมาะสมสำหรับข้อมูลภาพที่ต้องมีการจำแนกข้อมูล (Classification)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การสร้างภาพ 3 มิติ (3D Image Reconstruction) การวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์โดยใช้ภาพ 3 มิติ กำลังได้รับความต้องการอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากภาพ 3 มิติ สามารถแสดงให้เห็นถึงภาพรวมหรือรายละเอียดในมุมมองต่าง ๆ ของอวัยวะได้ จึงมีประโยชน์อย่างมากในการวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์ โดยอวัยวะหรือส่วนของร่างกายที่ได้มีการวิเคราะห์ในรูปแบบ 3 มิติ ตัวอย่างเช่น สมอง หัวใจ กระดูก ฟัน และขากรรไกร เป็นต้น

การประมวลผลภาพสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบได้หลากหลาย ดังภาพที่ 2.16 เป็นตัวอย่างการประมวลผลเพื่อใช้วิเคราะห์ระบบจราจรบนท้องถนน



รูปที่ 2.16 ระบบดูแลการจราจรบนท้องถนน
(**ที่มา**: https://1th.me/Ctdks)

2.12 แอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ท

แอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ทเป็นแอปพลิชันแสดงความเร็วปัจจุบันบนมาตรวัดความเร็วแบบดิจิตอล/อนาล็อกติดตามความเร็วสูงสุดและความเร็วเฉลี่ย มาตรวัดความเร็วสามารถสลับไปมาระหว่างหน่วยการวัด (ไมล์ต่อชั่วโมงหรือกิโลเมตรต่อชั่วโมง) และสามารถติดตามการเดินทางด้วยการติดตามแบบสดบนแผนที่ โดยรูปที่ 2.17 เป็นรูปแอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ท

2.12.1 โหมดการแสดงผล

1. สลับระหว่างโหมด km/h และ MPH สำหรับการวัดความเร็ว
2. มาตรวัดความเร็วแบบอนาล็อกในโหมดแนวตั้ง
3. โหมดแนวนอนเพื่อแสดงมาตรวัดความเร็วแบบดิจิตอลแบบเต็มหน้าจอ
4. แสดงค่าเฉลี่ยและความเร็วสูงสุดของการเดินทาง
5. สลับระหว่างโหมดจักรยานและรถยนต์ด้วยช่วงความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถึง 360 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

2.12.2 การติดตาม

1. ติดตามระยะทางที่เดินทางความเร็วเฉลี่ยและความเร็วสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จัดเก็บประวัติการติดตามข้อมูลพร้อมกับการแสดงข้อมูลแบบเรียลไทม์
3. ความสามารถในการเปิด-ปิดการติดตาม
4. ติดตามเวลาพร้อมเวลาเดินทางทั้งหมด
5. รีเซ็ตข้อมูลการติดตามประวัติอย่างรวดเร็วและง่ายดาย

รูปที่ 2.17 แอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ท
(**ที่มา**: https://1th.me/dasua/)

2.13 ระยะเบรกรถ

ในการเบรกรถหรือหยุดรถ ระยะที่ใช้นั้นนอกจากจะแตะเบรกแล้วยังต้องรวมถึงเวลาในการตัดสินใจด้วย โดยอาจจะใช้เวลาแตกต่างกันตามสภาพความสมบูรณ์ของรถและผู้ขับขี่ ซึ่งระยะเบรกจะเป็นไปตามรูปที่ 2.18

2.13.1 ระยะคิด

ระยะนี้เป็นระยะที่สายตาของผู้ขับจะสามารถมองเห็นว่ามีเหตุการณ์อันตรายเกิดขึ้นหรือไม่ หากมีอันตรายเกิดขึ้นสมองจะทำการตัดสินใจเพื่อเบรกรถ ซึ่งกระบวนการคิดและสื่อสารอาจต้องใช้วลา ในกรณีนี้ผู้ขับขี่แต่ละคนจะใช้ระยะเวลาแตกแต่งกันออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.2 ระยะเบรก

ระยะนี้เป็นระยะที่เท้าเหยียบเบรกแล้วแต่รถจะไม่หยุดในทันทีเพราะรถจะเคลื่อนที่ต่อไปอีกขึ้นอยู่กับความเร็วที่ขับขี่มาในขณะนั้น

ดังนั้นการที่จะหยุดรถต้องผนวก 2 ขั้นตอนเข้าด้วยกัน ทั้งระยะเวลาในการตัดสินใจจนถึงระยะเบรก ในการทดสอบความเร็วรถที่ความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมงพบว่าที่ความเร็วรถ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมงใช้ระยะเบรกเพื่อความปลอดภัยมากกว่า 26.5 เมตร และที่ความเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมงใช้ระยะเบรกเพื่อความปลอดภัยมากกว่า 50.5 เมตร [12]

รูปที่ 2.18 ค่าเฉลี่ยระยะหยุดรถในช่วงความเร็วต่างๆ

(**ที่มา**: https://carlasdrivingschool.uk/pupil-area/reference-2/stopping-distances.html/)

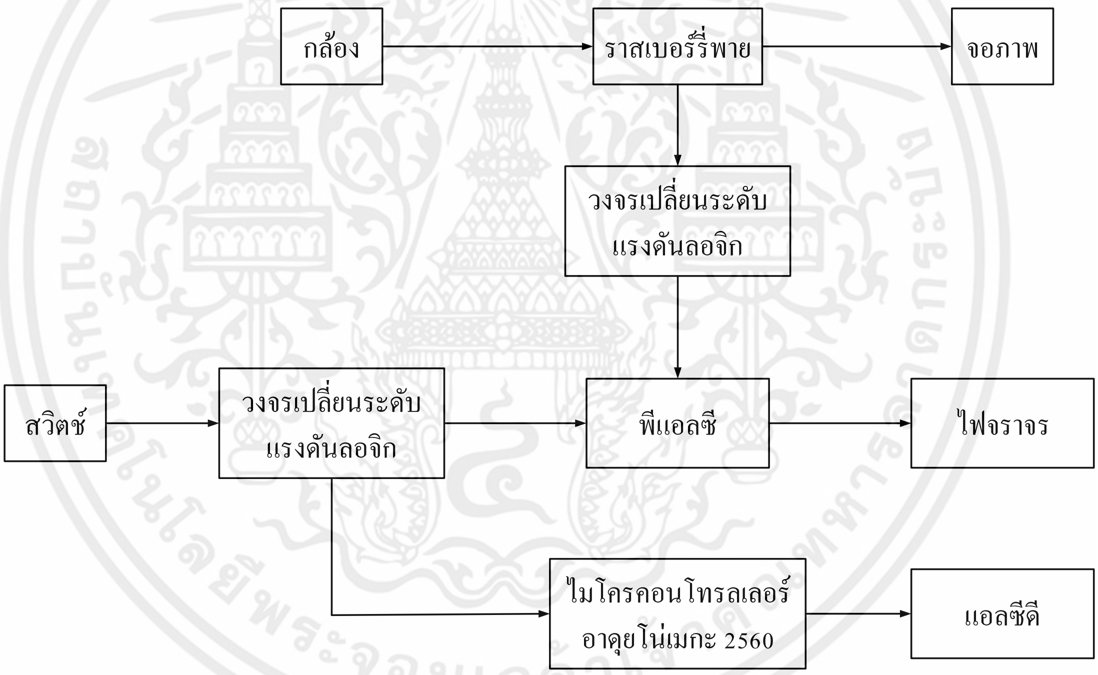
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3

การออกแบบ

ในบทนี้กล่าวถึงการออกแบบระบบการทำงานของระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ โดยมีบล็อกไดอะแกรมการทำงานของชิ้นงาน การออกแบบวงจร การออกแบบโฟว์ชาร์ตการทำงานของระบบ การคำนวณส่วนของการประมวลผล และการออกแบบโครงสร้างของระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

จากรูปที่ 3.1 อธิบายการทำงานของระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพได้ดังนี้

3.1.1 ภาคอินพุต ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1. อินพุตสวิตช์และวงจรเปลี่ยนระดับแรงดันลอจิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินพุตสวิตช์เป็นสวิตช์ที่ต่อเพื่อตั้งเวลาของไฟจราจร และวงจรเปลี่ยนระดับแรงดันลอจิกทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันลอจิกให้ตรงกับค่าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์และพีแอลซีรับได้ (5 โวลต์)

2. กล้องทำหน้าที่ส่งสัญญาณภาพไปที่ราสเบอร์รี่พาย

3.1.2 ภาคประมวลผล ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ

1. อาดุยโน่เมกะ 2560 และพีแอลซี

อาดุยโน่เมกะ 2560 ทำหน้าที่ในการแสดงผลไปที่จอแอลซีดี และพีแอลซีทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของไฟจราจร

2. ราสเบอร์รี่พายทำหน้าที่ประมวลผลสัญญาณภาพและควบคุมการทำงานของระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

3.1.3 ภาคเอาต์พุต ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ

1. แอลซีดีและไฟจราจร

แอลซีดีทำหน้าที่แสดงการทำงาน ค่าเวลา โหมดของการทำงานกดปุ่มสวิตช์ และไฟจราจรจะถูกควบคุมด้วยเอาต์พุตของพีแอลซีตามที่ได้โปรแกรมไว้

2. จอคอมพิวเตอร์และวงจรเปลี่ยนระดับแรงดันลอจิก

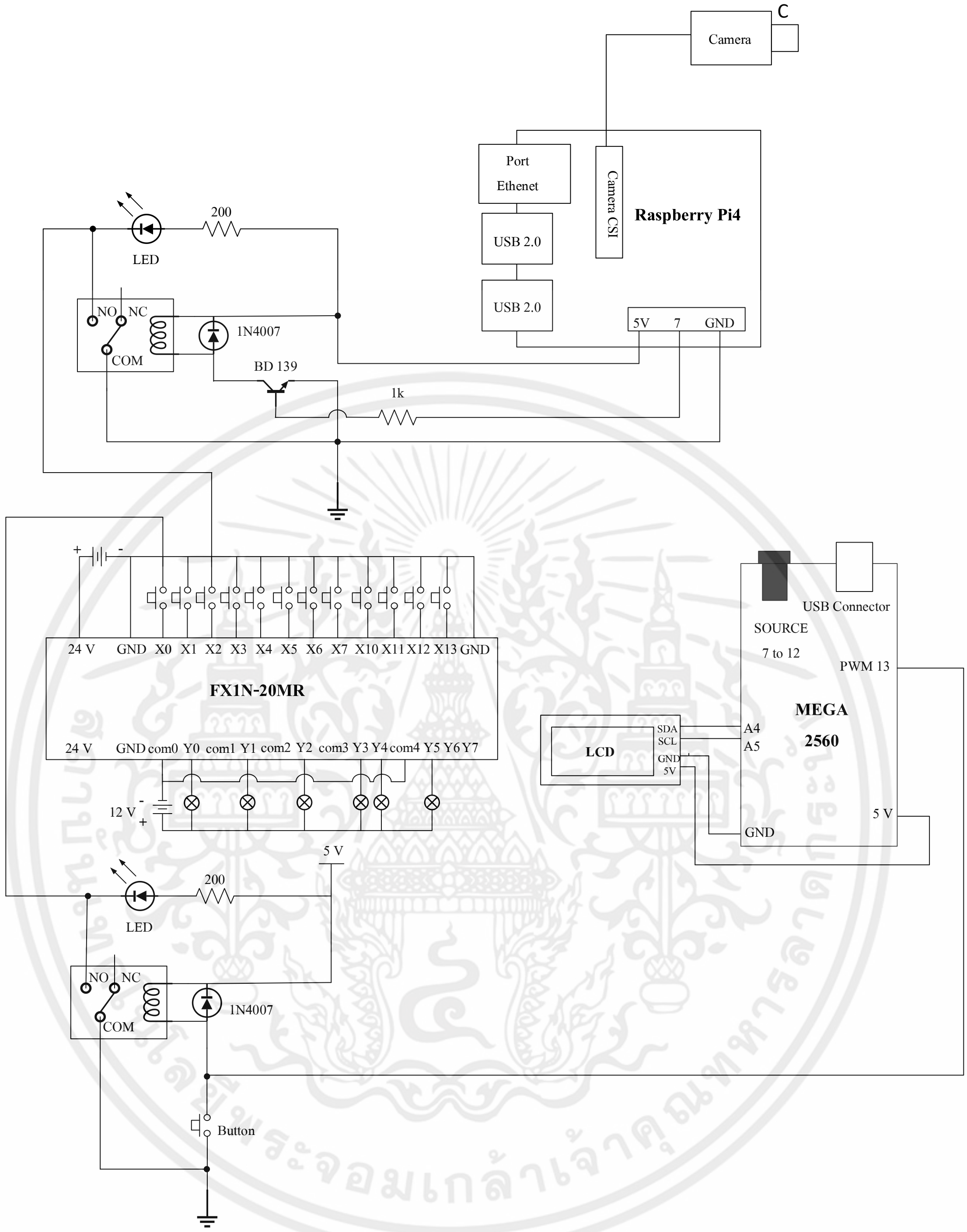
จอคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่แสดงภาพจากการประมวลผลของราสเบอร์รี่พาย และวงจรเปลี่ยนระดับแรงดันลอจิกทำหน้าที่ในการรับสัญญาณเอาต์พุตของราสเบอร์รี่พายส่งสัญญาณไปควบคุมอินพุตของพีแอลซี

3.2 การออกแบบวงจร

3.2.1 วงจรรวมของการลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

เมื่อทำการจ่ายไฟให้วงจรรวม วงจรเปลี่ยนระดับแรงดันลอจิกที่ต่อกับปุ่ม button เมื่อกดปุ่ม button จะส่งสัญญาณอินพุตไปที่พีแอลซีและไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560 ซึ่งพีแอลซีทำหน้าที่ประมวลผลและควบคุมเอาต์พุตไฟจราจร โดยจะตั้งเวลาแสดงผลของไฟจราจรแต่ละดวงรวมถึงให้เริ่มทำงานหรือหยุดทำงาน และไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560 ทำหน้าที่ประมวลผลและส่งข้อมูลการกดปุ่ม button ไปแสดงที่จอแอลซีดี ในส่วนของราสเบอร์รี่พายทำหน้าที่ประมวลผลภาพ เมื่อมีสัญญาณภาพจากกล้องส่งมาประมวลผลที่ราสเบอร์รี่พายและส่งเอาต์พุตออกไปที่พอร์ตจีพีไอโอ (GPIO) ไปที่วงจรเปลี่ยนระดับแรงดันลอจิกเพื่อที่จะป้อนอินพุตให้กับพีแอลซีดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

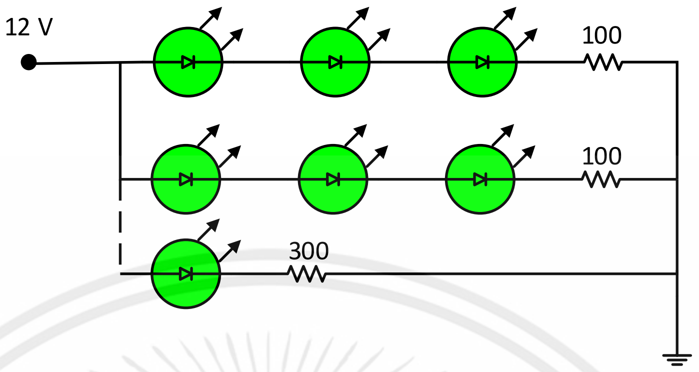


รูปที่ 3.2 วงจรรวมของระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การต่อไดโอดเปล่งแสง

1. ไฟจราจรสีเขียว



รูปที่ 3.3 การต่อไฟจราจรสีเขียว

จากรูปที่ 3.3 เป็นการต่อไดโอดเปล่งแสงสีเขียว โดยอนุกรมกัน 3 ตัวและตัวต้านทาน 1 ตัว จากนั้นนำชุดที่อนุกรมต่อกันแบบขนานซึ่งแอโนดของไดโอดเปล่งแสงตัวแรกต่อกับ V_{CC} 12 โวลต์ และขาของตัวต้านทานต่อลงกราวด์ แรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงแต่ละตัวคือ 3 โวลต์ กระแสสูงสุดที่ไหลผ่านไดโอดเปล่งแสงคือ 30 มิลลิแอมป์

แรงดัน 3 โวลต์ กระแส 30 มิลลิแอมป์

$$V_R = V_{CC} - V_{LED} \quad (3.1)$$

$$V_R = 12 - 3(3) = 3V$$

หาค่าตัวต้านทาน (R)

$$V = IR \quad (3.2)$$

$$R_3 = 3/30x10^{-3} = 100\ \Omega$$

$$R_1 = 9/30x10^{-3} = 300\ \Omega$$

หากำลังไฟ (P)

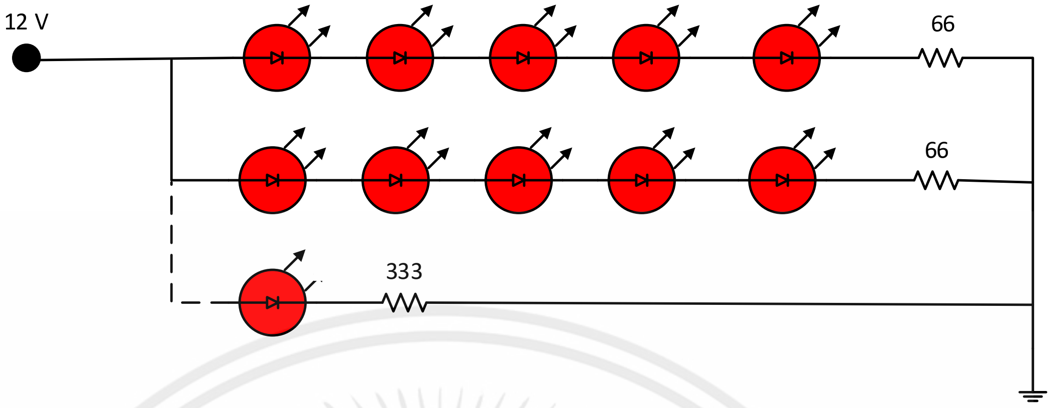
$$P = I^2R \quad (3.3)$$

$$P_{R3} = (30x10^{-3})^2 \times 100 = 0.09\ W$$

$$P_{R1} = (30x10^{-3})^2 \times 300 = 0.27\ W$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไฟจราจรสีแดง



รูปที่ 3.4 การต่อไฟจราจรสีแดง

จากรูปที่ 3.4 เป็นการต่อไดโอดเปล่งแสงสีแดง โดยอนุกรมกัน 5 ตัวและตัวต้านทาน 1 ตัว จากนั้นนำชุดที่อนุกรมต่อกันแบบขนานซึ่งแอโนดของไดโอดเปล่งแสงตัวแรกต่อกับ V_{CC} 12 โวลต์ และขาของตัวต้านทานต่อลงกราวด์ แรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงแต่ละตัวคือ 2 โวลต์ กระแสสูงสุดที่ไหลผ่านไดโอดเปล่งแสงคือ 30 มิลลิแอมป์

แรงดัน 2 โวลต์ กระแส 30 มิลลิแอมป์ จากสมการที่ 3.1

$$V_R = 12 - 5(2) = 2 \text{ V}$$

หาค่าตัวต้านทาน (R) จากสมการที่ 3.2

$$R_3 = 2/30\text{x}10^{-3} = 66\ \Omega$$

$$R_1 = 10/30\text{x}10^{-3} = 333\ \Omega$$

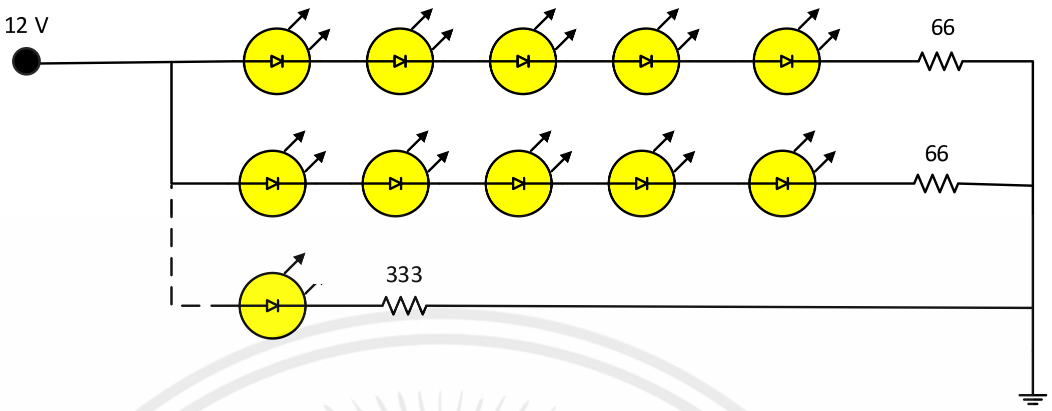
หากำลังไฟ (P) จากสมการที่ 3.3

$$P_{R3} = (30\text{x}10^{-3})^2 \text{ x } 66 = 0.06 \text{ W}$$

$$P_{R1} = (30\text{x}10^{-3})^2 \text{ x } 333 = 0.30 \text{ W}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ไฟจราจรสีเหลือง



รูปที่ 3.5 การต่อไฟจราจรสีเหลือง

จากรูปที่ 3.5 เป็นการต่อไดโอดเปล่งแสงสีเหลือง โดยอนุกรมกัน 5 ตัวและตัวต้านทาน 1 ตัว จากนั้นนำชุดที่อนุกรมต่อกันแบบขนานซึ่งแอโนดของไดโอดเปล่งแสงตัวแรกต่อกับ V_{CC} 12 โวลต์ และขาของตัวต้านทานต่อลงกราวด์ แรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงแต่ละตัวคือ 2 โวลต์ กระแสสูงสุดที่ไหลผ่านไดโอดเปล่งแสงคือ 30 มิลลิแอมป์

