

การจำลองระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าโดยระบบดาวเทียม

QUASI-ZENITH (QZSS)

SIMULATION OF THE DISASTER WARNING SYSTEM

BY QUASI-ZENITH SATELLITES SYSTEM (QZSS)



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจำลองระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าโดยระบบดาวเทียม
QUASI-ZENITH (QZSS)
SIMULATION OF THE DISASTER WARNING SYSTEM
BY QUASI-ZENITH SATELLITES SYSTEM (QZSS)

โดย

นางสาวชวณัฐ	ทิพวัลย์	62010176
นายณัฐพงศ์	ชีระมาตย์	62010275
นางสาวธณัชชา	ชวกเขี้ยว	62010333

อาจารย์ที่ปรึกษา
ดร. พีระเมศร์ โชติกวีกิจญาตา

ปฏิญานិพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2565

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การจำลองระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าโดยระบบดาวเทียม QUASI-ZENITH (QZSS)
SIMULATION OF THE DISASTER WARNING SYSTEM BY QUASI-ZENITH
SATELLITES SYSTEM (QZSS)

ผู้จัดทำ

- | | | |
|-----------------|-----------|----------|
| 1. นางสาวชวณัฐ | ทิพวัลย์ | 62010176 |
| 2. นายณัฐพงศ์ | ชีระมาตย์ | 62010275 |
| 3. นางสาวธณัชชา | ชวกเขียว | 62010333 |

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. พีระเมศร์ โชติทวีกิจญาติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง “การจำลองระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าโดยดาวเทียม QUASI-ZENITH (QZSS)” สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องในส่วนต่าง ๆ ทางผู้จัดทำขอขอบคุณ ดร.พีระเมศร์ โชติกวิจิทยาตา ที่ได้ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวคิด และแนวทางในการแก้ปัญหาในการทำงานข้อคิดเห็นต่างๆ ที่สนับสนุนต่อการทำงาน รวมถึงสอดแทรกทักษะ ประสบการณ์ต่างๆ ให้กับคณะผู้จัดทำ

ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชา ความรู้ และประสบการณ์ให้แก่ผู้จัดทำ

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้ความรัก ความห่วงใย และเป็นกำลังใจที่สำคัญเสมอมาและที่สำคัญคือสนับสนุนให้โอกาสทางด้านการศึกษามีค่ายิ่งแก่ผู้จัดทำ

นางสาวชวณัฐ	ทิพัลย์
นายณัฐพงศ์	ซีระมาตย์
นางสาวธณัชชา	ชวกเขียว
	ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจำลองระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าโดยดาวเทียม
 QUASI-ZENITH (QZSS)
 SIMULATION OF THE DISASTER WARNING SYSTEM
 BY QUASI-ZENITH SATELLITES (QZSS)

โดย นางสาวชวณัฐ	ทิพวัลย์	62010176
นายณัฐพงศ์	ชีระมาตย์	62010275
นางสาวธณัชชา	ชวกเขียว	62010333

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. พีระเมศร์ โชติทวีกิจญาติ

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์นี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างระบบการแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้า ซึ่งการทำงานของระบบแจ้งเตือนภัยนี้ประกอบไป 4 ส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ส่วนของหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ ส่วนของการสร้างชุดข้อมูล EWS Messages ส่วนของการถอดรหัสข้อมูล และส่วนของหน้าจอแสดงผลและการแจ้งเตือน โดยส่วนของหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ ทำการรับ-ส่งค่าจากเซนเซอร์สำหรับแจ้งเตือนภัยพิบัติ โดยใช้โมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ และนำข้อมูลจากเซนเซอร์ไปแสดงผลข้อมูลผ่าน Node-Red ส่วนของการสร้างชุดข้อมูล EWS Messages สำหรับผู้ควบคุมเพื่อทำการสร้างชุดข้อมูลและส่งต่อชุดข้อมูลสำหรับแจ้งเตือนภัยพิบัติผ่าน QZSS และส่งชุดข้อมูลผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ ไปยังส่วนของการถอดรหัสข้อมูล ส่วนของการถอดรหัสข้อมูล ทำการรับข้อมูลจาก 2 ส่วนได้แก่ รับชุดข้อมูลจริงจาก QZSS และชุดข้อมูลจำลองที่ได้รับผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ จากนั้นทำการแปลงและคัดเลือกบิตข้อมูลสำหรับแจ้งเตือน ส่วนของหน้าจอแสดงผลและการแจ้งเตือน ทำการนำข้อมูลพื้นฐานข้อมูลที่ได้รับจากส่วนของการถอดรหัสนำมาแจ้งเตือนและแสดงผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

This project is designed to create a pre-disaster alert system. It consists of four main components: the data set display, the EWS messages data set generation, the data decoding, and the notification display. Based on the disaster model, receive and transmit the input from the disaster alert sensor using the 433 MHz LoRa module. The data from the sensors is displayed through Node-RED, the EWS messages for controllers to create and forward disaster alert data sets via QZSS and transmit data through the LoRa 925 MHz module to the data decoding section. The data decoding section receives data from two components: receive real dataset from QZSS and the simulated dataset received from the 925 MHz LoRa module, then convert and select the data bits for the alert. The section of the display and alerts displays the information on the database that is retrieved from the section of the decryption, bringing up the alerts, and continuing to display.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	XI
สารบัญตาราง	XVIII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบดาวเทียม QUASI-ZENITH (QZSS)	4
2.1.1 วงโคจรของ QZSS	4
2.1.2 การเพิ่มตำแหน่งของ QZSS	8
2.1.3 บทบาทการประยุกต์ใช้งานจากดาวเทียม QZSS	10
2.2 โครงสร้างข้อความของ DC REPORT และ EWS MESSAGE	11
2.3 กระบวนการทำงานของระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าด้วย SHORT MESSAGE ผ่าน QZSS	13
2.4 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีการสื่อสารระยะไกล	15
2.4.1 LORA	15
2.4.2 คุณสมบัติพื้นฐานของวงจรรวม LORA SX12XX	15
2.5 ระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์	15
2.7 โปรแกรมที่ใช้ในโครงการ	16
2.7.1 VISUAL STUDIO CODE	16
2.7.2 COOLTERM	16
2.7.3 XAMPP VERSION 3.3.0	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.7.4 NODE-RED	17
2.7.5 NGROK	17
2.7.6 GOOGLE DATA STUDIO	17
2.8 ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในโครงการ	18
2.8.1 ภาษาไพธอน	18
2.8.2 PHPMYADMIN	18
2.8.3 STRUCTURED QUERY LANGUAGE (SQL)	18
2.8.4 MYSQL	19
2.8.5 HYPERTEXT MARKUP LANGUAGE (HTML)	20
2.8.6 CASCADING STYLE SHEETS (CSS)	21
2.8.7 PHP HYPERTEXT PREPROCESSOR (PHP)	21
2.8.9 PyQt	21
2.9 อุปกรณ์ที่ใช้ (HARDWARE)	22
2.9.1 ARDUINO UNO R3	22
2.9.2 DRAGINO LORA SHIELD V 1.4	22
2.9.3 LORA ANTENNA	23
2.9.4 เซนเซอร์ ULTRASONIC (HC-SR04)	25
2.9.5 เซนเซอร์ DHT22	26
2.9.6 เซนเซอร์ตรวจจับระดับความเข้มข้นของควัน MQ-2	27
2.10 แอปพลิเคชันไลน์	28
2.10.1 LINE NOTIFY	22
บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำโครงการ	
3.1 การออกแบบภาพรวมโครงการ	29
3.2 การออกแบบแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ	30
3.2.1 การออกแบบ และสร้างแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.2.2 การออกแบบ และสร้างแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า	33
3.2.3 การออกแบบโปรแกรมสำหรับรับ และเก็บค่าจากเซนเซอร์ ด้วยโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์	37
3.3 การออกแบบหน้าจอแสดงผลในภาคส่ง และหน้าจอการสร้างชุดข้อมูล EWS MESSAGES	44
3.3.1 การออกแบบ และสร้างหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้ จากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ	44
3.3.2 การออกแบบ และสร้างหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้ จากแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า	45
3.3.3 การออกแบบ และสร้างหน้าจอการสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages	46
3.4 การการออกแบบโปรแกรมสำหรับการแปลงบิต และคัดเลือกบิตที่ใช้ใน การวิเคราะห์ข้อมูลและคาดการณ์โอกาสในการเกิดภัยพิบัติ	51
3.5 ระบบรับ-ส่งชุดข้อมูลที่ใช้ในการแจ้งเตือน	53
3.5.1 ส่วนการรับ-ส่งชุดข้อมูลจำลองผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิรตซ์	53
3.5.2 ส่วนการรับ EWS Messages จากดาวเทียม QZSS	55
3.6 ส่วนการแสดงผล และระบบการแจ้งเตือน	58
3.6.1 การออกแบบโปรแกรมการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล และ สร้างหน้าจอแสดงผลการเกิดภัยพิบัติจากชุดข้อมูลจำลองบน เซิร์ฟเวอร์	58
3.6.2 การออกแบบโปรแกรมการสร้างหน้าจอแสดงผลผ่าน Google Data Studio	59
3.6.3 การออกแบบโปรแกรมการสร้างแผนที่บอกตำแหน่งของจุด เกิดภัยพิบัติ	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.6.4 การออกแบบโปรแกรมการสร้างหน้าจอตงแสดงผลผ่านสำหรับ ผู้ควบคุม	66
3.6.5 การออกแบบโปรแกรมระบบการแจ้งเตือน	67
3.6.5.1 การแจ้งเตือนด้วยเสียง	67
3.6.5.2 การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์	67
3.7 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	68
3.7.1 Arduino UNO R3	69
3.7.2 โมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ และ 925 เมกะเฮิรตซ์	70
3.7.3 เซนเซอร์ Ultrasonic (HC-SR04)	72
3.7.4 เซนเซอร์ DHT22 (Humidity & Temperature Sensor)	73
3.7.5 SONY SPRESENSE	74
3.7.6 แบบเครื่องจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ	78
3.7.7 แบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า	79
3.7.8 Oscilloscope	80
3.7.9 Spectrum Analyzer	81
3.8 การจัดเก็บผลการทดลอง	82
3.8.1 การออกแบบและสร้างแบบจำลองวัดระยะห่างของน้ำ	82
3.8.2 การออกแบบและสร้างแบบจำลองวัดการเกิดไฟฟ้า	82
3.8.3 การทดสอบการทำงานของเซนเซอร์	82
3.8.3.1 การทดสอบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น DHT22	82
3.8.3.2 การทดสอบเซนเซอร์วัดระยะห่างของน้ำ Ultrasonic	82
3.8.3.3 การทดสอบเซนเซอร์ตรวจวัดระดับความ เข้มข้นของควัน	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.8.4 การทดสอบการรับค่าเซนเซอร์จากแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ	83
3.8.5 การทดสอบการรับค่าจากดาวเทียม QZSS	86
3.8.6 การทดสอบการแสดงผลผ่านเว็บไซต์	86
3.8.6.1 หน้าจอแสดงผลในส่วนของภาคส่ง	83
3.8.6.2 หน้าจอแสดงผลการสร้างชุดข้อมูล EWS Messages	84
3.8.6.3 หน้าจอแสดงผลในภาครับ	84
3.8.7 การทดสอบการแจ้งเตือน	84
3.8.7.1 การแจ้งเตือนด้วยเสียง	84
3.8.7.2 การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์	84
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 การออกแบบและสร้างแบบจำลองวัดระยะห่างของน้ำ	85
4.2 การออกแบบและสร้างแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า	86
4.3 ผลการทดสอบการทำงานของเซนเซอร์	86
4.3.1 ผลการทดสอบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT22)	86
4.3.2 ผลการทดสอบเซนเซอร์วัดระยะห่างของน้ำ (Ultrasonic)	88
4.3.3 ผลการทดสอบเซนเซอร์ตรวจวัดระดับความเข้มข้นของควีน (MQ-2)	89
4.4 ผลการทดสอบการรับค่าเซนเซอร์จากแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ	91
4.4.1 การทดสอบการวัดค่าสัญญาณบิตข้อมูลของแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ	91
4.4.2 การทดสอบการวัดกำลังส่งและแบนด์วิดท์ของแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ	98
4.4.3 การทดสอบการส่งข้อมูลไปยังภาครับ	100

