

ระบบจัดเก็บข้อมูลทำแผนที่ด้วยโดรนถ่ายภาพระยะไกล

Aerial Imagery Mapping System using Long Range

Photogrammetry Drone



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบจัดเก็บข้อมูลทำแผนที่ด้วยโดรนถ่ายภาพระยะไกล

นายวรมธ ศิลปวิสุทธิ 59011171

นายวรวีทย์ ปธานวนิช 59011179

รศ. ดร.อรฉัตร จิตต์โสภักตร์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลทำแผนที่ด้วยโดรนถ่ายภาพระยะไกล โดยอาศัยการส่งข้อมูลระหว่างโดรน จากโดรนที่ถ่ายรูปรมายังโดรนที่เป็นตัว Repeater และส่งข้อมูลต่อมายัง Ground Station ที่ผู้ใช้งานอยู่ อุปกรณ์ที่ใช้คือ บอร์ด Raspberry Pi 3 ทำหน้าที่ควบคุมการส่งข้อมูลระหว่างโดรน เข้ารหัสรูปภาพ และถอดรหัสรูปภาพที่ Ground Station ตัวโมดูลที่ใช้คือ LoRa sx1278 มีข้อดีที่สามารถส่งข้อมูลได้ไกล น้ำหนักเบา และกินไฟต่ำ จากระบบนี้ผู้ใช้งานสามารถดูรูปภาพที่ถ่ายจากโดรนได้โดยไม่ต้องรอให้โดรนกลับมา แก้ปัญหาการส่งข้อมูลระยะไกลโดยไม่ต้องใช้ดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Aerial Imagery Mapping System using Long Range

Photogrammetry Drone

Mr. Woramate Silapawisut 59011171

Mr. Warrawit patanavanich 59011179

Assoc.Prof.Dr. Orachat Chitsobhuk Advisor

Academic Year 2019

ABSTRACT

This project is initiated to develop aerial imagery mapping system using long range photogrammetry drone by relying on the transmission of information between drones. The transmission starts from the survey drone sending the pictures to the Repeater. The transmission operates repeatedly until reaching the ground station where the user is located. The survey drone and the ground station consist of a Raspberry Pi 3 boards that control data transfer between drones, encode images at the survey drone and decode the images at the Ground Station. The modules LoRa sx1278, which has the advantage of being able to transmit data at long distances, lightweight and low power consumption, are used as transceivers. From this system, users can see pictures from the drone without having to wait for the drone to return. This can help to solve the problem of remote data transmission without the use of satellites.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา อำนวยสถานที่ทำโครงการ ตลอดจนการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งของ รศ.ดร. อรรถจักร จิตต์โสภักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ตลอดจนคณาจารย์ บุคลากร และนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ตลอดจนความรู้ต่าง ๆ ที่นำมาแบ่งปันเพื่อใช้ในการทำโครงการครั้งนี้

ผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

นายวรมธ ศิลปวิสุทธิ์
นายวรวีทย์ ปธานวนิช



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของโครงการ	2
1.5 ข้อจำกัดของโครงการ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 Spring.....	4
2.2 Spring Boot.....	7
2.3 RESTful Web Services	7
2.4 Retrofit 2.....	7
2.5 MVC Design Pattern	7
2.6 Microservices Architecture	9
2.7 MySQL	10
2.8 ภาษาจาวา.....	10
2.9 JWT	11
2.10 LoRa	12
2.11 LoRa32u4 LoRa RA-02 433MHz	14
2.12 LoRa32u4 II Lora LiPo Atmega32u4 SX1276 HPD13 868MHz EU Antenna.....	15
2.13 nRF24L01 Single Chip 2.4GHz Transceiver	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.14 Raspberry Pi 3 Model B+.....	18
2.15 ภาษา Python.....	20
2.16 Camera Module for Raspberry Pi 3.....	21
บทที่ 3 การออกแบบและการพัฒนา.....	22
3.1 ภาพรวมระบบ.....	22
3.2 ภาพรวมการส่งข้อมูลระหว่างโหนดโดยใช้ LoRaSX1278 เป็นตัวส่งและรับข้อมูล..	24
3.3 ภาพรวมการส่งข้อมูลในส่วน Repeater	29
3.4 ภาพรวมระบบส่วน โมบายแอปพลิเคชัน.....	30
3.5 Mobile Sitemap.....	31
3.6 การออกแบบ Use Case	32
3.7 การออกแบบ sequence diagram	40
3.8 Class diagram	46
3.9 การออกแบบฐานข้อมูล.....	49
3.10 การออกแบบการใช้งานส่วน โมบายแอปพลิเคชัน.....	53
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	63
4.1 การส่งรับข้อมูลระยะไกล.....	63
4.2 การทดลองการบีบอัดรูปภาพ.....	75
4.3 การทดลองการอัปโหลดรูปภาพและรูปภาพจาก โมบายแอปพลิเคชัน	81
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	89
5.1 บทสรุป.....	89
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	89
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ.....	90
บรรณานุกรม.....	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 Use Case เข้าสู่ระบบ	33
3.2 Use Case สมัครสมาชิก	33
3.3 Use Case สมัครสมาชิก	34
3.4 Use Case ดูรูปภาพในบริเวณ	34
3.5 Use Case จัดเก็บรูปภาพ	35
3.6 Use Case จัดการอุปกรณ์	35
3.7 Use Case เพิ่มอุปกรณ์	35
3.8 Use Case ลบอุปกรณ์	36
3.9 Use Case จัดการเที่ยวบิน	36
3.10 Use Case ดูเที่ยวบินปัจจุบัน	37
3.11 Use Case ดูประวัติการบิน	37
3.12 Use Case สร้างเที่ยวบินใหม่	37
3.13 Use Case กำหนดเส้นทางการบิน	38
3.14 Use Case ยกเลิก/หยุด เที่ยวบิน	39
3.15 รายละเอียดรูปภาพ(Image Detail)	50
3.16 ข้อมูลผู้ใช้ (User)	50
3.17 ข้อมูลเที่ยวบิน (Flight)	51
3.18 เส้นทางเที่ยวบิน (Flight Route)	51
3.19 ข้อมูลอุปกรณ์ (Device)	52
3.20 มาร์กเกอร์ (Marker)	52
3.21 รายละเอียดไฟล์รูปภาพ (Flies)	52
4.1 ผลการทดลองส่งรับข้อมูลระยะไกลด้วย nRF24101	65
4.2 ผลการทดลองส่งรับข้อมูลระยะไกลด้วย LoRa32u4	69
4.3 ผลการทดลองส่งรับข้อมูลระยะไกลด้วย LoRa โดยใช้ Repeater เป็นตัวขยายระยะการส่ง	74
4.4 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ JpegTurbo สำหรับภาพขนาด 4k 24 bit และมีขนาดไฟล์ 41MB	76
4.5 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ OpenCV สำหรับภาพขนาด 4k 24 bit และมีขนาดไฟล์ 41MB	76
4.6 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ JpegTurbo สำหรับภาพขนาด 2k 24 bit และมีขนาดไฟล์ 18MB	77
4.7 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ OpenCV สำหรับภาพขนาด 2k 24 bit และมีขนาดไฟล์ 10MB	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และดัดแปลงอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.8 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ JpegTurbo สำหรับภาพขนาด full hd 24 bit และมีขนาดไฟล์ 18MB ..78	
4.9 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ OpenCV สำหรับภาพขนาด full hd 24 bit และมีขนาดไฟล์ 10MB78	
4.10 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ JpegTurbo สำหรับภาพขนาด hd 24 bit และมีขนาดไฟล์ 4MB79	
4.11 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ OpenCV สำหรับภาพขนาด hd 24 bit และมีขนาดไฟล์ 4MB.....79	
4.12 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ JpegTurbo สำหรับภาพขนาด vga 24 bit และมีขนาดไฟล์ 1MB80	
4.13 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ OpenCV สำหรับภาพขนาด vga 24 bit และมีขนาดไฟล์ 1MB.....80	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตั้ง VII ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
2.1 โครงสร้างของ Spring Framework	4
2.2 โครงสร้างของ MVC	8
2.3 การทำงานของ Monolithic และ Microservices	9
2.4 โครงสร้างของ JWT	11
2.5 โมดูล LoRa RA-01	12
2.6 โมดูล LoRa RA-02	13
2.7 LoRa32u4 LoRa RA-02 433MHz	14
2.8 LoRa32u4 Atmega32u4 868MHZ	15
2.9 nRF24L01 Single Chip 2.4GHz Transceiver	17
2.10 Raspberry Pi 3 Model B+	18
2.11 Camera Module for Raspberry Pi 3	21
3.1 ภาพรวมระบบ	22
3.2 ภาพการส่งข้อมูลระหว่างโหนดโดยใช้ LoRa SX1278 เป็นตัวส่งและตัวรับข้อมูล	24
3.3 Flowchart การทำงานในส่วนของโหนดถ่ายภาพ	26
3.4 โครงสร้างชุดข้อมูลของ LoRa SX1278	27
3.5 Flowchart การทำงานในส่วน Ground Station	28
3.6 Flowchart การทำงานในส่วน Repeater	29
3.7 ภาพรวมระบบในส่วนของโมบายแอปพลิเคชัน	30
3.8 mobile site map	31
3.9 Use case diagram	32
3.10 ลำดับการเข้าสู่ระบบ	40
3.11 ลำดับการสมัครสมาชิก	41
3.12 ลำดับการดูรูปภาพ	42
3.13 ลำดับการสร้างเที่ยวบินใหม่	43
3.14 ลำดับการเพิ่มอุปกรณ์	44
3.15 ลำดับการลบอุปกรณ์	45
3.16 Class diagram ส่วนที่ 1	46
3.17 Class diagram ส่วนที่ 2	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
3.18 Class diagram ส่วนที่ 3	48
3.19 Database Schema	49
3.20 หน้าเข้าสู่ระบบ	53
3.21 ภาพหน้า Register	54
3.22 หน้าแผนที่	55
3.23 หน้าแสดงรูปทั้งหมดในบริเวณนั้น	56
3.24 หน้าแสดงรูป	57
3.25 หน้าจัดการเที่ยวบิน	58
3.26 หน้าสร้างเที่ยวบินใหม่	59
3.27 หน้าตั้งค่า	60
3.28 หน้าจัดการอุปกรณ์	61
3.29 หน้าเพิ่มอุปกรณ์	62
4.1 ภาพต้นฉบับที่ใช้ในการทดลองส่งรับข้อมูลระยะไกลด้วย nRF24101	63
4.2 สถานที่ทำการทดลองส่งรับข้อมูลระยะไกลด้วย nRF24101	64
4.3 ไฟล์ที่ได้จากการทดลองส่งจาก nrf ที่ระยะ 20 เมตร และ 50 เมตร	66
4.4 ภาพต้นฉบับที่ใช้ในการทดลองส่งรับข้อมูลระยะไกลด้วย LoRa32u4	67
4.5 สถานที่ทำการทดลองส่งรับข้อมูลระยะไกลด้วย LoRa32u4	68
4.6 ไฟล์ที่ได้จากการทดลองส่งที่ระยะ 500 และ 1000 เมตร ด้วยค่า SF ต่าง ๆ	70
4.7 การส่งรับข้อมูลระยะไกลด้วย LoRa โดยใช้ Repeater เป็นตัวขยายระยะการส่ง	71
4.8 สถานที่ทำการทดลองส่งรับข้อมูลที่ระยะ 500 และ 1000 เมตร	73
4.9 ไฟล์ที่ได้จากการทดลองส่งที่ระยะ 500 เมตร	74
4.10 ไฟล์ที่ได้จากการทดลองส่งที่ระยะ 1000 เมตร	74
4.11 ไฟล์ที่ใช้ในการทดสอบการบีบอัดรูปภาพ	75
4.12 parameter ต่าง ๆ ใน postman	82
4.13 ไม่สามารถอัปโหลดรูปภาพได้เนื่องจากไม่พบอุปกรณ์	82
4.14 การเพิ่มอุปกรณ์	83
4.15 ไม่สามารถอัปโหลดรูปภาพได้เนื่องจากไม่พบเที่ยวบิน	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.16 การสร้างที่ขวิดบิน	85
4.17 อัฟโหลดสำเร็จ	86
4.18 ภาพที่แสดงขึ้นมามบนแผนที่	87



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันอากาศยานไร้คนขับหรือยูเอวี (Unmanned Aerial Vehicle) ได้เข้ามามีบทบาทในการช่วยเหลือหรืออำนวยความสะดวกในหลายๆด้าน ด้วยความเป็นอุปกรณ์ควบคุมจากระยะไกลจึงถูกนำมาใช้ในด้านทางการทหาร เช่น การเป็นเป้าล่อให้กับพลปืนต่อต้านอากาศยานได้ ฝึกลูกเรือ การสอดแนมในพื้นที่อันตรายหรือพื้นที่ศัตรู การทำภารกิจโจมตี เป็นต้น นอกจากนี้ยังถูกนำมาใช้ในด้านการบิน การวิจัยและพัฒนา การพลเรือนและการตลาด และด้านอื่นๆอีกมากมาย การนำอากาศยานไร้คนขับมาช่วยในการทำแผนที่เองก็เช่นกัน การสำรวจทางภูมิศาสตร์และการทำภาพถ่ายทางอากาศถือเป็นสิ่งที่ยูเอวีหรือ โดรนถูกนำมาใช้มากที่สุดด้านหนึ่ง การจัดทำแผนที่จะทำการบันทึกภาพถ่ายจากดาวเทียมหรือภาพถ่ายทางอากาศโดยใช้เครื่องบินและช่างภาพขึ้นไปถ่ายภาพจากมุมสูง ซึ่งทั้งสองวิธีนี้มีจุดด้อยที่ต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงและมีความล่าช้า เพราะต้องใช้เวลาในการเตรียมตัวและการขออนุญาตในการบินและถ่ายภาพ นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดด้านค่าใช้จ่ายอีกด้วย ยูเอวีหรือ โดรนจึงเข้ามาแก้ปัญหานี้ด้วยความสะดวกสบาย พกพาง่ายสามารถขึ้นบินได้ตลอดเวลา ค่าใช้จ่ายน้อย ได้ภาพที่นิ่งอยู่ในระดับเสมอกันเพราะถือความสูงได้ สามารถกำหนดขอบเขตและความละเอียดของภาพได้ ยูเอวีหรือ โดรนจึงถูกนำมาแทนที่วิธีเดิม ๆ ที่ใช้กัน

ในการทำแผนที่หลายๆครั้งจำเป็นต้องส่งโดรนออกไปถ่ายภาพในพื้นที่ที่อยู่นอกระยะการสตรีมภาพของโดรน ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถดูภาพที่ถ่ายมาในขณะนั้นได้ จำเป็นต้องรอนกว่าโดรนจะบินกลับมายังจุดที่เสต way point ไว้ ซึ่งจะใช้เวลาค่อนข้างนานกว่าโดรนจะกลับมา หากรูปที่ถ่ายมาไม่สามารถนำมาใช้ในการสร้างแผนที่ได้จะเท่ากับว่าเป็นการเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ โดยสากลโดรนจะอาศัยสัญญาณดาวเทียมในการสตรีมภาพที่ไกลกว่าระยะเดิมที่โดรนสามารถสตรีมภาพได้ เนื่องจากประเทศไทยนั้นไม่มีดาวเทียมเป็นของตัวเอง ทำให้ในบางหน่วยงานที่ทำแผนที่ไม่สามารถใช้วิธีนี้ได้

จากปัญหาข้างต้นที่กล่าวมา ทางผู้จัดทำได้พัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลทำแผนที่ด้วยโดรนถ่ายภาพระยะไกล โดยอาศัยการส่งข้อมูลระหว่างโดรน จากโดรนที่ถ่ายรูปมายังโดรนที่เป็นตัว Repeater และส่งมาเรื่อยๆจนมาถึง Ground Station ที่ผู้ใช้งานอยู่ อุปกรณ์ที่ใช้คือ บอร์ด Raspberry

Pi 3 ทำหน้าที่ควบคุมการส่งข้อมูลระหว่างโดรน เข้ารหัสรูปภาพ และถอดรหัสรูปภาพที่ Ground Station นี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Station ตัวโมดูลที่ใช้คือ LoRa32u4 มีข้อดีที่สามารถส่งข้อมูลได้ไกล น้ำหนักเบา และกินไฟต่ำ จากระบบนี้ผู้ใช้งานสามารถดูรูปถ่ายที่ถ่ายจากโดรนได้โดยไม่ต้องรอให้โดรนกลับมา แก้ปัญหาการส่งข้อมูลระยะไกลโดยไม่ต้องใช้ดาวเทียม

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อพัฒนาระบบการส่งข้อมูลระยะไกลของโดรนโดยไม่อาศัยสัญญาณดาวเทียม
- 2) เพื่อพัฒนารูปแบบการส่งข้อมูลระยะไกลของโดรนด้วยอุปกรณ์ที่มีต้นทุนต่ำและสามารถใช้งานได้จริง
- 3) เพื่อสร้าง Mobile Application ที่สามารถใช้งานร่วมกับโดรนได้
- 4) เพื่อศึกษาการเขียน Mobile Application
- 5) เพื่อศึกษาการใช้งานและข้อจำกัดของ Lora

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ระบบที่สามารถส่งข้อมูลระยะไกลของโดรนได้โดยไม่ต้องอาศัยสัญญาณดาวเทียม
- 2) รูปแบบการส่งข้อมูลระยะไกลด้วยอุปกรณ์ต้นทุนต่ำที่สามารถใช้งานได้
- 3) Mobile application ที่สามารถเรียกดูภาพถ่ายจาก Database และสามารถกำหนดตำแหน่งการบินของโดรนได้
- 4) Mobile application สามารถนำภาพถ่ายจากโดรนมาจัดเรียงตามตำแหน่งการบินเก็บข้อมูลของโดรนบนแผนที่

1.4 ขอบเขตของโครงการ

- 1) ระบบที่พัฒนาในส่วนของการสื่อสารระหว่างโดรนประกอบด้วย โดรนที่ถ่ายภาพ ตัวโดรนที่เป็นตัว Repeater 1 ตัว และ Ground Station 1 จุด
- 2) ระบบการส่งข้อมูลระหว่างโดรนสามารถส่งได้ครั้งละ 1 รูปเท่านั้น ต้องรองจนกว่าจะส่งรูปนี้เสร็จจึงสามารถส่งรูปถัดไปได้และระหว่างการส่งข้อมูลไม่สามารถกดยกเลิกได้ต้องรอให้ส่งเสร็จเท่านั้น

3) โมดูลที่นำมาใช้ได้ทำการเซตช่องชาแนลสำหรับแต่ละคู่วิวไม่สามารถสลับคูกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) ตัว Raspberry Pi 3 ที่ Ground Station สามารถเชื่อมต่อกับโคโรนได้เพียงตัวเดียว
- 5) ภาพถ่ายที่ใช้ในการส่งเป็นภาพสี ชนิด jpg, jpeg, png มีขนาดไม่เกิน 10 KB
- 6) Mobile application จะต้องเปิดใช้งานอินเทอร์เน็ตและระบบ GPS
- 7) Mobile application ใช้ได้ในระบบปฏิบัติการ Android API 24 ขึ้นไปเท่านั้น
- 8) Mobile application ไม่สามารถติดต่อไปยังตัวอุปกรณ์โดยตรงได้
- 9) Mobile application สามารถใช้ในรูปแบบแนวตั้งเท่านั้น

1.5 ข้อจำกัดของโครงการ

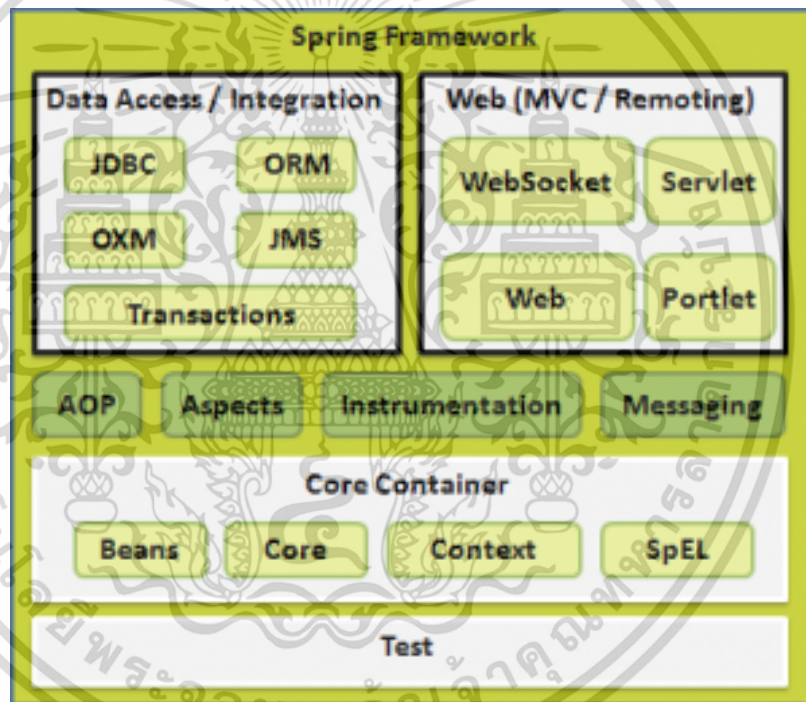
เนื่องจากโมดูลที่ทางผู้จัดทำได้นำมาใช้เป็นโมดูลที่เน้นไปทางระยะการส่งที่ไกลจึงแลกมาด้วยอัตราการส่งข้อมูลที่ต่ำมากทำให้การส่งข้อมูลแต่ละครั้งนั้นจะใช้เวลาค่อนข้างนาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดภาพที่ส่งไป แต่ไม่ควรเกิน 10KB จำนวน Repeater หรือ hop ที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อระยะเวลาในการส่งและความถูกต้องของข้อมูล

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Spring

Spring เป็น lightweight สำหรับ Java Enterprise ซึ่งเกิดมาเพื่อให้ programmer สามารถเขียนโปรแกรมง่ายกว่าสมัยก่อนที่ heavyweight มากหรือที่รู้จักกันดี Enterprise JavaBeans (EJBs) และมาพร้อมกันความสามารถ dependency injection, aspect-oriented programming และ Plain Old Java Objects (POJOs) ซึ่งเป็นคลาสง่ายๆธรรมดา และยังสามารเขียน unit test ได้ง่ายมาก ๆ



รูป 2.1 โครงสร้างของ Spring Framework

จากรูป Spring Framework จะพบว่า Spring MVC (ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในการพัฒนา web application) เป็นเพียงหนึ่งในหลายๆ Module ของ Spring Framework แบ่งได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 Core Container

ประกอบด้วย Core, Beans, Context, และ Expression Language modules(SpEL)

- 1) Core module เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของ framework รวมไปถึง IoC และ Dependency Injection
- 2) Bean module ให้บริการ BeanFactory ในรูปแบบ factory pattern
- 3) Context module ถูกสร้างโดย Core และ Beans modules และยังคงถูกใช้เป็นตัวกลางในการเข้าถึง object ต่างๆ และใช้ในการกำหนดค่าต่างๆ ให้ object
- 4) SpEL module ให้บริการ expression language ซึ่งใช้สำหรับ query และจัดการกับ object

2.1.2 Data Access/Integration

ประกอบไปด้วย JDBC, ORM, OXM, JMS และ Transaction modules ตามรายละเอียดด้านล่าง

- 1) JDBC module ทำให้การเชื่อมต่อ jdbc โดยไม่ต้อง coding
- 2) ORM module ให้บริการ object-relational mapping APIs ซึ่งประกอบด้วย JPA, JDO, Hibernate และ iBatis
- 3) OXM module ให้บริการ Object/XML mapping ซึ่งต้องใช้ใน JAXB, Castor, XMLBeans, JiBX และ XStream
- 4) Java Messaging ให้บริการ JMS module ประกอบด้วย features สำหรับรับและส่ง message.
- 5) Transaction module สนับสนุน transaction management สำหรับ class ซึ่ง implement special interfaces

2.1.3 Web layer

ประกอบด้วย Web module ,Web-MVC, Web-Socket, และ Web-Portlet modules ตามรายละเอียดด้านล่าง

2.1.3.1 Web module

ให้บริการการทำงานพื้นฐานของเว็บ เช่น multipart file-upload และ Inversion of Control(IoC)

2.1.3.2 Web-MVC module

ประกอบด้วย model-view-controller (MVC) ซึ่งใช้สำหรับพัฒนา Web Application

2.1.3.3 Web-Socket module

สนับสนุนงานที่ต้องใช้ web socket, การสื่อสารสองทางระหว่าง client และ server ใน web application

2.1.3.4 Web-Portlet

สนับสนุนการใช้งาน MVC บน Portlet (portlet คือ web application แต่ portlet จะเป็นระบบย่อยๆ ที่จะถูกจัดการด้วย Portal กล่าวคือ ถ้าจะเปรียบ Portal เป็น OS ตัว portlet คือ application)

2.1.4 Miscellaneous module

มีดังนี้ AOP, Aspects, Instrumentation, Web และ Test modules ตามรายละเอียดด้านล่าง

2.1.4.1 AOP module

สนับสนุนแนวความคิด aspect-oriented programming (AOP) (AOP เป็น paradigm หนึ่งของการเขียนโปรแกรมที่เพิ่มความเป็นโมดูลโดยอนุญาตให้แยกคอนเซ็ปต์แบบตัดขวางได้)

2.1.4.2 Aspects module

สนับสนุน AspectJ (เป็นการเพิ่มเติมโครงสร้างภาษาใหม่เข้าไปในภาษา java เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมแบบ AOP ใน java)

2.1.4.3 Instrumentation module

สนับสนุนการจัดการเกี่ยวกับ class

2.1.4.4 Messaging module

สนับสนุน Text Oriented Message Protocol (STOMP) เช่น WebSocket

2.1.4.5 Test module

สนับสนุนการทดสอบ Spring components ด้วย JUnit หรือ TestNG frameworks

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Spring Boot

Spring Boot เป็น framework ของ spring framework อีกทีหนึ่ง ซึ่งช่วยลดความซับซ้อนในการ Config และลดขั้นตอนในการเพิ่ม library ต่าง ๆ และมี Built-in web server เช่น tomcat apache, jetty ทำให้สามารถ start ขึ้นมาได้ง่าย โดยไม่ขึ้นกับ server ใด ๆ ช่วยให้การสร้าง Web Application, Web API และ Micro Service ได้ง่ายขึ้น

2.3 RESTful Web Services

Web Service ที่ใช้ REST architectural style เป็นที่รู้จักกันในชื่อ RESTful web services (RWS). RESTful Web service อนุญาตให้ระบบ Request และเข้าถึง Resource บนเว็บ โดยใช้ชุดคำสั่งที่กำหนดเอาไว้ล่วงหน้า โดยที่การโต้ตอบของระบบที่ใช้ REST จะอยู่บนพื้นฐานของ Hypertext Transfer Protocol (HTTP). Request จะส่งคำขอไปยัง URI ที่กำหนด และส่งเอา response กลับมาเป็น Payload ในแบบ HTML, XML, JSON หรือ format อื่น ๆ

2.4 Retrofit 2

Retrofit คือ REST Client API ที่ใช้การเชื่อมต่อ Http สำหรับจัดการข้อมูล Json หรือ XML จุดเด่นของ Retrofit คือ แปลงข้อมูลเป็น POJO (Plain Old Java Object) สามารถใช้ได้ทั้ง GET หรือ POST จุดเด่นของ Retrofit อีกอย่างคือ มี OkHttp และ Gson เป็น built-in อยู่ในนี้ด้วย

2.5 MVC Design Pattern

MVC เป็นตัวย่อของคำว่า Model View Controller ใช้เรียกรูปแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีโครงสร้างซึ่งแบ่งออกมา เป็น 3 ส่วนหลัก ตามตัวย่อของชื่อ รูปแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบ MVC ถูกนำไปใช้ในขั้นตอนการพัฒนาหลายภาษา เพราะ MVC เป็นเพียงหลักการออกแบบโปรแกรม (Design Pattern) รูปแบบหนึ่งเท่านั้น ซึ่งเป็นที่นิยมมากในการนำมาพัฒนาแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์แต่ละแพลตฟอร์ม และประยุกต์ใช้ในอีกหลาย ๆ ด้าน

2.5.1 Model

คือส่วนของการเก็บรวบรวมข้อมูล ไม่ว่าจะข้อมูลนั้น ๆ จะถูกจัดเก็บในรูปแบบใดก็ตาม ในฐานข้อมูล แบบเป็น Object Class หรือที่นิยมเรียกกันว่า VO (Value Object) หรือเก็บเป็นไฟล์ข้อมูลเลย เมื่อข้อมูลถูกโหลดเข้ามาจากที่ต่าง ๆ และเข้ามายังส่วนของโมเดล ตัวโมเดลจะทำการจัดการเตรียมข้อมูลให้เป็นรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อรอการร้องขอข้อมูลจากส่วนของ Controller

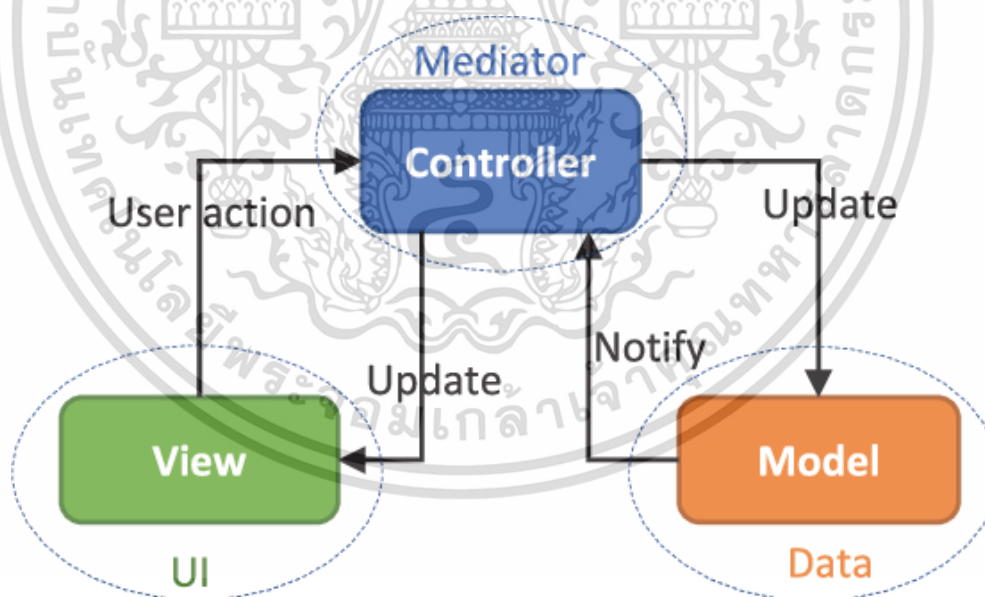
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 View

