เครื่องบอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยใช้เทคโนโลยีไลดาร์
OBSTACLE WARNING DEVICE FOR VISUALLY IMPAIRED PERSON USING LIDAR TECHNOLOGY

โดย

นายจิรัฏฐ์ เรืองธรรม

นายชโยธร เสวีวัลลภ

นางสาวชุติอร พรหมสุข

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เครื่องบอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยใช้เทคโนโลยีไลดาร์
Obstacle Warning Device for Visually Impaired Person Using Lidar Technology

โดย

นายจิรัฏฐ์ เรืองธรรม	58010194
นายชโยธร เสวีวัลลภ	58010256
นางสาว ชุติอร พรหมสุข	58010301

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.มนต์ชัย แช่มช้อย

ผศ.ดร.พิชญ สุพรรณกูล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

10 / พ.ย. / 62

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....)

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

21 / พ.ย. / 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2561
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง เครื่องบอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยใช้เทคโนโลยีไลดาร์
OBSTACLE WARNING DEVICE FOR VISUALLY IMPAIRED PERSON USING LIDAR TECHNOLOGY

ผู้จัดทำ

1.	นายจิรัฏฐ์ เรืองธรรม	58010194
2.	นายชโยธร เสวีวัลลภ	58010256
3.	นางสาวชุติอร พรหมสุข	58010301

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.มนต์ชัย แช่มช้อย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผศ.ดร.พิชญ สุพรรณกูล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษา คือ ผศ. มนต์ชัย แช่มช้อย และ ผศ.ดร. พิชญ สุพรรณกูล ที่ให้คำแนะนำสั่งสอน ให้ความรู้ความเข้าใจตลอดระยะเวลาที่ทำปริญญานิพนธ์นี้ ขอขอบพระคุณทุกท่านในความห่วงใยและความหวังดีที่ให้แก่ผู้จัดทำอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้จัดทำ

ขอบคุณบิดามารดา ที่ให้ความสนับสนุนทางด้านทุนทรัพย์ และที่สำคัญที่สุดคือคอยเป็นแรงผลักดัน กำลังใจในการเรียน และการทำปริญญานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

นายจิรัฏฐ์ เรืองธรรม
นายชโยธร เสวีวัลลภ
นางสาวชุติอร พรหมสุข
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยใช้เทคโนโลยีไลดาร์
Obstacle Warning Device for Visually Impaired Person Using Lidar Technology

โดย นายจิรัฏฐ์ เรืองธรรม 58010194
นายชโยธร เสวีวัลลภ 58010256
นางสาวชุติอร พรหมสุข 58010301

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. มนต์ชัย แช่มช้อย
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ดร. พิชญ สุพรรณกูล

บทคัดย่อ

ปัญหาของผู้พิการทางสายตาส่วนใหญ่คือสังคมยังไม่ยอมรับความสามารถของพวกเขา ไม่ว่าจะเป็นด้านการศึกษา อาชีพการทำงาน และการทำกิจวัตรประจำวัน เนื่องจากสภาพความบกพร่องทางการมองเห็น ทำให้ไม่สามารถเดินทางหรือออกไปประกอบอาชีพได้สะดวก อีกทั้งยังเป็นอุปสรรคต่อการดำรงชีวิต และการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในกิจวัตรประจำวัน เครื่องบอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยใช้เทคโนโลยีไลดาร์ (Lidar) ซึ่งสามารถนำมาช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา ให้สามารถใช้ชีวิตได้อย่างปกติมากยิ่งขึ้นในการเดินทาง โดยทำการตรวจสอบ และแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางให้กับผู้พิการทางสายตา พร้อมทั้งยังมีปุ่ม Emergency ที่สามารถระบุตำแหน่งของผู้พิการทางสายตาไปยังผู้ที่ดูแลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งสามารถติดตามตำแหน่งของผู้พิการทางสายตาผ่านทางแอปพลิเคชัน

ABSTRACT

The problem of visually impaired person is that society still does not accept their abilities, which are education working carrier and daily activities, because they cannot go to work easily. Therefore the obstacle warning device for visually impaired person using LIDAR technology is proposed in this project. The LIDAR sensor is used to detect obstacle and processed by microcontroller. The voice warning is available when there is obstacle. There is emergency button for sending the location of visually impaired person obtained from GPS module to caretaker via LINE application and use application for tracking in the case of want to know position of blindness.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		IV
สารบัญรูป		VI
สารบัญตาราง		XIII
บทที่ 1	**บทนำ**	
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	
	2.1 ข้อมูลของอุปกรณ์ Arduino Nano V3	3
	2.2 ข้อมูลของอุปกรณ์ NodeMCU	4
	2.3 ข้อมูลของอุปกรณ์ Ulbox NEO-M8N GPS Module	6
	2.4 ข้อมูลของอุปกรณ์ TF Mini Lidar module	9
	2.5 ทฤษฎีและหลักการทำงานของ TF Mini Lidar module	10
	2.6 ข้อมูลของอุปกรณ์ Passive Buzzer module 3.3-5V	17
	2.7 ข้อมูลของของอุปกรณ์ ตัวแปลงสัญญาณ USB to TTL	18
	2.8 ข้อมูลของอุปกรณ์ แบตเตอร์รี่สำรอง Power bank	19
	2.9 ข้อมูลของอุปกรณ์ ตัวกระจายสัญญาณ Pocket WiFi	19
	2.10 ข้อมูลโปรแกรม Android studio	20
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	
	3.1 การออกแบบ	22
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	56
บทที่ 4	**การทดลองและผลการทดลอง**	
	4.1 การทำงานและผลการทำงาน TF Mini Lidar (ToF)	64
	4.2 การทำงานและผลการทำงาน Ulbox NEO-M8N GPS Module	80
	4.3 การทำงานและผลการทำงานของแอปพลิเคชันติดตาม tracking	87
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	
	5.1 สรุปผล	92
	5.2 ข้อเสนอแนะ	92
บรรณานุกรม		94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ARDUINO Nano 3.0	3
2.2	NODEMCU ESP8266	4
2.3	PIN DEFINITION	5
2.4	Ulblox NEO-M8N GPS Module	6
2.5	TF MINI – MICRO LIDAR MODULE	9
2.6	จำลองแสงที่ตกกระทบกับวัตถุของ TF MINI LIDAR	10
2.7	รูปแบบระยะในการวัดของ TF MINI LIDAR	12
2.8	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางในการตรวจจับกับองศาของ TF MINI LIDAR	12
2.9	รูปแบบการกระเจิงของเลเซอร์กับสิ่งที่มันตกกระทบทั้ง 3 แบบ (A)แบบเรย์ลี (B) แบบมี (C) แบบรามาน	14
2.10	แผนผังแสดงกระบวนการหาพิสัยที่ขึ้นกับเวลาของสัญญาณที่กลับลงมา	15
2.11	Passive Buzzer Module 3.3 -5V	17
2.10	ตัวแปลงสัญญาณ USB TTL	19
2.11	แบตเตอร์รี่สำรอง Power bank	19
2.12	ตัวกระจายสัญญาณ Pocket WiFi	20
2.13	โปรแกรม Android Studio	20
2.14	หน้าต่างโปรแกรม Android Studio (ก)	21
2.15	หน้าต่างโปรแกรม Android Studio (ข)	21
3.1	บล็อกไดอะแกรมเครื่องบอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยใช้เทคโนโลยีไลดาร์	23
3.2	การทำงานของ TF Mini Lidar (ToF)	24
3.3	การเชื่อมต่อของเครื่องบอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยใช้เทคโนโลยีไลดาร์	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.4	การเชื่อมต่อของ TF Mini Lidar (ToF) และ Passive Buzzer Module	26
3.5	กระบวนการทำงานของ TF Mini Lidar (ToF) ร่วมกับ Passive Buzzer module (ก)	28
3.5	กระบวนการทำงานของ TF Mini Lidar (ToF) ร่วมกับ Passive Buzzer module (ข)	29
3.6	เว็บไซต์สำหรับสมัคร Line Notify	30
3.7	หน้าเว็บไซต์สำหรับสมัคร Line Notify	30
3.8	ทำการ Generate token	31
3.9	ทำการตั้งชื่อ Token และเลือก Account ที่จะทำการรับข้อความจาก Line Notify Account ที่ทำการรับข้อความจาก Line Notify และชื่อของ Token	31
3.10	Account ที่ทำการรับข้อความจาก Line Notify และชื่อของ Token	32
3.11	นำรหัส Access Token ที่ได้รับไปใส่ในโปรแกรมเพื่อสั่งการ NodeMCU	32
3.12	การแจ้งเตือนจาก Line Notify ไปยังกลุ่มที่ทำการ Add Line Notify เข้าไป	33
3.13	เริ่มการเชื่อมต่อ NodMCU และแสดงค่าพิกัด GPS	34
3.14	พิกัดที่ถูกส่งมายังแอปพลิเคชันไลน์	34
3.15	พิกัดที่ได้รับจากโมดูล GPS	35
3.16	พิกัด GPS ที่อัปเดทบน firebase (Realtime Database)	35
3.17	พิกัดจาก GPS module และส่งค่าไปยัง firebase (Realtime Database)	36
3.18	ข้อมูลในกลุ่ม Jason Object ในรูปแบบ Unique ID	36
3.19	การทำงานของการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์และส่งค่าไปยังฐานข้อมูล firebase (Realtime Database)	37
3.20	การติดตั้ง Android Studio	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.21	การสร้างหัวข้อ Project	39
3.22	หน้าต่างแอปพลิเคชันประเภท Empty Activity	39
3.23	ตั้งชื่อ Activity และ Layout	40
3.24	หน้ารอดาวน์โหลด (Layout)	41
3.25	คำสั่งให้หน้าดาวน์โหลดทำงานเป็นเวลา 4 วินาที	41
3.26	activity_login ในส่วนของ Layout	42
3.27	ปุ่ม Create account ในหน้า activity_login	42
3.28	หน้า Register ในหน้า activity_create	43
3.29	ปุ่ม Create account ใน activity_login	43
3.30	หน้า Register ใน activity_create	44
3.31	ข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ใน firebase (real time database)	44
3.32	หน้า Layout ของ activity_home	45
3.33	ปุ่ม Forget password ใน activity_login	46
3.34	หน้า activity_forget	46
3.35	อุปกรณ์บอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยใช้เทคโนโลยีไลดาร์	47
3.36	การเชื่อมต่อระหว่าง Arduino Nano 3.0 กับ TF Mini Lidar Module	48
3.37	การเชื่อมต่อระหว่าง Arduino Nano 3.0 กับ Passive Buzzer Module	48
3.38	ภาพอุปกรณ์ตรวจจับสิ่งกีดขวางให้กับผู้พิการทางสายตา	49
3.39	การเชื่อมต่อระหว่าง Arduino Uno R3 กับ Ublox NEO-M8N GPS module	50
3.40	การเชื่อมต่อระหว่าง NodeMCU ESP8266 กับสวิตช์	51
3.41	การทดสอบการต่อวงจรของ NodeMCU และการกดปุ่มสวิตช์สำหรับแจ้งเตือน	51
3.42	แผนผังวงจรของระบบการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์	52
3.43	PCB แผนผังวงจรของระบบการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.44	อุปกรณ์แจ้งเตือนและระบุตำแหน่งผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์	53
3.45	Arduino Nano 3.0	53
3.46	TF Mini - Micro Lidar Module	54
3.47	Ublox NEO-M8N GPS module	54
3.48	NodeMCU ESP8266	55
3.49	แว่นกันแดด	55
3.50	Serial monitor แสดงระยะทางและความเข้มสัญญาณ	56
3.51	ออกแบบการทดสอบอุปกรณ์ภายในพื้นที่อาคาร (Indoor)	56
3.52	ออกแบบการทดสอบอุปกรณ์ภายนอกอาคาร (Outdoor)	57
3.53	ออกแบบการทดสอบอุปกรณ์ในที่แสงสว่างน้อย	57
3.54	ออกแบบการทดสอบอุปกรณ์ในที่แสงสว่างมาก	58
3.55	พิกัดที่รับได้บนโปรแกรม U-center	59
3.56	หน้าสำหรับใส่ Email เพื่อเปลี่ยนรหัสผ่าน	60
3.57	ลิ้งค์เว็บไซต์ที่ใช้ในการเปลี่ยนรหัสผ่านเมื่อเข้ามาตรวจสอบข้อมูล	60
3.58	หน้า Reset your password)	61
3.59	ปุ่ม Google Map ในหน้าของ activity_home	61
3.60	ตำแหน่งเจ้าของสมาร์ทโฟน	62
3.61	ข้อมูลใน firebase (real time database) ที่ถูกส่งมาจาก NodeMCU	62
3.62	ตำแหน่งของสมาร์ทโฟนกับ GPS Module	63
4.1	ตุ๊กตาที่ใช้ในการทดสอบ	65
4.2	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงที่ทดสอบกับความเข้มของสัญญาณ	65
4.3	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงที่ทดสอบกับระยะทางที่วัดได้	66
4.4	กล่องกระดาษที่ใช้ในการทดสอบในที่แสงสว่างมาก และแสงสว่างน้อย	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.5	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงที่ทดสอบกับความเข้มของสัญญาณ	68
4.6	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงที่ทดสอบกับระยะทางที่วัดได้	68
4.7	ทดสอบอุปกรณ์ TF Mini Lidar (ToF) บริเวณพื้นที่ภายนอก (Outdoor)	70
4.8	ออกแบบการทดสอบอุปกรณ์ภายในอาคาร (Indoor)	71
4.9	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงที่ทดสอบกับระยะทางที่วัดได้	73
4.10	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงที่ทดสอบกับความเข้มของสัญญาณ	73
4.11	ค่าความเข้มสัญญาณของวัตถุสีดำและวัตถุสีขาวผ่าน Serial plotter	74
4.12	สวมใส่อุปกรณ์และทดสอบอุปกรณ์ภายในอาคาร	75
4.13	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงที่ทดสอบกับค่าการหน่วงเวลาภายในอาคาร	77
4.14	สวมใส่อุปกรณ์และทดสอบอุปกรณ์ภายในอาคาร	77
4.15	สวมใส่อุปกรณ์และทดสอบอุปกรณ์ภายนอกอาคาร	78
4.16	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงที่ทดสอบกับค่าการหน่วงเวลาภายนอกอาคาร	80
4.17	เลือกใช้ Library และคำสั่งพื้นฐานของ Library	81
4.18	การทดสอบรับค่าสัญญาณ GPS จากดาวเทียม (ก) ก่อนรับสัญญาณได้ (ข) หลังรับสัญญาณได้	82
4.19	พิกัดตำแหน่งจากที่ได้จาก Ulbox NEO-M8N GPS Module แสดงผลผ่าน Serial monitor	83
4.20	ภาพจาก Serial monitor ที่ได้จาก GPS Module	83
4.21	พิกัดจาก GPS module และส่งค่าไปยัง firebase (RealtimeDatabase)	84
4.22	พิกัด GPS ที่ update บน firebase (Realtime Database)	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.23	ข้อมูลในกลุ่ม Jason Object	85
4.24	พิกัดที่รับได้จาก GPS module	85
4.25	ตำแหน่งที่ได้จากแอปพลิเคชันไลน์	86
4.26	ตำแหน่งปัจจุบันที่อยู่	86
4.27	ปุ่ม Run app บนโปรแกรม Android Studio	87
4.28	หน้าเลือกสมาร์ทโฟนจำลอง	87
4.29	กดปุ่มเพื่อ Create New Virtual Device เพื่อเลือกรุ่นสมาร์ทโฟนจำลอง	88
4.30	สมาร์ทโฟนจำลอง	88
4.31	สมาร์ทโฟนจำลองของโปรแกรม Android Studio	89
4.32	กรอก Email และ Password เพื่อเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน	89
4.33	หน้าต่าง Welcome	90
4.34	Google Map ในสมาร์ทโฟน	91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	รายละเอียดพื้นฐานเกี่ยวกับ TF MINI LIDAR	9
2.1	รายละเอียดพื้นฐานเกี่ยวกับ TF MINI LIDAR (ต่อ)	10
2.2	ลักษณะไฟฟ้าของ TF MINI LIDAR	11
2.3	ความสัมพันธ์ระหว่างการตรวจจับพิสัยกับระยะทาง	12
2.4	ชนิดของตัวโน้ตในการสร้างสัญญาณเสียงของ Passive Buzzer Module 3.3 - 5V	13
3.1	ค่าการหน่วงเวลาและระยะทางของวัตถุ	25
3.2	การเชื่อมต่อของเครื่องบอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยใช้เทคโนโลยีไลดาร์	27
3.3	การเชื่อมต่อระหว่าง Arduino Uno R3 กับ TF Mini Lidar Module	47
3.4	การเชื่อมต่อของเครื่องบอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยใช้เทคโนโลยีไลดาร์	48
3.5	การเชื่อมต่อระหว่าง Arduino Uno R3 กับ TF Mini Lidar Module	49
3.5	การเชื่อมต่อระหว่าง Arduino Uno R3 กับ TF Mini Lidar Module	49
3.6	การเชื่อมต่อระหว่าง NodeMCU ESP8266 กับ Ublox NEO-M8N GPS module	50
4.1	ค่าระยะจริงกับระยะที่วัดได้ในที่มีแสงสว่างน้อย	65
4.2	ค่าระยะจริงกับระยะที่วัดได้ในที่มีแสงสว่างมาก	65
4.3	ค่าระยะจริงกับระยะที่วัดได้ในที่มีแสงสว่างน้อย	67
4.4	ค่าระยะจริงกับระยะที่วัดได้ในที่มีแสงสว่างมาก	68
4.5	ค่าระยะจริงกับระยะที่วัดได้ในพื้นที่นอกอาคาร	69
4.6	ค่าระยะจริงกับระยะที่วัดได้ในพื้นที่ในอาคาร	70
4.6	ค่าระยะจริงกับระยะที่วัดได้ในพื้นที่ในอาคาร (ต่อ)	71
4.7	ระยะทางที่ทดสอบกับค่าการหน่วงเวลาของสัญญาณเสียงที่วัดได้ในพื้นที่ในอาคาร	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.7	ระยะทางที่ทดสอบกับค่าการหน่วงเวลาของสัญญาณเสียงที่วัดได้ในพื้นที่ในอาคาร (ต่อ)	75
4.8	ระยะทางที่ทดสอบกับค่าการหน่วงเวลาของสัญญาณเสียงที่วัดได้ในพื้นที่ภายนอกอาคาร	77
4.8	ระยะทางที่ทดสอบกับค่าการหน่วงเวลาของสัญญาณเสียงที่วัดได้ในพื้นที่ภายนอกอาคาร (ต่อ)	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาของผู้พิการทางสายตาส่วนใหญ่คือสังคมยังไม่ยอมรับความสามารถของพวกเขา ไม่ว่าจะเป็นด้านการศึกษา อาชีพการทำงาน และการทำกิจวัตรประจำวัน เนื่องจากสภาพความบกพร่องทางการมองเห็น โดยความบกพร่องทางสายตาได้แบ่งเป็นสองประเภท ได้แก่ ตาบอดสนิท คือไม่สามารถมองเห็นได้เลย และตาบอดไม่สนิทคือมองเห็นได้บ้าง ทำให้ไม่สามารถเดินทาง หรือออกไปประกอบอาชีพได้สะดวก อีกทั้งยังเป็นอุปสรรคต่อการดำรงชีวิต และการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในกิจวัตรประจำวัน

คณะผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผู้พิการทางสายตาและเทคโนโลยีไลดาร์ (Lidar) ซึ่งสามารถนำมาช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาให้สามารถใช้ชีวิตได้อย่างปกติมากยิ่งขึ้นในการเดินทาง โดยทำการตรวจสอบ และแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางให้กับผู้พิการทางสายตา พร้อมทั้งยังสามารถระบุตำแหน่งของผู้พิการทางสายตาไปยังผู้ที่ดูแลได้อีกด้วย

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้นำเทคโนโลยีไลดาร์ มาประยุกต์ใช้พร้อมทั้งบอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา สำหรับอำนวยความสะดวกในการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันด้วยการตรวจสอบเส้นทาง และหลีกเลี่ยงการเกิดอุบัติเหตุให้กับผู้พิการทางสายตาด้วยเทคโนโลยีไลดาร์ พร้อมทั้งระบุตำแหน่งของผู้พิการทางสายตาและส่งพิกัดตำแหน่งที่อยู่ GPS ไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ดูแล เมื่อเครื่องบอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยใช้เทคโนโลยีไลดาร์ตรวจพบสิ่งกีดขวาง ซึ่งเป็นอุปสรรคสำหรับผู้พิการทางสายตา และวัตถุที่วิ่งเข้าหาอุปกรณ์บอกเตือนสิ่งกีดขวางโดยใช้เทคโนโลยีไลดาร์ แล้วระบบจะทำการส่งสัญญาณเสียงแจ้งเตือนเพื่อให้ผู้พิการทางสายตาได้รับทราบ พร้อมทั้งยังติดตั้งระบบ GPS โมดูล และแอปพลิเคชันสำหรับติดตามและแจ้งพิกัดตำแหน่งที่อยู่ของผู้พิการทางสายตา ทั้งยังติดตามเส้นทางของผู้พิการทางสายตาผ่านทางแอปพลิเคชันที่จัดทำขึ้นและเมื่อผู้พิการทางสายตาทำการกดปุ่ม Emergency ในการขอความช่วยเหลือจากผู้ดูแลระบบ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องพิกัดตำแหน่งที่อยู่ของผู้พิการทางสายตาจะถูกส่งไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ที่ดูแลผู้พิการทางสายตา พร้อมทั้งสามารถติดตาม (tracking) การเดินทางผ่านทางแอปพลิเคชันที่จัดทำได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อหลีกเลี่ยงและลดการเกิดอุบัติเหตุให้กับผู้พิการทางสายตาด้วยเทคโนโลยีไลดาร์
2. เพื่อประเมินผลการทำงานของอุปกรณ์ไลดาร์สำหรับการตรวจสอบเส้นทางให้กับผู้พิการทางสายตา
3. เพื่อสร้างอุปกรณ์อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้พิการทางสายตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. อุปกรณ์ช่วยแจ้งเตือนและอำนวยความสะดวกให้กับผู้พิการทางสายตา ประกอบด้วยกล้องวัดระยะด้วยแสงเลเซอร์ เพื่อแจ้งให้ผู้พิการทางสายตาทราบในกรณีที่มีวัตถุกีดขวางเส้นทางเดินอยู่ข้างหน้า

2. ระบุตำแหน่งผู้พิการทางสายตา ด้วยระบบ GPS เพื่อระบุตำแหน่งและแสดงผลแจ้งเตือนตำแหน่งไปยังผู้ดูแลผู้พิการทางสายตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

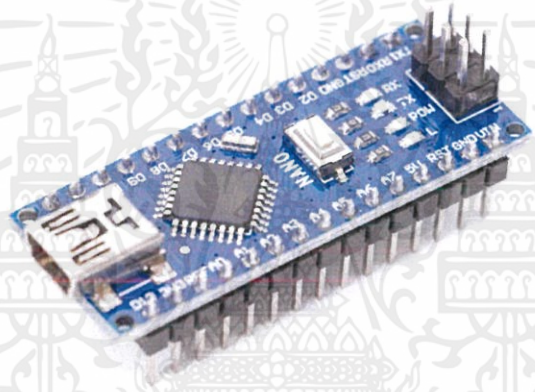
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลของอุปกรณ์ Arduino Nano V3

ศึกษาการทำงานของ Arduino Nano 3.0, NodeMCU ESP8266, Ulbox NEO-M8N GPS Module, Poket WiFi, TF Mini - Micro Lidar Module, Passive Buzzer Module 3.3 - 5V สำหรับจัดทำโครงงาน

บอร์ด Arduino Nano 3.0



รูปที่ 2.1 Arduino Nano 3.0 [2]

คุณสมบัติของบอร์ด Arduino Nano 3.0 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Open-source ออกแบบมาให้ใช้งานง่าย โดยใช้ชิพ ATmega328 ทำงานที่ความถี่ 16 MHz หน่วยความจำแฟลช 32 KB แรม 2 KB บอร์ดใช้ไฟเลี้ยง 7 ถึง 12 โวลต์ มีระดับแรงดันไฟฟ้าในการทำงานและขาสัญญาณอยู่ที่ 5 โวลต์ (TTL) มี Digital Input / Output 4 ขา (เป็น PWM ได้ 6 ขา) มี Analog Input 6 ขา Serial UART 1 ชุด I2C 1 ชุด SPI 1 ชุด ดังรูปที่ 2.1 โดยมีความสามารถเช่นเดียวกับบอร์ด Arduino Uno แต่ถูกออกแบบให้มีขนาดเล็ก ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำมาสร้างอุปกรณ์บอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา เนื่องจากผู้จัดทำต้องการออกแบบอุปกรณ์ให้มีขนาดกะทัดรัดสะดวกต่อการสวมใส่และเคลื่อนไหว เขียนโปรแกรมบนซอฟท์แวร์ Arduino IDE และโปรแกรมผ่านพอร์ต USB เหมาะสำหรับผู้เริ่มใช้งาน และง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ตัวอื่นซึ่งขาการทำงานของบอร์ด Arduino Nano 3.0 มีรายละเอียดดังนี้

1. Serial: 0 (RX) and 1 (TX). ใช้สำหรับรับส่งข้อมูลผ่าน Serial

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. External Interrupts ขาที่ 2 และ 3. ใช้รับสัญญาณ Interrupt โดยอาจใช้ Arduino รับค่าจาก Encoder หรืออุปกรณ์อื่นๆ

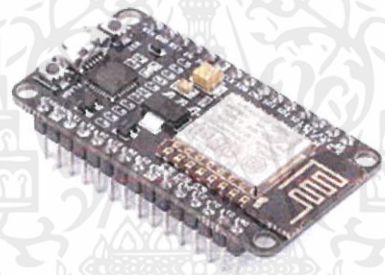
3. PWM : 3, 5, 6, 9, 10, และ 11 สามารถส่ง 8-bit PWM output ออกไปได้สามารถใช้ควบคุมองศาของ Servo หรือควบคุมความเร็ว Motor ได้

4. SPI : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) ใช้สำหรับการสื่อสารแบบ SPI (4สาย) อาจเป็น Sensor วัดความเอียงหรือ เข็มทิศอิเล็กทรอนิกส์

5. LED 13. ขาที่ 13 นี้จะเชื่อมต่ออยู่กับหลอด LED บนบอร์ด โดยหากเราสั่งให้ขา 13 ทำงาน ไฟ LED บนบอร์ดจะติดสว่าง

2.2 ข้อมูลของอุปกรณ์ NodeMCU

NodeMCU ESP8266

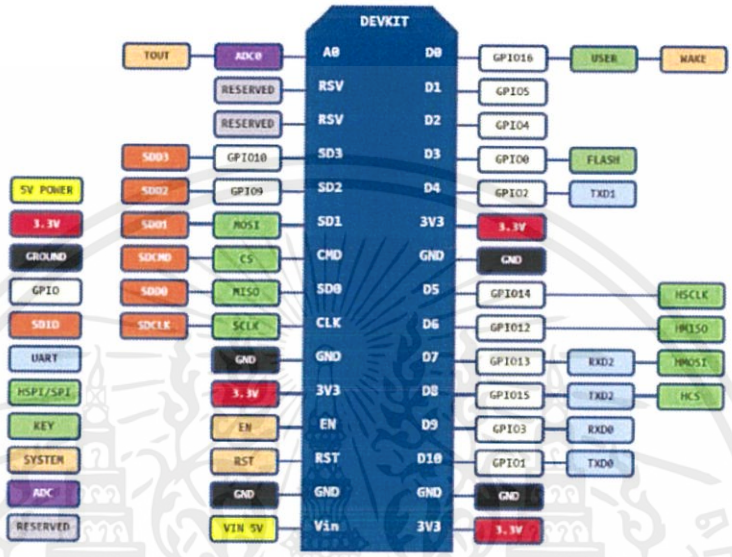


รูปที่ 2.2 NodeMCU ESP8266 [12]

NodeMCU ESP8266 เป็นแพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจค Internet of Things (IoT) ที่ประกอบ ไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ดังรูปที่ 2.2 ที่เป็น open source สามารถเขียน โปรแกรมด้วยภาษา Lau ได้ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น มาพร้อมกับโมดูล Wi-Fi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญ ในการใช้เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตนั้นเอง NodeMCU นั้นมีลักษณะคล้ายกับ Arduino ตรงที่มีพอร์ต Input Output built in มาในตัว สามารถเขียน โปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่น ๆ ดังรูปที่ 2.3 และเมื่อไม่นานมานี้ ก็มีนักพัฒนาที่ สามารถทำ ให้ Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ NodeMCU ได้ จึงทำให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมได้ ทำให้เราสามารถใช้งานมันได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น NodeMCU สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลาย โดยเฉพาะเรื่องที่มีความเชื่อมโยงกับ IoT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยกตัวอย่างเช่น การทำ Web Server ขนาดเล็กการควบคุมการเปิดปิดไฟผ่าน Wi-Fi และอื่น ๆ อีกมากมาย



รูปที่ 2.3 Pin Definition [22]

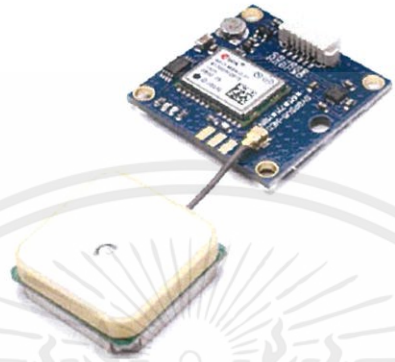
ขาของโมดูล ESP8266 แบ่งได้ดังนี้

1. ชุดพัฒนานี้ based on โมดูล Wi-Fi ที่ชื่อ ESP8266
2. มี GPIO PWM, 12C, 1-Wire และ ADC รวมมาอยู่บนบอร์ดเดียว
3. มี USB-TTL มาในตัว ไม่ต้องซื้อแยกเหมือนกับการใช้ ESP8266 ปกติ ทำให้ใช้งานได้สะดวกขึ้น
4. มีขา GPIO 10 ขา ทุก ๆ ขาสามารถเป็น PWM, 12C และ 1-wire ได้
5. มี PCB antenna สำหรับส่งสัญญาณไร้สาย
6. ใช้คอนเนกเตอร์แบบ micro-USB สำหรับจ่ายแรงดันไฟเลี้ยงหรือเท่ากับ +5V และสำหรับดาวน์โหลดเฟิร์มแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ข้อมูลของอุปกรณ์ Ublox NEO-M8N GPS module

Ublox NEO-M8N GPS module with Antenna



รูปที่ 2.4 Ublox NEO-M8N GPS module [4]

Ublox NEO-M8N GPS module โมดูล GPS พร้อมสายอากาศรับสัญญาณ สำหรับระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ใช้โมดูลจาก U-blox รุ่น NEO-M8N ดังรูปที่ 2.4 เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่าน UART ความเร็วในการรับ - ส่งข้อมูลเริ่มต้น 9600 bauds/s อัพเดทตำแหน่งทุก ๆ 1 วินาที เป็นโมดูล GPS ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดของ Ublox ณ ปัจจุบันนี้ โดยสามารถทำการ Tracke ระบบนำทาง 2 ระบบได้ในเวลาเดียวกัน (by default จะเป็น GPS และ GNSS) ซึ่งต่างจาก Ublox รุ่นก่อน ที่ไม่สามารถทำได้ นอกจากนั้นยังรองรับระบบ BeiDou (ระบบนำทางของ จีน), ระบบ SBAS และ ระบบ QZSS รายละเอียดเกี่ยวกับ Ublox NEO-M8N GPS module กับสายอากาศรับสัญญาณ มีดังนี้

1. เป็นโมดูลใช้ระบุตำแหน่งบนพื้นโลกที่รับสัญญาณได้หลายระบบ ระบุตำแหน่งได้แม่นยำกว่าโมดูลที่ใช้ GPS เพียงอย่างเดียว
2. ใช้โมดูลหลักจากบริษัทระดับโลก U-blox รุ่น NEO-M8N
3. รับสัญญาณได้ทั้งระบบ BeiDou Galileo GLONASS และ GPS
4. ใช้ข้อมูลพร้อมกันได้สูงสุด 3 ระบบ
5. อัพเดทพิกัดความเร็วสูงสุด 18Hz (0.055 วินาที) ขณะรับสัญญาณจากระบบเดียว และ 10Hz (0.1 วินาที) ขณะรับสัญญาณหลายระบบ
6. ใช้การสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่าน UART
7. ใช้แรงดันไฟฟ้า 3.3V ใช้กระแสไฟฟ้าประมาณ 21mA และ 5.3mA ในโหมดประหยัดพลังงาน
8. ต่อสายอากาศผ่าน IPX/U.FL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. บัดกรีคอนเนคเตอร์ SMA เพิ่มเติมได้
10. ใช้งานร่วมกับสายรับสัญญาณ