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.5 การทดสอบการรับค่าจากดาวเทียม QZSS	103
4.6 การทดสอบการแสดงผล	103
4.6.1 หน้าจอแสดงผลในส่วนของภาคส่ง	103
4.6.1.1 หน้าจอแสดงผลจากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ	104
4.6.1.2 หน้าจอแสดงผลจากแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า	107
4.6.2 หน้าจอแสดงผลการสร้างชุดข้อมูล EWS messages	110
4.6.3 หน้าจอแสดงผลในภาครับ	115
4.6.3.1 หน้าจอแสดงผลข้อมูลภาครับจากฐานข้อมูลผ่าน Google Data Studio	115
4.6.3.2 หน้าจอแสดงผลแผนที่บอกตำแหน่งของสถานที่เกิดภัยพิบัติบนเว็บไซต์สาธารณะ	118
4.7 การทดสอบการแจ้งเตือน	120
4.7.1 การแจ้งเตือนด้วยเสียงผ่านหน้าจอแสดงผลภาครับ	120
4.7.2 การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์	120
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	
5.1 สรุปผล	126
5.1.1 ส่วนของหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ	126
5.1.2 ส่วนของการสร้างชุดข้อมูล EWS Messages	127
5.1.3 ส่วนของการถอดรหัสข้อมูล	127
5.1.4 ส่วนของหน้าจอแสดงผลและการแจ้งเตือน	128
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	128

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง		หน้า
	5.2.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโครงการ	128
	5.2.2 ข้อเสนอแนะ	128
บรรณานุกรม		130



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงการโคจรของ QZO	5
2.2 การโคจรของของดาวเทียม QZSS 3 ดวงบน QZO	6
2.3 RUBIDIUM CLOCK และ HYDROGEN MASER CLOCK ตามลำดับ	9
2.4 การประยุกต์ใช้งานจาก QZSS	10
2.5 แสดงกระบวนการทำงานของระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าด้วย SHORT MESSAGE ผ่านดาวเทียมระบุตำแหน่งแม่นยำสูง QZSS	13
2.6 รูปแบบคำสั่งของ HTML	20
2.7 บอร์ด ARDUINO UNO R3	22
2.8 DRAGINO LORA SHIELD V 1.4	23
2.9 ANTENNA GAIN 2DB	23
2.10 ความแรงของสัญญาณของสายอากาศ	24
2.11 เซนเซอร์ ULTRASONIC	25
2.12 เซนเซอร์ DHT22	26
2.13 เซนเซอร์ MQ-2	27
3.1 บล็อกไดอะแกรมของการจำลองระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าโดย QZSS	29
3.2 แบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำในรูปแบบของภาพ 3 มิติ	30
3.3 กล่องพลาสติกใสเนกประสงค์เจาะฝากล่องเพื่อวางตำแหน่งชุดอุปกรณ์	31
3.4 ชุดจำลองการเกิดภัยพิบัติติดตั้งร่วมกับกล่องสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ใน ภาคส่ง	32
3.5 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ส่วนรับค่าจากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ	32
3.6 โมเดลอุปกรณ์ในการตรวจจับการเกิดไฟฟ้าในรูปแบบของภาพ 3 มิติ	34
3.7 กล่องพลาสติกใสเนกประสงค์เพื่อวางตำแหน่งชุดอุปกรณ์	34
3.8 ชุดจำลองในตรวจจับการเกิดไฟฟ้าติดตั้งร่วมกับกล่องสำหรับจัดเก็บ อุปกรณ์ในภาคส่ง	36
3.9 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ส่วนรับค่าจากแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.10	38
แผนผังการทำงานของโปรแกรมสำหรับรับ และเก็บค่าจากเซนเซอร์ด้วยโมดูล LORA ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์	
3.11	39
แผนผังการทำงานของ NODE-RED สำหรับรับ และเก็บค่าจากเซนเซอร์ด้วยโมดูล LORA ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ พร้อมทั้งบันทึกเป็นไฟล์สกุล TXT	
3.12	40
บอร์ด ARDUINO UNO R3 เชื่อมต่อกับโมดูล LORA ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์	
3.13	41
กล่องสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ในภาครับเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์	
3.14	41
การเข้าใช้งานเว็บเซิร์ฟเวอร์ NODE-RED	
3.15	42
เลือกพอร์ตและเชื่อมต่อกับโหนดเพื่อสร้างไฟล์สกุล TXT	
3.16	42
ผลลัพธ์ที่ได้จากการบันทึกค่าชุดข้อมูล LORA ในรูปแบบไฟล์สกุล TXT	
3.17	44
แสดงหน้าการออกแบบของหน้าจอแสดงผลแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ	
3.18	45
หน้าจอแสดงผลชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ	
3.19	46
แสดงหน้าการออกแบบของหน้าจอแสดงผลแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า	
3.20	46
หน้าจอแสดงผลชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้าโครงสร้าง	
3.21	47
ข้อความของ DC REPORT	
3.22	49
การทำงานของโปรแกรมสำหรับสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS MESSAGES	
3.23	50
การออกแบบหน้าโปรแกรมสำหรับหน้าจอสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS MESSAGES	
3.24	51
หน้าจอโปรแกรมสร้างหน้าจอสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS MESSAGES	
3.25	51
แผนผังการทำงานของโปรแกรมสำหรับแปลงบิต คัดเลือกบิต และบันทึกในไฟล์สกุล TXT	
3.26	52
ผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงข้อมูล ให้อยู่ในรูปเลขฐาน 2 จำนวน 250 บิต	
3.27	52
ผลลัพธ์ที่ได้จากการเลือกบิตข้อมูล 122 บิต ที่ใช้ในกรณีวิเคราะห์ข้อมูลต่อ	
3.28	54
แผนผังการทำงานของโปรแกรมการรับ-ส่งชุดข้อมูลจำลองผ่านโมดูล LORA ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิรตซ์การรับ EWS MESSAGE จาก QZSS	

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.29	56
แผนผังการทำงานของโปรแกรมสำหรับรับค่า เก็บค่าและบันทึกชุดข้อมูลที่ ได้รับจาก QZSS	
3.30	57
การรับ EWS MESSAGE จาก QZSS	
3.31	57
ผลลัพธ์ที่ได้จากการรับค่าจาก SONY SPRESENSE	
3.32	59
แผนผังการทำงานของโปรแกรมการเก็บข้อมูลการเกิดภัยพิบัติในฐานข้อมูล เพื่อจัดเก็บไฟล์ข้อมูลสำหรับบันทึกในฐานข้อมูล และสร้างหน้าแสดงผล การเกิดภัยพิบัติส่วนของภาครับ	
3.33	60
แผนผังการทำงานสำหรับการสร้างหน้าแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมระบบ	
3.34	61
หน้าต่างที่ได้เชื่อมต่อฐานข้อมูลกับโปรแกรม NGROK	
3.35	62
ตัวอย่างการเชื่อมต่อฐานข้อมูลกับ GOOGLE DATA STUDIO	
3.36	62
หน้าจแสดงผลที่ได้เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล	
3.37	63
หน้าจแสดงผลสำหรับผู้ควบคุม	
3.38	65
แผนผังการทำงานของโปรแกรมหน้าจแผนที่บอกตำแหน่งของจุดเกิดเหตุภัย พิบัติ	
3.39	66
หน้าต่างที่ได้เชื่อมต่อฐานข้อมูลกับโปรแกรม NGROK	
3.40	66
หน้าจแสดงผลภาครับที่สร้างปุ่ม “GO TO MAP”	
3.41	68
แผนผังโปรแกรมการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน	
3.42	69
ARDUINO UNO R3	
3.43	71
บอร์ด DRAGINO LORA SHIELD	
3.44	72
เซนเซอร์ ULTRASONIC HC-SR04	
3.45	73
ขาการเชื่อมต่อเซนเซอร์ DHT22	
3.46	75
SPRESENSE MAIN BOARD	
3.47	76
SONY SPRESENSE EXTENSION BOARD	
3.48	79
แบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ	
3.49	80
แบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า	
3.50	81
OSCILLOSCOPE	

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.51 SPECTRUM ANALYZER	81
4.1 แบบจำลองวัตรยะห่างของน้ำ	85
4.2 แบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า	86
4.3 การทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นจากเซนเซอร์ DHT22	87
4.4 ผลจากการอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้น ในสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร และสภาพแวดล้อมภายในห้องปรับอากาศ ตามลำดับ	87
4.5 การทดสอบวัดค่าระยะห่างของน้ำ ULTRASONIC	88
4.6 ผลจากการอ่านค่าระยะห่างของน้ำ	88
4.7 การทดสอบวัดค่าระดับความเข้มข้นของควีน	90
4.8 ผลจากการอ่านค่าระดับความเข้มข้นของควีนตามระยะทางต่าง ๆ (2, 5 และ 10 เซนติเมตร ตามลำดับ)	90
4.9 ค่าสัญญาณบิตข้อมูลที่ได้จาก ARDUINO UNO R3 ร่วมกับโมดูล LORA ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาคส่ง	92
4.10 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก ARDUINO UNO R3 ร่วมกับโมดูล LORA ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาคส่ง (ไบนารีที่ 1-4)	92
4.11 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก ARDUINO UNO R3 ร่วมกับโมดูล LORA ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาคส่ง (ไบนารีที่ 5-8)	93
4.12 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก ARDUINO UNO R3 ร่วมกับโมดูล LORA ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาคส่ง (ไบนารีที่ 9-12)	93
4.13 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก ARDUINO UNO R3 ร่วมกับโมดูล LORA ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาคส่ง (ไบนารีที่ 13-17)	94
4.14 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก ARDUINO UNO R3 ร่วมกับโมดูล LORA ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาคส่ง (ไบนารีที่ 17)	94
4.15 ค่าสัญญาณบิตข้อมูลที่ได้จาก ARDUINO UNO R3 ร่วมกับโมดูล LORA ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาครับ	95