คือส่วนของการแสดงผล หรือส่วนที่จะปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน (User Interface)
หน้าที่ของ view ในการเขียนโปรแกรมแบบ MVC คือคอยรับคำสั่งจากส่วนของ Controller และ
End User เริ่มแรกเลยตัววิว อาจจะได้รับคำสั่งจาก Controller ให้แสดงผลหน้า Home และเมื่อ
ผู้ใช้งานหน้าเว็บกดปุ่มสั่งซื้อ View จะส่งข้อมูลไปให้ Controller เพื่อประมวลผลและแสดง
บางอย่างจาก Action นั้น

2.5.3 Controller

คือส่วนของการเริ่มทำงาน และรับคำสั่ง โดยที่คำสั่งนั้นจะเกิดขึ้นในส่วนการติดต่อกับ
ผู้ใช้งานคือ view เมื่อผู้ใช้งานทำการ Interactive กับ UI view จะเกิดเหตุการณ์หรือข้อมูลบางอย่าง
ขึ้น ตัววิวจะส่งข้อมูลนั้นมายัง controller ตัว controller จะทำการประมวลผลโดยบางคำสั่งอาจจะ
ต้องไปติดต่อกับ model ก่อนเพื่อทำการประมวลผลข้อมูลอย่างถูกต้องเรียบร้อยแล้วก็จะส่งไปยัง
view เพื่อแสดงผลตามคำสั่งที่ end user ร้องขอมา Controller จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่าง
Model และ View ให้ทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพและตรงกับความต้องการของ End User
มากที่สุด



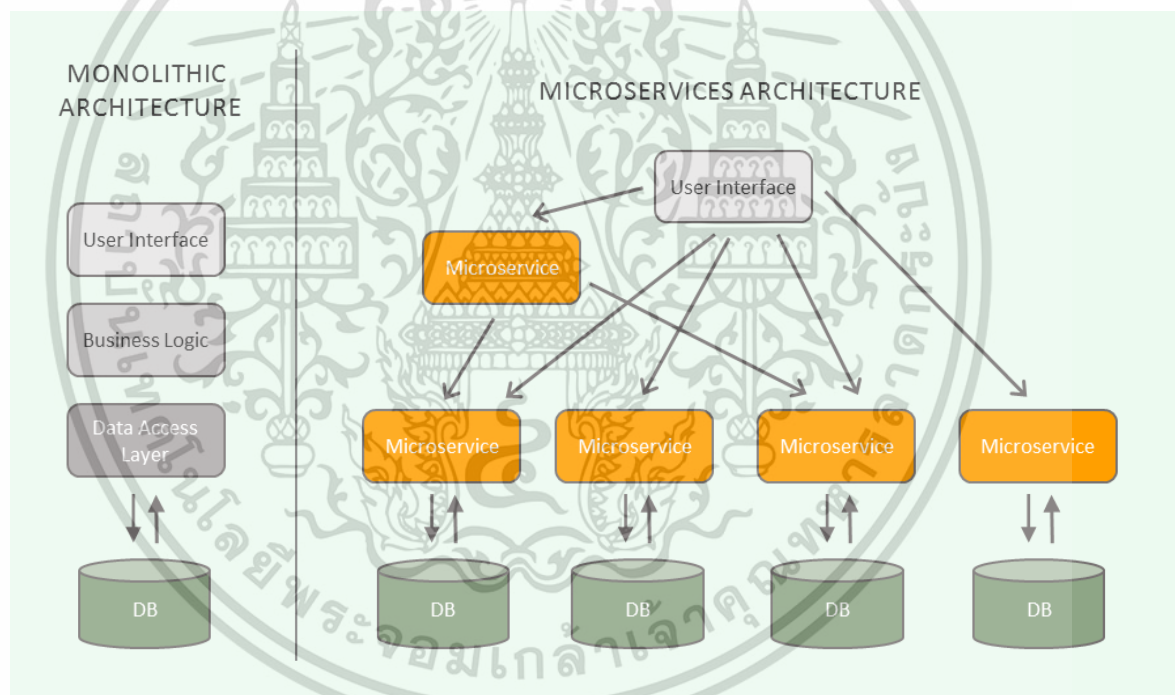
รูป 2.2 โครงสร้างของ MVC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Microservices Architecture

Microservices นั้นเป็นรูปแบบใหม่ในการออกแบบ software architecture โดยจะมีลักษณะการพัฒนาที่แบ่ง application ออกเป็น เซอร์วิส ย่อยๆ และทำงานอยู่บน process ของตัวเองและติดต่อกับ เซอร์วิส อื่นๆ ง่ายๆ โดยส่วนใหญ่แล้วจะนิยมติดต่อกับผ่าน REST API โดยแต่ละ เซอร์วิส นั้นจะถูกสร้างขึ้นมาเพื่อทำงานตามที่ business ต้องการ และสามารถ deploy แยกกันได้ อย่างอิสระและเป็นการ deploy แบบอัตโนมัติ

โดยในการพัฒนา application ในแบบ microservices นั้น จะพยายามลดการจัดการแบบ ศูนย์รวม (centralized management) ลงในแต่ละ services ไม่จำเป็นที่จะต้องเขียนด้วยภาษาโปรแกรมมิ่งแบบเดียวกันและสามารถเลือกใช้วิธีการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกันออกไปตามความเหมาะสมของแต่ละ services ได้



รูป 2.3 การทำงานของ Monolithic และ Microservices

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 MySQL

MySQL คือ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล ที่พัฒนาโดยบริษัท MySQL AB มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่ง SQL เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล ที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่นอย่างบูรณาการ เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับ ความต้องการของผู้ใช้ เช่น ทำงานร่วมกับเครื่องบริการเว็บ (Web Server) เพื่อให้บริการแก่ภาษาสคริปต์ที่ทำงานฝั่งเครื่องบริการ (Server-Side Script) เช่น ภาษา php ภาษา asp.net หรือภาษาเจเอสพี เป็นต้น หรือทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ (Application Program) เช่น ภาษา วิวอลเบสิกคอตเน็ต ภาษาจาวา หรือภาษาซีชาร์ป เป็นต้น โปรแกรมถูกออกแบบให้สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย และเป็นระบบฐานข้อมูลโอเพนซอร์ซ (Open Source) ที่ถูกนำไปใช้งานมากที่สุด

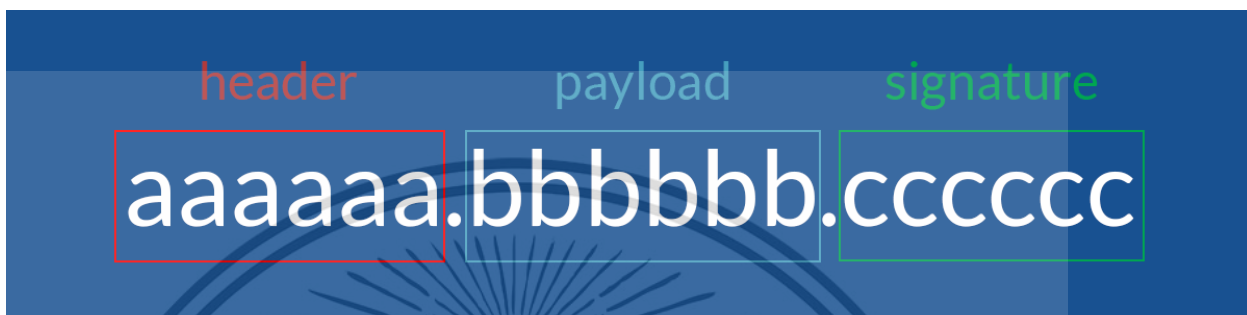
2.8 ภาษาจาวา

Java หรือ Java programming language คือภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ พัฒนาโดย เจมส์ กอสลิง และวิศวกรคนอื่นๆ ที่บริษัท ซัน ไมโครซิสเต็มส์ ภาษานี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้แทนภาษาซีพลัสพลัส C++ โดยรูปแบบที่เพิ่มเติมขึ้นคล้ายกับภาษาอ็อบเจกต์ทีฟซี (Objective-C) แต่เดิมภาษานี้เรียกว่า ภาษาโอ๊ก (Oak) ซึ่งตั้งชื่อตามต้น โอ๊กใกล้ที่ทำงานของ เจมส์ กอสลิง แล้วภายหลังจึงเปลี่ยนไปใช้ชื่อ "จาวา" ซึ่งเป็นชื่อกาแฟแทน จุดเด่นของภาษา Java อยู่ที่ผู้เขียน โปรแกรมสามารถใช้หลักการของ Object-Oriented Programming มาพัฒนาโปรแกรมของตนด้วย Java ได้

ภาษา Java เป็นภาษาสำหรับเขียน โปรแกรมที่สนับสนุนการเขียน โปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP : Object-Oriented Programming) โปรแกรมที่เขียนขึ้นถูกสร้างภายในคลาส ดังนั้นคลาสคือที่เก็บเมทอด (Method) หรือพฤติกรรม (Behavior) ซึ่งมีสถานะ (State) และรูปพรรณ (Identity) ประจำพฤติกรรม (Behavior)

2.9 JWT

JSON Web Token (JWT) เป็นมาตรฐานเปิด (RFC 7519) ที่เข้ามาแก้ปัญหาการส่งข้อมูลอย่างปลอดภัยระหว่างกัน โดยที่ถูกรูปแบบไว้ว่า จะต้องมียุทธศาสตร์ที่กระชับ (Compact) และเก็บข้อมูลภายในตัว (Self-contained)



รูป 2.4 โครงสร้างของ JWT

JWT เป็น Token หรือ ชุดตัวอักษรชุดหนึ่ง โดยมีโครงสร้างแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

2.9.1 Header

ส่วนนี้จะบ่งบอกว่า ข้อความชุดนี้ ใช้รหัสแบบใด (เช่น SHA256, RSA)

2.9.2 Payload

เป็นส่วนของข้อมูลที่จะถูกนำไปใช้ เช่น User ID, Roles ของผู้ใช้, E-mail ผู้ใช้ เป็นต้น

2.9.3 Signature

ส่วน Digital Signed ซึ่งเหมือนลายเซ็นที่ท้ายไว้ใช้คีย์เป็น Token ที่ถูกสร้างอย่างถูกต้องหรือไม่ เพราะหากมี Hacker ใจเปลี่ยนข้อมูลใน Payload ทำให้ Signature ไม่ตรงและ Token นั้นก็จะไม่ถูกนำมาใช้ เพราะเชื่อถือไม่ได้

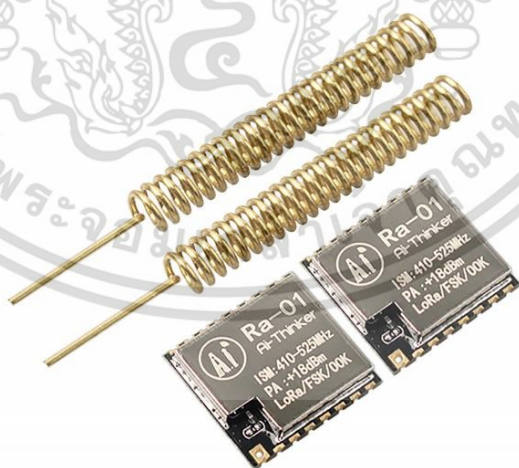
2.10 LoRa

LoRa เป็นเทคโนโลยีการมอดูเลชัน หรือการเข้ารหัสสัญญาณทางไฟฟ้าในรูปแบบเฉพาะ การมอดูเลชัน LoRa เป็นลิขสิทธิ์เฉพาะของบริษัท Semtech ที่ผูกขาดลิขสิทธิ์การมอดูเลชัน LoRa และเป็นผู้เดียวที่ผลิตชิปไอซีสื่อสารไร้สายที่มีการมอดูเลชัน LoRa ได้ การใช้งาน LoRa สามารถใช้งานได้แบบเสรี คือหากมีฮาร์ดแวร์ ก็สามารถนำมาใช้ในการสื่อสารได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องใช้บริการจากผู้ให้บริการต่าง ๆ

คำว่า “LoRa” ย่อมาจาก Long range มักถูกนำไปใช้เรียกอุปกรณ์ที่ใช้การมอดูเลชัน LoRa เนื่องจากอุปกรณ์กลุ่มนี้สามารถสื่อสารด้วยกันได้ โดยจะตั้งอยู่บนพื้นฐานของระยะห่างระหว่างตัวรับ และตัวส่ง อัตราขยายของเสาอากาศ กำลังส่ง และสัญญาณรบกวน สิ่งพื้นฐานเหล่านี้ล้วนเป็นตัวแปรที่ทำให้ระยะในการส่งข้อมูลมีมากขึ้นหรือลดลง รวมถึงความเร็วในการสื่อสาร และการตกหล่นของข้อมูล

โมดูลสื่อสารไร้สาย LoRa RA-0x ผลิตและออกแบบโดย AI Thinker มีชื่อเสียงมาจากการผลิตโมดูล ESP8266 สำหรับโมดูลสื่อสารไร้สายกลุ่ม LoRa ที่ AI Thinker ออกแบบและผลิต ปัจจุบันมีด้วยกัน 2 รุ่นดังนี้

2.10.1 LoRa RA-01



รูป 2.5 โมดูล LoRa RA-01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นโมดูลสื่อสารไร้สายกลุ่ม LoRa ใช้ชิปไอซีเบอร์ SX1278 สามารถกำหนดความแรงการปล่อยสัญญาณได้สูงสุด 17dBm มีทั้งหมด 16 ขา ระยะห่างแต่ละขา 2 มิลลิเมตร ความกว้าง 16 มิลลิเมตร เสออากาศแบบขดลวดจะแถมมาด้วยกับตัวโมดูล ด้านแรงดันไฟฟ้าที่สามารถใช้งานได้คือ 3.3V

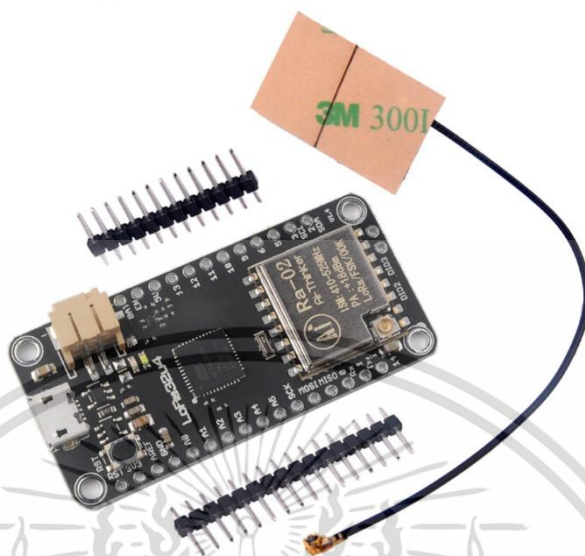
2.10.2 LoRa RA-02



รูป 2.6 โมดูล LoRa RA-02

สำหรับรุ่น RA-02 จะมีคุณสมบัติเหมือนกันกับรุ่น RA-01 และมีขาต่อใช้งานที่คล้ายกัน เพียงแต่จะไม่มีเสออากาศแบบขดลวดมาให้ และการต่อเสออากาศจะสามารถทำได้ผ่านการใส่คอนเนคเตอร์ IPX แต่เนื่องจากเสออากาศส่วนใหญ่ใช้คอนเนคเตอร์แบบ SMA จึงจำเป็นต้องใช้สายแปลง IPX เป็น SMA ด้วย

2.11 LoRa32u4 LoRa RA-02 433MHz



รูป 2.7 LoRa32u4 LoRa RA-02 433MHz

บอร์ดพัฒนา LoRa ตัวบอร์ดมาพร้อมกับไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega32u4 และ LoRa RA-02 สามารถใช้โปรแกรม Arduino ในการพัฒนาเฟิร์มแวร์ได้ ตัว LoRa RA-02 สามารถปรับกำลังส่งได้สูงสุด 17dBm สามารถต่อเสาเพิ่มภายนอกได้โดยใช้คอนเนคเตอร์แบบ IPX

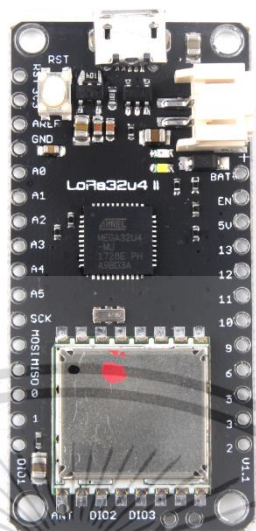
คุณลักษณะของบอร์ด

- เป็นบอร์ดพัฒนา LoRa RA-02 โดยรวมไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega32u4 และ LoRa RA-02 ไว้ในบอร์ดเดียวกัน
- สามารถใช้ Arduino ในการพัฒนาได้ มีไลบรารีของ LoRa ให้ใช้งานได้ง่าย
- มีวงจรรีจิสเตอร์ในตัว พร้อมคอนเนคเตอร์แบบ JST
- สามารถต่อขาดีจิตอลได้ทั้งหมด 8 ขา และขานาล็อก 6 ขา
- อัปโหลดโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ผ่านสาย MicroUSB
- โมดูล LoRa RA-02 สามารถรับ - ส่งข้อมูลได้ไกลสุด 600 เมตร

ตัวบอร์ด LoRa32u4 ใช้ Bootloader ของ Adafruit Feather จำเป็นต้องติดตั้งไดร์เวอร์ของ Adafruit Feather ด้วย จึงสามารถใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 LoRa32u4 II Lora LiPo Atmega32u4 SX1276 HPD13 868MHZ EU Antenna



รูป 2.8 LoRa32u4 Atmega32u4 868MHZ

เหมาะสำหรับการสร้างเครือข่ายไร้สายระยะไกลที่มีความถี่เกิน 2.4 GHz 802.15.4 มีความยืดหยุ่นมากกว่า Bluetooth LE และใช้พลังงานต่ำซึ่งต่างจาก Wi-Fi ใช้ microcontroller ชื่อ ATmega32u4 มีสัญญาณ clock ที่ 8 MHz และทำงานที่ 3.3 V. ชิพนี้มีหน่วยความจำ flash 32 K, RAM 2 K มีความสามารถในการสื่อสารแบบ USB to Serial การดีบั๊กและความสามารถในการเขียนโปรแกรมในตัวโดยไม่จำเป็นต้องใช้ชิพ FTDI เข้ามาช่วยนอกจากนี้ยังสามารถทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ HID (เมาส์, คีย์บอร์ด, อุปกรณ์ USB MIDI และอื่น ๆ) บอร์ดนี้มาพร้อมกับวงจรชาร์จ LiPo และ Liion และอินเทอร์เฟซแบตเตอรี่มาตรฐาน สามารถทำงานร่วมกับ Arduino ได้ นอกจากนี้ยังใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการสื่อสารคลื่นความถี่เพื่อให้แน่ใจว่าระยะทางในการสื่อสารนั้นดีขึ้นและเพิ่มความสามารถในการป้องกันการรบกวนของโมดูลในขณะที่มีการกินไฟในระดับที่ต่ำมาก

คุณลักษณะของตัว LoRa บอร์ด

- ชิพเซ็คต: Semtech® SX1276
- ซ็อกเก็ตเสาสัญญาณ: uFL (IPEX)
- MCU ติดต่อสื่อสารกับฮาร์ดแวร์ด้วย SPI
- กำลังส่งสัญญาณ: +20dBm
- ความไวในการรับสัญญาณ:

-139dBm LoRa 62.5Khz SF12 146bps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-136dBm LoRa 125Khz SF12 293bps

-118dBm LoRa 125Khz SF6 9380bps

-123dBm FSK 5Khz 1.2Kbps

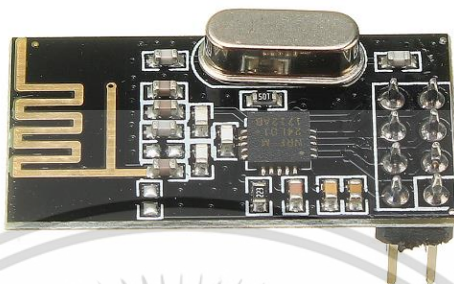
-117dBm FSK 5Khz 4.8Kbps

-110dBm FSK 20Khz 38.4Kbps

- FIFO: 64 Bytes
- อัตราการส่งข้อมูล:
 - FSK 1.2K~300Kbps
 - LoRa 0.018K~37.5Kbps
- Modulations:
 - FSK, MSK, GFSK, GMSK, LoRa, OOK
- ความถี่ในการใช้งาน: 868MHz - 915MHz
- มีฟังก์ชันดิจิตอล RSSI
- มีการตรวจจับแรงดัน ไฟฟ้าต่ำและเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ
- สามารถปรับแต่งหรือกำหนดค่าในการประมวลผลแพ็คเกจข้อมูลได้สูง
- มีความหลากหลายของเสาอากาศและสามารถควบคุมการเปลี่ยนโหมด TX / RX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 nRF24L01 Single Chip 2.4GHz Transceiver



รูป 2.9 nRF24L01 Single Chip 2.4GHz Transceiver

nRF24L01 เป็นชิปรับส่งสัญญาณ 2.4GHz พร้อมกับเอ็นจิน baseband แบบฝังตัว (Enhanced ShockBurst) ออกแบบมาสำหรับแอปพลิเคชันไร้สายพลังงานต่ำ nRF24L01 ได้รับการออกแบบสำหรับงานในย่านความถี่ ISM ทั่วโลกที่ 2.400 - 2.4835GHz

เอ็นจิน โปรโตคอลเบสแบนด์ในตัว (Enhanced ShockBurst) นั้นขึ้นอยู่กับกลไกการสื่อสารของแพ็คเก็ตและสนับสนุนโหมดต่าง ๆ จากการดำเนินการแบบแมนนวลไปจนถึงการดำเนินการโปรโตคอลอิสระขั้นสูง FIFO ที่อยู่ภายในเป็นตัวสนับสนุนการไหลของข้อมูลให้เป็นไปอย่างรวดเร็วระหว่างส่วนหน้า(Front end)และ MCU ตัว Enhanced ShockBurst นั้นช่วยลดค่าใช้จ่ายระบบโดยเป็นตัวจัดการการเชื่อมโยงเลเยอร์ความเร็วสูงทั้งหมด

ส่วนหน้า (Front end) ใช้การ modulation แบบ GFSK ซึ่งมีพารามิเตอร์ที่ผู้ใช้สามารถกำหนดได้เช่น ช่องความถี่สัญญาณ กำลังขับและอัตราการส่งข้อมูลในอากาศ

อัตราการส่งข้อมูลในอากาศที่ nRF24L01 สามารถรองรับได้ถูกกำหนดค่าอยู่ที่ 2Mbps ด้วยอัตราการส่งข้อมูลในอากาศที่สูงรวมกับโหมดประหยัดพลังงานทั้งสองโหมดทำให้ nRF24L01 เหมาะอย่างยิ่งสำหรับงานที่ออกแบบมาให้ใช้พลังงานต่ำ

คุณลักษณะของ nRF24L01 ประกอบด้วย

- ทำงานในย่านความถี่ 2.4GHz ISM
- มี 126 RF channels
- มีขา pin TX และ RX
- ใช้การ Modulation แบบ GFSK
- มีอัตราการส่งข้อมูลในอากาศอยู่ที่ 1 และ 2Mbps
- สามารถปรับเปลี่ยนกำลังขับได้ : 0, -6, -12 หรือ -18dBm
- dynamic payload length มีความยาว 1-32 byte
- มีการจัดการแพ็คเกจข้อมูลอัตโนมัติ
- 6 data pipe MultiCeiver สำหรับเครือข่ายแบบ Star
- ขาอินพุตสามารถทนไฟได้ถึง 5V ทำให้ใช้งานกับ Arduino ได้

2.14 Raspberry Pi 3 Model B+



รูป 2.10 Raspberry Pi 3 Model B+

ราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ที่สำคัญคือ ราสเบอร์รี่พาย มีราคาที่ถูกมาก เมื่อเทียบกับคอมพิวเตอร์เดสก์ท็อปปกติ ซึ่งสามารถทำงานได้เหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกอย่าง ผู้ใช้สามารถต่อ ราสเบอร์รี่พายเข้ากับจอคอมพิวเตอร์หรือจอทีวีที่รองรับ HDMI หรือถ้าไม่มีพอร์ต HDMI ก็ไม่ต้องกังวล สามารถต่อผ่านสายสัญญาณวิดีโอปกติ (เส้นสีเหลือง) ได้เช่นกัน แต่ความละเอียดจะต่ำกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากต่อจอแสดงผลแล้ว ยังสามารถต่ออุปกรณ์รับข้อมูลได้ด้วย ราวเซอร์รี่พายรองรับเมาส์และคีย์บอร์ดผ่าน USB port ปกติ จึงสามารถนำเมาส์และคีย์บอร์ดที่มีอยู่แล้วมาต่อได้เลย ระบบจ่ายไฟของราวเซอร์รี่พายทำได้ง่ายมาก เพียงเสียบสาย Mini USB ที่เราใช้ชาร์จมือถือและอุปกรณ์อื่นๆ เข้ากับคอมพิวเตอร์ หรือเข้ากับหัวชาร์จไฟมือถือก็ได้เช่นกัน

ราวเซอร์รี่พาย (Raspberry Pi) เกิดขึ้นในปี 2549 ที่มหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ ประเทศอังกฤษ โดยผู้สร้างทั้งสี่คนคือ อีเบน ฮัตตัน, ร็อบ มุลลินส์, แจ็ค แลง และ อลัน มายครอฟท์ มีจุดมุ่งหมายที่จะให้ ราวเซอร์รี่พายเป็นคอมพิวเตอร์ราคาข่อมเยาที่ใครๆ ก็สามารถหามาครอบครองได้ และสามารถศึกษาการทำงานของคอมพิวเตอร์พร้อมทั้งเขียน โปรแกรมง่ายๆ ได้ทันที การที่ราวเซอร์รี่พายเป็นบอร์ดวงจรรวมที่เปลือยเปล่า ทำให้ผู้ใช้สามารถเห็นชิ้นส่วนทั้งหมดที่เป็นส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์ได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจการทำงานของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ได้มากขึ้น

ระบบปฏิบัติการพื้นฐานของ ราวเซอร์รี่พาย (NOOBS หรือ Raspian) นั้นมี โปรแกรมและ เกมส์จำนวนหนึ่งให้ทดลองลองใช้ ซึ่งสามารถเริ่มฝึกเขียน โปรแกรมได้ทันที เช่น เขียนโปรแกรมง่ายๆ ด้วยภาษาไพทอน (Python) ที่มีโปรแกรมรองรับทันทีที่เปิดเครื่องขึ้นมา

คุณลักษณะของบอร์ด Raspberry Pi 3 Model B+

- Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @ 1.4GHz
- 1GB LPDDR2 SDRAM
- 2.4GHz and 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 4.2, BLE
- Gigabit Ethernet over USB 2.0 (maximum throughput 300 Mbps)
- Extended 40-pin GPIO header
- Full-size HDMI
- 4 USB 2.0 ports
- CSI camera port for connecting a Raspberry Pi camera
- DSI display port for connecting a Raspberry Pi touchscreen display
- 4-pole stereo output and composite video port
- Micro SD port for loading your operating system and storing data
- 5V/2.5A DC power input
- Power-over-Ethernet (PoE) support (requires separate PoE HAT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

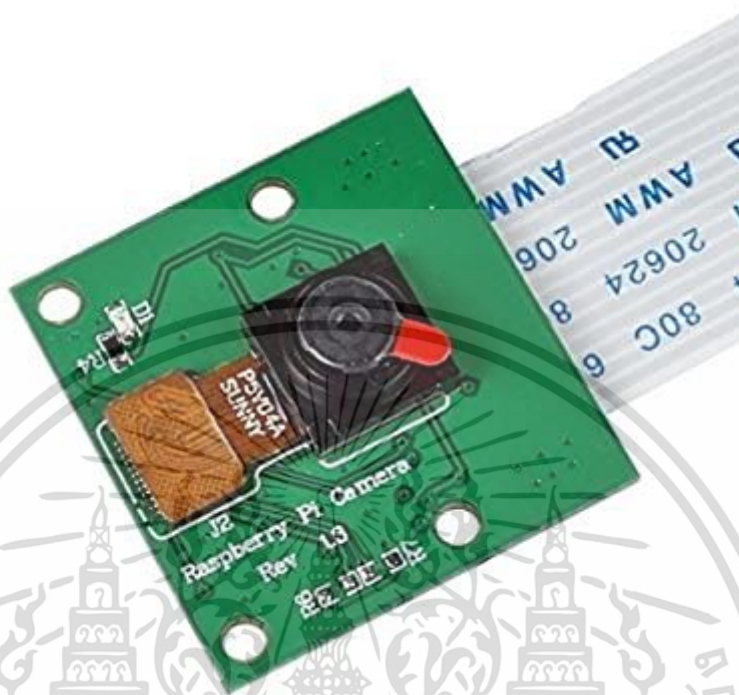
2.15 ภาษา Python

ภาษาไพทอน คือ ภาษาที่ใช้สำหรับการเขียน โปรแกรมเป็นภาษาสคริปต์ ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาโดยไม่มีขีดจำกัดกับแพลตฟอร์ม กล่าวคือสามารถรันภาษา Python ได้ทั้งบนระบบ Unix, Linux , Windows NT, Windows 2000, Windows XP หรือแม้แต่ระบบ FreeBSD อีกอย่างหนึ่งภาษาตัว นี้ เป็น Open Source เหมือนอย่าง PHP ซึ่งถูกสร้างขึ้นโดย กิโด ฟาน รอสซัม (Guido van Rossum) ในพ.ศ. 2533 ปัจจุบันดูแลโดย มูลนิธิซอฟต์แวร์ไพทอน ซึ่งมีโครงสร้างคำสั่งที่ไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย สามารถทดสอบการทำงานตามคำสั่งและตรวจสอบผลลัพธ์ได้ทันที และสามารถนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมที่ซับซ้อนมากขึ้นในการทำงานจริงในอนาคตได้