แรงดัน 2 โวลต์ กระแส 30 มิลลิแอมป์ จากสมการที่ 3.1

$$V_R = 12 - 5(2) = 2 \text{ V}$$

หาค่าตัวต้านทาน (R) จากสมการที่ 3.2

$$R_3 = 2/30\text{x}10^{-3} = 66\ \Omega$$

$$R_1 = 10/30\text{x}10^{-3} = 333\ \Omega$$

หากำลังไฟ (P) จากสมการที่ 3.3

$$P_{R3} = (30\text{x}10^{-3})^2 \text{ x } 66 = 0.06 \text{ W}$$

$$P_{R1} = (30\text{x}10^{-3})^2 \text{ x } 333 = 0.30 \text{ W}$$

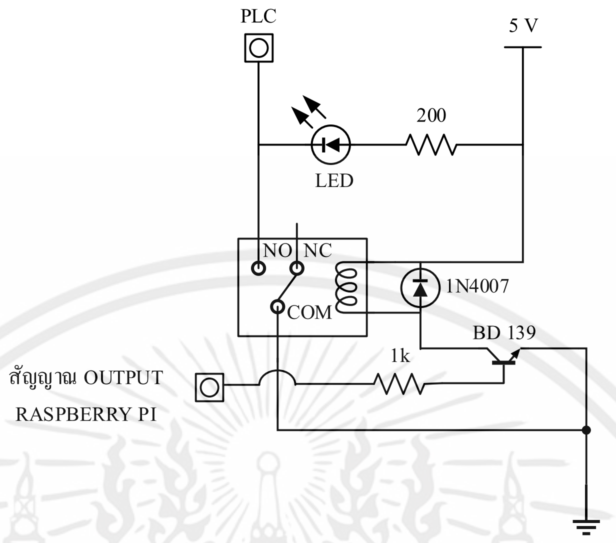
3.2.3 วงจรเปลี่ยนระดับแรงดันลอจิก

1. วงจรเปลี่ยนระดับแรงดันลอจิกโดยใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์ควบคุม

เป็นวงจรที่ใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์และใช้รีเลย์ควบคุมอินพุตของพีแอลซีอีกทอดหนึ่งเมื่อมีสัญญาณเอาต์พุตจากจีพีไอโอของราสเบอร์รี่พายมาที่ขาบี (B) ของทรานซิสเตอร์ ซึ่งจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

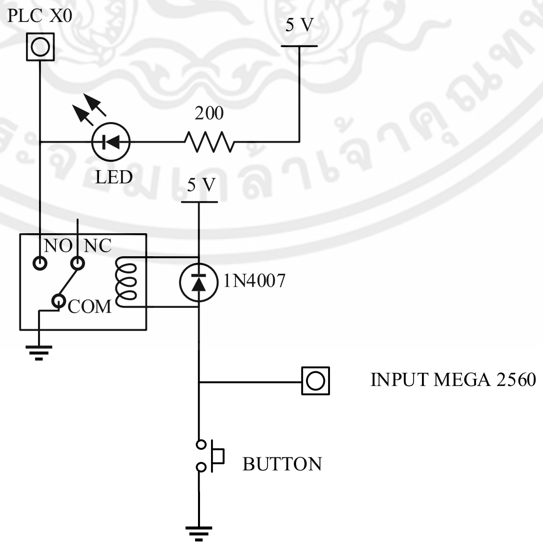
ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานเกิดกระแสไหลผ่านขดลวด พร้อมกับหน้าสัมผัสรีเลย์จะเปลี่ยนจาก NC มาที่ NO และจะป้อนอินพุตให้กับพีแอลซี ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 วงจรเปลี่ยนระดับแรงดันลอจิกโดยใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตซ์ควบคุม

2. วงจรเปลี่ยนระดับแรงดันลอกจิกโดยใช้สวิตช์ควบคุม

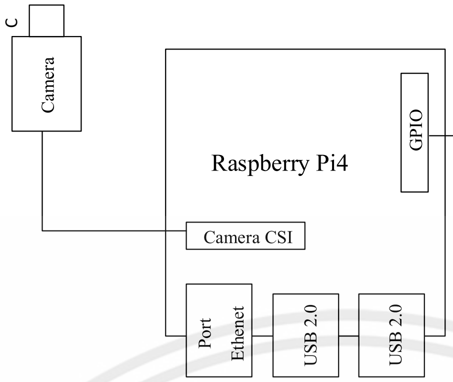
เป็นวงจรที่ใช้สวิตช์และใช้รีเลย์ควบคุมอินพุตของพีแอลซีอีกทอดหนึ่ง เมื่อกดสวิตช์จะส่งอินพุตเป็น LOW ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560 พร้อมกับหน้าสัมผัสรีเลย์จะเปลี่ยนจาก NC มาที่ NO และจะป้อนอินพุตให้กับพีแอลซี ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจรเปลี่ยนระดับแรงดันลอกจิกโดยใช้สวิตช์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

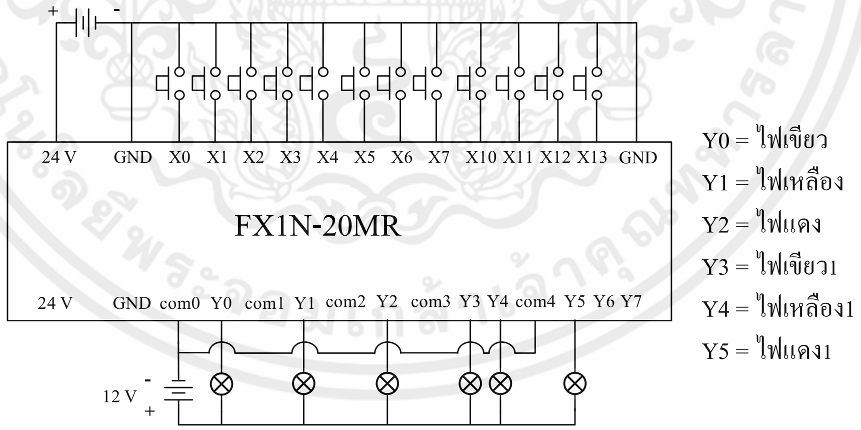
3.2.4 วงจรส่วนประมวลผลราสเบอร์รี่พาย



รูปที่ 3.8 วงจรส่วนประมวลผลระหว่างกล้องและราสเบอร์รี่พาย

จากรูปที่ 3.8 เป็นวงจรส่วนประมวลผลระหว่างกล้องและราสเบอร์รี่พายโดยการจับภาพคำนวณความเร็วรถโดยสัญญาณภาพจากกล้อง จะส่งมาประมวลผลที่ราสเบอร์รี่พายเมื่อรถมีความเร็วเกินขณะไฟเหลืองจะส่งเอาต์พุตออกที่พอร์ตจีพีไอโอของราสเบอร์รี่พาย เพื่อควบคุมอินพุตของพีแอลซีให้แสดงไฟแดงตามที่ได้โปรแกรมไว้

3.2.5 วงจรควบคุมไฟจราจรโดยใช้พีแอลซี



รูปที่ 3.9 วงจรควบคุมไฟจราจรโดยใช้พีแอลซี

จากรูปที่ 3.9 พีแอลซีทำหน้าที่ควบคุมไฟจราจรโดยสามารถการอธิบายได้ดังนี้

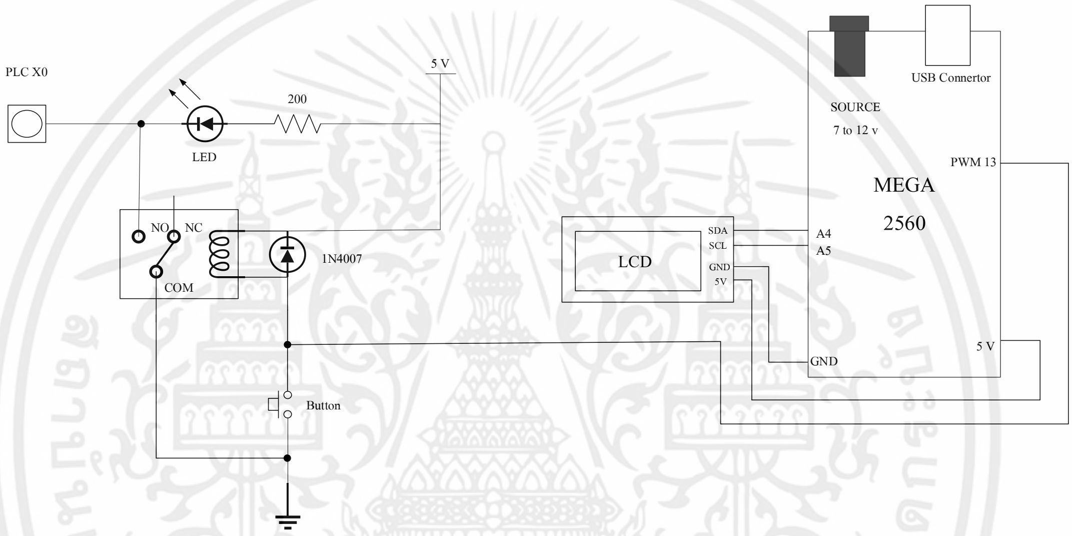
วงจรด้านอินพุตพีแอลซีทำหน้าที่ในการป้อนสัญญาณอินพุตให้กับพีแอลซีโดยจะต่อสวิตช์ระหว่างขาอินพุตกับกราวด์ เมื่อกดสวิตช์จะป้อนสัญญาณไฟลบให้กับขาอินพุตของพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรด้านเอาต์พุตพีแอลซีทำหน้าที่ในการป้อนสัญญาณเอาต์พุตจากพีแอลซีเพื่อนำไปใช้กับโหลดโดยทางเอาต์พุตจะทำหน้าที่คล้ายรีเลย์โดยจะต่อแหล่งจ่ายด้านไฟลบเข้าที่ขา COM0 และไฟบวกเข้าที่ขาขั้วบวกของโหลดและขั้วลบของโหลดเข้าที่ขา Y0 เมื่อมีสัญญาณเอาต์พุตจะทำให้ขา COM0 กับ Y0 เชื่อมต่อกันทำให้โหลดทำงาน

3.2.6 วงจรส่วนแสดงผลผ่านแอลซีดี

ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560 ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณอินพุต LOW จากวงจรเปลี่ยนระดับแรงดันลอจิกเพื่อมาแสดงผลออกทางแอลซีดีโดยจะทำให้รู้ว่าได้ตั้งเวลาของไฟแต่ละดวงกี่วินาทีโดยตัวอักษรบอกการตั้งเวลาจะแสดงขึ้นทางหน้าจอแอลซีดี ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 วงจรส่วนแสดงผลผ่านทางแอลซีดี

3.3 การคำนวณส่วนของการประมวลผลภาพ

3.3.1 การคำนวณเวลาประมวลผล

เวลาประมวลผลเป็นเวลาที่ราสเบอร์รี่พายใช้ในการประมวลผล โดยเริ่มตั้งแต่กล้องจับภาพรถแล้วมาคำนวณความเร็วที่ราสเบอร์รี่พาย สิ้นสุดที่ราสเบอร์รี่พายส่งสัญญาณเอาต์พุตอออกที่พอร์ทจีพีไอโอ โดยคำนวณจากเวลาขณะจับภาพถึงเวลาขณะที่ส่งสัญญาณออกที่พอร์ตจีพีไอโอจะได้เวลาประมวลผลดังสมการที่ 3.4

$$\textbf{ความเร็วประมวลผล} = t_{OUTPUT} - t_{\text{จับภาพ}} \qquad (3.4)$$

t_{OUTPUT} = เวลาที่ราสเบอร์รี่พายทำการประมวลผลแล้วส่งสัญญาณออกทางพอร์ตจีพีไอโอ

$t_{\text{จับภาพ}}$ = เวลาขณะที่กล้องจับภาพรถเพื่อส่งไปคำนวณความเร็ว

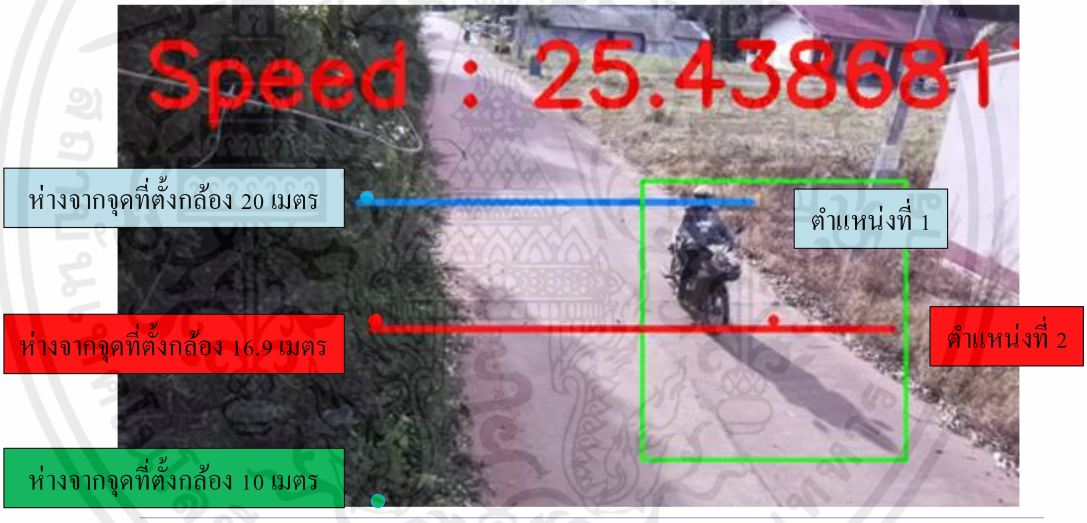
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การคำนวณความเร็วรถ

ความเร็วรถเป็นความเร็วที่คำนวณได้จากภาพที่ได้จากการจับความเร็วด้วยกล้อง แล้วประมวลผลความเร็วของราสเบอร์รี่พาย โดยกล้องจับภาพรถตำแหน่งที่ 1 บันทึกเวลาที่ t_1 และจับภาพรถที่ตำแหน่งที่ 2 บันทึกเวลาที่ t_2 โดยต้องกำหนดระยะทางระหว่างตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 2 แล้วนำระยะทางมาหารด้วยเวลา

$$\text{ความเร็วรถ} = \frac{\text{ระยะทาง(เมตร)} \times 1000}{(t_2 - t_1) \times 3600} \tag{3.5}$$

ในการหาระยะทางนั้นเป็นระยะห่างระหว่างจุดที่ 1 และจุดที่ 2 วัดได้จากพื้นที่จริงเมื่อเทียบกับกล้องดังภาพที่ 3.11 ตำแหน่งที่ 1 ห่างจากจุดที่ตั้งกล้อง 20 เมตร ตำแหน่งที่ 2 ห่างจากจุดที่ตั้งกล้อง 16.9 เมตร ดังนั้นระยะทางจะมีค่าเท่ากับ 3.1 เมตร ซึ่งจะนำค่าที่ได้ไปแทนในสมการที่ 3.5 เพื่อหาความเร็วรถต่อไป



รูปที่ 3.11 การคำนวณความเร็วรถของกล้อง

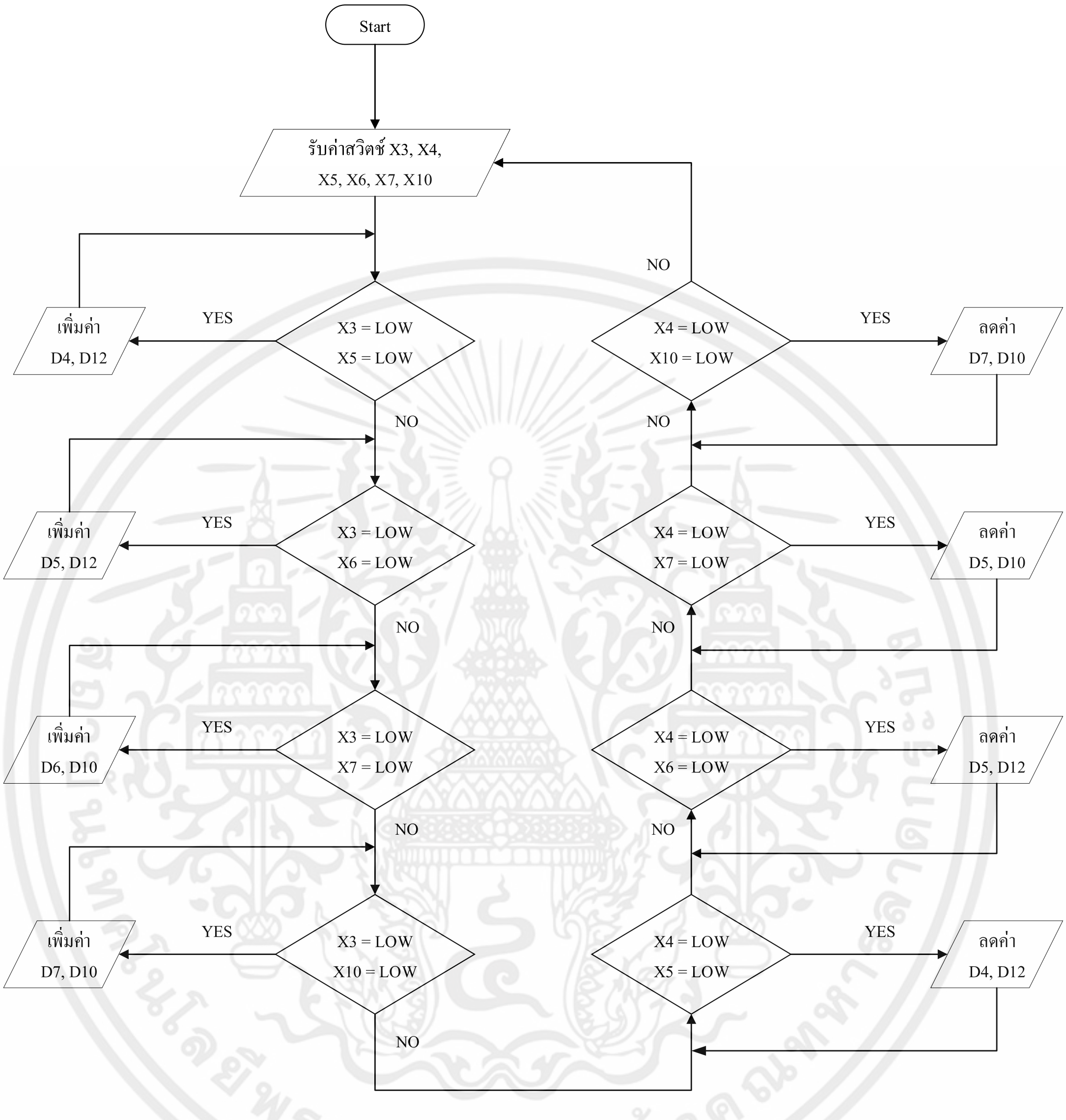
3.4 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรม

3.4.1 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมตั้งเวลาไฟจราจร

โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมตั้งเวลาไฟจราจรกำหนดให้สวิตซ์ X3 และ X4 เป็นตัวเลือกในการเพิ่มค่าเวลาหรือลดค่าเวลาของตัวโคมไฟจราจร สวิตซ์ X5, X6, X7 และ X10 เป็นสวิตซ์ที่เพิ่มค่าเวลาหรือลดค่าเวลาที่ละหนึ่ง ตัวแปร D4 เป็นเวลาของ Green0, D5 เป็นเวลาของ Yellow0, D12 เป็นเวลาของ Red1, D6 เป็นเวลาของ Green1, D5 เป็นเวลาของ Yellow1 และ D10 เป็นเวลาของ Red0 เมื่อเริ่มรับค่าจากสวิตซ์ ถ้า X3 = LOW และ X5 = LOW เพิ่มค่า D4 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D12 แล้วกลับมาเริ่มเงื่อนไขใหม่ ถ้า X3 ≠ LOW หรือ X5 ≠ LOW ไปเงื่อนไขถัดไป รับค่า X4 = LOW และ X5 = LOW ลดค่า D4 และ D12 ถ้าไม่ใช่ไปเงื่อนไขถัดไป ดังรูปที่ 3.12

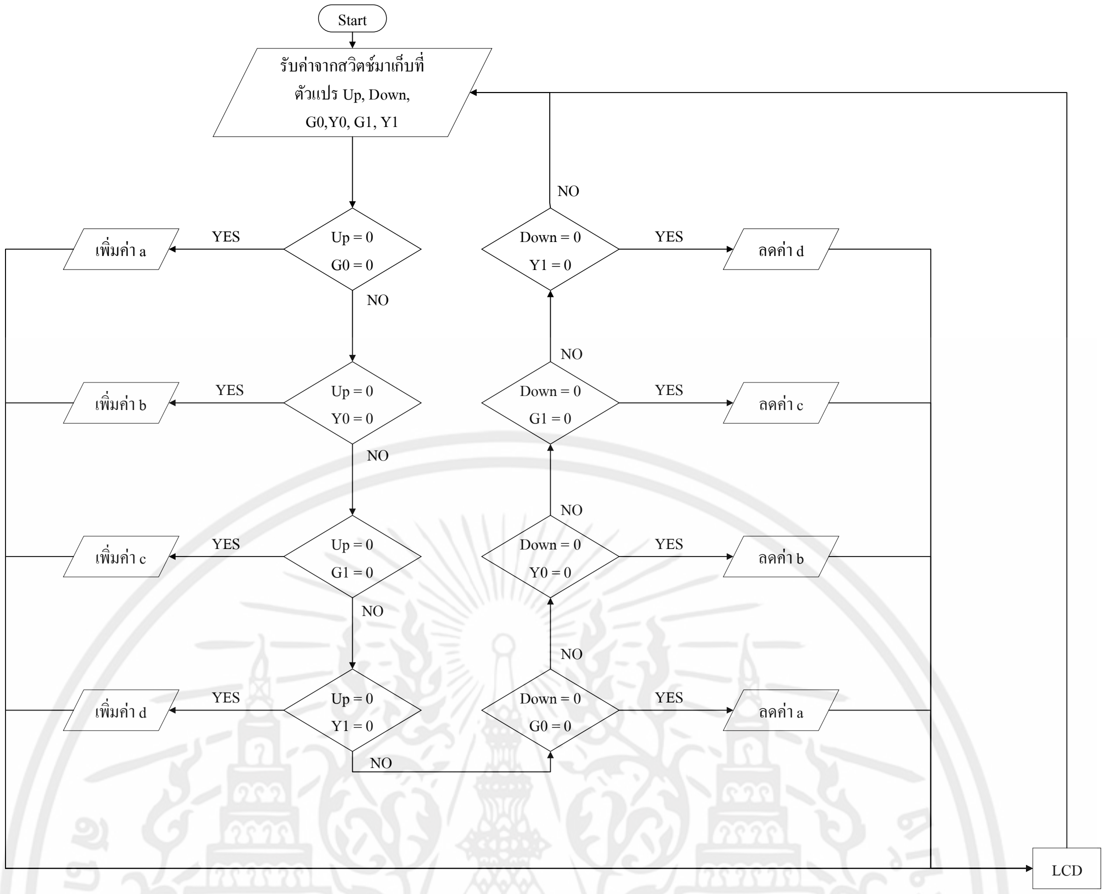


รูปที่ 3.12 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมตั้งเวลาไฟจราจร