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.16 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก ARDUINO UNO R3 ร่วมกับโมดูล LORA ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาครับ (ไบนารีที่ 1-5)	95
4.17 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก ARDUINO UNO R3 ร่วมกับโมดูล LORA ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาครับ (ไบนารีที่ 6-9)	96
4.18 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก ARDUINO UNO R3 ร่วมกับโมดูล LORA ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาครับ (ไบนารีที่ 10-14)	96
4.19 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก ARDUINO UNO R3 ร่วมกับโมดูล LORA ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาครับ (ไบนารีที่ 15-17)	96
4.20 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก ARDUINO UNO R3 ร่วมกับโมดูล LORA ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาครับ	97
4.21 การวัดสัญญาณ LORA ผ่าน SPECTRUM ANALYZER	98
4.22 กำลังส่งจาก LORA NODE ผ่าน SPECTRUM ANALYZER	99
4.23 แบนด์วิดท์จาก LORA ด้วยวิธี MAXIMUM HOLE ผ่าน SPECTRUM ANALYZER	100
4.24 การส่งชุดข้อมูลจำลองผ่านโมดูล LORA ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิรตซ์	101
4.25 การรับชุดข้อมูลจำลองผ่านโมดูล LORA ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิรตซ์	101
4.26 ชุดข้อมูลจำลองที่เครื่องควบคุมภาครับได้รับ	102
4.27 ข้อมูลจากการส่งผ่านโมดูล LORA ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิรตซ์ ที่แปลงและเลือกเพื่อใช้ในการแจ้งเตือนภัยพิบัติ	102
4.28 ข้อมูลจากการส่งจาก QZSS ที่แปลงและเลือกเพื่อใช้ในการแจ้งเตือนภัยพิบัติ	103
4.29 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์จากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ	104
4.30 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์ของแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ เงื่อนไขที่ 1	105
4.31 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์ของแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ เงื่อนไขที่ 2	106

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.32 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์ของแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ เจื่อนไซที่ 3	106
4.33 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์ของแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ เจื่อนไซที่ 4	107
4.34 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์ของแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า	107
4.35 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์ของแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า เจื่อนไซที่ 1	109
4.36 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์ของแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า เจื่อนไซที่ 2	109
4.37 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์ของแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า เจื่อนไซที่ 3	110
4.38 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์ของแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า เจื่อนไซที่ 4	110
4.39 ช่องสำหรับป้อนข้อมูลที่ใช้ในการแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้า	111
4.40 ปุ่มสำหรับบันทึกชุดข้อมูลเป็นไฟล์สกุล TXT และส่งต่อข้อมูลไปยังภาครับ	111
4.41 ปุ่มสำหรับการล้างข้อมูล	112
4.42 ปุ่มสำหรับการส่งชุดข้อมูลจำลองไปยัง COMMAND CENTER	112
4.43 ตัวอย่างการสร้างชุดข้อมูลที่ 1 จากหน้าจอการสร้างชุดข้อมูล EWS MESSAGES	113
4.44 ตัวอย่างผลการสร้างชุดข้อมูลที่ 1 ผ่านหน้าจอการสร้างชุดข้อมูล EWS MESSAGES	114
4.45 หน้าจอการสร้างชุดข้อมูลหลังจากกดปุ่ม CLEAR	114
4.46 ตัวอย่างการสร้างชุดข้อมูล EWS MESSAGES ที่ 2 จากหน้าจอการสร้างชุด ข้อมูล	115
4.47 ตัวอย่างผลการสร้างชุดข้อมูล EWS MESSAGES ที่ 2 ผ่านหน้าจอการสร้าง ชุดข้อมูล	115

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.48 หน้าจอแสดงผลข้อมูลของภาคีที่รับจริงจาก QZSS บน GOOGLE DATA STUDIO	116
4.49 หน้าจอแสดงผลข้อมูลของภาคีที่รับจากภาคส่งบน GOOGLE DATA STUDIO	116
4.50 หน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุม	117
4.51 ปุ่มควบคุมการแจ้งเตือนของหน้าจอแสดงผลข้อมูลภาคี	118
4.52 หน้าจอแสดงผลแผนที่บอกตำแหน่งของจุดเกิดเหตุภัยพิบัติบนเว็บไซต์สาธารณะ	119
4.53 หน้าจอแผนที่ภัยพิบัติที่ปกคลุมตำแหน่งที่เกิดภัยพิบัติและระยะเวลาการเกิดภัยพิบัติ	119
4.54 หน้าจอควบคุมเพื่อแจ้งเตือนด้วยเสียง	120
4.55 ตัวอย่างข้อความแจ้งเตือนความรุนแรงระดับ ABOVE NORMAL LEVEL 2	121
4.56 เว็บไซต์สาธารณะแผนที่แจ้งเตือนภัยพิบัติ ความรุนแรงระดับ ABOVE NORMAL LEVEL 2	122
4.57 หน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมในความรุนแรงระดับ ABOVE NORMAL	122
4.58 หน้าจอแอปพลิเคชันไลน์ที่มีแจ้งเตือนความรุนแรงระดับ ABOVE NORMAL	123
4.59 หน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมในความรุนแรงระดับ PREPARE FOR DISASTER	123
4.60 หน้าจอแอปพลิเคชันไลน์ที่มีแจ้งเตือนความรุนแรงระดับ PREPARE FOR DISASTER	124
4.61 หน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมในความรุนแรงระดับ CRITICAL STATUS	124
4.62 หน้าจอแอปพลิเคชันไลน์ที่มีแจ้งเตือนความรุนแรงระดับ CRITICAL STATUS	124
4.63 หน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมในความรุนแรงระดับ EVACUATE	125
4.64 หน้าจอแอปพลิเคชันไลน์ที่มีแจ้งเตือนความรุนแรงระดับ EVACUATE	125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบของวงโคจรของ QZSS	6
2.2 ดาวเทียมของ QZSS ในปัจจุบัน	6
2.3 ดาวเทียมของ QZSS ในอนาคต	7
2.4 ตำแหน่งดาวเทียมของ QZSS ในปัจจุบัน	7
2.5 องค์ประกอบของ DC REPORT	11
2.6 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง MT43 และ MT44	12
2.7 องค์ประกอบของ EWS MESSAGE	12
2.8 คุณสมบัติของ LORA ANTENNA	24
2.9 คุณสมบัติของเซนเซอร์ ULTRASONIC	25
2.10 คุณสมบัติของเซนเซอร์ DHT22	26
2.11 เซนเซอร์ MQ-2	27
3.1 การเชื่อมต่อบอร์ด ARDUINO UNO R3 ร่วมกับ เซนเซอร์ ULTRASONIC	33
3.2 แสดงการเชื่อมต่อบอร์ด ARDUINO UNO R3 ร่วมกับ เซนเซอร์ DHT22	33
3.3 การเชื่อมต่อบอร์ด ARDUINO UNO R3 ร่วมกับ เซนเซอร์ MQ-2	36
3.4 แสดงการเชื่อมต่อบอร์ด ARDUINO UNO R3 ร่วมกับ เซนเซอร์ DHT22	37
3.5 สถานะ และความรุนแรงในการเกิดภัยพิบัติ	43
3.6 องค์ประกอบของ DC REPORT	47
3.7 องค์ประกอบของ EWS MESSAGE ที่ใช้ในการแจ้งเตือนภัยพิบัติ	48
3.8 การปฏิบัติตัวเมื่ออยู่ในพื้นที่แจ้งเตือนต่าง ๆ	64
3.9 คุณลักษณะของ ARDUINO UNO R3	70
3.10 รายละเอียดของบอร์ด DRAGINO LORA SHIELD เชื่อมต่อกับบอร์ด ARDUINO	71
3.11 คุณลักษณะของเซนเซอร์ ULTRASONIC HC-SR04	73
3.12 คุณลักษณะของเซนเซอร์ DHT22	74
3.13 คุณสมบัติทางเทคนิคของ SPRESENSE MAIN BOARD	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
3.14	คุณลักษณะของ SPRESENSE MAIN BOARD	76
3.15	คุณสมบัติทางเทคนิคของ SONY SPRESENSE EXTENSION BOARD	77
3.16	คุณลักษณะของ SONY SPRESENSE EXTENSION BOARD	78
4.1	ค่าอุณหภูมิและความชื้นจากเซนเซอร์ DHT22 ในสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร และสภาพแวดล้อมภายในห้องปรับอากาศ	87
4.2	ค่าระยะห่างของน้ำจากเซนเซอร์ ULTRASONIC เทียบกับค่าที่ได้จากการวัดด้วยมาตรวัด	89
4.3	ค่าของระดับความเข้มข้นของควีนตามระยะทางต่าง ๆ	90
4.4	การถอดรหัสบิตข้อมูล และเปรียบเทียบค่าบิตข้อมูลที่วัดได้จาก ARDUINO UNO R3 ร่วมกับโมดูล LORA ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ของภาคส่ง และ ARDUINO UNO R3 ร่วมกับโมดูล LORA ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ของภาครับ	97

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาภัยพิบัติบ่อยครั้ง โดยเฉพาะปัญหาอุทกภัยและไฟป่า เนื่องด้วยประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร ประกอบกับในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคมเป็นฤดูฝนของประเทศไทย ในช่วงนี้หลายจังหวัดของประเทศไทยจึงมีฝนตกเกือบทุกวัน หากปีใดได้รับผลกระทบจากพายุจะทำให้เกิดฝนตกหนักหรือฝนตกต่อเนื่องเป็นเวลานานจน ก่อเกิดปัญหาอุทกภัย โดยประเทศไทยได้รับผลกระทบจากทั้งหย่อมความกดอากาศต่ำ พายุหมุน เขตร้อน ซึ่งได้แก่ พายุดีเปรสชัน พายุโซนร้อน และพายุไต้ฝุ่น ร่องมรสุมหรือร่องความกดอากาศต่ำ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ รวมถึงปัญหาที่เกิดจากการวางผังเมือง ที่ไม่เป็นระบบ ระบบระบายน้ำไม่เพียงพอ การบุกรุกคลองที่มีผลกระทบต่อการไหลของน้ำ และการจัดการของเสียที่ไม่เป็นระบบทำให้ช่องทางระบายน้ำเกิดการอุดตัน นอกจากนี้ยังมีปัญหาภัยพิบัติไฟป่า ซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ เช่น ไฟป่า กิ่งไม้เสียดสีกัน การลุกไหม้ในตัวเองของสิ่งมีชีวิต มักเกิดขึ้นบริเวณทางตอนบนของประเทศ เช่น ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยจะเกิดในช่วงระหว่างปลายเดือนกุมภาพันธ์ถึงต้นเดือนพฤษภาคม สำหรับภาคใต้มักได้รับผลกระทบจากไฟป่าที่เกิดขึ้นบริเวณเกาะสุมาตราของประเทศอินโดนีเซีย สาเหตุของการเกิดไฟป่าจะขึ้นกับสภาพอากาศและสสารที่เป็นเชื้อเพลิงโดยรอบพื้นที่นั้น ๆ เป็นสำคัญ และสาเหตุที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น เก็บหาของป่า เผาไร่ และเลี้ยงปศุสัตว์ เป็นต้น ไฟป่าจึงกลายเป็นปัจจัยที่สร้างความเสียหายอย่างร้ายแรงต่อทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้ไฟป่ากลายเป็นปัญหาสำคัญ ปัญหาที่กล่าวข้างต้นส่งผลทำให้เกิดภัยพิบัติในประเทศอยู่บ่อยครั้ง อย่างไรก็ตามเนื่องจากประเทศไทยยังขาดแคลนเทคโนโลยีการแจ้งเตือนที่มีคุณภาพ เข้าถึงง่าย และครอบคลุมกลุ่มประชากรในทุกระดับความเสี่ยง ทำให้เกิดความสูญเสียทั้งแก่ชีวิตและทรัพย์สินตลอดทุกปี และเนื่องจากปัจจุบันคนส่วนใหญ่มีโทรศัพท์มือถือที่สามารถรับข่าวสารผ่านสื่อออนไลน์และแอปพลิเคชันต่าง ๆ ได้ เพื่อเป็นการแก้ปัญหาลดความเสียหายที่เกิดจากอุทกภัยและไฟป่าที่เกิดขึ้นในประเทศไทย คณะผู้จัดทำจึงเล็งเห็นความสำคัญในการออกแบบระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าผ่านแอปพลิเคชันและเสียง โดยมี QZSS (Quasi-Zenith Satellite System) เป็นองค์ประกอบสำคัญในระบบ ซึ่ง QZSS มีการให้บริการระบุตำแหน่งที่แม่นยำที่ใช้ประโยชน์ในการการป้องกันภัยพิบัติได้ และมีเสถียรภาพสูงในภูมิภาคเอเชีย-โอเชียเนีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อรับ-ส่งข้อมูลเซนเซอร์จากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำและแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้าด้วยโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์
- 2) เพื่อจำลองข้อมูลจาก QZSS โดยการจัดเรียงชุดข้อมูลให้สอดคล้องกับชุดข้อมูลที่ได้รับจริงจาก QZSS
- 3) เพื่อจำลองการรับ-ส่งข้อมูลในรูปแบบชุดข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับ QZSS ด้วยการส่งข้อมูลผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์
- 4) เพื่อออกแบบระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าโดย QZSS โดยแบ่งระดับการแจ้งเตือนภัยจากระดับความรุนแรงของการเกิดภัยพิบัติ
- 5) เพื่อออกแบบ และพัฒนาหน้าจอแสดงผลของระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าโดย QZSS