รายละเอียดเกี่ยวกับชิป U-blox NEO-M8N มีดังนี้

1. ชนิดตัวรับช่องสัญญาณเป็นแบบ u-blox M8
2. รองรับระบบ GPS/QZSS L1 C/A, GLONASS L10F และ BeiDou B1
3. SBAS L1 C/A : WAAS, EGNOS, MSAS
4. รูปแบบชิปการทำงานเป็นรุ่น NEO-M8N
5. อัตราการปรับปรุงการนำทางเดียว GNSS สูงสุด 18 Hz
6. GNSS ที่เกิดขึ้นพร้อมกัน สูงสุด 10 Hz
7. ความแม่นยำของตำแหน่ง 2 เมตร
8. Acquisition2 Cold starts : 26 วินาที
9. Aided starts : 2 วินาที
10. Reacquisition : 1.5 วินาที
11. Sensitivity2 Tracking & Nav : –167 dBm
12. Cold starts : –148 dBm
13. Hot starts : –156 dBm
14. ความช่วยเหลือจาก AssistNow GNSS Online
15. AssistNow GNSS Offline (up to 35 days)
16. AssistNow Autonomous (up to 6 days)
17. OMA SUPL & 3GPP compliant
18. Oscillator TCXO (NEO-M8N/Q)
19. Crystal (NEO-M8M)
20. RTC crystal Built-In
21. Noise figure On-chip LNA (NEO-M8M)
22. มีสัญญาณรบกวนน้อยมาก
23. ป้องกันการติดขัดการตรวจหา
24. หน่วยความจำรอม (NEO-M8M/Q) หรือแฟลช (NEO-M8N)
25. รองรับการใช้งานสายอากาศ
26. ระบุตำแหน่งการเดินทาง
27. ทำงานที่อุณหภูมิ -40 ° C ถึง 85 ° C
28. อุณหภูมิในการจัดเก็บ -40 ° C ถึง 85 ° C
29. ชิป NEO-M8N อยู่ได้ที่อุณหภูมิ -40 ° C ถึง 105 ° C
30. RoHS compliant (ปราศจากตะกั่ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

31. ตามมาตรฐาน ISO 16750
32. ผลิตและทดสอบอย่างเต็มที่ในเว็บไซต์การผลิต ISO/TS 16949
33. ชิป NEO-M8 มีคุณสมบัติตาม AEC-Q100
34. ใช้แรงดันไฟฟ้ามี่ 1.65 V ถึง 3.6 V
35. 2.7 V to 3.6 V (NEO-M8N/Q)
36. Power consumption : 23 mA 3.0 V
37. โหมดสำรองพลังงาน : 5 mA 3.0 V
38. Backup Supply 1.4 - 3.6 V
39. Time pulse Configurable 0.25 Hz to 10 MHz
40. TCXO, flash, SAW, LNA

โดย NMEA เป็นมาตรฐานการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ ส่วนใหญ่ใช้งานกับโมดูล GPS เมื่อต้องการที่จะส่งข้อมูลมาจากโมดูล GPS สามารถระบุข้อมูลออกมาได้หลายแบบด้วยกัน ซึ่งเมื่อมีการเริ่มส่งข้อมูลมจะเริ่มต้นการส่งด้วยเครื่องหมาย $ แล้วจบด้วยเครื่องหมาย * หลังจากนั้นจึงเป็นการตรวจสอบค่าความผิดพลาดด้วยตัวเลข Check sum ข้อมูลที่ถูกส่งมาจะนำหน้าด้วย GPRMC GPGGA และอื่น ๆ รูปแบบของข้อมูล GPRMC มีดังนี้

$GPRMC, [ชั่วโมง][นาที][วินาที], [A หมายถึงจับสัญญาณได้แล้ว ส่วน V หมายถึงยังจับสัญญาณไม่ได้], [องศาลิปดา][นาที].[วินาที], [N หมายถึงเหนือ S หมายถึงใต้], [องศาฟิลิปดา][นาที].[วินาที], [E หมายถึงตะวันออก W หมายถึงตะวันตก], [ความเร็วบนพื้น], [Course Made Good], [วัน][เดือน][ปี], [Magnetic variation], [E หมายถึงตะวันออก W หมายถึงตะวันตก]*[Check sum] ตัวอย่างเช่น

$GPRMC,225446,A,4916.45,N,12311.12,W,000.5,054.7,191194,020.3,E*68

จากข้อมูลด้านบน เราสามารถแยกออกมาได้ดังนี้

225446 - เป็นเวลาตามมาตรฐาน UTC ได้ 22:54:46

A - หากได้ตัว A หมายถึงสามารถจับสัญญาณได้แล้ว แต่หากได้ V จะหมายถึงยังจับสัญญาณไม่ได้

4916.45 - แยกออกมาได้เป็น 49 องศา 16 นาที 45 วินาที

N - หากได้ตัว N หมายถึงองศาเหนือ ได้ค่าละติจูดเป็นบวก หากได้ S หมายถึงองศาใต้ ได้ค่าละติจูดเป็นลบ

12311.12 - แยกออกมาได้ 123 องศา 11.12 นาที

W - หากได้ตัว E หมายถึงตะวันออก ได้ค่าลองติจูดเป็นบวก หากได้ W หมายถึงตะวันตก ได้ค่าลองติจูดเป็นลบ

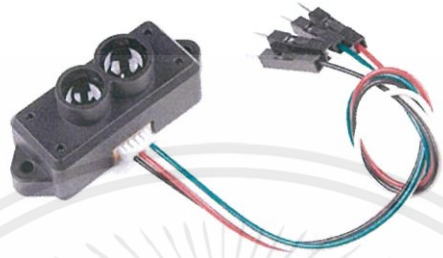
000.5 - ความเร็วที่พื้นโลก มีหน่วยเป็นน๊อต

191116 - แยกออกมาได้ วันที่ 19 เดือน 11 ปี 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ข้อมูลของอุปกรณ์ TF Mini - Micro Lidar Module

TF Mini - Micro Lidar Module



รูปที่ 2.5 TF Mini Lidar module [6]

TF Mini Lidar module สามารถวัดระยะทางของวัตถุที่อยู่ใกล้ในระยะ 30 เซนติเมตร ระยะไกลสุด 12 เมตร TF Mini Lidar จะมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของแสงที่สะท้อนกับวัตถุ ดังรูปที่ 2.5 โดยสิ่งที่ทำให้เซนเซอร์ตัวนี้มีความพิเศษคือมีขนาดที่เล็กเพียง 42x15x16 มิลลิเมตร สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์และแอปพลิเคชันต่าง ๆ ได้ TF Mini Lidar (ToF) ใช้ไฟเลี้ยงเพียง 5 โวลต์ รายละเอียดเกี่ยวกับ TF Mini Lidar module มีดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดพื้นฐานเกี่ยวกับ TF Mini Lidar

Product Name	TF Mini Lidar
Operating range	0.3m-12m
Maximum operating range at 10% reflectivity	5m
Average power consumption	0.12W
Applicable voltage range	4.5V-6V
Acceptance angle	2.3°
Minimum resolution ratio	5mm
Frequency	100Hz
Accuracy	1% (less than 6m), 2% (6m-12m)
Distance detection unit	mm
Wavelength	850nm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดพื้นฐานเกี่ยวกับ TF Mini Lidar (ต่อ)

Size	42mm×15mm×16mm
Operating temperature	-20°c-60°c
Light sensitivity	70,000lux
Weight	6.1g
Communication interface	UART
Main applications	Drone altitude holding and terrain following Machine control and safety sensor Robot distance detection

2.5 ทษฎีและหลักการทำงานของ TF Mini - Micro Lidar Module

หลักการทำงานของ TF Mini Lidar ToF ย่อมาจาก Time of Flight technology มีหลักการทำงานคือ แสงอินฟาเรดที่ถูกมอดูเลตจะถูกส่งจากเซ็นเซอร์และสะท้อนกับวัตถุ ระยะทางระหว่างไลดาร์กับวัตถุสามารถแปลงด้วยเซ็นเซอร์โดยการคำนวณความแตกต่างระหว่างเวลาหรือความแตกต่างระหว่างเฟสส่งกับการสะท้อน เพื่อให้ไปประมวลผลในเชิงลึก ดังรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 จำลองแสงที่ตกกระทบกับวัตถุของ TF Mini Lidar [6]

TF Mini LiDAR เป็นทิศทางเลเซอร์ range เครื่องค้นหาขึ้นอยู่กับช่วงเวลาเทคโนโลยีการบิน (ToF) ประกอบด้วยออปติคัลพิเศษและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และรวมปรับอัลกอริทึมต่าง ๆ ในร่มและกลางแจ้งสภาพแวดล้อม เรดาร์มีขนาดเล็กแต่มีประสิทธิภาพยอดเยี่ยม สามารถใช้เป็นเครื่องมือวัดระยะทางเพื่อตรวจจับระยะทางอุปสรรคด้านหน้า นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นตาของหุ่นยนต์เพื่อให้ข้อมูลระยะทางอย่างปลอดภัยหลีกเลี่ยงอุปสรรคและเส้นทางการเลือกหุ่นยนต์ต่างๆ เครื่องควบคุมสถานการณ์สนับสนุนอัตโนมัติของระบบ เนื่องจากปริมาณขนาดเล็กน้ำหนักเบาและการใช้พลังงานต่ำเหมาะสำหรับ drone ความสูงและภูมิประเทศการติดตามTF ขนาดเล็กสูงสุดช่วงการตรวจจับ 12 เมตร, รองรับ 100 เฮิร์ตการสุ่มตัวอย่างความละเอียด 6 เมตรความแม่นยำภายใน 6 เมตร, 6 ถึง 12 เมตร, ความแม่นยำภายใน 6 เซนติเมตร, FOV มุมมอง 2.3 องศา ป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

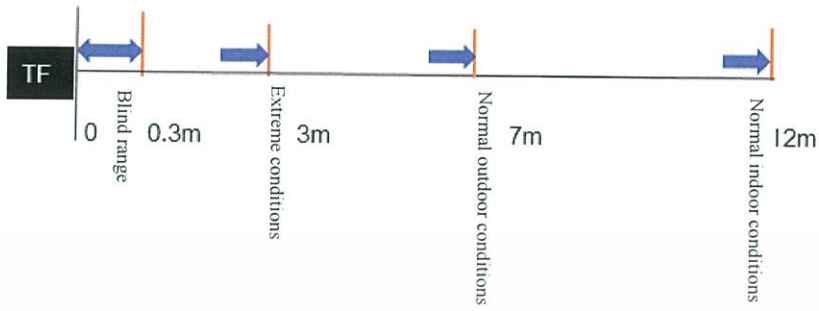
สัญญาณรบกวนที่แข็งแกร่งและสามารถทำงานภายใต้กลางแจ้งแสงจ้าน้ำหนักโดยรวมเป็น 4.7 กรัม TF Mini lidarใช้ UART (TTL) อินเทอร์เฟซการสื่อสารสามารถขับเคลื่อนโดยมาตรฐาน 5 โวลต์, การใช้พลังงานเฉลี่ย 0.6 วัตต์เข้ากันได้กับ Arduino ตัวควบคุม TF Mini Lidar มีลักษณะการส่งกระแสไฟฟ้าดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ลักษณะไฟฟ้าของ TF Mini Lidar

	ตัวย่อ	Typical value	หน่วย
แรงดันอินพุต	DC	5	V
กำลังงานเฉลี่ย	P	≤120	mW
กระแสไฟฟ้าสูงสุดของ LED	I_{max}	800	mA
ระดับแรงดันของพอร์ต TTL	V_{TTL}	3.3	V

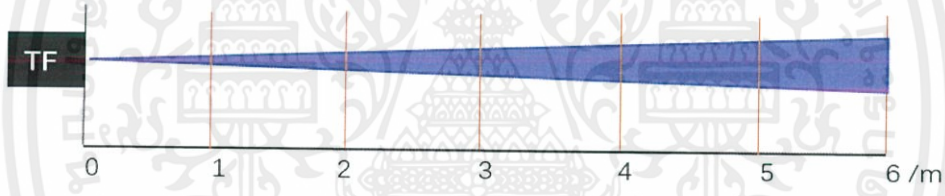
TF Mini Lidar มีรูปแบบระยะในการวัด 2 รูปแบบ คือ แบบในอาคาร และ นอกอาคาร ซึ่งทั้ง 2 รูปแบบ ระยะทางจะไม่เท่ากัน เนื่องจากมีปัจจัยหลาย ๆ อย่าง เช่น ความเข้มแสง ขนาดของวัตถุ เป็นต้น รูปแบบการวัดภายในอาคาร ถ้าวัตถุที่ตรวจพบมีการสะท้อนแสง 90% ระยะตรวจจับที่มีประสิทธิภาพคือ 12 เมตร วัตถุที่ตรวจพบมีการสะท้อนแสง 10% ระยะตรวจจับที่มีประสิทธิภาพคือ 5 เมตร รูปแบบการวัดภายนอกอาคาร ภายใต้สภาวะแสงแดดทั่วไป (ที่มีการส่องสว่างต่ำกว่า 70,000 lux) ระยะตรวจจับที่มีประสิทธิภาพคือ 7 เมตร ภายใต้สภาวะแสงแดดที่แรงกว่าปกติ (ที่มีส่องสว่างมากกว่า 100,000 lux) ระยะตรวจจับที่มีประสิทธิภาพคือ 3 เมตร ดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 รูปแบบระยะในการวัดของ TF Mini Lidar [7]

FOV ของ TF Mini Lidar คือ 2.3 องศา ซึ่งกำหนดความยาวด้านข้าง ในช่วงของการตรวจจับจะมีความยาวที่แตกต่างกัน (ช่วงของการตรวจจับมีลักษณะคล้ายกับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส) ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะในการตรวจจับกับองศาของ TF Mini Lidar [8]

ตารางที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการตรวจจับพิสัยกับระยะทาง

ระยะทาง (ม.)	1	2	3	4	5	6
พิสัยในการตรวจจับ	40	80	120	160	200	240

ระยะห่างในตารางที่ 2.3 แสดงให้เห็นถึงความยาวแนวตั้งระหว่างวัตถุที่ตรวจสอบและเซนเซอร์แสดงในหน่วยเมตร พิสัยในการตรวจจับจะแสดงในหน่วยมิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

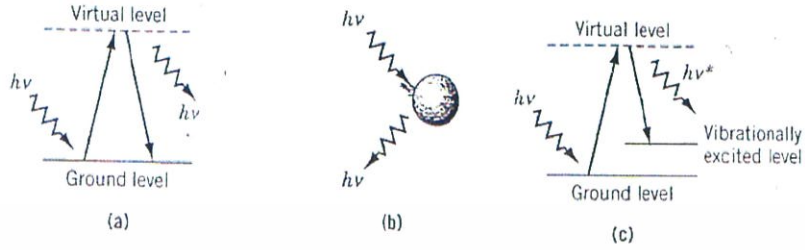
LIDAR ย่อมาจากคำว่า Light Detection And Ranging เริ่มมีการนำมาใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1930 โดยเป็นเครื่องตรวจวัดแสงในบรรยากาศที่ยึดหลักการกระเจิงแบบยืดหยุ่น (Elastic Scattering) ที่เกิดก่อนการประดิษฐ์เลเซอร์ได้ แต่จากคุณภาพของเลเซอร์ที่มีกำลัง และลำที่ขนานจึงมีการนำมาใช้แทนแหล่งกำเนิดแสงปกติที่เคยใช้มาก่อน และก็มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามการพัฒนาของแสงเลเซอร์ หลักการทำงานมีความคล้ายคลึงกับ “เรดาร์” (RADAR) บางครั้งจึงเรียกว่า “เลเซอร์เรดาร์” ซึ่งต่างจาก เรดาร์ทั่วไปที่ใช้ความยาวคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในแถบคลื่นวิทยุ ไลดาร์ใช้หลักการการควบคุมเวลาระหว่างการผ่านออกไปของเลเซอร์พัลส์และการมาถึงของสัญญาณการกระเจิงที่กลับมาที่สัมพันธ์โดยตรง (อาศัยความเร็วแสง) กับพิสัย (Range) ที่เกิดการกระเจิงขนาดความหนาแน่นกำลังของเลเซอร์ที่ผลิตได้สูงขึ้น ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการวัดการกระเจิงแบบไม่ยืดหยุ่น (Inelastic Scattering) จากโมเลกุลเฉพาะที่ต้องการศึกษาในระยะไกลได้ และจากเลเซอร์เทคโนโลยีที่มีความก้าวหน้า ทำให้เทคโนโลยีไลดาร์แบบต่าง ๆ เกิดขึ้นตามไปด้วย ดังเช่น ปัจจุบันนี้มีไลดาร์ที่อาศัยหลักการการ กระเจิงแบบต่าง ๆ เช่น การกระเจิง Rayleigh, การกระเจิงแบบ Mie , การกระเจิงแบบ Raman , การกระเจิงแบบสั่นพ้อง (Resonance Scattering) อาศัยการวาวแสง (Fluorescence) การดูดกลืน (Absorption) และความแตกต่างของการดูดกลืนและการกระเจิงแสงของสิ่งที่ต้องการศึกษา โดยแต่ละกระบวนการสังเกตพิสัยของภาคตัดขวางที่แตกต่างกัน สำหรับการกระเจิงแบบ Mie สามารถสังเกตสิ่งที่มีภาคตัดขวางที่กว้างมากทำให้ได้สัญญาณการกระเจิงที่อาจจะคลุมส่วนของการกระเจิง Rayleigh และ Raman ที่สังเกตสิ่งที่มีภาคตัดขวางเล็กกว่าอย่างสมบูรณ์ ซึ่งทำให้ปริมาณเพียงเล็กน้อยของฝุ่นหรือละอองลอยสามารถตรวจวัดได้ ดังรูปที่ 2.9 แสดงรูปแบบของการกระเจิงของเลเซอร์จากสิ่งที่มันตกกระทบทั้ง 3 แบบ ดังนี้

กระเจิงแบบ Mie เป็นการกระเจิงแบบยืดหยุ่นของเลเซอร์จากอนุภาคเล็ก ๆ หรือละอองลอย (ที่มีขนาดเทียบได้กับความยาวคลื่นของรังสีนั้น) ที่มีความถี่ไม่เปลี่ยนแปลงหลังการกระเจิงดังรูปที่ 2.9 (a)

การกระเจิแบบ Rayleigh เป็นการกระเจิงแบบยืดหยุ่นของเลเซอร์จากอะตอมหรือโมเลกุลที่มีความถี่ไม่เปลี่ยนแปลงหลังการกระเจิงเช่นกัน ดังรูปที่ 2.9 (b)

การกระเจิงแบบ Raman เป็นการกระเจิงแบบไม่ยืดหยุ่นของเลเซอร์จากโมเลกุลที่มีความถี่เปลี่ยนแปลงหลังการกระเจิงขึ้นอยู่กับลักษณะของโมเลกุล ความแตกต่างของพลังงานระหว่างโฟตอนตกกระทบ และโฟตอนที่คายออกมาขึ้นกับโมเลกุลที่เลเซอร์ตกกระทบและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของหนึ่งควอนตัมของการสั่น (One Vibrational Quantum) ดังรูปที่ 2.9 (c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 รูปแบบการกระเจิงของเลเซอร์กับสิ่งที่มันตกกระทบทั้ง 3 แบบ
(a) แบบ Rayleigh (b) แบบ Mie (c) แบบ Raman [23]

ในบรรยากาศมีโมเลกุลของแก๊สที่มีขนาดเล็กมากจึงทำให้แสงกระเจิงได้น้อย ซึ่งเป็นการกระเจิงแบบ Rayleigh ที่เป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสี่ของความยาวคลื่นที่ตกกระทบมัน แต่อนุภาคละอองลอยในบรรยากาศมีการกระจายมากและมีขนาดกว้างกว่าซึ่งอยู่ในพิสัยประมาณ 0.01 ไมโครเมตรถึงหลายไมครอน ที่อยู่ในพิสัยของความยาวคลื่นของไลดาร์ ดังนั้นอนุภาคละอองลอยจึงทำให้แสงกระเจิงหรือเลี้ยวเบนได้มากโดยเฉพาะความยาวคลื่นที่ใช้ในไลดาร์ชนิดการกระเจิงแบบ Mie แต่การกระเจิงของละอองลอยมีความซับซ้อนมากซึ่งขึ้นกับการแจกแจงขนาดและการหักเหแสงของอนุภาคละอองลอย โดยสมบัติของละอองลอยมีความเฉพาะตัวและความสำคัญต่อสถานที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่งและ ณ เวลาขณะใดขณะหนึ่งไปยังเวลาอื่น ๆ (Spatial and Temporal Character) ซึ่งเป็นไปได้ยากยิ่งในการคาดเดา (Prediction) การกระเจิงของละอองลอยให้แม่นยำด้วยการกำหนดสัญญาณไลดาร์ ในทางตรงกันข้ามการกระเจิงด้วยโมเลกุลอากาศสามารถคาดเดาได้แม่นยำดีกว่าด้วยการใช้ข้อมูลมาตรฐานของบรรยากาศ

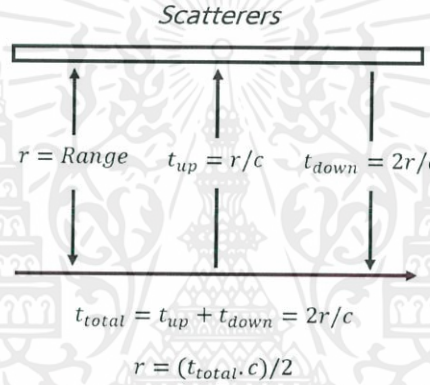
สำหรับทฤษฎีและเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับระบบไลดาร์ชนิดการกระเจิงแบบ Mie ที่ใช้ในการศึกษาละอองลอยและเมฆในชั้นโทรโพสเฟียร์เท่านั้น มีลักษณะทั่วไปได้แก่การใช้แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์แบบพัลส์แบบ Q-switched Ruby Neodymium Doped Glass (Nd: YAG) หรือ Dye Laser ให้พัลส์ที่มีช่วงเวลา 20-40 นาโนวินาที ขึ้นกับแบบและขนาดของเลเซอร์พัลส์ที่มีพลังงานอยู่ในพิสัยระหว่าง 2-3 มิลลิจูลถึงหลายจูล ความถี่ของการให้พัลส์ซ้ำออกไปมีพิสัยระหว่าง 0.1 เฮิร์ต (Hz) ถึงหลาย กิโลเฮิรตซ์ (kHz) โดยมีกำลังเฉลี่ยที่ผลิตได้น้อยกว่า 10 วัตต์ (W)

เครื่องมือไลดาร์ ประกอบด้วยตัวปล่อยเลเซอร์ (Laser Transmitter) และตัวรับ (Receiver) ลำเลเซอร์ถูกปล่อยออกไปจากตัวปล่อยเลเซอร์ไปทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบต่าง ๆ ในบรรยากาศและแสงที่กระเจิงกลับมาถูกรวบรวมด้วยกล้องโทรทรรศน์ (Telescope) ที่เป็นตัวรับโดยมีการจัดวางเครื่องมือที่ทำให้เกิดสนามของการสังเกต (Field of View) ที่แตกต่างกัน ไลดาร์สำหรับการตรวจวัดละอองลอย มีการบันทึกการกระเจิงกลับของแสงจากบรรยากาศเนื่องจากโมเลกุลและอนุภาค โดยสัญญาณที่กลับมาถึงหัววัดทำให้สามารถหาอัตราส่วนของสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับของละอองลอยต่อโมเลกุลของแก๊สที่ความยาวคลื่นค่าหนึ่ง และการวัดค่าดีโพลาไรเซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชัน (Depolarization) ทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการแจกแจงขนาดของละอองลอย และองค์ประกอบของละอองลอย

สมการไลดาร์เป็นสมการที่ใช้หาจำนวนโฟตอนที่วัดได้ด้วยระบบไลดาร์ ซึ่งพิจารณาทั้งพารามิเตอร์ ของเครื่องมือและปริมาณเชิงธรณีฟิสิกส์ สมการไลดาร์ทั่วไปประกอบด้วยการกระเจิงทุกภาพประกอบแบบที่สามารถใช้คำนวณความแรงของสัญญาณสำหรับระบบไลดาร์ใด ๆ โดยจำนวนโฟตอนที่วัดได้ก็คือจำนวนพัลส์ที่ออกมาจากหัววัดต่อเลเซอร์พัลส์นั่นเอง ในกรณีนี้จะกล่าวถึงเพียงระบบไลดาร์แบบแกนร่วม (Coaxial) ที่ลำเลเซอร์ถูกส่งออกไปอยู่ในแกนเดียวกับสนามของการสังเกต โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงเป็นแบบพัลส์ ทำให้สามารถหาค่าพิสัยที่เกิดการกระเจิงขึ้นจากเวลาที่ใช้ในการเดินทางไปและกลับของแสงที่กระเจิง ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แผนผังแสดงกระบวนการหาพิสัยที่ขึ้นกับเวลาของสัญญาณที่กลับมาลง [23]

ถ้าให้ P_0 เป็นกำลังงานสัญญาณเลเซอร์ที่ปล่อยออกไป และ $P(z)$ เป็นกำลังงานสัญญาณกระเจิงกลับที่วัดได้ จะได้

$$P(z) = P_0 k \frac{ct}{2} \frac{A}{z^2} \beta(z) T^2(z) \tag{2.1}$$

ในที่นี้ k คือ ประสิทธิภาพของเครื่องมือที่เป็นฟังก์ชันคงตัว ct หมายถึงระยะทางในการเดินทางของเลเซอร์พัลส์ในบรรยากาศ (แฟกเตอร์ 2 แสดงการเดินทางของพัลส์ที่ไปและกลับ) A / z^2 คือ มุมตัน (Solid Angle) ของการรวบรวมสัญญาณภายในพื้นที่ A ของกล้องโทรทรรศน์ ดังนั้นในการยิงเลเซอร์พัลส์ออกไป ระยะทาง z ในบรรยากาศที่ทำการวัดสัมพันธ์โดยตรงกับเวลาที่พัลส์ออกไปและเดินทางกลับยังหัววัดนับว่าเวลาทั้งหมดของการเดินทางเป็นเวลา 2 เท่าของการเดินทางได้ระยะทาง z ดังนั้นแต่ละ 10 นาโนวินาที หลังจากปล่อยเลเซอร์พัลส์ออกไประยะทางที่พัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดินทางขึ้นไปบนท้องฟ้าคือ 1.5 เมตร เทอม $\beta(z)$ คือสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับเชิงปริมาตร (Volume Backscattering Coefficient) ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณโฟตอนที่กระเจิงกลับเมื่อลำแสงผ่านความหนาของบรรยากาศ มีหน่วยเป็น $m^{-1}sr^{-1}$ เมื่อจำนวนโฟตอนที่กระเจิงกลับขึ้นกับมุมของเครื่องมือที่รวบรวมโฟตอน และเทอม $T(z)$ หมายถึงความสามารถในการผ่านไป (Transmissibility) หรือแฟกเตอร์ของการผ่านไปได้ ในการที่โฟตอนเดินทางผ่านบรรยากาศจากพื้นดินไปได้ระยะทาง z ในสมการ (2.1) เทอมนี้ยกกำลังสองเนื่องจากโฟตอนเดินทางออกไปและกลับมาจากระยะทาง z โดยปกติเทอมของการลดทอน (Attenuation) นี้มักแสดงอยู่ในเทอมเอกซ์โพเนนเชียลติดลบ (Negative Exponential) ตามกฎของบูเกอร์-แลมเบิร์ท (Bouguer -Lambert Law) นั่นคือ

$$T(z) = e^{-\tau(z)} = exp\left[\int_0^z \alpha(z')\,dz'\right] \tag{2.2}$$

ในที่นี้ $\tau(z)$ หมายถึงความลึกเชิงแสง (Optical Depth) ของบรรยากาศตลอดความสูง z และเรียก $\alpha(z)$ ว่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น (Linear Attenuation Coefficient) หรือสัมประสิทธิ์ของการสิ้นสุดเชิงปริมาตร (Volume Extinction Coefficient) ของบรรยากาศที่ความสูงระหว่าง 0 ถึง z มี หน่วยเป็น m^{-1} ซึ่งสัมประสิทธิ์นี้รวมการสูญหายไปของแสงเนื่องจากทั้งการกระเจิงและการดูดกลืนโดยสมการ (2.2) นี้เป็นที่ยอมรับเมื่อลำเลเซอร์ผ่านบรรยากาศที่ค่อนข้างโปร่งแสง สมการ (2.1) มีหลายเทอมที่เป็นค่าคงตัว ดังนั้นอาจแสดงสมการในเทอมของสัญญาณแก้เชิงพิสัย (Range Corrected Signal) หรือสัญญาณที่ภาวะปกติเชิงพิสัย (Range Normalized Signal) ดังนี้

$$X(z) = P(z)\times z^2 = c\beta(z)\,exp(-2\int_0^z \alpha(z')\,dz') \tag{2.3}$$

สัญญาณแก้เชิงพิสัย $x(z)$ เป็นฟังก์ชันที่ขึ้นกับ 2 ตัวแปร $\beta(z)$ และ $\alpha(z)$ โดย

$$\alpha(\lambda,z) = \sigma_m^E(\lambda)\,N_m(z) + \int_0^\infty \sigma_m^E(\lambda,z')\,N_a(z,z')\,dz' + \sum_i \sigma_i^A(\lambda)\,N_i(z) \tag{2.4}$$

และ

$$\beta(\lambda,z) = \sigma_m^B(\lambda)\,N_m(z) + \int_0^\infty \sigma_a^B(\lambda,z')\,N_a(z,z')\,dz' \tag{2.5}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในที่นี้ σ_y^x คือภาคตัดขวางการกระเจิง (Scattering Cross Section) และ N_y คือความหนาแน่นของจำนวนอนุภาค E B และ A แสดงกระบวนการสิ้นสุด การกระเจิงกลับและการดูดกลืนตามลำดับสำหรับ m และ a แสดงโมเลกุลและละอองลอยตามลำดับ i แสดงการดูดกลืนด้วยตัวดูดกลืนแบบ I โดยสัมประสิทธิ์ทั้งสองของละอองลอยแสดงในรูปของการอินทิเกรตลอดขนาดของอนุภาค z'

จากทฤษฎีการกระเจิงของแสง สามารถแสดงความสัมพันธ์ของ α_m และ β_m ดังนี้

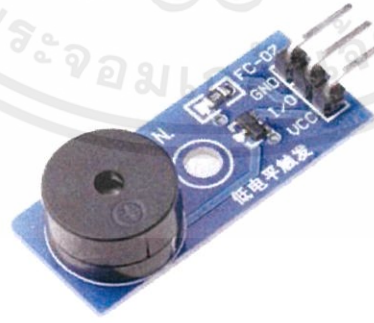
$$s_m = \frac{\alpha_m}{\beta_m} = \frac{8\pi}{3} sr \tag{2.6}$$

โดย s_m นี้ไม่ขึ้นกับความสูง สำหรับละอองลอยความสัมพันธ์ที่คล้ายกันนี้ยังไม่ทราบค่า แต่อย่างไรก็ตามด้วยวิธีของเฟอร์นัลด์ (Fernald's Method) ได้เสนอความสัมพันธ์

$$s_a = \frac{\alpha_a(z)}{\beta_a(z)} \tag{2.7}$$

โดยเรียก s_a นี้ว่าอัตราส่วนไลดาร์ของละอองลอย (Aerosol Lidar Ratio) ซึ่งขึ้นกับรูปแบบและชนิดของละอองลอย ซึ่งกำหนดให้มีค่าอยู่ในพิสัย 10 sr < s_a < 100 sr ทั้งนี้บรรยากาศที่สะอาด (Clean Air) จะมีค่า s_a อยู่ใกล้ค่าจำกัดต่ำสุด บรรยากาศที่มีมลภาวะ (Polluted Air) มีค่า s_a มากกว่า 40 sr