คุณลักษณะเด่นของภาษา Python

- สนับสนุนแนวแบบคิดออบเจกต์โอเรียนเทด หรือ OOP (Object Oriented Programming)
- เป็น Open Source
- โค้ดที่เขียนด้วย Python สามารถนำไปรันบนระบบปฏิบัติการได้หลากหลาย
- สนับสนุนเทคโนโลยี COM ของ Ms-windows
- เป็น Dynamic typing คือ สามารถเปลี่ยนชนิดข้อมูลได้ง่ายและสะดวก
- มี Built-in Object Types คือ โครงสร้างของข้อมูลที่สามารถใช้ได้ ใน Python ประกอบด้วย ลิสต์, ดิกชันนารี, สตริง ที่ง่ายต่อการใช้งานและมีประสิทธิภาพสูง
- มีฟังก์ชันสนับสนุนฐานข้อมูล เช่น MySQL, Sybase, Oracle , Informix, ODBC และอื่นๆ
- มีไลบรารีสนับสนุนด้านการสร้างภาพกราฟฟิก เช่น ทำภาพเบลอ หรือภาพชัด หรือเขียนข้อความบนภาพ ตลอดจนบันทึกลงไฟล์ในรูปแบบต่างๆ ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ
- มีไลบรารีสนับสนุนด้านปัญญาประดิษฐ์

2.16 Camera Module Board 5MP Webcam Video 1080p 720p for Raspberry Pi 3 Green



รูป 2.11 Camera Module for Raspberry Pi 3

โมดูลนี้เชื่อมต่อกับ Raspberry Pi ผ่านสายริบบิ้น 15 พิน ซึ่งออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับการเชื่อมต่อกับกล้อง บัส CSI นั้นมีอัตราการส่งถ่ายข้อมูลที่สูงมากและมีการส่งข้อมูลพิกเซลไปยังโปรเซสเซอร์ BCM2835 โดยเฉพาะอีกด้วย

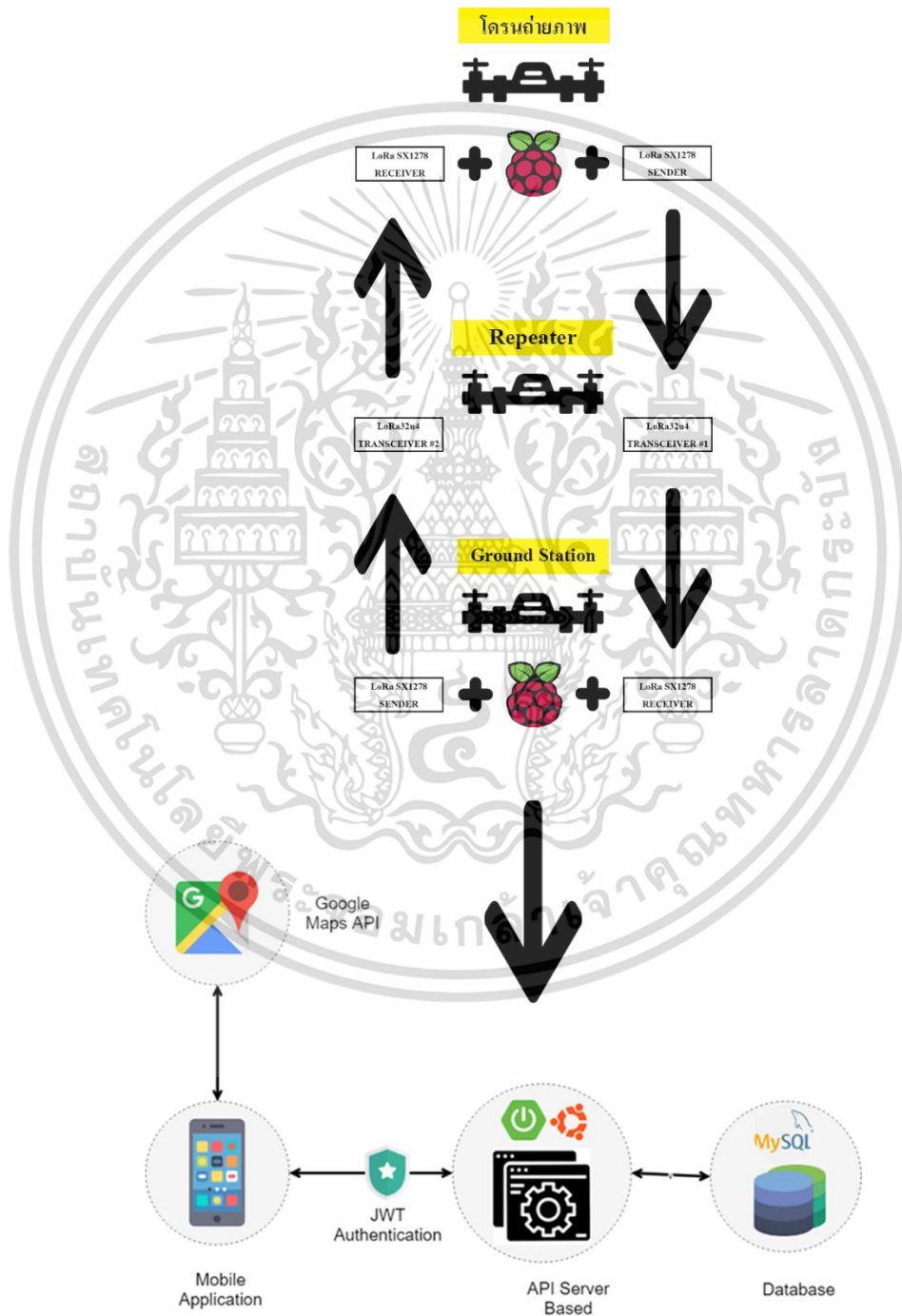
ตัวบอร์ดมีขนาดเล็กประมาณ 25 มม. x 20 มม. x 9 มม. และมีน้ำหนักเพียง 3 กรัมเท่านั้นจึงสะดวกในการเคลื่อนย้ายและเหมาะกับงานที่ให้ความสำคัญในเรื่องขนาดและน้ำหนักของอุปกรณ์ ตัวเซ็นเซอร์เองมีความละเอียดดั้งเดิมอยู่ที่ 5 ล้านพิกเซลและมีเลนส์โฟกัสแบบคงที่อยู่บนตัวบอร์ด ในแง่ของรูปภาพ กล้องสามารถถ่ายภาพนิ่งได้ที่ขนาด 2592 x 1944 พิกเซลและรองรับการบันทึกวิดีโอที่ขนาด 1080p @ 30fps, 720p @ 60fps และ 640x480p 60/90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการพัฒนา

3.1 ภาพรวมระบบ



รูป 3.1 ภาพรวมระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

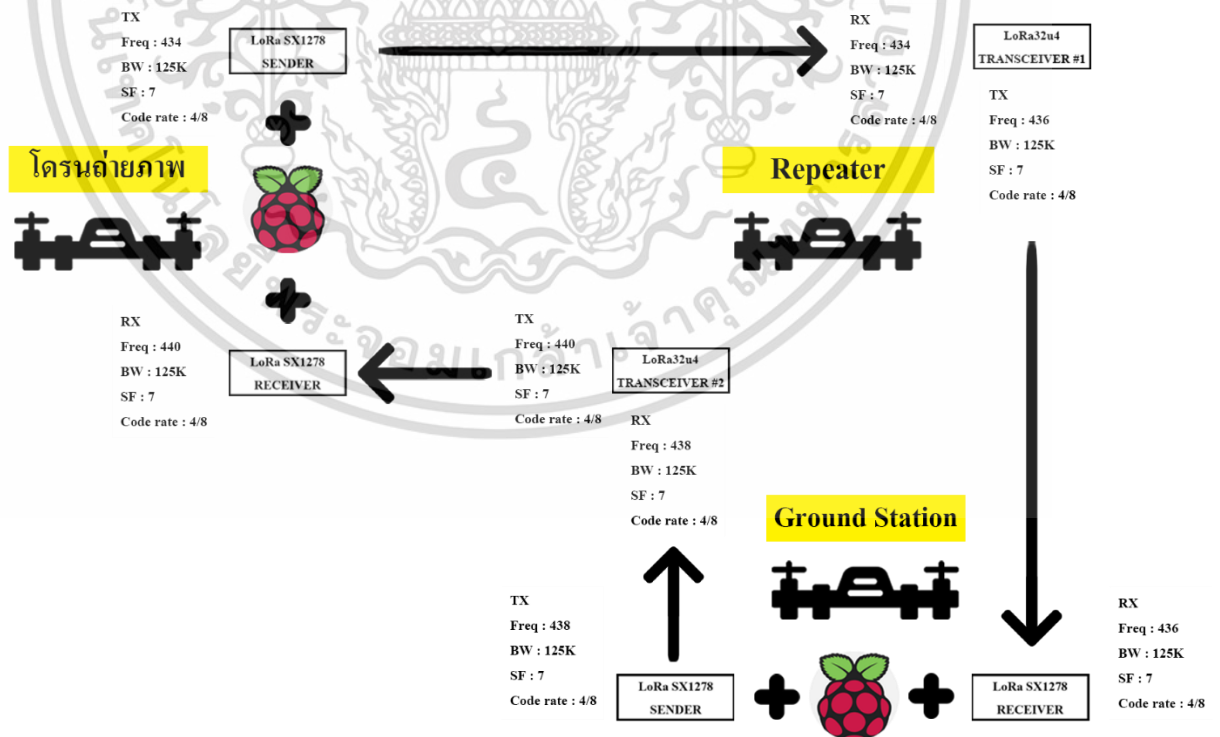
เริ่มต้นระบบที่ผู้จัดทำได้พัฒนานั้นประกอบไปด้วย 2 ส่วนสำคัญคือ ส่วนการส่งข้อมูลระหว่างโคโรนและส่วนของ Mobile Application

ในส่วนแรกนั้นคือส่วนการส่งข้อมูลระหว่างโคโรนจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนแรกสุดเป็นส่วนโคโรนถ่ายภาพ บนตัวโคโรนจะประกอบไปด้วย บอร์ด Raspberry pi 3, LoRa SX1278 ที่เป็นตัวส่งและตัวรับ, โมดูล GPS และ Pi camera โดยเริ่มต้น Raspberry pi 3 จะทำหน้าที่ในการนำภาพจาก Pi camera มาทำการ Encode และส่งข้อมูลที่ได้ไปยังตัว Repeater ที่อยู่ถัดไปผ่านทาง LoRa SX1278 ตัวส่งที่ต่ออยู่กับ Raspberry pi 3 และจะรอรับ ACK จาก Ground Station ผ่านทาง LoRa SX1278 ตัวรับที่ต่ออยู่ ส่วนที่สองคือ Repeater ทำหน้าที่เป็นตัว repeater คอยส่งข้อมูลที่ได้รับมาไปยัง Ground Station ที่อยู่ถัดไป โดย LoRa32u4 Transceiver ตัวที่ 1 นั้นทำหน้าที่ในการรับข้อมูลจากโคโรนถ่ายภาพและส่งข้อมูลต่อไปยัง Ground Station ในส่วน LoRa32u4 Transceiver ตัวที่ 2 นั้นทำหน้าที่ในการรับ ACK จากตัว Ground Station และส่งต่อไปยังโคโรนถ่ายภาพเพื่อบอกให้รู้ว่าได้รับข้อมูลชุดนั้นแล้ว ส่วนที่สามคือ Ground Station เป็นตัวปลายทางสุด ประกอบด้วย Raspberry pi 3 และ LoRa SX1278 ที่เป็นตัวส่งและตัวรับ โดยข้อมูลจากโคโรนถ่ายภาพจะถูกส่งมาเรื่อย ๆ จนมาถึงสถานีปลายทางที่จุดนี้ ตัว Raspberry pi 3 จะทำการตรวจสอบตัวเลขชุดข้อมูลที่ได้นั้นตรงกับที่ต้องการหรือไม่ แล้วจะตอบกลับไปยังโคโรนถ่ายภาพผ่านทาง LoRa SX1278 ตัวส่งที่ต่ออยู่ และเมื่อข้อมูลที่ได้รับมาครบถ้วนจะทำการ decode ข้อมูลที่ได้มาเป็นรูปภาพและส่งภาพไปเก็บยัง Database เพื่อทำการคุณภาพย้อนหลังผ่านแอปพลิเคชัน

ส่วนที่สองคือส่วนของ Mobile Application ซึ่งเมื่อผู้ใช้ทำการลงทะเบียนระบบเสร็จสิ้นและทำการเข้าสู่ระบบครั้งแรกจะมีการส่งค่า username และ password ไปยัง Api server เพื่อทำการขอ Token แล้วเมื่อมีการร้องขอบริการต่าง ๆ จะใช้การส่ง token แทน username และ password เพื่อเป็นการยืนยันตัวในครั้งถัดๆไป และเมื่อมีการร้องขอบริการต่าง ๆ เมื่อต้องการนำข้อมูลจากฐานข้อมูลจะให้ในส่วน API Server Based ทำการดึงข้อมูลที่ผู้บริการร้องขอข้อมูลและส่งกลับไปยังในส่วนโมบายแอปพลิเคชัน โดยจะมีการเรียกใช้ google maps api เพื่อดูตำแหน่งและแผนที่ เพื่อแสดงตำแหน่งรูปที่ถ่ายไว้ ว่าอยู่ในตำแหน่งใดบ้าง

3.2 ภาพรวมการส่งข้อมูลระหว่างโครนโดยใช้ LoRa SX1278 เป็นตัวส่งและตัวรับข้อมูล

ส่วนที่มีการนำเอา LoRa SX1278 มาใช้เป็นตัวรับส่งข้อมูล มีด้วยกัน 2 ส่วนคือ ส่วนของโครนถ่ายภาพและ Ground Station ในส่วนแรกนั้นเป็นส่วน โครนถ่ายภาพ บนตัวโครนจะประกอบไปด้วย บอร์ด Raspberry pi 3, LoRa SX1278 ที่เป็นตัวส่งและตัวรับ, โมดูล GPS และ Pi camera โดยเริ่มต้น Raspberry pi 3 จะทำหน้าที่ในการนำภาพจาก Pi camera มาทำการ Encode และส่งข้อมูลที่ไ้ไปยังตัว Repeater ที่อยู่ถัดไปผ่านทาง LoRa SX1278 ตัวส่งที่ต่ออยู่กับ Raspberry pi 3 และจะรอรับ ACK จาก Ground Station ผ่านทาง LoRa SX1278 ตัวรับที่ต่ออยู่ ส่วนที่สองคือ Ground Station เป็นตัวปลายทางสุด ประกอบด้วย Raspberry pi 3 และ LoRa SX1278 ที่เป็นตัวส่งและตัวรับ โดยข้อมูลจากโครนถ่ายภาพจะถูกส่งมาเรื่อยๆ จนมาถึงสถานีรับปลายทางที่จุดนี้ ตัว Raspberry pi 3 จะทำการตรวจสอบตัวเลขชุดข้อมูลที่ได้นั้นตรงกับที่ต้องการหรือไม่ แล้วจะตอบกลับไปยังโครนถ่ายภาพผ่านทาง LoRa SX1278 ตัวส่งที่ต่ออยู่ และเมื่อข้อมูลที่ได้รับมาครบถ้วนจะทำการ decode ข้อมูลที่ได้มาเป็นรูปภาพและส่งภาพไปเก็บยัง Database เพื่อทำการดูภาพย้อนหลังผ่านแอปพลิเคชัน



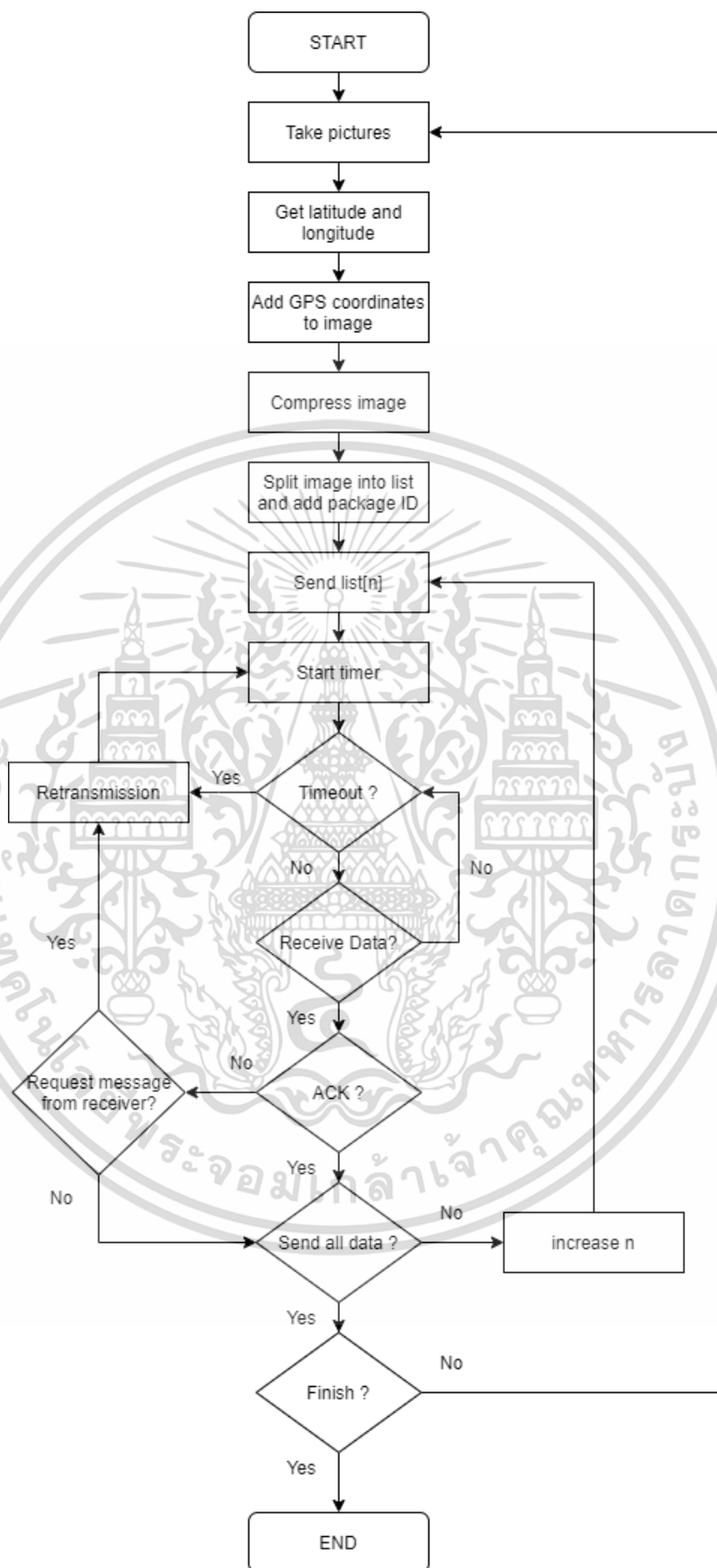
รูป 3.2 ภาพการส่งข้อมูลระหว่างโครนโดยใช้ LoRa SX1278 เป็นตัวส่งและตัวรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการที่จะเพิ่มตัว Repeater เพื่อเพิ่มระยะเวลาส่งข้อมูลให้มากขึ้น สังเกตจากคู่มือรับส่งข้อมูล (จากปลายลูกศรไปยังหัวลูกศร) ในรูป 3.2 โดยในแต่ละคู่จะใช้ค่าความถี่ที่ไม่ซ้ำกัน ผู้ใช้จึงจำเป็นต้องตั้งค่าความถี่ให้กับคู่มือรับส่งข้อมูลคู่ใหม่ที่เพิ่มเข้ามา ไม่ให้ซ้ำกับความถี่เดิมที่มีอยู่แล้ว ส่วนค่าพารามิเตอร์อื่น ๆ ให้ตั้งค่าเหมือนกับ Repeater ก่อนหน้านี้

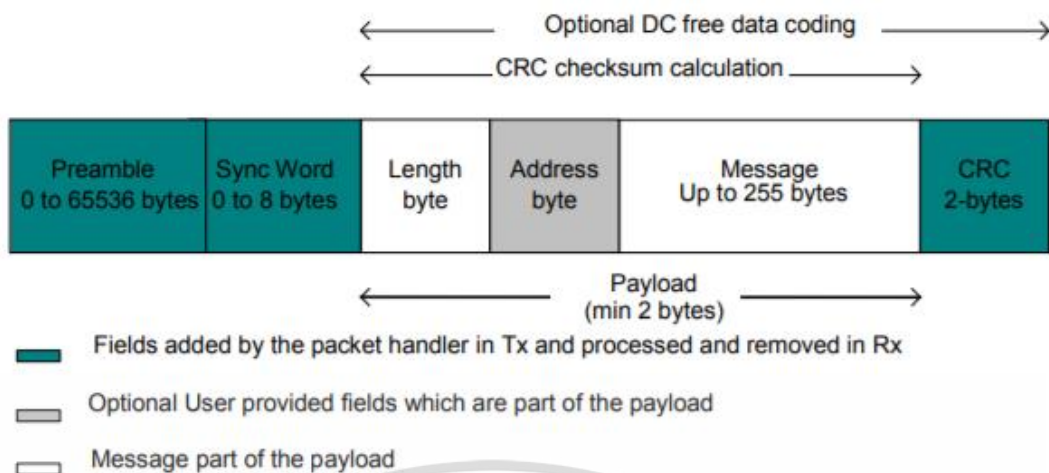
3.2.1 Flowchart การทำงานในส่วนของโดรนถ่ายภาพ

เริ่มต้นการทำงาน Raspberry Pi 3 จะทำการถ่ายรูปด้วย Pi camera ที่ติดตั้งอยู่ ถัดไปจะเก็บพิกัดละติจูด ลองจิจูด จากโมดูล GPS และนำพิกัดที่ได้ไปใส่ไว้ในรูป ต่อไปภาพที่ได้จะถูกนำไปทำการบีบอัดเพื่อลดขนาดไฟล์ไม่ให้ใหญ่เกินไป หลังจากนั้นรูปภาพจะถูกนำมาแบ่งเป็นชุดข้อมูลย่อย ๆ และทำการใส่เลขลำดับชุดข้อมูลลงไป จะได้ชุดข้อมูลละ 255 ตัวอักษร (ดังแสดงในรูป 3.3) เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการข้างต้นชุดข้อมูลย่อยแต่ละอันจะถูกส่งไปยังส่วน Repeater โดยผ่านทาง LoRa SX1278 ตัวส่งที่อยู่ หลังจากส่งชุดข้อมูลไปแล้ว ตัว Raspberry Pi 3 จะทำการเริ่มนับตัวจับเวลา หากภายใน 3 วินาทีนับตั้งแต่ที่ส่ง Raspberry Pi 3 ยังไม่ได้รับการตอบกลับจาก Ground Station จะทำให้เกิด Timeout และตัว Raspberry Pi 3 จะทำการ Retransmission ส่งชุดข้อมูลที่แล้วไปอีกครั้ง แต่ถ้าหากได้รับการตอบกลับมา Raspberry Pi 3 จะไปทำงานในส่วนถัดไปซึ่งข้อความจาก Ground Station นั้นจะมีอยู่ 2 แบบ คือ ACK และตัวเลขชุดข้อมูลที่ต้องการหากได้รับชุดข้อมูลผิด ถ้าข้อความที่ได้เป็นอย่างไร้หลังตัว Raspberry Pi 3 จะทำการ Retransmission ส่งชุดข้อมูลที่ถูกร้องขอไป



รูป 3.3 Flowchart การทำงานในส่วนของโดรนถ่ายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้เผยแพร่เห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.4 โครงสร้างชุดข้อมูลของ LoRa SX1278

จากรูปโครงสร้างข้อมูลข้างต้นนั้นจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนสำคัญคือ

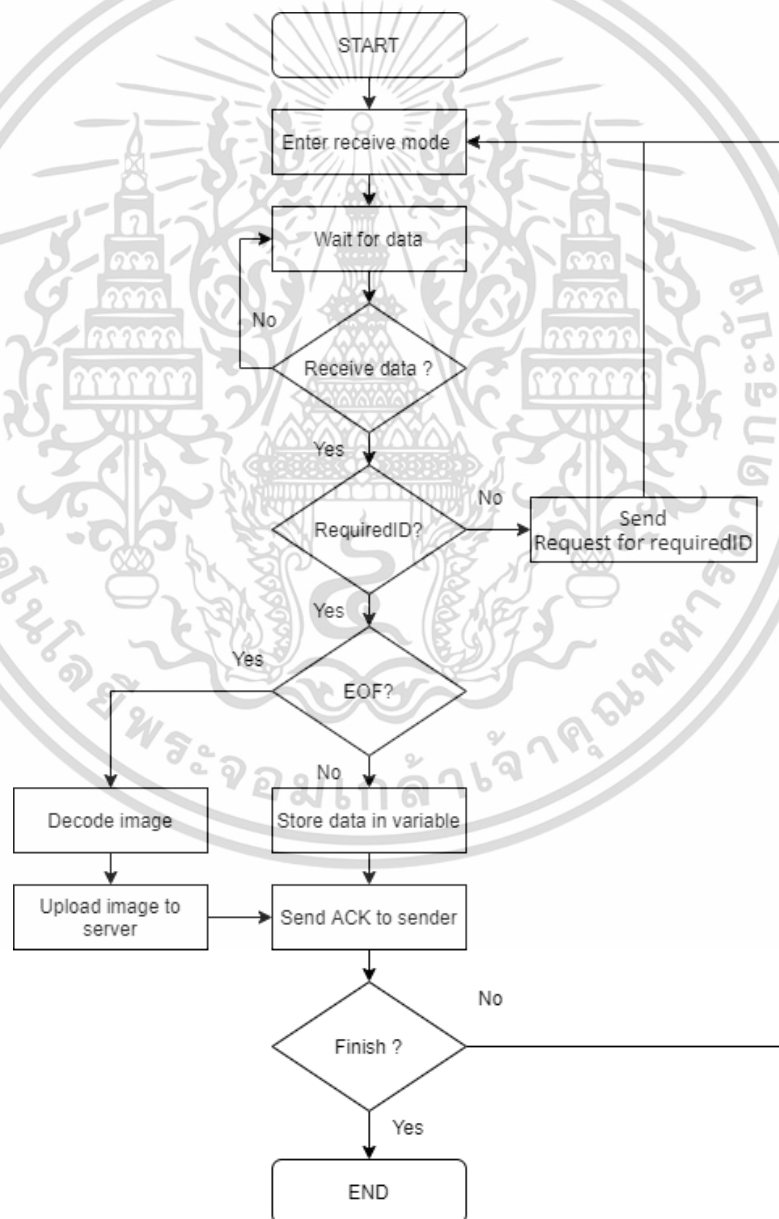
1. ส่วนที่ถูกจัดการโดยกระบวนการส่งข้อมูลภายใน LoRa SX1278 ประกอบด้วย Preamble, Sync Word และ CRC โดย Preamble ตัว LoRa จะเป็นตัวจัดการให้อัตโนมัต ส่วนถัดมา Sync Word ในทางทฤษฎีนั้นจะเป็นการแบ่งเครือข่ายโดยตัวรับที่มีการตั้งค่า Sync Word จะรับเฉพาะข้อมูลที่มาจกตัวส่งที่มีค่า Sync Word เดียวกันเท่านั้น แต่ในทางปฏิบัตินั้นมีโอกาสที่จะรับข้อมูลจากตัวส่งอื่นด้วย โดยมีโอกาสประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ส่วน CRC นั้นเราสามารถตั้งเปิดปิดได้ CRC จะมีขนาด 16 บิต
2. ส่วนของ Payload ที่เราต้องการจะส่งไป ประกอบด้วย Length, Address, Message โดย Message คือข้อมูลที่ต้องการจะส่งไปยังตัวรับมีขนาดสูงสุด 255 ไบต์ ต่อมาเป็น Length เป็นความยาวของ message ที่ส่งไป โดยจะถูกตั้งค่าโดยอัตโนมัติ ส่วนสุดท้าย Address เป็นที่อยู่ของตัวส่ง ซึ่งสามารถตั้งค่าเองได้หรือให้ LoRa เป็นตัวจัดการ