1.3 ขอบเขตของโครงการ

โครงการนี้ได้ทำการออกแบบและสร้างระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าโดย QZSS โดยระบบประกอบไปด้วย 4 ส่วน ได้แก่

- 1) ส่วนของภาคส่งได้ทำการออกแบบและสร้างแบบจำลองการเกิดอุทกภัยและไฟฟ้าเพื่อจำลองเหตุการณ์เมื่อเกิดภัยพิบัติ และรับค่าพารามิเตอร์ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ระยะห่างของน้ำ และระดับความเข้มข้นของควัน จากเซนเซอร์ DHT เซนเซอร์ Ultrasonic และ เซนเซอร์ MQ-2 Carbon Monoxide Sensor Module ตามลำดับ เพื่อวิเคราะห์ และคาดการณ์โอกาสในการเกิดภัยพิบัติทั้งสองชนิด จากนั้นส่งไปยังภาครับด้วยโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ และทำการศึกษา DC Report (Disaster and Crisis Management Report) ที่ได้รับจริงจาก QZSS ที่ใช้ในการแจ้งเตือนภัยพิบัติเพื่อสร้างชุดข้อมูลจำลองให้สอดคล้องกับชุดข้อมูลที่ได้รับจริงจาก QZSS
- 2) ส่วนภาคแสดงผลในภาคส่งสำหรับผู้ควบคุมระบบ โดยทำการออกแบบ และสร้างหน้าจอแสดงผล 2 รูปแบบ ได้แก่ หน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำและแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้าในรูปแบบของเกจวัด และแผนภูมิเส้น และหน้าจอการสร้างชุดข้อมูลสำหรับการสร้างชุดข้อมูลจำลองจากหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้จากสแตนด์ออลินเซนเซอร์ในภาคส่ง โดยข้อมูลสำหรับสร้างชุดข้อมูลจำลองที่ต้องทำการเลือก ได้แก่ Location, Event, Severity, Semi-major axis length, Semi-major axis length และ Azimuth angle จากนั้นส่งชุดข้อมูลจำลองที่ได้ผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ ไปยังภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ส่วนภาครับได้ทำการสร้างระบบเพื่อรับชุดข้อมูลจริงจาก QZSS ด้วย SONY SPRESENSE และสร้างระบบเพื่อรับชุดข้อมูลจำลองที่ได้รับจากภาคส่ง โดยใช้การรับ-ส่งข้อมูลผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิรตซ์ จากนั้นทำการแปลงชุดข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบเลขฐาน 16 ให้เป็นเลขฐาน 2 เพื่อใช้เทียบกับข้อมูลในการแจ้งเตือนภัยพิบัติ และทำการคัดเลือกบิตที่เป็น EWS messages (Emergency warning service messages) ซึ่งเป็นบิตข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและคาดการณ์โอกาสในการเกิดภัยพิบัติเพื่อใช้ในส่วนของภาคแสดงผลต่อไป

4) ส่วนภาคแสดงผลได้ทำการออกแบบ และสร้างหน้าจอแสดงผลและระบบการแจ้งเตือน โดยส่วนของหน้าจอแสดงผลทำการสร้างหน้าจอแสดงผลจากภาครับ และหน้าจอแสดงผลฐานข้อมูล โดยแสดงผลผ่าน Google Data Studio และในส่วนภาคส่งสร้างหน้าจอแสดงผล 2 รูปแบบ ได้แก่ หน้าจอแสดงผลผ่าน Google Data Studio ซึ่งดึงชุดข้อมูลที่ใช้แจ้งเตือนจากฐานข้อมูลจากชุดข้อมูลที่ได้รับจาก QZSS และชุดข้อมูลจำลองที่ได้รับจากโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิรตซ์ และหน้าจอแสดงผลบนเว็บไซต์สาธารณะในรูปแบบแผนที่เพื่อบอกตำแหน่งของเซนเซอร์บนแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำและแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า ในส่วนของระบบแจ้งเตือนทำการออกแบบ และสร้างการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน ด้วย line notify และการแจ้งเตือนด้วยเสียงผ่าน Google Data Studio

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

โครงการเรื่อง “การจำลองระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าโดยดาวเทียม Quasi-Zenith (QZSS)” ได้ทำการออกแบบระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าโดยมี QZSS เป็นองค์ประกอบหลักในการวิเคราะห์ และคาดการณ์การเกิดภัยพิบัติ พร้อมทั้งแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น โดยมีหลักการที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบดาวเทียม Quasi-Zenith (QZSS)

ระบบดาวเทียม Quasi-Zenith (QZSS) [1] หรือที่รู้จักกันในชื่อ “มิชิบิกิ” เป็นดาวเทียมภูมิภาคเวลากการถ่ายโอนระบบ และระบบเสริมดาวเทียมตามการพัฒนาโดยรัฐบาลญี่ปุ่นเพื่อเพิ่มสหรัฐอเมริกาดำเนินระบบ Global Positioning (GPS) ในภูมิภาคเอเชีย-โอเชียเนียที่มีความสำคัญในประเทศญี่ปุ่น เป้าหมายของ QZSS คือการให้บริการระบุตำแหน่งที่แม่นยำและมีเสถียรภาพสูงในภูมิภาคเอเชีย-โอเชียเนียเข้ากันได้กับ GPS บริการ QZSS มีการวางแผนระบบนำทางด้วยดาวเทียมที่ไม่ขึ้นกับ GPS สำหรับปี 2023 โดยมีดาวเทียม 7 ดวง

2.1.1 วงโคจรของ QZSS

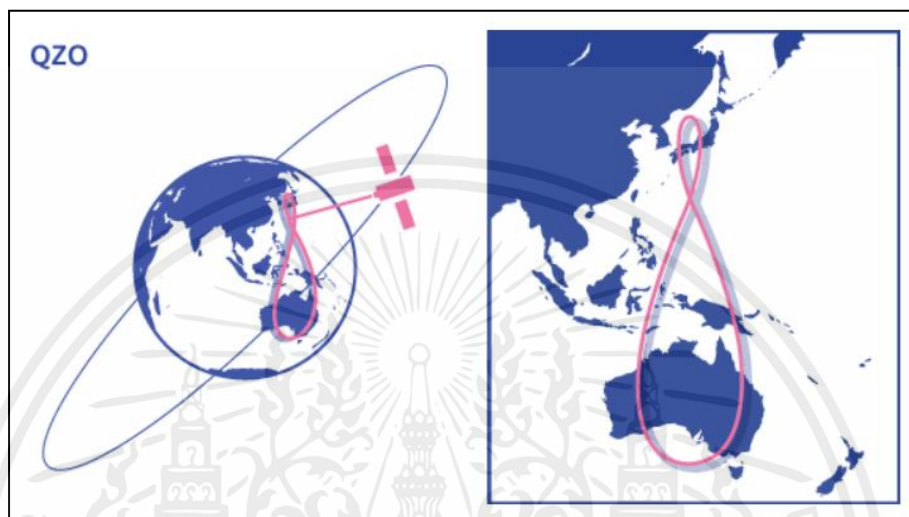
ระบบ Global Positioning (GPS) เป็นระบบดาวเทียมการวางตำแหน่งของอเมริกา GPS ได้รับการออกแบบเพื่อให้สามารถกำหนดตำแหน่งปัจจุบันของตนได้ในตำแหน่งใด ๆ ทั่วโลก ด้วยเหตุผลนั้น วงโคจรของดาวเทียม GPS จึงโคจรครอบคลุมโลกอย่างสม่ำเสมอ

ในทางตรงกันข้าม QZSS ซึ่งเสริม GPS เป็นระบบที่ใช้โดยเฉพาะในภูมิภาคเอเชีย-โอเชียเนีย โดยเน้นไปที่ญี่ปุ่น ในทางอุดมคติดาวเทียมจะอยู่นิ่งบนท้องฟ้าเหนือญี่ปุ่นอย่างต่อเนื่อง (ศูนย์กลางที่เห็นจากพื้นผิวโลกในญี่ปุ่น) อย่างไรก็ตาม ดาวเทียมไม่สามารถทำให้หยุดนิ่งได้ เนื่องจากทิศทางต่าง ๆ ของแรงศูนย์กลางและแรงโน้มถ่วงของโลก