3.4.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมแสดงผล

โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมแสดงผลเมื่อเริ่มทำงานจะรับค่าจากสวิตช์มาเก็บไว้ในตัวแปร Up, Down, G0, Y0, G1 และ Y1 ถ้า Up = 0 และ G0 = 0 เพิ่มค่าตัวแปร a ขึ้น 1 ค่า ไปแสดงผลที่จอแอลซีดี ถ้าไม่ใช่ให้ไปเงื่อนไขถัดไป ถ้า Down = 0 และ G0 = 0 ให้ลดค่าตัวแปร a ลง 1 ค่าแล้วไปแสดงผลที่แอลซีดี ถ้า Down ≠ 0 หลัง G0 ≠ 0 ไปเงื่อนไขถัดไป ดังรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมแสดงผล

3.4.3 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมควบคุมไฟจราจร

กำหนดให้

D4 เป็นค่าเวลาของ Green

D12 เป็นค่าเวลาของ Red1

D5 เป็นค่าเวลาของ Yellow

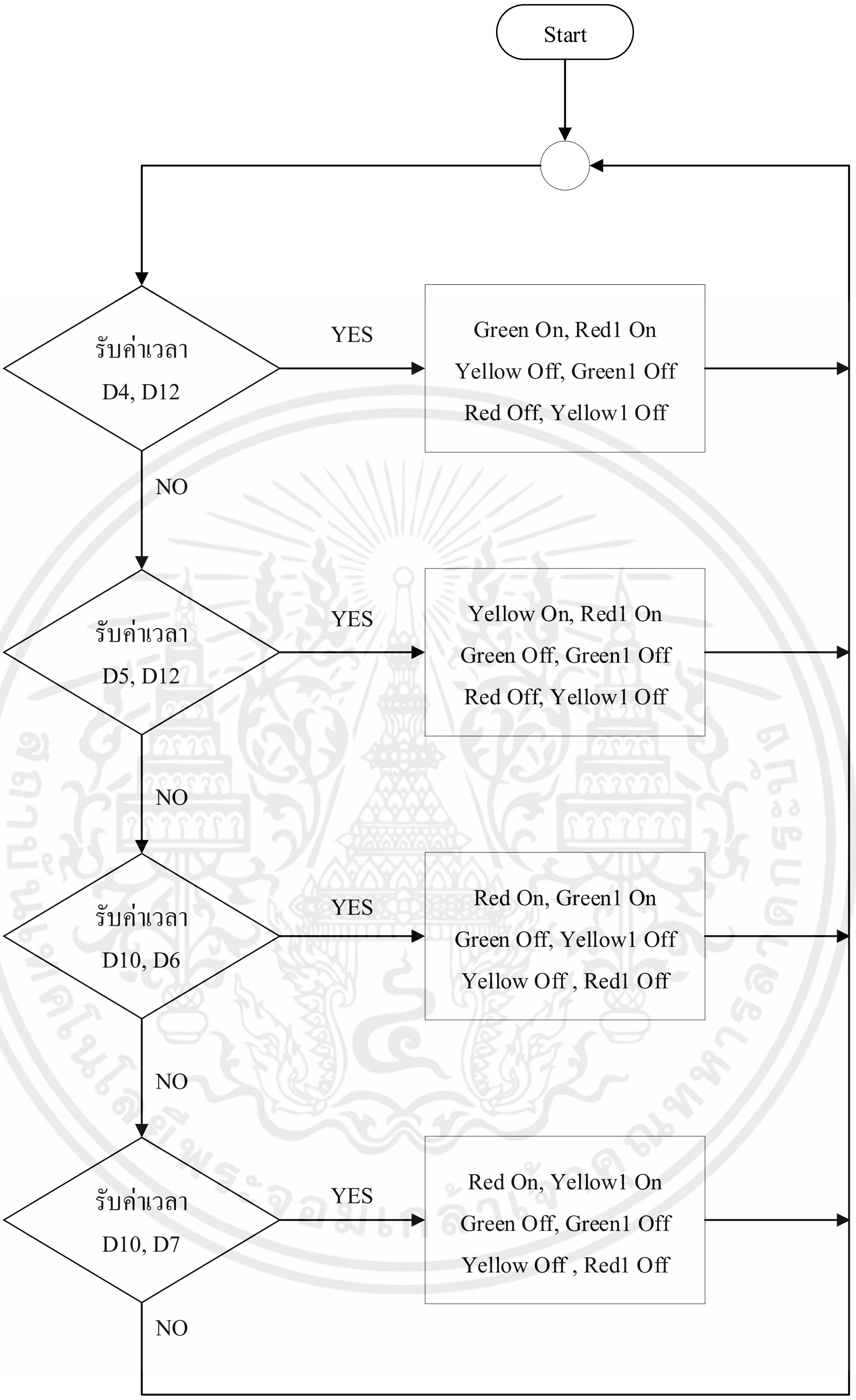
D10 เป็นค่าเวลาของ Red

D6 เป็นค่าเวลาของ Green1

D7 เป็นค่าเวลาของ Yellow1

เมื่อเริ่มทำงาน จะรับค่าเวลาของไฟแต่ละดวง โดยตรวจสอบเงื่อนไข รับค่าเวลา D4, D12 ถ้าใช่ แสดง Green On และ Red1 On แล้วกลับไปจุดเริ่มต้น ถ้าไม่ ไปที่เงื่อนไขรับค่าเวลา D5, D12 ถ้าใช่ แสดง Yellow On และ Red1 On แล้วกลับไปจุดเริ่มต้น ถ้าไม่ ไปที่เงื่อนไขรับค่าเวลา D10, D6 ถ้าใช่ แสดงRed On และ Green1 On แล้วกลับไปจุดเริ่มต้น ถ้าไม่ ไปที่เงื่อนไขรับค่าเวลา D10, D7 ถ้าใช่ แสดง Red On และ Yellow1 On แล้วกลับไปจุดเริ่มต้น ถ้าไม่ ให้กลับไปจุดเริ่มต้น ดังรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

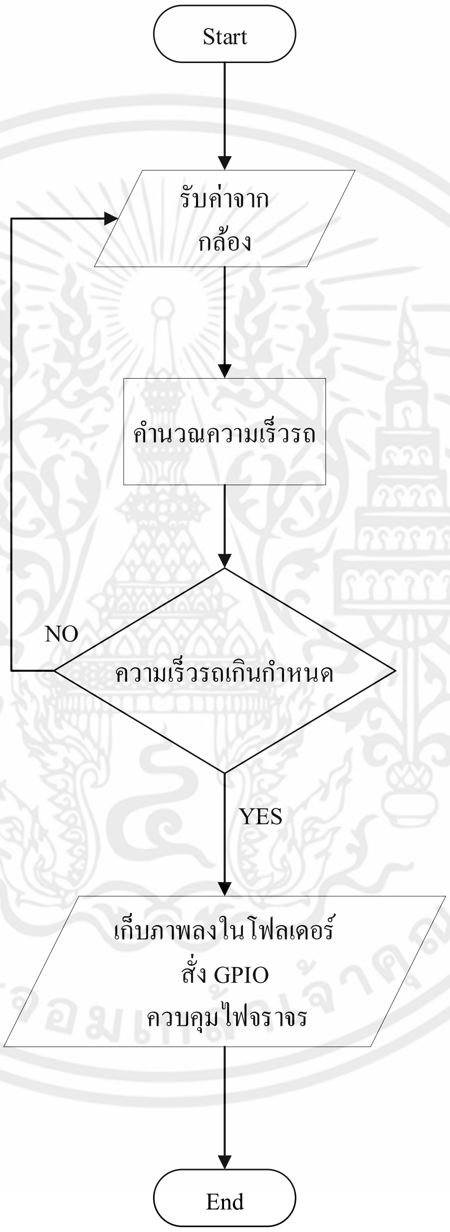


รูปที่ 3.14 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมควบคุมไฟจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของการประมวลผลภาพ

โฟลว์ชาร์ตการทำงานของการประมวลผลภาพเมื่อเริ่มทำงานจะรับค่าจากกล้อง จากนั้นคำนวณความเร็วรถ ถ้าความเร็วเกินกำหนดจะทำการบันทึกภาพและส่งเอาต์พุตออกที่พอร์ต จีพีไอโอ ภาพที่บันทึกได้จะจัดเก็บไว้ในโฟลเดอร์ แล้วจบการทำงาน ถ้าความเร็วรถไม่เกินที่กำหนดไว้ ให้กลับไปรับค่าจากกล้อง ดังรูปที่ 3.15



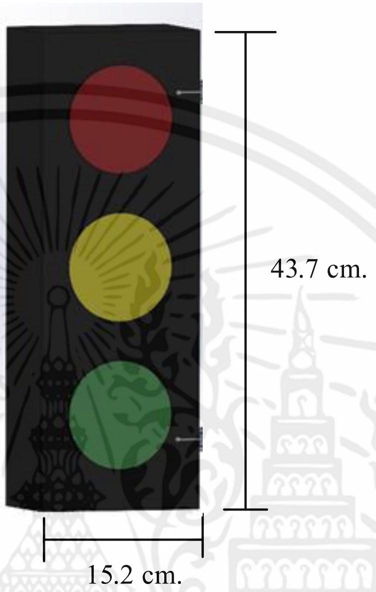
รูปที่ 3.15 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ออกแบบโครงสร้างระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

3.5.1 โคมไฟจราจร

ในการออกแบบโคมไฟจราจรขนาดของโคมไฟจราจร ไฟแต่ละดวงมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร กรอบไฟจราจร กว้าง 15.2 เซนติเมตร ยาว 43.7 เซนติเมตร `ดังรูปที่ 3.16 และจากการออกแบบโคมไฟจราจรจากรูปที่ 3.16 จะได้งานโคมไฟจราจรดังรูปที่ 3.17



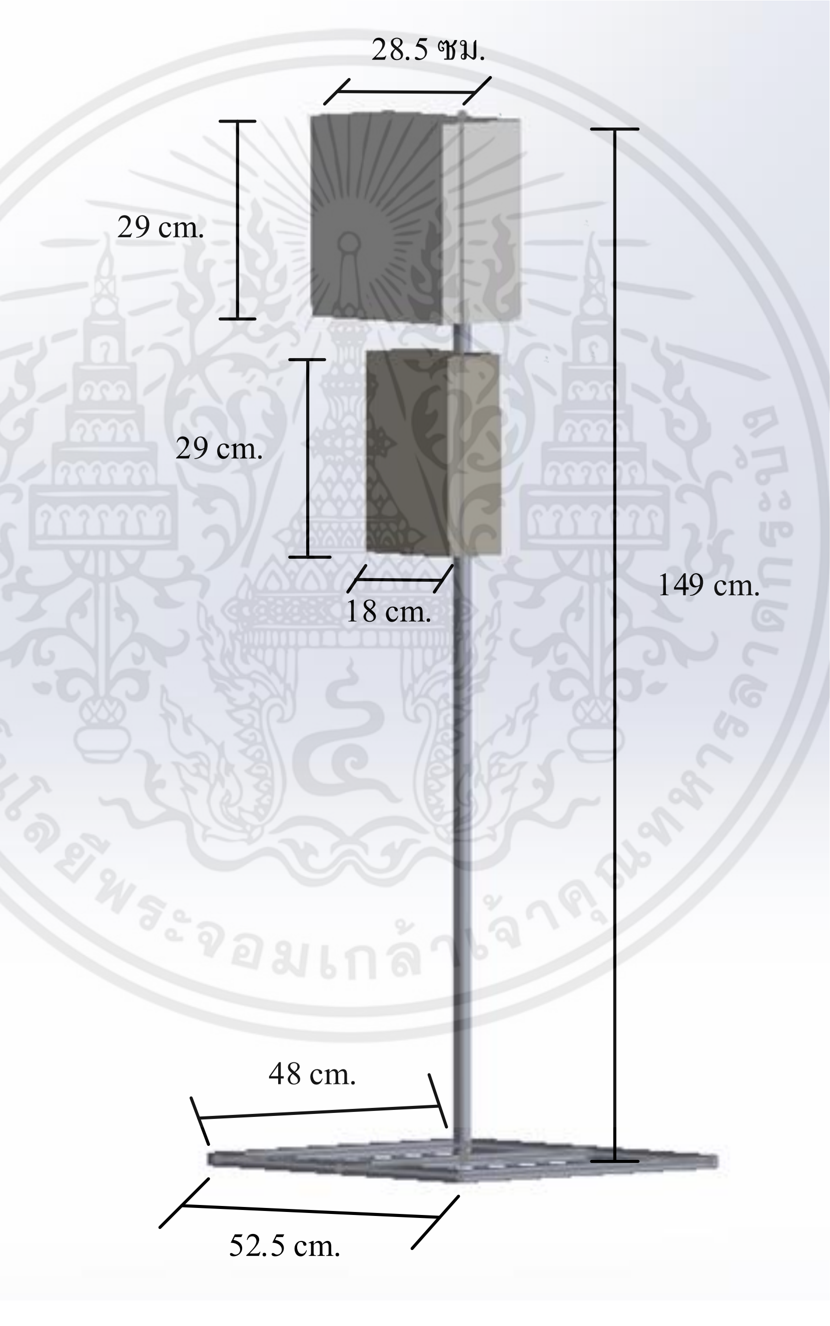
รูปที่ 3.16 โมเดลโคมไฟจราจร

รูปที่ 3.17 โคมไฟจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 ชุดควบคุมระบบไฟจราจร

ในการออกแบบชุดควบคุมระบบไฟจราจร ความสูงของชุดควบคุมคือ 149 เซนติเมตร กล่องควบคุมด้านบนมีขนาดดังนี้ กว้าง 28.5 เซนติเมตร ยาว 29 เซนติเมตร กล่องควบคุมด้านล่างมีขนาดดังนี้ กว้าง 18 เซนติเมตร ยาว 29 เซนติเมตร`และฐานของตัวชุดควบคุมระบบไฟจราจรมีขนาด กว้าง 52.5 เซนติเมตร ยาว 48 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.18 และจากออกแบบชุดควบคุมไฟจราจรในรูปที่ 3.18 จะได้ชุดควบคุมระบบไฟจราจรดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.18 โมเดลชุดควบคุมระบบไฟจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.19 ชุดควบคุมระบบไฟจราจร

จากรูปที่ 3.19

จุดที่ 1 จอแสดงผลแอลอีดี

จุดที่ 2 ไฟแสดงสถานะแอลอีดี

จุดที่ 3 ปุ่มเริ่มการทำงาน(สีเขียว) และหยุดการทำงาน(สีแดง)

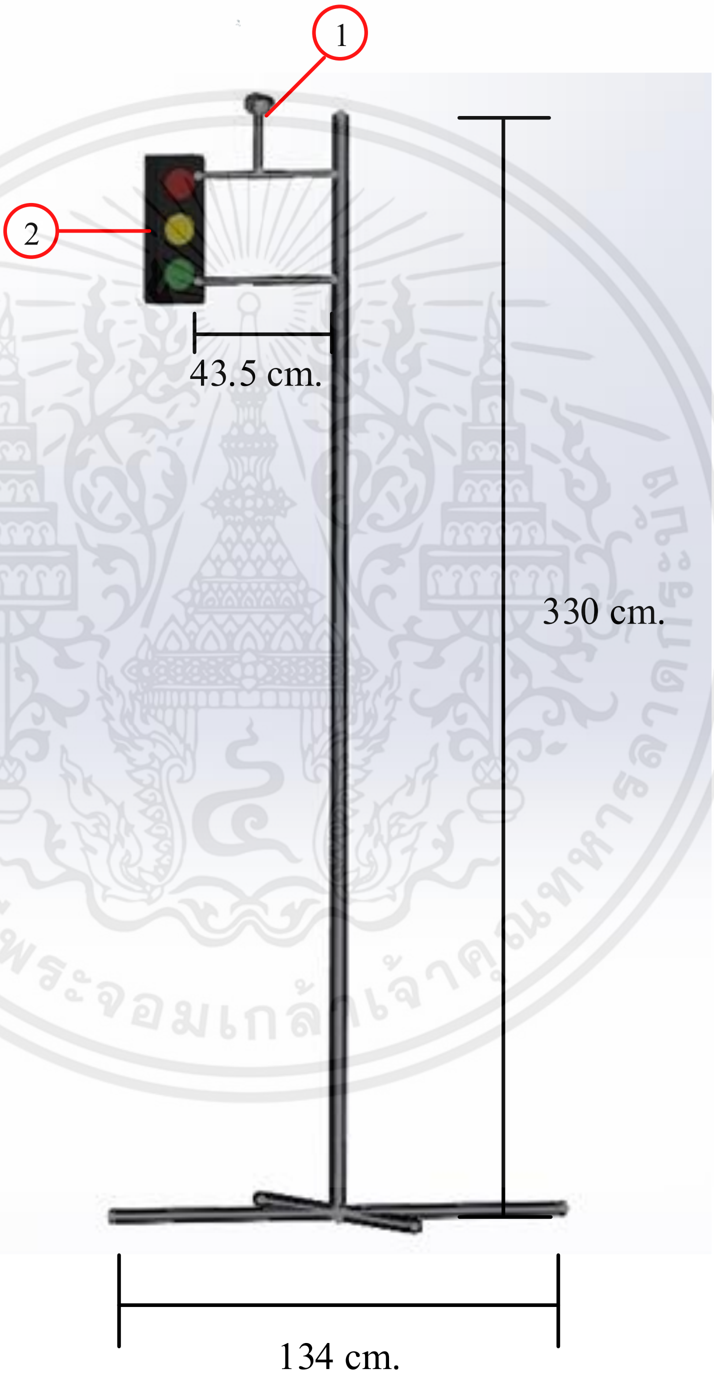
จุดที่ 4 ปุ่มเลือกไฟจราจร สามารถเลือกตั้งเวลาไฟแต่ละดวงได้ตามสีของปุ่ม โดยปุ่มที่ 1 และ 2 (นับจากซ้ายไปขวา) เป็นการตั้งเวลาของไฟเขียวและไฟเหลืองของโคมไฟจราจรโคมที่ 1 ตามลำดับ และปุ่มที่ 3 และ 4 (นับจากซ้ายไปขวา) เป็นการตั้งเวลาของไฟเขียวและไฟเหลืองของโคมไฟจราจรโคมที่ 2 ตามลำดับ

จุดที่ 5 ปุ่มเพิ่มและปุ่มลดเวลา ปุ่มสีเขียวเป็นการเพิ่มเวลาไฟจราจรโดยการกด 1 ครั้ง เพิ่มครั้งละ 1 วินาที ปุ่มแดงเป็นการลดเวลาไฟจราจรโดยการกด 1 ครั้ง ลดครั้งละ 1 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 ไฟจราจร

ในการออกแบบไฟจราจรจะประกอบไปด้วยเสาไฟจราจรขนาด 330 เซนติเมตร และติดกล้อง 1 ตัว (จุดที่1) และประกอบกับชุดโคมไฟจราจรที่ได้จากการออกแบบโคมไฟจราจรที่ 3.5.1 (จุดที่2) ดังรูปที่ 3.20 และจากออกแบบไฟจราจรในรูปที่ 3.20 จะได้ไฟจราจรดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.20 โมเดลไฟจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.21 ไฟจราจร

3.5.4 ระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

ในการออกแบบระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพจะประกอบไปด้วยการออกแบบไฟจราจรและการออกแบบชุดควบคุมไฟจราจรเข้าด้วยกันซึ่งในการเชื่อมต่อสายไฟในจุดที่ 1 ความยาว 2.4 เมตร และในจุดที่ 2 ความยาว 1.3 เมตร โดยสายไฟที่ใช้จะใช้ขนาด 18AWG (ทนกระแสสูงสุด 16 แอมป์) และขนาด 14AWG (ทนกระแสสูงสุด 32 แอมป์) ดังรูปที่ 3.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.22 ระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองการทำงานของระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ ซึ่งมีหัวข้อการทดลองคือ การทดลองสวิตช์ควบคุมสัญญาณไฟจราจร การทดลองจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชัน การทดลองการจับความเร็วรถจากการประมวลผลภาพ การทดลองระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

4.1 การทดลองสวิตช์ควบคุมสัญญาณไฟจราจร

สวิตช์ควบคุมสัญญาณไฟจราจรคือสวิตช์ที่ใช้กำหนดเวลาของไฟจราจร โดยการกำหนดเวลาของไฟจราจรสามารถควบคุมผ่านปุ่มสวิตช์หน้าตู้คอนโทรลแล้วให้แสดงผ่านหน้าจอแอลซีดีและสัญญาณไฟจราจร โดยหน้าตู้คอนโทรลต้องกำหนดสีไฟจราจร และตั้งเวลาของไฟจราจร พร้อมทั้งแสดงผ่านหน้าจอแอลซีดี โดยจะตั้งเวลาไฟจราจรทั้ง 2 โคมไฟจราจรพร้อมกัน