3.2.2 Flowchart การทำงานในส่วน Ground Station

เริ่มต้นการทำงาน Raspberry Pi 3 ตัวรับจะเริ่มค้นหาโหนดรับข้อมูลและรอชุดข้อมูลจากตัวส่ง ชุดข้อมูลจะได้รับผ่านทาง LoRa SX1278 ที่ต่ออยู่ เมื่อชุดข้อมูลมาถึง Raspberry Pi 3 จะทำการตรวจสอบเลขลำดับชุดข้อมูลที่ส่งมาว่าตรงกับเลขลำดับที่ต้องการหรือไม่ หากเลขลำดับถูกต้องจะทำการเก็บข้อมูลชุดนั้นไว้และส่ง ACK กลับไปยังตัวโหนดถ่ายภาพผ่านทาง LoRa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SX1278 ที่ต่ออยู่ไปยัง Repeater แต่ถ้าเลขลำดับข้อมูลนั้น ไม่ถูกต้องชุดข้อมูลนั้นจะถูกทิ้งไปและส่ง เลขลำดับข้อมูลที่ต้องการไปยังตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อขอชุดข้อมูลที่ต้องการ เมื่อได้รับข้อความจบ (EOF) Raspberry Pi 3 จะเอาข้อมูลที่เก็บไว้มาทำการถอดรหัสเป็นรูปภาพ หลังจากนั้น Raspberry Pi 3 จะทำการตรวจสอบรูปว่าสามารถเปิดดูรูปได้หรือไม่หากรูปที่ได้นั้นสามารถดูได้จะทำกาการอัป โหลดรูปไปยัง Server โดยมีพารามิเตอร์คือ device Key เป็นหมายเลขของตัว Ground Station ซึ่งจะมี ความเป็นเอกลักษณ์ไม่ซ้ำกับอุปกรณ์ตัวอื่น ๆ สามารถตั้งค่าได้ใน Mobile application หลังจากนั้น ค่อยนำ key ที่ได้ไปตั้งค่าให้กับตัว Ground Station ค่า latitude , longitude, timestamp และไฟล์ ภาพไปยัง URL ที่ตั้งไว้



รูป 3.5 Flowchart การทำงานในส่วน Ground Station

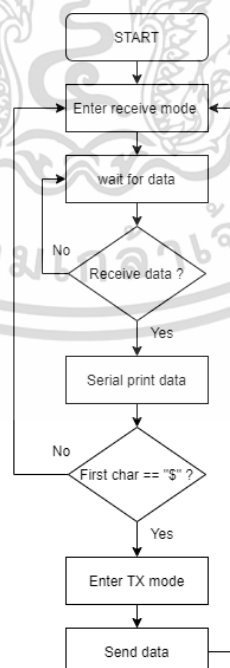
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ภาพรวมการส่งข้อมูลในส่วน Repeater โดยใช้ LoRa32u4 เป็นตัวส่งและตัวรับ ข้อมูล

ส่วนที่มีการนำเอา LoRa32u4 มาใช้เป็นตัวรับส่งข้อมูลคือส่วนของ Repeater โดยจะประกอบไปด้วย LoRa32u4 จำนวน 2 บอร์ด ทำหน้าที่เป็นตัว repeat ข้อมูลที่ได้รับไปยังปลายทาง โดย LoRa32u4 transceiver ตัวที่ 1 นั้นจะรับข้อมูลมาจากโครงข่ายรูปและทำการส่งข้อมูลต่อไปยัง Ground Station ส่วน LoRa32u4 transceiver ตัวที่ 2 นั้นทำหน้าที่ในการรับ ACK หรือข้อความตอบกลับจาก Ground Station และทำการส่งต่อข้อความไปยังโครงข่ายรูป

3.3.1 Flowchart การทำงานในส่วน Repeater

ในส่วนของ Repeater โดยจะประกอบไปด้วย LoRa32u4 จำนวน 2 บอร์ด ทำหน้าที่เป็นตัว repeat ข้อมูลที่ได้รับไปยังปลายทาง โดย LoRa32u4 transceiver ตัวที่ 1 นั้นจะรับข้อมูลมาจากโครงข่ายรูปและทำการส่งข้อมูลต่อไปยัง Ground Station โดยข้อมูลที่ Repeater ได้รับมานั้นจะถูกนำมาตรวจสอบว่าตัวอักษรตัวแรกของข้อความนั้นเป็นตัวอักษร “\$” หรือไม่หากใช่จะทำการส่งต่อข้อมูลชุดนั้นไปยัง Ground Station ถ้าหากไม่ใช่ข้อความนั้นจะถูกทิ้งไปไม่มีการส่งต่อ ในส่วน LoRa32u4 transceiver ตัวที่ 2 นั้นทำหน้าที่ในการรับ ACK หรือข้อความตอบกลับจาก Ground Station และทำการส่งต่อข้อความไปยังโครงข่ายรูป โดยอาศัยการตรวจสอบตัวอักษร “\$” แบบเดียวกับ LoRa32u4 transceiver ตัวที่ 1 ในการตรวจสอบการส่งต่อข้อความ

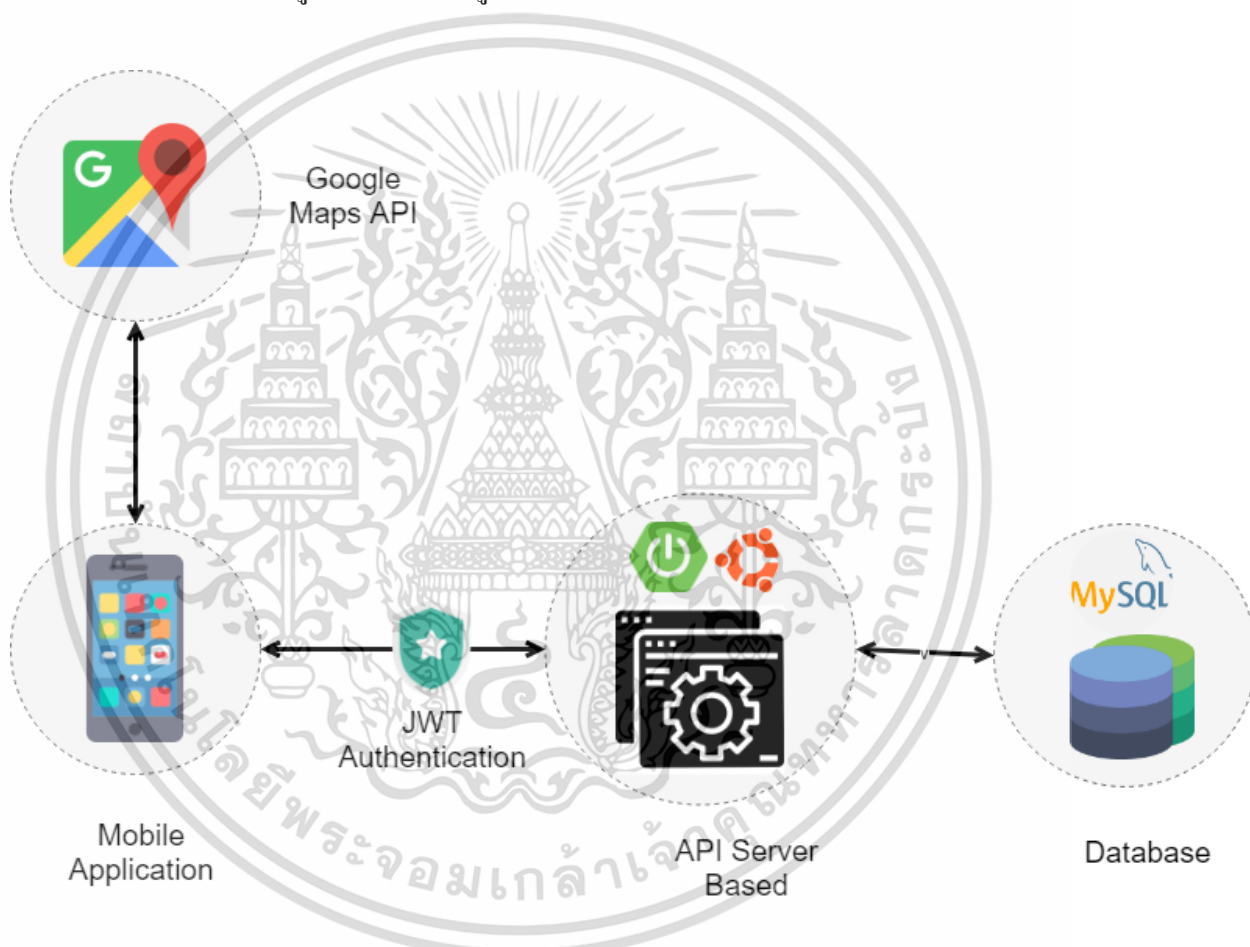


รูป 3.6 Flowchart การทำงานในส่วน Repeater

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นค่าใช้จ่ายประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ภาพรวมระบบส่วนโมบายแอปพลิเคชัน

เมื่อผู้ใช้บริการทำการเข้าสู่ระบบครั้งแรกจะมีการส่งค่า username และ password ไปยัง Api server เพื่อทำการขอ Token แล้วเมื่อมีการร้องขอบริการต่าง ๆ จะใช้การส่ง token แทน username และ password เพื่อเป็นการยืนยันตัวในครั้งถัดๆไป และเมื่อมีการร้องขอบริการต่าง ๆ เมื่อต้องการนำข้อมูลจากฐานข้อมูลจะให้ในส่วน API Server Based ทำการดึงข้อมูลที่ผู้บริการร้องขอข้อมูลและส่งกลับไปยังในส่วนโมบายแอปพลิเคชัน โดยจะมีการเรียกใช้ google maps api เพื่อดูตำแหน่งและแผนที่ เพื่อแสดงตำแหน่งรูปที่ถ่ายไว้ ว่าอยู่ในตำแหน่งใดบ้าง

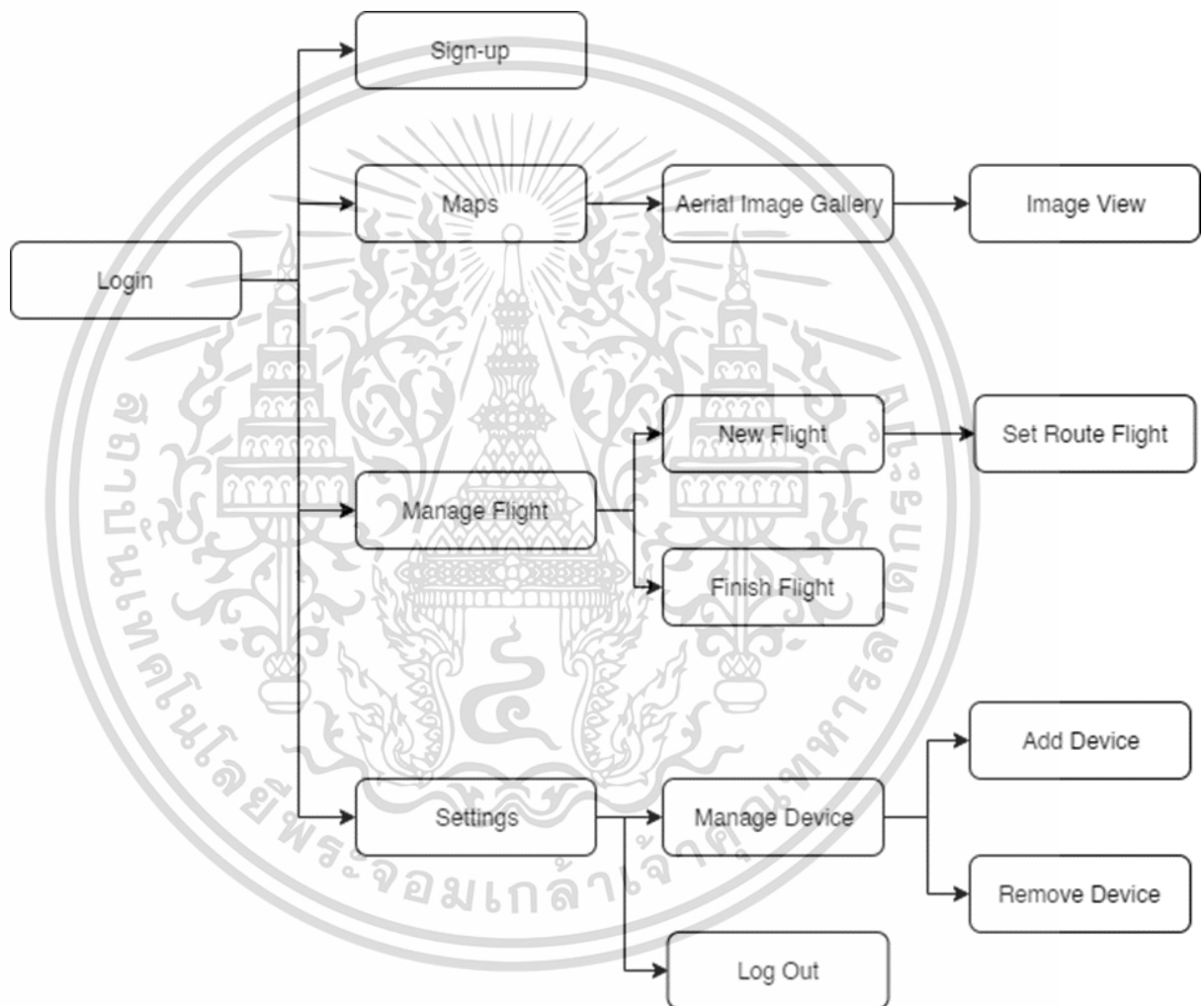


รูป 3.7 ภาพรวมระบบในส่วนของโมบายแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 Mobile sitemap

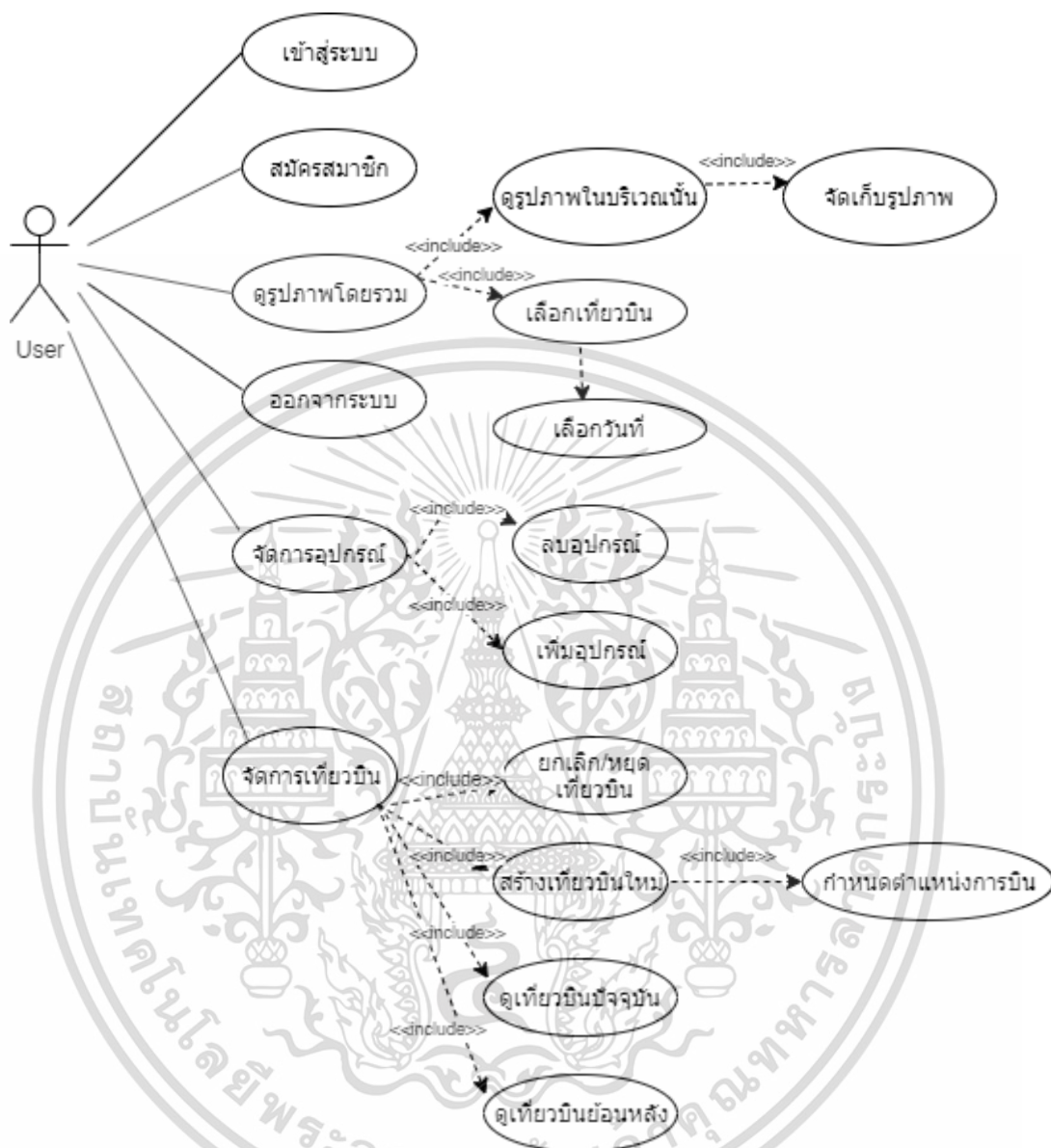
ในหน้าแรกจะเป็นหน้า login ซึ่งถ้าผู้ใช้ไม่ได้เป็นสมาชิก ผู้ใช้สามารถสมัครสมาชิกได้ และเมื่อเข้าไปหน้าแผนที่สามารถดูรูปต่างๆที่ถ่ายมาได้และเมื่อกดรูปภาพโดยรวมในแผนที่จะแสดงรูปภาพทั้งหมดในบริเวณนั้นและเมื่อกดเข้าไปดูรูปที่ต้องการดูจะสามารถดูรูปภาพนั้นแบบละเอียดได้ เมื่อออกไปที่หน้า manage flight สามารถสร้างหรือหยุดเที่ยวบินได้ และหน้า settings จะมีส่วนจัดการอุปกรณ์ซึ่งเพิ่มหรือลบอุปกรณ์ได้และสามารถกด logout เพื่้ออกจากระบบได้



รูป 3.8 mobile site map

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การออกแบบ Use Case



รูป 3.9 Use case diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.1 Use Case เข้าสู่ระบบ

Use Case:	เข้าสู่ระบบ
Actor:	ผู้ให้บริการ
Pre-Conditions	1. ผู้ให้บริการต้องเป็นสมาชิกอยู่แล้ว 2. เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต
Post-Conditions	1. เมื่อเข้าสู่ระบบได้ 30 วันจะต้องเข้าสู่ระบบใหม่
Main Flow:	1. ผู้ใช้ทำการกรอก username และ password 2. ผู้ใช้ทำการกดปุ่ม Login
Exception Flow:	เมื่อผู้ใช้งานทำการกรอก username และ password ผิด ระบบจะแสดงข้อความว่า “Invalid username or password please try again”

ตาราง 3.2 Use Case สมัครสมาชิก

Use Case:	สมัครสมาชิก
Actor:	ผู้ให้บริการ
Pre-Conditions:	1. เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต
Post-Conditions:	-
Main Flow:	1. ผู้ใช้กดข้อความตัวหนาข้างล่างที่เขียนว่า Register 2. ผู้ใช้กรอกข้อมูลทุกช่องให้ครบและถูกต้อง 3. ผู้ใช้กดปุ่ม Sign-up
Exception Flow:	เมื่อผู้ใช้งานไม่กรอกข้อมูลหรือข้อมูลเป็นช่องว่างบนฟิลด์ไหน เมื่อกดปุ่ม Sign-up ฟิลด์นั้นจะแสดงข้อความว่า “This field can't be empty” และไม่สามารถ sign-up ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.3 Use Case สมักรสมาชิก

Use Case:	ดูรูปภาพโดยรวม
Actor:	ผู้ให้บริการ
Pre-Conditions:	1.เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 2.อนุญาตและเปิดระบบ GPS 3.ผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบ
Post-Conditions:	-
Main Flow:	1.ผู้ใช้งานไปที่หน้า map เพื่อเข้าไปที่หน้าแผนที่ 2.ผู้ใช้งานเลือกวันที่ 3.เมื่อเลือกวันที่แล้วจะมีเที่ยวบินทั้งหมดในวันนั้นผู้ใช้งานเลือกเที่ยวบินที่ต้องการ 4.รูปภาพทั้งหมดจะถูกแสดงบนแผนที่
Exception Flow:	เมื่อผู้ใช้เลือกวันที่ที่ไม่ได้มีการบินเกิดขึ้นช่องที่เลือกเที่ยวบินจะไม่มีให้เลือกและรูปภาพจะไม่ถูกแสดง

ตาราง 3.4 Use Case ดูรูปภาพในบริเวณ

Use Case:	ดูรูปภาพในบริเวณ
Actor:	ผู้ให้บริการ
Pre-Conditions:	1.เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 2.อนุญาตและเปิดระบบ GPS 3.ผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบ
Post-Conditions:	-
Main Flow:	1.ผู้ใช้งานดูรูปภาพในบริเวณที่ต้องการ 2.รูปภาพในบริเวณจะถูกแสดงออกมาทั้งหมด 3.ผู้ใช้งานดูรูปที่ต้องการ
Exception Flow:	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.5 Use Case จัดเก็บรูปภาพ

Use Case:	จัดเก็บรูปภาพ
Actor:	ผู้ให้บริการ
Pre-Conditions:	1.เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 2.ผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบ
Post-Conditions:	-
Main Flow:	1.ผู้ใช้กดรูปที่ต้องการจัดเก็บ 2.ผู้ใช้กดปุ่ม Save
Exception Flow:	-

ตาราง 3.6 Use Case จัดการอุปกรณ์

Use Case:	จัดการอุปกรณ์
Actor:	ผู้ให้บริการ
Pre-Conditions:	1.เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 2.ผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบ
Post-Conditions:	-
Main Flow:	1.ผู้ใช้กดไปที่หน้า settings 2.ผู้ใช้กดไปที่ข้อความ "Manage Devices" 3.ระบบจะแสดงอุปกรณ์ทั้งหมด
Exception Flow:	เมื่อผู้ใช้ไม่มีอุปกรณ์ระบบจะแสดงคำว่า "devices not found"

ตาราง 3.7 Use Case เพิ่มอุปกรณ์

Use Case:	เพิ่มอุปกรณ์
Actor:	ผู้ให้บริการ
Pre-Conditions:	1.เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 2.ผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบ
Post-Conditions:	-
Main Flow:	1.ผู้ใช้กดไปที่ปุ่ม new device 2.ผู้ใช้กรอก device name และ device key ให้ครบถ้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่หรือแจกจ่ายให้บุคคลอื่นได้โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	3. ผู้ใช้กดปุ่ม Add device
Exception Flow:	เมื่อผู้ใช้กรอก device key ผิดหรือซ้ำกับ device ที่ถูกใช้งานอยู่ ระบบจะแสดงข้อความว่า “Invalid device key”

ตาราง 3.8 Use Case ลบอุปกรณ์

Use Case:	ลบอุปกรณ์
Actor:	ผู้ให้บริการ
Pre-Conditions	1. เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 2. ผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบ
Post-Conditions:	-
Main Flow:	1. เมื่อผู้ใช้เข้าไปหน้า manage device และแสดงอุปกรณ์ทั้งหมด 2. ผู้ใช้คลิกปุ่มถึงขยะเพื่อลบอุปกรณ์ 3. อุปกรณ์ที่ถูกลบจะหายไป
Exception Flow:	เมื่ออุปกรณ์ที่ต้องการลบถูกใช้งานอยู่จะไม่สามารถลบอุปกรณ์นั้นได้จนกว่าอุปกรณ์นั้นจะหยุดทำงาน

ตาราง 3.9 Use Case จัดการเที่ยวบิน

Use Case:	จัดการเที่ยวบิน
Actor:	ผู้ให้บริการ
Pre-Conditions	1. เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 2. ผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบ
Post-Conditions:	-
Main Flow:	1. ผู้ใช้งานกดไปในหน้า flight 2. ระบบจะแสดงเที่ยวบินทั้งหมด
Exception Flow:	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.10 Use Case ดูเที่ยวบินปัจจุบัน

Use Case:	ดูเที่ยวบินปัจจุบัน
Actor:	ผู้ให้บริการ
Pre-Conditions	1.เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 2.ผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบ 3.เข้าหน้าจัดการเที่ยวบิน
Post-Conditions:	-
Main Flow:	1.ผู้ใช้งานกดไปที่แท็บ Active 2.ระบบจะแสดงเที่ยวบินที่บินอยู่
Exception Flow:	-

ตาราง 3.11 Use Case ดูประวัติการบิน

Use Case:	ดูประวัติการบิน
Actor:	ผู้ให้บริการ
Pre-Conditions	1.เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 2.ผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบ
Post-Conditions:	-
Main Flow:	1.ผู้ใช้งานกดไปที่แท็บ History 2.ระบบจะแสดงประวัติการบินทั้งหมด 3.เข้าหน้าจัดการเที่ยวบิน
Exception Flow:	-

ตาราง 3.12 Use Case สร้างเที่ยวบินใหม่

Use Case:	สร้างเที่ยวบินใหม่
Actor:	ผู้ให้บริการ
Pre-Conditions	1.เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 2.ผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบ 3.เข้าหน้าจัดการเที่ยวบิน
Post-Conditions:	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> 1.เมื่อผู้ใช้งานอยู่หน้าจัดการเที่ยวบินแล้ว 2.ผู้ใช้กดปุ่ม New Flight 3.ผู้ใช้กรอกชื่อเที่ยวบินที่ต้องการ 4.ผู้ใช้เลือกอุปกรณ์ที่จะใช้งาน 5.ผู้ใช้ทำการกดปุ่ม Set Route และกำหนดตำแหน่งการบินบนแผนที่ 6.ผู้ใช้กดปุ่ม GO 7.ผู้ใช้กดปุ่ม Confirm
Exception Flow:	เมื่อไม่มีอุปกรณ์ที่วางอยู่ ตรงช่องเลือกอุปกรณ์จะไม่มีอุปกรณ์ให้เลือกและไม่สามารถสร้างเที่ยวบินใหม่ได้

ตาราง 3.13 Use Case กำหนดเส้นทางการบิน

Use Case:	กำหนดเส้นทางการบิน
Actor:	ผู้ใช้บริการ
Pre-Conditions	<ol style="list-style-type: none"> 1.เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 2.ผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบ 3.เข้าหน้าสร้างเที่ยวบินใหม่
Post-Conditions:	-
Main Flow:	<ol style="list-style-type: none"> 1.ผู้ใช้งานกดปุ่ม Set Route 2.ผู้ใช้กดตำแหน่งที่ต้องการบิน 3.ผู้ใช้กดปุ่ม Look เพื่อดูขอบเขตในการบิน 4.ผู้ใช้สามารถกด Reset เพื่อรีเซ็ตตำแหน่ง 5.เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม Look และสามารถกดปุ่ม Go เป็นการยืนยันเลือกเส้นทางนั้น 6.ผู้ใช้สามารถกด Cancel เพื่อเลือกตำแหน่งหรือลบตำแหน่งต่อได้
Exception Flow:	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

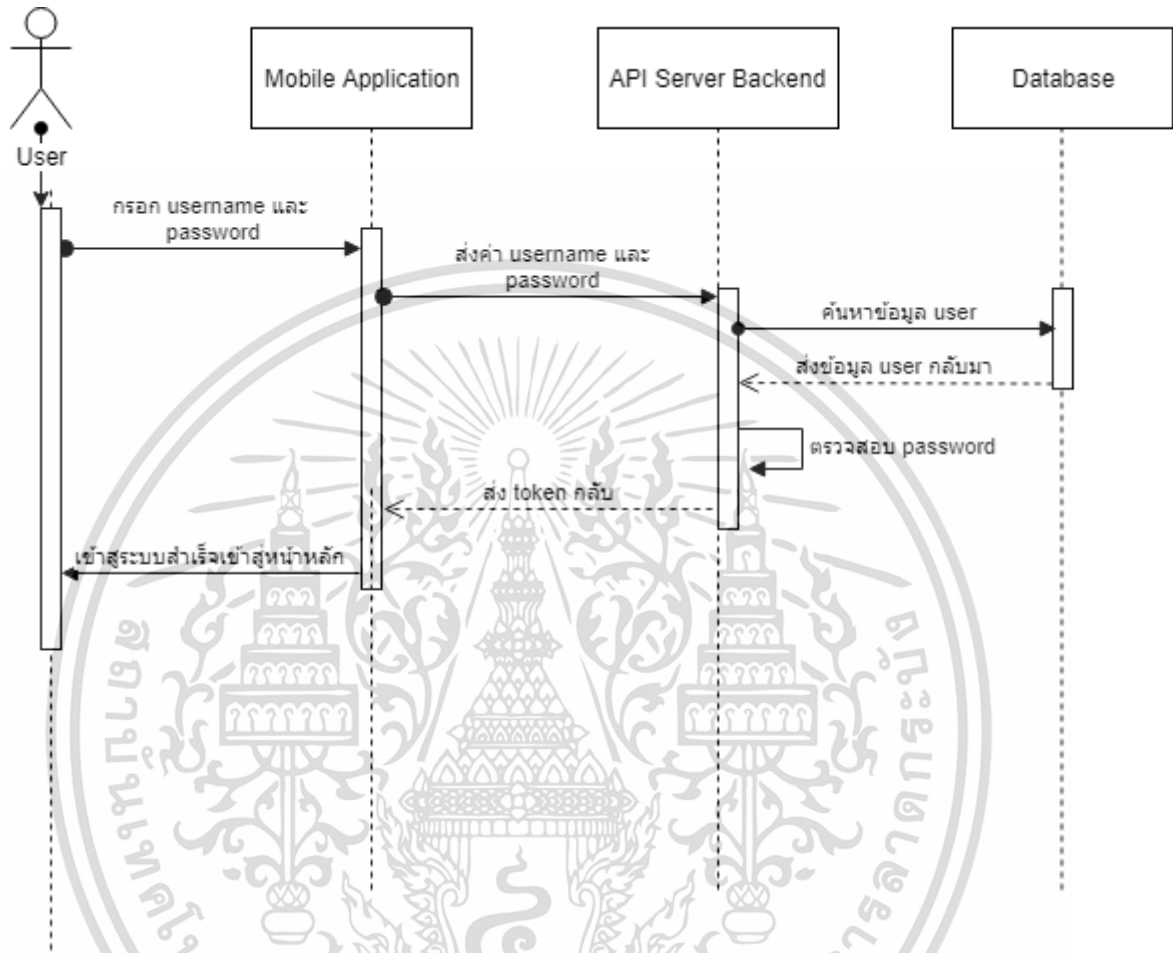
ตาราง 3.14 Use Case ยกเลิก/หยุด เทียบวิน