ดาวเทียมค้างฟ้าถูกทำให้อยู่นิ่งบนท้องฟ้าเหนือเส้นศูนย์สูตรที่ลองจิจูดที่แน่นอนเพื่อให้สามารถมองเห็นได้ตลอดเวลาจากพื้นผิวโลก เมื่อพวกมันสั่นสะเทือนจากเหนือไปได้ ดาวเทียมอยู่บนวงโคจรค้างฟ้า (GEO) ซึ่งเป็นวงโคจรเหนือ-ใต้ที่สมมาตรที่มีรูปร่างเหมือนรูปเลขแปด ในบรรดาดาวเทียมบน GEO ที่โน้มเอียง ดาวเทียมบนวงโคจร Quasi-Zenith (QZO) มีความเร็วที่ช้าลงในซีกโลกเหนือโดยการโคจรออกห่างจากโลก และความเร็วที่เร็วกว่าในซีกโลกใต้โดยการโคจรเข้าใกล้โลกมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยเหตุนี้ QZO ของ QZSS จึงเป็นวงโคจรรูปเลขแปดที่มีลักษณะไม่สมมาตรระหว่างเหนือและใต้ ดาวเทียมใช้เวลาโคจรประมาณ 13 ชั่วโมงในซีกโลกเหนือและประมาณ 11 ชั่วโมงในซีกโลกใต้ ทำให้ดาวเทียมสามารถอยู่ใกล้ผู้ป่วนเป็นเวลานาน แสดงวงโคจรของ QZO [2] ดังรูปที่ 2.1

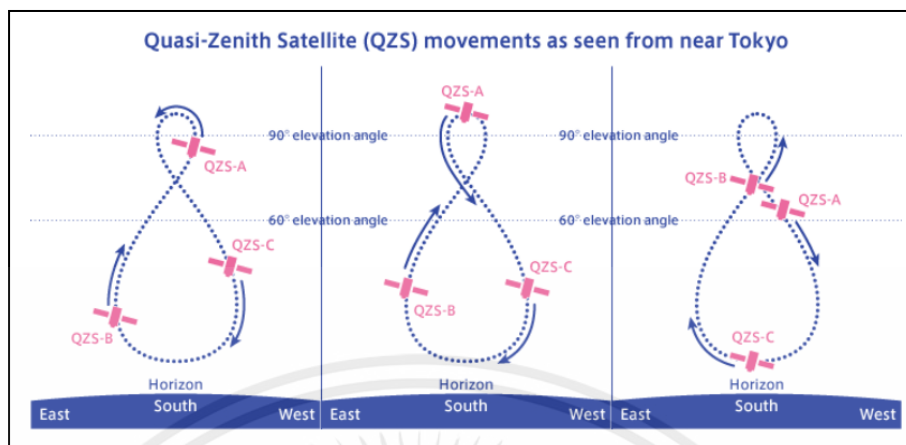


รูปที่ 2.1 แสดงการโคจรของ QZO

เมื่อ QZSS กลายเป็นกลุ่มดาวเทียม 4 ดวง จะมีการติดตั้งดาวเทียม 3 ดวงบน QZO ถ้าดูการเคลื่อนไหวของดาวเทียม 3 ดวงนี้เป็นเวลาหนึ่งวันจากใกล้กรุงโตเกียว จะเห็นดาวเทียมเหล่านั้นขึ้นตามลำดับในช่วงเกือบเท่ากันจากขอบฟ้าใต้-ตะวันออกเฉียงใต้ หลังจากวาดวงกลมเข้าใกล้จุดศูนย์กลาง พวกเขาจะตั้งอยู่ทางขอบฟ้าใต้-ตะวันตกเฉียงใต้

หากดูดาวเทียม QZO 1 ดวงจากบริเวณใกล้กรุงโตเกียว มันจะยังคงอยู่ 8 ชั่วโมงในมุมสูง 70 องศาหรือมากกว่านั้น 12 ชั่วโมงที่ 50 องศาหรือมากกว่านั้นและ 16 ชั่วโมงที่ 20 องศาหรือมากกว่านั้น

ดาวเทียม 3 ดวงจะปรากฏตามลำดับทุก 8 ชั่วโมง ดาวเทียมอย่างน้อย 1 ดวงจะตั้งอยู่ใกล้กับศูนย์กลาง มีมุมสูง 70 องศาหรือมากกว่านั้น อย่างไรก็ตาม ดาวเทียมจะไม่อยู่ที่จุดศูนย์กลางเสมอไป (โดยตรงเหนือหัว) นี่คือนิยามของชื่อ "quasi-zenith" QZSS 4 ดาวเทียม ประกอบด้วยดาวเทียม 3 ดวงที่โคจรบน QZO รวมทั้งดาวเทียม 1 ดวงโคจรบน GEO เหนือเส้นศูนย์สูตร แสดงการโคจรของดาวเทียม QZSS 3 ดวงบน QZO ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การโคจรของของดาวเทียม QZSS 3 ดวงบน QZO

สำหรับดาวเทียมทั้ง 3 ดวงที่โคจรบน QZO จะมีองค์ประกอบของวงโคจรของ QZSS แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของวงโคจรของ QZSS

พารามิเตอร์	รายละเอียด
Semimajor axis (a)	42,164 กิโลเมตร
Eccentricity (e)	0.075 ± 0.015
Inclination (i)	43 ± 4 องศา
Right ascension of the ascending node (Ω)	195 (initial) องศา
Argument of perigee (ω)	270 ± 2
Mean anomaly (M_0)	305 (initial)
ลองจิจูดกลางของการติดตามในภาคพื้นดิน	$135 \text{ E} \pm 5$ องศา

สำหรับดาวเทียมของ QZSS ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันและที่จะเปิดให้ใช้ในอนาคต [4] [5] แสดงดังตารางที่ 2.2 และ ตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.2 ดาวเทียมของ QZSS ในปัจจุบัน

ชื่อ	วันที่เปิดตัว	สถานะ	หมายเหตุ
QZS-1 (Michibiki-1)	11 กันยายน 2010	ปฏิบัติการ	-
QZS-2 (Michibiki-2)	1 มิถุนายน 2017	ปฏิบัติการ	ปรับปรุงแผงโซลาร์เซลล์และเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ดาวเทียมของ QZSS ในปัจจุบัน (ต่อ)

ชื่อ	วันที่เปิดตัว	สถานะ	หมายเหตุ
QZS-3 (Michibiki-3)	19 สิงหาคม 2017	ปฏิบัติการ	การออกแบบที่หนักกว่าด้วยเสาอากาศ S-band เพิ่มเติมบนวงโคจรค้ำฟ้า
QZS-4 (Michibiki-4)	10 ตุลาคม 2017	ปฏิบัติการ	ปรับปรุงแผงโซลาร์เซลล์และเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้น
QZS-1R (Michibiki-1R)	26 ตุลาคม 2021	ปฏิบัติการ	ใช้แทนที่ QZS-1

ตารางที่ 2.3 ดาวเทียมของ QZSS ในอนาคต

ชื่อ	แผนการเปิดตัว	สถานะ
QZS-5	2023	รอเปิดตัว
QZS-6	2023	รอเปิดตัว
QZS-7	2024	รอเปิดตัว

โดยดาวเทียมในปัจจุบันของ QZSS ทั้ง 5 ดวง มีตำแหน่งแสดงได้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตำแหน่งดาวเทียมของ QZSS ในปัจจุบัน

PRN	SVN	Satellite	Launch Date (UTC)	Orbit (*1)	Positioning Signals	Clock (*2)
193	1	QZS01	9/11/2010	QZO	L1C/A, L1C, L2C, L5	RB
183					L1S	
193					L6	
194	2	QZS02	6/1/2017	QZO	L1C/A, L1C, L2C, L5	RB
184					L1S	
184					L5S	
194					L6	
199	3	QZS03	8/19/2017	GEO	L1C/A, L1C, L2C, L5	RB
189					L1S	
189	3	QZS03	8/19/2017	GEO	L5S	RB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ตำแหน่งดาวเทียมของ QZSS ในปัจจุบัน (ต่อ)

PRN	SVN	Satellite	Launch Date (UTC)	Orbit (*1)	Positioning Signals	Clock (*2)
137					L1Sb	
199					L6	
0					Sr/Sf	
195	4	QZS04	10/9/2017	QZO	L1C/A, L1C, L2C, L5	RB
185					L1S	
185					L5S	
195					L6	
196	5	QZS1R	10/26/2021	QZO	L1C/A, L1C, L2C, L5	RB
186					L1S	
186					L5S	
196					L6	

*1 Orbit Type: MEO = Medium Earth Orbit, GEO = Geostationary Orbit, IGSO = Inclined Geosynchronous Orbit, QZO = Quasi zenith satellite orbit

*2 Clock: RB = Rubidium, CS = Cesium, PHM = Passive Hydrogen Maser, RAFS = Rubidium Atomic Frequency Standard, HMAC = Hydrogen Maser Atomic Clock.

2.1.2 การเพิ่มตำแหน่งของ QZSS

จุดประสงค์หลักของ QZSS คือเพื่อเพิ่มความพร้อมของ GPS ในหุบเขาลึกในเมืองหลายแห่งของญี่ปุ่น ซึ่งสามารถมองเห็นได้เฉพาะดาวเทียมที่มีความสูงในระดับที่สูงมากเท่านั้น ฟังก์ชันรองคือการเพิ่มประสิทธิภาพ เพิ่มความแม่นยำ และความน่าเชื่อถือของโซลูชันการนำทางด้วย GPS ดาวเทียม Quasi-Zenith ส่งสัญญาณที่เข้ากันได้กับสัญญาณ GPS L1C/A รวมถึงสัญญาณ GPS L1C, L2C และสัญญาณ L5 ที่ทันสมัย สิ่งนี้จะลดการเปลี่ยนแปลงไปยังเครื่องรับ GPS ที่มีอยู่ เมื่อเปรียบเทียบกับ GPS แบบสแตนด์อโลนแล้ว ระบบที่เกิดจากการรวมกันของ GPS และ QZSS จะให้ประสิทธิภาพการวางตำแหน่งที่ดีขึ้นผ่านข้อมูลการแก้ไขที่หลากหลายซึ่งให้ผ่านการส่งสัญญาณการเพิ่มประสิทธิภาพระดับซับมิเตอร์ L1-SAIF และ LEX จาก QZSS นอกจากนี้ยังปรับปรุงความน่าเชื่อถือด้วยวิธีการตรวจสอบความล้มเหลว และการแจ้งเตือนข้อมูลความสมบูรณ์ของระบบ และ QZSS ประกอบไปด้วยจะพิกานาฬิกาอะตอมสองชนิดจากอวกาศ คือ Hydrogen maser clock เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ Rubidium clock (Rb) สัญญาณตำแหน่งจะถูกสร้างขึ้นโดย clock Rb และสถาปัตยกรรมที่คล้ายกับระบบเก็บเวลา GPS จะถูกใช้ แสดงภาพ Rubidium clock [6] และ Hydrogen maser clock [7] ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงภาพ Rubidium clock และ Hydrogen maser clock ตามลำดับ

แม้ว่าระบบจับเวลา QZSS รุ่นแรก (TKS) จะใช้ Rb clock แต่ดาวเทียม QZSS ตัวแรกจะมีต้นแบบพื้นฐานของระบบซิงโคร crystal clock แบบทดลอง ในช่วงครึ่งแรกของช่วงการทดสอบในวงโคจรสองปี การทดสอบเบื้องต้นจะพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีแบบ atomic clock-less ซึ่งอาจใช้ใน QZSS รุ่นที่สอง