2.6 ข้อมูลของอุปกรณ์ Passive Buzzer Module 3.3 - 5V



รูปที่ 2.11 Passive Buzzer Module 3.3 - 5V [33]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ Passive Buzzer Module ใช้ในการสร้างเสียงแจ้งเตือนตามความถี่ที่สร้างขึ้น เพื่อเป็นสัญญาณแจ้งเตือนให้กับผู้พิการทางสายตา มีวงจรขยายสัญญาณช่วยให้เกิดเสียงดัง ทำงานแบบ Active Low ดังรูปที่ 2.11

โมดูลสามารถสร้างเสียงได้ทั้งหมด 8 ความถี่ ดังตารางที่ 2.4 และเสียงแต่ละความถี่สามารถคำนวณหา timeHigh ได้จากสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

timeHigh = period / 2 = 1 / (2 * toneFrequency)

ตารางที่ 2.4 ชนิดของตัวโน้ตในการสร้างสัญญาณเสียงของ Passive Buzzer Module 3.3 - 5V

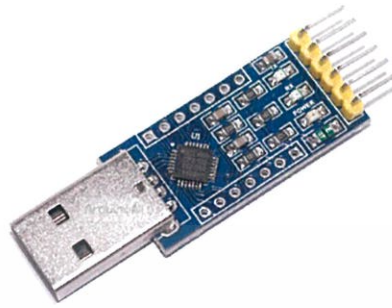
note	frequency	period	timeHigh
c	261 Hz	3830	1915
d	294 Hz	3400	1700
e	329 Hz	3038	1519
f	349 Hz	2864	1432
g	392 Hz	2550	1275
a	440 Hz	2272	1136
b	493 Hz	2028	1014
C	523 Hz	1912	956

เมื่อทำการต่อ Passive Buzzer Module เข้ากับบอร์ด Arduino จากนั้นทำการอัพโหลดโค้ดที่ออกแบบไว้เข้าสู่บอร์ด Arduino บัชเซอร์จะส่งเสียงที่แตกต่างกันไปตามแต่ละตัวโน้ต

2.7 ข้อมูลของอุปกรณ์ตัวแปลงสัญญาณ USB to TTL

ตัวแปลงสัญญาณ USB TTL ตัวแปลงสัญญาณ USB TTL สำหรับ Arduino CP2102 Serial Converter USB 2.0 To TTL UART 6PIN Module, cp2102 module, cp2102 module cable CP2102 module USB to TTL พร้อมสายไฟ สำหรับ แปลงสัญญาณจาก USB เป็น TTL สำหรับเบิร์น Arduino ที่ไม่มี USB เช่น Arduino Pro รองรับทั้งไฟ 5 โวลต์และ 3.3 โวลต์ มีขา DTR/CTS มาด้วย สะดวกเวลาอัพโหลดโปรแกรมลง Arduino Pro ไม่ต้องกดปุ่ม Reset ใช้ได้กับ Arduino Pro Mini ทุกรุ่น ดังรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 ตัวแปลงสัญญาณ USB TTL [50]

2.8 ข้อมูลของอุปกรณ์แบตเตอร์รี่สำรอง Power bank

Power Bank (แบตสำรอง) คือแหล่งจ่ายพลังงานสำรองให้กับอุปกรณ์ IT เคลื่อนที่ต่างๆ โดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ขนาดอุปกรณ์พกพาใช้งานได้ตลอดทั้งวัน ดังรูปที่ 2.11 โดย Power Bank เหมือนเป็นแบตเตอรี่สำรองชนิดหนึ่ง โดยที่เราต้องทำการชาร์จไฟเข้าตัวเองก่อน หลังจากนั้นเราถึงจะใช้งานมันได้ โดนวิธีใช้ก็เพียงแค่เสียบสาย USB เข้าที่ตัว Power Bank (แบตสำรอง)มีให้เลือกมากมายหลายหลายขนาดมาก โดยสามารถเลือใช้งานตามความเหมาะสม และความสวยงาม เช่น ถ้าเราต้องการชาร์จ Tablet 1 เครื่อง เราควรเลือก Power Bank (แบตสำรอง) ที่มีขนาดพลังงานไม่ถึง 5000 mA พอเวลาที่ต้องใช้ Power Bank (แบตสำรอง) อาจจะไม่เพียงพอต่อความต้องการของอุปกรณ์เหล่านั้น

รูปที่ 2.13 แบตเตอร์รี่สำรอง Power bank [48]

2.9 ข้อมูลของอุปกรณ์ตัวกระจายสัญญาณ Pocket WiFi

Pocket WiFi เป็นอุปกรณ์ชิ้นหนึ่งที่สามารถแก้ไขปัญหาตรงข้อนี้ได้ เพราะ Pocket WiFi คือ อุปกรณ์ที่เปลี่ยนสัญญาณ 3G เป็นสัญญาณ WiFi เพื่อให้อุปกรณ์ชิ้นอื่นๆ เช่น แท็ปเล็ต คอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค โทรศัพท์สมาร์ทโฟน สามารถใช้อินเทอร์เน็ตไปพร้อมๆกันได้ประมาณ 5-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่อง ดังนั้น Pocket WiFi จึงเหมาะสำหรับการใช้งานนอกสถานที่ ที่ไม่มีบริการอินเทอร์เน็ตไร้สาย เพราะผู้ใช้งานเพียงแค่นำซิมการ์ดระบบ 3G มาใส่ในตัวเครื่อง และเครื่อง Pocket WiFi ก็จะทำการแปลงสัญญาณ 3G มาเป็นสัญญาณอินเทอร์เน็ตให้ทุกคนได้ใช้งานกัน และขนาดของตัวเครื่องก็มีขนาดไม่ใหญ่เกินไป จึงสะดวกต่อการพกพาไปยังสถานที่ต่าง ๆ ดังรูปที่ 2.14

รูปที่ 2.14 ตัวกระจายสัญญาณ Pocket WiFi [49]

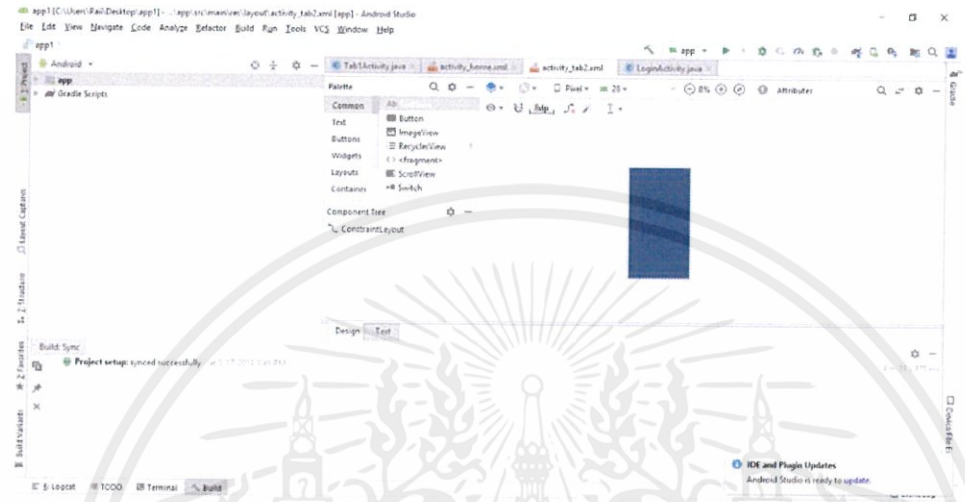
2.10 ข้อมูลโปรแกรม Android Studio

รูปที่ 2.15 โปรแกรม Android Studio [40]

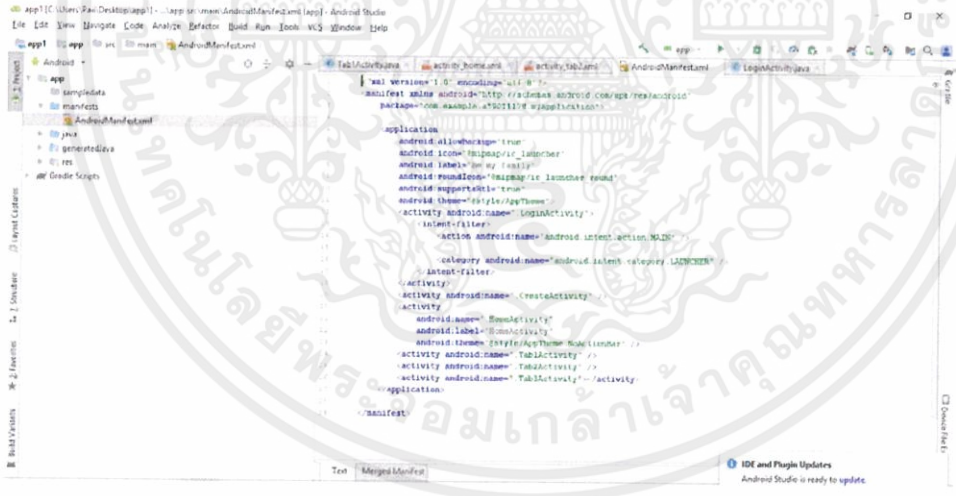
Android Studio ดังรูปที่ 2.15 เป็นเครื่องมือไว้สำหรับพัฒนาโปรแกรม Android โดยเฉพาะ โดยวัตถุประสงค์ของ Android Studio คือต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันบน Android ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านกำรออกแบบ GUI ที่ช่วยให้สามารถ Preview ตัวแอปพลิเคชันมุมมองที่แตกต่างกันบน Smart Phone แต่ละรุ่น สามารถแสดงผลบางอย่างได้ทีนที โดยไม่ต้องทำการรันแอปพลิเคชันบน Emulator รวมทั้งยังแก้ไขปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเรื่องของความเร็วของ Emulator ที่ยังเจอปัญหากันอยู่ในปัจจุบัน หน้าต่างโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 2.16 (ก) และรูปที่ 2.16 (ข)



รูปที่ 2.16 หน้าต่างโปรแกรม Android Studio (ก)



รูปที่ 2.16 หน้าต่างโปรแกรม Android Studio (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

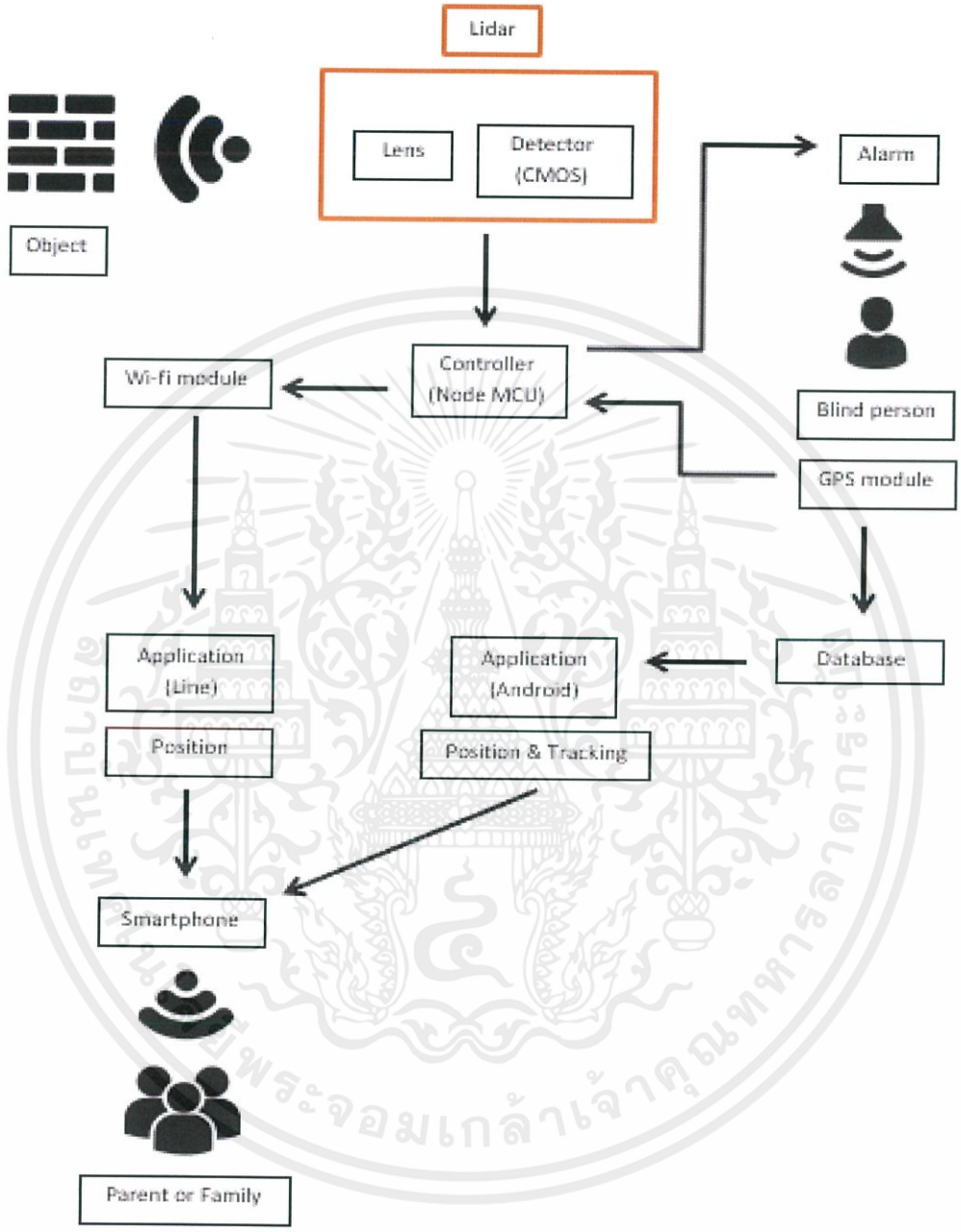
ผู้จัดทำได้ศึกษาการใช้เทคโนโลยีไลดาร์ในการบอกเตือนระยะทางถึงวัตถุที่สนใจ เพื่อนำมาช่วยในการอำนวยความสะดวกแก่ผู้ที่มีความพิการทางสายตา ในกรณีที่ผู้พิการทางสายตาเดินไปเจอวัตถุที่อยู่ข้างหน้า ถ้าอยู่ในระยะที่อาจก่อให้เกิดการชนขึ้น อุปกรณ์ที่ทำการออกแบบจะบอกเตือนด้วยเสียงไปยังผู้พิการทางสายตา เพื่อให้ผู้พิการทางสายตารับรู้และหลีกเลี่ยงการชน นอกจากนี้ยังมีการออกแบบการติดตามและแจ้งพิกัดตำแหน่งของผู้พิการทางสายตาทางแอปพลิเคชันไลน์ ข้อความ SMS รวมทั้งโทรศัพท์แจ้งกรณีฉุกเฉินถึงผู้ดูแล หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยเทคโนโลยีไลดาร์นี้เก็บค่าของระยะทางถึงวัตถุที่อยู่ตรงหน้าและค่าความเข้มของสัญญาณเพื่อตรวจสอบว่ามีวัตถุอยู่ตรงหน้าของผู้พิการทางสายตา จากค่าที่รับได้นี้จะถูกนำไปเขียนเงื่อนไขผ่านโปรแกรม Arduino IDE และผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano 3.0 ถ้าหากวัตถุอยู่ในระยะที่อาจก่อให้เกิดการชน ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการแจ้งเตือนเสียงด้วยโมดูล Passive Buzzer Module ซึ่งเป็นอุปกรณ์ในการเล่นสัญญาณเสียงตามความถี่ที่สร้างขึ้นเพื่อแจ้งเตือนให้กับผู้พิการทางสายตา อุปกรณ์นี้สามารถทำงานได้ทั้งในพื้นที่ภายในอาคารและภายนอกอาคาร

ในส่วนของการออกแบบการติดตามและแจ้งตำแหน่งพิกัดของผู้พิการทางสายตา ใช้ระบบ GPS เป็นตัวระบุตำแหน่ง อุปกรณ์ที่ใช้คือ โมดูล ในการรับค่าพิกัดลองจิจูด ละติจูด และตำแหน่งของผู้พิการทางสายตา เก็บค่าตำแหน่งของผู้พิการทางสายตาไว้บนดาต้าเบสที่สร้างขึ้นเพื่อทำการ tracking บนแอปพลิเคชัน และส่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งไปยังแอปพลิเคชันไลน์ ในกรณีที่ผู้พิการทางสายตากดปุ่ม Emergency เพื่อต้องการความช่วยเหลือในสถานการณ์ฉุกเฉิน

3.1 การออกแบบ

ออกแบบการทำงานของอุปกรณ์บอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano 3.0 เป็นตัวประมวลผลในการควบคุมการทำงานโมดูล TF Mini Lidar (ToF) ซึ่งเป็นเซนเซอร์ในการตรวจจับระยะทางและความเข้มของสัญญาณ และมี Passive Buzzer Module ในการเล่นเสียงเพื่อแจ้งเตือนให้ผู้พิการทางสายตาได้รับทราบ อีกส่วนเป็นการทำงานในการติดตามและแจ้งตำแหน่งผู้พิการทางสายตา ใช้โมดูล Ublox NEO-M8N ในการระบุตำแหน่ง GPS ในการรับค่าพิกัดลองจิจูด ละติจูด และตำแหน่งของผู้พิการทางสายตา เก็บค่าตำแหน่งของผู้พิการทางสายตาไว้บนดาต้าเบสที่สร้างขึ้นเพื่อทำการ tracking บนแอปพลิเคชัน และส่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งไปยังแอปพลิเคชันไลน์ ในกรณีที่ผู้พิการทางสายตากดปุ่ม Emergency เพื่อต้องการความช่วยเหลือในสถานะการณ์ฉุกเฉิน ดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

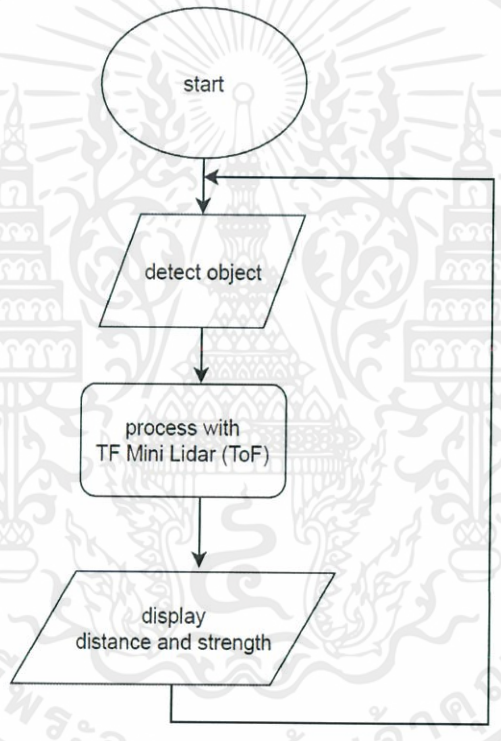


รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมเครื่องบอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยใช้เทคโนโลยีไลดาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 ออกแบบการทำงานของระบบเครื่องบอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยใช้เทคโนโลยีไลดาร์

3.1.1.1 ออกแบบการทำงานร่วมกันระหว่าง TF Mini Lidar (ToF) และ Passive Buzzer Module 3.3 - 5V เพื่อสร้างการแจ้งเตือนเสียงแก่ผู้พิการทางสายตา โดยออกแบบการทำงานของโปรแกรมผ่าน Aduino IDE และทดสอบใช้อุปกรณ์ TF Mini Lidar (ToF) ทดสอบกับวัตถุที่อยู่ตรงหน้า จากการออกแบบจะสามารถรับค่าได้ 2 ค่าคือ ค่าระยะทางจาก TF Mini Lidar (ToF) ถึงวัตถุที่อยู่ข้างหน้า และค่าความแรงของสัญญาณ มีกระบวนการทำงานดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การทำงานของ TF Mini Lidar (ToF)

ออกแบบการแจ้งเตือนสัญญาณเสียงโดยอาศัยอุปกรณ์ Passive Buzzer Module ซึ่งใช้สร้างเสียงแจ้งเตือนตามความถี่ที่สร้างขึ้น มีวงจรขยายสัญญาณช่วยให้เกิดเสียงดัง ทำงานแบบ Active Low สามารถสร้างเสียงได้ทั้งหมด 8 ความถี่ และเสียงแต่ละความถี่จะมีค่าคาบเวลา และ timeHigh ที่แตกต่างกันออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการต่อ Passive Buzzer Module เข้ากับบอร์ด Arduino จากนั้นทำการอัพโหลดโค้ดที่ออกแบบไว้เข้าสู่บอร์ด Arduino บัซเซอร์จะส่งเสียงที่แตกต่างกันไปตามแต่ละตัวโน้ต จากการออกแบบเลือกใช้ตัวโน้ต “c” เป็นเสียงหลักในการแจ้งเตือน

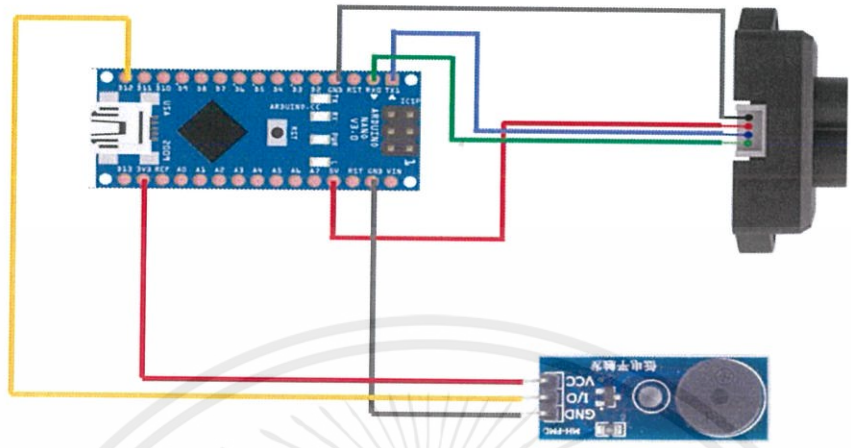
ทำการต่อบอร์ด Arduino เข้ากับ TF Mini Lidar (ToF) และ Passive Buzzer Module 3.3 - 5V โดยออกแบบการทำงานร่วมกันระหว่าง 2 โมดูล คือ เมื่อเซนเซอร์ของโมดูลไลดาร์ตรวจจับวัตถุได้ในระยะที่อาจก่อให้เกิดการชนได้ โมดูลบัซเซอร์จะส่งเสียงเพื่อแจ้งเตือนแก่ผู้พิการทางสายตา โดยสัญญาณเสียงที่ปล่อยออกมานั้นจะมีการดังที่ต่อเนื่องมากขึ้นเรื่อยๆเมื่อวัตถุอยู่ในระยะที่ใกล้มากขึ้น สัญญาณเสียงที่ใช้มีความถี่ที่ 261 Hz เนื่องจากเป็นความถี่ที่ไม่รบกวนการฟังของผู้พิการทางสายตามากเกินไป ออกแบบการแจ้งเตือนเสียงให้สัมพันธ์กับระยะทางของวัตถุเป็นไปตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ค่าการหน่วงเวลาและระยะทางของวัตถุ

ระยะทาง (เซนติเมตร)	การหน่วงเวลา (ms)
>= 350 และ < 400	7000
>= 300 และ < 350	5000
>= 260 และ < 300	2000
>= 230 และ < 260	1700
>= 200 และ < 230	1500
>= 160 และ < 200	1000
>= 130 และ < 160	800
>= 100 และ < 130	600
>= 80 และ < 100	400
>= 50 และ < 80	300
>= 30 และ < 50	200
>= 10 และ < 30	100
>= 2 และ < 10	50

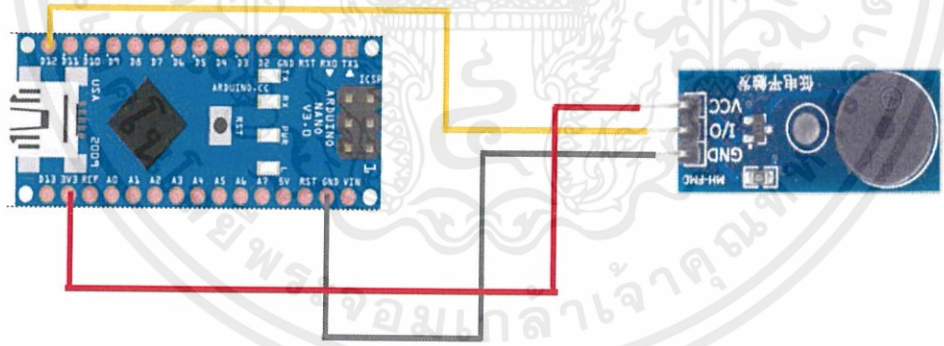
จากตารางที่ 3.1 เป็นการสร้างเงื่อนไขการทำงานระหว่าง TF Mini Lidar (ToF) และ Passive Buzzer Module โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano 3.0 เป็นตัวประมวลผลกลาง มีกระบวนการทำงาน ดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อของเครื่องบอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยใช้เทคโนโลยีไลดาร์

การเชื่อมต่อของเครื่องบอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยใช้เทคโนโลยีไลดาร์ของ TF Mini Lidar (ToF) และ Passive Buzzer Module ดังรูปที่ 3.4 และตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่อของ TF Mini Lidar (ToF) และ Passive Buzzer Module

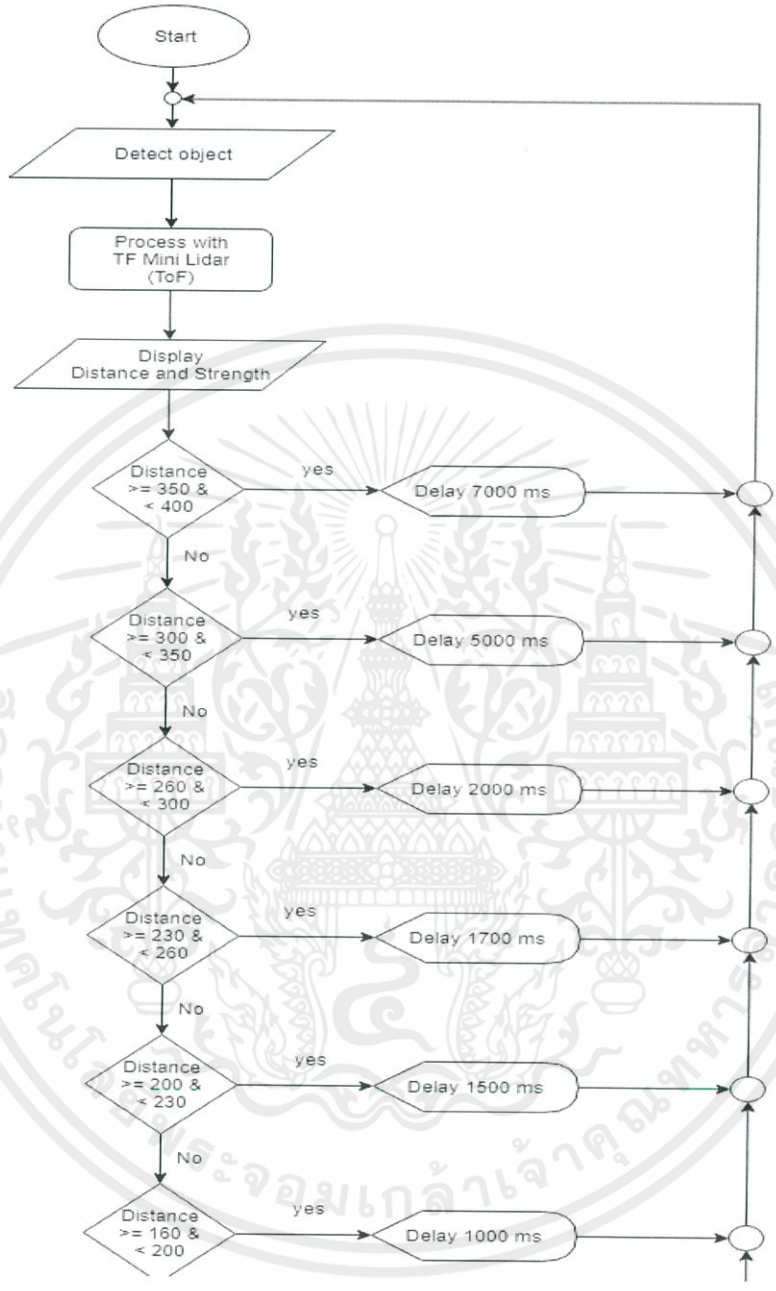
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 การเชื่อมต่อของเครื่องบอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยใช้เทคโนโลยีไลดาร์

Arduino Nano 3.0	TF Mini Lidar (ToF)	Passive Buzzer Module
5V	VCC	-
3.3V	-	VCC
GND	GND	GND
0	Tx	-
1	Rx	-
12	-	I/O

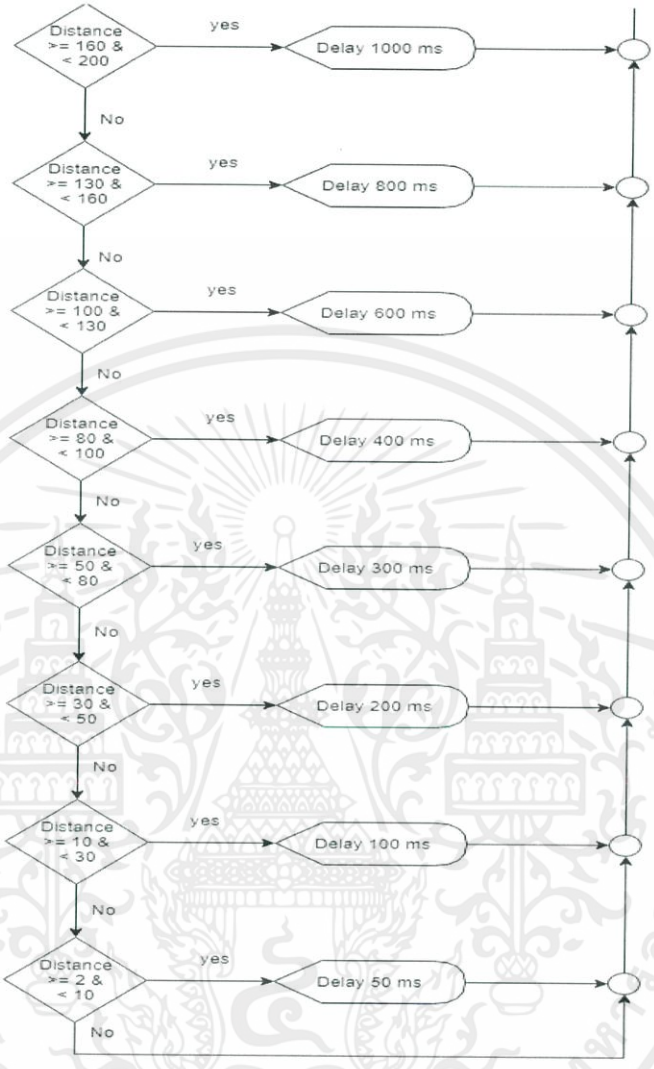
ในกระบวนการออกแบบเงื่อนไขของ TF Mini Lidar ในการตรวจสอบระยะโดยโมดูล TF Mini Lidar (ToF) ทำการตรวจจับวัตถุที่อยู่ข้างหน้า จะได้รับค่าระยะทาง และความเข้มของสัญญาณ นำค่าระยะทางที่ได้ไปทำการเข้าเงื่อนไขสัญญาณเสียง โดยระยะทางแต่ละระยะจะให้ค่าการหน่วงเวลาของสัญญาณเสียงแตกตากกัน เพื่อแจ้งเตือนให้กับผู้พิการทางสายตาประมวลผลผ่านทางไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano 3.0 โดยมีเงื่อนไขแสดงดังรูปที่ 3.5 (ก) และรูปที่ 3.5 (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 กระบวนการทำงานของ TF Mini Lidar (ToF) ร่วมกับ Passive Buzzer Module (ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 (ข) กระบวนการทำงานของ TF Mini Lidar (ToF) ร่วมกับ Passive Buzzer Module (ข)

3.1.1.2 การออกแบบในส่วนของการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ และส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล firebase (real time database)