Use Case:	ยกเลิก/หยุด เทียบวิน
Actor:	ผู้ให้บริการ
Pre-Conditions	1. ผู้ให้บริการต้องเป็นสมาชิกอยู่แล้ว 2. เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 3. เมื่อผู้ใช้สร้างเทียบวินไว้แล้ว
Post-Conditions	
Main Flow:	1. ผู้ใช้กดปุ่ม stop ตรงเทียบวินที่ต้องการหยุด
Exception Flow:	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การออกแบบ sequence diagram

3.7.1 ลำดับการเข้าสู่ระบบ

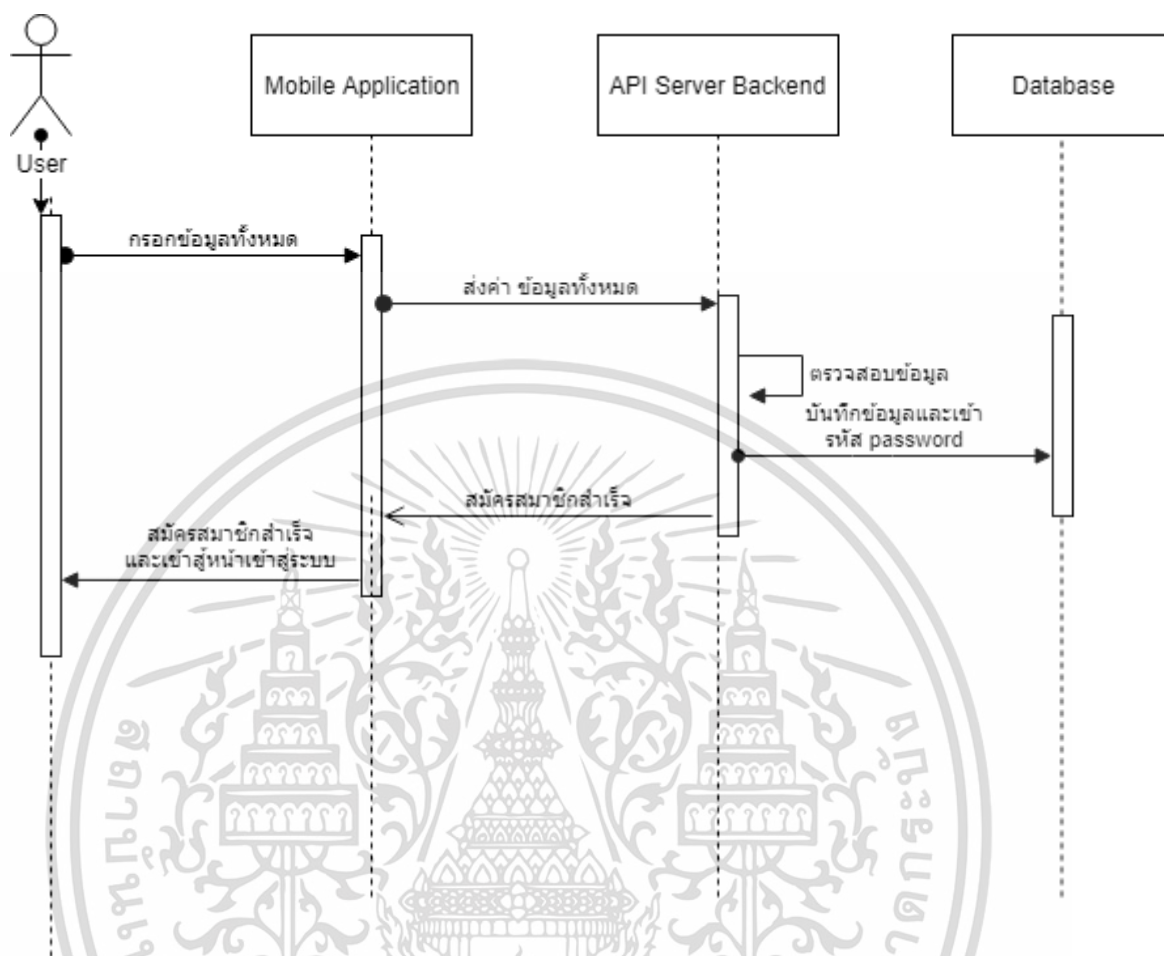


รูป 3.10 ลำดับการเข้าสู่ระบบ

ผู้ใช้งานทำการกรอกข้อมูล username และ password และกดปุ่ม login เพื่อเข้าสู่ระบบและส่วนโมบายแอปพลิเคชันจะส่งข้อมูลไปยัง server เพื่อตรวจสอบว่ามี username นั้นหรือไม่ถ้ามีตรวจสอบว่า password ตรงหรือไม่ ถ้าตรงจะส่ง token ไปยังโมบายแอปพลิเคชันและเก็บ token ไว้ในโมบายแอปพลิเคชันเพื่อร้องขอการให้บริการแทนการใช้ username และ password เพื่อป้องกันการโจรกรรม username และ password

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

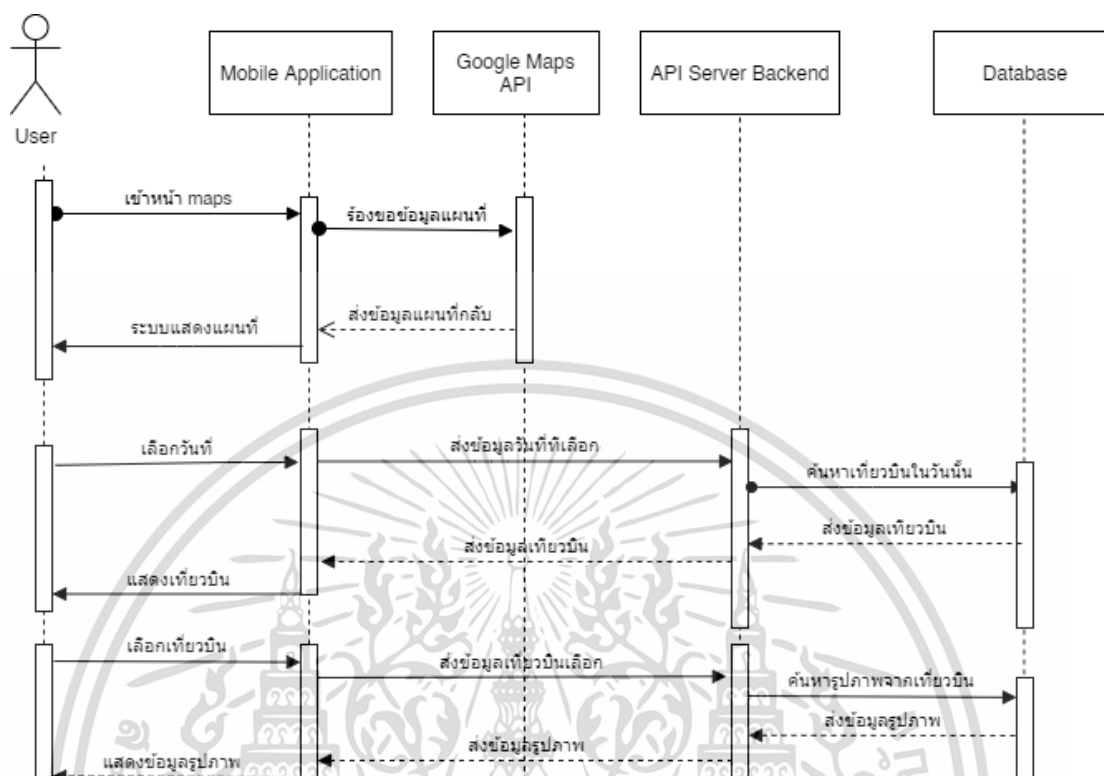
3.7.2 ลำดับการสมัครสมาชิก



รูป 3.11 ลำดับการสมัครสมาชิก

ระบบสมาชิกเริ่มจากผู้ใช้กดตัวอักษรคำว่า register จะเข้าสู่หน้าสมัครสมาชิกแล้วจะมีช่องให้กรอกข้อมูลต่างๆ เมื่อกรอกครบแล้วกดปุ่ม sign-up ระบบจะส่งข้อมูลไปให้ฝั่งเซิร์ฟเวอร์เพื่อตรวจสอบข้อมูลว่าซ้ำหรือไม่ตรงตามกฎแต่ถ้าตรวจสอบแล้วถูกต้อง ระบบจะบันทึกข้อมูลและส่งข้อมูลกลับว่าสมัครสมาชิกสำเร็จและสามารถนำไปใช้งานได้

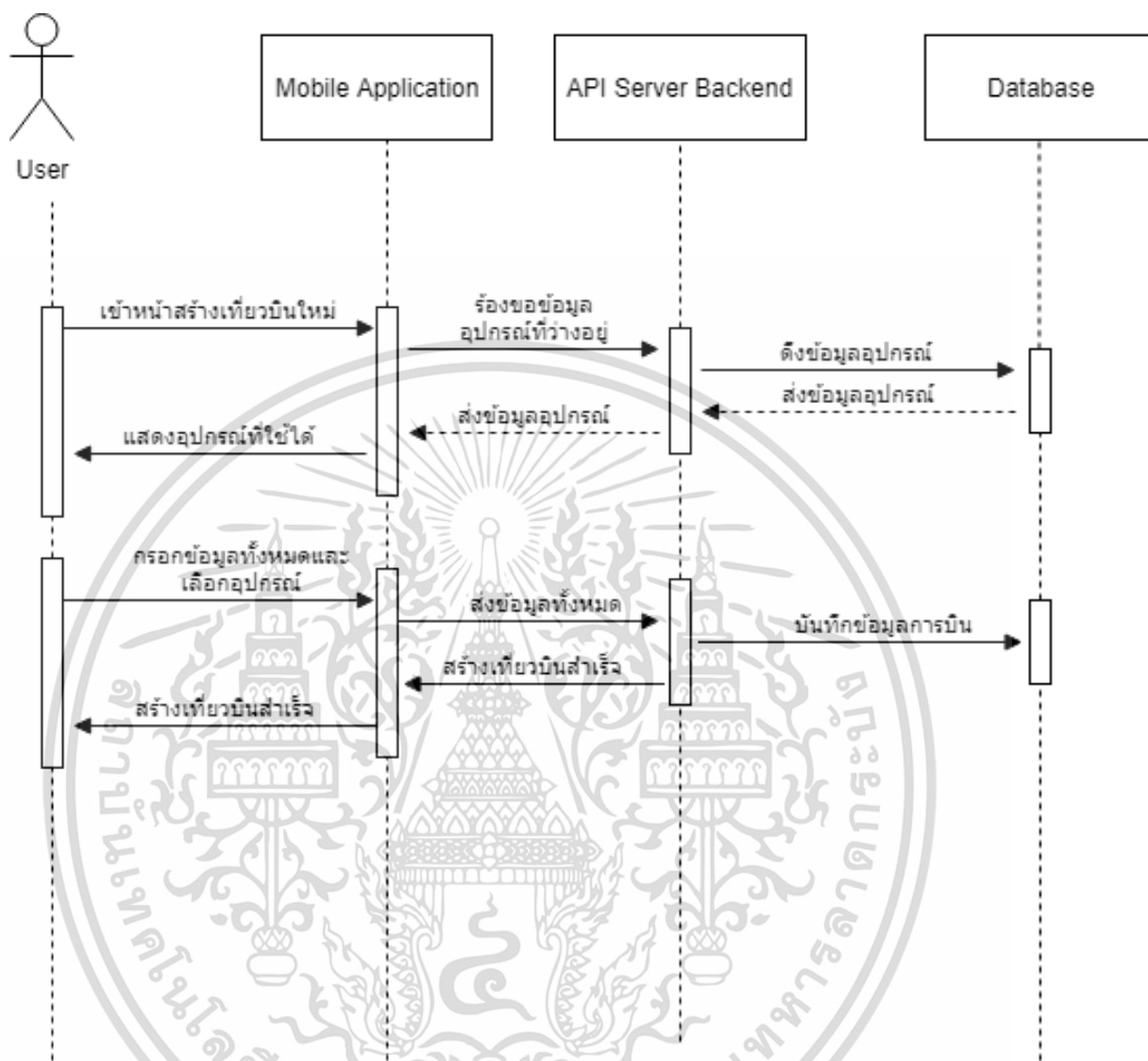
3.7.3 ลำดับการดูรูปภาพ



รูป 3.12 ลำดับการดูรูปภาพ

เมื่อผู้ใช้งานต้องการดูรูปภาพที่ถูกบันทึกไว้ใน database ผู้ใช้งานสามารถกดปุ่มเข้าหน้า maps เมื่อเข้าหน้าแผนที่แล้ว ระบบจะไปดึงข้อมูลแผนที่จาก google maps api แล้วนำมาแสดงบน โนบายแอปพลิเคชันต่อไปผู้ใช้งานจะต้องกดเลือกวันที่ ที่ต้องการดูรูปภาพนั้น และระบบจะไปดึง ข้อมูลเที่ยวบินทั้งหมดในวันที่ผู้ใช้เลือก และผู้ใช้งานต้องเลือกเที่ยวบินที่ต้องการแล้ว ระบบจะส่ง ข้อมูลเที่ยวบินที่เลือกไปยังฝั่งเซิร์ฟเวอร์ และส่งข้อมูลรูปภาพกลับมาเพื่อนำมาแสดงบนแผนที่

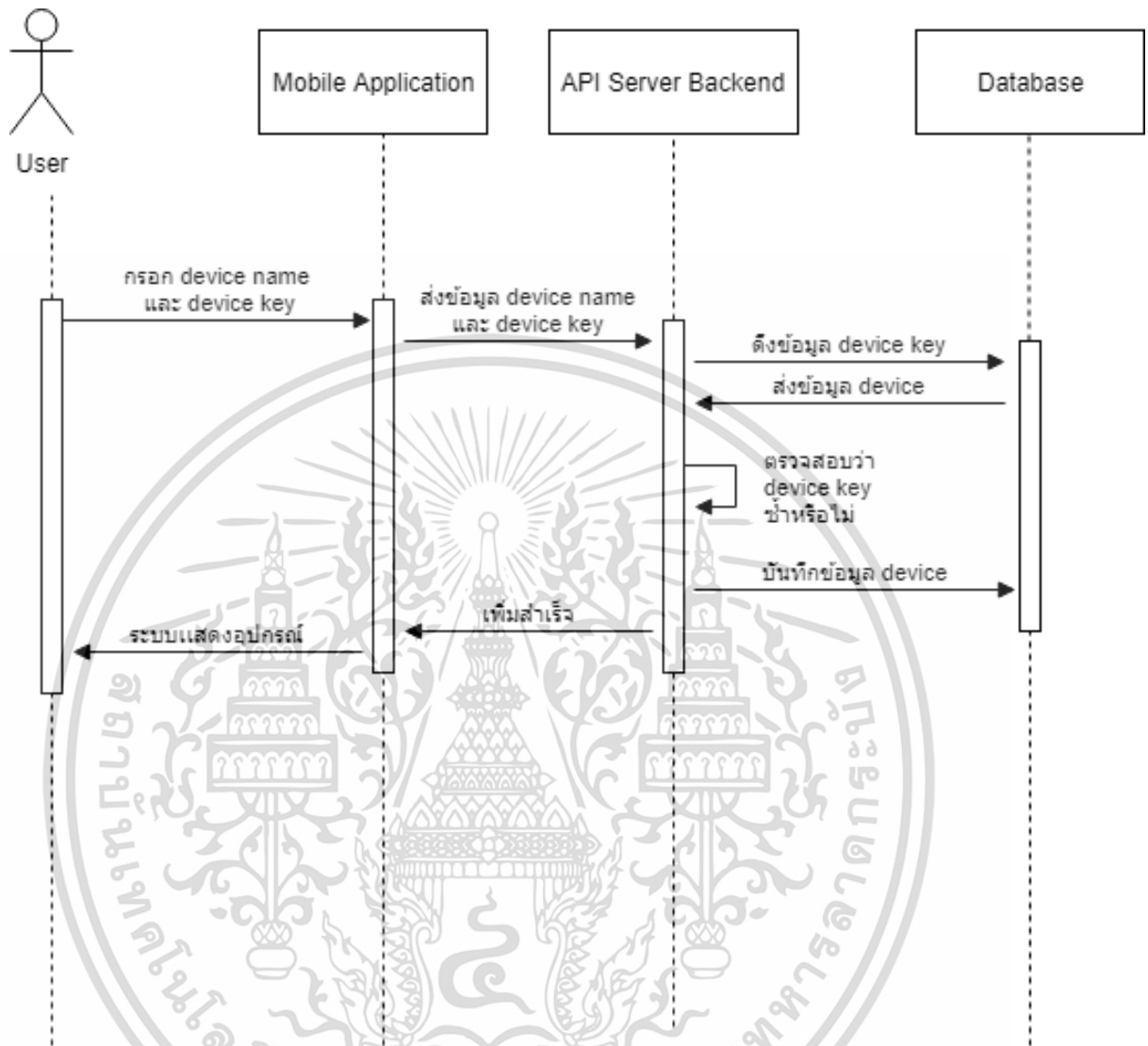
3.7.4 ลำดับการสร้างเที่ยวบินใหม่



รูป 3.13 ลำดับการสร้างเที่ยวบินใหม่

เมื่อเข้าหน้าสร้างเที่ยวบินใหม่ระบบจะไปดึงข้อมูลอุปกรณ์ที่ไม่ถูกใช้งานหรือวางอยู่จากเซิร์ฟเวอร์และส่งข้อมูลกลับมายังโมบายแอปพลิเคชันเพื่อให้ผู้ใช้กรอกข้อมูลเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการแล้วกดปุ่ม new flight จากนั้นระบบจะส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์และทำการบันทึกข้อมูลเมื่อดำเนินการบันทึกข้อมูลเรียบร้อยแล้วจะส่งข้อมูลกลับมาบอกผู้ใช้ว่าสร้างสำเร็จแล้ว

3.7.5 ลำดับการเพิ่มอุปกรณ์

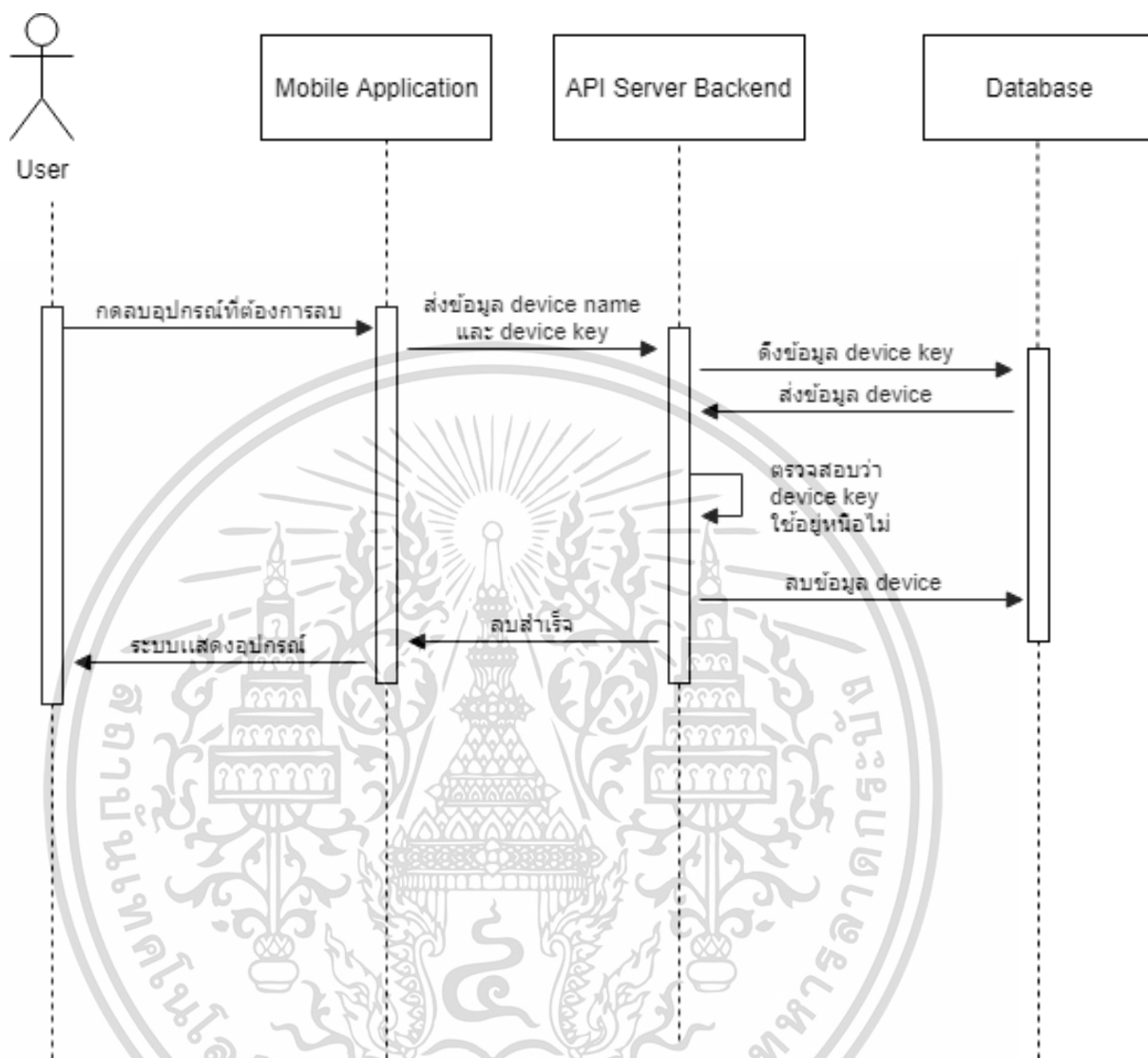


รูป 3.14 ลำดับการเพิ่มอุปกรณ์

เมื่อผู้ใช้ต้องการเพิ่มอุปกรณ์ผู้ใช้ต้องเข้าสู่หน้า settings และกด manage devices และระบบจะแสดงอุปกรณ์ทั้งหมดที่ผู้ใช้เคยเพิ่มมาก่อน เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม new device เพื่อเพิ่มอุปกรณ์และจะเข้าไปสู่หน้าเพิ่มอุปกรณ์ ผู้ใช้ต้องกรอก device name หรือชื่อของอุปกรณ์ที่ต้องการ และ device key ซึ่งเป็นหมายเลขผลิตภัณฑ์เมื่อกรอกทั้งหมดแล้ว ผู้ใช้จะต้องกดปุ่ม add new device เมื่อกดแล้วระบบจะส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์และตรวจสอบว่ามีคนใช้ device key นี้อยู่หรือไม่ ถ้าไม่มีระบบก็จะเพิ่มอุปกรณ์สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.6 ลำดับการลบอุปกรณ์



รูป 3.15 ลำดับการลบอุปกรณ์

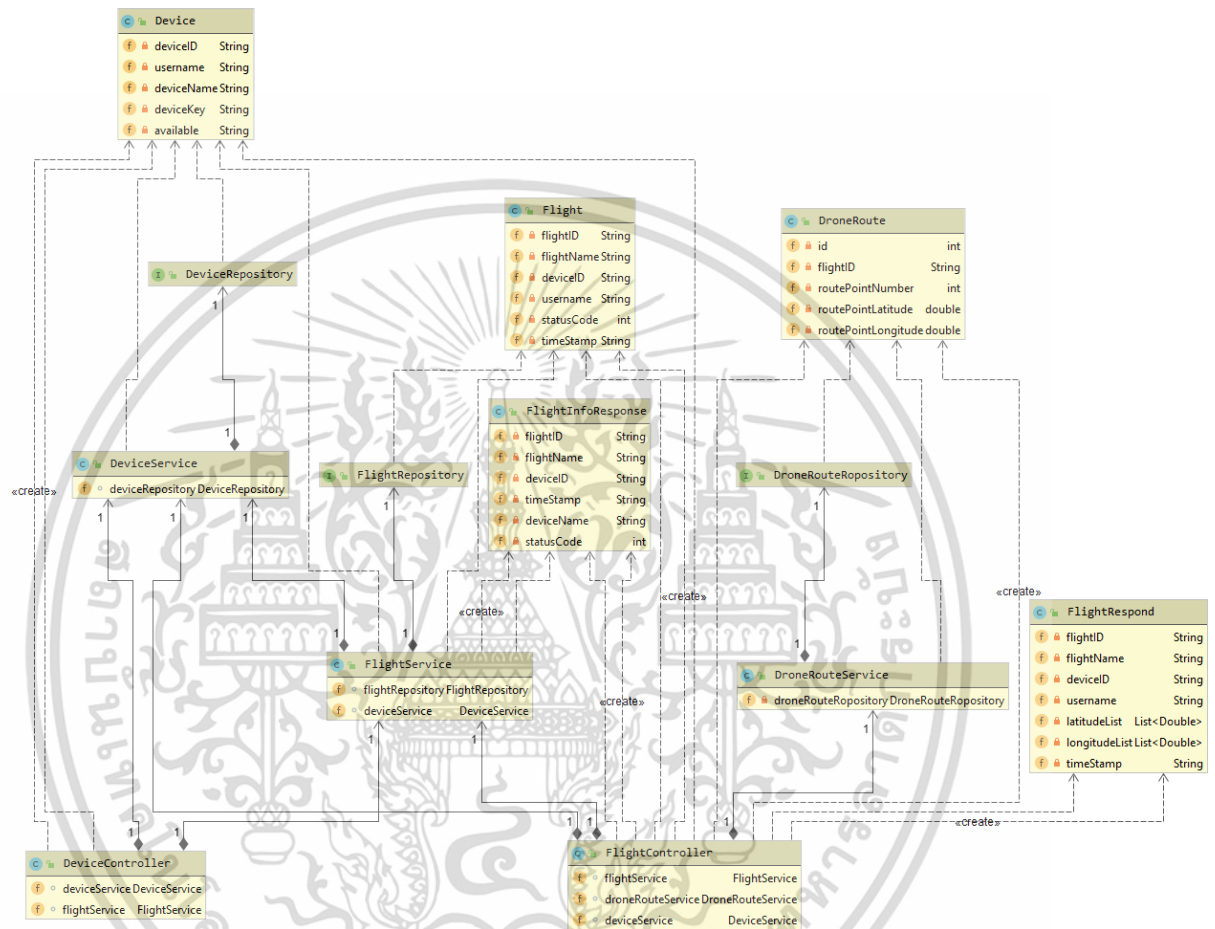
เมื่อผู้ใช้ต้องการจะลบอุปกรณ์ ผู้ใช้จะต้องเข้าสู่หน้าจัดการอุปกรณ์ ที่จะแสดงอุปกรณ์ทั้งหมดและกดรูปถังขยะเพื่อลบอุปกรณ์ ระบบจะส่งข้อมูลของอุปกรณ์ไปตรวจสอบว่าอุปกรณ์นั้นได้ถูกใช้งานอยู่หรือไม่ ถ้าถูกใช้งานอยู่จะไม่สามารถลบอุปกรณ์ได้ แต่ถ้าไม่ได้ถูกใช้งานอยู่ระบบจะไปลบข้อมูลในฐานข้อมูลเป็นการลบอุปกรณ์สำเร็จแต่สามารถดูรูปภาพย้อนหลังได้อยู่ เนื่องจากการเรียกข้อมูลรูปภาพจะค้นหาจากที่ขั้วบิน ไม่ได้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 Class diagram

3.8.1 Class diagram ส่วนที่ 1

เป็นส่วน API ที่เกี่ยวกับอุปกรณ์และเที่ยวบินและเส้นทางของเที่ยวบิน

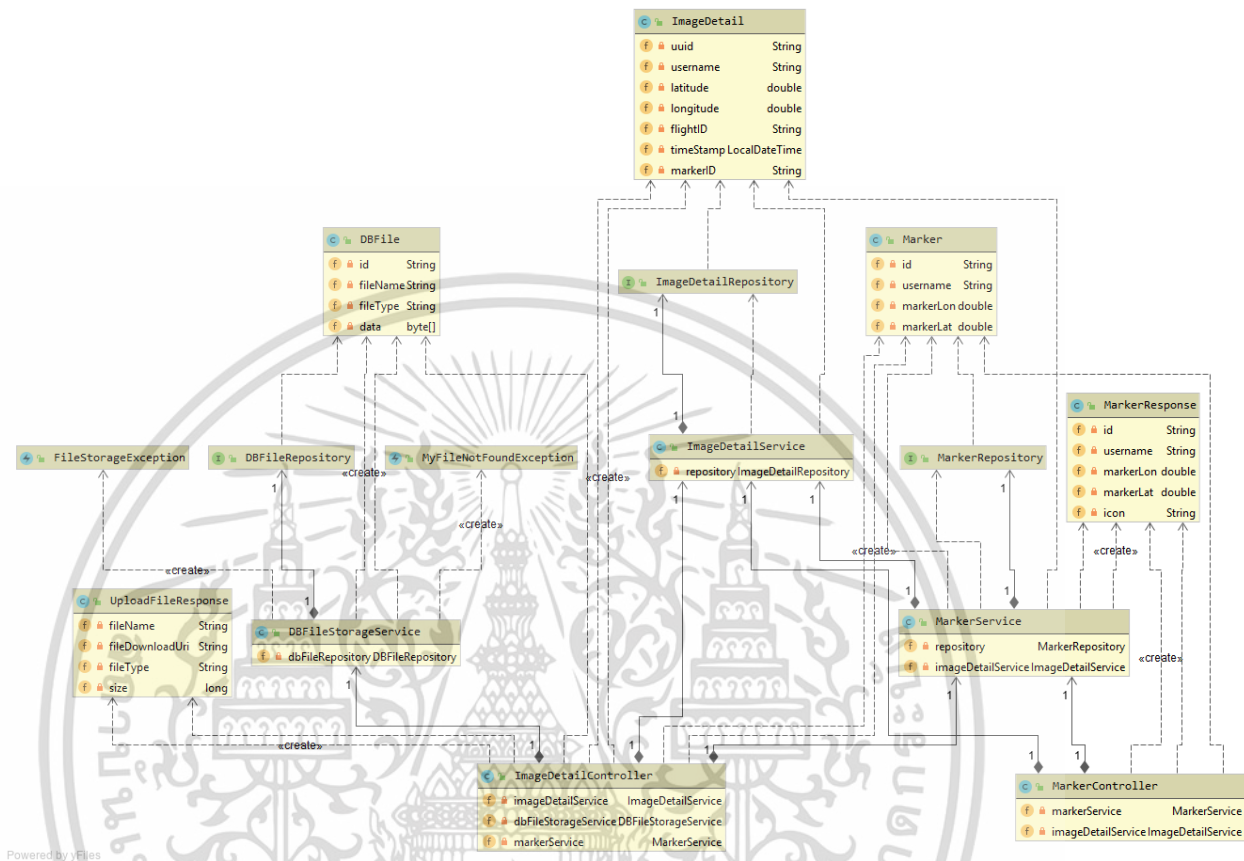


รูป 3.16 Class diagram ส่วนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.2 Class diagram ส่วนที่ 2