4.1.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบความถูกต้องของสวิตช์ให้ทำงานได้อย่างถูกต้อง
2. เพื่อทดสอบการส่งสัญญาณอินพุตให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์และพีแอลซี
3. เพื่อทดสอบการตั้งเวลาของไฟจราจร

4.1.2 อุปกรณ์ในการทดลอง

1. สวิตช์ button 8 ตัว
2. วงจรสวิตช์ควบคุม 8 ชุด
3. ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560
4. พีแอลซีรุ่น Mitsubishi FX1N 20 MR
5. จอแอลซีดี
6. ไฟจราจร 2 ชุด

4.1.3 ขั้นตอนการทดลอง

1. เสียบปลั๊กเพื่อเปิดเครื่อง
2. ต่อสวิตช์ button 8 ตัวเข้ากับวงจรสวิตช์ควบคุม 8 ชุด
3. ต่อสายสัญญาณจากสวิตช์ควบคุมไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560 และพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ต่อจอแอลซีดีเข้าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่เมกะ 2560 และต่อไฟจราจรเข้าที่เอาต์พุตของพีแอลซีทั้ง 2 ชุด

5. ทำการ RUN โปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่ เมกะ 2560 และพีแอลซี

6. กดปุ่มสวิตช์1 (Start) และกดปุ่มสวิตช์2 (Reset) สังเกตและบันทึกผลลงในตารางที่ 4.1

7. กดปุ่มสวิตช์3 (GREEN) และกดปุ่มสวิตช์7 (เพิ่มเวลา) เพื่อเพิ่มเวลา 10 วินาที กดปุ่มสวิตช์4 (YELLOW0) และกดปุ่มสวิตช์7 (เพิ่มเวลา) เพื่อเพิ่มเวลา 2 วินาที

8. กดปุ่มสวิตช์5 (GREEN1) และกดปุ่มสวิตช์7 (เพิ่มเวลา) เพื่อเพิ่มเวลา 10 วินาที กดปุ่มสวิตช์6 (YELLOW1) และกดปุ่มสวิตช์7 (เพิ่มเวลา) เพื่อเพิ่มเวลา 2 วินาที

9. กดปุ่มสวิตช์1 (Start) สังเกตไฟจราจรแต่ละดวงจับเวลาและบันทึกผลลงในตารางที่ 4.1

10. ทำตามการทดลองข้อที่ 7 ถึง 9 โดยตั้งไฟเขียว 10 วินาที ไฟเหลือง 2 วินาทีจับเวลาและบันทึกผลลงในตารางที่ 4.1

การหาเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาด

$$\textbf{\% ค่าความผิดพลาด} = \left| \frac{\text{เวลาที่ตั้ง} - \text{เวลาที่จับได้}}{\text{เวลาที่ตั้ง}} \right| \times 100\% \qquad \textbf{(4.1)}$$

11. นำผลการทดลองที่ได้จากการทดลองที่ 4.1 ไปหาเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1

4.1.4 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ตารางผลการทดลองสวิตช์ควบคุมสัญญาณไฟจราจร

ไฟจราจร	ตั้งเวลา (s)	ครั้งที่ จับเวลา (s)				% ค่าความผิดพลาด
		1	2	3	เฉลี่ย	
GREEN0	10	9.80	10.20	9.90	9.97	0.30
YELLOW0	2	1.90	2.10	1.98	1.99	0.50
RED0	12	11.82	12.10	11.96	11.96	0.33
GREEN1	10	9.92	10.30	10.50	10.24	2.40
YELLOW1	2	1.98	2.05	1.99	2.00	0
RED1	12	12.50	12.40	11.98	12.29	2.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองจะพบว่าการตั้งเวลาที่โคมไฟจราจรโคมที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดที่ใกล้เคียงกัน ยิ่งตั้งเวลาน้อยค่าความผิดพลาดจะมากขึ้น แต่ในการตั้งเวลาที่โคมไฟจราจรโคมที่ 2 การตั้งเวลาไฟจราจรสีเหลืองไม่มีความผิดพลาด แต่การตั้งเวลาไฟจราจรสีเขียวมีเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดมากถึง 2.40 เปอร์เซ็นต์ ในการตั้งเวลาโคมไฟจราจรโคมที่ 2 ยิ่งการตั้งเวลามากขึ้น ค่าความผิดพลาดก็จะมากขึ้นตามไปด้วย

4.2 การทดลองจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชัน

การทดลองจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชันเป็นการเลือกทดสอบแอปพลิเคชันจาก 2 แอปพลิเคชันเพื่อหาประสิทธิภาพไปใช้ในการทดลองจับความเร็วรถเทียบกับการประมวลผลภาพ ในการทดสอบนั้นใช้แอปพลิเคชันทดสอบเทียบกับเข็มไมล์รถจักรยานยนต์ที่เป็นระบบดิจิตอล โดยในการทดสอบใช้รถรุ่น Honda PCX

4.2.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพแอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ท
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพแอปพลิเคชัน Speedometer GPS

4.2.2 อุปกรณ์ในการทดลอง

1. โทรศัพท์มือถือ
2. รถจักรยานยนต์
3. แอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ท
4. แอปพลิเคชัน Speedometer GPS

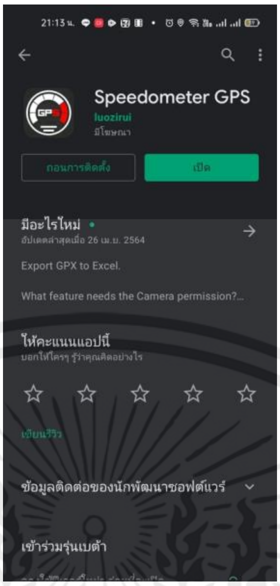
4.2.3 ขั้นตอนการทดลอง

1. ดาวน์โหลดแอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ท รูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 แอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน Speedometer GPS รูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แอปพลิเคชัน Speedometer GPS

3. ขับขี่รถด้วยความเร็วที่กำหนดตามตารางที่ 4.2 พร้อมบันทึกผลการทดลองและรูปที่ได้จากการทดลอง

4. ขับขี่รถด้วยความเร็วที่กำหนดตามตารางที่ 4.3 พร้อมบันทึกผลการทดลองและรูปที่ได้จากการทดลอง

5. นำผลการทดลองที่ได้จากการทดลองที่ 4.2 ไปหาเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1 และบันทึกรูปผลการทดลองที่ได้

4.2.4 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.2 ตารางผลการทดลองการจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ท

ความเร็วรถจากไมล์รถจักรยานยนต์ (กม./ชม.)	ความเร็วรถจากแอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ท (กม./ชม.)				% ค่าความผิดพลาด
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่3	เฉลี่ย	
30	28.7	29.5	30.1	29.4	2.0
40	37.7	37.3	40.0	38.3	4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ตารางผลการทดลองการจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชัน Speedometer GPS

ความเร็วรถจากไมล์รถจักรยานยนต์ (กม./ชม.)	ความเร็วรถจากแอปพลิเคชัน Speedometer GPS (กม./ชม.)				% ค่าความผิดพลาด
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่3	เฉลี่ย	
30	24.4	24.6	25.6	24.9	17
40	36.3	38.3	36.2	36.9	7.8

จากการทดลองพบว่าแอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ทมีความผิดพลาดน้อยกว่าแอปพลิเคชัน Speedometer GPS จึงเลือกใช้แอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ทในการทดสอบจับความเร็วรถเทียบกับการประมวลผลภาพ

รูปผลการทดลองที่ได้จากการจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ทจับความเร็วที่ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 การจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ทจับความเร็วที่ 30 (กม./ชม.)

รูปผลการทดลองที่ได้จากการจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ทจับความเร็วที่ 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 การจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ทจับความเร็วที่ 40 (กม./ชม.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปผลการทดลองที่ได้จากการจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชัน Speedometer GPS จับความเร็วที่ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 การจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชัน Speedometer GPS จับความเร็วที่ 30 (กม./ชม.)

รูปผลการทดลองที่ได้จากการจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชัน Speedometer GPS จับความเร็วที่ 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.6 การจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชัน Speedometer GPS จับความเร็วที่ 40 (กม./ชม.)

4.3 การทดลองการจับความเร็วรถจากการประมวลผลภาพ

การทดลองจับความเร็วรถจากการประมวลผลภาพเป็นการทดลองระหว่างการจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ทเทียบกับการจับความเร็วรถที่ได้จากการประมวลผลภาพ และทดสอบเวลาที่การประมวลผลภาพใช้ประมวลผลความเร็วของรถ

4.3.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบการจับความเร็วรถด้วยการประมวลผลภาพ
2. เพื่อบันทึกภาพไปไว้ในโฟลเดอร์

4.3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง

1. ราสเบอร์รี่พาย 1 บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กล้อง Pi camera 1 ตัว

3. ตัวแปลง HDMI 2 ตัว

4. เสาไฟจราจร 1 ต้น

4.3.3 ขั้นตอนการทดลอง

1. เสียบปลั๊กเพื่อเปิดเครื่อง

2. เชื่อมต่อราสเบอร์รี่พายกับคอมพิวเตอร์

3. นำกล้องไปติดบนเสาไฟจราจร จากนั้นทำการ RUN โปรแกรมที่ราสเบอร์รี่พาย

4. ทดสอบความเร็วรถโดยแอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ท และ ทดสอบจับความเร็วรถด้วยกล้องตรวจจับความเร็วโดยใช้ราสเบอร์รี่พายในการประมวลผล บันทึกผลลงในตารางที่ 4.5 และบันทึกภาพผลการทดลอง

5. นำผลการทดลองที่ได้จากการทดลองตารางที่ 4.4 ไปหาเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1

6. บันทึกเวลาที่ใช้ในการประมวลผลลงในตารางที่ 4.5 และบันทึกภาพผลการทดลอง

4.3.4 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.4 ตารางผลการทดลองการจับความเร็วรถจากการประมวลผลภาพ

ความเร็ว (กม/ชม)	ความเร็วรถที่จับได้โดยเอปพลิเคชัน (กม./ชม.)				ความเร็วรถที่จับได้จากกล้องตรวจจับความเร็ว (กม./ชม.)				% ค่าความผิดพลาด
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
25	24.58	25.32	25.25	25.05	23.45	25.93	25.43	24.94	0.44
30	30.30	29.40	32.00	30.57	32.11	29.73	29.44	30.43	0.46
35	34.89	35.60	35.02	35.17	33.79	37.65	34.22	35.22	0.14
40	39.50	39.70	41.30	41.07	42.96	41.86	41.61	42.14	2.37
45	45.30	45.80	45.98	45.69	44.81	46.10	46.78	45.89	0.44
50	50.50	51.20	49.60	50.43	48.42	48.27	49.72	48.80	3.23

จากการทดลองพบว่าการจับความเร็วรถที่ 35 กิโลเมตรต่อชั่วโมงมีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดคือ 0.14 เปอร์เซ็นต์ และในการจับความเร็วรถที่ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมงมีค่าความผิดพลาดมากที่สุดคือ 3.23 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ตารางผลการทดลองเวลาที่โปรแกรมใช้ประมวลผล

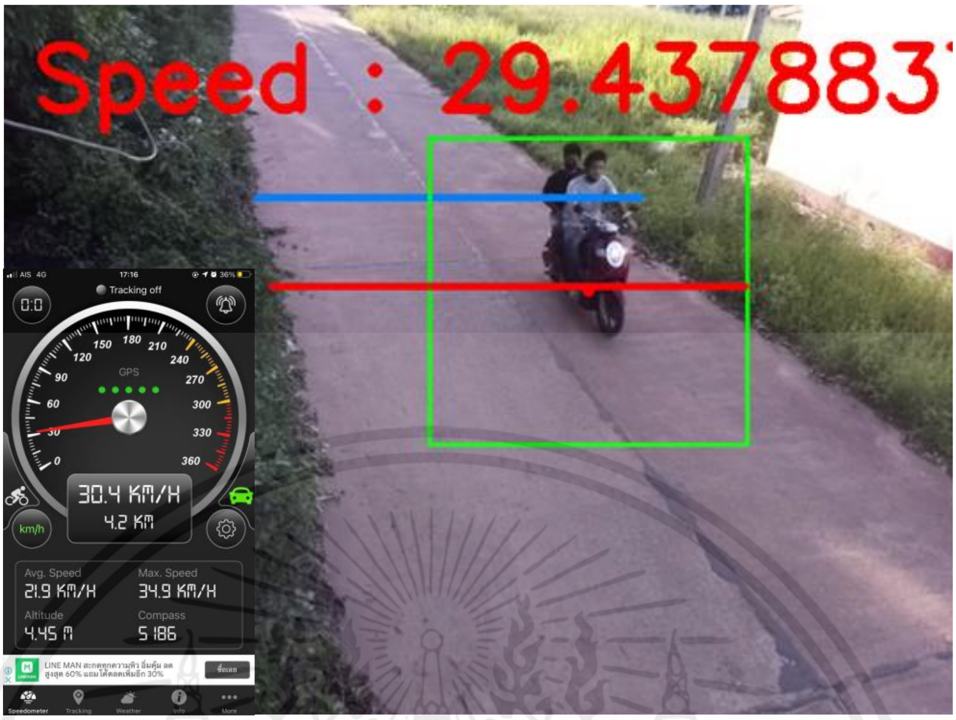
ความเร็ว (กม./ชม.)	เวลาที่ใช้ในการประมวลผล (s)
25	0.000108
30	0.000158
35	0.000174
40	0.000188
45	0.000188
50	0.000211

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าเวลาการในการประมวลผลภาพจากความเร็วรถระบบจะใช้เวลามากที่สุดที่ 0.000211 วินาที เพื่อส่งสัญญาณไปให้ไฟจราจร

ภาพที่ได้จากการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11 และ 4.12

รูปที่ 4.7 ความเร็วรถที่จับได้จากกล้องตรวจจับความเร็ว 25.43 (กม./ชม.)

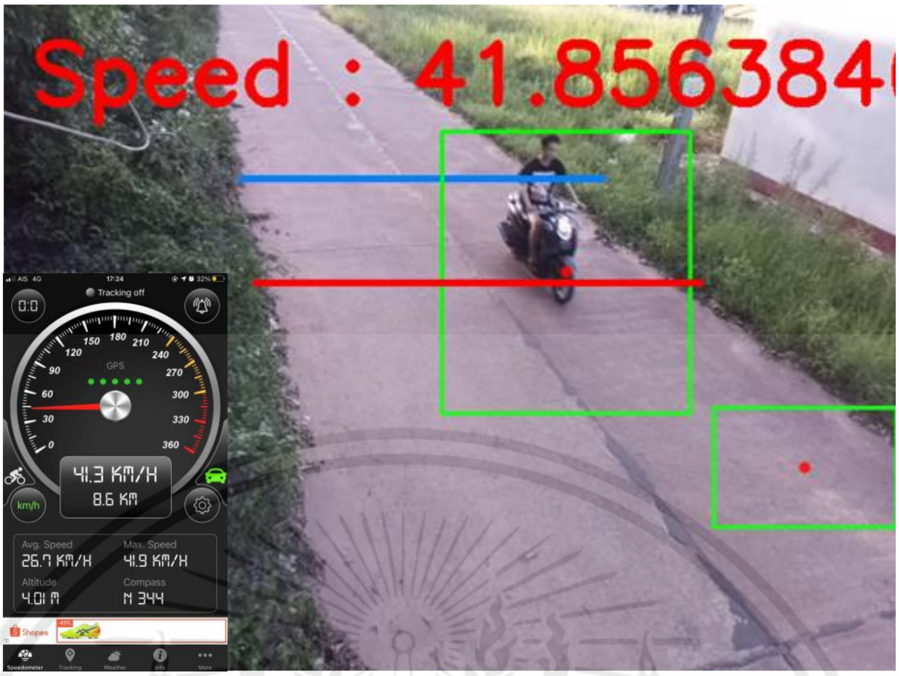
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



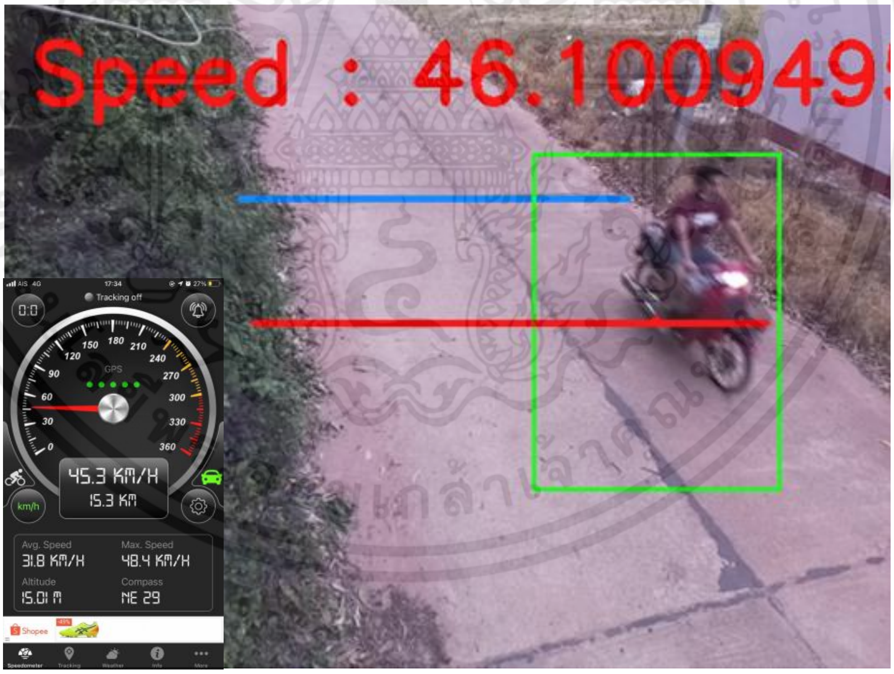
รูปที่ 4.8 ความเร็วรถที่จับได้จากกล้องตรวจจับความเร็ว 29.44 (กม./ชม.)

รูปที่ 4.9 ความเร็วรถที่จับได้จากกล้องตรวจจับความเร็ว 34.22 (กม./ชม.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

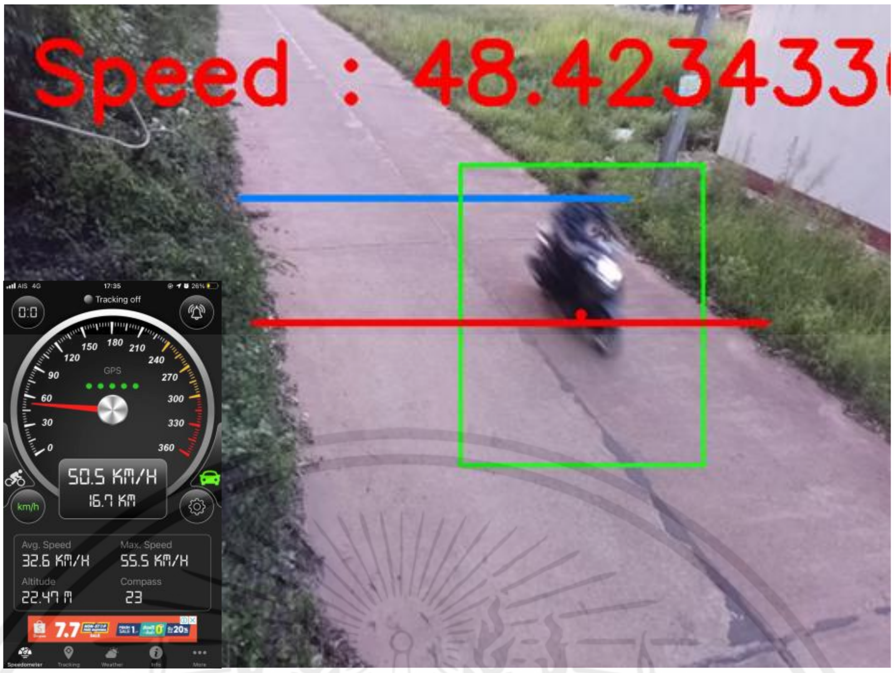


รูปที่ 4.10 ความเร็วรถที่จับได้จากกล้องตรวจจับความเร็ว 41.86 (กม./ชม.)



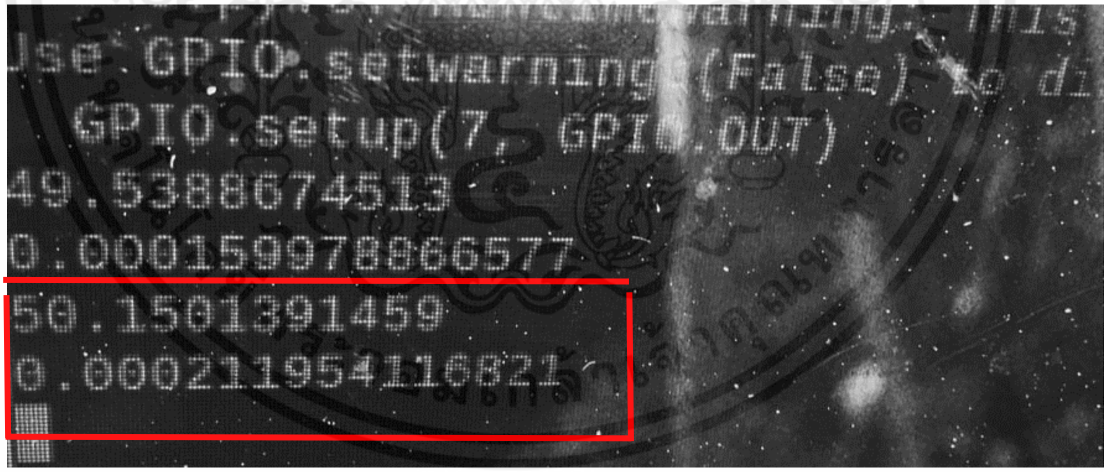
รูปที่ 4.11 ความเร็วรถที่จับได้จากกล้องตรวจจับความเร็ว 46.10 (กม./ชม.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ความเร็วรถที่จับได้จากกล้องตรวจจับความเร็ว 48.42 (กม./ชม.)