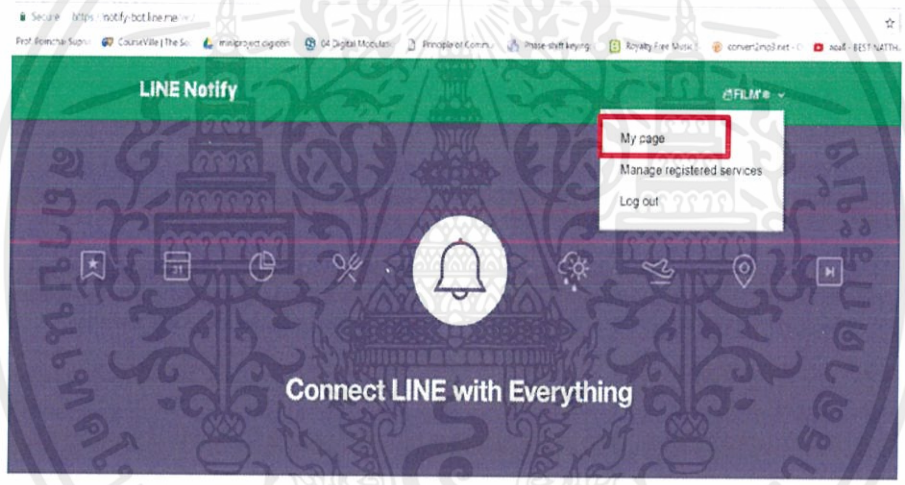
ทำการขอ Access Token สำหรับแจ้งเตือนไปยัง Line Notify โดยการสมัคร Line Notify โดยเข้าไปยัง www.http :// notify-bot.line.me/en/ ซึ่งจะแจ้งเตือนข้อความต่าง ๆ ไปยัง account ที่เราต้องการให้มีการแจ้งเตือน โดยในหน้าเว็บจะให้ทำการกรอกข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Username และ Password ที่ใช้เชื่อมต่อกับ account ที่ของเราผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์บนระบบปฏิบัติการ Window ดังรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 เว็บไซต์สำหรับสมัคร Line Notify

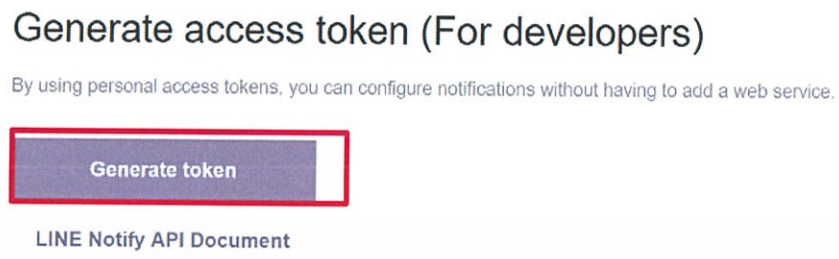
เมื่อทำการกรอก Username และ Password เพื่อเข้าถึง Account ที่เราต้องการแล้วจากนั้นจะทำการเข้ายังยังหน้า My page ของ Line Notify ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 หน้าเว็บไซต์สำหรับสมัคร Line Notify

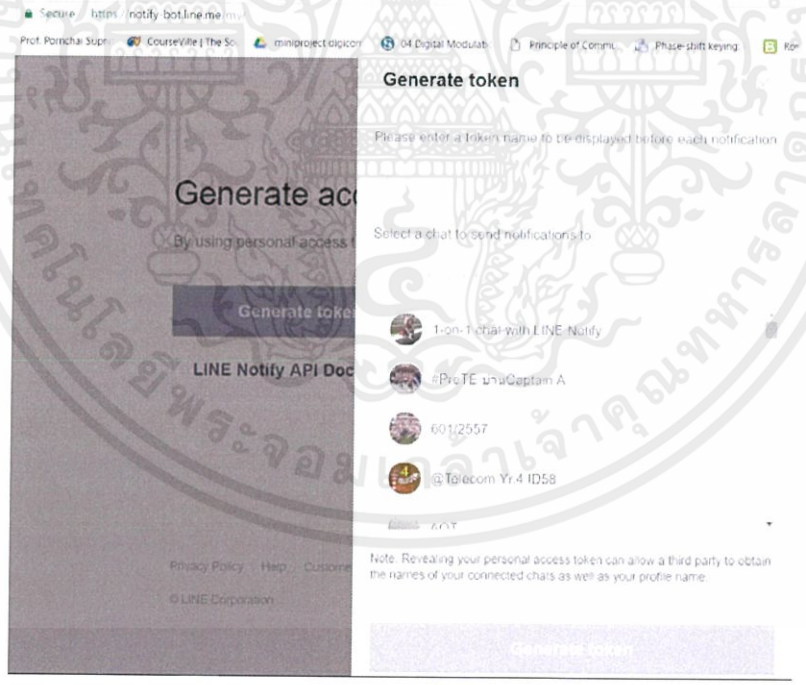
ทำการขอรับ Access Token ด้วยการกดไปที่ Generate token เพื่อทำการรับรหัส token Line Notify จะทำการ Generate ข้อความออกมาให้กับเรา ดังรูปที่ 3.8 โดยรหัส Token นี้ต้องทำการเก็บไว้อย่างดีเพราะจะออกให้เพียงครั้งเดียวและผู้ใช้คนอื่นมีรหัส Token ของเราก็จะสามารถส่งข้อความมาหาเราได้ จึงต้องทำการเก็บไว้อย่างดีหากลืมก็สามารถเริ่มต้นทำขั้นตอนใหม่เพื่อขอ Token ใหม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



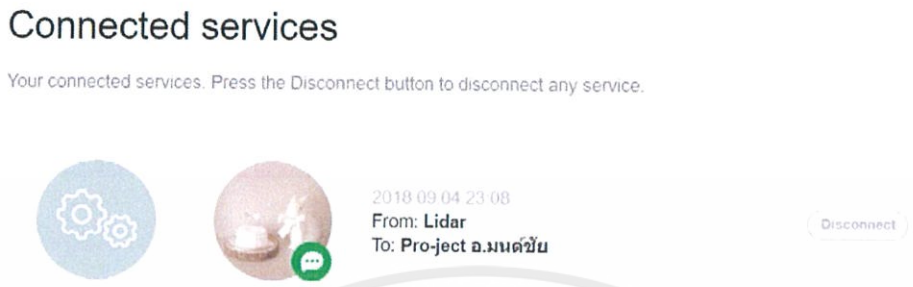
รูปที่ 3.8 ทำการ Generate token

การสร้างการแจ้งเตือนเราสามารถเลือกได้ว่าจะส่งข้อมูลให้กับตัวเราเอง หรือเข้าไปยังกลุ่ม หากเลือกส่งให้ตัวเองก็เพียงแค่คลิกที่รูปของเราแล้วกด Generate token แต่หากต้องการส่งเข้ากลุ่ม ต้องทำการ Add Line Notify เข้าไปยังกลุ่มที่เราต้องการ ดังรูปที่ 3.9 และรูปที่ 3.10



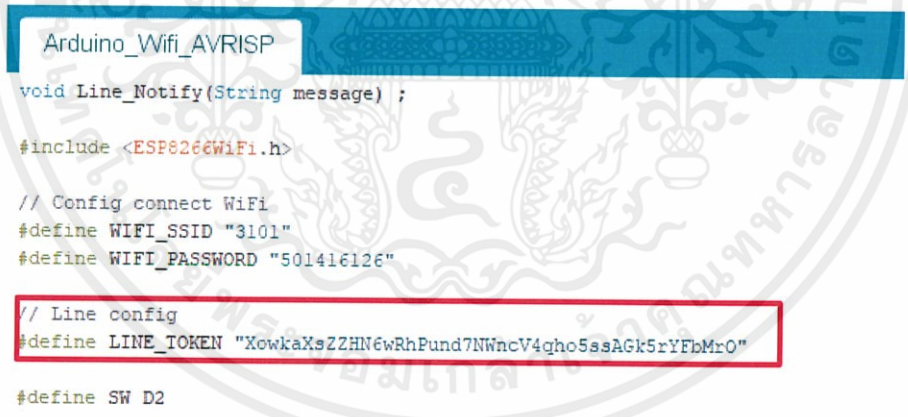
รูปที่ 3.9 ทำการตั้งชื่อ Token และเลือก Account ที่จะทำการรับข้อความจาก Line Notify

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 Account ที่ทำการรับข้อความจาก Line Notify และชื่อของ Token

ทำการนำรหัส Access Token ที่ได้รับไปใส่ในโปรแกรม Arduino IDE ดังรูปที่ 2.11 โดยทำการติดตั้ง Boards Manager ของ NodeMCU เรียบร้อยแล้ว และทำการเขียนโปรแกรมในการสั่งการ NodeMCU สำหรับส่งข้อความ เมื่อทำการกดปุ่ม Switch ให้มีการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มที่เราทำการ Add Line Notify เข้าไปแล้ว

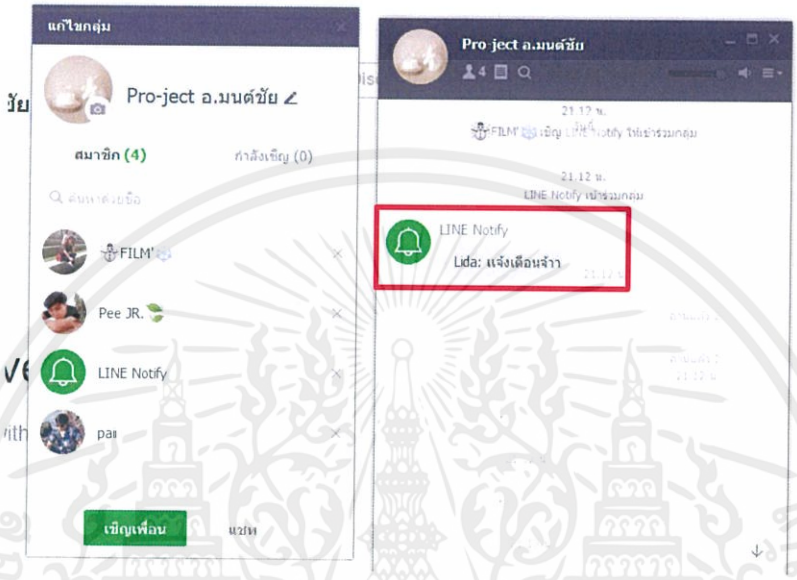


รูปที่ 3.11 นำรหัส Access Token ที่ได้รับไปใส่ในโปรแกรมเพื่อสั่งการ NodeMCU

เมื่อทำการกำหนดบอร์ดเรท, Username และ Password ของ Wi-Fi ที่เราทำการเชื่อมต่อ รวมทั้งกำหนดข้อความที่ต้องการส่ง และกรอกใส่รหัส Token เสร็จเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

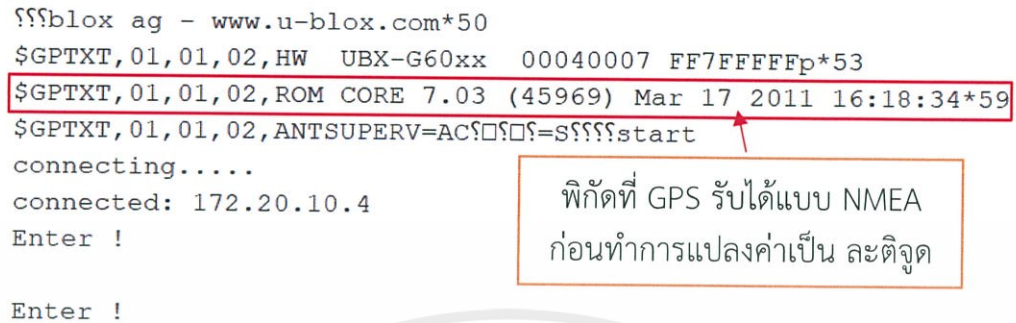
จึงทำการ Verify และ Upload โปรแกรมไปยัง NodeMCU โดยเมื่อทำการกดปุ่มสวิตช์ก็จะมีข้อความแจ้งเตือนข้อความจาก Line Notify ไปยังกลุ่ม ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 การแจ้งเตือนจาก Line Notify ไปยังกลุ่มที่ทำการ Add Line Notify เข้าไป

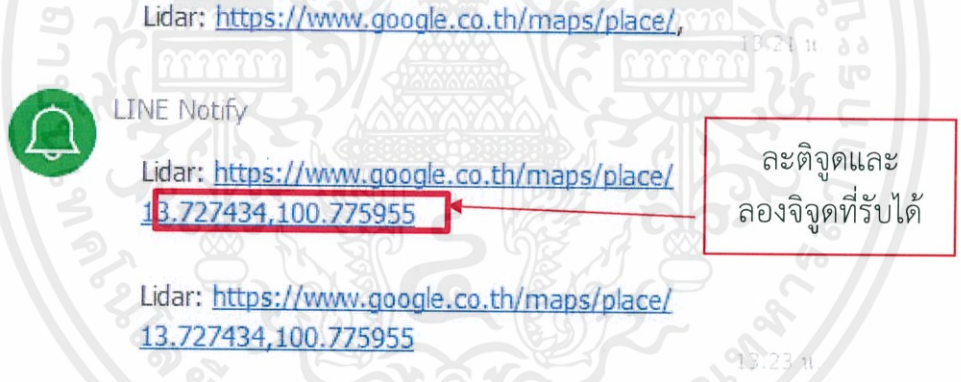
เมื่อทำการระบุตำแหน่งของผู้พิการทางสายตาไปยังแอปพลิเคชันไลน์ และแสดงบน Google maps ในการบอกพิกัดตำแหน่งของผู้พิการทางสายตา โมดูล GPS รับค่าที่ได้จากกดาวเทียมที่ระบุข้อมูลแบบ NMEA แล้วทำการแปลงข้อมูลที่รับได้ให้เป็นละติจูด ลองจิจูด และความเร็วที่ข้อมูลเดินทางมาถึง ดังรูปที่ 3.13 จากนั้นโมดูล GPS จะนำพิกัดที่รับได้ส่งข้อมูลไปยัง Google maps ด้วยคำสั่ง https://maps.google.com/maps/place/ แล้วตามด้วยพิกัดละติจูด, ลองจิดูดที่ได้จากการรับค่าพิกัดจากโมดูล GPS ในกรณีที่ผู้พิการทางสายตาทำการกดปุ่ม Emergency พิกัดตำแหน่งของผู้พิการทางสายตาจะถูกส่งมายังแอปพลิเคชันไลน์ ที่มีเชื่อมต่อ API ของ Google ด้วยรูปแบบของ Google maps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 เริ่มการเชื่อมต่อ NodMCU และแสดงค่าพิกัด GPS

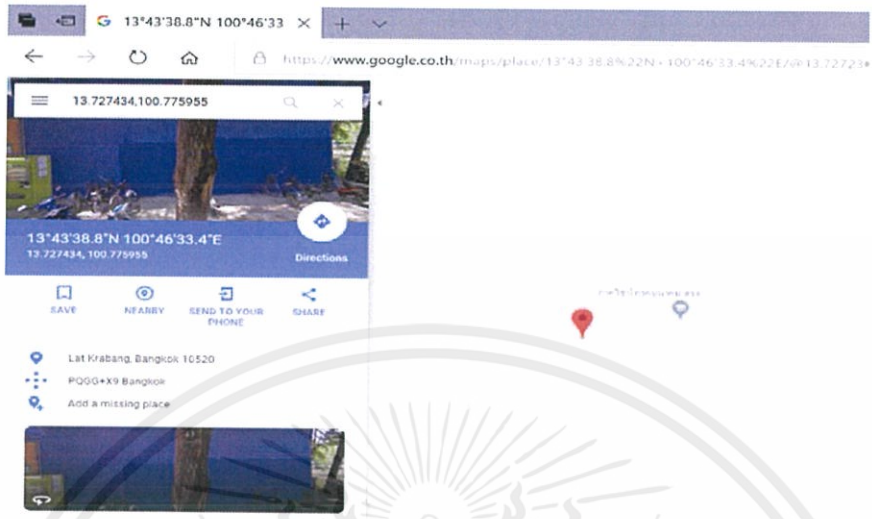
และเมื่อโปรแกรมเริ่มทำงาน โมดูล GPS จะทำการรับค่าพิกัดตำแหน่งและเชื่อมต่อกับ NodeMCU เมื่อทำการกดปุ่ม พิกัดที่รับได้จะถูกส่งมายัง NodeMCU เพื่อทำการประมวลผล และจากนั้นตำแหน่งพิกัดจะถูกส่งไปยังแอปพลิเคชันไลน์ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 พิกัดที่ถูกส่งมายังแอปพลิเคชันไลน์

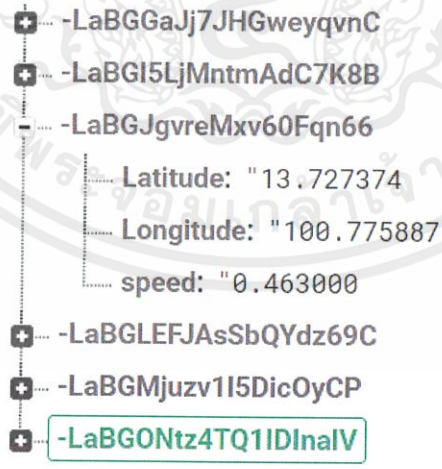
เมื่อผู้พิการทางสายตาต้องการความช่วยเหลือในกรณีฉุกเฉินนั้น จะทำการกดปุ่ม Emergency พิกัดที่รับได้ล่าสุดจะถูกส่งไปยังแอปพลิเคชันไลน์ และเชื่อมต่อกับ API ของ Google ด้วยรูปแบบของ Google maps ที่แสดงพิกัดล่าสุดที่ทำการกดปุ่ม ดังรูปที่ 3.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 พิกัดที่ได้รับจากโมดูล GPS

จากนั้นพิกัดที่ได้รับจาก GPS module จะถูกส่งค่าไปยัง firebade ซึ่งเป็นฐานข้อมูลแบบ real time แล้วทำการอัปเดทค่าที่ได้รับโดยจะทำการอัปเดทข้อมูล ดังรูปที่ 3.16 เมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงพิกัดตำแหน่ง พร้อมทั้งส่งค่าพิกัดที่ได้รับไปยังแอปพลิเคชันไลน์ และแสดงข้อมูล tracking บนแอปพลิเคชัน โดยพิกัดตำแหน่งที่ GPS module รับได้จะแสดงค่าละติจูดและลองจิจูดเป็นทศนิยม 6 ตำแหน่ง เพื่อให้สามารถระบุพิกัดของผู้พิการทางสายตาได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 3.17



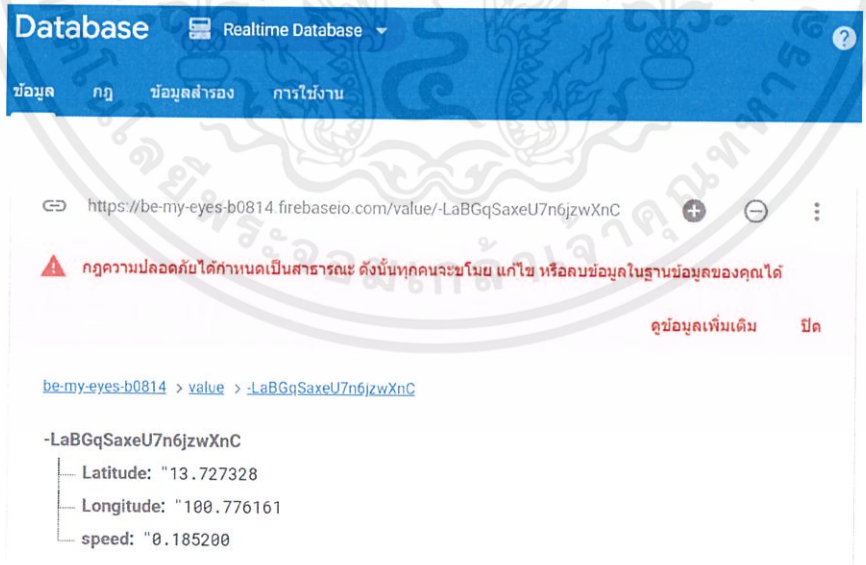
รูปที่ 3.16 พิกัด GPS ที่อัปเดทบน firebase (Realtime Database)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13.727117	100.775963
13.727117	100.775963
13.727117	100.775963
13.727117	100.775963
13.727117	100.775963
13.727117	100.775963
13.727117	100.775963
13.727158	100.775970
13.727158	100.775970
13.727158	100.775970
13.727158	100.775970
13.727158	100.775970
13.727158	100.775970
13.727213	100.775978
13.727213	100.775978

รูปที่ 3.17 พิกัดจาก GPS module และส่งค่าไปยัง firebase (Realtime Database)

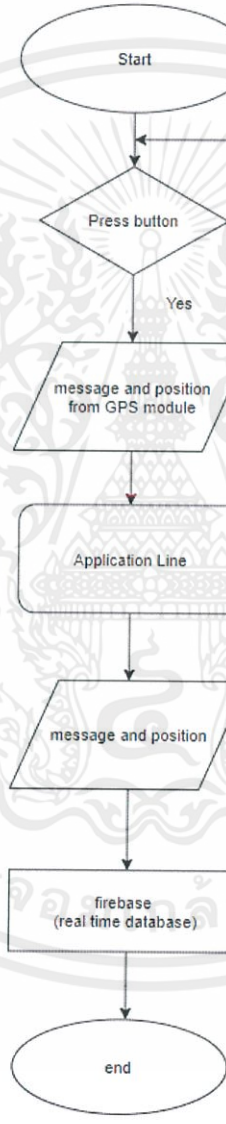
ข้อมูลที่รับได้จะถูกส่งด้วยคำสั่ง Firesbase.push("value",valueObject); ในรูปแบบ Jason Object และทำการอัปเดทค่าไปเรื่อย ๆ เมื่อผู้พิการมีการเคลื่อนที่จากตำแหน่งเดิม โดยข้อมูลที่ถูกส่งจะเป็นข้อมูลที่มีการเข้ารหัสด้วยฐานข้อมูลในรูปแบบ Unique ID ที่ทำการเก็บค่าที่รับได้จาก GPS module และเมื่อทำการกดเข้าไปยังชุดข้อมูลแบบ Unique ID ที่มีการอัปเดทค่าไปเรื่อย ๆ จะพบข้อมูลที่ถูกส่งมาเป็นค่าละติจูด ลองจิจูด และความเร็ว ดังรูปที่ 3.18 พร้อมทั้งสามารถตรวจสอบพิกัดที่อยู่ ณ ปัจจุบันของผู้พิการผ่านทางแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3.18 ข้อมูลในกลุ่ม Jason Object ในรูปแบบ Unique ID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยภาพรวมของการทำงานของระบบการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์และส่งค่าข้อมูลไปยังฐานข้อมูล firebase (Realtime Database) แสดงดังรูปที่ 3.19 โดยตรวจสอบผลการเปรียบเทียบของข้อมูลที่รับค่าได้จาก Serial monitor กับข้อมูลบนฐานข้อมูล firebase (real time database) มีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน ณ เวลาเดียวกัน ข้อมูลที่ได้จึงมีความเป็นปัจจุบันมาก

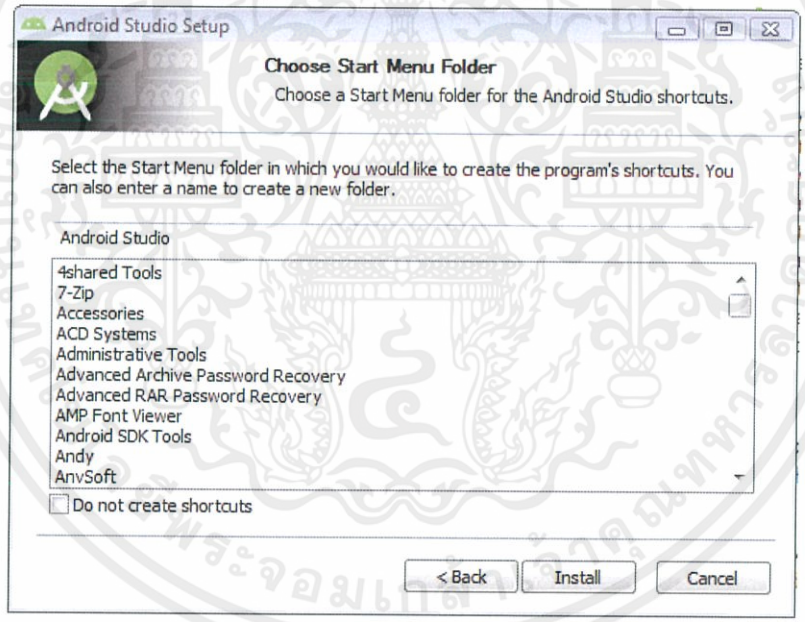


รูปที่ 3.19 การทำงานของการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์และส่งค่าไปยังฐานข้อมูล firebase (Realtime Database)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.3 การออกแบบในส่วนของการติดตาม (tracking) ผ่านแอปพลิเคชันและการแสดงผลบนหน้าแอปพลิเคชัน

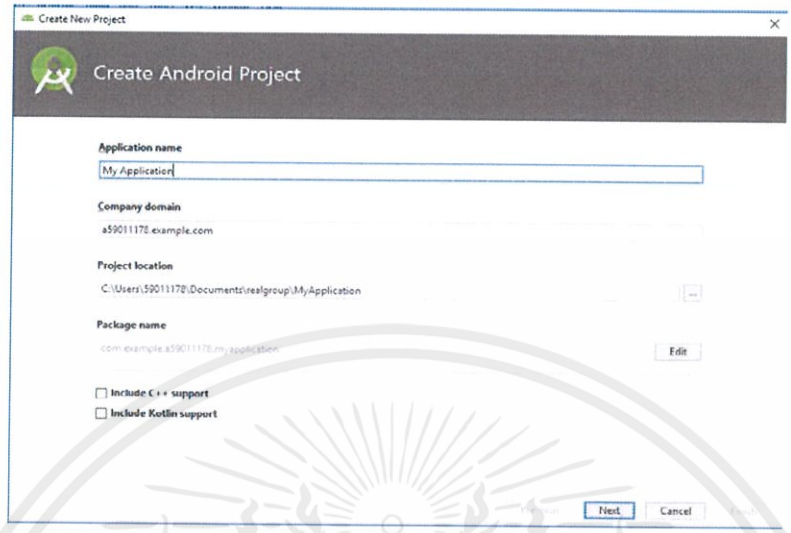
การออกแบบการทำงานของแอปพลิเคชันโดยเริ่มจากการติดตั้งโปรแกรม Android Studio ซึ่งเป็น IDE Tool จาก Google ไว้เพื่อพัฒนาโปรแกรม Android โดยพัฒนาจากแนวคิดพื้นฐานมาจาก InteliJ IDEA คล้ายๆ กับการทำงานของ Eclipse และ Android ADT Plugin โดยวัตถุประสงค์ของ Android Studio คือต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันบน Android ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านการออกแบบ GUI ที่ช่วยให้สามารถ Preview ตัวแอปพลิเคชันในมุมมองที่แตกต่างกันบนสมาร์ทโฟนแต่ละรุ่น โดยสมาร์ทโฟนแต่ละรุ่นสามารถแสดงผลบางอย่างได้อย่างทันที โดยไม่ต้องทำการรันแอปพลิเคชันผ่าน Emulator ทั้งยังสามารถแก้ไขปรับปรุงในเรื่องของความเร็วของ Emulator ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน ในส่วนของการติดตั้งโปรแกรม สามารถทำการดาวน์โหลดโปรแกรม Android Studio ได้ จากนั้นทำการติดตั้ง ซึ่งในขั้นตอนการติดตั้งตัวโปรแกรมจะมี Java SDK ติดตั้งไปด้วยโดยอัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 การติดตั้ง Android Studio

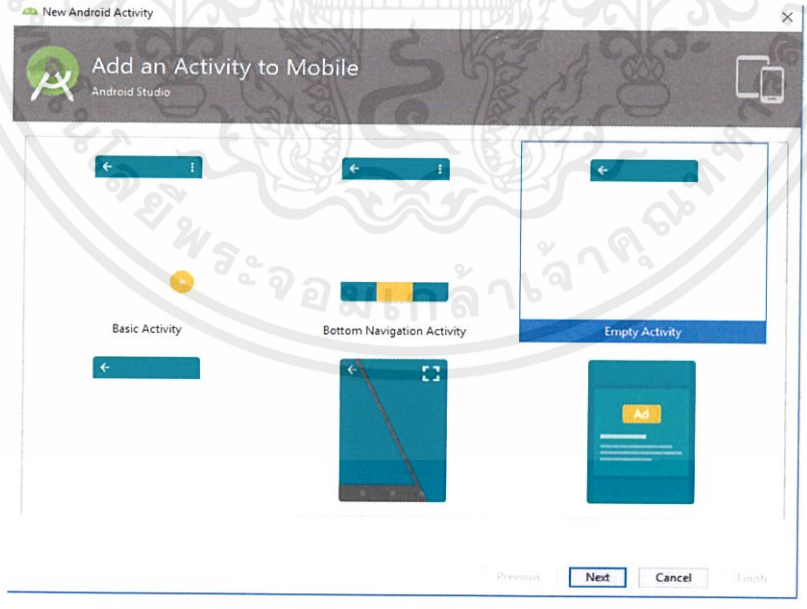
ออกแบบหน้าล็อกอินของแอปพลิเคชัน โดยทำการดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรม Android Studio แล้วทำการศึกษาข้อมูลและฟังก์ชันต่างๆ ของโปรแกรม เริ่มด้วยการสร้างหน้า Project ของโปรแกรม ดังรูปที่ 3.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 การสร้างหัวข้อ Project

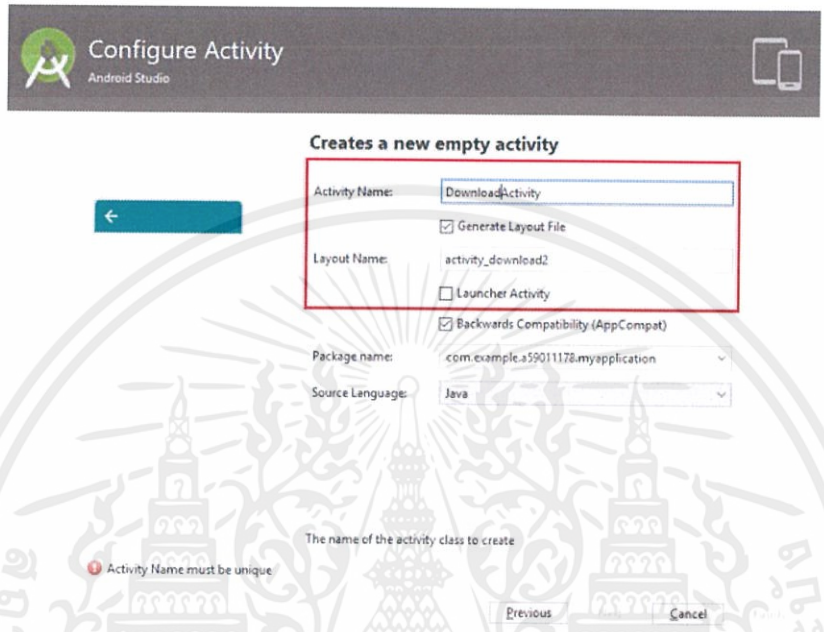
จากนั้นให้ทำการเลือก Activity ซึ่งโปรแกรม Android Studio มี Activity หลายรูปแบบให้เลือกใช้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน ทางผู้จัดทำได้ทำการออกแบบหน้าต่างแอปพลิชัน โดยเลือกหน้าแอปพลิเคชันที่ไม่มีอะไรแทรกอยู่ จึงเลือกใช้เป็นแบบประเภท Empty Activity ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 หน้าต่างแอปพลิเคชันประเภท Empty Activity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

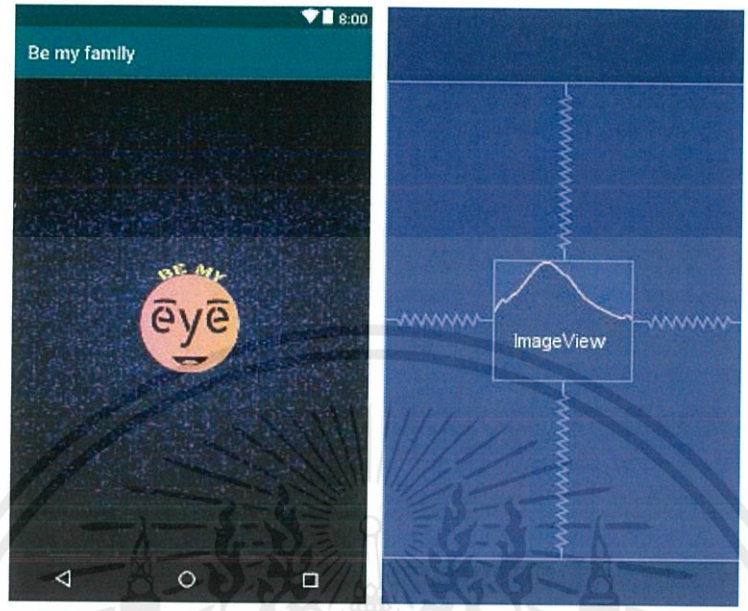
ทำการตั้งชื่อ Activity โดยใช้ชื่อว่า DownloadActivity และตั้งชื่อของ Layout โดยใช้ว่า activity_download จากนั้น คลิก Finish เพื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนนี้ ดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 ตั้งชื่อ Activity และ Layout