เป็นส่วน API ที่เกี่ยวกับรูปภาพการแสดงรูปภาพและตำแหน่งของรูปภาพ

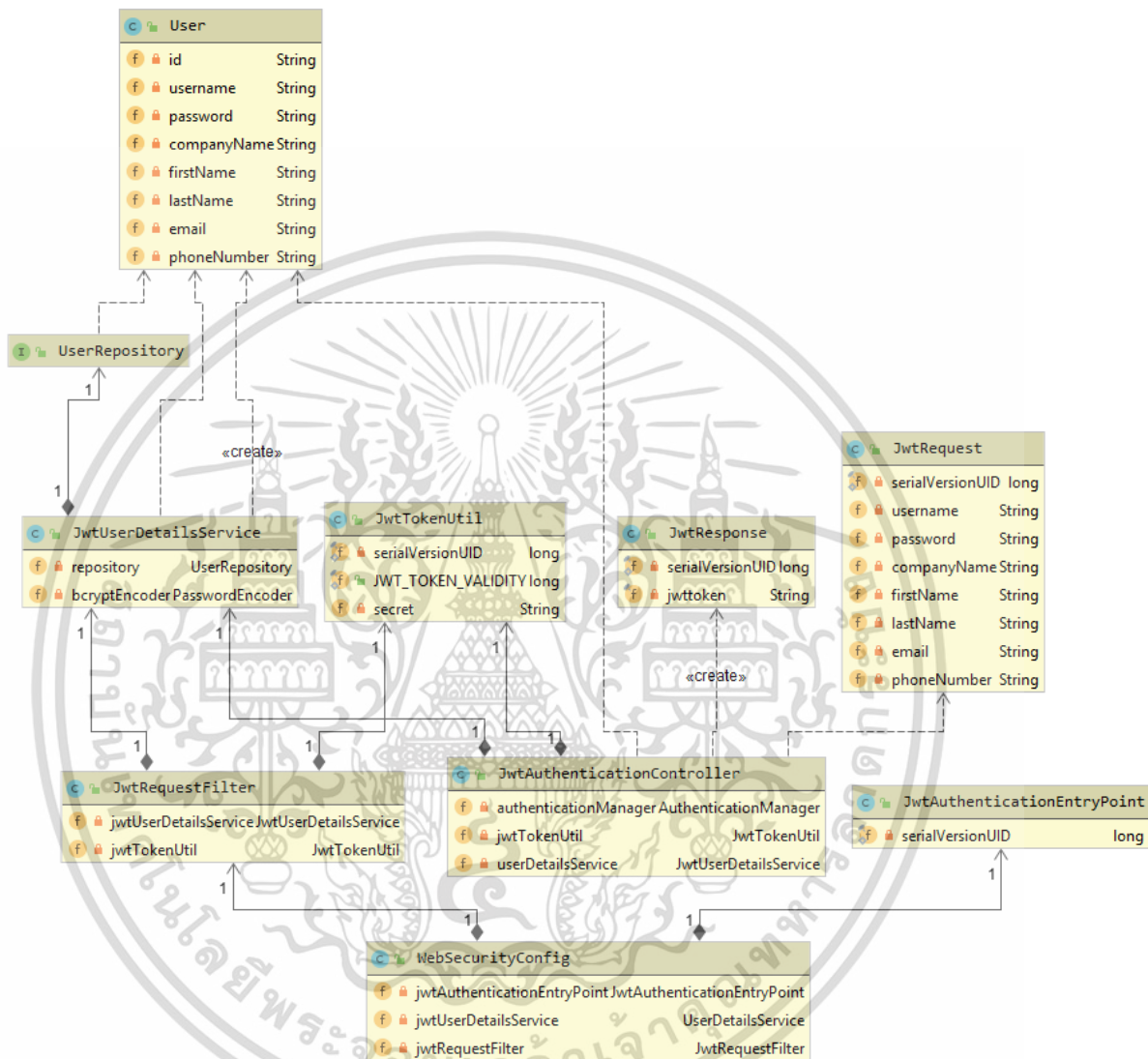


รูป 3.17 Class diagram ส่วนที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.3 Class diagram ส่วนที่ 3

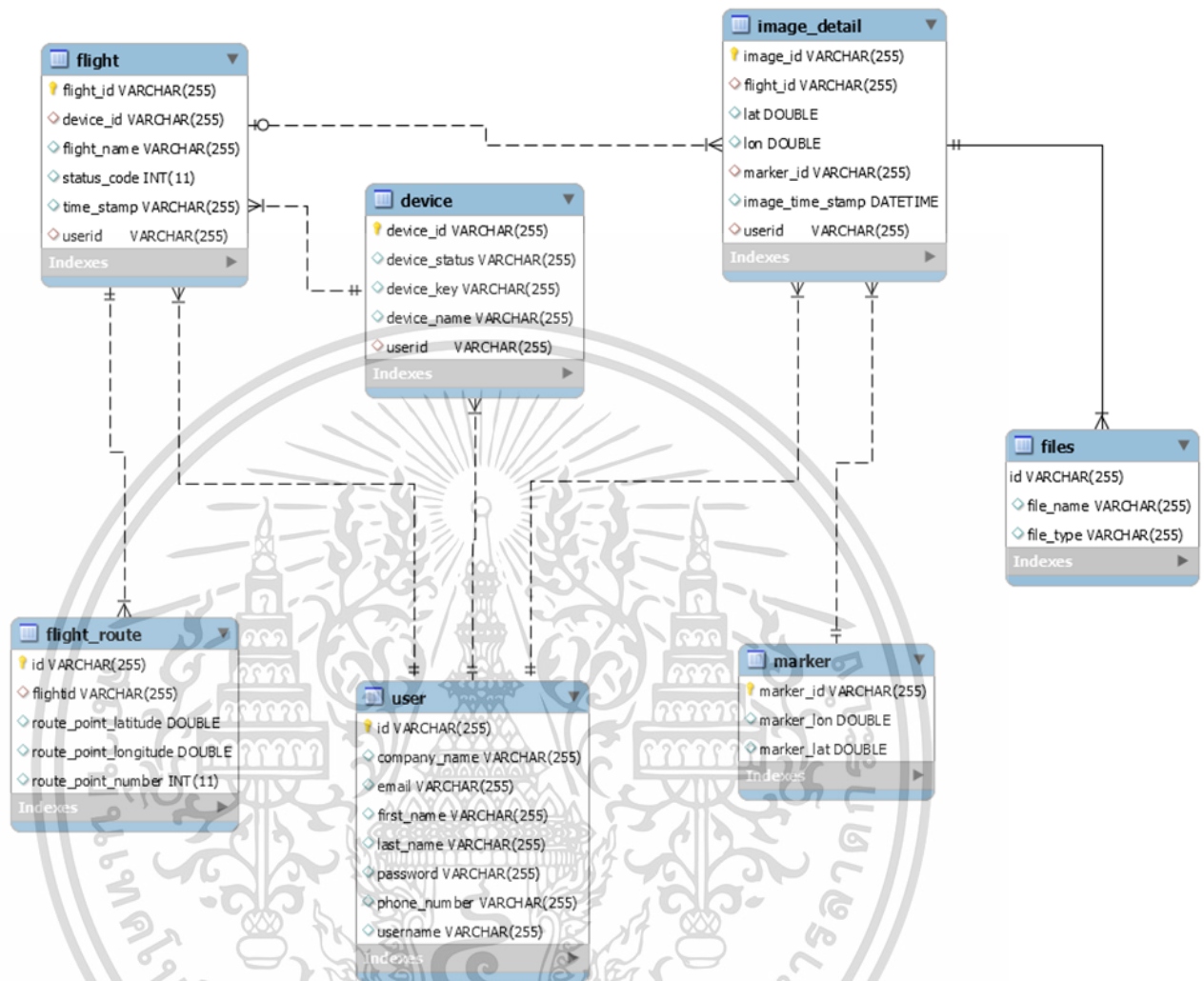
เป็นส่วนความปลอดภัยและการยืนยันตัวตนของ API



รูป 3.18 Class diagram ส่วนที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 การออกแบบฐานข้อมูล



รูป 3.19 Database Schema

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบฐานข้อมูลประกอบไปด้วยตารางทั้งหมด 7 ตารางดังนี้

ตาราง 3.15 รายละเอียดรูปภาพ(Image Detail)

เป็นตารางเก็บข้อมูลรูปภาพทั้งหมด

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	IMAGE_ID	VARCHAR(255)	ไอดีรูปภาพ
FK	FLIGHT_ID	VARCHAR(255)	ไอดีเที่ยวบิน
-	LAT	DOUBLE	ค่าเส้นรุ้ง
-	LON	DOUBLE	ค่าเส้นแวง
FK	MARKER_ID	VARCHAR(255)	ไอดีมาร์เกอร์
-	IMAGE_TIME_STAMP	DATETIME	เวลาที่ถ่ายรูป
FK	USERID	VARCHAR(255)	ยูสเซอร์ไอดี

ตาราง 3.16 ข้อมูลผู้ใช้ (User)

เป็นตารางเก็บข้อมูลของ User

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	ID	VARCHAR(255)	ไอดียูสเซอร์
-	COMPANY_NAME	VARCHAR(255)	ชื่อบริษัท
-	EMAIL	VARCHAR(255)	อีเมล
-	FIRST_NAME	VARCHAR(255)	ชื่อ
-	LAST_NAME	VARCHAR(255)	นามสกุล
-	PASSWORD	VARCHAR(255)	รหัสผ่าน
-	PHONE_NUMBER	VARCHAR(255)	เบอร์โทรศัพท์
FK	USERNAME	VARCHAR(255)	ยูสเซอร์เนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.17 ข้อมูลเที่ยวบิน (Flight)

เป็นตารางเก็บข้อมูลเที่ยวบินทั้งหมด

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	FLIGHT_ID	VARCHAR(255)	ไอดีเที่ยวบิน
FK	DEVICE_ID	VARCHAR(255)	ไอดีอุปกรณ์
-	FLIGHT_NAME	VARCHAR(255)	ชื่อเที่ยวบิน
-	STATUS_CODE	VARCHAR(255)	สถานะของเที่ยวบิน
-	START_TIME	DATETIME	เวลาที่เริ่มบิน
-	STOP_TIME	DATETIME	เวลาที่หยุดบิน
FK	USERID	VARCHAR(255)	ยูสเซอร์ไอดี

ตาราง 3.18 เส้นทางเที่ยวบิน (Flight Route)

เป็นตารางเก็บตำแหน่งเส้นทางของแต่ละเที่ยวบิน

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	ID	VARCHAR(255)	ไอดีตำแหน่ง
FK	FLIGHT_ID	VARCHAR(255)	ไอดีเที่ยวบิน
-	ROUTE_POINT_LATITUDE	DOUBLE	ค่าเส้นรุ้งของตำแหน่ง
-	ROUTE_POINT_LONGTITUDE	DOUBLE	ค่าเส้นแวงของตำแหน่ง
-	ROUTE_POINT_NUMBER	INT(11)	เลขตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.19 ข้อมูลอุปกรณ์ (Device)

เป็นตารางเก็บข้อมูลอุปกรณ์

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	DEVICE_ID	VARCHAR(255)	ไอดีอุปกรณ์
-	DEVICE_STATUS	INT(11)	สถานะของ อุปกรณ์
FK	DEVICE_KEY	VARCHAR(255)	คีย์ของอุปกรณ์
-	DEVICE_NAME	VARCHAR(255)	ชื่อของอุปกรณ์
-	USERID	VARCHAR(255)	ยูสเซอร์ไอดี

ตาราง 3.20 มาร์กเกอร์ (Marker)

เป็นตารางเก็บตำแหน่งของบริเวณของรูปภาพ

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	MARKER_ID	VARCHAR(255)	ไอดีรูปภาพ
-	MARKER_LON	INT(11)	ค่าเส้นแวงของมาร์ เกอร์
-	MARKER_LAT	VARCHAR(255)	ค่าเส้นรุ้งของมาร์ เกอร์

ตาราง 3.21 รายละเอียดไฟล์รูปภาพ (Files)

เป็นตารางเก็บรายละเอียดไฟล์รูปภาพ

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	ID	VARCHAR(255)	ไอดีไฟล์รูปภาพ
-	FILE_NAME	VARCHAR(255)	ชื่อของไฟล์
FK	FILE_TYPE	VARCHAR(255)	ชนิดของไฟล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 การออกแบบการใช้งานส่วนโมบายแอปพลิเคชัน

3.10.1 หน้าเข้าสู่ระบบ

หน้าเข้าสู่ระบบจะมีฟิลด์ username และ password ให้กรอกและปุ่ม Login เพื่อเข้าสู่ระบบ แต่ถ้าไม่ได้เป็นสมาชิก ผู้ใช้สามารถกด Register ที่อยู่ด้านเพื่อเข้าสู่ระบบได้



รูป 3.20 หน้าเข้าสู่ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.2 หน้าสมัครสมาชิก

หน้าสมัครสมาชิกจะมีฟิลด์ต่างๆให้กรอกตามรูป ก) และเมื่อไม่ได้กรอกฟิลด์ใดก็จะ มีแจ้งเตือนว่าไม่กรอกฟิลด์นั้นตามรูป ข)

The image shows two versions of a registration form. The left version (a) is a standard form with fields for: username, password, confirm_password, firstname, lastname, email, phone number, and company name. A 'SIGNUP' button is at the bottom. The right version (b) is identical but has the 'username' field empty. A red error message box appears above the 'username' field with the text 'This field cannot be empty'. A large watermark of a Thai university seal is overlaid on the entire image.

ก) ข)

รูป 3.21 ภาพหน้า Register

ก) ฟิลด์ต่าง ๆ ของหน้า Register

ข) เมื่อไม่ได้กรอกฟิลด์ใดจะขึ้นแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.3 หน้าแผนที่

หน้าแผนที่เป็นหน้าหลักที่นำไว้แสดงรูปถ่ายที่ถ่ายมาว่าอยู่ในตำแหน่งใดในแผนที่ซึ่งจะมีปุ่มเลือกวันที่ที่ต้องการจะดู และ เมื่อเสร็จจะมีให้เลือกเที่ยวบินที่ต้องการดู อยู่ด้านบน



รูป 3.22 หน้าแผนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.4 หน้าแสดงรูปทั้งหมดในบริเวณนั้น

เมื่อผู้ใช้ทำการกรอกรูปที่อยู่บนแผนที่แล้ว ระบบจะแสดงรูปทั้งหมดที่ถูกถ่ายในบริเวณนั้นและมีปุ่มกดบันทึกเพื่อบันทึกรูปทั้งหมด



รูป 3.23 หน้าแสดงรูปทั้งหมดในบริเวณนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการรักษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นหน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.5 หน้าแสดงรูป

เมื่อกดที่รูปก็จะขึ้นรูปแบบเดี่ยวสามารถซูมขยายเพื่อดูรูปนั้นได้อย่างละเอียดได้และมีปุ่มให้กดบันทึกรูปนั้นและสามารถดูรายละเอียดรูปภาพนั้นได้

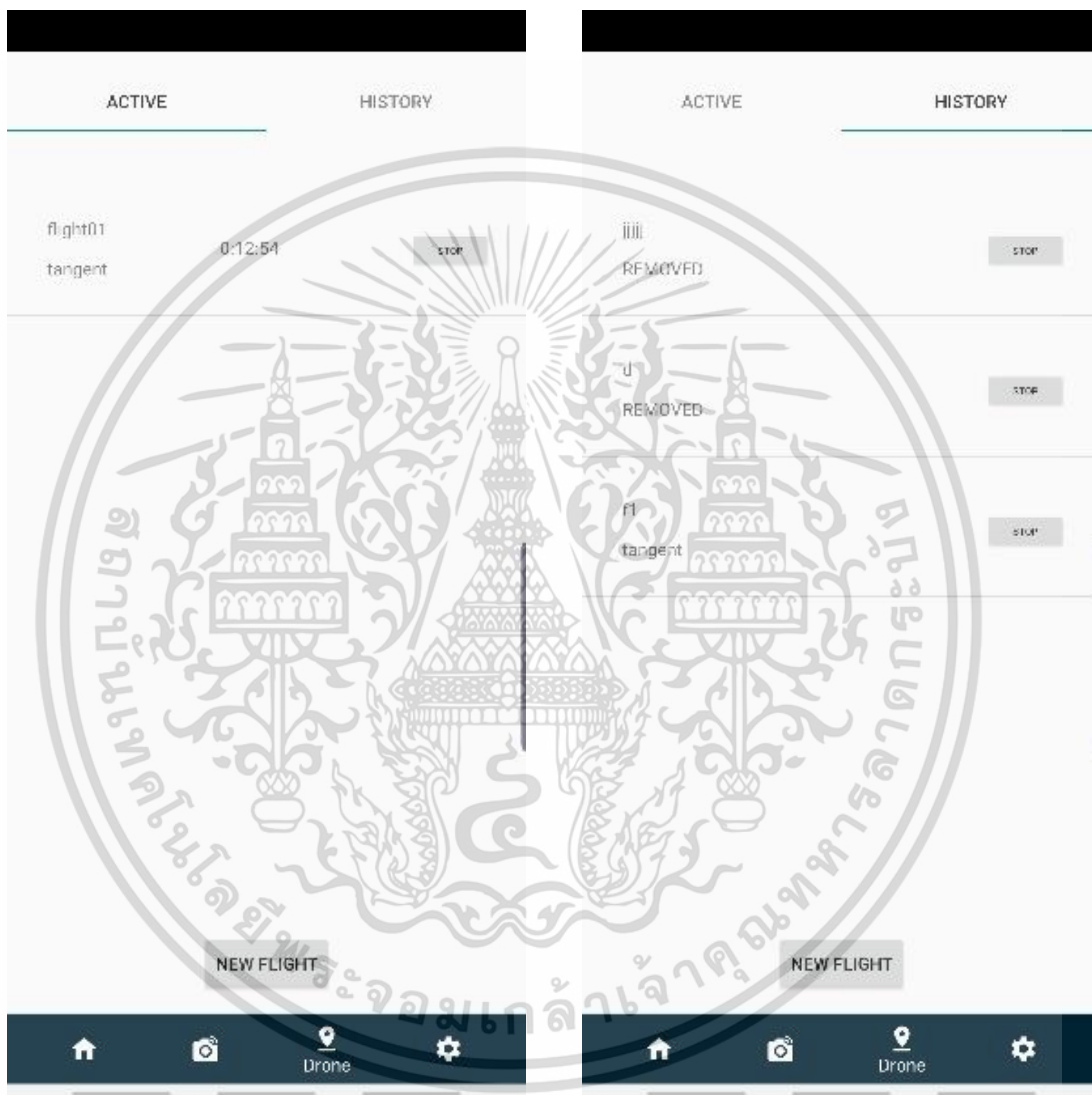


รูป 3.24 หน้าแสดงรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.6 หน้าจัดการเที่ยวบิน

หน้านี้จะแสดงเที่ยวบินทั้งหมดทั้งที่ยังบินอยู่ จะแสดงชื่อเที่ยวบิน ชื่ออุปกรณ์ และ เวลาบินและสามารถกดปุ่ม stop เพื่อหยุดเที่ยวบินนั้น และสามารถกดเข้าไปใน History เพื่อดูเที่ยวบินที่เสร็จสิ้นแล้วย้อนหลังได้



ก)

ข)

รูป 3.25 หน้าจัดการเที่ยวบิน

ก) รูปแสดงเที่ยวบินที่บินอยู่

ข) รูปแสดงเที่ยวบินที่เสร็จสิ้นแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.7 หน้าจัดสร้างเที่ยวบินใหม่

เมื่อผู้ใช้งานกด new flight ก็จะเป็นการสร้างเที่ยวบิน โดยต้องกรอกชื่อเที่ยวบิน และเลือกอุปกรณ์ที่จะใช้งานในเที่ยวบินนั้น และกดปุ่ม set route เพื่อกำหนดเส้นทางในการบิน



รูป 3.26 หน้าสร้างเที่ยวบินใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.8 หน้าตั้งค่า

หน้าตั้งค่าจะเป็นหน้าที่ตั้งค่าทั่วไปและมีปุ่ม log out เมื่อกดแล้วจะเป็นการออกจากระบบนั่นเอง



รูป 3.27 หน้าตั้งค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.9 หน้าจัดการอุปกรณ์

หน้านี้จะแสดงอุปกรณ์ทั้งหมดที่ผู้ใช้เคยเพิ่มเอาไว้ จะแสดงชื่ออุปกรณ์ที่เราตั้งและ คีย์ของอุปกรณ์ และเมื่อผู้ใช้งานต้องการลบอุปกรณ์ก็สามารถกดปุ่มรูปถังขยะได้

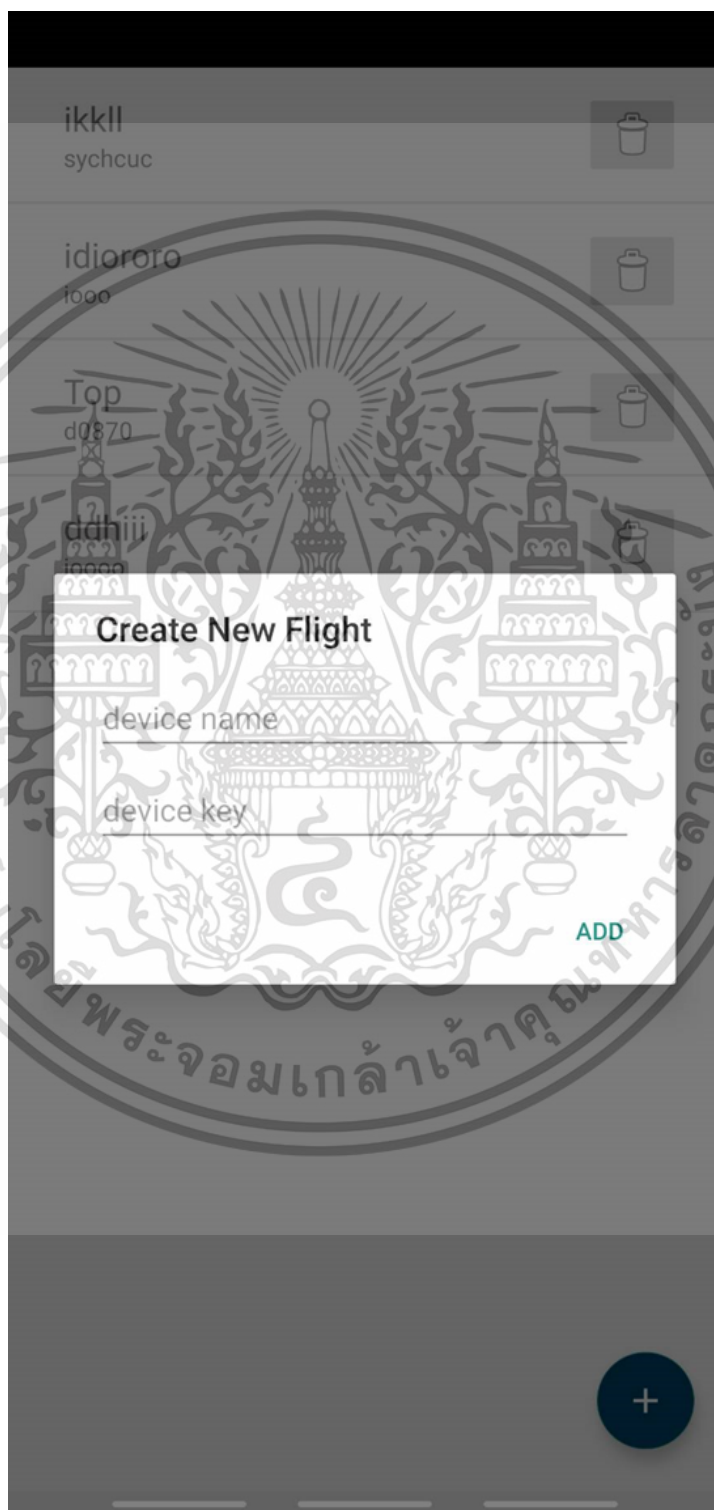


รูป 3.28 หน้าจัดการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.10 หน้าเพิ่มอุปกรณ์

หน้านี้เมื่อผู้ใช้กรอก device key และ device name และกดปุ่ม add new device จะเป็นการเพิ่มอุปกรณ์



รูป 3.29 หน้าเพิ่มอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การส่งรับข้อมูลระยะไกล

การทดลองในส่วนนี้เบื้องต้นจะเป็นการทดลองส่งรูปภาพในระยะต่างๆเพื่อทดสอบหา ระยะทางสูงสุดในการส่งรูปและค่าตัวแปรต่างๆที่เหมาะสมของ โมดูลที่นำมาทดสอบ

4.1.1 การส่งรับข้อมูลระยะไกลด้วย nRF24101

4.1.1.1 รายละเอียดการทดลอง

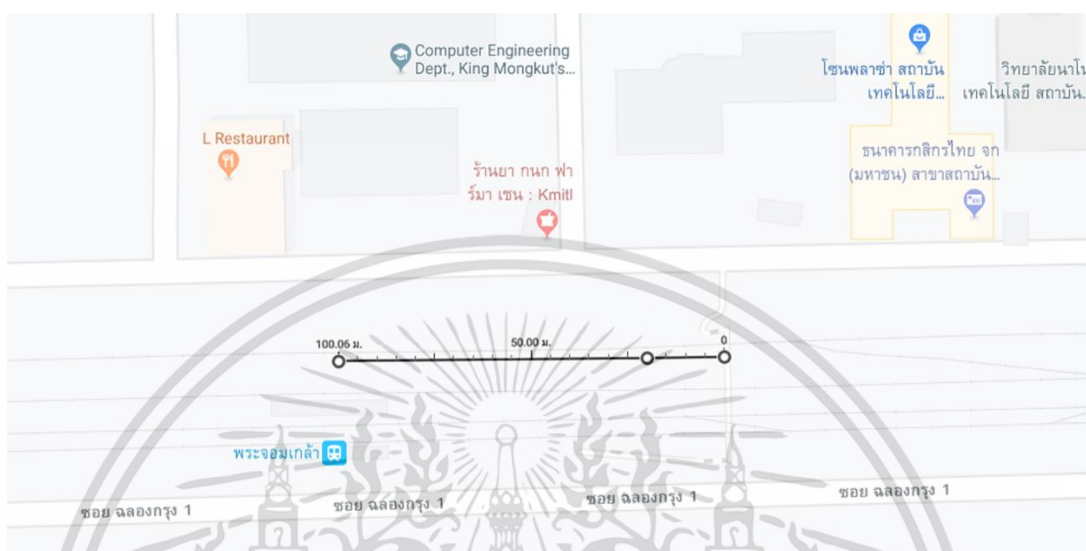
รูปที่นำมาใช้ในการทดสอบเป็นไฟล์ jpg มีความกว้างยาว 194x259 ขนาด 10KB



รูป 4.1 ภาพต้นฉบับที่ใช้ในการทดลองส่งรับข้อมูลระยะไกลด้วย nRF24101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่ที่ผู้จัดทำได้ทำการทดลองอยู่บริเวณจุดพักรถพระจอมเกล้า โดย nRF24101 ตัวส่ง จะอยู่ตรงสะพานลอยตรงจุดพักรถ ส่วน nRF24101 ตัวรับจะอยู่ตรงตำแหน่งต่างๆที่กำหนดไว้ตลอด ตามทางรถไฟ โดยมีระยะห่างจากตัวรับอยู่ที่ 20 เมตร, 50 เมตร, 100 เมตร



รูป 4.2 สถานที่ทำการทดลองส่งรับข้อมูลระยะไกลด้วย nRF24101

4.1.1.2 วิธีการทดลอง

- 1) เตรียมอุปกรณ์ซึ่งประกอบไปด้วย โมดูล nRF24101 2 ตัว ตัวรับและตัวส่ง, Arduino UNO 2 ตัว, ไฟล์ภาพต้นฉบับที่ใช้ในการทดลอง, โน้ตบุ๊ก 2 เครื่อง, ไม้ค้ำ Arduino ทั้งตัวรับตัวส่ง และ ไม้ค้ำสำหรับเข้ารหัสรูปและถอดรหัสรูปที่รันบนตัวโน้ตบุ๊ก
- 2) เชื่อมต่อโมดูล nRF24101 เข้ากับตัว Arduino เป็นตัวรับและตัวส่ง หลังจากนั้นนำ Arduino ไปเชื่อมต่อกับโน้ตบุ๊กเครื่องละหนึ่งตัวผ่านสาย USB (ในการทดลองจำเป็นต้องต่อ Arduino เข้ากับโน้ตบุ๊กตลอดเวลา)อัฟโค้ดลง Arduino ทั้งสองตัว
- 3) หาสถานที่สำหรับทดสอบโดยให้ทั้งตัวรับและตัวส่งมีระยะห่างตามที่ได้กำหนดกันเอาไว้และทำการรันโค้ดสำหรับเข้ารหัสรูปและถอดรหัสรูปที่ตัวโน้ตบุ๊กทั้งสองเพื่อเริ่มการส่งข้อมูล
- 4) ดูผลการส่งข้อมูลและทำการบันทึกผล ค่าตัวแปรที่เซตให้กับ โมดูล ขนาดของ Payload สามารถดูรูปได้หรือไม่ ระยะเวลาในการส่ง ระยะทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ทำการเปลี่ยนตัวแปรที่เซตให้กับ โมดูลและปรับระยะทางก่อนเริ่ม
ดำเนินการทดสอบรอบต่อไป