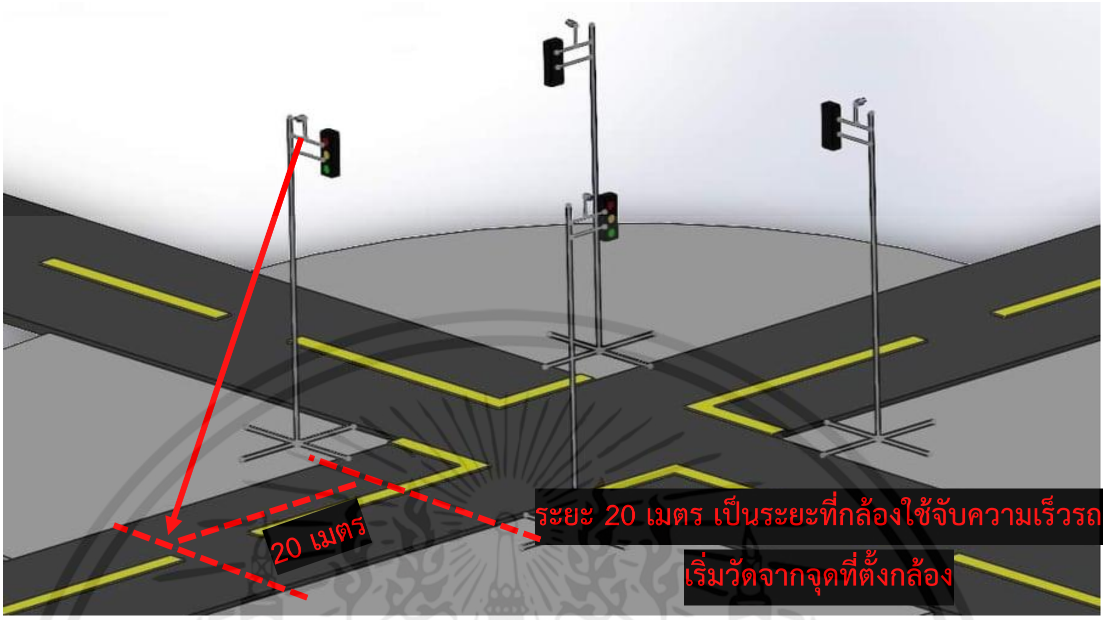
ภาพความเร็วในการประมวลผลแสดงดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ความเร็วที่ใช้ในการประมวลผลที่ความเร็ว 50 กม./ชม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ



รูปที่ 4.14 การทดลองระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

จากรูปที่ 4.14 การทดลองระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพจะทำการรวมระบบไฟแดงและการประมวลผลภาพเข้าด้วยกันในการทดลองจะตั้งเสาไฟจราจรพร้อมกล้องโดยกล้องนั้นจับที่ 20 เมตร ตามทฤษฎีระยะเบรกรถในรูปที่ 2.18 การตั้งระยะไว้ที่ 20 เมตรรถที่ขับขี่มาด้วยความเร็วที่มากกว่า 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมงจะไม่สามารถหยุดรถได้ทัน การทดสอบระบบนั้นจะต้องให้สัญญาณไฟของอีกฝั่งหน่วงเวลาให้เป็นสัญญาณไฟแดงต่อไปอีก 3 วินาที เพื่อไม่ให้เกิดอุบัติเหตุ

4.4.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบระบบป้องกันการเกิดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดง
2. เพื่อหน่วงเวลาไฟจราจร

4.4.2 อุปกรณ์ในการทดลอง

1. ชุดควบคุมไฟจราจร
2. ไฟจราจร 2 ชุด
3. ราสเบอร์รี่พาย 1 บอร์ด
4. คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
5. กล้อง Pi camera 1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สาย HDMI 5 เมตร 1 เส้น

7. หัวแปลง HDMI 2 หัว

4.4.3 ขั้นตอนการทดลอง

1. ติดตั้งชุดควบคุมไฟจราจรกับไฟจราจร

2. เชื่อมต่อราสเบอร์รี่พายกับคอมพิวเตอร์

3. เชื่อมต่อกล้องกับราสเบอร์รี่พายด้วยหัวแปลง HDMI และสาย HDMI

4. ติดตั้งกล้องกล้อง Pi camera บนเสาไฟจราจร

5. เปิดหน้าต่างราสเบอร์รี่พายและ RUN โปรแกรม

6. ตั้งเวลาไฟจราจร ไฟเขียว 10 วินาที ไฟเหลือง 3 วินาที แล้วกดปุ่ม Start

7. ทำการทดสอบจับความเร็วรถขณะไฟเหลือง ที่ความเร็ว 32 กม./ชม. และ 43 กม./ชม. อย่างละ 3 ครั้ง สังเกตไฟจราจร และโฟลเดอร์ภาพ บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.6

8. บันทึกภาพผลการทดลอง

4.4.4 ผลการทดลอง

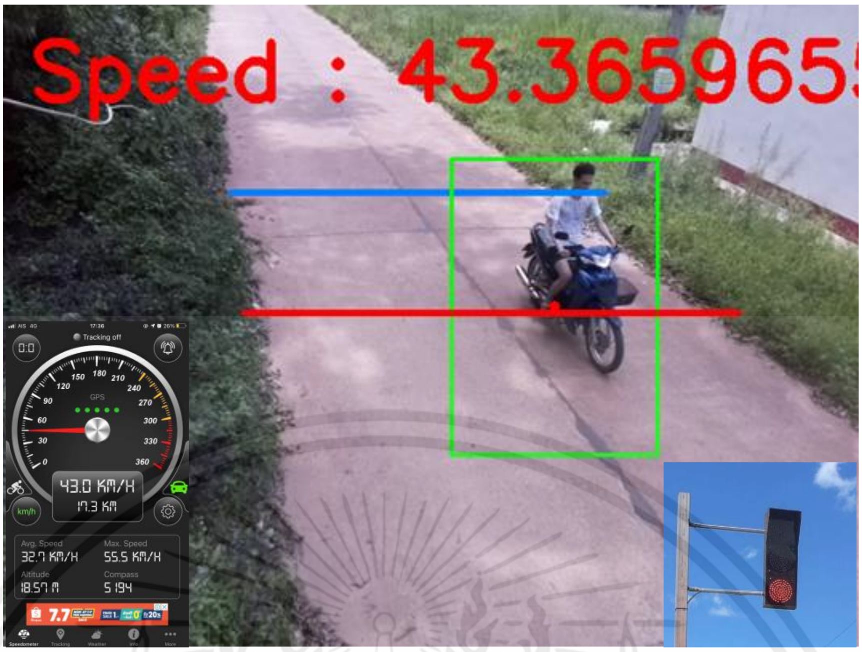
ตารางที่ 4.6 ตารางผลการทดลองระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

ครั้งที่	ความเร็วรถที่ 32 กม./ชม.	Delay ไฟแดง 3 วินาที	ความเร็วรถที่ 43 กม./ชม.	Delay ไฟแดง 3 วินาที	โฟลเดอร์ภาพ
1	33.38	2.65	44.21	2.79	มี
2	32.35	2.72	44.87	2.78	มี
3	32.07	2.78	43.36	2.86	มี
เฉลี่ย	32.60	2.72	44.12	2.81	—

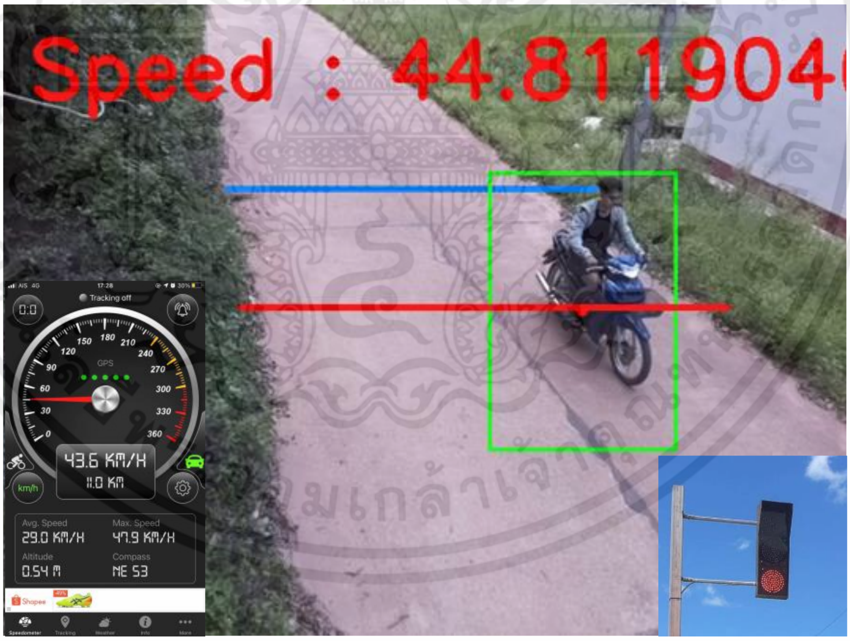
จากการทดลองพบว่ารถที่ขับมาด้วยความเร็วที่มากกว่า 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมงในระยะ 20 เมตรระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงสามารถจับความเร็วรถและประมวลผลภาพได้ทันและสามารถควบคุมสัญญาณไฟจราจรอีกฝั่งให้หน่วงเวลาเพิ่มที่ 3 วินาทีได้

ภาพที่ได้จากการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.15, 4.16, 4.17, 4.18, 4.19 และ 4.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

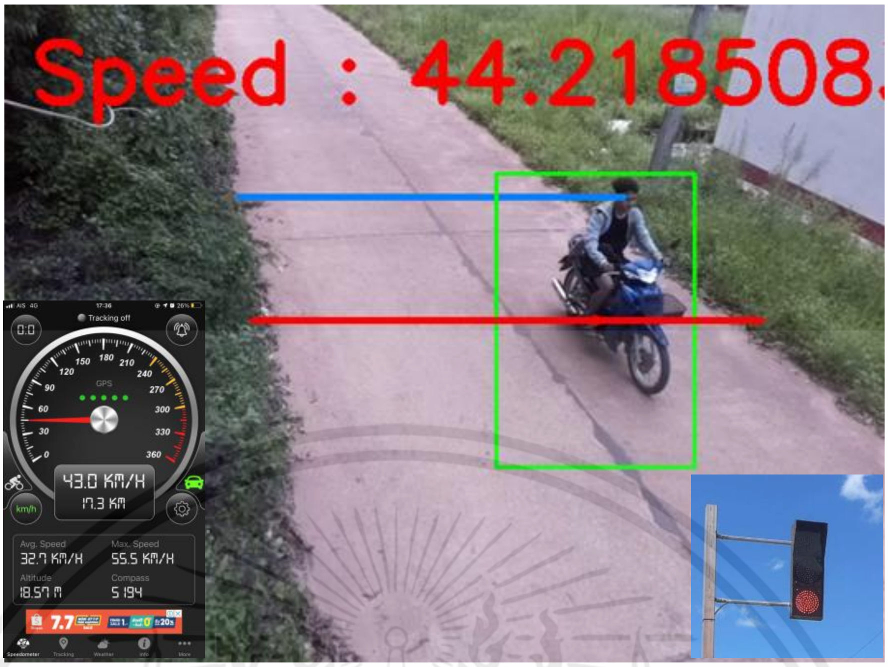


รูปที่ 4.15 การทดลองจับความเร็วรถที่ 43 กม./ชม. (1)

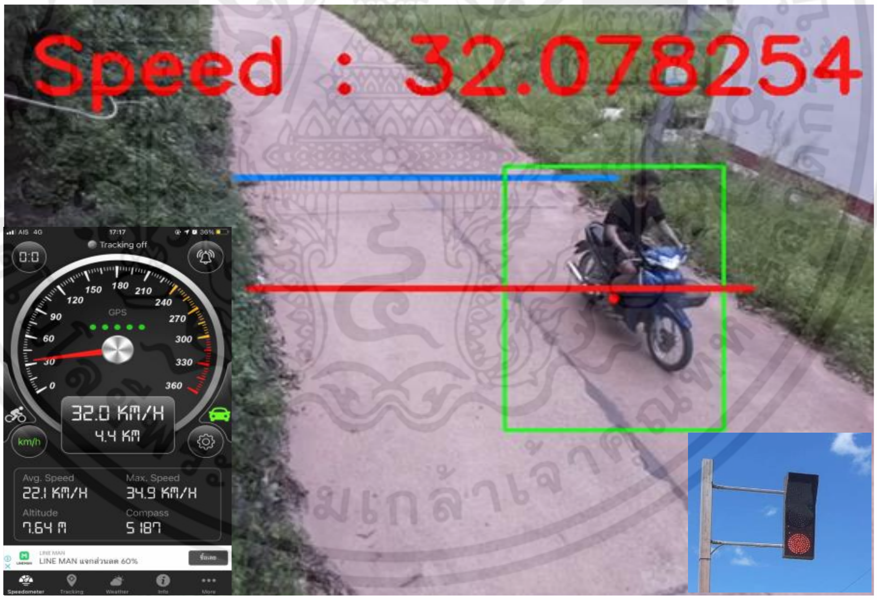


รูปที่ 4.16 การทดลองจับความเร็วรถที่ 43 กม./ชม. (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 การทดลองจับความเร็วรถที่ 43 กม./ชม. (3)



รูปที่ 4.18 การทดลองจับความเร็วรถที่ 32 กม./ชม. (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.19 การทดลองจับความเร็วรถที่ 32 กม./ชม. (2)

รูปที่ 4.20 การทดลองจับความเร็วรถที่ 32 กม./ชม. (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงบทสรุปในการทดลองจากบทที่ 4 ประกอบไปด้วย สรุปผลการทดลองสวิตช์ควบคุมสัญญาณไฟจราจร สรุปผลการทดลองจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชัน สรุปผลการทดลองการจับความเร็วรถจากการประมวลผลภาพ และสรุปผลการทดลองระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ ปัญหาและอุปสรรค และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การทดลองสวิตช์ควบคุมสัญญาณไฟจราจร

จากการทดลองสวิตช์ควบคุมสัญญาณไฟจราจรคือสวิตช์ที่ใช้กำหนดเวลาของไฟจราจร โดยการกำหนดเวลาของไฟจราจรสามารถควบคุมผ่านปุ่มสวิตช์หน้าตู้คอนโทรลแล้วให้แสดงผลผ่านหน้าจอแอลซีดีและสัญญาณไฟจราจร โดยหน้าตู้คอนโทรลสามารถกำหนดสีไฟจราจรและระยะเวลาของไฟจราจรได้ทั้ง 2 โคมไฟจราจร จากการทดลองพบว่าการตั้งเวลาที่โคมไฟจราจรโคมที่ 1 โดยตั้งเวลาไฟจราจรสีเหลือง (Yellow0) และการตั้งเวลาไฟจราจรสีเขียว (Green0) มีค่าความผิดพลาดที่ใกล้เคียงกัน ยิ่งตั้งเวลาน้อยค่าความผิดพลาดจะมากขึ้น แต่ในการตั้งเวลาที่โคมไฟจราจรโคมที่ 2 การตั้งเวลาไฟจราจรสีเหลือง (Yellow1) ไม่มีความผิดพลาด แต่การตั้งเวลาไฟจราจรสีเขียว (Green0) มีค่าความผิดพลาดมากถึง 2.40 เปอร์เซ็นต์ ในการตั้งเวลาโคมไฟจราจรโคมที่ 2 ยิ่งตั้งเวลามากขึ้นค่าความผิดพลาดจะมากขึ้นตามไปด้วย จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าสวิตช์ควบคุมไฟจราจรมีประสิทธิภาพในการตั้งเวลา หากผู้ใช้งานต้องการตั้งเวลาที่มากขึ้นหรือน้อยลงสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.2 การทดลองจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชัน

การทดลองจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชันเป็นการเลือกทดสอบแอปพลิเคชัน 2 แอปพลิเคชันเพื่อหาประสิทธิภาพไปใช้ในการทดลองจับความเร็วรถเทียบกับการประมวลผลภาพ ในการทดสอบนั้นใช้แอปพลิเคชันทดสอบเทียบกับเข็มไมล์รถจักรยานยนต์ที่เป็นระบบดิจิตอล ซึ่งจากการทดลองพบว่าการจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ทที่ 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมงมีค่าความผิดพลาดมากที่สุด คือ 4.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าความผิดพลาดน้อยกว่าการจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชัน Speedometer GPS ที่มีค่าผิดพลาดมากที่สุดจากการจับความเร็วรถที่ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีค่าความผิดพลาด 17 เปอร์เซ็นต์ จึงเลือกใช้แอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ทในการทดสอบจับความเร็วรถเทียบกับการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 การทดลองการจับความเร็วรถจากการประมวลผลภาพ

การทดลองจับความเร็วรถจากการประมวลผลภาพเป็นการทดลองระหว่างการจับความเร็วรถจากแอปพลิเคชันจีพีเอสความเร็วสมาร์ทและความเร็วรถที่ได้จากการประมวลผลภาพ จากการทดลองพบว่าการจับความเร็วรถที่ 35 กิโลเมตรต่อชั่วโมงมีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดคือ 0.14 เปอร์เซ็นต์ และในการจับความเร็วรถที่ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมงมีค่าความผิดพลาดมากที่สุดคือ 3.23 เปอร์เซ็นต์ สรุปได้ว่ายิ่งความเร็วรถเพิ่มขึ้นค่าความผิดพลาดจะมากขึ้นตามไปด้วย และในการทดลองเวลาที่ใช้ในการประมวลผลภาพระบบจะใช้เวลามากที่สุดประมาณ 0.0002 วินาที เพื่อส่งสัญญาณไปให้ไฟจราจร

5.1.4 การทดลองระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

การทดลองระบบลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพพบว่าในการทดลองจุดที่กล้องจับได้จนถึงไฟจราจร 20 เมตร พบว่าเมื่อมีรถขับขี่มาด้วยความเร็วเกิน 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คือที่ความเร็ว 32 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและที่ความเร็ว 43 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระบบไฟจราจรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยสามารถหน่วงเวลาไฟแดงจากอีกฝั่งหนึ่งได้ และกล้องสามารถบันทึกรูปภาพและจัดเก็บไว้ในโฟลเดอร์ได้ นอกจากกรณีที่มีผู้ฝ่าสัญญาณไฟจราจรแล้วหากในกรณีที่มีรถฉุกเฉินจำเป็นต้องฝ่าสัญญาณไฟจราจรนั้น รถฉุกเฉินสามารถขับฝ่าไปได้อย่างปลอดภัยโดยระบบจะหน่วงเวลาไฟแดงของอีกฝั่งหนึ่งไว้เพื่อไม่ให้เกิดอุบัติเหตุ

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. ในการออกแบบไฟจราจรที่ใช้แอลอีดีจำนวนมาก และใช้การต่อแบบอนุกรมเมื่อเปิดเป็นระยะเวลานานแอลอีดีบางดวงอาจเสื่อมสภาพทำให้ดวงอื่นดับไฟจราจรจึงไม่เต็มดวง

2. การติดตั้งและการจัดเก็บอุปกรณ์ค่อนข้างมีปัญหาเนื่องจากเสาไฟจราจรค่อนข้างสูง ทำให้เคลื่อนย้ายและจัดเก็บลำบาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ออกแบบไฟจราจรที่สามารถใช้แหล่งจ่ายได้ทั้งไฟ AC และ DC เพื่อความสะดวกในการหาสถานที่ทดลอง

2. ติดตั้งกล้องในมุมที่แสงพอดี เพื่อประสิทธิภาพในการจับภาพที่ดีมากยิ่งขึ้น

3. ออกแบบเสาไฟจราจรที่สามารถถอดประกอบได้เพื่อความง่ายในการขนย้าย

4. ในกรณีที่รถฉุกเฉินต้องการขับผ่านสัญญาณไฟจราจรโดยมีรถติดสัญญาณไฟจราจรอยู่ด้านหน้าควรเพิ่มระบบตรวจจับไฟฉุกเฉินและเสียงไซเรนเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] “สัญญาณไฟจราจร” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://1th.me/xQ8DB
เข้าครั้งสุดท้าย 23 พฤศจิกายน 2563

[2] ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, คู่มือนักอิเล็กทรอนิกส์, กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2552.

[3] “มอสเฟต” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://1th.me/SA8d0
เข้าครั้งสุดท้าย 23 พฤศจิกายน 2563

[4] “สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย”, (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://1th.me/dDfBZ
เข้าครั้งสุดท้าย 25 พฤศจิกายน 2563

[5] เดชฤทธิ์ มณีธรรม, คัมภีร์การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2560.

[6] ทันพงษ์ ภู่รักษ์. เอกสารประกอบการสอนวิชา Arduino เบื้องต้น, เข้าครั้งสุดท้าย 22 มีนาคม 2564, หน้าที่ 1.

[7] “คู่มือการใช้งาน PLC”, (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://1th.me/tAPVc
เข้าครั้งสุดท้าย 24 มีนาคม 2564

[8] นพ มหิษานนท์, Raspberry Pi Projects, นนทบุรี: Core Function.

[9] สุดา เธียรมนตรี, คู่มือเรียนเขียนโปรแกรมภาษา Python ฉบับสมบูรณ์, นนทบุรี: ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด, 2563

[10] “รีเลย์” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://1th.me/fdAxp
เข้าครั้งสุดท้าย 24 เมษายน 2564

[11] บุญธรรม ภัทราจารุกุล, การประมวลผลภาพดิจิตอลเบื้องต้น, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2556.