เมื่อทำการสร้าง Activity แล้วจะไปยังหน้าต่าง java class และหน้าต่าง Layout ขึ้นมา โดยหน้าของ Java class เป็นส่วนสร้างการตอบสนองการใช้งานในองค์ประกอบต่าง ๆ บนหน้าแอปพลิเคชัน และสวนของหน้าต่าง Layout เป็นส่วนที่ใช้จัดองค์ประกอบบนหน้าแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถมองในมุมมองได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ 1) มุมมองแบบ Design ที่สามารถลากองค์ประกอบต่าง ๆ จาก Palette มาไว้บนหน้าจอ และอีกมุมมองหนึ่งคือ มุมมองแบบ Text ซึ่งใช้ XML ในการสร้างองค์ประกอบให้กับหน้าแอปพลิเคชัน ในส่วนของหน้าต่าง Layout จะทำการสร้างหน้า Loading screen (activity_download) เพื่อให้แอปพลิเคชันมีเวลาในการดาวน์โหลดฟังก์ชันต่าง ดังรูปที่ 3.24 จากนั้นจะทำการเขียนโปรแกรมให้หน้า Loading screen ทำงานเป็นเวลา 4 วินาที แล้วทำการเปลี่ยนหน้าไปยัง activity_login โดยอัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.24 หน้ารอดาวน์โหลด (Layout)

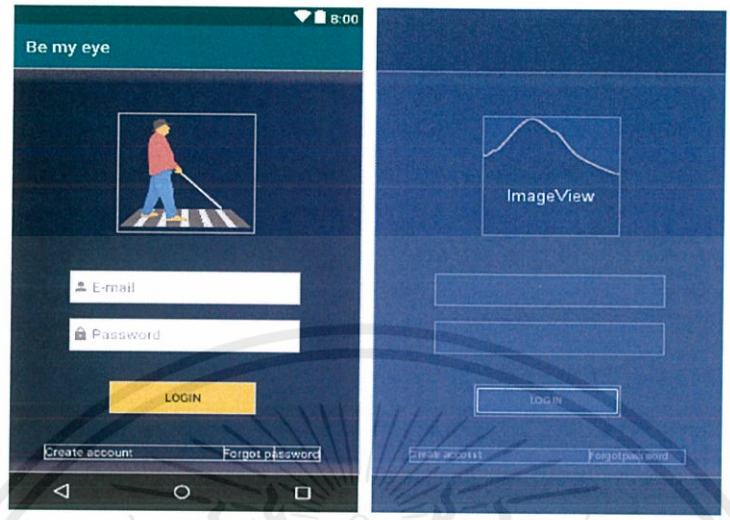
```
public class DownloadActivity extends AppCompatActivity {
    private static int SPLASH_TIME_OUT = 4000;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_download);
        new Handler().postDelayed(new Runnable() {
            @Override
            public void run() {
                Intent homeIntent = new Intent( packageContext: DownloadActivity.this, LoginActivity.class);
                startActivity(homeIntent);
                finish();
```

รูปที่ 3.25 คำสั่งให้หน้าดาวน์โหลดทำงานเป็นเวลา 4 วินาที

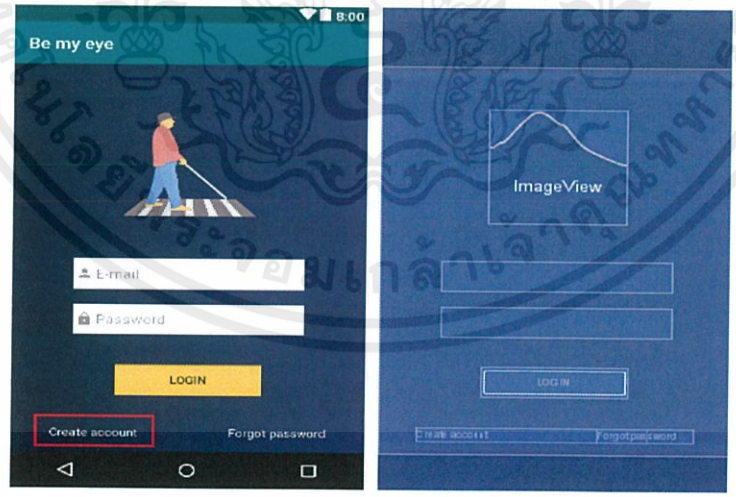
ในส่วนของหน้า Login (activity_login) ที่ได้ทำการออกแบบไว้ จะกำหนดให้มีการใส่ Email และ Password เพื่อใช้ในการยืนยันตัวตนสำหรับเข้าใช้งาน บนหน้าของแอปพลิเคชันจะมีปุ่ม Create account เพื่อใช้ในการสร้างรหัสผ่าน และ Forget password เมื่อลืมรหัสผ่าน ดังรูปที่ 3.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



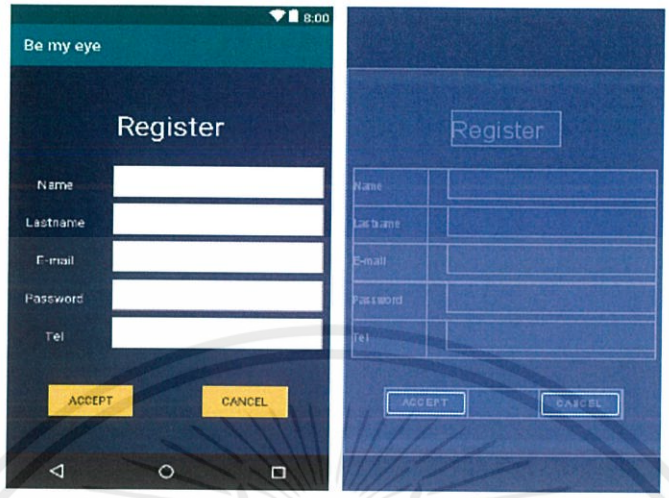
รูปที่ 3.26 activity_login ในส่วนของ Layout

จากนั้นทำการออกแบบหน้า create account ของแอปพลิเคชัน โดยการสร้าง Activity ขึ้นมาใหม่ โดยทำการตั้งชื่อว่า Create Activity และในส่วนของหน้าต่าง Layout ทำการตั้งชื่อว่า activity_create ทำเชื่อมต่อกับปุ่ม Create account ในหน้า activity_login ดังรูปที่ 3.27 และเมื่อกดเข้าไปที่ปุ่ม Create account จะทำการเปลี่ยนหน้าไปยังหน้า activity_create โดยมีรูปแบบ Layout ดังรูปที่ 3.28



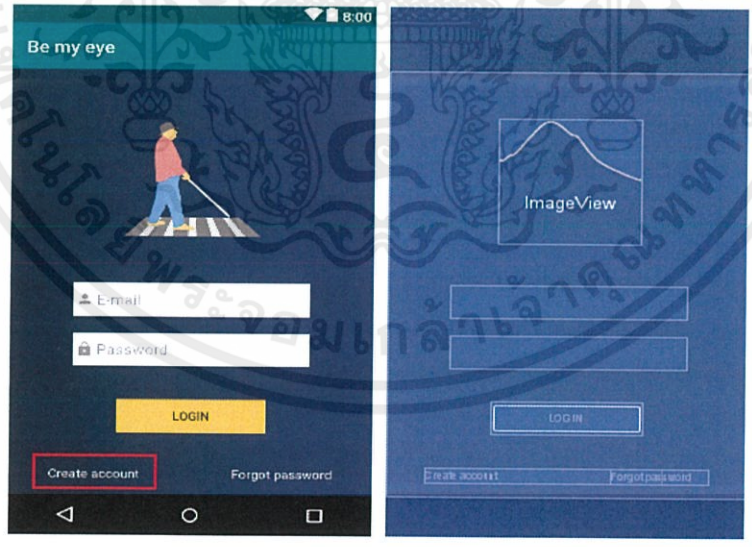
รูปที่ 3.27 ปุ่ม Create account ในหน้า activity_login

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



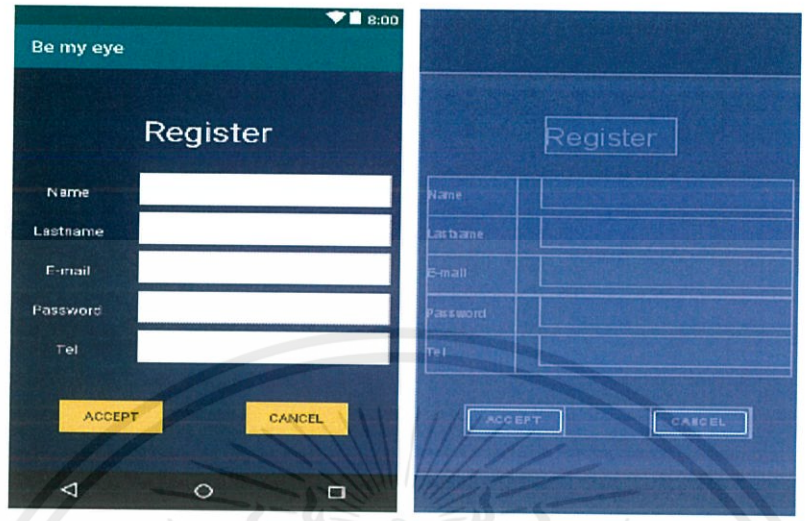
รูปที่ 3.28 หน้า Register ในหน้า activity_create

ในส่วนของหน้า create account ของแอปพลิเคชัน ทำการสร้าง Activity ขึ้นมาใหม่ โดยตั้งชื่อว่า Create Activity และในส่วนของหน้า Layout ใช้ชื่อว่า activity_create แล้วเชื่อมต่อปุ่ม Create account ในหน้า activity_login ดังรูปที่ 3.29 เพื่อที่เชื่อมไปยังหน้าต่าง Create account และเปลี่ยนมายังหน้า activity_create โดยมีรูปแบบ Layout ดังรูปที่ 3.30



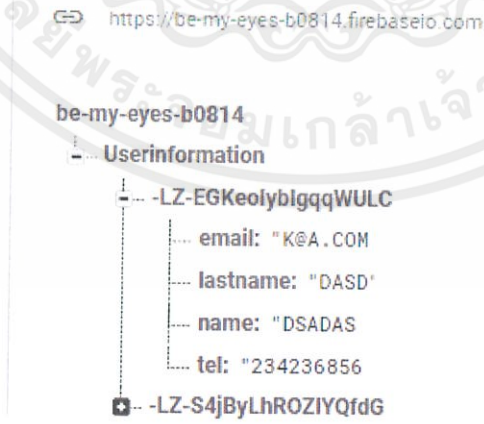
รูปที่ 3.29 ปุ่ม Create account ใน activity_login

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.30 หน้า Register ใน activity_create

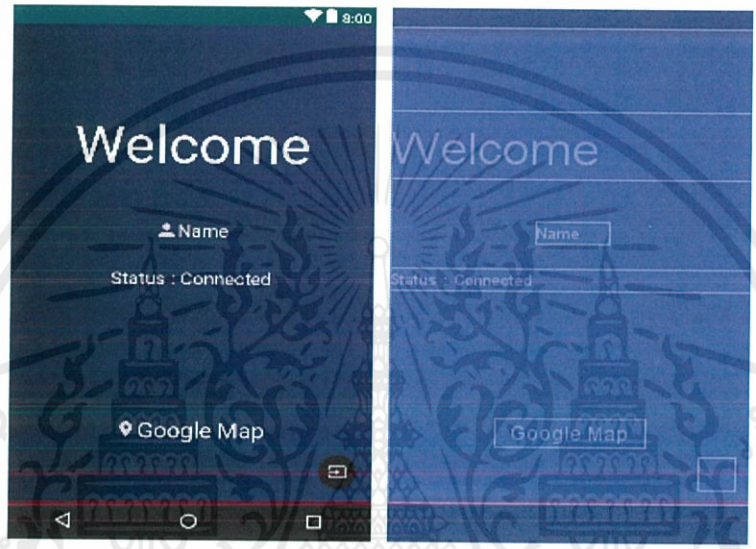
เมื่อทำการเชื่อมต่อจากหน้า activity_create แล้วทำการกรอกข้อมูล จากนั้นข้อมูลจะถูกจัดเก็บใน firebase (real time database) โดยทำการเขียนโค้ดเชื่อมต่อกับ firebase (real time database) ด้วย Java เนื่องจาก firebase (real time database) เป็น NoSQL cloud database จึงเก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON และมีการ sync ข้อมูลแบบ Realtime กับทุกอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อแบบอัตโนมัติในเสี้ยววินาที รองรับการทำงานเมื่อ Offline (ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ใน Local และเมื่อกลับมา Online ก็จะทำการ sync ข้อมูลให้โดยอัตโนมัติ) และยังมี Security Rules ให้สามารถออกแบบเงื่อนไขการเข้าถึงข้อมูล ทั้งการอ่านและเขียนได้ตามที่ต้องการทั้ง Android, iOS, Web ดังรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 ข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ใน firebase (real time database)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

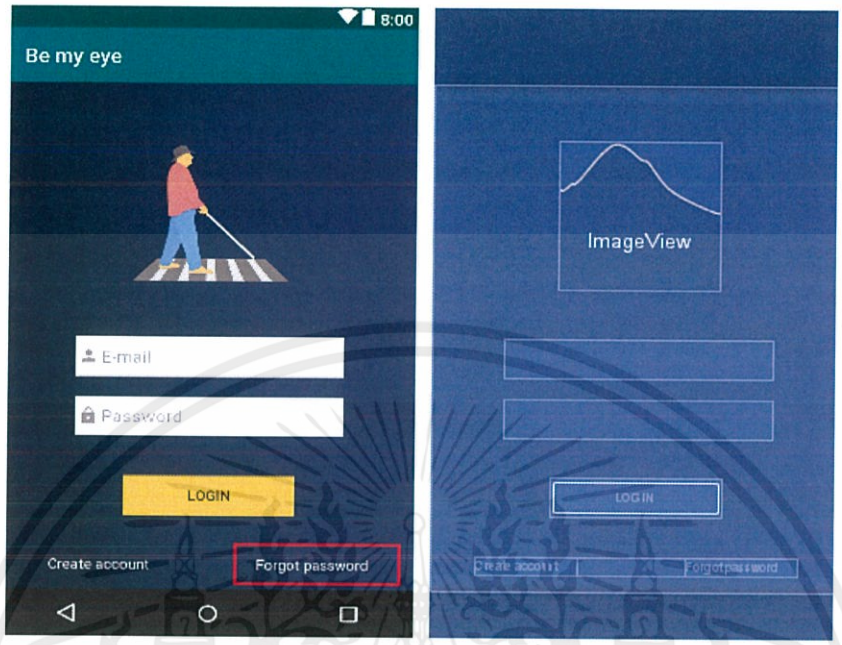
เมื่อทำการสร้าง Email และ Password แล้วทำการ Login หาก Login สำเร็จจะแสดงหน้า Layout ขึ้นมา โดยมีข้อความว่า Welcome (เมื่อกรอก Email และ Password ถูกต้องแล้วทำการกดปุ่ม Login จะมีการเชื่อมต่อโค้ดไปยังหน้า activity_home) ซึ่งในหน้านี้การสร้าง Activity โดยตั้งชื่อ Activity นี้ว่า HomeActivity และมี Layout ที่ใช้ชื่อว่า activity_home ดังรูปที่ 3.32



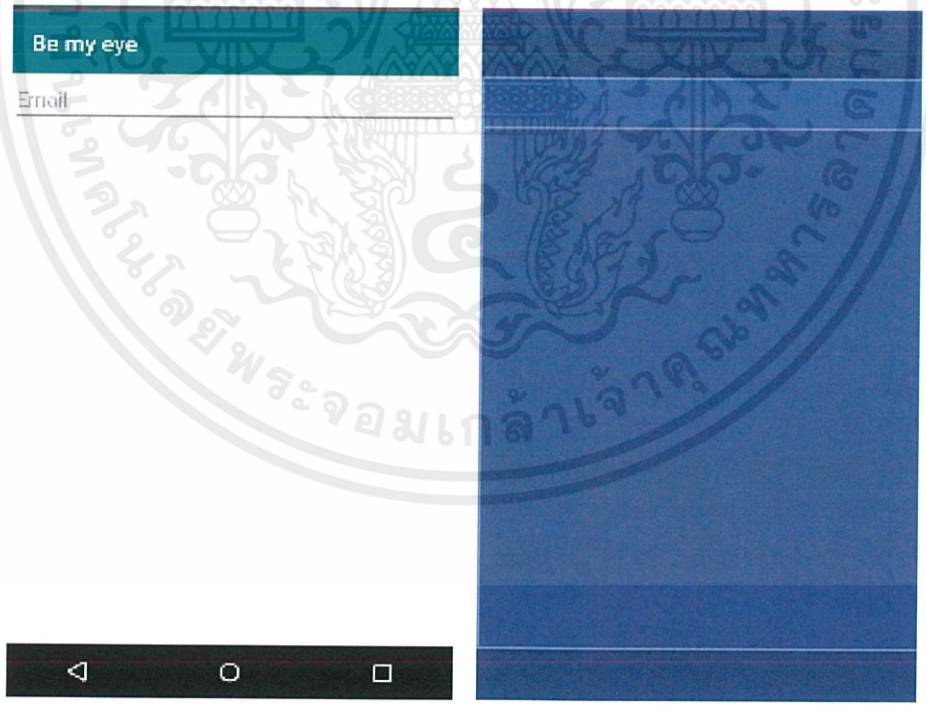
รูปที่ 3.32 หน้า Layout ของ activity_home

ออกแบบหน้า Forget password ของแอปพลิเคชัน โดยทำการสร้าง Activity ขึ้นมาใหม่ และตั้งชื่อว่า ExampleDialog ในส่วนของหน้า Layout ใช้ชื่อว่า activity_forget จากนั้นทำการเชื่อมต่อกับปุ่ม Forget password ในหน้า LoginActivity ดังรูปที่ 3.33 เมื่อมีการกดปุ่ม Forget password จะทำการเปลี่ยนหน้ามายังหน้า activity_forget ดังรูปที่ 3.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.33 ปุ่ม Forget password ใน activity_login

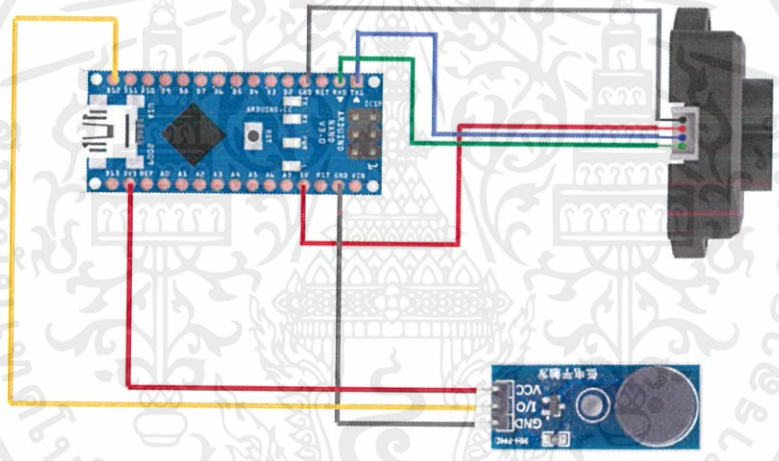


รูปที่ 3.34 หน้า activity_forget

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การออกแบบวงจรทางฮาร์ดแวร์

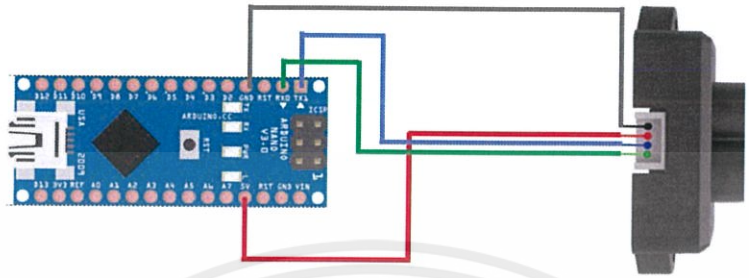
3.1.2.1 ออกแบบอุปกรณ์สำหรับสวมใส่ให้กับผู้พิการทางสายตาและติดตั้งโมดูล โดยการออกแบบอุปกรณ์โดยการใช้แว่นตากันแดดเป็นอุปกรณ์สวมใส่ให้กับผู้พิการทางสายตา เนื่องจากธรรมชาติของผู้พิการทางสายตามักจะใส่แว่นตากัดแดดสีดำเพื่อปกปิดดวงตา เลือกใช้แว่นตาที่เข้ากับโครงหน้าเพื่อป้องกันการหลุดหรือตกหล่น บนแว่นประกอบไปด้วย TF Mini Lidar (ToF) ใช้ในการตรวจจับวัตถุที่อยู่ข้างหน้าในระดับสายตาของผู้พิการทางสายตา Passive Buzzer Module ติดอยู่ที่ขาของแว่นเพื่อแจ้งเตือนสัญญาณเสียงให้กับผู้พิการทางสายตา มีความถี่ในการแจ้งเตือนขึ้นอยู่กับระยะของวัตถุที่อยู่ตรงหน้า และไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano 3.0 ติดอยู่ที่ขาแว่นอีกข้าง เพื่อเป็นตัวประมวลผลกลางในการทำงานของอุปกรณ์ ได้อุปกรณ์สำหรับสวมใส่ให้กับผู้พิการทางสายตา ดังรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.35 อุปกรณ์บอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยใช้เทคโนโลยีไลดาร์

3.1.2.2 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano 3.0 กับ TF Mini - Micro Lidar Module สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.36 และตารางที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

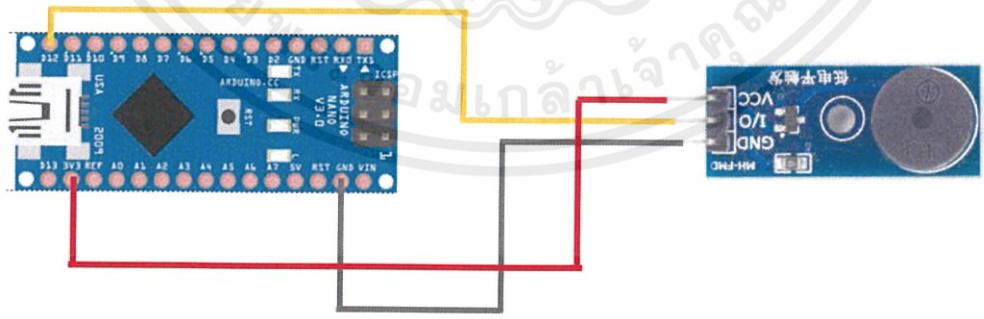


รูปที่ 3.36 การเชื่อมต่อระหว่าง Arduino Nano 3.0 กับ TF Mini Lidar Module

ตารางที่ 3.3 การเชื่อมต่อระหว่าง Arduino Uno R3 กับ TF Mini Lidar Module

Arduino Nano 3.0	TF Mini Lidar Module
5V	VCC
GND	GND
0	Tx
1	Rx

3.1.2.3 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano 3.0 กับ Passive Buzzer Module สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.37 และตารางที่ 3.4 ตามลำดับ



รูปที่ 3.37 การเชื่อมต่อระหว่าง Arduino Nano 3.0 กับ Passive Buzzer Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 การเชื่อมต่อระหว่าง Arduino Nano 3.0 กับ Passive Buzzer Module

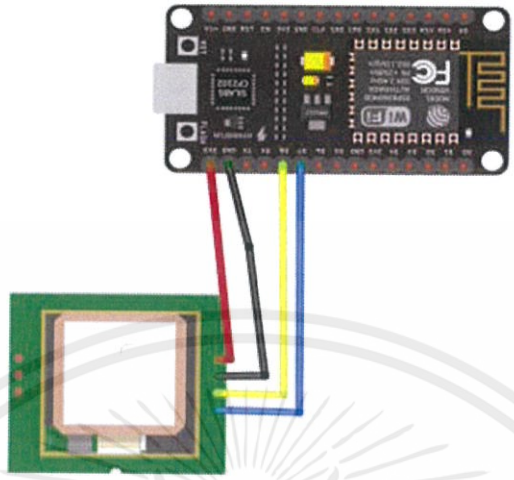
Arduino Nano 3.0	Passive Buzzer Module
3.3V	VCC
GND	GND
12	I/O

ทำการออกแผนผังแบบอุปกรณ์สำหรับใช้งาน โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์ Passive Buzzer Module บริเวณขาแว่นตาแล้วทำการลากสายลงมาต่อกับ Arduino Nano 3.0 ซึ่งเป็นตัวประมวลผลในส่วนของการตรวจสอบสิ่งกีดขวาง แสดงดังรูปที่ 3.38

รูปที่ 3.38 ภาพอุปกรณ์ตรวจจับสิ่งกีดขวางให้กับผู้พิการทางสายตา

3.1.2.4 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU กับ Ublox NEO-M8N GPS module with antenna สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.39 และตารางที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



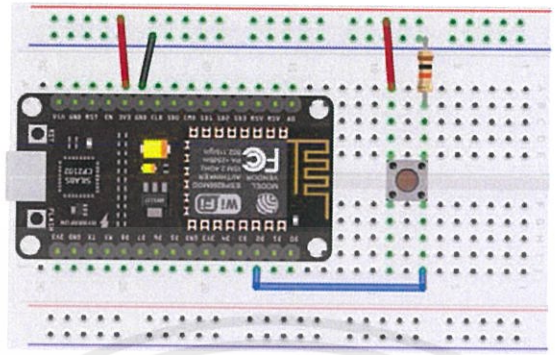
รูปที่ 3.39 การเชื่อมต่อระหว่าง Arduino Uno R3 กับ Ublox NEO-M8N GPS module

ตารางที่ 3.5 การเชื่อมต่อระหว่าง Arduino Uno R3 กับ TF Mini Lidar Module

Arduino Uno R3	Ublox NEO-M8N GPS module
5V	VCC
GND	GND
D2	Rx
D1	Tx

3.1.3.4 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ESP8266 กับสวิตซ์ใช้ในการส่งข้อความเข้าสู่แอปพลิเคชันไลน์ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.40 และตารางที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

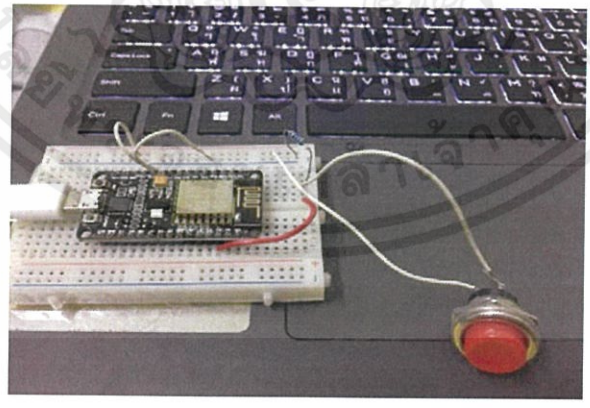


รูปที่ 3.40 การเชื่อมต่อระหว่าง NodeMCU ESP8266 กับสวิตช์

ตารางที่ 3.6 การเชื่อมต่อระหว่าง NodeMCU ESP8266 กับ Ublox NEO-M8N GPS module

NodeMCU ESP8266	สวิตช์
5V	VCC
GND	GND
D5	สวิตช์

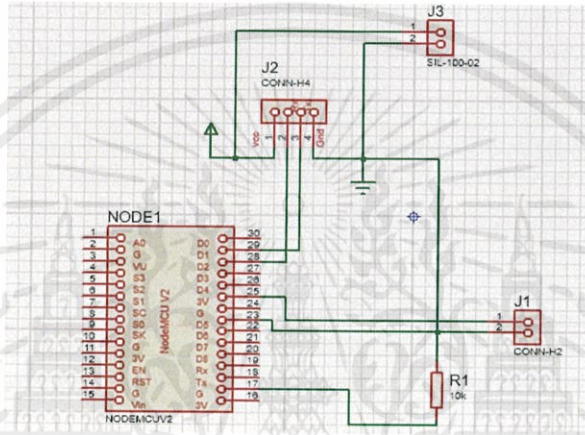
ทำการทดสอบทดสอบระบบการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ โดยการต่อวงจร ดังรูปที่ 3.41 เมื่อมีการกดปุ่มสวิตช์ จะทำงานโดยการสลับแรงดันไปที่ logic high และส่งข้อมูลจาก NodeMCU ซึ่งเป็นตัวประมวลผลแล้วทำการส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชันไลน์



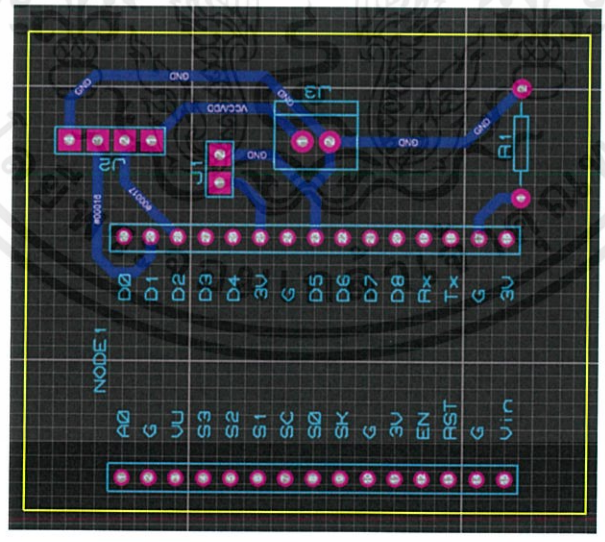
รูปที่ 3.41 การทดสอบการต่อวงจรของ NodeMCU และการกดปุ่มสวิตช์สำหรับแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการออกแบบแผนผังวงจรของระบบการแจ้งเตือนและระบุตำแหน่งผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ โดยมีการเชื่อมต่อของ NodeMCU, Switch, Ublox NEO-M8N GPS module และตัวแปลงสัญญาณ USB TTL ดังรูปที่ 3.42 และทำการออกแบบ PCB ดังรูปที่ 3.43 เพื่อทำการจ่ายไฟให้กับวงจรด้วย power bank จากนั้นทำการกัดปริ้นลายวงจรและประกอบอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.44

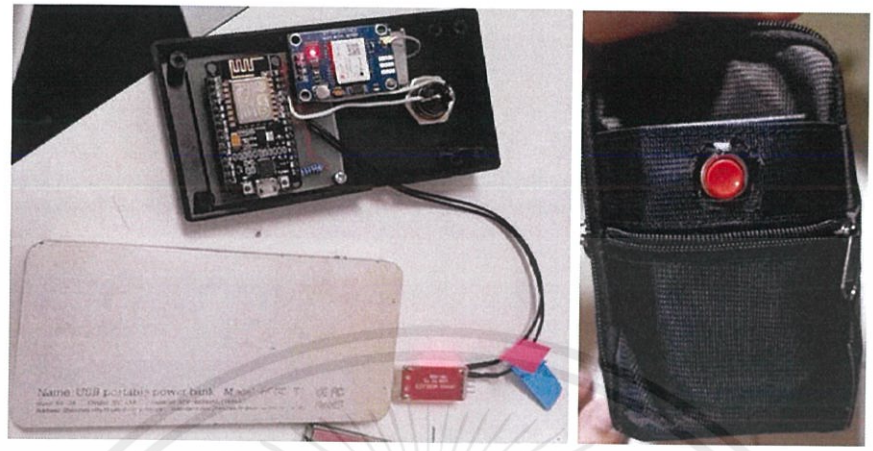


รูปที่ 3.42 แผนผังวงจรของระบบการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์



รูปที่ 3.43 PCB แผนผังวงจรของระบบการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์

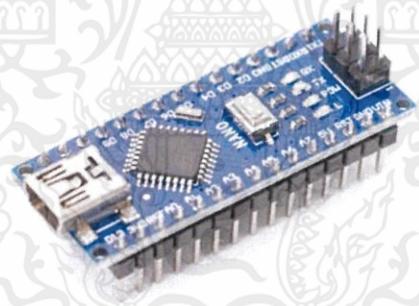
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.44 อุปกรณ์แจ้งเตือนและระบุตำแหน่งผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 Arduino Nano 3.0



รูปที่ 3.45 Arduino Nano 3.0 [2]