4.1.1.3 ผลการทดลอง

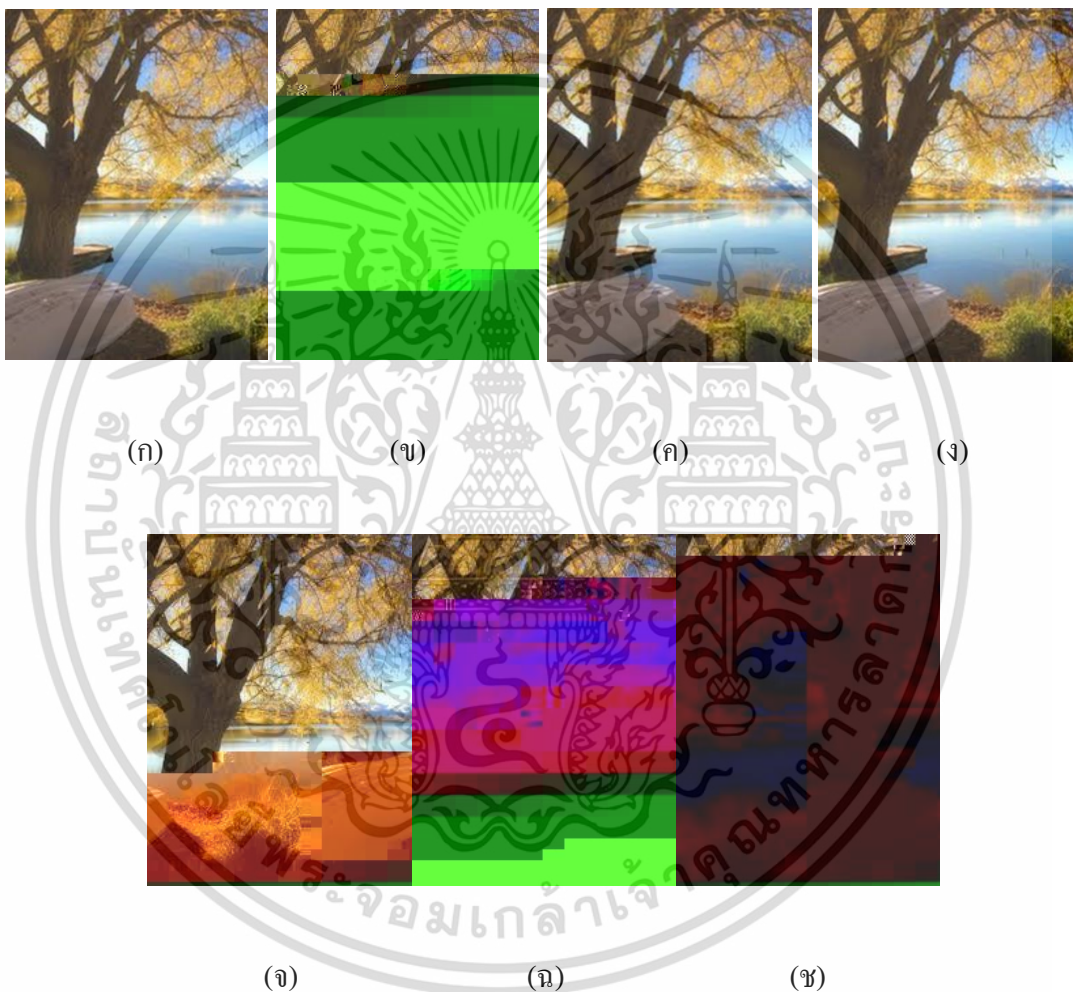
ตาราง 4.1 ผลการทดลองส่งรับข้อมูลระยะไกลด้วย nRF24101

อัตราการส่งข้อมูล	Baud rate	payload	ระยะทาง	ได้รับรูปหรือไม่	ระยะเวลาเฉลี่ยในการส่งข้อมูล
250KBPS	115200	32 ไบต์	20 เมตร	ได้รับสมบูรณ์	3.41s
250KBPS	250000	32 ไบต์	20 เมตร	ไม่ได้รับ	-
250KBPS	115200	32 ไบต์	50 เมตร	ได้รับไม่สมบูรณ์	3.70s
250KBPS	250000	32 ไบต์	50 เมตร	ไม่ได้รับ	-
250KBPS	115200	32 ไบต์	100 เมตร	ไม่ได้รับ	-
250KBPS	250000	32 ไบต์	100 เมตร	ไม่ได้รับ	-
1MBPS	115200	32 ไบต์	20 เมตร	ได้รับ	1.42s
1MBPS	250000	32 ไบต์	20 เมตร	ได้รับไม่สมบูรณ์	3.39s
1MBPS	115200	32 ไบต์	50 เมตร	ไม่ได้รับ	-
1MBPS	250000	32 ไบต์	50 เมตร	ได้รับไม่สมบูรณ์	18.67s
1MBPS	115200	32 ไบต์	100 เมตร	ไม่ได้รับ	-
1MBPS	250000	32 ไบต์	100 เมตร	ไม่ได้รับ	-
2MBPS	115200	32 ไบต์	20 เมตร	ไม่ได้รับ	-
2MBPS	250000	32 ไบต์	20 เมตร	ได้รับสมบูรณ์	2.35s
2MBPS	115200	32 ไบต์	50 เมตร	ไม่ได้รับ	-
2MBPS	250000	32 ไบต์	50 เมตร	ได้รับไม่สมบูรณ์	3.11s
2MBPS	115200	32 ไบต์	100 เมตร	ไม่ได้รับ	-
2MBPS	250000	32 ไบต์	100 เมตร	ไม่ได้รับ	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตาราง 4.1 โมดูล nRF24101 นั้นมีอัตราการส่งข้อมูลที่ค่อนข้างสูง แต่ระยะการส่งข้อมูลนั้นสั้น เหมาะสำหรับงานที่ใช้การส่งข้อมูลระยะสั้นๆ 20-30 เมตร แต่งานที่ต้องการระยะการส่งข้อมูลที่ไกลเกินกว่า 50 เมตรนั้น ไม่สามารถทำงานได้ ซึ่งทางโปรเจกต์ของผู้จัดทำนั้น ต้องการระยะการส่งข้อมูลที่ 1-2 กิโลเมตร จึงไม่เหมาะแก่การนำมาใช้ในโปรเจกต์

ภาพจากการทดลอง



รูป 4.3 ไฟล์ที่ได้จากการทดลองส่งจาก nrf ด้วย Data rate Baud rate และระยะทางที่แตกต่างกัน โดยผลจากการส่งที่ ระยะ 20 เมตร (ก) 250KBPS, 115200 baud (ข) 1MBPS, 115200 baud (ค) 1MBPS, 250000 baud (ง) 2MBPS Baud rate 250000 และที่ระยะ 50 เมตร (จ) 250KBPS, 115200 baud (ฉ) 1MBPS Baud rate 250000 (ช) 2MBPS, 250000 baud

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การส่งรับข้อมูลระยะไกลด้วย LoRa32u4

4.1.2.1 รายละเอียดการทดลอง

ในการทดลองผู้จัดทำได้เซตค่าพารามิเตอร์ที่ตัวโมดูล LoRa32u4 ไว้ดังนี้

- Bandwidth: 125 kHz (เป็นค่าแบนด์วิธที่ต่ำสุดเพื่อระยะการส่งข้อมูลที่ไกลสุด)
- Coding rate: 4/8 (ป้องกันการรบกวนจากสัญญาณภายนอกแต่เพิ่มระยะเวลาการส่งข้อมูล)
- Transmission power: 16 dBm (ค่า Default)
- Payload: 251 bytes (ค่า Payload อยู่ในช่วง 1-251)
- Data rate: สามารถหาได้จาก

$$R_b = SF \frac{\left[\frac{4}{4+CR} \right]}{\left[\frac{2^{SF}}{BW} \right]}$$

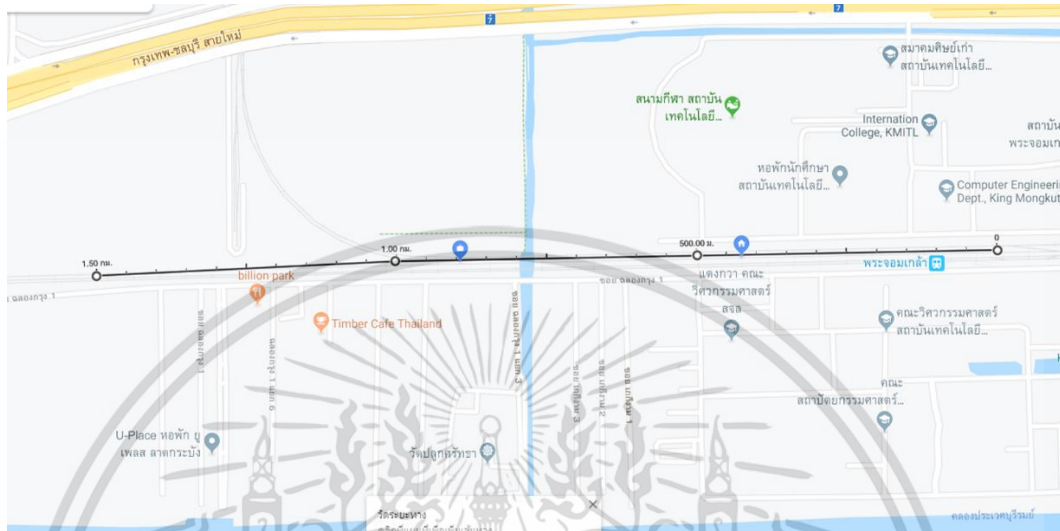
รูปที่นำมาใช้ในการทดสอบเป็นไฟล์ jpg มีความกว้างยาว 194x259 ขนาด 10KB



รูป 4.4 ภาพต้นฉบับที่ใช้ในการทดลองส่งรับข้อมูลระยะไกลด้วย LoRa32u4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่ที่ผู้จัดทำได้ทำการทดลองอยู่บริเวณจุดพักรถพระจอมเกล้า โดย LoRa32u4 จะอยู่ตรงสะพานลอยตรงจุดพักรถ ส่วน LoRa32u4 ตัวรับจะอยู่ตรงตำแหน่งต่างๆที่กำหนดไว้ตลอดตามทางรถไฟ โดยมีระยะห่างจากตัวรับอยู่ที่ 500 เมตร, 1 กิโลเมตร, 1.5 กิโลเมตร



รูป 4.5 สถานที่ทำการทดลองส่งรับข้อมูลระยะไกลด้วย LoRa32u4

4.1.2.2 วิธีการทดลอง

- 1) เตรียมอุปกรณ์ซึ่งประกอบไปด้วย โมดูล LoRa32u4 2 ตัว ตัวรับและตัวส่ง, Arduino UNO 2 ตัว, ไฟล์ภาพต้นฉบับที่ใช้ในการทดลอง, โน้ตบุ๊ก 2 เครื่อง, โค้ดส่วน Arduino ทั้งตัวรับตัวส่ง และ โค้ดสำหรับเข้ารหัสรูปและถอดรหัสรูปที่รันบนตัวโน้ตบุ๊ก
- 2) เชื่อมต่อโมดูล LoRa32u4 เข้ากับตัว Arduino เป็นตัวรับและตัวส่ง หลังจากนั้นนำ Arduino ไปเชื่อมต่อกับโน้ตบุ๊กเครื่องละหนึ่งตัวผ่านสาย USB (ในการทดลองจำเป็นต้องต่อ Arduino เข้ากับโน้ตบุ๊กตลอดเวลา) อัปโหลด Arduino ทั้งสองตัว
- 3) หาสถานที่สำหรับทดสอบ โดยให้ทั้งตัวรับและตัวส่งมีระยะห่างตามที่ได้กำหนดกันเอาไว้และทำการรัน โค้ดสำหรับเข้ารหัสรูปและถอดรหัสรูปที่ตัวโน้ตบุ๊กทั้งสองเพื่อเริ่มการส่งข้อมูล
- 4) ดูผลการส่งข้อมูลและทำการบันทึกผล ค่าตัวแปรที่เซตให้กับ โมดูล สามารถดูรูปได้หรือไม่ ระยะเวลาในการส่ง ระยะเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ทำการเปลี่ยนตัวแปรที่เชื่อมต่อให้กับ โมดูลและระยะทางก่อนเริ่มดำเนินการทดสอบต่อไป

4.1.2.3 ผลการทดลอง

ตาราง 4.2 ผลการทดลองส่งรับข้อมูลระยะไกลด้วย LoRa32u4

Spreading Factor	ระยะทาง	ได้รับรูปหรือไม่	ระยะเวลาเฉลี่ยในการส่งข้อมูล
7	500 เมตร	ได้รับสมบูรณ์	26.60s
7	1000 เมตร	ได้รับสมบูรณ์	26.60s
7	1500 เมตร	ไม่ได้รับ (ภาพเปิดไม่ได้)	-
8	500 เมตร	ได้รับสมบูรณ์	26.60s
8	1000 เมตร	ได้รับสมบูรณ์	26.60s
8	1500 เมตร	ไม่ได้รับ (ภาพเปิดไม่ได้)	-
9	500 เมตร	ได้รับสมบูรณ์	26.60s
9	1000 เมตร	ได้รับสมบูรณ์	26.61s
9	1500 เมตร	ไม่ได้รับ (ภาพเปิดไม่ได้)	-
10	500 เมตร	ได้รับสมบูรณ์	26.61s
10	1000 เมตร	ได้รับสมบูรณ์	26.61s
10	1500 เมตร	ไม่ได้รับ (ภาพเปิดไม่ได้)	-

จากตาราง 4.2 โมดูล LoRa32u4 มีอัตราการส่งข้อมูลที่ต่ำแต่แลกมาด้วยการที่สามารถส่งข้อมูลได้ในระยะไกล สำหรับงานที่ต้องการส่งข้อมูลในระยะทางสั้นๆ อาจจะไม่เหมาะสมเนื่องจากมีโมดูลอื่นที่สามารถทำงานข้างต้นได้ดีกว่า แต่ในงานที่ต้องการส่งข้อมูลในระยะทาง 1 กิโลเมตร นั้น ถือเป็นตัวเลือกที่ดีอีกตัว และเนื่องจากอัตราการส่งข้อมูลที่ต่ำจึงไม่เหมาะสำหรับงานที่ต้องการส่งข้อมูลขนาดใหญ่และเป็น real time เช่นการสตรีมภาพ เป็นต้น นอกจากนี้พื้นที่ที่ใช้ในการส่งข้อมูลจำเป็นต้องเป็นพื้นที่ LOS(line of sight) เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลได้ระยะทางที่ไกล

พารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการส่งข้อมูลคือ

1. Spreading Factor (7-12): 7 ค่าพารามิเตอร์ตัวนี้นั้น ส่งผลต่อระยะทางการส่งข้อมูลและ อัตราการส่งข้อมูลด้วย โดยค่ายิ่งต่ำจะทำให้อัตราการส่งข้อมูลสูงแต่จะได้ระยะทางที่สั้น (1-3 กิโลเมตร) หากมีค่าสูงจะทำให้อัตราการส่งข้อมูลต่ำลงแต่จะส่งได้ไกลขึ้น (สูงสุดถึง 10 กิโลเมตร)
2. Bandwidth (125K, 250K, 500K): 125K ค่า BW นั้นมีอยู่ 9 ค่าที่สามารถใช้ได้ แต่เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน ขอแนะนำให้ใช้แค่ 3 ค่าข้างต้น และเพื่อให้ได้ระยะทางที่ไกลที่สุดในการสื่อสารควรใช้ค่า 125
3. Code rate (4/5-4/8): 4/8 ค่าพารามิเตอร์ในการเข้ารหัสข้อความก่อนส่ง โดยยังมีค่ามาก จะสามารถป้องกันการรบกวนจากภายนอกได้มากแต่จะใช้กำลังไฟมากขึ้นและขนาดของข้อมูลจะใหญ่ขึ้นด้วย

ภาพจากผลการทดลอง



(ก) SF = 7

(ข) SF = 8

(ค) SF = 9

(ง) SF = 10

รูป 4.6 ไฟล์ที่ได้จากการทดลองส่งที่ระยะ 500 และ 1000 เมตร

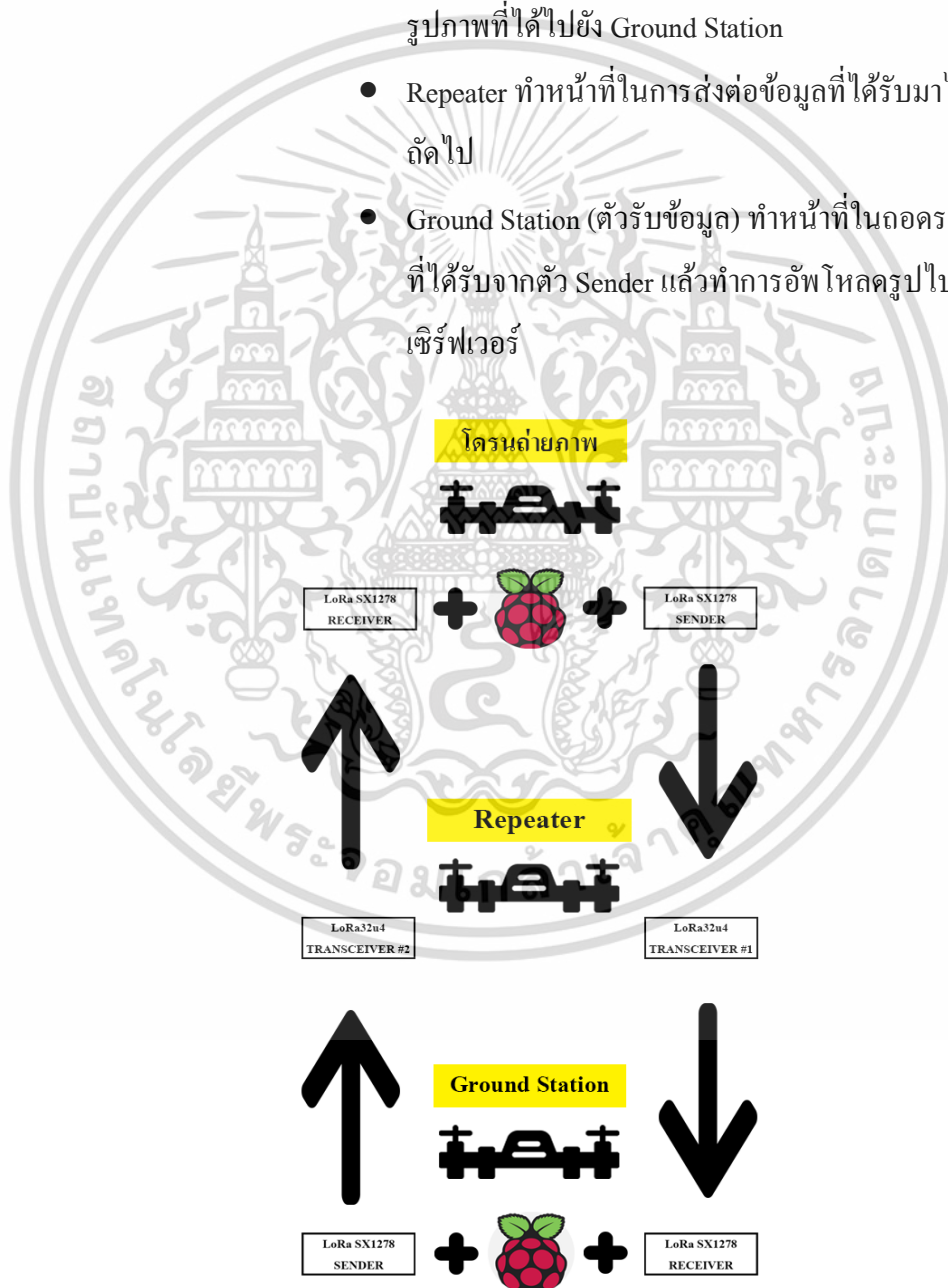
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การส่งรับข้อมูลระยะไกลด้วย LoRa โดยใช้ Repeater เป็นตัวขยายระยะการส่ง

4.1.3.1 รายละเอียดการทดลอง

ในการทดลองนี้อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการทดสอบประกอบไปด้วย 3 ส่วน
สำคัญคือ

- Sender (ตัวส่งข้อมูล) ทำหน้าที่ในการถ่ายรูปตามจุดต่าง ๆ, เก็บพิกัด GPS ตรงจุดที่ถ่ายรูป, ทำการบีบอัดรูปและส่งรูปภาพที่ได้ไปยัง Ground Station
- Repeater ทำหน้าที่ในการส่งต่อข้อมูลที่ได้รับมาไปยัง hob ถัดไป
- Ground Station (ตัวรับข้อมูล) ทำหน้าที่ในถอดรหัสรูปภาพที่ได้รับจากตัว Sender แล้วทำการอัปโหลดรูปไปยังเซิร์ฟเวอร์



รูป 4.7 การส่งรับข้อมูลระยะไกลด้วย LoRa โดยใช้ Repeater เป็นตัวขยายระยะการส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้จัดทำเห็นใบเซอร์ยืนยันดำเนินการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดลองผู้จัดทำได้เซตค่าพารามิเตอร์ที่ตัว Sender, Repeater และ Ground Station ไว้ดังนี้

1. Sender

- Bandwidth: 125 kHz (เป็นค่าแบนด์วิดท์ที่ต่ำสุดเพื่อระยะเวลาการส่งข้อมูลที่ไกลสุด)
- Coding rate: 4/8 (ป้องกันการรบกวนจากสัญญาณภายนอก)
- Transmission power: 16 dBm (ค่า Default)
- Payload: 250 bytes (ค่า Payload อยู่ในช่วง 1-255)
- ขนาดรูปที่ถ่ายจากตัว Sender: 200x200 pixel, Size 4KB
- Spreading Factor: 7 (มีผลต่อระยะเวลาในการสื่อสารและอัตราการส่งข้อมูล)

2. Repeater

- Bandwidth: 125 kHz
- Coding rate: 4/8 (ป้องกันการรบกวนจากสัญญาณภายนอก)
- Transmission power: 16 dBm (ค่า Default)
- Spreading Factor: 7

3. Ground Station

- Bandwidth: 125 kHz
- Coding rate: 4/8
- Transmission power: 16 dBm (ค่า Default)
- Spreading Factor: 7

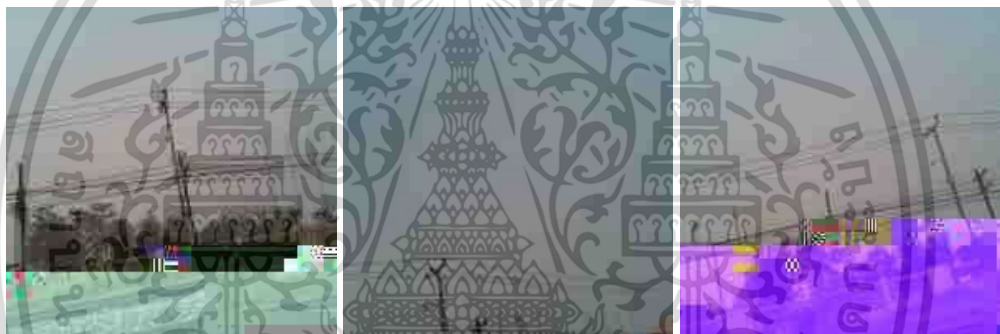
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.3 ผลการทดลอง

ตาราง 4.3 ผลการทดลองส่งรับข้อมูลระยะไกลด้วย LoRa โดยใช้ Repeater เป็นตัวขยายระยะการส่ง

ระยะทาง	ระยะเวลาเฉลี่ยในการส่งข้อมูล
500 เมตร	54.21s
1000 เมตร	108.47s

ภาพจากผลการทดลอง



รูป 4.9 ไฟล์ที่ได้จากการทดลองส่งที่ระยะ 500 เมตร



รูป 4.10 ไฟล์ที่ได้จากการทดลองส่งที่ระยะ 1000 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองการบีบอัดรูปภาพ

การทดลองนี้มีจุดประสงค์ ลดขนาดไฟล์รูปภาพ เพื่อลดเวลาในการส่งข้อมูล เนื่องจาก Lora มีข้อดีคือสามารถส่งข้อมูลได้ระยะไกลแต่ข้อเสียคือมี data rate ที่ต่ำมากจึงจะต้องลดขนาดไฟล์ ทำให้ใช้เวลาในการส่งน้อยลงและทำให้การส่งข้อมูลมีโอกาสเกิดการสูญเสียและผิดพลาดน้อยลง จึงได้การบีบอัดรูปภาพแบบ JPEG ที่สามารถลดขนาดไฟล์ของรูปภาพลงได้มาก ซึ่งในทางทฤษฎีแล้วการบีบอัดไฟล์แบบ jpeg นั้นจะทำให้ภาพนั้นเกิดการสูญเสียมาก (Lossy) แต่มนุษย์เห็นความแตกต่างได้น้อย การบีบอัดแบบ jpeg จึงเป็นตัวเลือกที่ดี

4.2.1 รายละเอียดการทดลอง

- 1) อุปกรณ์ที่ใช้บีบอัดรูปภาพคือ NVIDIA JETSO NANO
- 2) ใช้ library JPEGTurbo และ OPENCV ในการบีบอัดไฟล์ JPEG
- 3) ใช้ภาพ raw ที่มีขนาด 4k, 2k, full HD, HD และ vga

4.2.2 วิธีการทดลอง

- 1) นำรูปภาพที่ต้องการบีบอัดนำไปบีบอัดโดยใช้ python



รูป 4.11 ไฟล์ที่ใช้ในการทดสอบการบีบอัดรูปภาพ

- 2) วัดค่าต่างๆ ได้แก่ เวลาในการบีบอัด ขนาดไฟล์ คุณภาพไฟล์ และค่าภาพต่อวินาที (fps)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลการทดลอง

ตาราง 4.4 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ JpegTurbo สำหรับภาพขนาด 4k 24 bit และมีขนาดไฟล์ 41MB

คุณภาพ(%)	ระยะเวลาในการบีบอัด(มิลลิวินาที)	ขนาดไฟล์(KB)	ภาพต่อวินาที(จำนวนภาพ)
10	125.31	178.62	7.98
20	123.27	207.79	8.11
30	125.89	238.47	7.94
40	129.53	274.04	7.72
50	129.61	322.01	7.72
60	134.39	390.79	7.44
70	138.03	522.89	7.24
80	146.25	780.09	6.84
90	161.83	1434.2	6.18
100	293.48	7848.49	3.41

ตาราง 4.5 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ OpenCV สำหรับภาพขนาด 4k 24 bit และมีขนาดไฟล์ 41MB

คุณภาพ(%)	ระยะเวลาในการบีบอัด(มิลลิวินาที)	ขนาดไฟล์(KB)	ภาพต่อวินาที(จำนวนภาพ)
10	135.5	147.46	7.38
20	133.89	176.56	7.47
30	137.44	205.3	7.28
40	137.67	237.76	7.26
50	140.23	281.08	7.13
60	142.06	340.83	7.04
70	146.36	454.62	6.83
80	151.25	667.45	6.61
90	162.84	1206.22	6.14
100	248.99	5751.87	4.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ JpegTurbo สำหรับภาพขนาด 2k 24 bit และมีขนาดไฟล์ 18MB

คุณภาพ(%)	ระยะเวลาในการบีบอัด(มิลลิวินาที)	ขนาดไฟล์(KB)	ภาพต่อวินาที(จำนวนภาพ)
10	54.55	82.02	18.33
20	55.49	98.61	18.02
30	56.87	114.58	17.58
40	57.54	129.22	17.38
50	58.07	145.5	17.22
60	59.34	167.22	16.85
70	61.25	211.71	16.33
80	64.32	305.22	15.55
90	70.21	569.76	14.24
100	127.77	3339.75	7.83

ตาราง 4.7 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ OpenCV สำหรับภาพขนาด 2k 24 bit และมีขนาดไฟล์ 10MB

คุณภาพ(%)	ระยะเวลาในการบีบอัด(มิลลิวินาที)	ขนาดไฟล์(KB)	ภาพต่อวินาที(จำนวนภาพ)
10	59.05	68.28	16.93
20	59.71	84.87	16.75
30	60.66	100.14	16.49
40	61.33	113.91	16.3
50	61.83	128.82	16.17
60	63.1	148.19	15.85
70	64.24	187.62	15.57
80	66.18	266.31	15.11
90	71.2	487.56	14.04
100	109.11	2420.25	9.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.8 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ JpegTurbo สำหรับภาพขนาด full hd 24 bit และมีขนาดไฟล์

18MB

คุณภาพ(%)	ระยะเวลาในการบีบอัด(มิลลิวินาที)	ขนาดไฟล์(KB)	ภาพต่อวินาที(จำนวนภาพ)
10	31.03	47.43	32.23
20	32.27	58.51	30.99
30	32.89	69.01	30.4
40	34.05	78.08	29.37
50	35.28	87.14	28.34
60	34.6	98.11	28.9
70	35.47	119.06	28.19
80	36.72	164.33	27.23
90	39.9	299.97	25.06
100	70.73	1797.98	14.14