[12] สรรพวิชช์ คงคาน้อย นภดล แชมช้อย และณรงค์ สังวาระนที. (2559). การศึกษาระยะร่องรอยที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่หลังการเบรกของรถยนต์นั่งสาธารณะเกิน 7 ที่นั่ง, เข้าครั้งสุดท้าย 25 เมษายน 2564, หน้าที่ 21.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมควบคุมระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ดควบคุมการประมวลผลภาพ

```
import cv2 // เรียกใช้ libraly cv2
import numpy as np // เรียกใช้ libraly numpy as np
from time import sleep // เรียกใช้การหน่วงเวลา
import time // เรียกใช้การบันทึกเวลา
import RPi.GPIO as GPIO // เรียกใช้ port GPIO
GPIO.setmode(GPIO.BOARD) // เลือกโหมดของ GPIO เป็นแบบ BORD
GPIO.setup(7, GPIO.OUT) // กำหนด GPIO 7 เป็น output
largura_min=80
altura_min=80
offset=11 // ชดเชยแกน x ของเส้นที่1 11 หน่วย
offset2=10 // ชดเชยแกน x ของเส้นที่2 10 หน่วย
pos1_linha=140 // วางเส้นตรงเส้นที่1 ที่ตำแหน่ง 140
L1 = 450 // เพิ่มความยาวเส้นที่1 ทางซ้าย 450 หน่วย
R1 = 170 // เพิ่มความยาวเส้นที่1 ทางขวา 170 หน่วย
pos2 = 230 // วางเส้นตรงเส้นที่2 ที่ตำแหน่ง 230
L2 = 550 // เพิ่มความยาวเส้นที่1 ทางซ้าย 550 หน่วย
R2 = 180 // เพิ่มความยาวเส้นที่1 ทางซ้าย 180 หน่วย
delay= 60
detec = [] // สร้างกรอบ
Speed = 0
st1 = time.time()
count = 0
def pega_centro(x, y, w, h):
    x1 = int(w / 2)
    y1 = int(h / 2)
    cx = x + x1
    cy = y + y1
    return cx,cy
    def Speed_Cal(time):  // เรียกใช้ฟังก์ชัน time
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    global Speed
    try:
        Speed = (2.984*3600)/(time*1000)
        return Speed
    except ZeroDivisionError:
        print('Error')
cap = cv2.VideoCapture(0) //เปิดกล้อง
subtracao = cv2.createBackgroundSubtractorMOG2() // สร้างแบล็กกราวด์
while True:
    ret , frame1 = cap.read()
    #frame1 = cv2.resize(frame1, (640, 480))
    tempo = float(1/delay)
    sleep(tempo)
    grey = cv2.cvtColor(frame1,cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    blur = cv2.GaussianBlur(grey,(3,3),5) // เบลอภาพ
    img_sub = subtracao.apply(blur)
    dilat = cv2.dilate(img_sub,np.ones((5,5)))
    kernel = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE, (5, 5))
    dilatada = cv2.morphologyEx (dilat, cv2. MORPH_CLOSE , kernel)
    dilatada = cv2.morphologyEx (dilatada, cv2. MORPH_CLOSE , kernel)
    contorno,h=cv2.findContours(dilatada,cv2.RETR_TREE,cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
    cv2.line(frame1, (L1, pos1_linha), (R1, pos1_linha), (255,127,0), 3) // สร้างเส้นตรงที่1
    cv2.line(frame1, (L2, pos2), (R2, pos2), (0,255,0), 3)   // สร้างเส้นตรงที่2
    for(i,c) in enumerate(contorno):
        (x,y,w,h) = cv2.boundingRect(c)
        validar_contorno = (w >= largura_min) and (h >= altura_min)
        if not validar_contorno:
            continue
        cv2.rectangle(frame1,(x,y),(x+w,y+h),(0,255,0),2)  // สร้างกรอบคอบวัตถุ
        centro = pega_centro(x, y, w, h)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        detec.append(centro)
        cv2.circle(frame1, centro, 4, (0, 0,255), -1) // สร้างจุดตรงวัตถุ
        for (x,y) in detec:
            if y < (pos1_linha+offset) and y>(pos1_linha -offset): // ถ้า y น้อยกว่าระหว่าง
151และ129
                count =count+1 // เพิ่มค่า 1 ค่า
                st1 = time.time() // บันทึกเวลาที่ตัวแปร st1
                cv2.line(frame1, (L1, pos1_linha), (R1, pos1_linha), (0,255,0), 3)
                detec.remove((x,y))
                if y<(pos2+offset2) and y>(pos2-offset2): // ถ้า y น้อยกว่าระหว่าง240และ220
                count =count+1// เพิ่มค่า 1 ค่า
                st2 = time.time() // บันทึกเวลาที่ตัวแปร st2
                cv2.line(frame1, (L2, pos2), (R2, pos2), (0,0,255), 3)
                Speed = Speed_Cal(st2 - st1) // ใช้ฟังก์ชัน speed
                detec.remove((x,y))
                if Speed >=30  and Speed <= 90: // ถ้า speed มีค่าระหว่าง 30 ถึง 90
                    print(Speed) // แสดงคำว่า speed
                    cv2.putText(frame1, "Speed : " + str(Speed), (20, 70),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 2, (0, 0, 255),5) // ใส่ขนาดและตำแหน่งตัวอักษร
                    cv2.imwrite('/home/pi/imageCar/img'+ str(count) + '.png',frame1)//
บันทึกภาพไปยังโฟลเดอร์ imageCar
                    GPIO.output(7,GPIO.HIGH) // ให้ขา 7 เป็น high
                    time.sleep(0.1) // หน่วงเวลา 0.1 วินาที
                    GPIO.output(7,GPIO.LOW)  // ให้ขา 7 เป็น low
                    count = count+1 // เพิ่มค่า 1 ค่า
                else :
                    Speeds = Speed
    cv2.imshow("Video Original" , frame1) // โชว์วีดีโอ
    #cv2.imshow("Detectar",dilatada)
    #cv2.imshow("Detectar",dilat)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if cv2.waitKey (1) == 27:
        break
    cv2.destroyAllWindows()
cap.release ()
```

โค้ดควบคุมการแสดงผล LCD

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4); // ใช้ library I2C
const int start = 11; // ประกาศตัวแปร start
const int rst   = 12;
const int RMode = 13;
const int up    = 5;
const int down  = 6;
const int G0    = 7;
const int Y0    = 8;
const int G1    = 9;
const int Y1    = 10;
int a,b,c,d;   // ประกาศตัวแปรประเภทจำนวนเต็ม a, b, c, d
int startstate = 0; // ประกาศให้ตัวแปร startstate เท่ากับศูนย์
int resetstate = 0;
int redstate   = 0;
 int G0state    = 0;
 int Y0state    = 0;
 int G1state    = 0;
 int Y1state    = 0;
void setup() {
  pinMode(11,INPUT); // กำหนดให้ขา 11 เป็น input
  pinMode(12,INPUT);
  pinMode(13,INPUT);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  pinMode(5,INPUT);
  pinMode(6,INPUT);
  pinMode(7,INPUT);
  pinMode(8,INPUT);
  pinMode(9,INPUT);
  pinMode(10,INPUT);
Serial.begin(9600);
  lcd.init();
  lcd.backlight(); // ใช้ไฟ lcd backlight
}
void loop() {
   startstate = digitalRead(start); // อ่านค่าตัวแปร start มาเก็บไว้ที่ startstate
  if (startstate == HIGH) { lcd.clear();} // ถ้า startstate เปลี่ยนสถานะเป็น high ให้ clear
หน้าจอ lcd
  else { lcd.print("START"); // ถ้าไม่ใช่ให้แสดง START ที่จอ lcd
  lcd.setCursor(0,0); // กำหนดค่าเริ่มต้นของแถวและบรรทัด
 delay(1500); // หน่วงเวลา 1.5 วินาที
    }
     resetstate = digitalRead(rst);
  if (resetstate == HIGH) { lcd.clear();}
  else { lcd.print("RESET");
    lcd.setCursor(0,0);
  delay(1500);
    }
     startstate = digitalRead(RMode);
  if (startstate == HIGH) { lcd.clear();}
  else { lcd.print("RED_MODE");
    lcd.setCursor(0,0);
  delay(1500);
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
G0state = digitalRead(7); // อ่านค่าจากขา 7 มาเก็บไว้ที่ตัวแปร G0state
 if (G0state == HIGH) { lcd.clear();} // ถ้า G0state เปลี่ยนสถานะเป็น high ให้ clear หน้าจอ
lcd
 else { if(digitalRead(5)==LOW){ // ถ้าขา5 เป็น low
 a=a+1;lcd.print("GREEN0 = "); // เพิ่มค่า a หนึ่งค่า
 lcd.print(a,DEC); // แสดงค่า a เป็นเลขฐาน10
 lcd.print("  sec"); // แสดง sec บนจอ
 lcd.setCursor(0,0); // กำหนดค่าเริ่มต้นของแถวและบรรทัด
 }
 if(digitalRead(6)==LOW){ // ถ้าขา6 เป็น low
   a=a-1;lcd.print("GREEN0 = "); // ลดค่า a หนึ่งค่า
   lcd.print(a,DEC); //แสดงค่า a เป็นเลขฐาน10
   lcd.print("  sec"); // แสดง sec บนจอ
   lcd.setCursor(0,0); // กำหนดค่าเริ่มต้นของแถวและบรรทัด
   }
 delay(1000);
   }
    Y0state = digitalRead(8);
 if (Y0state == HIGH) { lcd.clear();}
 else { if(digitalRead(5)==LOW){
 b=b+1;lcd.print("YELLOW0 = ");
 lcd.print(b,DEC);
 lcd.print("  sec");
 lcd.setCursor(0,0);
 }
 if(digitalRead(6)==LOW){
   b=b-1;lcd.print("YELLOW0 = ");
   lcd.print(b,DEC);
   lcd.print("  sec");
   lcd.setCursor(0,0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

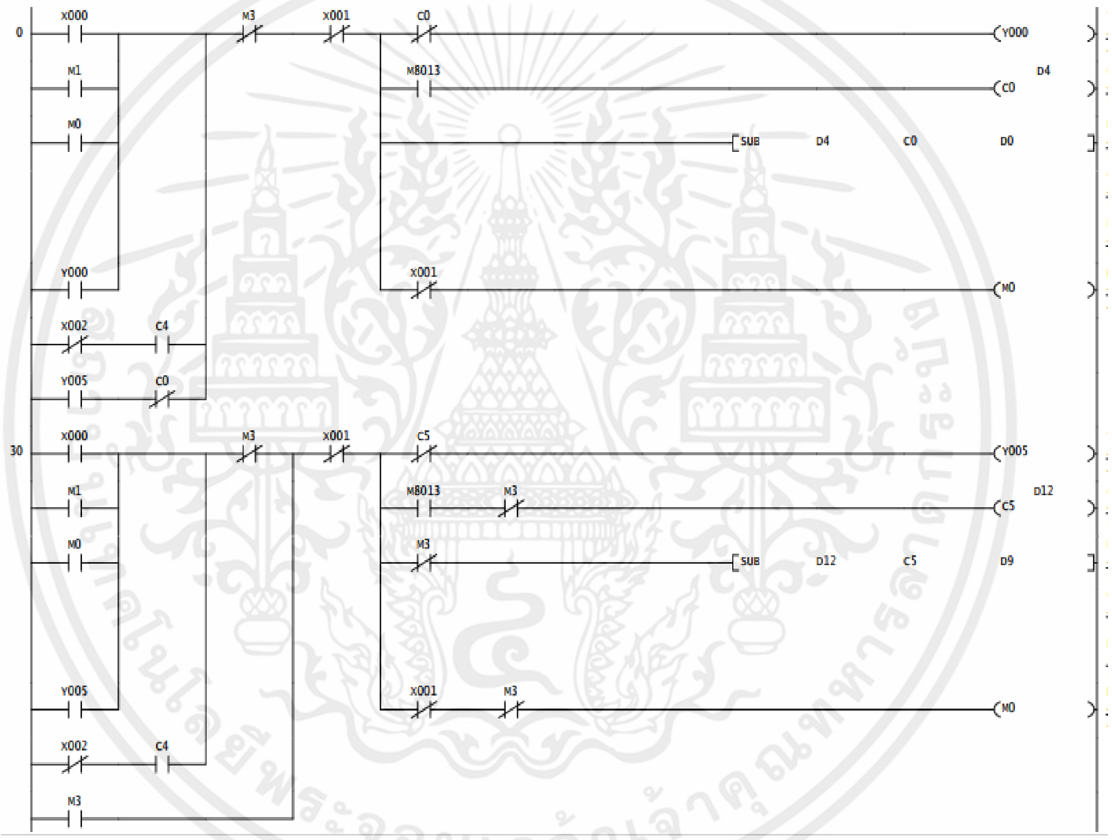
```
  }
delay(1000);
  }
G1state = digitalRead(9);
if (G1state == HIGH) { lcd.clear();}
else { if(digitalRead(5)==LOW){
c=c+1;lcd.print("GREEN1 = ");
lcd.print(c,DEC);
lcd.print("  sec");
lcd.setCursor(0,0);
}
if(digitalRead(6)==LOW){
  c=c-1;lcd.print("GREEN1 = ");
  lcd.print(c,DEC);
  lcd.print("  sec");
  lcd.setCursor(0,0);
  }
delay(1000);
  }
Y1state = digitalRead(10);
if (Y1state == HIGH) { lcd.clear();}
else { if(digitalRead(5)==LOW){
d=d+1;lcd.print("YELLOW1 = ");
lcd.print(d,DEC);
lcd.print("  sec");
lcd.setCursor(0,0);
}
if(digitalRead(6)==LOW){
  d=d-1;lcd.print("YELLOW1 = ");
  lcd.print(d,DEC);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 lcd.print("  sec");
 lcd.setCursor(0,0); }
delay(1000); } }
```

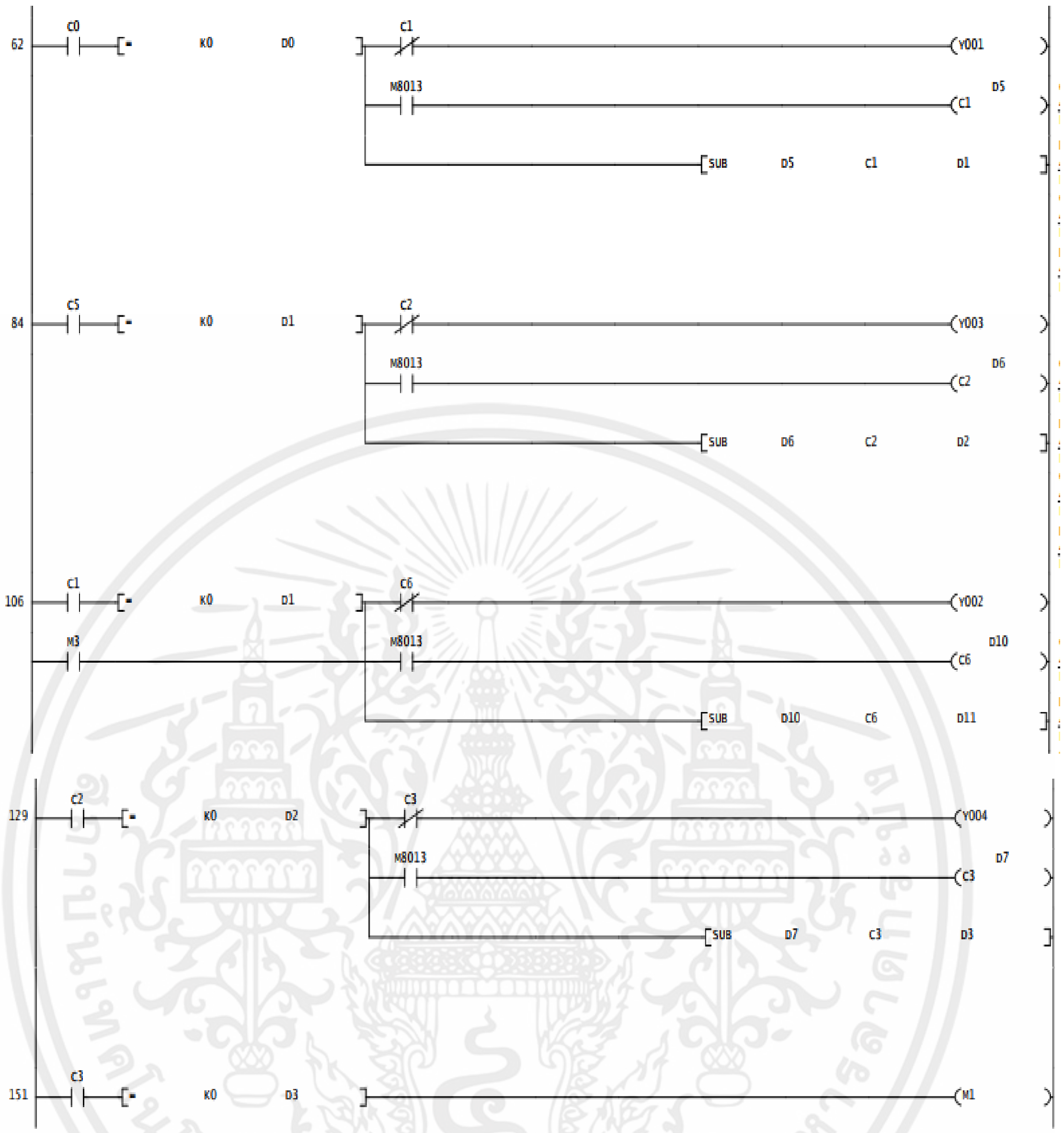
Ladder PLC ควบคุมไฟจราจร

แลดเดอร์โปรแกรมพีแอลซีที่ใช้สำหรับการควบคุมไฟจราจร ดังรูปที่ ก. 1



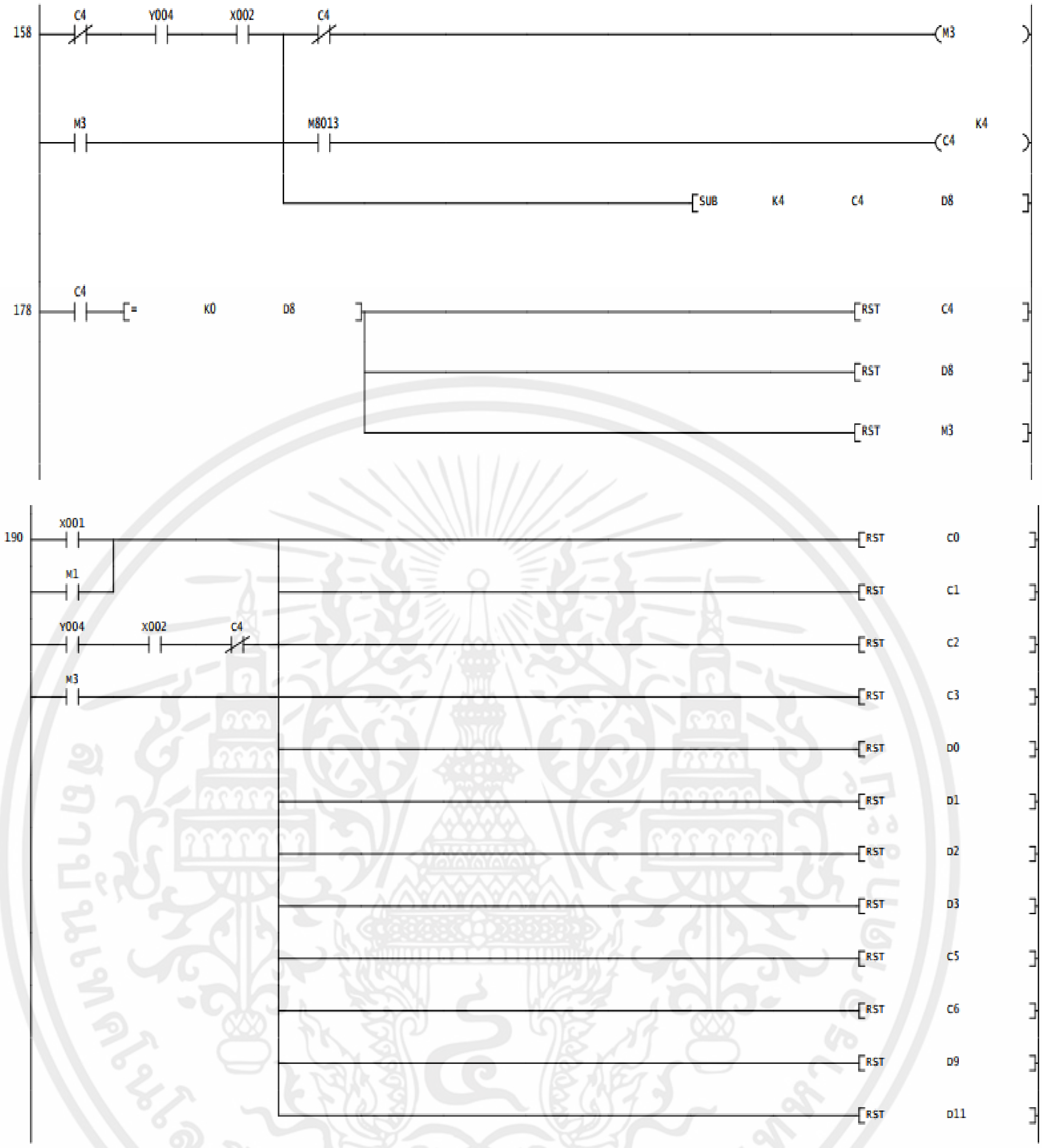
รูปที่ ก.1 แลดเดอร์ควบคุมการทำงานของไฟจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