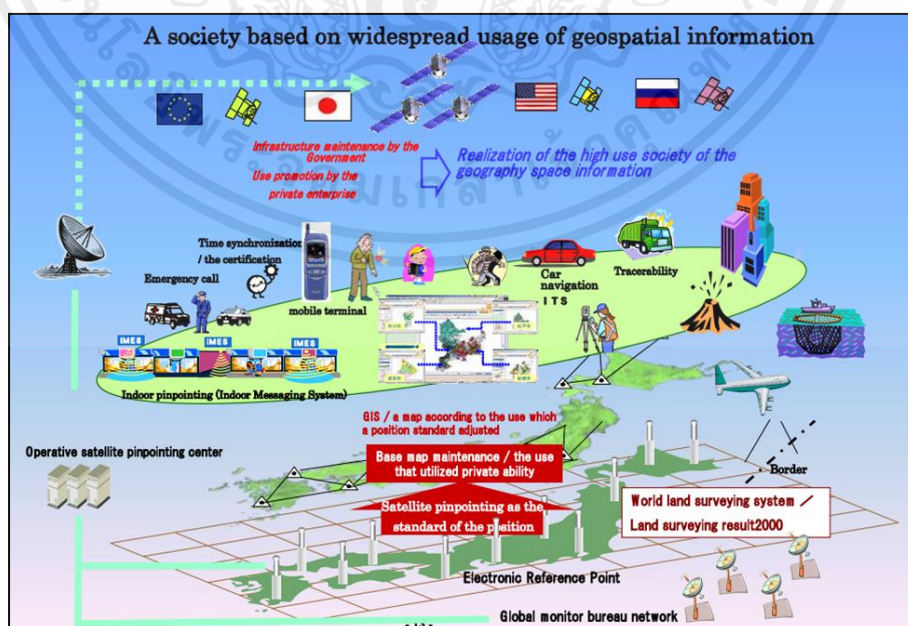
เทคโนโลยี QZSS ในรูปแบบ TKS ที่กล่าวถึงคือระบบบอกเวลาด้วยดาวเทียมแบบใหม่ ซึ่งไม่ต้องใช้ atomic clock ในตัวเหมือนกับระบบดาวเทียมนำทางที่มีอยู่ เช่น BeiDou, Galileo, GPS, GLONASS หรือระบบ NavIC แนวคิดนี้แตกต่างด้วยการใช้เฟรมเวิร์คการซิงโครไนซ์ร่วมกับนาฬิกาออนบอร์ดที่ควบคุมทิศทางได้น้ำหนักเบา ซึ่งทำหน้าที่เป็นช่องสัญญาณส่งสัญญาณซ้ำเพื่อถ่ายทอดเวลาที่แม่นยำจากระยะไกลโดยเครือข่ายการซิงโครไนซ์เวลาที่อยู่บนพื้นดิน ซึ่งช่วยให้ระบบทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพเมื่อดาวเทียมอยู่ในระยะที่สามารถสื่อสารโดยตรงกับสถานีภาคพื้นดิน ทำให้เหมาะสำหรับระบบเช่น QZSS ของญี่ปุ่น มวลดาวเทียมต่ำ รวมถึงต้นทุนการผลิต และการปล่อยดาวเทียมที่ต่ำเป็นข้อได้เปรียบที่สำคัญของระบบนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 บทบาทการประยุกต์ใช้งานจากดาวเทียม QZSS

ระบบ QZSS เป็นระบบระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกความแม่นยำสูง ที่ออกแบบและพัฒนาโดยประเทศญี่ปุ่น เพื่อการระบุตำแหน่งพิกัดและนำทางด้วยดาวเทียมในแถบภูมิภาคเอเชีย-โอเชียเนียโดยเฉพาะ ระบบ QZSS สามารถให้ค่าพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกถึงระดับ 10 เซนติเมตร ซึ่งถือว่าแม่นยำที่สุดกว่าบรรดาระบบนำทางด้วยดาวเทียมชนิดอื่น ๆ การประยุกต์ใช้งานจากดาวเทียม QZSS มีดังนี้

- 1) ภัยพิบัติทางธรรมชาติ การป้องกัน และรักษาความปลอดภัย
 - 2) ลดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการเดินทาง และการขนส่ง
 - 3) การจัดการที่ดิน และสิ่งแวดล้อม โดยมีบทบาทในการจัดการความเสี่ยงมลพิษในดิน
 - 4) สร้างโอกาสทางธุรกิจใหม่ ๆ จากการเข้าถึงข้อมูลที่เป็นได้ในทุกที่ ทุกเวลา
 - 5) การบริหารเวลา และการจัดการแรงงาน
 - 6) สวัสดิการ และการแพทย์ มีบทบาทในการบริหารจัดการ homecare เพื่ออำนวยความสะดวกเป็นการพัฒนาสวัสดิการ และเพิ่มคุณภาพทางการแพทย์
 - 7) การก่อสร้าง เกษตรกรรม ป่าไม้ และการประมง มีบทบาทในการจัดการควบคุมตำแหน่ง และอุปกรณ์ ให้สามารถทำงานได้อัตโนมัติ
 - 8) การเดินทาง มีระบบสารสนเทศที่สามารถบริหารจัดการได้อย่างครอบคลุม
- โดยการประยุกต์ใช้งานจาก QZSS [9] สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การประยุกต์ใช้งานจาก QZSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 โครงสร้างข้อความของ DC Report และ EWS message

ในการให้บริการของ DC Report ข้อมูลการจัดการวิกฤติที่ถูกเผยแพร่โดยองค์กรเพื่อป้องกันภัยพิบัติ รวมถึงข้อมูลเมื่อเกิดภัยพิบัติ เช่น แผ่นดินไหวหรือสึนามิจะถูกส่งผ่านดาวเทียม Quasi-Zenith Satellites (QZS) บริการ DC Report ใช้สัญญาณ L1S ซึ่งเป็นสัญญาณชนิดเดียวกันกับ Sub-meter Level Augmentation Service (SLAS) ซึ่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติจะถูกส่งในระยะเวลาที่ห่างกันทุก ๆ 4 วินาที

DC Report จะถูกส่งโดยการแปลงข้อมูลการป้องกันภัยพิบัติที่ถูกจัดหาโดยสำนักงานอุตุนิยมวิทยาญี่ปุ่น (JMA) ให้เป็นรูปแบบดั้งเดิม เนื่องจาก DC Reports ถูกรับได้ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และโอเชียเนียได้โดยข้อมูลที่ส่งไปต่างประเทศ เช่น ระยะห่างของแผ่นดินไหวและสึนามิในมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตกเฉียงเหนือที่ JMA ประกาศไว้ซึ่งข้อมูล DC Report ยังถูกเผยแพร่ผ่านโซเชียลมีเดียทำให้ผู้คนสามารถยืนยันข้อมูลนี้ได้อย่างง่ายดาย (ยกเว้นข้อมูลภัยพิบัติบางประเภท) โดยจะแสดงองค์ประกอบของ DC Report ได้ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 องค์ประกอบของ DC Report

Length in bit 1	Content	Predefined value (integer)
8	Preamble	83 (A) or 154 (B) or 198 (C)
6	Message Type number	44
3	Report Classification	7 (test)
6	Organization Code	60 (foreign country)
7	Subdivision Org. Code	0
122	EWS message	Prepare this data (122 bit)
62	Spare	0 (unused)
6	Version Number	0
6	Reserved	System operator will create
24	CRC	System operator will create

สำหรับ DC Report จะมีรูปแบบข้อมูลอยู่ 2 แบบ คือ Message Type 43 (MT43) และ Message Type 44 (MT44) โดยรูปแบบข้อมูลของ DC Report จะมีความแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง MT43 และ MT44

	Message Type 43 (MT43)	Message Type 44 (MT44)
Outline	Disaster prevention information by Japan meteorological agency (JMA)	Current: Arbitrary information Future: EWS
Contents	Information such as Earthquake, Tsunami, Volcano, etc.	Information delivered from external organization
ICD	IS-QZSS-DCR-008	Not yet published Creating common EWS format with Europe

โดยจะใช้ข้อมูล EWS message มาใช้ในการแปลงข้อมูลและใช้ในการแจ้งเตือนองค์ประกอบของ EWS message แสดงดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 องค์ประกอบของ EWS message

Field number	Message field	Element name	Start bit	Number of bits
1	Message Identifier	Message type	0	2
2		Country ID	2	10
3		Provider ID	12	4
4	Event	Event Category	16	3
5		Event Sub-Category	19	4
6		Severity	23	2
7	Event chronology	Event Onset	25	16
8		Expected Duration	41	4
9	Guidance to react	Guidance Library	45	2
10		Response Type	47	4
11		Instruction	51	4
12	Target Area	Latitude	55	16
		Longitude	71	17
		Semi-major axis length	88	4
		Semi-minor axis length	92	4

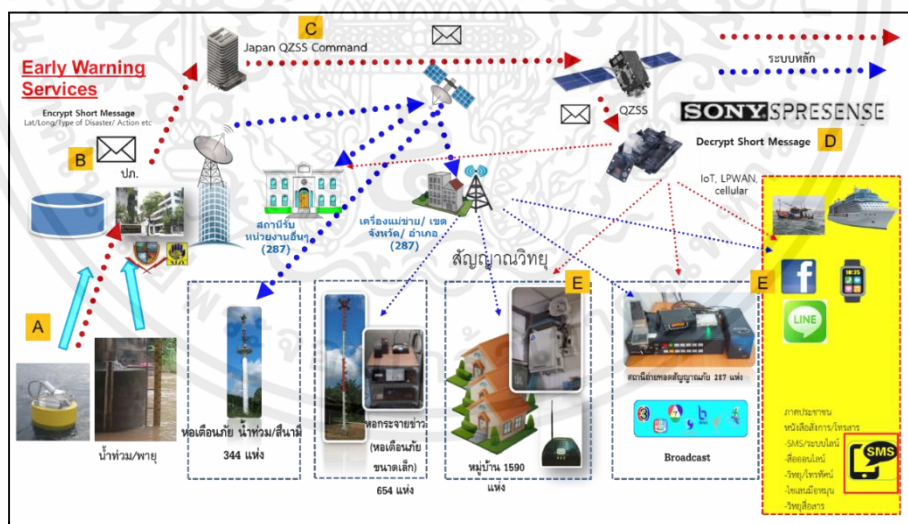
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 องค์ประกอบของ EWS message (ต่อ)

Field number	Message field	Element name	Start bit	Number of bits
12	Target Area	Semi-major axis azimuth angle	96	5
13	Parameters	Specific Setting	101	21
Total				122

จากตารางที่ 2.7 แสดงองค์ประกอบของ EWS message ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการแจ้งเตือนในโครงการนี้ประกอบด้วย Message type, Country ID, Event Category, Event Sub-Category, Severity, Response Type, Instruction, Latitude, Longitude, Semi-major axis length Semi-minor axis length และ Semi-major axis azimuth angle

2.3 กระบวนการทำงานของระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าด้วย Short Message ผ่าน QZSS



รูปที่ 2.5 แสดงกระบวนการทำงานของระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าด้วย Short Message ผ่านดาวเทียมระบุตำแหน่งแม่นยำสูง QZSS [9]