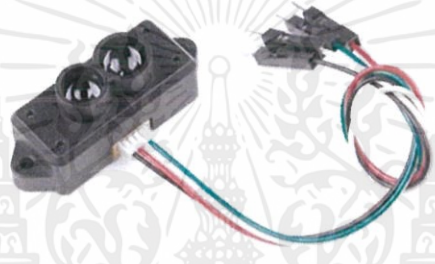
คุณสมบัติของบอร์ด Arduino Nano 3.0 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Open-source ออกแบบมาให้ใช้งานง่าย โดยใช้ชิพ ATmega328 ทำงานที่ความถี่ 16 MHz หน่วยความจำแฟลช 32 KB แรม 2 KB บอร์ดใช้ไฟเลี้ยง 7 ถึง 12 โวลต์ มีระดับแรงดันไฟฟ้าในการทำงานและขาสัญญาณอยู่ที่ 5 โวลต์ (TTL) มี Digital Input / Output 4 ขา (เป็น PWM ได้ 6 ขา) มี Analog Input 6 ขา Serial UART 1 ชุด I2C 1 ชุด SPI 1 ชุด มีความสามารถเช่นเดียวกับบอร์ด Arduino Uno แต่ถูกออกแบบให้มีขนาดเล็ก ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำมาสร้างอุปกรณ์บอกเตือนสิ่งกีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา เนื่องจากผู้จัดทำต้องการออกแบบอุปกรณ์ให้มีขนาดเล็กพอดีสะดวกต่อการสวมใส่และเคลื่อนไหว เขียนโปรแกรมบนซอฟท์แวร์ Arduino IDE ดังรูปที่ 3.45

3.2.2 TF Mini - Micro Lidar Module

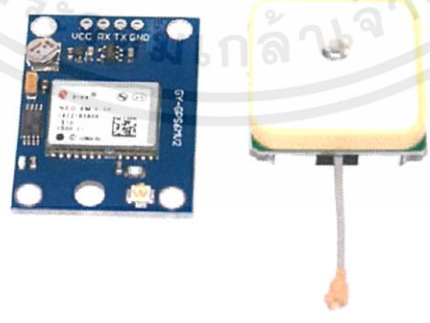
TF Mini Lidar สามารถวัดระยะทางของวัตถุที่อยู่ใกล้ในระยะ 30 เซนติเมตร ไกลสุด 12 เมตร Mini Lidar จะมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของแสงที่สะท้อนกับวัตถุ มีขนาดที่เล็กเพียง 42x15x16 มิลลิเมตร สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์และแอปพลิเคชันต่าง ๆ ได้ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ ดังรูปที่ 3.46



รูปที่ 3.46 TF Mini - Micro Lidar Module [6]

3.2.3 Ublox NEO-M8N GPS module

เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่าน UART ความเร็วเริ่มต้น 9600 bauds/s อัพเดทตำแหน่งทุก ๆ 1 วินาที แต่สามารถคอนฟิกให้อัพเดทได้สูงสุด 200mS (5Hz) เมื่อจับสัญญาณ GPS และระบุตำแหน่งได้ หลอด LED สีเขียวบนโมดูลจะกระพริบ ดังรูปที่ 3.47

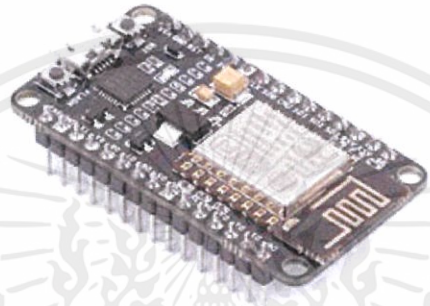


รูปที่ 3.47 Ublox NEO-M8N GPS module [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 เป็นแพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจค Internet of Things (IoT) ที่ประกอบ ไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น open source สามารถเขียน โปรแกรมด้วยภาษา Lau ได้ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น มาพร้อมกับโมดูล Wi-Fi (ESP8266) ใช้ในการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ดังรูปที่ 3.48



รูปที่ 3.48 NodeMCU ESP8266 [12]

3.2.5 แว่นตากันแดด

แว่นตากันแดด เป็นอุปกรณ์สำหรับนำมาติดตั้งโมดูลและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อนำไปสวมใส่ให้กับผู้พิการทางสายตาใช้งานจริง บนตัวแว่นประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 3 ชนิดคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano 3.0, Passive Buzzer module และ TF Mini Lidar (ToF) ดังรูปที่ 3.49

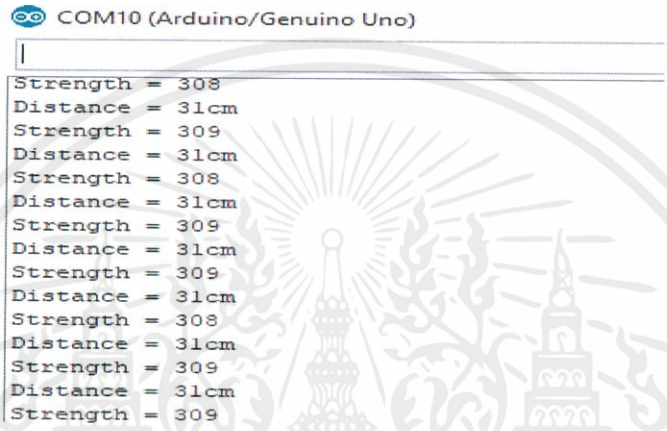
รูปที่ 3.49 แว่นกันแดด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 จัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 การทดสอบการทำงานของ TF Mini Lidar (ToF)

3.1.1.1 ทดลองเชื่อมต่อโมดูล TF Mini Lidar (ToF) กับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 แล้วทำการอัพโหลดโปรแกรมที่ทำการสร้างไว้ เพื่ออ่านค่าระยะทางและค่าความเข้มของสัญญาณ ดังรูปที่ 3.50



รูปที่ 3.50 Serial monitor แสดงระยะทางและความเข้มสัญญาณ

3.1.1.2 ออกแบบการทดสอบการทำงานของTF Mini Lidar (ToF) ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ สถานที่ภายในอาคาร (Indoor) และสถานที่ภายนอกอาคาร (Outdoor) ดังรูปที่ 3.51 และรูปที่ 3.52 ตามลำดับ

รูปที่ 3.51 ออกแบบการทดสอบอุปกรณ์ภายในพื้นที่อาคาร (Indoor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.52 ออกแบบการทดสอบอุปกรณ์ภายนอกอาคาร (Outdoor)

3.1.1.3 ออกแบบการทดสอบโดยใช้แสงสว่างเป็นเงื่อนไข แบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ ทดสอบในที่แสงสว่างน้อย และทดสอบในที่แสงสว่างมาก ดังรูปที่ 3.53 และรูปที่ 3.54 ตามลำดับ เพื่อตรวจสอบว่าแสงมีผลต่อการทำงานของ TF Mini Lidar (ToF) มากน้อยเพียงใด โดยเลือกวัตถุเป้าหมายที่ใช้ในการทดสอบเป็น 2 ชนิด

รูปที่ 3.53 ออกแบบการทดสอบอุปกรณ์ในที่แสงสว่างน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.54 ออกแบบการทดสอบอุปกรณ์ในที่แสงสว่างมาก

3.1.1.4 ใช้ระยะในการทดลองแบ่งเป็น 13 ระยะ คือ 30, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100 และ 1200 เซนติเมตร เพื่อตรวจสอบการทำงานว่าสามารถทำงานได้มากที่สุดที่ระยะใด สำหรับพื้นที่ภายในอาคาร

3.1.1.5 ใช้ระยะในการทดลองแบ่งเป็น 13 ระยะ คือ 30, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700 และ 800 เซนติเมตร เพื่อตรวจสอบการทำงานว่าสามารถทำงานได้มากที่สุดที่ระยะใด สำหรับพื้นที่ภายนอกอาคาร

3.1.1.6 ทดสอบการใช้งานเครื่องบอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยเทคโนโลยีไลดาร์ที่เสร็จสมบูรณ์แล้วในสถาพแวดล้อม 2 ลักษณะคือ สภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor) และสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร (Outdoor)

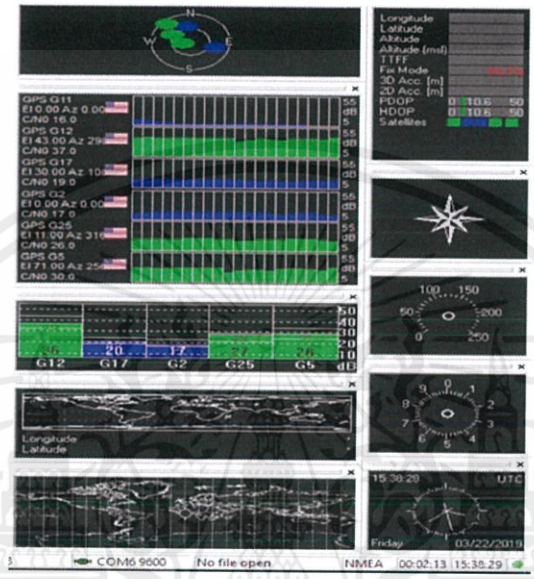
3.1.1.7 ทำการทดลองเพื่อเก็บค่าหลายๆครั้ง โดยในที่นี้ทำการเก็บผลการทดสอบมา 10 ค่า จากนั้นนำค่าที่ได้มาทำการหาค่าเฉลี่ยเพื่อหาค่าที่ให้ความผิดพลาดน้อยที่สุด

3.3.2 ทดสอบการทำงานของ Ulbox NEO8M-N GPS module

3.3.2.1 ทำการอ่านค่าพิกัดที่ได้รับจากดาวเทียมด้วยโมดูล Ublox NEO-M8N GPS module โดยค่าพิกัดจะถูกส่งมาในรูปแบบ NMEA และทำการแปลงค่าที่ได้เป็น ละติจูด ลองจิจูด และความเร็ว เพื่อส่งไปยังแอปพลิเคชันไลน์และฐานข้อมูล firebase (real time database) แล้วดึงค่าแสดงการ tracking บนแอปพลิเคชัน เก็บผลการทดสอบในสภาพแวดล้อม 2 ลักษณะ คือ พื้นที่ภายในอาคาร (Indoor) และพื้นที่ภายนอกอาคาร (Outdoor) และพบว่ามีความผิดพลาดภายในอาคารมาก จึงเหมาะสมกับพื้นที่ภายนอกอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 ทำการตรวจสอบพิกัดของโมดูล GPS ว่าสามารถรับได้หรือไม่ด้วยโปรแกรม U-center โดยการต่ออุปกรณ์ TTL to usb กับคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงค่าที่รับได้ ดังรูปที่ 3.55

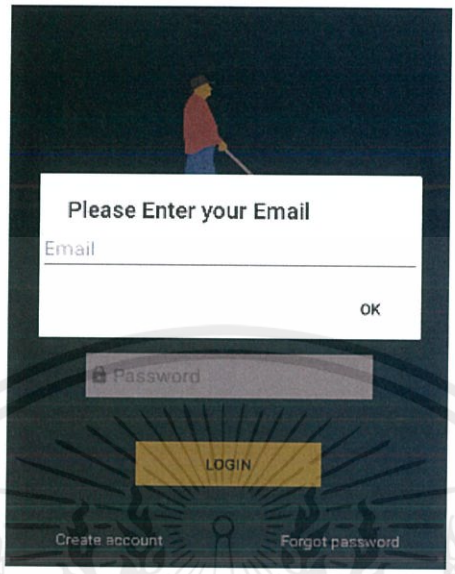


รูปที่ 3.55 พิกัดที่รับได้บนโปรแกรม U-center

3.3.3 ทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชัน ในการติดตาม tracking ผู้พิการทางสายตาและแสดงผลผ่านทางหน้าแอปพลิเคชัน

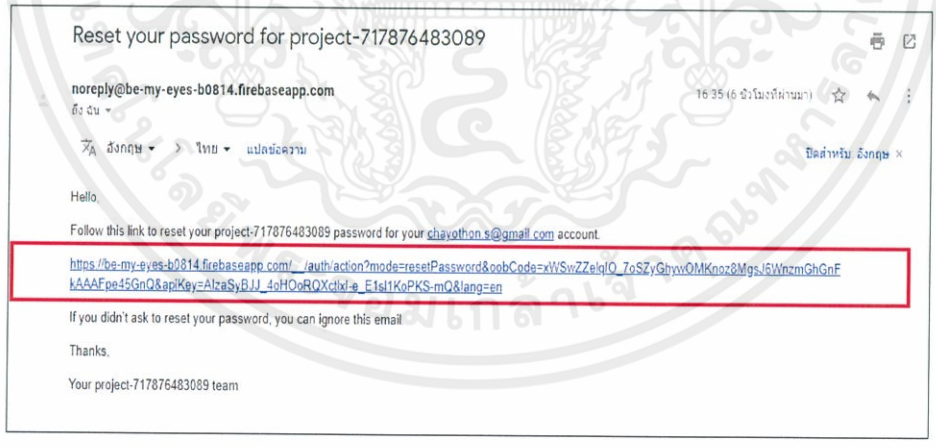
ทำการทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชัน เมื่อทำการจำลองการทดสอบแอปพลิเคชัน จะมีหน้าโปรแกรมแอปพลิเคชันให้ทำการกดเข้าไปที่ Forget password จะมีข้อความแสดงขึ้นว่า “Please Enter your Email” ให้ทำการใส่ Email ที่ใช้ในการล็อกอิน เพื่อทำการเปลี่ยนรหัสผ่าน ดังรูปที่ 3.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.56 หน้าสำหรับใส่ Email เพื่อเปลี่ยนรหัสผ่าน

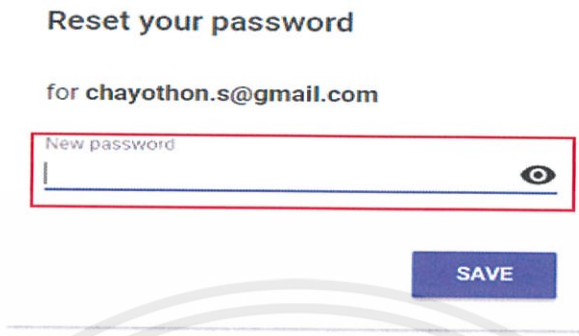
เมื่อทำการกรอก Email เรียบร้อยแล้ว ข้อมูลจะถูกส่งไปยังที่อยู่ของ Email ที่ทำการสมัคร เพื่อให้ผู้เข้าใช้งานเริ่มเปลี่ยนรหัสผ่าน ดังรูปที่ 3.57 ทำการคลิกลิ้งค์ เพื่อเปลี่ยนรหัสผ่าน



รูปที่ 3.57 ลิ้งค์เว็บไซต์ที่ใช้ในการเปลี่ยนรหัสผ่านเมื่อเข้ามาตรวจสอบข้อมูลใน Email

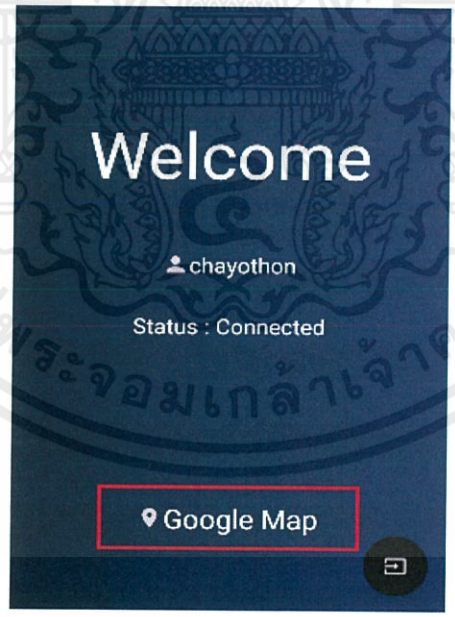
เมื่อทำการกดไปที่ลิ้งค์เว็บไซต์ จะแสดงหน้าเว็บไซต์แสดงข้อความว่า “Reset your password” ให้ทำการกรอกรหัสผ่านใหม่เข้าไปในช่อง New password ดังรูปที่ 3.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.58 หน้า Reset your password

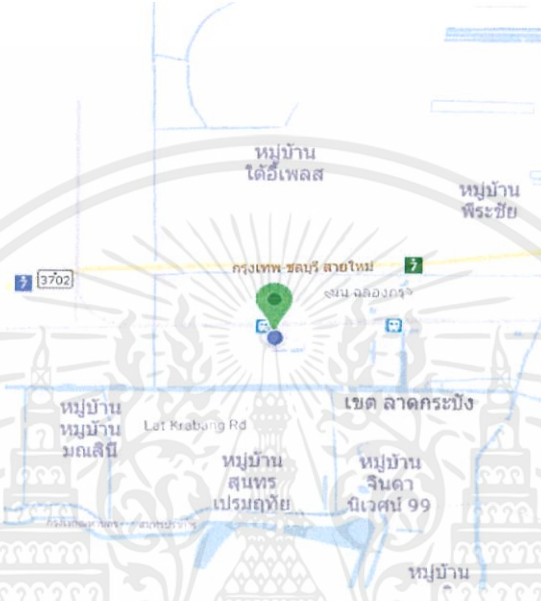
ในส่วนของการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง Google Map กับ firebase (real time database) โดย Google map คือบริการแผนที่ออนไลน์จาก Google ที่อนุญาตให้นำโปรแกรม Google Map ไปติดตั้งลงบนเว็บไซต์ หรือแอปพลิเคชันของบุคคลต่าง ๆ โดยใช้บริการ Google Map ผ่านทางแอปพลิเคชัน เมื่อทำการกดปุ่ม Google Map ในหน้าของ activity_home จะปรากฏหน้าต่าง ดังรูปที่ 3.59



รูปที่ 3.59 ปุ่ม Google Map ในหน้าของ activity_home

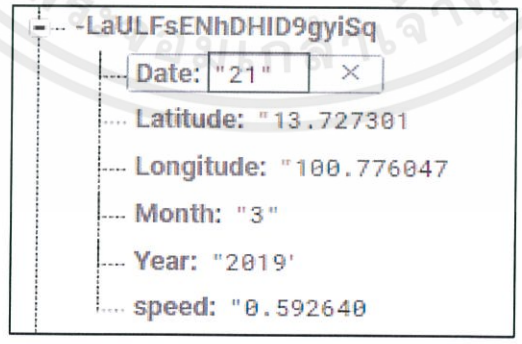
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเข้าไปยังหน้าต่าง activity_home แล้ว แอปพลิเคชันจะเชื่อมต่อกับ Google Map และสามารถระบุตำแหน่งของเจ้าของสมาร์ทโฟนได้ โดยทำการเชื่อมต่อกับ GPS ในสมาร์ทโฟน ดังรูปที่ 3.60



รูปที่ 3.60 ตำแหน่งเจ้าของสมาร์ทโฟน

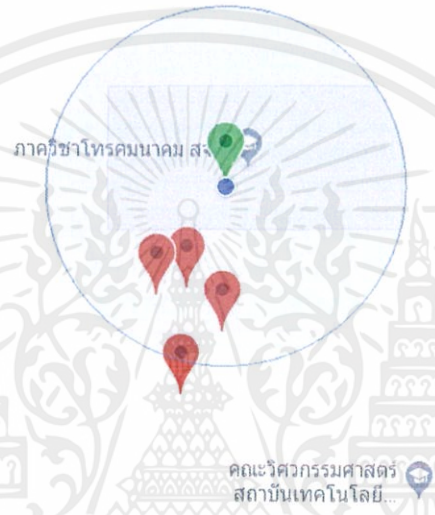
จากนั้นทำการเชื่อมต่อแอปพลิเคชันกับ firebase (real time database) โดยข้อมูลที่อยู่ใน firebase (real time database) ถูกส่งค่าโดย NodeMCU ที่เชื่อมต่อกับ GPS Module โดยในชุดข้อมูลที่ถูกส่งมาจะมีค่า ละติจูด, ลองจิจูด, ความเร็ว, วัน, เดือน, ปี ที่ GPS Module ทำการอ่านค่ามาได้ โดยตางรางใน firebase (real time database) แสดงดังรูปที่ 3.61



รูปที่ 3.61 ข้อมูลใน firebase (real time database) ที่ถูกส่งมาจาก NodeMCU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าละติจูดและลองจิจูดที่ได้จะนำเข้าไปยัง Google Map เพื่อแสดงพิกัดของ GPS Module ในส่วนของค่าวันเดือนปี จะไปทำการตรวจสอบว่าวันเดือนปี ที่ได้นั้นตรงกับค่าของ GPS module ที่ส่งมาตรงกับแอปพลิเคชันหรือไม่ เพื่อดึงข้อมูลวันเดือนปีที่ตรงกัน และป้องกันการผิดพลาดในการดึงข้อมูล โดยทำการเขียนโปรแกรมให้ดึงข้อมูลละติจูดและลองจิจูดมาแสดงบน Google Map ทุก ๆ 3 นาที ดังรูปที่ 3.62



รูปที่ 3.62 ตำแหน่งของสมาร์ทโฟนกับ GPS Module

พิกัดตำแหน่งสีเขียวบอกถึงตำแหน่งของเจ้าของสมาร์ทโฟน ส่วนตำแหน่งสีแดงจะบอกตำแหน่งของผู้การทางสายตาเมื่อมีการเคลื่อนที่ โดยตำแหน่งสีแดงจะเพิ่มขึ้นทุก ๆ 3 นาที ตามพิกัดตำแหน่งของผู้พิการทางสายตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

การทดสอบและเก็บผลการทำงานของอุปกรณ์ TF Mini Lidar (ToF) ทำการแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 เงื่อนไขคือ การทดลองโดยการใช้สภาพแวดล้อมเป็นเงื่อนไขในการทดลอง และการใช้แสงสว่างเป็นเงื่อนไขในการทดลอง เพื่อหาข้อจำกัดการทำงานของอุปกรณ์และนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาค่าที่เหมาะสมในการบอกเตือนสิ่งกีดขวางให้กับผู้พิการทางสายตา และเก็บผลการทำงานของอุกกรณ์ TF Mini Lidar (ToF) ร่วมกับ Passive Buzzer Module เพื่อแจ้งเตือนสัญญาณเสียงให้ผู้พิการทางสายตาได้รับทราบตามระยะทางต่าง ๆ โมดูล NEO-M8N GPS ในการระบุตำแหน่ง GPS ในการรับค่าพิกัดลองจิจูด ละติจูด และตำแหน่งของผู้พิการทางสายตา เก็บค่าตำแหน่งของผู้พิการทางสายตาไว้บน firebase (Real Time Database) ที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงการติดตามบนแอปพลิเคชัน และส่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งไปยังแอปพลิเคชันไลน์ ในกรณีที่ผู้พิการทางสายตากดปุ่ม Emergency เพื่อต้องการความช่วยเหลือในสถานะการณ์ฉุกเฉิน

4.1 การทำงานและผลการทำงาน TF Mini Lidar

ศึกษาการทำงานของ TF Mini Lidar (ToF) ในสภาพแวดล้อมสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบเงื่อนไขการทำงานที่ต่างกันของอุปกรณ์ โดยประเมิณผลการตรวจสอบออกเป็น 2 ลักษณะคือทดสอบในสถาณการณ์ที่ใช้แสงสว่างเป็นเงื่อนไข และทดสอบในสภาพแวดล้อมเป็นเงื่อนไข ได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

4.1.1 การทดสอบโดยใช้แสงสว่างเป็นเงื่อนไขภายในพื้นที่อาคาร

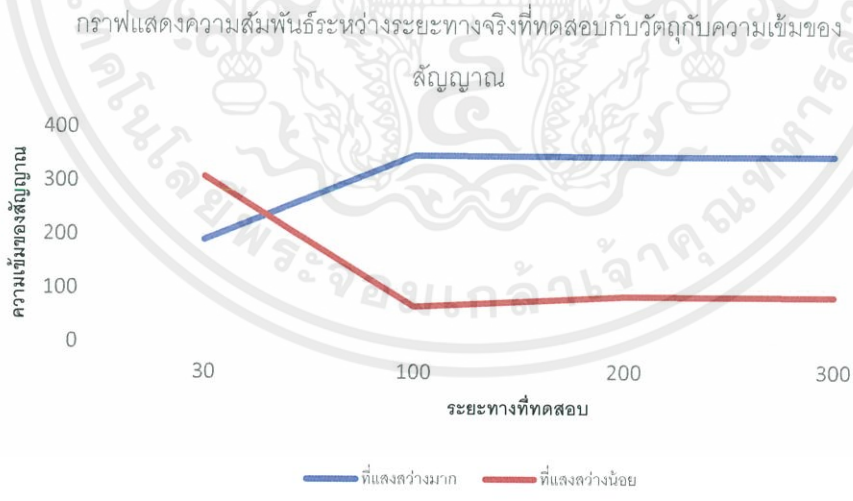
ออกแบบการทดสอบโดยใช้แสงสว่างเป็นเงื่อนไขภายในพื้นที่อาคาร (Indoor) แบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ ทดสอบในที่แสงสว่างน้อย และทดสอบในที่แสงสว่างมาก เพื่อตรวจสอบว่าแสงมีผลต่อการทำงานของ TF Mini Lidar (ToF) มากน้อยเพียงใด โดยเลือกวัตถุเป้าหมายที่ใช้ในการทดสอบเป็น 2 ชนิด ใช้ระยะในการทดลองแบ่งเป็น 4 ระยะ คือ 30 100 200 และ 300 เซนติเมตร ได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

1) วัตถุที่ใช้ในการทดสอบคือ ตุ๊กตาขนาดเล็ก ความสูง 11.5 เซนติเมตร ความกว้าง 6 เซนติเมตร สถานที่ทดสอบอุปกรณ์คือ ห้องปฏิบัติการชั้น 3 ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ดังรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 ตุ๊กตาที่ใช้ในการทดสอบ

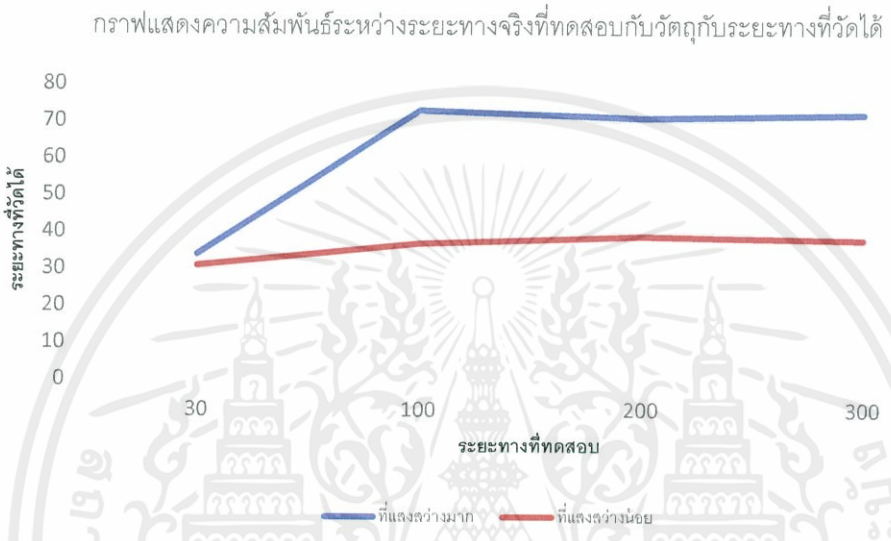
จำลองสถานที่ทดสอบอุปกรณ์ในที่ที่มีแสงสว่างน้อยและแสงสว่างมากด้วยตุ๊กตา กับ TF Mini Lidar (ToF) กับวัตถุที่ระยะ 30 100 200 และ 300 เซนติเมตร ตามลำดับ ได้ผลการทดสอบเป็นไปตามรูปที่ 4.2 รูปที่ 4.3 ตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2 ตามลำดับ



รูปที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงที่ทดสอบกับความเข้มของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.2 ได้ผลการทดสอบคือ เมื่อระยะทางมีค่าเพิ่มมากขึ้นค่าความเข้มของสัญญาณจะน้อยลง แต่ว่าทั้งสองกรณีเมื่อทดสอบในที่แสงสว่างน้อยและแสงสว่างมากจะให้ค่าความเข้มของสัญญาณที่แตกต่างกัน โดยในที่แสงสว่างมากจะให้ค่าความเข้มของสัญญาณมากกว่า



รูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงที่ทดสอบกับระยะทางที่วัดได้

จากรูปที่ 4.3 เมื่อทำการกำหนดระยะทางที่จะทำการทดสอบแล้ว จากนั้นทำการอ่านค่าระยะทางที่อ่านได้จะต้องได้ค่าที่ใกล้เคียงกัน แต่ในกรณีนี้วัตถุที่ใช้ในการทดสอบมีขนาดที่เล็กเกินไป ทำให้การเพิ่มขึ้นของระยะทางไม่มีสามารถอ่านค่าที่ใกล้เคียงความถูกต้องได้

ตารางที่ 4.1 ค่าระยะจริงกับระยะที่วัดได้ในที่มีแสงสว่างน้อย

ระยะที่ใช้ทดสอบกับวัตถุ (ซม.)	ระยะที่วัดได้ (ซม.)	ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
30	31	3.33
100	37	70
200	39	80.5
300	38	87.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่าระยะจริงกับระยะที่วัดได้ในที่มีแสงสว่างมาก

ระยะที่ใช้ทดสอบกับวัตถุ (ซม.)	ระยะที่วัดได้ (ซม.)	ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
30	34	13.33
100	73	27
200	71	64.5
300	72	76

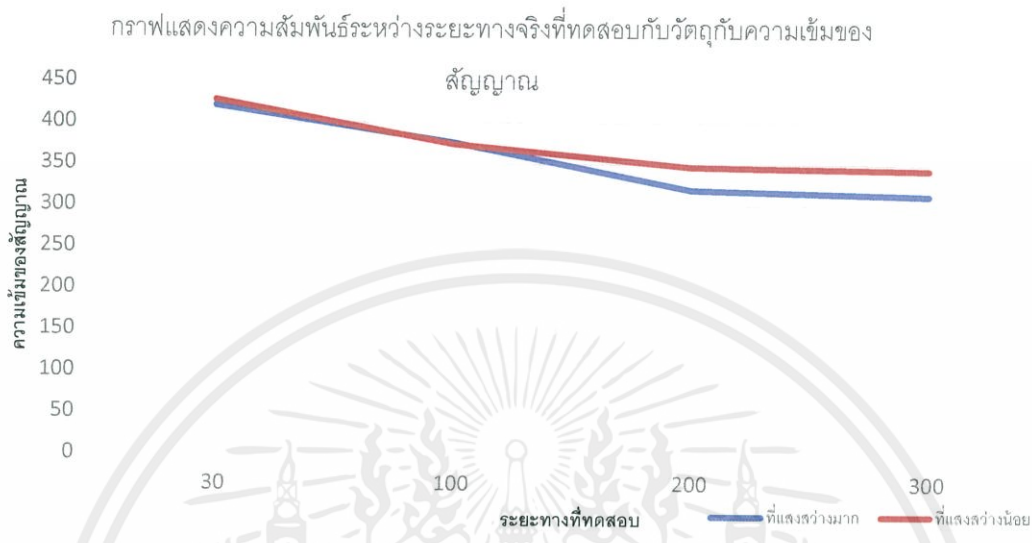
จากการทดสอบนี้พบว่าที่ระยะ 100 เซนติเมตรเป็นต้นไปมีความคลาดเคลื่อนมาก เนื่องจากวัตถุที่ใช้ทดลองมีขนาดเล็กเกินไป และเล็กลงเรื่อย ๆ เมื่อมีระยะทางห่างออกไป ส่วนความสว่างมีผลต่อค่าความเข้มแสง ไม่ได้ส่งผลต่อระยะทางที่วัดได้กับระยะทางจริง และความเข้มของสัญญาณมีค่าน้อยลงเรื่อย ๆ เมื่อระยะทางระหว่างเลนส์ไลดาร์ถึงวัตถุมีระยะทางที่มากขึ้น

2) วัตถุที่ใช้ในการทดสอบคือ กล่องกระดาษที่มีความสูง 11. เซนติเมตร ความลึก 6 เซนติเมตร ความยาว 16 เซนติเมตร สถานที่ทดสอบอุปกรณ์ คือห้องปฏิบัติการชั้น 3 ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ดังรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 กล่องกระดาษที่ใช้ในการทดสอบในที่แสงสว่างมาก และแสงสว่างน้อย