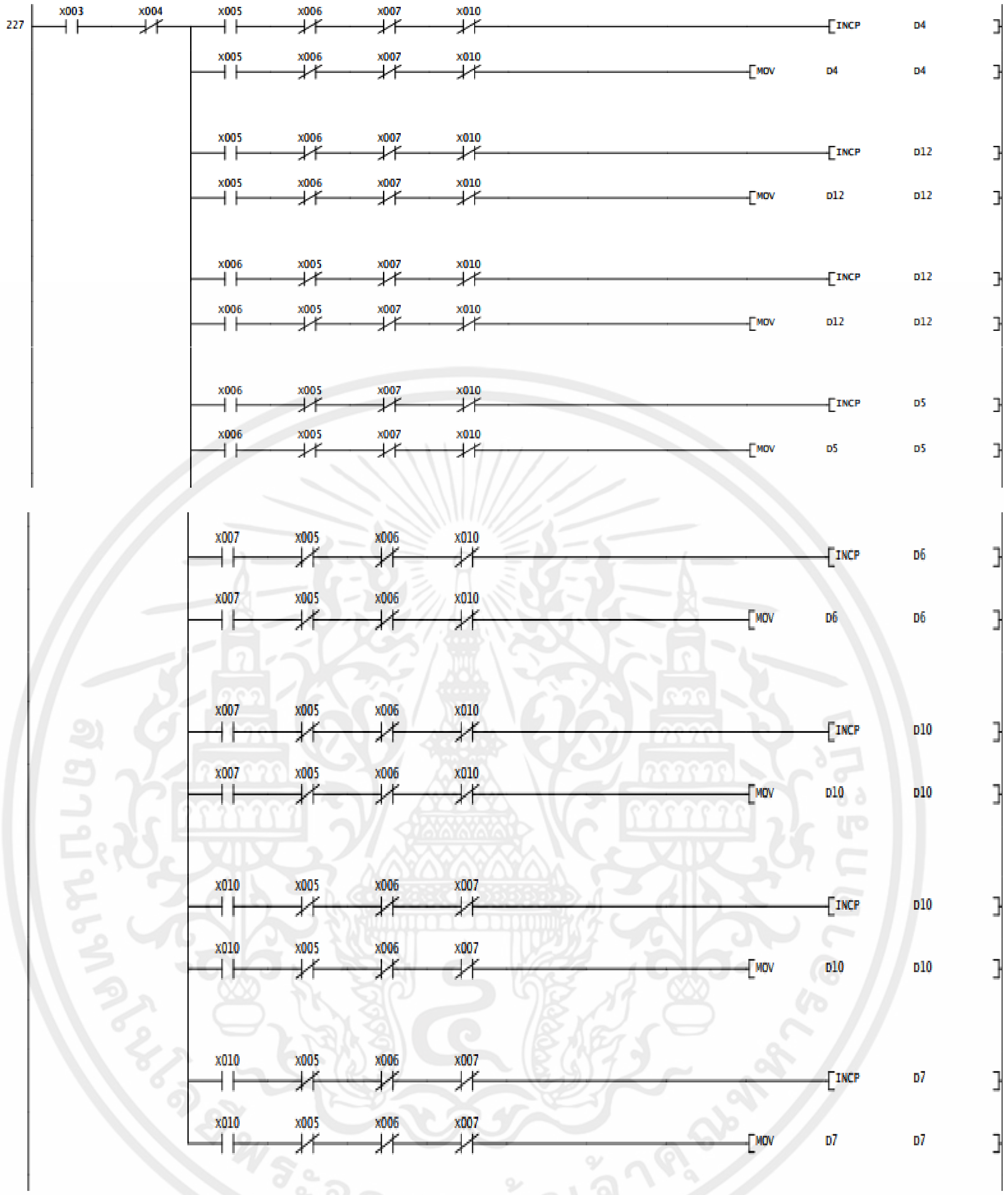
รูปที่ ก.1 แลดเดอร์ควบคุมการทำงานของไฟจราจร (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



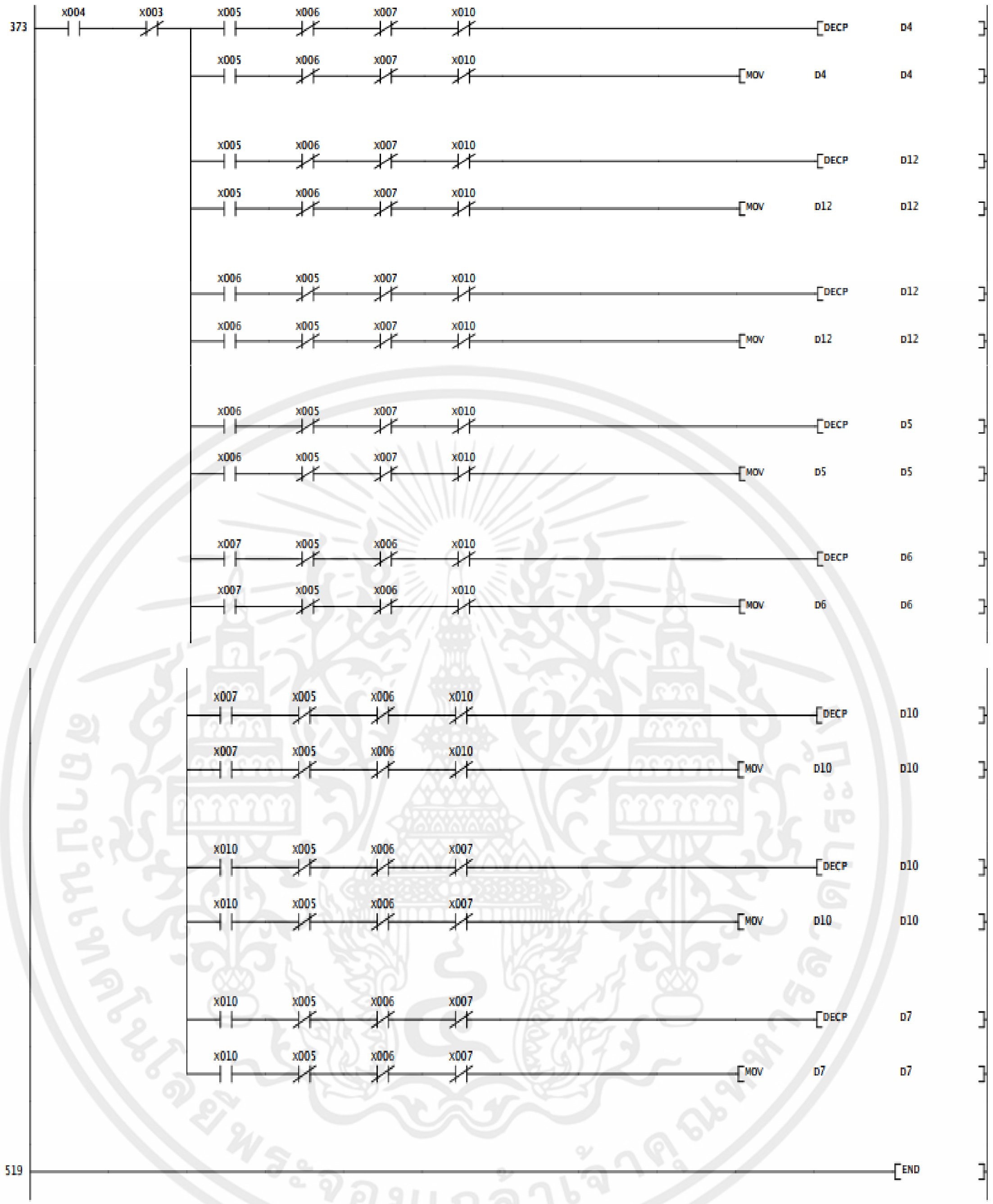
รูปที่ ก.1 แลดเดอร์ควบคุมการทำงานของไฟจราจร (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 แลดเดอร์ควบคุมการทำงานของไฟจราจร (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 แลดเดอร์ควบคุมการทำงานของไฟจราจร (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งานการลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการใช้งาน

1. ทำการเสียบปลั๊กไฟ เพื่อเปิดเครื่อง ดังรูปที่ ข.1

รูปที่ ข.1 เสียบปลั๊ก

2. กดสวิตช์เพื่อตั้งเวลาไฟเขียว ดังรูปที่ ข.2

รูปที่ ข.2 การตั้งเวลาไฟเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กดสวิตช์เพื่อตั้งเวลาไฟเหลือง ดังรูปที่ ข.3

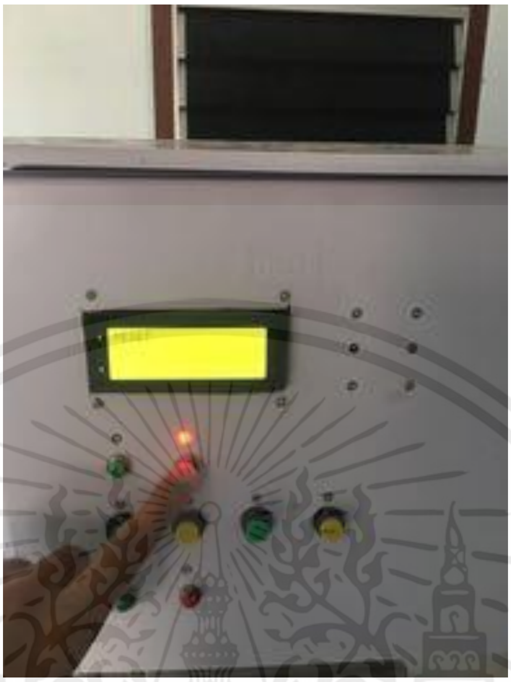
รูปที่ ข.3 การตั้งเวลาไฟเหลือง

4. กดปุ่ม start เพื่อเริ่มการทำงาน ดังรูปที่ ข.4

รูปที่ ข.4 เริ่มการทำงานโดยปุ่ม Start

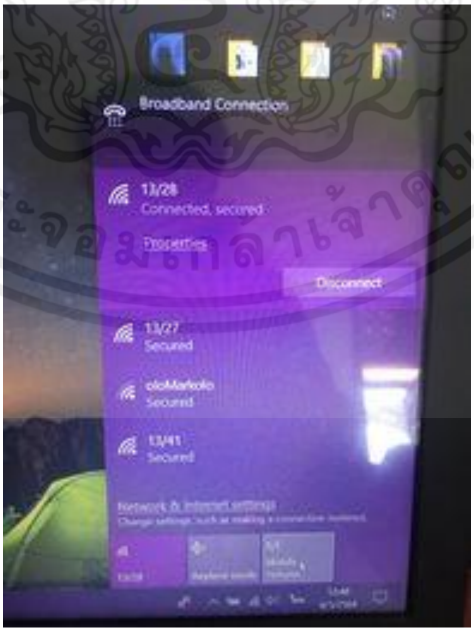
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หากต้องการหยุดการทำงานให้กดปุ่ม reset ดังรูปที่ ข.5



รูปที่ ข.5 หยุดการทำงานด้วยปุ่ม Reset

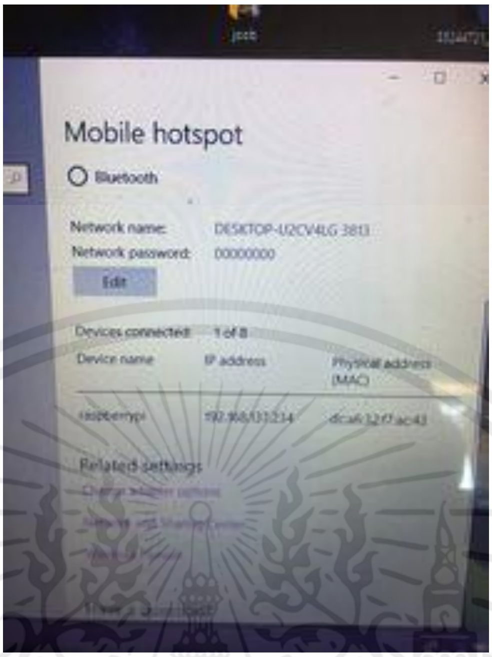
6. เปิดฮอตสปอตที่คอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ ข.6



รูปที่ ข.6 เปิดฮอตสปอตที่คอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ตรวจสอบ IP Address ของราสเบอร์รี่พาย ดังรูปที่ ข.7



รูปที่ ข.7 IP Address ของราสเบอร์รี่พาย

8. เปิดโปรแกรม VNC Viewer และเลือก IP ของราสเบอร์รี่พาย ดังรูปที่ ข.8

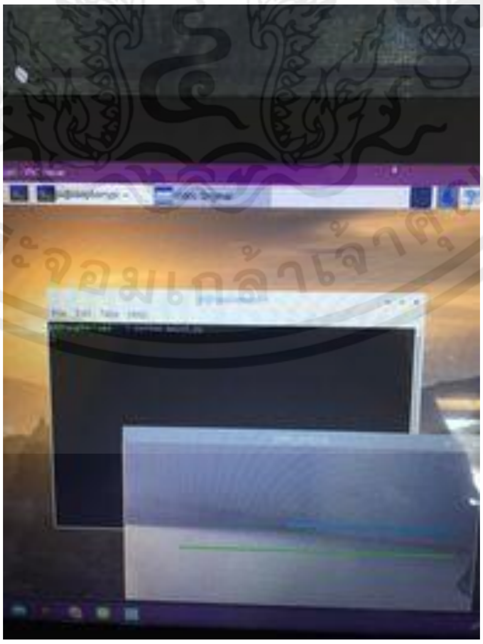
รูปที่ ข.8 เลือก IP ของราสเบอร์รี่พาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เปิดหน้าจอของราสเบอร์รี่พาย ดังรูปที่ ข.9

รูปที่ ข.9 หน้าจอของราสเบอร์รี่พาย

10. เปิดหน้าต่าง terminal จากนั้น run program เพื่อเปิดกล้อง ดังรูปที่ ข.10



รูปที่ ข.10 run program

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้งานอุปกรณ์(datasheet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Technical Data Sheet
5 mm Round White LED (T-1 3/4) **Preliminary**

334-15/T1C1-4WYA

Features
- Popular T-1 3/4 colorless 5mm package.
- High luminous power.
- Typical chromaticity coordinates x=0.30, y=0.29 according to CIE1931.
- Bulk, available taped on reel.
- ESD-withstand voltage: up to 4KV
- The product itself will remain within RoHS compliant version.

Descriptions
- The series is designed for application required high luminous intensity.
- The phosphor filled in the reflector converts the blue emission of InGaN chip to ideal white.

Applications
- Outdoor Displays
- Optical Indicators
- Backlighting
- Marker Lights

Device Selection Guide

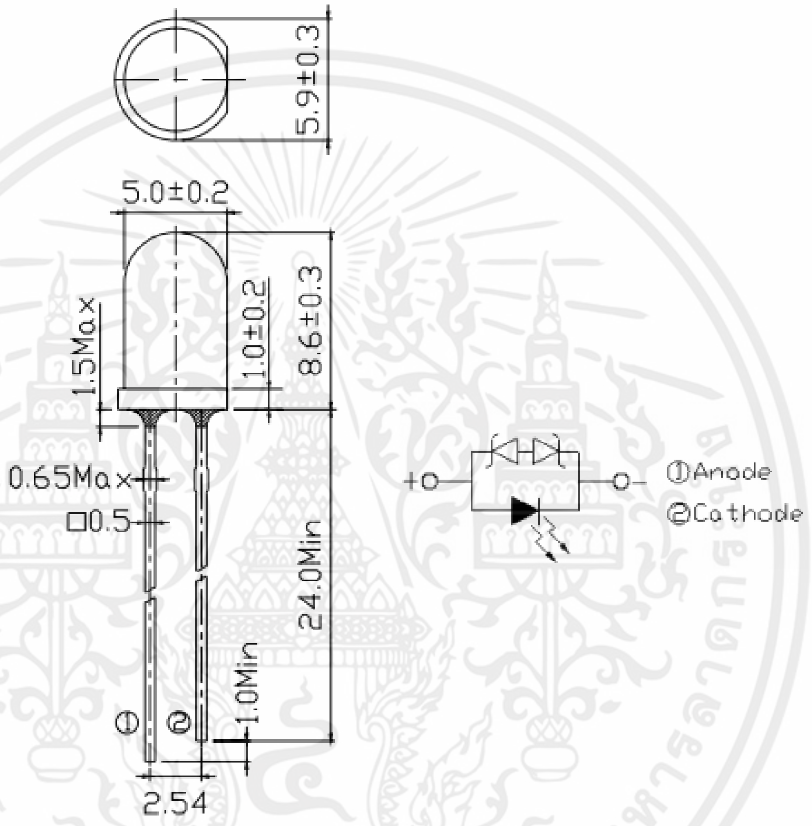
PART NO.	Chip		Lens Color
	Material	Emitted Color	
334-15/T1C1-4WYA	InGaN	White	Water Clear

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Technical Data Sheet
5 mm Round White LED (T-1 3/4) Preliminary

334-15/T1C1-4WYA

Package Dimensions



Notes:

1.All dimensions are in millimeters, and tolerance is 0.25mm except being specified.
2.Lead spacing is measured where the lead emerges from the package.
3.Protruded resin under flange is 1.5mm Max. LED.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EVERLIGHT

Technical Data Sheet
5 mm Round White LED (T-1 3/4) Preliminary

334-15/T1C1-4WYA

Absolute Maximum Ratings (Ta=25℃)

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Continuous Forward Current	I_F	30	mA
Peak Forward Current(Duty /10 @ 1KHZ)	I_{FP}	100	mA
Reverse Voltage	V_R	5	V
Operating Temperature	T_{opr}	-40 ~ +85	℃
Storage Temperature	T_{stg}	-40 ~ +100	℃
Soldering Temperature (T=5 sec)	T_{sol}	260 ± 5	℃
Power Dissipation	P_d	100	mW
Zener Reverse Current	Iz	100	mA
Electrostatic Discharge	ESD	4K	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EVERLIGHT

Technical Data Sheet
5 mm Round White LED (T-1 3/4) Preliminary

334-15/T1C1-4WYA

Production Designation

334-15/T1C1-□ □ □ □

- Voltage Group
- Luminous Intensity Bins
- Color Group

Electro-Optical Characteristics (Ta=25℃)

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
Forward Voltage	V_F	I_F=20mA	3.0	----	3.6	V
Zener Reverse Voltage	Vz	Iz=5mA	5.2	----	----	V
Reverse Current	I_R	V_R=5V	----	----	50	uA
Luminous Intensity	I_V	I_F=20mA	14250	----	28500	mcd
Viewing Angle	$2\theta 1/2$	I_F=20mA	----	15	----	deg
Chromaticity Coordinates	x	I_F=20mA	----	0.30	----	
	y		----	0.29	----	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EVERLIGHT

Technical Data Sheet

5 mm Round White LED (T-1 3/4)

Preliminary

334-15/T1C1-4WYA

Luminous Intensity Combination (mcd at 20mA)

Rank	Min	Max
W	14250	18000
X	18000	22500
Y	22500	28500

*Measurement Uncertainty of Luminous Intensity: ±15%

Forward Voltage Combination (V at 20mA)

Group	A			
Rank	0	1	2	3
Min.	2.80	3.00	3.20	3.40
Max.	3.00	3.20	3.40	3.60

*Measurement Uncertainty of Forward Voltage：±0.1V

Color Combination (at 20mA)

Group	Bins
4	A0+B5+B6

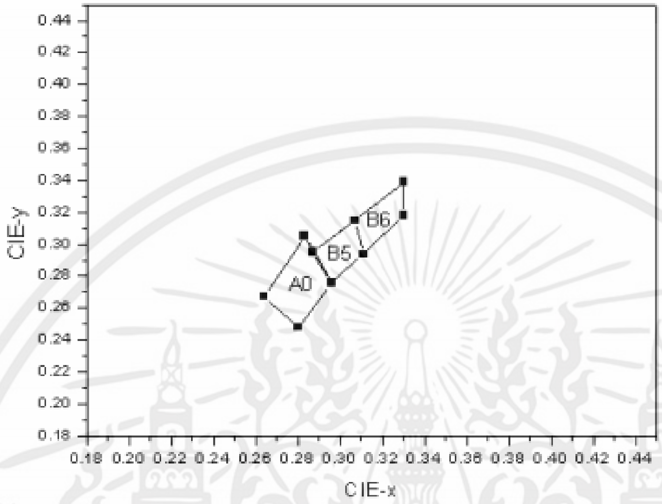
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EVERLIGHT

Technical Data Sheet
5 mm Round White LED (T-1 3/4) **Preliminary**

334-15/T1C1-4WYA

CIE Chromaticity Diagram



Color Ranks (IF=20mA，Ta=25℃)

Color Ranks		CIE			
A0	X	0.264	0.283	0.296	0.28
	Y	0.267	0.305	0.267	0.248
B5	X	0.287	0.307	0.311	0.296
	Y	0.295	0.315	0.294	0.276
B6	X	0.307	0.33	0.33	0.311
	Y	0.315	0.339	0.318	0.294

*Measurement uncertainty of the color coordinates：±0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

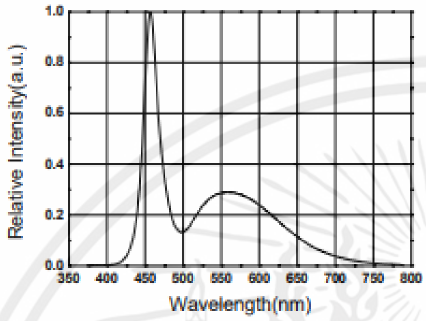
EVERLIGHT

Technical Data Sheet
5 mm Round White LED (T-1 3/4) Preliminary

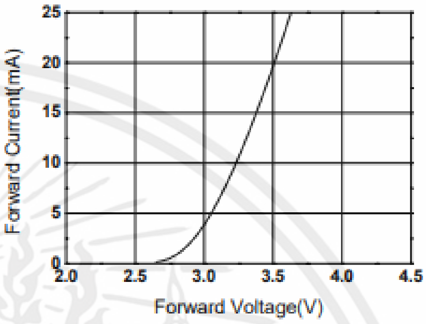
334-15/T1C1-4WYA

Typical Electro-Optical Characteristics Curves

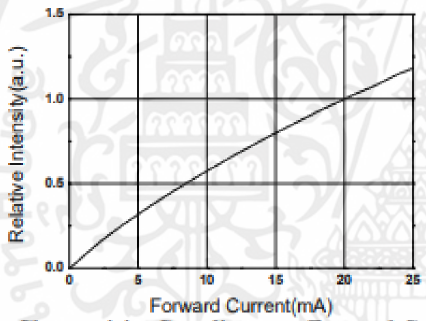
Relative Intensity vs. Wavelength



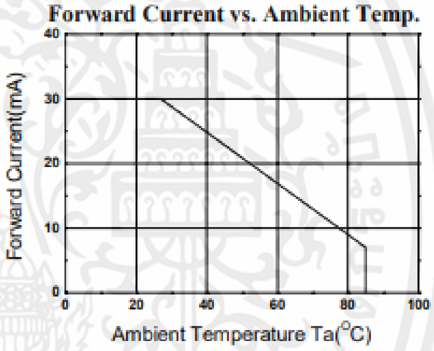
Forward Current vs. Forward Voltage



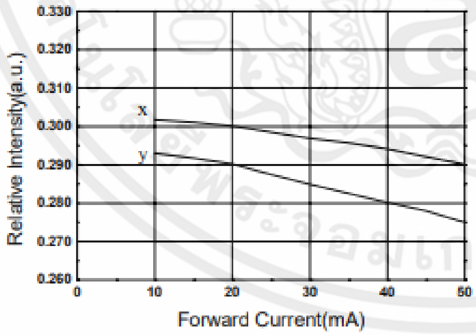
Relative Intensity vs. Forward Current



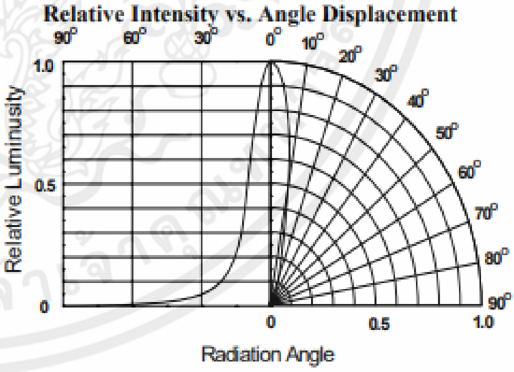
Forward Current vs. Ambient Temp.