ตาราง 4.9 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ OpenCV สำหรับภาพขนาด full hd 24 bit และมีขนาดไฟล์

10MB

คุณภาพ(%)	ระยะเวลาในการบีบอัด(มิลลิวินาที)	ขนาดไฟล์(KB)	ภาพต่อวินาที(จำนวนภาพ)
10	33.12	39.99	30.19
20	33.82	51.01	29.57
30	35.74	61.11	27.98
40	36.24	69.65	27.6
50	36.52	78.03	27.38
60	36.47	87.84	27.42
70	36.21	106.66	27.62
80	37.7	145.41	26.52
90	40.03	260.54	24.98
100	59.95	1306.41	16.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.10 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ JpegTurbo สำหรับภาพขนาด hd 24 bit และมีขนาดไฟล์ 4MB

คุณภาพ(%)	ระยะเวลาในการบีบอัด(มิลลิวินาที)	ขนาดไฟล์(KB)	ภาพต่อวินาที(จำนวนภาพ)
10	14.13	22.22	70.78
20	14.56	28.3	68.68
30	14.79	33.83	67.63
40	15.04	38.6	66.47
50	14.99	43.37	66.7
60	15.2	48.68	65.81
70	15.54	57.57	64.36
80	16.08	75.05	62.19
90	17.53	127.88	57.03
100	31.12	746.38	32.13

ตาราง 4.11 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ OpenCV สำหรับภาพขนาด hd 24 bit และมีขนาดไฟล์ 4MB

คุณภาพ(%)	ระยะเวลาในการบีบอัด(มิลลิวินาที)	ขนาดไฟล์(KB)	ภาพต่อวินาที(จำนวนภาพ)
10	15.02	18.82	66.58
20	15.37	24.78	65.06
30	15.52	30.06	64.45
40	15.72	34.56	63.62
50	15.55	38.97	64.3
60	16.05	43.73	62.31
70	16.01	51.75	62.48
80	18.78	66.94	53.25
90	17.55	112.97	56.99
100	26.49	546.52	37.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.12 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ JpegTurbo สำหรับภาพขนาด vga 24 bit และมีขนาดไฟล์ 1MB

คุณภาพ(%)	ระยะเวลาในการบีบอัด(มิลลิวินาที)	ขนาดไฟล์(KB)	ภาพต่อวินาที(จำนวนภาพ)
10	5.23	8.59	191.35
20	5.38	11.22	185.91
30	5.56	13.59	179.84
40	5.58	15.64	179.34
50	5.65	17.69	176.94
60	5.76	19.91	173.73
70	5.81	23.46	172.24
80	5.97	29.61	167.4
90	6.65	46.2	150.42
100	10.52	230.71	95.05

ตาราง 4.13 การบีบอัดไฟล์โดยใช้ OpenCV สำหรับภาพขนาด vga 24 bit และมีขนาดไฟล์ 1MB

คุณภาพ(%)	ระยะเวลาในการบีบอัด(มิลลิวินาที)	ขนาดไฟล์(KB)	ภาพต่อวินาที(จำนวนภาพ)
10	5.34	7.38	187.32
20	5.37	9.84	186.25
30	5.53	12.09	180.94
40	5.55	13.97	180.21
50	5.62	15.86	177.95
60	5.98	17.85	167.09
70	5.97	21.08	167.38
80	5.9	26.56	169.46
90	6.17	41.11	162.19
100	8.66	173.39	115.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางข้างต้นที่แสดงผลการบีบอัดรูประหว่างการใช้ JpegTurbo และ OpenCV กับรูปขนาดต่าง ๆ เราจะเห็นว่าการใช้ OpenCV นั้นสามารถที่จะบีบอัดรูปได้มีขนาดเล็กกว่าการใช้ JpegTurbo แต่การใช้ JpegTurbo นั้นสามารถที่จะลดระยะเวลาการบีบอัดได้มากกว่าการใช้ OpenCV

ในตัวโปรเจกของทางผู้จัดทำนั้น รูปที่นำมาใช้งานนั้นเดิมทีเองก็มีขนาดเล็กอยู่แล้ว (10KB) ซึ่งการใช้ OpenCV และ JpegTurbo ในการบีบนั้นให้ขนาดไฟล์ของผลลัพธ์ที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งทางผู้จัดทำได้เลือกใช้ JpegTurbo เนื่องจากมีระยะเวลาในการบีบอัดที่สั้นกว่า

พารามิเตอร์ คุณภาพของรูปที่ใช้ในการบีบอัดนั้นจะอยู่ระหว่าง 80-20 เปอร์เซนต์ ซึ่งที่ 80 เปอร์เซนต์นั้น ภาพที่ได้จะมีความคมชัดมากที่สุดแต่ขนาดไฟล์จะใหญ่ที่สุด เพราะฉะนั้นทางผู้จัดทำได้เลือกใช้ที่ 20 เปอร์เซนต์ เพื่อให้ขนาดไฟล์เล็กสุดและยังสามารถมองรูปออกว่าเป็นรูปอะไร

4.3 การทดสอบการอัปโหลดรูปภาพและดูรูปภาพจากโมบายแอปพลิเคชัน

การทดสอบนี้จุดประสงค์ต้องการทดสอบในส่วน api ว่าถ้ามีการส่งรูปภาพจาก ground station ไปยังเซิร์ฟเวอร์ได้ถูกต้องหรือไม่และมีพฤติกรรมเป็นเช่นไรเมื่อไม่ตรงเงื่อนไขในการอัปโหลดและทดสอบในส่วนการแสดงผลรูปภาพ ว่าสามารถแสดงผลรูปภาพได้ถูกต้องและตรงตำแหน่งจากที่ถ่ายมา

4.3.1 รายละเอียดการทดลอง

1) ใช้รูปภาพ 3 ภาพในการทดลองซึ่งเป็นรูปอะไรก็ได้ในการทดลองนี้เป็นภาพโลโก้ของร้านค้าต่าง ๆ

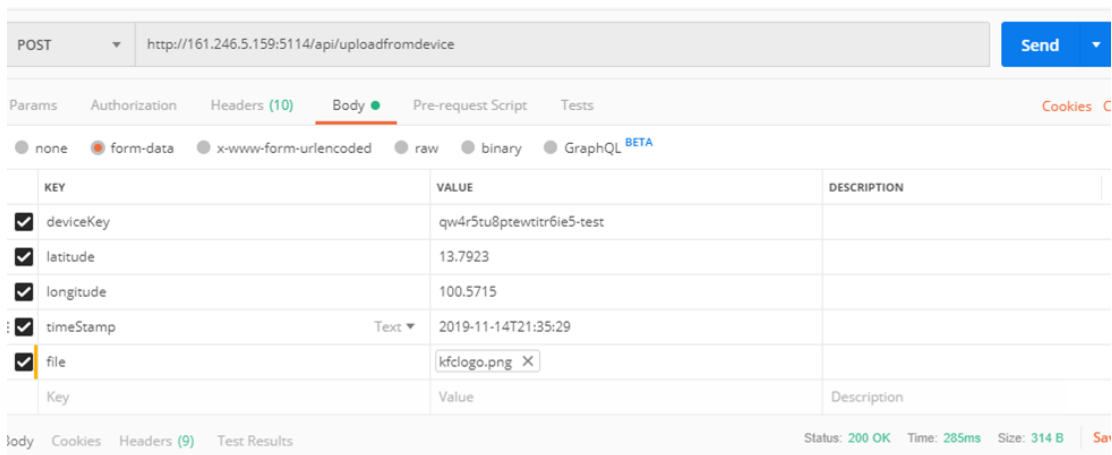
2) ใช้ postman ในการอัปโหลดรูปภาพ

3) ใช้รูปแบบในการส่งเป็น multipart/form-data

4.3.2 วิธีการทดลอง

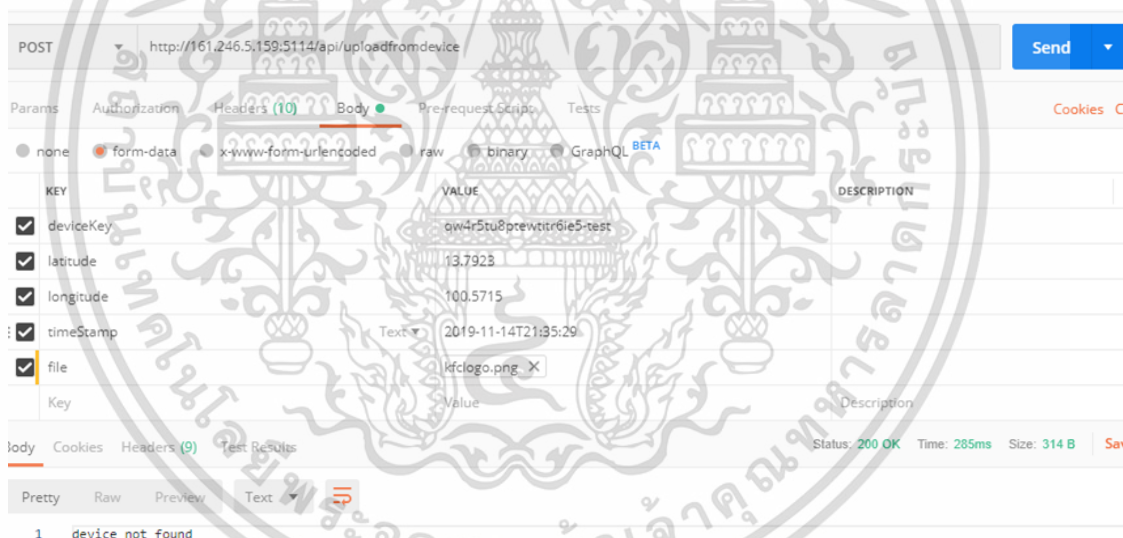
1) ใส่ parameter ต่างๆ ได้แก่ deviceKey ซึ่งเป็นหมายเลขของอุปกรณ์ซึ่งจะมีความเป็นเอกลักษณ์ไม่ซ้ำกับอุปกรณ์ตัวอื่นๆและค่า latitude , longitude timeStamp และ file ซึ่งเป็นรูปภาพ และส่งไปที่ <http://161.246.5.159:5114/api/uploadfromdevice>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.12 parameter ต่างๆใน postman

2) จะพบผลลัพธ์แสดงว่า “device not found” เนื่องจากยังไม่มีผู้ใช้งานคนไหนทำการเพิ่ม อุปกรณ์หมายเลขนี้



รูป 4.13 ไม่สามารถอัปโหลดรูปภาพได้เนื่องจากไม่พบอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

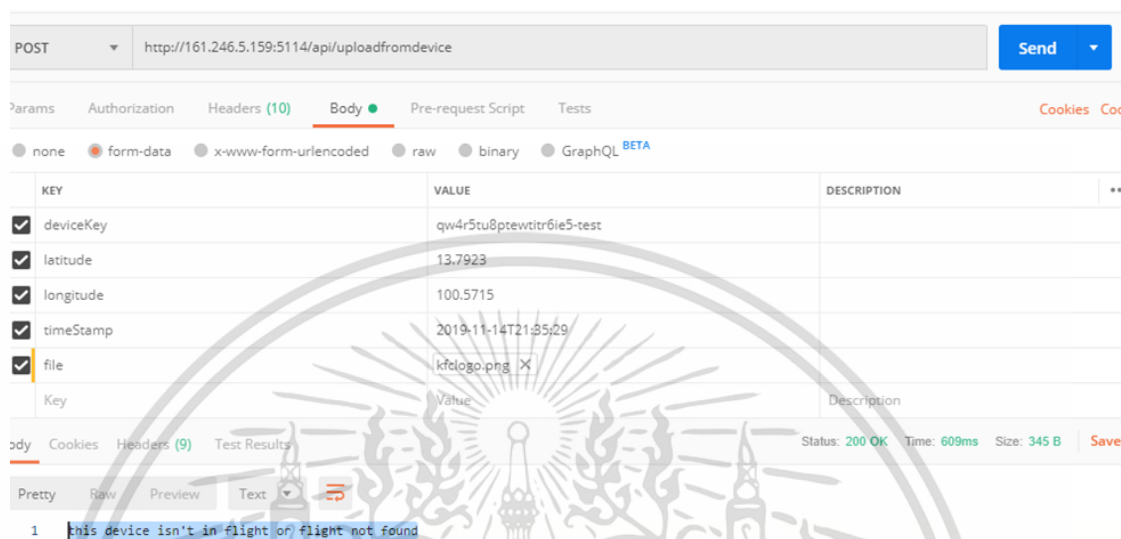
3) ให้ผู้ใช้เพิ่มอุปกรณ์ในโมบายแอปพลิเคชันโดยกดหน้า settings → manage device → กดเครื่องหมายบวก และใส่ชื่อของอุปกรณ์เป็นชื่ออะไรก็ได้แต่ในการทดลองนี้จะตั้งชื่อว่า device01 และหมายเลขของอุปกรณ์ซึ่งในที่ทดลองเป็น “qw4r5tu8ptewtitr6ie5-test”



รูป 4.14 การเพิ่มอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

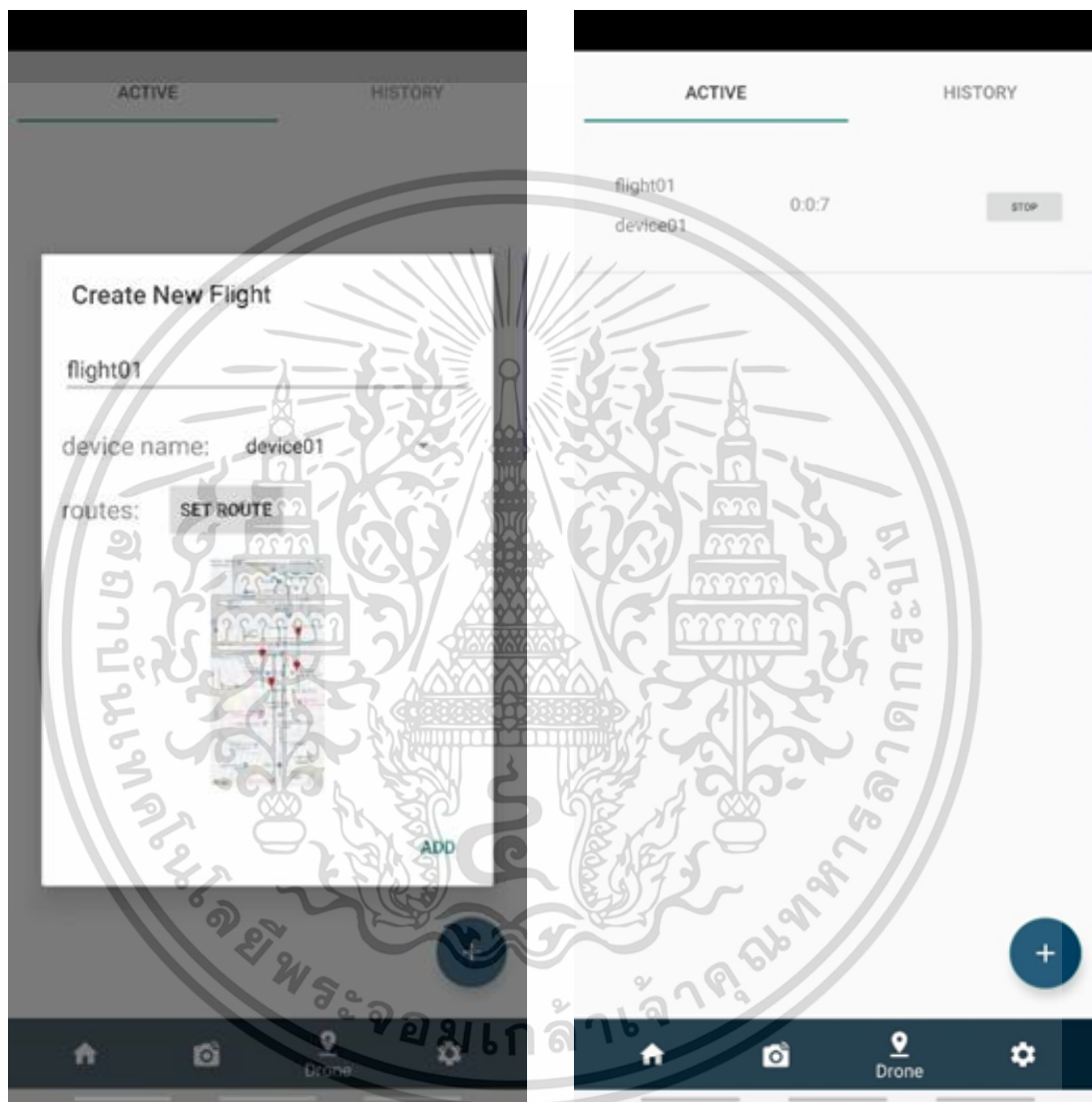
4) ผู้ใช้ทำการกดส่งใน postman อีกครั้งผู้ใช้จะพบว่าไม่สามารถอัปโหลดได้และขึ้นข้อความว่า “this device isn't in flight or flight not found” เนื่องจากผู้ใช้งานยังไม่ได้สร้างเที่ยวบินในโมบายแอปพลิเคชัน



รูป 4.15 ไม่สามารถอัปโหลดรูปภาพได้เนื่องจากไม่พบเที่ยวบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ให้ผู้ใช้ทำการสร้างเที่ยวบินในแอปพลิเคชันก่อนให้เข้าไปที่หน้า flight → กดรูปเครื่องหมายบวก และทำการกรอก flight name ที่ต้องการในการทดลองนี้จะเป็น “flight01” และเลือกอุปกรณ์ที่เราเพิ่งสร้างคือ “device01” และทำการกำหนดเส้นทางการบินเพื่อนำตำแหน่งไปกำหนดเส้นทางของโคจรและกด add



ก)

ข)

รูป 4.16 การสร้างเที่ยวบิน

ก) ขั้นตอนในการสร้างเที่ยวบิน

ข) เมื่อสร้างเที่ยวบินสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) เมื่อสร้างที่ขั้วบิณแล้วกดส่ง ใน postman อีกครั้งจะพบรอบนี้อัฟโหลดรูปภาพได้สำเร็จ

The screenshot shows a Postman interface for a POST request to `http://161.246.5.159:5114/api/uploadfromdevice`. The request body is configured as `form-data` with the following parameters:

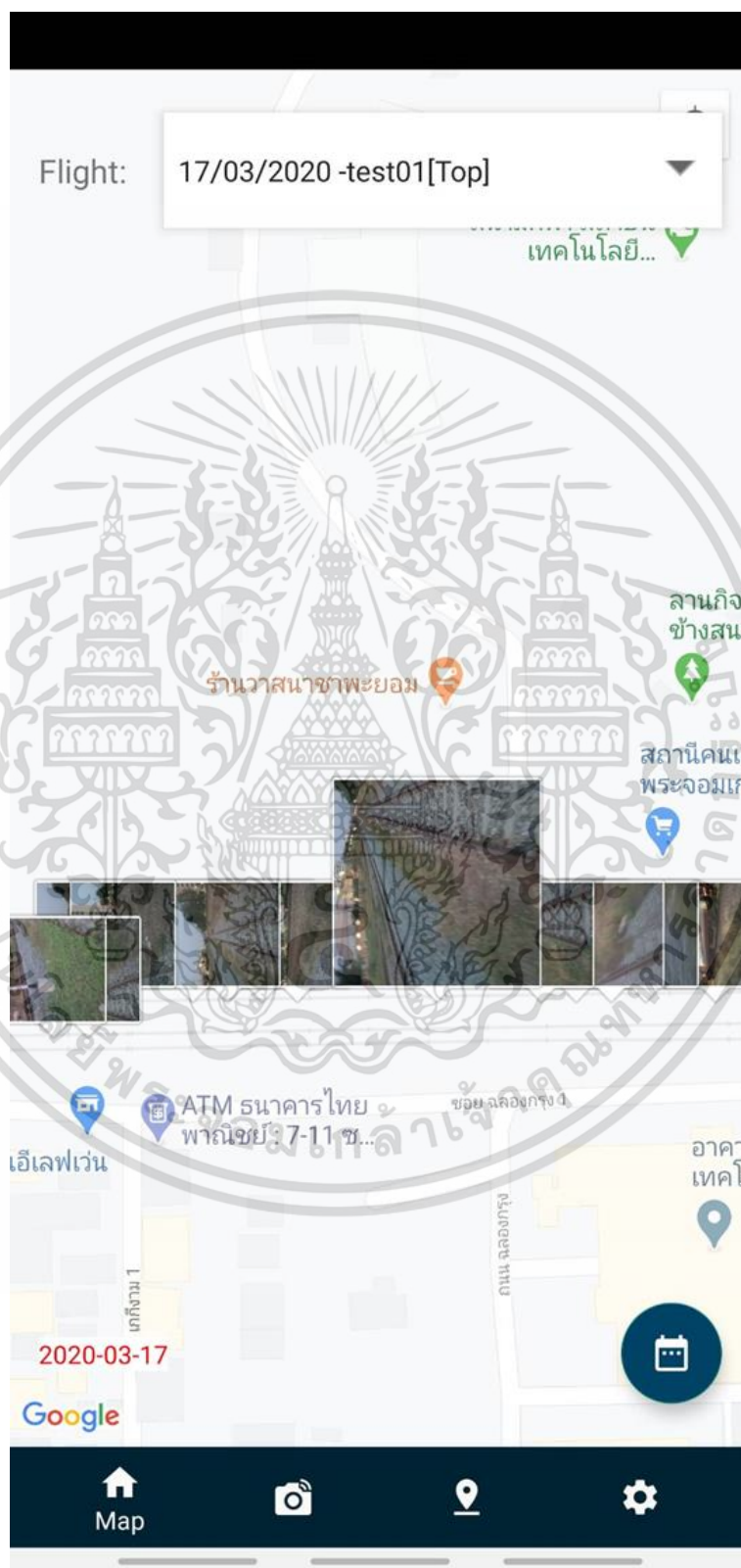
KEY	VALUE	DESCRIPTION
deviceKey	qw4r5tu8ptewttr6ie5-test	
latitude	13.7923	
longitude	100.5715	
timeStamp	2019-11-14T21:35:29	
file	kfclogo.png X	

The response status is `200 OK` with a time of `476ms` and a size of `315 B`. The response body is `upload successful`.

รูป 4.17 อัฟโหลดสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) ผู้ใช้ทำการทดลองอัปเดต 3 ภาพที่แตกต่างกันและมีตำแหน่งที่ต่างกันในก็จะพบรูปในตำแหน่งต่างกันบนแผนที่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ผลการทดลอง

สามารถอัปโหลดรูปภาพได้และแสดงตำแหน่งของรูปภาพได้อย่างถูกต้อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

ภายในปริญญาานิพนธ์มีการทำงานร่วมกัน 2 ส่วนคือ ส่วนการส่งข้อมูลระหว่างโครงข่ายและ ส่วนของ Mobile Application

5.1.1 ส่วนการส่งข้อมูลระหว่างโครงข่าย

ทำการติดตั้ง Raspberry Pi 3 และ โมดูล LoRa SX1278 2 ตัว บนตัวโครงข่ายรูปและ Ground Station เพื่อรับส่งข้อมูล และติดตั้ง โมดูล LoRa32u4 บนตัว Repeater สำหรับการส่งต่อข้อมูล เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลไปกลับระหว่างโครงข่ายจากโครงข่ายรูปไปยังตัว Repeater และส่งต่อไปยัง Ground Station โดยอาศัยโมดูล LoRa SX1278 และ LoRa32u4 ส่งข้อมูลผ่านทางคลื่นสัญญาณวิทยุ สุดท้ายเมื่อ Ground Station ได้รับข้อมูลครบถ้วนจะทำการถอดรหัสรูปและอัปโหลดไปยังเซิร์ฟเวอร์

5.1.2 ส่วนของ Mobile Application

ในส่วนโมบายแอปพลิเคชันนั้น มีหน้าที่แสดงรูปภาพที่ถ่ายมาจากโครงข่ายและอัปโหลดมายัง server เป็นลักษณะแผนที่โดยมีการแสดงเป็นการปักหมุดแผนที่ ตามค่าพิกัดที่รูปนั้นถูกถ่ายมา เพื่อให้ง่ายต่อการดูและทำแผนที่ โดยแสดงตามเที่ยวบิน และ วันที่ ผู้ใช้สามารถเลือกวันที่ และเที่ยวบินที่ต้องการจะดูได้ และมีระบบยืนยันตัวตนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 ส่วนการส่งข้อมูลระหว่างโครงข่าย

ในส่วนการพัฒนาการส่งข้อมูลระหว่างโครงข่ายนั้นจะมีอุปสรรคในการทดสอบการส่งข้อมูลเนื่องด้วยทางผู้จัดทำนั้นอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีตึกหรืออาคารล้อมรอบทำให้ยากต่อการทดสอบเพราะจำเป็นต้องใช้พื้นที่โล่งในระยะสายตา (Line of sight) ไม่มีสิ่งกีดขวางเป็นระยะทางอย่างน้อย 2 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมดูล GPS ที่ต่ออยู่กับ Raspberry Pi 3 บนตัวโครนถ่ายรูปรูปนั้น ไม่สามารถรับสัญญาณได้ตลอดการส่งข้อมูลทำให้อาจมีช่วงเวลาที่ไม่สามารถเก็บค่าละติจูดและลองจิจูดในจุดที่ถ่ายรูปได้ส่งผลให้รูปที่ส่งไปนั้นมีค่าเริ่มต้นของละติจูดและลองจิจูดที่ตั้งไว้ ทำให้เมื่อเอาไปปักหมุดบน Google map จะได้จุดที่ผิดไปจากจุดที่ถ่ายรูป

เนื่องด้วยตัวโมดูล LoRa SX1278 และ LoRa32u4 ที่ผู้จัดทำใช้นั้นเป็นโมดูลคลื่นความถี่เพื่อที่จะส่งข้อมูลได้ในระยะไกล ทำให้มีอัตราการส่งถ่ายข้อมูลที่ต่ำบวกกับการเพิ่มตัว Repeater เข้ามานั้นเป็นการเพิ่ม Hop เข้ามาส่งผลให้ใช้เวลาในการส่งรูปนาน ยิ่งรูปมีขนาดใหญ่จะทำให้ใช้เวลามากขึ้น ขณะเดียวกันหากต้องการให้ใช้เวลาในการส่งรูปน้อยลงจำเป็นต้องลดระยะทางการส่งให้สั้นลงด้วย เพื่อเพิ่มแบนด์วิธให้มากขึ้น จะได้ส่งข้อมูลได้เร็วขึ้น

เนื่องจากยังไม่มีหน้า GUI สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ในตัวรับ ตัว Repeater และตัวส่งจึงจำเป็นต้องเข้าไปเปลี่ยนที่ไฟล์ Config โดยตรง

เนื่องด้วยตัวชิ้นงานในปัจจุบันนั้น ได้ออกแบบมาสำหรับการเพิ่มตัว Repeater เพียงแค่ตัวเดียวจึงไม่สามารถรองรับการทำงานที่จำเป็นต้องใช้ตัว Repeater มากกว่า 1 ตัวได้

5.2.2 ส่วนของ Mobile Application

มีปัญหาทาง library google maps ซึ่งทำให้บางครั้งมีการแสดงภาพไม่ถูกต้อง

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

5.3.1 ส่วนการส่งข้อมูลระหว่างโครน

1. ทำการพัฒนาระบบให้สามารถรองรับตัว Repeater ได้มากกว่า 1 ตัว
2. ลดจำนวนฮาร์ดแวร์ที่ตัว Repeater ลงเพื่อประหยัดไฟ
3. พัฒนาให้สามารถเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ได้โดยไม่ต้องไปแก้ที่ไฟล์ Config โดยตรง

5.3.2 ส่วนของ Mobile Application

1. ปรับปรุงด้าน UX/UI ให้มีความสวยงามและง่ายต่อการใช้งานมากขึ้น
2. เปลี่ยน โค้ดจาก java เป็น kotlin ในส่วน โมบายแอปพลิเคชันเพื่อให้ง่ายต่อการ

พัฒนาต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พัฒนาโมบายแอปพลิเคชันให้รองรับกับระบบ IOS
4. เพิ่มระบบกำหนดเส้นทางการบินผ่าน โดรนผ่านทางโมบายแอปพลิเคชันได้โดยตรง
5. เพิ่มระบบให้สามารถ config ตัว ground station ผ่าน โมบายแอปพลิเคชันได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Rui Silva. 2019. **pyLoRa**. [Online].

Available : <https://pypi.org/project/pyLoRa/>

Dave Akerman. 2019. **LoRa Repeater**. [Online].

Available : http://www.daveakerman.com/?p=2469&fbclid=IwAR2x2aAUIi-nWXVCrMYD8II4aoQajN61bpvZNIzWcwIjZXyaCynu9_piu7U

Jess Williams. 2019. **Gpsphoto**. [Online].

Available : <https://pypi.org/project/gpsphoto/>

Lilo Huang. 2020. **PyTurboJPEG**. [Online].

Available : <https://pypi.org/project/PyTurboJPEG/>

Akram H. Jebriil, Aduwati Sali, Alyani Ismail and Mohd Fadlee A. Rasid. 2018. **Overcoming Limitations of LoRa Physical Layer in Image Transmission**. [Online]. Available :

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6210999/?fbclid=IwAR2qzb1jgvXhdt9Rs3WvWld_y01zMhpdINkpaD7v6Iqid4zLyDzDpSoqp6E

Semtech Corporation. 2015. **SX1276/77/78/79 WIRELESS, SENSING & TIMING DATASHEET**. [Online].

Available : https://cdn-shop.adafruit.com/product-files/3179/sx1276_77_78_79.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ayush Goyal. 2018. **Using a GPS module(neo-7m) with Raspberry Pi 3.** [Online].

Available : https://medium.com/@DefCon_007/using-a-gps-module-neo-7m-with-raspberry-pi-3-45100bc0bb41



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้