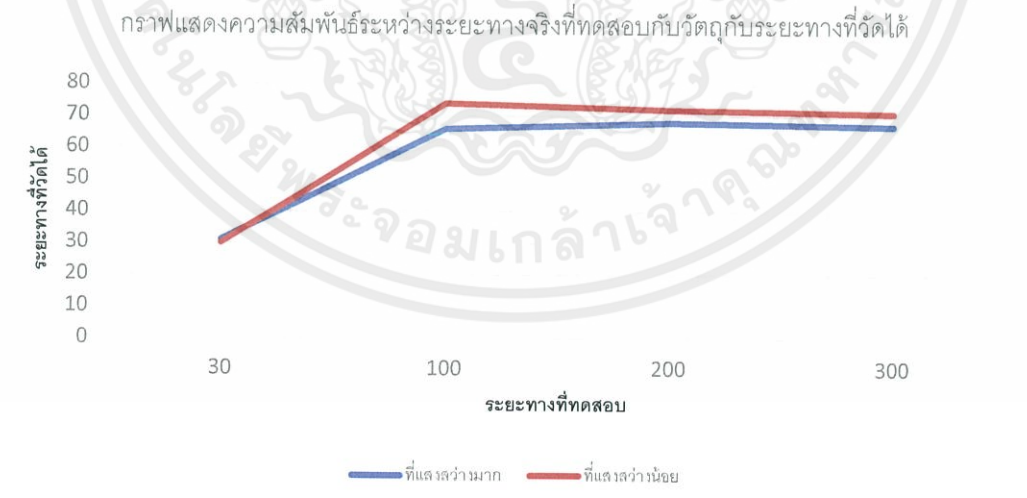
จำลองสถานที่ทดสอบอุปกรณ์ในที่ที่มีแสงสว่างน้อยและแสงสว่างมากด้วยกล่องกระดาษ กับ TF mini Lidar (ToF) กับวัตถุที่ระยะ 30 100 200 และ 300 เซนติเมตร ตามลำดับ ได้ผลการทดสอบเป็นไปตามรูปที่ 4.5 รูปที่ 4.6 ตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงที่ทดสอบกับความเข้มของสัญญาณ

จากรูปที่ 4.5 พบว่าเมื่อทำการทดสอบการทำงานของไลดาร์ทั้งในที่แสงสว่างมากและแสงสว่างน้อย เมื่อระยะทางที่ค่าเพิ่มมากขึ้น ค่าความเข้มสัญญาณจะลดลงทั้ง 2 กรณี



รูปที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงที่ทดสอบกับระยะทางที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.6 ได้ผลการทดสอบเช่นเดียวกับตารางที่ 4.3 เนื่องจากวัตถุที่ใช้ในการทดสอบมีขนาดที่เล็กเหมือนกัน

ตารางที่ 4.3 ค่าระยะจริงกับระยะที่วัดได้ในที่มีแสงสว่างน้อย

ระยะที่ใช้ทดสอบกับวัตถุ (ซม.)	ระยะที่วัดได้ (ซม.)	ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
30	30	0
100	74	26
200	72	64
300	71	76.33

ตารางที่ 4.4 ค่าระยะจริงกับระยะที่วัดได้ในที่มีแสงสว่างมาก

ระยะที่ใช้ทดสอบกับวัตถุ (ซม.)	ระยะที่วัดได้ (ซม.)	ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
30	31	3.33
100	66	34
200	68	66
300	67	77.67

จากการทดสอบนี้พบว่าผลลัพธ์ที่ได้มีลักษณะเดียวกับในการทดสอบข้อที่ 1) โดยที่ระยะ 100 เซนติเมตรเป็นต้นไปมีความคลาดเคลื่อนมาก เนื่องจากวัตถุที่ใช้ทดลองมีขนาดเล็กเกินไป และเล็กลงเรื่อย ๆ เมื่อมีระยะทางห่างออกไป ส่วนความเข้มของสัญญาณไม่ได้ส่งผลต่อระยะทางที่วัดได้กับระยะทางจริงและความเข้มของสัญญาณมีค่าน้อยลงเรื่อย ๆ เมื่อระยะทางระหว่างเลนส์ไลดาร์ ถึงวัตถุมีระยะทางที่มากขึ้น

จากการทดสอบในข้อที่ 1) ถึง 2) พบว่าขนาดของวัตถุเป้าหมายส่งผลต่อการทำงานของอุปกรณ์ TF Mini Lidar วัตถุที่มีขนาดเล็กจะทำให้ TF Mini Lidar (ToF) ทำงานได้ในระยะที่สั้นลง ในกรณีนี้พบว่าที่ระยะ 100 เซนติเมตรขึ้นไป ค่าระยะทางที่วัดได้เมื่อเทียบกับระยะทางจริงจะคลาดเคลื่อนไปมาก ในขั้นตอนต่อไปจึงพิจารณาวัตถุที่มีขนาดใหญ่มากยิ่งขึ้น และพบว่าแสงสว่างส่งผลต่อค่าความเข้มสัญญาณแต่ไม่ส่งผลกับระยะทางที่อุปกรณ์ TF Mini Lidar (ToF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ออกแบบการทดสอบโดยใช้สภาพแวดล้อมเป็นเงื่อนไข

โดยจำลองการใช้งานอุปกรณ์ TF Mini Lidar (ToF) ในสถานที่จริง แบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ พื้นที่ภายในอาคาร (Indoor) และพื้นที่ภายนอก (Outdoor) เพื่อตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ TF mini Lidar ว่าสภาพแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของอุปกรณ์มากน้อยเพียงใด

1) วัตถุที่ใช้ในการทดสอบคือ ผู้ทดลอง ซึ่งมีความสูง 157 เซนติเมตร ทดสอบในสถานที่ภายนอกอาคาร (Outdoor) สถานที่ทดสอบอุปกรณ์คือ บริเวณคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ดังรูปที่ 4.7

รูปที่ 4.7 ทดสอบอุปกรณ์ TF Mini Lidar (ToF) บริเวณพื้นที่ภายนอก (Outdoor)

จำลองสถานที่ทดสอบอุปกรณ์ภายนอกอาคาร (Outdoor) ด้วยผู้ทดลอง กับ TF mini Lidar (ToF) กับวัตถุที่ระยะ 30 100 200 300 400 500 600 700 800 1000 1100 และ 1200 เซนติเมตร ตามลำดับ ได้ผลการทดสอบเป็นไปตามตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าระยะจริงกับระยะที่วัดได้ในพื้นที่นอกอาคาร

ระยะที่ใช้ทดสอบกับวัตถุ (ซม.)	ระยะที่วัดได้ (ซม.)	ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
30	30	0
100	100	0
200	200	0
300	302	0.67

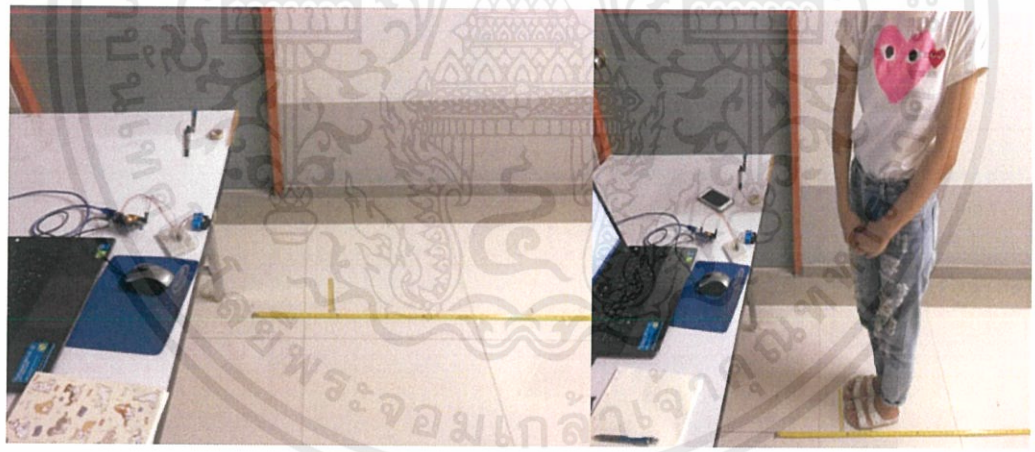
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ค่าระยะจริงกับระยะที่วัดได้ในพื้นที่นอกอาคาร (ต่อ)

ระยะที่ใช้ทดสอบกับวัตถุ (ซม.)	ระยะที่วัดได้ (ซม.)	ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
400	418	4.5
500	538	7.6
600	658	9.67
700	65535	9262.14

จากการทดสอบอุปกรณ์ในระยะตั้งแต่ 700 จนถึง 1200 เซนติเมตรได้ค่าระยะทางเป็น 65535 เซนติเมตร ซึ่งหมายความว่าที่ระยะตั้งแต่ 700 เซนติเมตรเป็นต้นไป TF Mini Lidar (ToF) ไม่สามารถอ่านค่าระยะทางที่ถูกต้องได้อย่างแม่นยำในสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร

2) วัตถุที่ใช้ในการทดสอบคือ ผู้ทดลอง ความสูง 157 เซนติเมตร ทดสอบในพื้นที่ภายในอาคาร (Indoor) สถานที่ทดสอบอุปกรณ์คือ ตึกภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ออกแบบการทดสอบอุปกรณ์ภายในอาคาร (Indoor)

จำลองสถานที่ทดสอบอุปกรณ์ภายในอาคาร (Indoor) ด้วยผู้ทดลอง กับ TF mini Lidar (ToF) กับวัตถุที่ระยะ 30 100 200 300 400 500 600 700 800 1000 1100 และ 1200 เซนติเมตรตามลำดับ ได้ผลการทดสอบเป็นไปตามตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

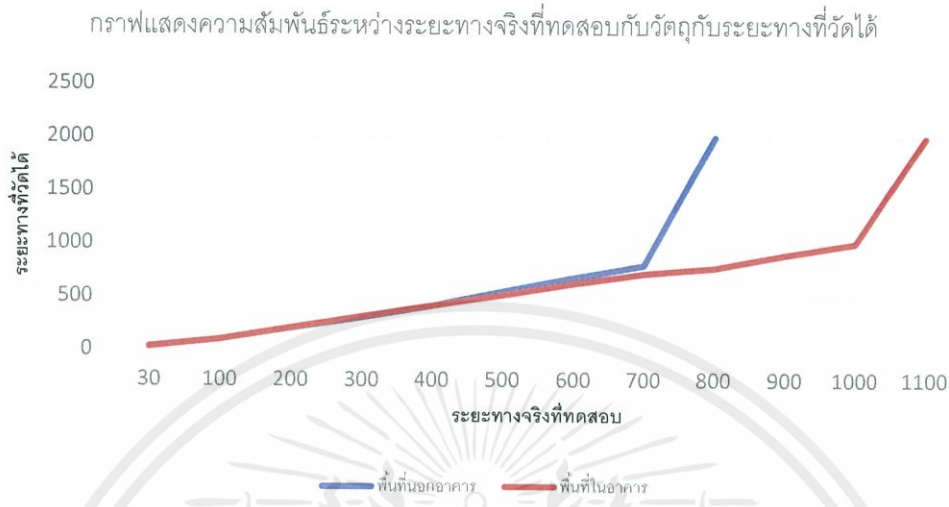
ตารางที่ 4.6 ค่าระยะจริงกับระยะที่วัดได้ในพื้นที่ในอาคาร

ระยะที่ใช้ทดสอบกับวัตถุ (ซม.)	ระยะที่วัดได้ (ซม.)	ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
30	30	0
100	100	0
200	200	0
300	304	1.33
400	408	2
500	512	2.4
600	620	3.33
700	724	3.43
800	814	1.75
900	906	0.67
1000	1010	0.01
1100	65535	5857.73

จากการทดสอบในช่วงระยะ 1100 เซนติเมตรเป็นต้นไป ค่าระยะทางที่วัดได้มีความคลาดเคลื่อนมาก นั่นหมายความว่าอุปกรณ์ TF Mini Lidar (ToF) ทำงานได้ไม่มีประสิทธิภาพที่ระยะนี้เป็นต้นไป

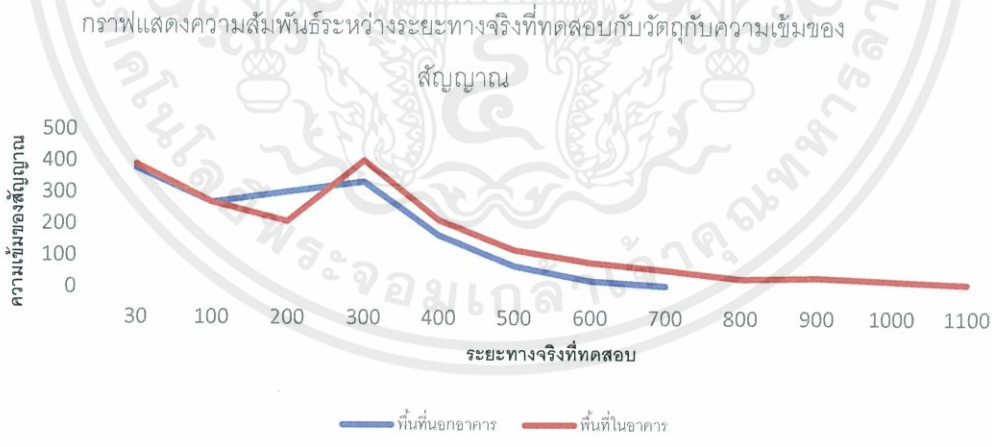
จากการทดสอบอุปกรณ์ได้ผลการทดสอบเป็นไปตามทฤษฎีคือ TF Mini Lidar (ToF) ใช้งานในพื้นที่ภายนอกอาคารได้มากสุดที่ระยะ 8 เมตร และใช้งานในพื้นที่ภายในอาคารได้มากสุดที่ระยะ 12 เมตร ผลการทดสอบอุปกรณ์เป็นไปตามรูปที่ 4.9 และรูปที่ 4.10 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงที่ทดสอบกับระยะทางที่วัดได้

จากรูปที่ 4.9 พบว่าเมื่อทำการทดสอบอุปกรณ์ที่พื้นที่ภายนอกอาคาร ค่าระยะทางที่อ่านได้จะเริ่มมีความคลาดเคลื่อนมากที่ระยะ 700 เซนติเมตรเป็นต้นไป เมื่อทำการทดสอบที่พื้นที่ภายในอาคาร ระยะทางที่อ่านได้จะเริ่มมีความคลาดเคลื่อนมากที่ระยะ 1000 เซนติเมตรเป็นต้นไป



รูปที่ 4.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงที่ทดสอบกับความเข้มของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.10 พบว่าทั้ง 2 กรณีเมื่อระยะทางของวัตถุเพิ่มมากขึ้น ค่าความเข้มของสัญญาณจะมีค่าลดลง

4.1.3 การทดสอบโดยใช้ชนิดของวัตถุเป็นเงื่อนไข

ตรวจสอบการทำงานของ TF mini Lidar (ToF) โดยวิเคราะห์จากชนิดของวัตถุ การดูดกลืนแสง และสะท้อนแสงของวัตถุ เนื่องจากอุปกรณ์ TF mini Lidar (ToF) เป็นเซนเซอร์ที่ใช้แสงเป็นตัวตรวจจับวัตถุ จึงใช้คุณสมบัตินี้ในการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ได้ โดยสีดำหรือสีทึบจะดูดซับแสงได้มากทำให้แสงสะท้อนน้อยหรือไม่สะท้อนเลย ส่วนสีขาวจะสะท้อนแสงได้มาก ไม่ดูดซับแสง ดังรูปที่ 4.11

รูปที่ 4.11 ค่าความเข้มสัญญาณของวัตถุสีดำและวัตถุสีขาวผ่าน Serial plotter

จากกราฟรูปที่ 4.11 แสดงค่าความแรงสัญญาณโดยพิจารณาจากคุณสมบัติการสะท้อนแสงของวัตถุ ออกแบบการทดสอบโดยการวางวัตถุสองชนิดไว้หน้าเลนส์ที่ระยะ 30 เซนติเมตร คือ วัตถุสีดำและวัตถุสีขาว ทำการพิจารณาผลการทดลองผ่านทาง Serial plotter โดยแกน X คือ เวลา (วินาที) แกน Y คือ ความเข้มสัญญาณ พบว่าวัตถุสีดำที่มีการดูดซับแสงมาก ทำให้มีการสะท้อนแสงน้อยจะอ่านค่าความแรงของสัญญาณได้สูง ดังรูปที่ 4.11 (กรอบสีแดง) ส่วนวัตถุสีขาวซึ่งมีการดูดซับแสงน้อย ทำให้สะท้อนแสงมากจะอ่านค่าความแรงของสัญญาณได้ต่ำเมื่อเทียบกับวัตถุที่เป็นสีทึบ ดังรูปที่ 4.11 (กรอบสีเหลือง) จากการทดสอบนี้ทำให้พบว่าวัตถุที่มีการดูดซับแสงมากจะสามารถอ่านค่าความแรงสัญญาณได้มากกว่าวัตถุที่มีการดูดซับแสงน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทำงานอุปกรณ์ TF Mini Lidar (ToF) ร่วมกับโมดูลแจ้งเตือนสัญญาณเสียง Passive Buzzer Module

เมื่อทราบเงื่อนไขการทำงานของ TF Mini Lidar (ToF) ที่ทดสอบในสถาณการณ์ที่ใช้แสงสว่างเป็นเงื่อนไข และทดสอบในสภาพแวดล้อมเป็นเงื่อนไขแล้ว จากนั้นนำไปใช้ในการทำงานร่วมกับ Passive Buzzer Module เพื่อสร้างสัญญาณเสียงแจ้งเตือนให้กับผู้พิการทางสายตาที่ระยะต่างๆ โดยโมดูล TF Mini Lidar (ToF) จะรับค่าระยะทางที่วัดจากเลนส์ของโมดูลไลดาร์ไปยังวัตถุที่อยู่ด้านหน้า แล้วแสดงการแจ้งเตือนสัญญาณเสียงผ่านทางโมดูล Passive Buzzer Module โดยวิเคราะห์จากเงื่อนไขระยะทางที่ออกแบบไว้ ออกแบบการทดสอบอุปกรณ์ออกเป็น 2 เงื่อนไขคือ ทดสอบในสถานที่ภายในอาคาร และทดสอบในสถานที่ภายนอกอาคาร

4.2.1 การทดสอบการใช้งานพื้นที่ภายในอาคาร (Indoor)

ผลการทำงานของอุปกรณ์โดยทำการทดสอบการใช้งานภายในอาคาร จากการทดสอบในหัวข้อที่ 4.1.2 พบว่าระยะการทำงานของ TF Mini Lidar (ToF) คือ 11 เมตร สถานที่ทดสอบอุปกรณ์คือ ตึกภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ดังรูปที่ 4.12

รูปที่ 4.12 สวมใส่อุปกรณ์และทดสอบอุปกรณ์ภายในอาคาร

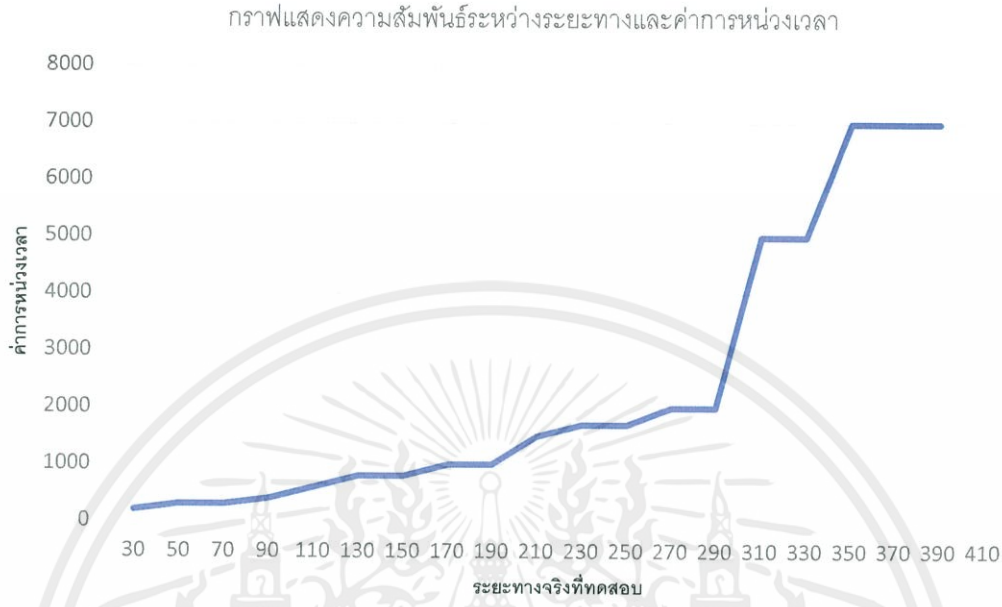
จำลองสถานที่ทดสอบอุปกรณ์ภายในอาคาร ด้วยผู้ทดลองที่สวมใส่อุปกรณ์บอกเตือนสิ่งกีดขวางด้วยเทคโนโลยีไลดาร์ กับวัตถุที่ระยะ 30 เซนติเมตรถึง 410 เซนติเมตร ได้ผลการทดสอบเป็นไปตามตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.13 และ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ระยะทางที่ทดสอบกับค่าการหน่วงเวลาของสัญญาณเสียงที่วัดได้ในพื้นที่ในอาคาร

ระยะที่ใช้ทดสอบกับวัตถุ (ซม.)	ระยะที่วัดได้ (ซม.)	ค่าการหน่วงเวลา (ms)
30	30	200
50	51	300
70	70	300
90	92	400
110	109	600
130	128	800
150	150	800
170	174	1000
190	192	1000
210	216	1500
230	232	1700
250	254	1700
270	274	2000
290	288	2000
310	314	5000
330	328	5000
350	354	7000
370	374	7000
390	392	7000
410	414	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงที่ทดสอบกับค่าการหน่วงเวลาภายในอาคาร

รูปที่ 4.14 สวมใส่อุปกรณ์และทดสอบอุปกรณ์ภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.14 อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการออกแบบและสวมใส่ให้กับผู้ทดลองคือ แว่นตาที่ติดตั้งอุปกรณ์ในการตรวจจับวัตถุข้างหน้าแล้ว ทำการทดสอบการทำงานภายในอาคาร

จากการทดสอบจะพบว่าการใช้งาน TF Mini Lidar (ToF) ในช่วงระยะที่นำมาสร้างเงื่อนไขกับสัญญาณเสียงมีความคาดเคลื่อนน้อยและน่าเชื่อถือ จึงนำไปใช้งานให้กับผู้พิการทางสายตาได้อย่างเหมาะสม และพบว่าค่าการหน่วงสัญญาณจะมีการแปรผันตรงตามระยะทางที่วัดได้ โดยถ้าระยะทางมาก ค่าการหน่วงเวลาจะมาก แต่ถ้าระยะทางน้อย ค่าการหน่วงเวลาจะน้อย

4.2.2 การทดสอบการใช้งานในสถานที่ภายนอกอาคาร (Outdoor)

ผลการทำงานของอุปกรณ์โดยทำการทดสอบการใช้งานภายนอกอาคาร (Outdoor) จากการทดสอบในหัวข้อที่ 4.1.2 พบว่าระยะการทำงานของ TF Mini Lidar (ToF) คือ 7 เมตร สถานที่ทดสอบอุปกรณ์คือ หน้าตึกภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ดังรูปที่ 4.15

รูปที่ 4.15 สวมใส่อุปกรณ์และทดสอบอุปกรณ์ภายนอกอาคาร

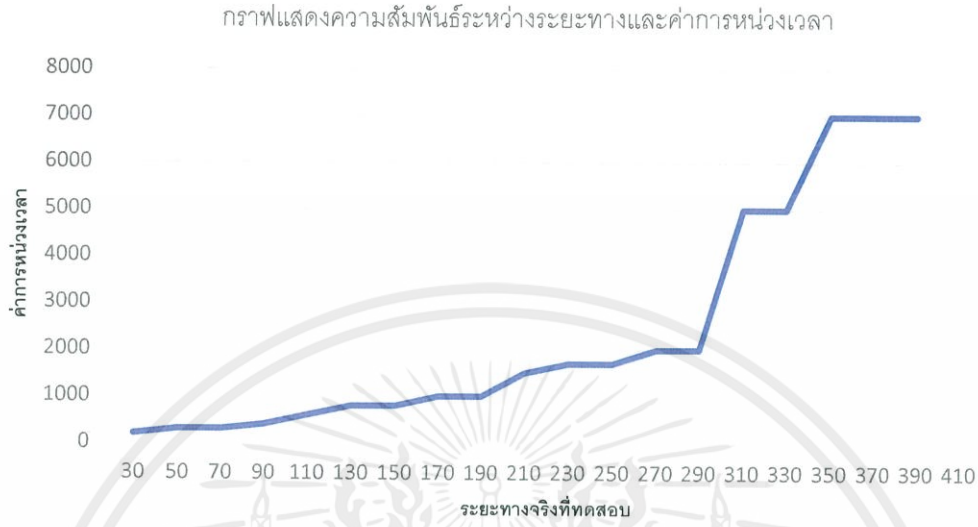
จำลองสถานที่ทดสอบอุปกรณ์ภายนอกอาคาร (Outdoor) ด้วยผู้ทดลองที่สวมใส่อุปกรณ์บอกเตือนสิ่งกีดขวางด้วยเทคโนโลยีไลดาร์ กับวัตถุที่ระยะ 30 เซนติเมตรถึง 410 เซนติเมตร ได้ผลการทดสอบเป็นไปตามตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ระยะทางที่ทดสอบกับค่าการหน่วงเวลาของสัญญาณเสียงที่วัดได้ในพื้นที่ภายนอกอาคาร

ระยะที่ใช้ทดสอบกับวัตถุ (ซม.)	ระยะที่วัดได้ (ซม.)	ค่าการหน่วงเวลา (ms)
30	30	200
50	54	300
70	74	300
90	92	400
110	116	600
130	123	800
150	142	800
170	172	1000
190	192	1000
210	219	1500
230	235	1700
250	259	1700
270	279	2000
290	291	2000
310	317	5000
330	335	5000
350	352	7000
370	372	7000
390	400	7000
410	423	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



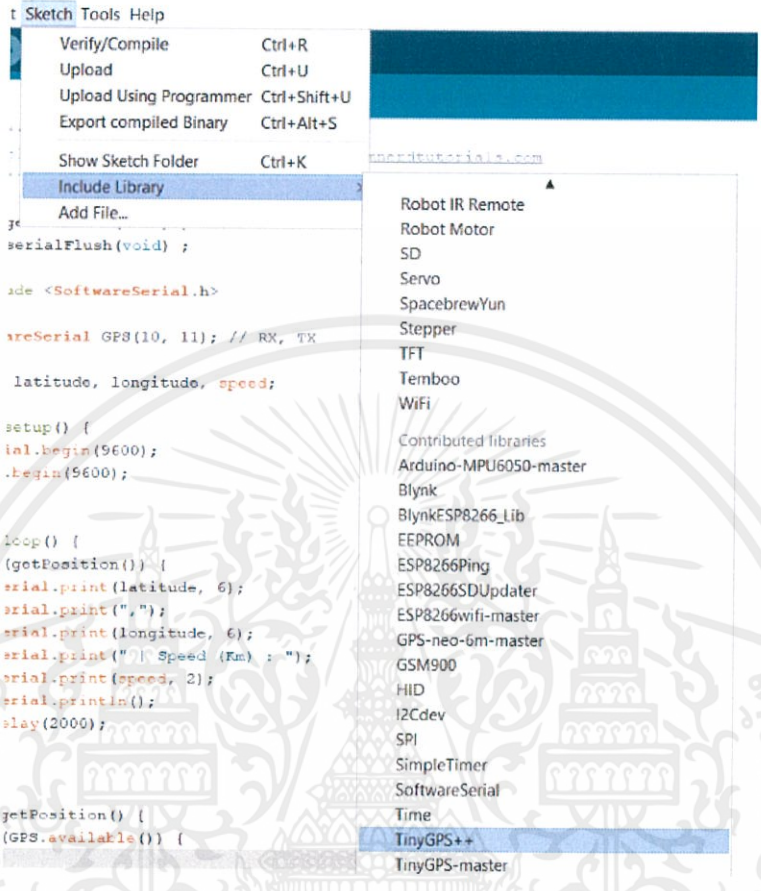
รูปที่ 4.16 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงที่ทดสอบกับค่าการหน่วงเวลาภายนอกอาคาร

จากการทดสอบได้ผลการทำงานเช่นเดียวกับการทดสอบภายในอาคาร แต่พบว่าสภาพแวดล้อมที่ต่างกันส่งผลต่อระยะทางมากที่สุดในการทำงานของโมดูล TF Mini Lidar (ToF) เท่านั้น การทำงานตามเงื่อนไขสัญญาณเสียงที่ตั้งไว้มีผลการทำงานตามเดิม

4.2 การทำงานและผลการทำงาน Ulbox NEO-M8N GPS Module

การเรียกใช้งาน Ulbox NEO-M8N GPS Module โดยทำการเรียกใช้งานด้วยการ Include Library แล้วทำการเลือก Tinny GPS++ ซึ่งเป็น Library ที่ทำการติดตั้งสำหรับใช้งาน Ulbox NEO-M8N GPS Module ดังรูปที่ 4.17 จากนั้นทำการเลือกคำสั่ง Example ที่ Library ให้มาแล้วทำการรอค่าที่รับจากดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

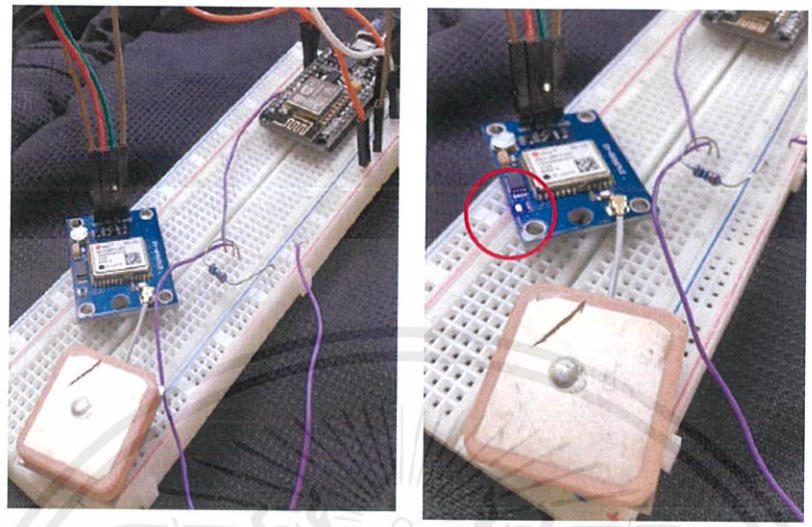


รูปที่ 4.17 เลือกใช้ Library และคำสั่งพื้นฐานของ Library

เมื่อ Ulbox NEO-M8N GPS Module รับค่าจากดาวเทียมได้หลอด LED สีฟ้าแสดงผลที่ตัว Ulbox NEO-M8N GPS Module จะกระพริบ พิกัดตำแหน่งจะแสดงผลในจอ Serial monitor ดังรูปที่ 4.18

โดยโมดูล GPS รับค่าที่ได้จากกดาวเทียมที่รุข้อมูลแบบ NMEA แล้วทำการแปลงข้อมูลที่รับได้ให้เป็นละติจูด ลองจิจูด และความเร็วที่ข้อมูลเดินทางมาถึง จากนั้นโมดูล GPS จะนำพิกัดที่รับได้ส่งข้อมูลไปยัง Google maps ด้วยคำสั่ง https://maps.google.com/maps/place/ แล้วตามด้วยพิกัดละติจูด ลองจิจูดที่ได้จากการรับค่าพิกัดจากโมดูล GPS เมื่อทำการกดปุ่มพิกัดตำแหน่งของผู้พิการทางสายตาจะถูกส่งมายังแอปพลิเคชันไลน์ และสามารถระบุตำแหน่งบน Google maps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

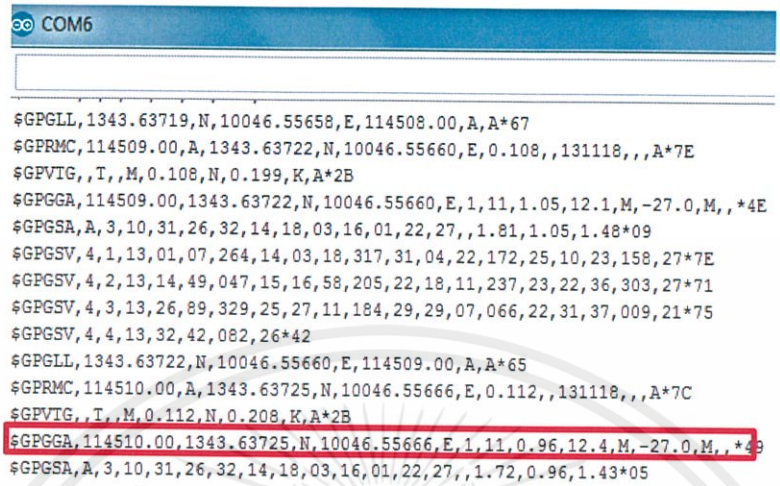


(ก) (ข)