จากรูปที่ 2.5 ระบบการทำงานของ QZSS จะมีกระบวนการทำงานตามลูกศรสีแดง โดยเมื่อเกิดภัยพิบัติภัยพิบัติ หน่วยงานกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจะทำหน้าที่ในการดูแลในเรื่องของ การส่งข้อมูล เช่น ละติจูด ลองจิจูด รูปแบบของภัยพิบัติ โดยทำการเข้ารหัส Short Message เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และส่งไปยังศูนย์บัญชาการของญี่ปุ่น จากนั้นส่งข้อมูลไปยัง QZSS ซึ่งสามารถใช้ในกรณีฉุกเฉินและสามารถรับข้อมูลได้แม้ว่าโครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสารภาคพื้นดินจะได้รับความเสียหายจากภัยพิบัติ โดย QZSS ทำการ broadcast ข้อมูลภัยพิบัติให้แก่ภาคพื้น ในส่วนภาครับ ใช้โมดูลของ Sony SPRESENSE รับข้อมูลจาก QZSS นำไปถอดรหัส Short Message เพื่อเตรียมข้อมูลเชิงตำแหน่ง จากนั้นกระจายข้อมูลที่ถอดรหัสสำเร็จไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อการแจ้งเตือนภัยพิบัติให้แก่ประชาชน เช่น สถานีรับหน่วยงานอื่น ๆ การแจ้งเตือนเสียงด้วยสัญญาณวิทยุในระดับหมู่บ้าน การ Broadcast ผ่านสถานีถ่ายทอดสัญญาณภัยพิบัติ การแจ้งเตือนผ่านโทรศัพท์มือถือ เช่น ข้อความ SMS และแอปพลิเคชันไลน์

ในส่วนการทำงานของเส้นสีน้ำเงินมีหลักการเช่นเดียวกับการส่งข้อมูลแจ้งเตือนภัยพิบัติให้แก่ QZSS เมื่อเกิดภัยพิบัติภัยพิบัติ จะมีหน่วยงานกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยทำหน้าที่ในการดูแลในเรื่องของการส่งข้อมูลของภัยพิบัติให้ดาวเทียม จากนั้นดาวเทียมทำการ Broadcast ข้อมูลให้แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สถานีรับหน่วยงานต่าง ๆ หอเตือนภัยล่วงหน้า เครือข่ายชายในระดับเขต จังหวัด และอำเภอ ซึ่งประชาชนสามารถรับการแจ้งเตือนได้จากหอกระจายข่าว หรือหอเตือนภัยขนาดเล็ก การแจ้งเตือนเสียงด้วยสัญญาณวิทยุในระดับหมู่บ้าน การ Broadcast ผ่านสถานีถ่ายทอดสัญญาณภัยพิบัติ การแจ้งเตือนผ่านโทรศัพท์มือถือ เช่น ข้อความ SMS และแอปพลิเคชันไลน์ เป็นต้น

การตอบสนองต่อภัยพิบัติต้องอาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างสำนักงานดูแลในเรื่องของการแจ้งเตือนภัยฉุกเฉินและสถานที่เกิดภัยพิบัติที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลจำนวนมากในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะสำหรับภัยพิบัติในพื้นที่กว้าง การรวบรวมข้อมูลและการตัดสินใจที่ถูกต้องเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการตอบสนองภัยพิบัติตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง ข้อมูลสถานที่ที่ใช้ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มีความสำคัญในการรวบรวมข้อมูลนอกจากนี้ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยต้องดำเนินการภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น กลุ่มประชาชนที่ไม่ได้ใช้โครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสารตามปกติ คนชราและเด็กที่ไม่คุ้นเคยกับเทคโนโลยีสารสนเทศ ในสถานการณ์เช่นนี้ จึงเป็นประโยชน์หากจัดเตรียมการดำเนินการสำหรับผู้ที่เกิดภัยพิบัติโดยใช้ข้อมูลตำแหน่งของ QZSS ซึ่งทำให้การตอบสนองเบื้องต้นต่อภัยพิบัติเร็วขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้นในการหลีกเลี่ยงความโกลาหลในการเกิดภัยพิบัติ

2.4 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีการสื่อสารระยะไกล

2.4.1 LoRa

LoRa [11] คือ เทคโนโลยีวิทยุรับส่งแบบดิจิทัลพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Cycleo of Grenoble ประเทศฝรั่งเศส และถูกจดสิทธิบัตรไว้โดยบริษัท Semtech เมื่อเข้าซื้อกิจการของบริษัท Cycleo ใน ค.ศ. 2012 LoRa เป็นโพรโตคอล (protocol) ซึ่งนำมาใช้ และแข่งขันกับเทคโนโลยีอื่น เช่น NB - IoT (Low Power Wide Area Network – Internet of Thing) ที่ใช้การสื่อสารแบบ กำลังงานต่ำแบบ LPWAN (Low Power Wide Area Network) เมื่อเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีอื่นในระดับเดียวกัน LoRaสามารถติดต่อสื่อสารได้ไกลนับ 100 กิโลเมตร ด้วยการแลกกับอัตราการส่งข้อมูล (data rate) ที่ไม่มากนัก ระบบ LoRa มีความเหมาะสมมากในทางปฏิบัติ สำหรับการใช้งานแบบไม่เน้นเวลาตอบสนองที่รวดเร็ว (non – real time) อาจมีความล่าช้าบ้างเล็กน้อย ซึ่งเครื่องรับส่งวิทยุแบบLoRa ใช้การมอดูเลตสัญญาณแบบ CSS (Chirp Spread Spectrum) ทำให้มีความไว ในการรับสัญญาณของเครื่องรับสูงมาก โดยเครื่องรับที่ใช้รับสัญญาณวิทยุLoRa ถ้ากำหนดให้ระยะทางในการรับส่งสัญญาณคงที่ เครื่องส่งวิทยุLoRaจะใช้กำลังส่งต่ำมาก และทำให้อายุ การใช้งานแบตเตอรี่ของเครื่องส่งวิทยุมีเวลานาน [1]

2.4.2 คุณสมบัติพื้นฐานของวงจรรวม LoRa SX12xx

ระบบวิทยุ LoRa ส่งสัญญาณวิทยุด้วยวิธีการกระจายแถบความถี่ (Spread spectrum modulation) แบบ CSS โดยระยะทางการรับ - ส่งสัญญาณ ความไวในการรับสัญญาณในที่ว่าง (ไม่มีปรากฏการณ์สัญญาณวิทยุหลายทาง) และเวลาที่ต้องใช้ในการส่งข้อมูล มีความเกี่ยวข้องกับหลากหลายตัวแปร คือ อัตราการแผ่สัญญาณ (Spreading factor) อัตราการเข้ารหัส (Code rate) แบนด์วิดท์ (Bandwidth) และกำลังส่งที่ใช้ โดยมีจำนวน payload คือ 1 ถึง 255 ไบต์ [1] แสดงความสัมพันธ์เปรียบเทียบเป็นแต่ละชนิดวงจร ได้ดังตารางที่ 2.1

2.5 ระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์

ระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ [13] เป็นระบบพิกัด ที่ระบุตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยการอ้างอิงบอกตำแหน่งเป็นระยะเชิงมุมของละติจูด (Latitude) และลองจิจูด (Longitude) ตามระยะเชิงมุมที่ห่างจากศูนย์กำเนิดของละติจูดและลองจิจูด ซึ่งจุดกำเนิดของละติจูดคือแนวระดับที่ตัดผ่านจุดศูนย์กลางของโลกและตั้งฉากกับขั้วโลกหรือแกนหมุนของโลกที่ทำมุมเอียง 23.4 องศา ระนาบศูนย์กำเนิดหรือที่เรียกว่าเส้นศูนย์สูตรซึ่งเป็นระนาบที่ทำให้มีการแบ่งโลกเป็นซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นค่าระยะเชิงมุมของละติจูดจึงทำการวัดจากจุดศูนย์กลางของโลกไปทางซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ มีค่าสูงสุดเป็น 90 องศา ที่ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ และจุดกำเนิดของลองจิจูดนั้นเป็นแนวระนาบที่ผ่านหอสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์เมืองกรีนวิช (Greenwich) ในสหราชอาณาจักร เรียกศูนย์กลางกำเนิดว่า เส้นเมริเดียนแรก (prime meridian) ซึ่งเป็นเส้นแบ่งโลกเป็นซีกโลกตะวันออกและซีกโลกตะวันตก โดยค่าของมุมจะสิ้นสุดที่เส้นเมริเดียนที่อยู่ตรงข้ามกับเส้นเมริเดียนแรก นั่นคือมีค่ามุมเป็น 180 องศา กับเส้นเมริเดียนแรก โดยค่าระยะเชิงมุมละติจูดจะทำการวัดจากแนวเส้นเมริเดียนแรกไปทางตะวันออกและตะวันตก

2.7 โปรแกรมที่ใช้ในโครงการ

2.7.1 Visual Studio Code

Visual Studio Code [15] เป็นโปรแกรมประเภท Editor ใช้ในการแก้ไขโค้ดที่มีขนาดเล็ก แต่มีประสิทธิภาพสูง เป็น OpenSource โปรแกรมจึงสามารถนำมาใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย เหมาะสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการใช้งานหลายแพลตฟอร์ม รองรับการใช้งานทั้งบน Windows, macOS และ Linux รองรับหลายภาษาทั้ง JavaScript, TypeScript และ Node.js ในตัว และสามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ง่าย สามารถนำมาใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน มีเครื่องมือและส่วนขยายต่าง ๆ ให้เลือกใช้มากมาย รองรับการใช้งานภาษาอื่น ๆ ทั้งภาษา C++, C#, Java, Python, PHP หรือ Go สามารถปรับเปลี่ยน Themes ได้ มีส่วน Debugger และ Commands เป็นต้น

2.7.2 CoolTerm

CoolTerm [16] ซอฟต์แวร์เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรม ซอฟต์แวร์ใช้เทอร์มินัลเพื่อส่งข้อความไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ตัวรับสัญญาณ GPS, ตัวควบคุมเซอร์โวหรือชุดหุ่นยนต์ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมแล้วส่งคำตอบไปยังคำขอของผู้ใช้ ประการแรก CoolTerm ต้องการกำหนดค่าการเชื่อมต่อในตำแหน่งที่จำเป็นต้องระบุหมายเลขพอร์ต ความเร็วในการส่งและพารามิเตอร์การควบคุมฟลักซ์อื่น ๆ ซอฟต์แวร์สามารถทำการเชื่อมต่อแบบขนานได้หลายทางผ่านพอร์ตอนุกรมต่าง ๆ และแสดงข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบข้อความหรือรูปแบบฐานสิบหก CoolTerm ยังสนับสนุนฟังก์ชันที่ช่วยให้สามารถแทรกความล่าช้าหลังจากการโอนย้ายแพ็คเก็ตทุกขนาดซึ่งสามารถระบุได้ในการตั้งค่าการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 XAMPP version 3.3.0

XAMPP [17] เป็นโปรแกรมสำหรับจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ให้ทำงานในลักษณะของเว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อสามารถทดสอบเว็บไซต์ที่สร้างขึ้นเองได้ โดยประกอบด้วย Apache ทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ MySQL ฐานข้อมูล phpMyAdmin ระบบบริหารฐานข้อมูล ซึ่งโปรแกรม XAMPP นั้นสามารถรองรับระบบปฏิบัติการได้อย่างหลากหลาย เช่น Windows, Linux, Mac เป็นต้น ซึ่งทำงานได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการแบบ 32 bit และ 64 bit