Chromaticity Coordinate vs. Forward Current



Relative Intensity vs. Angle Displacement



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EVERLIGHT

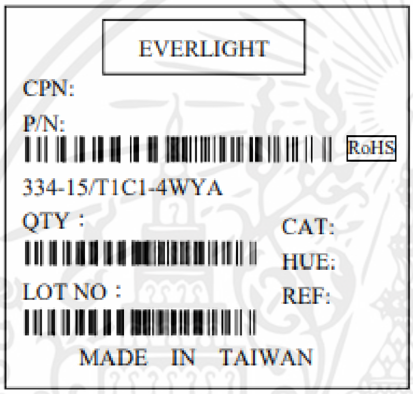
Technical Data Sheet
5 mm Round White LED (T-1 3/4) Preliminary

334-15/T1C1-4WYA

Packing Quantity Specification

1. 500PCS/1Bag, 5Bags/1Box
2. 10Boxes/1Carton

Label Form Specification



CPN: Customer's Production Number
P/N: Production Number
QTY: Packing Quantity
CAT: Ranks of Luminous Intensity and Forward Voltage
HUE: Color Rank
REF: Reference
LOT No: Lot Number
MADE IN TAIWAN: Production Place

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

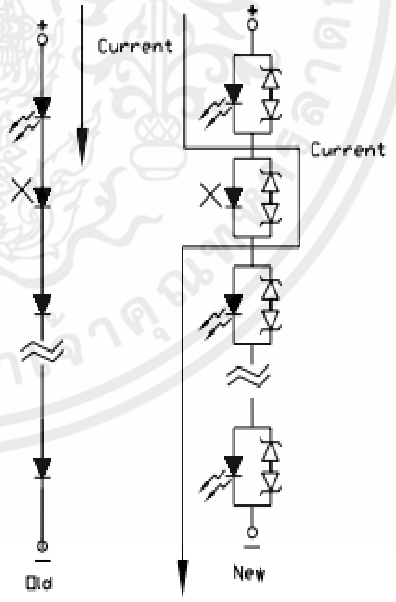
EVERLIGHT

Technical Data Sheet
5 mm Round White LED (T-1 3/4) Preliminary

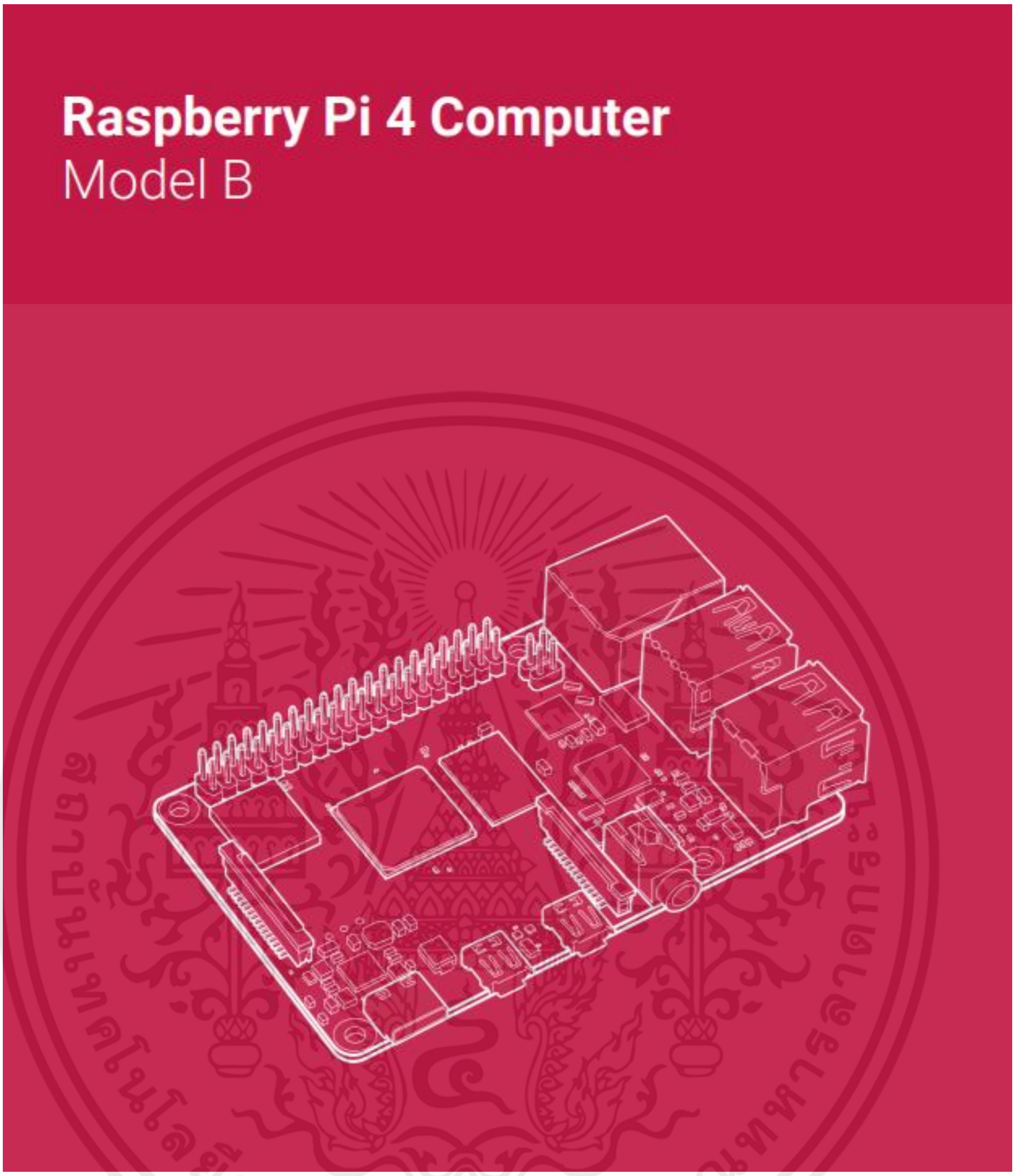
334-15/T1C1-4WYA

Notes

1. Above specification may be changed without notice. EVERLIGHT will reserve authority on material change for above specification.
2. When using this product, please observe the absolute maximum ratings and the instructions for using outlined in these specification sheets. EVERLIGHT assumes no responsibility for any damage resulting from use of the product which does not comply with the absolute maximum ratings and the instructions included in these specification sheets.
3. These specification sheets include materials protected under copyright of EVERLIGHT corporation. Please don't reproduce or cause anyone to reproduce them without EVERLIGHT's consent.
4. Below the zener reference voltage Vz, all the current flows through LED and as the voltage rises to Vz, the zener diode "breakdown." If the voltage tries to rise above Vz current flows through the zener branch to keep the voltage at exactly Vz.
5. When the LED is connected using serial circuit, if either piece of LED is no light up but current can't flow through causing others to light down. In new design, the LED is parallel with zener diode. if either piece of LED is no light up but current can flow through causing others to light up



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Overview

Raspberry Pi 4 Model B is the latest product in the popular Raspberry Pi range of computers. It offers ground-breaking increases in processor speed, multimedia performance, memory, and connectivity compared to the prior-generation Raspberry Pi 3 Model B+, while retaining backwards compatibility and similar power consumption. For the end user, Raspberry Pi 4 Model B provides desktop performance comparable to entry-level x86 PC systems.

This product's key features include a high-performance 64-bit quad-core processor, dual-display support at resolutions up to 4K via a pair of micro-HDMI ports, hardware video decode at up to 4Kp60, up to 4GB of RAM, dual-band 2.4/5.0 GHz wireless LAN, Bluetooth 5.0, Gigabit Ethernet, USB 3.0, and PoE capability (via a separate PoE HAT add-on).

The dual-band wireless LAN and Bluetooth have modular compliance certification, allowing the board to be designed into end products with significantly reduced compliance testing, improving both cost and time to market.

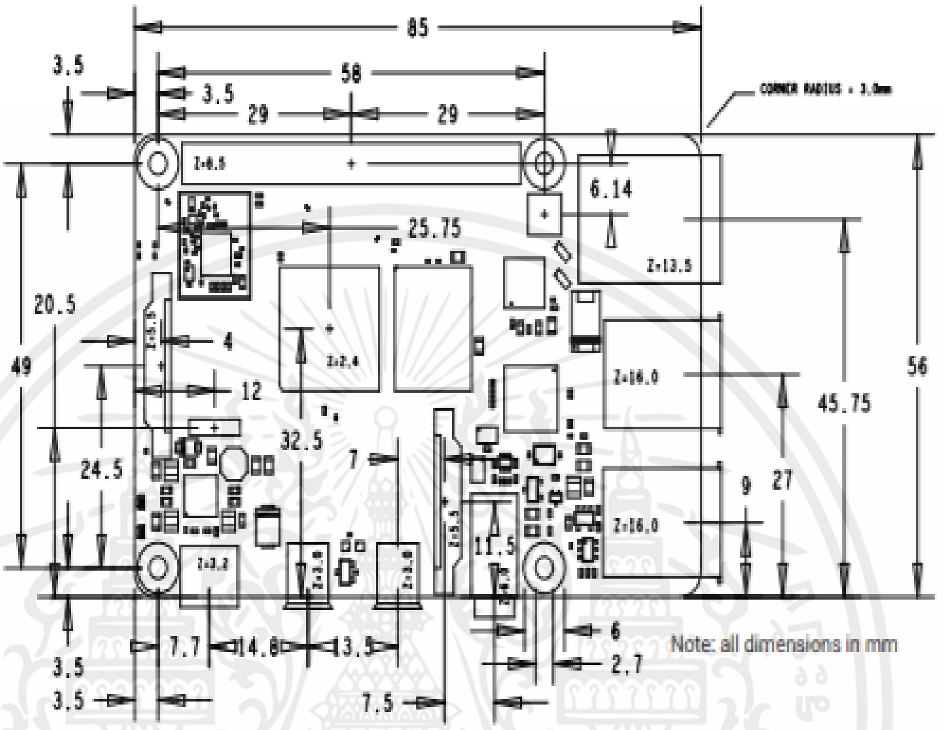
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specification

Processor:	Broadcom BCM2711, quad-core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz
Memory:	1GB, 2GB or 4GB LPDDR4 (depending on model)
Connectivity:	2.4 GHz and 5.0 GHz IEEE 802.11b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 5.0, BLE Gigabit Ethernet 2 × USB 3.0 ports 2 × USB 2.0 ports.
GPIO:	Standard 40-pin GPIO header (fully backwards-compatible with previous boards)
Video & sound:	2 × micro HDMI ports (up to 4Kp60 supported) 2-lane MIPI DSI display port 2-lane MIPI CSI camera port 4-pole stereo audio and composite video port
Multimedia:	H.265 (4Kp60 decode); H.264 (1080p60 decode, 1080p30 encode); OpenGL ES, 3.0 graphics
SD card support:	Micro SD card slot for loading operating system and data storage
Input power:	5V DC via USB-C connector (minimum 3A[1]) 5V DC via GPIO header (minimum 3A[1]) Power over Ethernet (PoE)–enabled (requires separate PoE HAT)
Environment:	Operating temperature 0–50°C
Compliance:	For a full list of local and regional product approvals, please visit https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/conformity.md
Production lifetime:	The Raspberry Pi 4 Model B will remain in production until at least January 2026.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Specifications



WARNINGS

- This product should only be connected to an external power supply rated at 5V/3A DC or 5.1V/ 3A DC minimum[1]. Any external power supply used with the Raspberry Pi 4 Model B shall comply with relevant regulations and standards applicable in the country of intended use.
- This product should be operated in a well-ventilated environment and, if used inside a case, the case should not be covered.
- This product should be placed on a stable, flat, non-conductive surface in use and should not be contacted by conductive items.
- The connection of incompatible devices to the GPIO connection may affect compliance and result in damage to the unit and invalidate the warranty.
- All peripherals used with this product should comply with relevant standards for the country of use and be marked accordingly to ensure that safety and performance requirements are met. These articles include but are not limited to keyboards, monitors and mice when used in conjunction with the Raspberry Pi.
- Where peripherals are connected that do not include the cable or connector, the cable or connector must offer adequate insulation and operation in order that the relevant performance and safety requirements are met.

SAFETY INSTRUCTIONS

To avoid malfunction or damage to this product please observe the following:

- Do not expose to water, moisture or place on a conductive surface whilst in operation.
- Do not expose it to heat from any source; Raspberry Pi 4 Model B is designed for reliable operation at normal ambient room temperatures.
- Take care whilst handling to avoid mechanical or electrical damage to the printed circuit board and connectors.
- Avoid handling the printed circuit board whilst it is powered and only handle by the edges to minimise the risk of electrostatic discharge damage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

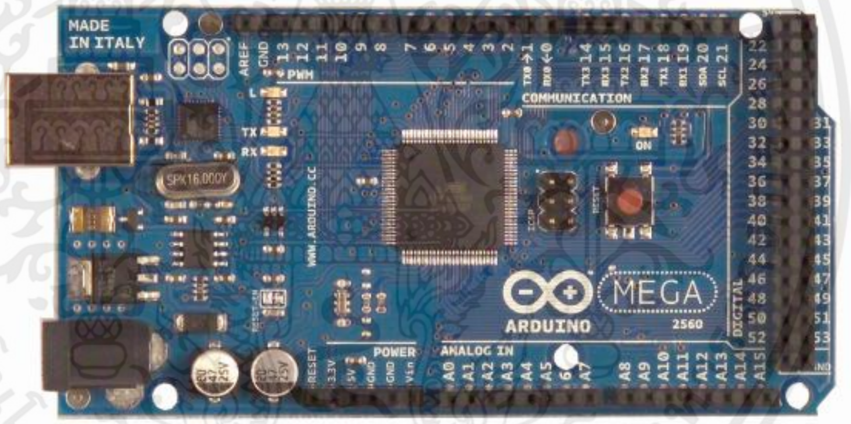
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

www.robotshop.com

La robotique à votre service! - Robotics at your service!

ARDUINO

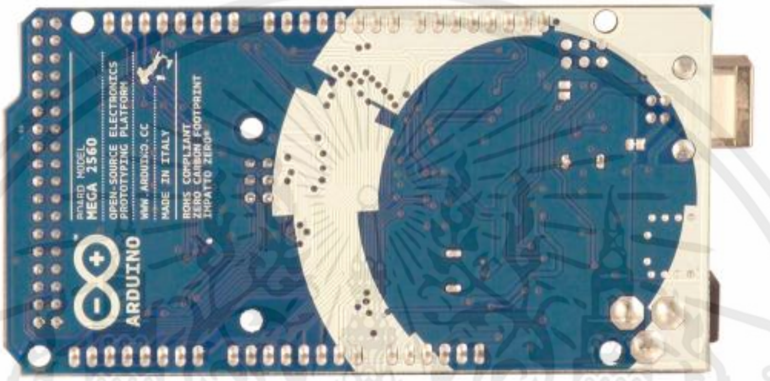
Arduino Mega 2560 Datasheet



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

www.robotshop.com

La robotique à votre service! - Robotics at your service!



Overview

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 (datasheet). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

Schematic & Reference Design

EAGLE files: arduino-mega2560-reference-design.zip

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RobotShop www.robotshop.com

La robotique à votre service! - Robotics at your service!

Schematic: arduino-mega2560-schematic.pdf

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

Power

The Arduino Mega can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The Mega2560 differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RobotShop www.robotshop.com
La robotique à votre service! - Robotics at your service!

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega2560 has 256 KB of flash memory for storing code (of which 8 KB is used for the bootloader), 8 KB of SRAM and 4 KB of EEPROM (which can be read and written with the EEPROM library).

Input and Output

Each of the 54 digital pins on the Mega can be used as an input or output, using pinMode() , digitalWrite(), and digitalRead() functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. Pins 0 and 1 are also connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), and 21 (interrupt 2).** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the attachInterrupt() function for details.
- **PWM: 0 to 13.** Provide 8-bit PWM output with the analogWrite() function.
- **SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS).** These pins support SPI communication using the SPI library. The SPI pins are also broken out on the ICSP header, which is physically compatible with the Uno, Duemilanove and Diecimila.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

www.robotshop.com
La robotique à votre service! - Robotics at your service!

value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

- **I2C: 20 (SDA) and 21 (SCL).** Support I2C (TWI) communication using the Wire library (documentation on the Wiring website). Note that these pins are not in the same location as the I2C pins on the Duemilanove or Diecimila.

The Mega2560 has 16 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the AREF pin and analogReference() function.

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with analogReference().
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

Communication

The Arduino Mega2560 has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega2560 provides four hardware UARTs for TTL (5V) serial communication. An ATmega8U2 on the board channels one of these over USB and provides a virtual com port to software on the computer (Windows machines will need a .inf file, but OSX and Linux machines will recognize the board as a COM port automatically. The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the ATmega8U2 chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).
A SoftwareSerial library allows for serial communication on any of the Mega2560's digital pins.
The ATmega2560 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the documentation on the Wiring website for details. For SPI communication, use the SPI library.

Programming

The Arduino Mega can be programmed with the Arduino software (download). For details, see the reference and tutorials.
The ATmega2560 on the Arduino Mega comes preburned with a bootloader that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RobotShop www.robotshop.com

La robotique à votre service! - Robotics at your service!

communicates using the original STK500 protocol (reference, C header files).
You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see these instructions for details.

Automatic (Software) Reset

Rather then requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Mega2560 is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega2560 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.
This setup has other implications. When the Mega2560 is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Mega2560. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.
The Mega2560 contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see this forum thread for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Mega2560 has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics and Shield Compatibility

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RobotShop www.robotshop.com
La robotique à votre service! - Robotics at your service!

The maximum length and width of the Mega2560 PCB are 4 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

The Mega2560 is designed to be compatible with most shields designed for the Uno, Diecimila or Duemilanove. Digital pins 0 to 13 (and the adjacent AREF and GND pins), analog inputs 0 to 5, the power header, and ICSP header are all in equivalent locations. Further the main UART (serial port) is located on the same pins (0 and 1), as are external interrupts 0 and 1 (pins 2 and 3 respectively). SPI is available through the ICSP header on both the Mega2560 and Duemilanove / Diecimila. *Please note that I2C is not located on the same pins on the Mega (20 and 21) as the Duemilanove / Diecimila (analog inputs 4 and 5).*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ-นามสกุล นายวีรศักดิ์ มาลัย

วัน เดือน ปีเกิด 6 กุมภาพันธ์ 2541

ที่อยู่ 86 หมู่ 7 ต.บ้านโข้ง อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี 72160

ประวัติการศึกษา พ.ศ.2559 มัธยมศึกษาตอนปลาย สายวิทย์-คณิต โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา

Tel. 062-2158434

Email. 60511077@kmitl.ac.th

ชื่อ-นามสกุล นางสาวศศิภา จันทร์ชุ้น

วัน เดือน ปีเกิด 22 ตุลาคม 2541

ที่อยู่ 78 หมู่ 4 ต.ดอนตูม อ.บางเลน จ.นครปฐม 73130

ประวัติการศึกษา พ.ศ.2559 มัธยมศึกษาตอนปลาย สายวิทย์-คณิต โรงเรียนคงทองวิทยา

Tel. 063-6101981

Email. 60511079@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองรูปเล่มปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2563
สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ชื่อโครงงาน การลดอุบัติเหตุจากการฝ่าไฟแดงด้วยการประมวลผลภาพ
Reducing accident from breaking through red lights with image processing

ผู้จัดทำ

1.นาย.........วีรศักดิ์..............มาลัย ....รหัสนักศึกษา......60511077...................

2.นางสาว...ศศิภา.................จันทร์ชุ้น.................รหัสนักศึกษา......60511079...................

ด้วยข้าพเจ้านักศึกษาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สจล.วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ได้จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์ตามหลักสูตรปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในการนี้ข้าพเจ้าได้แก้ไขเนื้อหาและจัดทำรูปเล่มตามข้อกำหนดของรูปเล่มปริญญานิพนธ์เรียบร้อยแล้ว จึงขอให้อาจารย์ตรวจสอบ และรับรองความถูกต้องเหมาะสมของปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ด้วย

อาจารย์รับรองรูปเล่มปริญญานิพนธ์

1.อาจารย์...................ผศ.ดร.เกษมสุข..........เสพศิริสุข.............ลงชื่อ...

2.อาจารย์....................ผศ.ดร.ภาสภณ...........มโนสุกฤตกูล ....ลงชื่อ...

3.อาจารย์ที่ปรึกษา.....อาจารย์สักกะพันธ์.......คล้ายดอกจันทร์.......ลงชื่อ...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้