รูปที่ 4.18 การทดสอบรับค่าสัญญาณ GPS จากดาวเทียม (ก) ก่อนรับสัญญาณได้ (ข) หลังรับสัญญาณได้

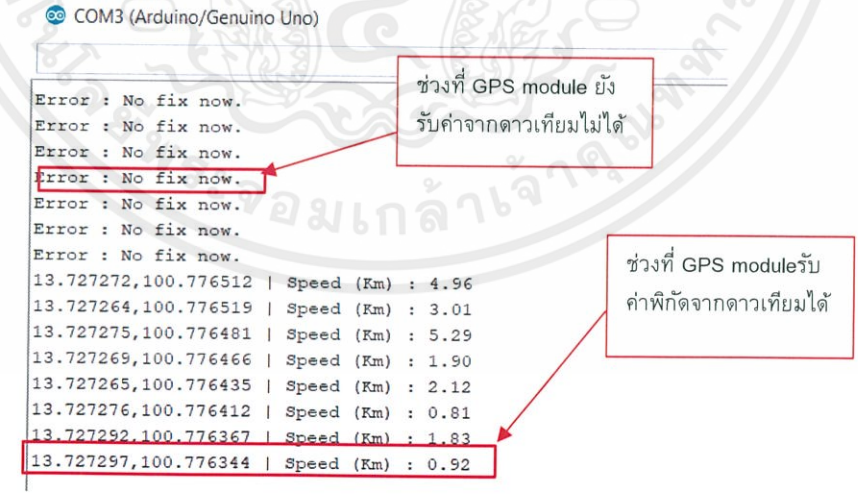
เมื่อทำการจ่ายไฟ 5V ให้กับโมดูล GPS แล้วลองเดินไปยังบริเวณภายนอกอาคาร เพื่อให้สามารถรับพิกัด GPS จากดาวเทียมได้อย่างแม่นยำ เมื่อโมดูล GPS สามารถรับค่าพิกัดจากดาวเทียมได้ หลอด LED แสดงสถานะจะทำการรับสัญญาณ โดยโมดูล GPS ไม่สามารถรับสัญญาณได้หลอด LED แสดงสถานะจะไม่มีการกระพริบ ดังรูปที่ 4.18 (ก) หากโมดูล GPS สามารถรับสัญญาณได้หลอด LED แสดงสถานะจะกระพริบ ดังรูปที่ 4.18 (ข) เมื่อทำการกดปุ่มจะใช้คำสั่ง Serial.println เพื่อตรวจสอบการกดปุ่ม หากมีการกดปุ่มจะแสดงคำว่าคำว่า Enter ! บนหน้าจอ Serial monitor ดังรูปที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 พิกัดตำแหน่งจากที่ได้จาก Ulbox NEO-M8N GPS Module แสดงผลผ่าน Serial monitor

จากนั้นทำการนำข้อมูลที่ได้ใส่ในคำสั่งเพื่อแปลงค่าความเร็วที่ส่งมา และพิกัดตำแหน่งที่รับได้ และเมื่อนำพิกัดที่รับได้จาก GPS module จะถูกแสดงค่าบนหน้าจอ Serial monitor ดังรูปที่ 4.20 จะถูกส่งค่าไปยัง firebase ซึ่งเป็นฐานข้อมูลแบบ Real Time แล้วทำการอัปเดตค่าที่ได้รับ โดยจะทำการอัปเดตข้อมูลเมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงพิกัดตำแหน่ง พร้อมทั้งส่งค่าพิกัดที่ได้รับไปยังแอปพลิเคชันไลน์ และแสดงข้อมูล tracking บนแอปพลิเคชัน



รูปที่ 4.20 ภาพจาก Serial monitor ที่ได้จาก GPS Module

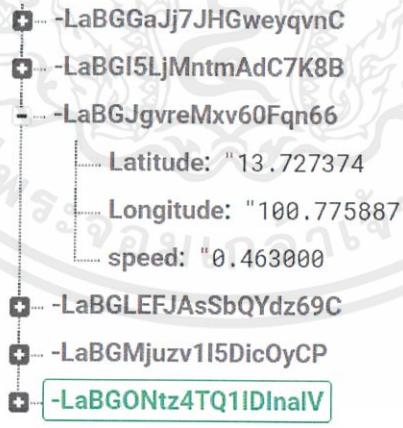
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิกัดตำแหน่งที่ GPS module จะแสดงค่าละติจูดและลองจิจูดเป็นทศนิยม 6 ตำแหน่ง เพื่อให้สามารถระบุพิกัดของผู้พิการทางสายตาได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 4.21

```
13.727117          100.775963
13.727117          100.775963
13.727117          100.775963
13.727117          100.775963
13.727117          100.775963
13.727117          100.775963
13.727117          100.775963
13.727158          100.775970
13.727158          100.775970
13.727158          100.775970
13.727158          100.775970
13.727158          100.775970
13.727158          100.775970
13.727213          100.775978
13.727213          100.775978
```

รูปที่ 4.21 พิกัดจาก GPS module และส่งค่าไปยัง firebase (Realtime Database)

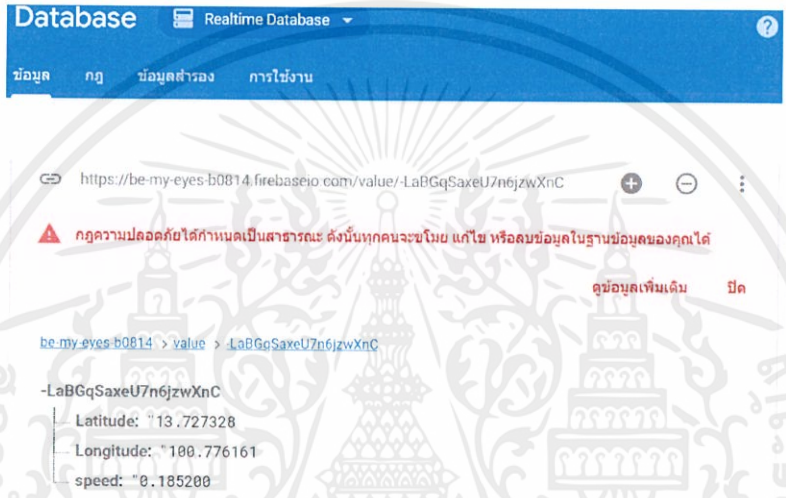
พิกัดที่รับได้จาก GPS module จะถูกแสดงค่าบนหน้าจอ Serial monitor จะถูกส่งค่าไปยัง firebase ซึ่งเป็นฐานข้อมูลแบบ real time แล้วทำการอัปเดตค่าที่ได้รับ ดังรูปที่ 4.22 โดยจะทำการอัปเดตข้อมูลเมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงพิกัดตำแหน่ง พร้อมทั้งส่งค่าพิกัดที่ได้รับไปยังแอปพลิเคชันไลน์ และแสดงข้อมูล tracking บนแอปพลิเคชัน



รูปที่ 4.22 พิกัด GPS ที่อัปเดตบน firebase (Realtime Database)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

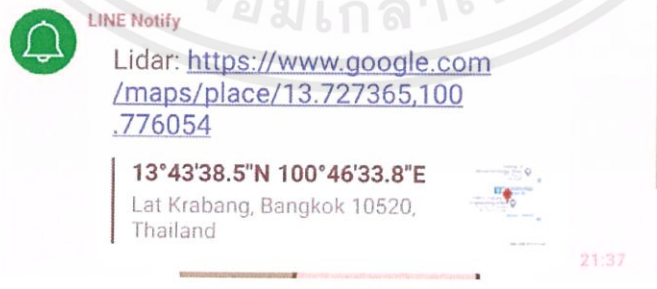
เมื่อพิกัดที่รับได้มีการเปลี่ยนแปลงอัปเดตค่าบนฐานข้อมูล firebase (Real Time database) ข้อมูลที่ถูกอัพเดท Jason Object (ชุดข้อความสีเขียว) และทำการอัปเดตค่าไปเรื่อย ๆ เมื่อผู้พิการมีการเคลื่อนที่จากตำแหน่งเดิม และพิกัดจะถูกส่งไปยังแอปพลิเคชันไลน์ เมื่อผู้พิการทางสายตาทำการกดปุ่ม เมื่อต้องการความช่วยเหลือพิกัดที่ถูกส่งมาจะทำการเชื่อมไปยัง Google maps เพื่อแสดงที่อยู่ของผู้พิการทางสายตาพร้อมทั้งสามารถตรวจสอบพิกัดที่อยู่ ณ ปัจจุบันของผู้พิการผ่านทางแอปพลิเคชัน ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 ข้อมูลในกลุ่ม Jason Object

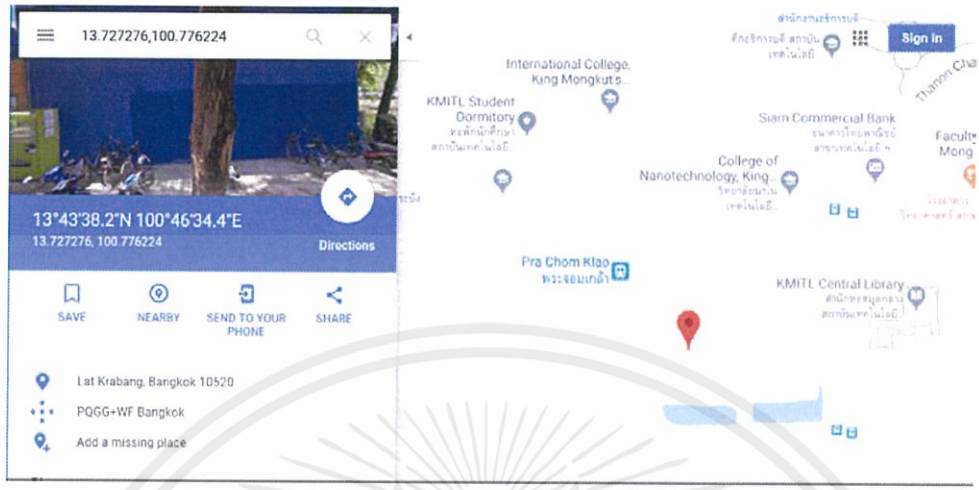
เมื่อทำการกดเข้าไปยังชุดข้อมูลจะพบค่าละติจูด ลองจิจูด และความเร็ว ที่ถูกส่งมายัง firebase ซึ่งเป็นฐานข้อมูลแบบ Real Time ดังรูปที่ 4.24

เมื่อทำการกดเข้าไปยังลิ้งค์ที่ถูกส่งมายังแอปพลิเคชันไลน์ ดังรูปที่ 4.24 ซึ่งและแสดงค่าพิกัดตำแหน่ง ดังรูปที่ 4.25 ซึ่งตรงตำแหน่งปัจจุบันที่อยู่ ดังรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.24 พิกัดที่รับได้จาก GPS module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



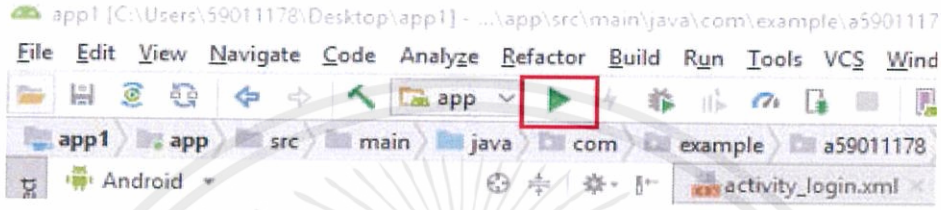
รูปที่ 4.25 ตำแหน่งที่ได้จากแอปพลิเคชันไลน์

รูปที่ 4.26 ตำแหน่งปัจจุบันที่อยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

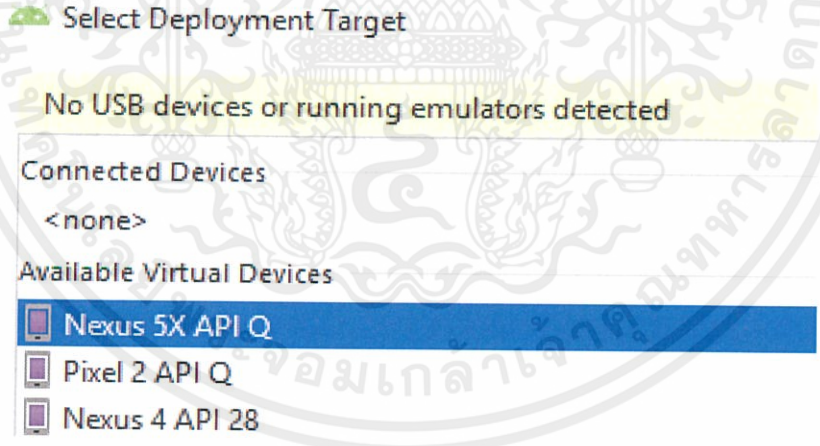
4.3 การทำงานและผลการทำงานของแอปพลิเคชันติดตาม tracking

เมื่อทำการสร้าง Java Class และ Layout เรียบร้อย ในโปรแกรม Android Studio สามารถจำลองการทำงานของแอปพลิเคชันผ่านทางโปรแกรมได้ โดยไม่จำเป็นต้องอัพโหลดข้อมูลเข้าไปในสมาร์ทโฟน เริ่มจากการกด “Run app” ดังรูปที่ 4.27



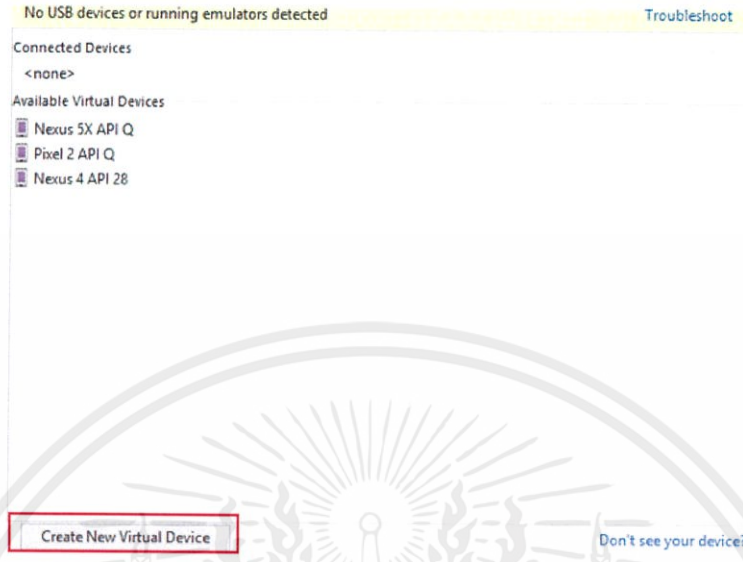
รูปที่ 4.27 ปุ่ม Run app บนโปรแกรม Android Studio

เมื่อทำการกดปุ่ม “Run app”จะแสดงหน้าต่าง Select Deployment Target โดยหน้าต่างนี้เป็นหน้าต่างสำหรับเลือกรุ่นของสมาร์ทโฟนจำลอง ซึ่งแต่ระรุ่นจะมีความแตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น ขนาดความกว้างของหน้าจอ เป็นต้น ดังรูปที่ 4.28 หากไม่มีรุ่นที่ต้องการสามารถดาวน์โหลดเพิ่มได้ โดยการกดปุ่ม “Create New Virtual Device” ดังรูปที่ 4.29



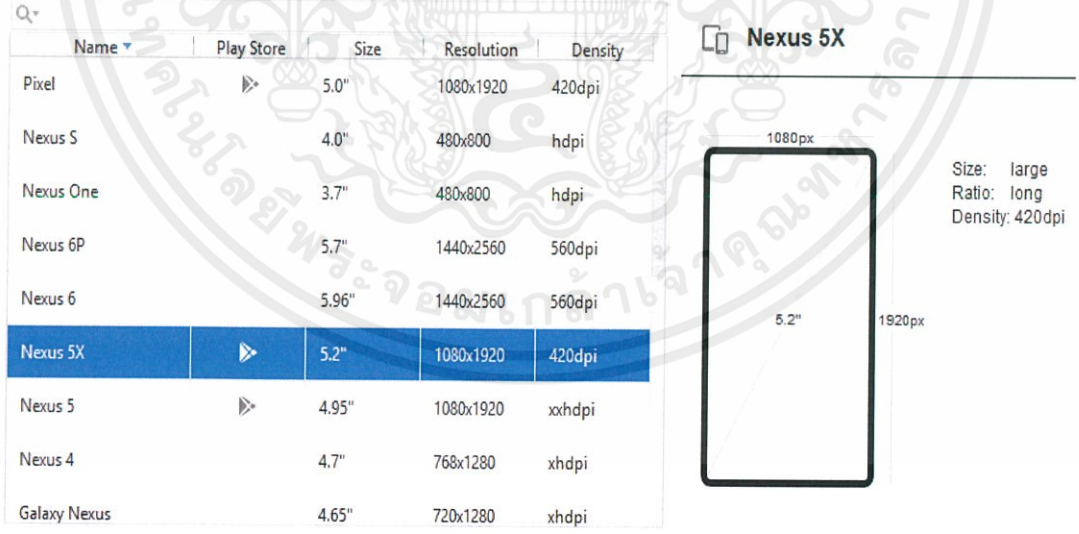
รูปที่ 4.28 หน้าเลือกสมาร์ทโฟนจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 กดปุ่มเพื่อ Create New Virtual Device เพื่อเลือกรุ่นสมาร์ทโฟนจำลอง

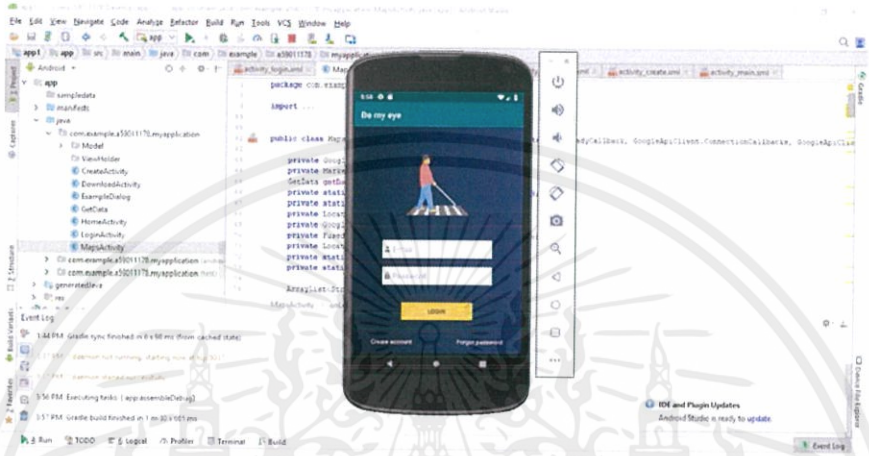
เมื่อทำการกดปุ่ม Create New Virtual Device จะมีรุ่นของสมาร์ทโฟนให้เลือกมากมาย แต่มีความแตกต่างกันที่ ความกว้างของหน้าจอ และความละเอียดการแสดงผล ดังรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.30 สมาร์ทโฟนจำลอง

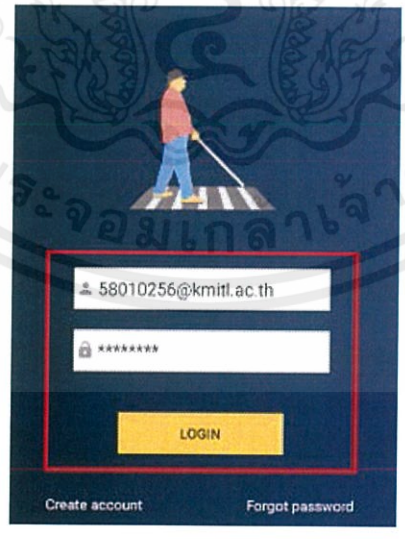
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเลือกรุ่นของสมาร์ทโฟนจำลองเสร็จเรียบร้อย โปรแกรม Android Studio จะทำการสร้างสมาร์ทโฟนจำลอง ที่สามารถทำงานได้เหมือนกันสมาร์ทโฟนของจริง และทำการสร้างแอปพลิเคชันที่ได้ออกแบบไว้ขึ้นมา ดังรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 สมาร์ทโฟนจำลองของโปรแกรม Android Studio

เมื่อทำการเข้าแอปพลิเคชัน จะมีหน้า Login ที่ให้ผู้ใช้กรอก Email และ Password เพื่อที่จะยืนยันตัวตนของผู้เข้าใช้งาน เมื่อทำการกรอกเสร็จเรียบร้อยให้กดปุ่ม “Login” ดังรูปที่ 4.32



รูปที่ 4.32 กรอก Email และ Password เพื่อเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการ Login แล้ว แอปพลิเคชันจะเปลี่ยนไปแสดงผลไปยังหน้า Welcome ซึ่งหน้านี้จะแสดงชื่อของผู้เข้าใช้งานว่ามีการยืนยันตัวตนถูกต้องหรือไม่ จากนั้นจะทำการแสดงสถานะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์แล้วทำการกดปุ่มเพื่อเข้าไปสู่หน้า Google Map ดังรูปที่ 4.33

รูปที่ 4.33 หน้าต่าง Welcome

เมื่อทำการเข้ามายังหน้า Google Map จากนั้นแอปพลิเคชันจะทำการเปลี่ยนหน้าไปที่หน้าของ Google Map ดังรูปที่ 4.34 และทำการแสดงพิกัดตำแหน่ง โดยตำแหน่งสีเขียวแสดงตำแหน่งของเจ้าของสมาร์ทโฟน และแหน่งสีแดงแสดงตำแหน่งของผู้การทางสายตา โดยตำแหน่งสีแดงจะเพิ่มขึ้นทุกๆ 3 นาที ตามพิกัดตำแหน่งของผู้พิการทางสายตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.34 Google Map ในสมาร์ทโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

เครื่องบอกเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยใช้เทคโนโลยีไลดาร์ สามารถบอกเตือนสิ่งกีดขวางให้กับผู้พิการทางสายตาได้ทั้งภายในอาคาร และภายนอกอาคาร พร้อมทั้งติดตามและแจ้งพิกัดตำแหน่งของผู้พิการทางสายตาทางแอพพลิเคชันไลน์ แจ้งกรณีฉุกเฉินถึงผู้ดูแลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และยังสามารถติดตาม (Tracking) ผู้พิการทางสายตาได้โดยแอปพลิเคชัน

ในส่วนของการประมวลผลได้ใช้ Arduino Nano 3.0 เป็นตัวประมวลผลให้กับระบบและใช้เทคโนโลยีไลดาร์ที่ใช้ในการบอกเตือนระยะของสิ่งกีดขวางโดยภายนอกอาคารสามารถใช้งานได้มากสุดที่ระยะ 7 เมตร และใช้งานได้มากสุดที่ระยะ 11 เมตรภายในอาคาร โดยนำเงื่อนไขด้านระยะทางนี้มาบอกเตือนสิ่งกีดขวางให้กับผู้พิการทางสายตาด้วยสัญญาณเสียง โดยค่าระยะทางจะแปรผันตรงกับการหน่วงเวลาของสัญญาณเสียงในระยะที่วัตถุอยู่ห่างจากผู้พิการทางสายตามากจะมีความต่อเนื่องของสัญญาณเสียงน้อยตามการหน่วงเวลา ถ้าระยะวัตถุอยู่ห่างจากผู้พิการทางสายตาน้อยก็จะยิ่งมีความต่อเนื่องของสัญญาณเสียงมาก

ในส่วนของการติดตามระบบ GPS จะใช้โมดูล GPS Ulbox NEO-M8N ที่อัปเดตตำแหน่งทุก ๆ 1 วินาที เป็นโมดูล GPS ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดของ Ublox ณ ปัจจุบันนี้ โดยสามารถทำการ Tracke ระบบนำทาง 2 ระบบได้ในเวลาเดียวกัน ซึ่งประกอบไปด้วยระบบนำร่อง GPS GNSS BeiDou SBAS และระบบ QZSS สำหรับการแจ้งเตือนไปยังแอพลิเคชันไลน์ของผู้ดูแลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในกรณีฉุกเฉิน พร้อมทั้งยังสามารถติดตาม ผู้พิการทางสายตาผ่านทางแอปพลิเคชันได้อีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การบอกเตือนสิ่งกีดขวางที่ระยะน้อยกว่า 30 เซนติเมตร และขอบถนน, บันไดนั้นค่อนข้างยาก เนื่องจากข้อมูลที่ไลน์ดาร์รับได้ในดาต้าชีทภายในอาคารคือ 30 เซนติเมตรถึง 8 เมตร หากมากกว่านั้นจะเกิดความผิดพลาดในการตรวจวัด จึงควรหาโมดูลอื่นเข้ามาเสริมหรือติดตั้ง Servo mortor ให้สามารถหมุน 360 องศา เพื่อสามารถรับจุดที่สะท้อนกลับมาจากไลดาร์แล้วนำมาวิเคราะห์เป็นภาพ เพื่อบอกเตือนล่วงหน้าขณะที่ผู้พิการทางสายตามีการก้าวเดินไป รวมทั้งสามารถบอกเตือนได้ถึงขอบถนน หรือขอบบันไดได้อีกด้วย

2. การระบุตำแหน่งของผู้พิการทางสายตาภายในอาคารทำได้ยาก เนื่องจากระบบ GPS สามารถทำงานและรับสัญญาณดาวเทียมได้ดีในสภาพกลางแจ้ง เมื่อเกิดเหตุการณ์ที่สัญญาณขาดหายไปในกรณีที่ผู้พิการทางสายตาเข้าไปยังอาคาร จึงควรค้นหาที่พิกัดสุดท้ายก่อนสัญญาณจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาดหาย และในการกดปุ่มควรกดทิ้งไว้ประมาณ 3 วินาที เนื่องจากมีอาจมีดีเลย์ที่เกิดขึ้นในระบบจากการส่งพิกัดผ่าน line notify ไปยังแอปพลิเคชันไลน์

3. ฐานข้อมูลที่ใช้ยังมีข้อจำกัดในการเก็บข้อมูล เนื่องจากมีเรื่องค่าใช้จ่ายเข้ามาเกี่ยวข้อง และเนื่องจากข้อจำกัดบางประการของแอปพลิเคชันติดตาม Tracking นั้นไม่สามารถบอกระห่างระหว่างเรากะผู้พิการได้ บอกได้เพียงตำแหน่งของผู้เปิดใช้งานแอปพลิเคชันและตำแหน่งของผู้พิการทางสายตาเคลื่อนที่ไปในทุก ๆ 3 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Yannawut Katanyukul. "ส่วนประกอบของ Arduino Board"
http://blog.mcp.ac.th/?p=166.

[2] Thai Easy Ele. "Arduino Nano 3.0".
https: // www.thaieasyelec.com/products/developmentboards/Arduino /official.

[3] Thai Easy Ele enable your design. "Arduino Nano 3.0".
http://www.boards-made-in-italy/arduino-uno-r3-detail.html.

[4] Narong ece.engr. "โมดูลไวไฟ ESP8266".
http://narong.ece.engr.tu.ac.th/ei444/document/ESP8266.pdf.

[5] IOXhop. "Ulbox NEO-M8N GPS module NEO-M8N2 with antenna".
https: // www.ioxhop.com/product/453/gy-neo6mv2-gps-module-neom 8nwith-antenna

[6] Arduino All "TFMini - Micro LiDAR".
https: // www.arduinoall.com/product/2164/TFmini

[7] Dfrobot. "TF Mini LiDAR (ToF) Laser Range Sensor SKU: SEN0259".
https: // www.dfrobot.com/wiki/index.php/TF_Mini_LiDAR (ToF)_Laser Range_Sensor_SKU:_SEN0259.

[8] Sparkfun. "TF Mini Lidar".
https://learn.sparkfun.com/tutorials/tfmini---micro-lidar-module-hookup.

[10] Medium. "Arduino Nano 3.0".
https: // medium.com/@pechpijitthapudom/esp8266-arduino-core-

[11] Arduitronics "Arduino Nano 3.0"
https://www.arduitronics.com/article/14/%E0E0% %B8%99-arduino- ide

[13] Ioxhop. "ESP8266 / ESP8285 กับการส่งการแจ้งเตือนเข้า LINE".
https://www.ioxhop.com/article/47/esp8266-esp8285.

[14] Suwat Nakchukaew. "สร้างการแจ้งเตือนด้วย Line Notify".
https://engineering.thinknet.co.th/-line-notify-670f9b20ac27.

[15] IOXhop. ".GPS module
https://www.ioxhop.com/product/453/gy-neo6mv2-gps-module-neo6 mv2-with-antenna.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

[16] Arduitronics. “TFMini - Micro LiDAR Module ”.
https://www.arduitro-nics.com/product/2062/tfmini-micro-lidar-module.

[17] dfrobot.com. “TF Mini LiDAR (ToF) Laser Range Sensor SKUSEN025 ”.
https: // www.dfrobot.com/wiki/index.php/ TF_Mini_LiDAR (ToF)_Laser _Range_Sensor_SKU:_SEN0259.

[18] Medium. “เชื่อมต่อ ESP8266 เพื่อรับสัญญาณ Wi-Fi ”.
https: // medium.com /@mintkhwan/ iot- AD-esp8266-wi-fi105dd935d

[19] Meduim. “วิธีการเบื้องต้นสำหรับ Sensor เชื่อมต่อโดยใช้ NodeMCU esp8266”.
https://medium.com/patcyber/nodemcu-esp8266-arduino-ide-83859a

[20] Ioxhop. “ESP8266 / ESP8285 กับการส่งการแจ้งเตือนเข้า LINE”.
https://www.ioxhop.com/article/47/esp8266-esp8285 .

[21] ArduinoAll. “MP3 Serial UART Arduino MP3 Control Music Player Module”.
https: // www.arduinoall.com/product/1867/mp3-serial-uart-arduino-mp3-control-music- player-module.

[22] AduinoAll. “Guide to NEO-M8N GPS Module with Arduino”.
https: // randomnerdtutorials.com/guide-to-neo-6m-gps-module-with-arduino/.

[23] ศิริลักษณ์ เรืองรุ่งโรจน์และอรุณีย์ อินทศร.“ทฤษฎีไลดาร์”.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ,2546.

[24] PIMORUNI. “Datasheet NodeMCU ESP8266”
https://shop.pimoroni.com/products/nodemcu-v2-lua-based-esp8266-development-kit

[25] Hand on Teach. “NodeMCU ESP8266”.
https: //handsontec.com/pdf_learn/esp8266V10.pdf%20%20%pin%20 definition

[26] ArduinoAll. “GPS NEO6M”.
https://www.arduinoall.com/product/149/neo-6m-ublox-u-blox-ublox-neo-6mv2-gps-module-gy-gps6mv2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

[40] Devahoy. "Android Design Relative Layout คืออะไร ? อธิบายพร้อมภาพประกอบ" https://devahoy.com/posts/android-design-relative-layout-tutorial/.

[41] Devahoy. "Android Design Relative Layout คืออะไร ?+อธิบายพร้อมภาพประกอบ" https://devahoy.com/posts/android-design-relative-layout-tutorial/.

[42] Devahoy. "ตัวอย่างการทำ ListView อ่านข้อมูล JSON ด้วย GSon" https://devahoy.com/posts/android-custom-listview-with-gson-tutorial/.

[43] Learn Some Thing. "Create Tabs in Android Studio with Tabbed Activity" https://www.youtube.com/watch?v=00LLd7qr9sA.

[44] Programmer World. "How to design a location tracking App using GOS in Android Studio – source code." https://www.youtube.com/watch?v=rN7x3ovWepM.

[45] bright varghese. " Android app to track your location using Google Map API " https://www.youtube.com/watch?v=qS1E-Vrk60E&t=1475s.

[46] Inside Android. " Create bueatiful login screen/Android Studio Tutorrial /App/ Login Screen " https://www.youtube.com/watch?v=GAdGmJxfcf8.

[47] Powered by Blogger . "Power Bank ประกอบด้วยอะไรบ้าง" http://powerbanksecret.blogspot.com/2018/01/power-bank_6.html

[48] เกร็ดความรู้.net. "Pocket WiFi คืออะไร หน้าที่ และประโยชน์" https://www.xn--12cg1cxchd0a2gzc1c5d5a.net/pocket-wifi/.

[49] ArduinoAll. "Usb to TTL" https://www.arduinoall.com/product/134/cp2102-module-usb-to-ttl.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้