2.7.4 Node-RED

Node-RED [18] เป็นเครื่องมือจัดการและจัดการเหตุการณ์ขึ้นอยู่กับ Node.js แอปพลิเคชัน Node-RED มักทำงานเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์และผู้ใช้สามารถปรับแต่งและจัดการการเชื่อมต่อระหว่างฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ และสร้างขั้นตอนการทำงานจากเบราว์เซอร์ของคอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ได้ ไม่มีซอฟต์แวร์ที่มีราคาแพงหรือทำให้หน่วยความจำเป็ยง แต่เป็นเรื่องง่ายและทำงานในเว็บเบราว์เซอร์ แอปพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์นี้ยังมีความสามารถในการทำงานบนอุปกรณ์เช่น Raspberry Pi

2.7.5 Ngrok

Ngrok [19] เป็น Tool Open Source พัฒนาโดย GitHub ซึ่งอำนวยความสะดวกให้บุคคลอื่นสามารถเข้าใช้งาน Website หรือ Application ที่กำลังทำงานอยู่บนเครื่อง Localhost นั้นเอง อีกทั้ง Ngrok ยังมีหลากหลายช่องสัญญาณที่มีความปลอดภัยในการรับและส่งข้อมูลจากเครื่องผู้ใช้ไปจนถึงเครื่อง Localhost และ Ngrok ยังมีเว็บอินเตอร์เฟส ซึ่งสามารถใช้ตรวจสอบหรือ Monitor ผ่านทาง URL <http://127.0.0.1:4040> ซึ่งสามารถใช้ตรวจสอบการรับส่งข้อมูล http ทั้งหมดทั้งการรับส่งข้อมูลแบบ Get การขอ Request การส่ง Response Traffic รวมถึง Webhook ที่เข้ามาใช้งานบนเครื่อง Localhost โดยบุคคลอื่นสามารถเข้าใช้งาน Website หรือ Application กำลังทำงานอยู่บนเครื่อง Localhost ผ่านทาง URL ของทาง Ngrok โดยที่ทาง Ngrok จะทำการสุ่มสร้าง URL ขึ้นมา และ URL ที่ได้มานั้น จะทำการเปลี่ยนไปทุกครั้งเมื่อมีการปิดหรือเปิดใช้งาน Ngrok

2.7.6 Google Data Studio

Google Data Studio [20] เป็นเครื่องมือเพื่อเปลี่ยนข้อมูลการวิเคราะห์ของลูกค้าให้เป็นรายงานที่ง่ายต่อการ เข้าใจผ่านออกมาเป็นรูปภาพ โดยสามารถเชื่อมต่อกับข้อมูลที่มีอยู่ อ่านเข้าใจง่ายขึ้น ง่ายต่อการแบ่งปันและ ปรับแต่งให้ลูกค้าแต่ละรายแบบเฉพาะเจาะจง สามารถเลือกวิธีการนำเสนอข้อมูล เป็นกราฟแท่ง แผนภูมิ กราฟเส้นและอื่น ๆ สามารถทำได้ง่าย รวมถึงสามารถเปลี่ยนรูปแบบอักษร สี และสร้างรายงานด้วยโลโก้แบรนด์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย Data Source ที่ Data Studio สามารถดึงมาได้ ทั้งแพลตฟอร์มและเครื่องของ Google เอง เช่น Google Ads, YouTube, Google Analytics และ Google Search Console รวมทั้งข้อมูลจากแพลตฟอร์มหรือเครื่องมืออื่น ๆ อย่าง Facebook Twitter หรือระบบ CRM ก็ สามารถดึงได้ผ่าน Data Connector ซึ่งเป็นพาร์ตเนอร์กับ Google

2.8 ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในโครงการ

2.8.1 ภาษาไพธอน

ภาษาไพธอน (Python) [21] เป็นภาษาเขียนโปรแกรมระดับสูงภาษาหนึ่งที่ได้รับค่านิยมมาก และใช้เขียนโปรแกรมได้หลากหลาย ออกแบบโดย Guido van Rossum เมื่อปี ค.ศ. 1991 และพัฒนาขึ้นโดย Python Software Foundation ทำงานได้บนหลายระบบปฏิบัติการ (crossplatform) เช่น Windows, Linux และ macOS ภาษาไพธอนพัฒนามาจากภาษาซี (C) มีไลบรารีพื้นฐานจำนวนมากสำหรับการเขียนโปรแกรมในหลายแขนง และใช้งานได้ครอบคลุมหลายด้านรองรับการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (object-oriented programming, OOP) และทำงานแบบ Dynamic typing รวมทั้งยังเป็น Open source โดยมีผู้ร่วมพัฒนาจำนวนมากทำให้ภาษาไพธอนมีการพัฒนาเสมอ

2.8.2 phpMyAdmin

phpMyAdmin [22] เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาโดยใช้ภาษา PHP เพื่อใช้สำหรับการบริหารจัดการฐานข้อมูล MySQL แทนการพิมพ์คำสั่งใช้งาน โดยผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งphpMyAdmin มีความสามารถสร้างและลบฐานข้อมูล สร้างและจัดการตาราง เช่น เพิ่ม ลบ แก้ไข record หรือลบตาราง และเพิ่มหรือแก้ไข field ในตาราง ยังสามารถโหลดเท็กซ์ไฟล์และไฟล์นามสกุล CSV เข้าไปเก็บเป็นข้อมูลในตาราง และยังสามารถใช้คำสั่ง SQL ได้

2.8.3 Structured Query Language (SQL)

ภาษา Structured Query Language (SQL) [23] เป็นภาษามาตรฐานสำหรับการจัดการฐานข้อมูล โดยเป็นมาตรฐานของ ANSI (American National Standard Institute) ซึ่งสามารถใช้คำสั่ง SQL กับฐานข้อมูลชนิดใดก็ได้ โดยมีโครงสร้างภาษาที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อนมีประสิทธิภาพการทำงานสูง สามารถนำไปใช้งานกับระบบต่าง ๆ เช่น ใช้กับเว็บไซต์สำหรับแสดงผลข้อมูลจากฐานข้อมูล DBMS เช่น Microsoft Access, SQL Server, MySQL และ Oracle เป็นต้น สามารถใช้ร่วม กับระบบฐานข้อมูล RDBMS เช่น MS SQL Server, IBM DB2, Oracle, MySQL และ Microsoft Access เป็นต้น และสามารถใช้ในการกำหนดในระบบวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis Tools) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เปิดช่องให้เราสามารถทำการใส่หรือปรับปรุง SQL ได้ด้วยตัวเอง ภาษา SQL สามารถแบ่งประเภทคำสั่งได้ดังต่อไปนี้

1) ภาษานิยามข้อมูล (Data Definition Language, DDL)

เป็นคำสั่งที่ใช้สร้างฐานข้อมูล กำหนดลักษณะโครงสร้างของข้อมูล ชนิดข้อมูลรวมถึงการเปลี่ยนแปลงตารางและการสร้างดัชนี ตัวอย่างคำสั่ง เช่น CREATE DROP และ ALTER

2) ภาษาจัดการข้อมูล (Data Manipulation Language, DML)

เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเลือกข้อมูล แก้ไขข้อมูลเปลี่ยนแปลง และลบข้อมูลในตารางตัวอย่างคำสั่ง เช่น SELECT INSERT UPDATE และ DELETE

3) ภาษาควบคุมข้อมูล (Data Control Language, DCL)

เป็นคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดสิทธิการอนุญาตหรือยกเลิกการเข้าถึงฐานข้อมูลเพื่อความปลอดภัยของฐานข้อมูล ตัวอย่างคำสั่ง เช่น GRANT และ REVOKE

2.8.4 MySQL

MySQL [29] คือโปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล พัฒนาโดยบริษัท MySQL AB สร้างโดยชาวสวีเดน 2 คน และชาวฟินแลนด์ ชื่อ David Axmark Allan Larsson และ Michael "Monty" Widenius โดย MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลที่ใช้ภาษา SQL ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่น เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับความต้องการของผู้ใช้ เช่นทำงานร่วมกับเครื่องบริการเว็บ (web server) เพื่อให้บริการแก่ภาษาสคริปต์ที่ทำงานฝั่งเครื่องบริการ (server side script) เช่น ภาษา php ภาษา asp.net หรือภาษาเจเอสพี เป็นต้น หรือทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ (Application Program) เช่น ภาษาวิซวลเบสิกคอตเน็ต ภาษาจาวา หรือภาษาซีชาร์ป เป็นต้น โดยความสามารถและการทำงานของ MySQL นั้นเป็นระบบจัดการฐานข้อมูล(Database Management System: DBMS) ซึ่ง MySQL จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการจัดการกับข้อมูลในฐานข้อมูลทั้งสำหรับการใช้งานเฉพาะ และสามารถรองรับการทำงานของแอปพลิเคชันอื่น ๆ ที่ต้องการใช้งานข้อมูลในฐานข้อมูล เพื่อให้ได้รับความสะดวกในการจัดการกับข้อมูลจำนวนมาก ดังนั้น MySQL จึงทำหน้าที่เป็นทั้งตัวฐานข้อมูลและระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL ยังเป็นระบบจัดการฐานข้อมูลแบบ relational ทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดในรูปแบบของตารางแทนการเก็บข้อมูลทั้งหมดลงในไฟล์ เพียงไฟล์เดียวทำให้ทำงานได้รวดเร็วและมีความยืดหยุ่น นอกจากนั้นแต่ละตารางที่เก็บข้อมูลสามารถเชื่อมโยงเข้าหากันทำให้สามารถรวมหรือจัดกลุ่มข้อมูลได้ตามต้องการ โดยอาศัยภาษา SQL ที่เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม MySQL ซึ่งเป็นภาษามาตรฐานในการเข้าถึงฐานข้อมูล และ MySQL ยังแจกจ่ายให้ใช้งานแบบ Open Source ผู้ใช้งานสามารถใช้งานและปรับแต่งการทำงานได้ตามความต้องการ สามารถดาวน์โหลดโปรแกรม MySQL ได้จากอินเทอร์เน็ต และนำมาใช้งานโดยไม่มีค่าใช้จ่ายใด ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.5 HyperText Markup Language (HTML)

HTML [24] เป็นภาษาประเภท Markup Language ที่ใช้ในการสร้างเว็บเพจ โดยมีแม่แบบที่มาจากภาษา SGML โดย HTML เป็นภาษาในการสร้างเว็บ ที่สามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจได้ง่าย ซึ่งในปัจจุบันก็มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย มีการพัฒนาและกำหนดมาตรฐานจากองค์กร World Wide Web Consortium (W3C)

HTML เป็นภาษาหลักที่นำมาใช้ในการเขียนเว็บเพจขึ้นมา เพื่อให้ได้หน้าเว็บเพจที่สมบูรณ์ โดยใช้ <Tag></Tag> ในการกำหนดการแสดงผลของ HTML ที่แสดงอยู่บนหน้าเว็บเพจ และเนื่องจาก HTML ย่อมาจากคำว่า Hypertext Markup Language จึงมีความหมายโดยรวมว่าเป็นภาษาในการเขียนเว็บเพจที่ใช้ Tag กำหนดการแสดงผลบนเว็บเพจที่ต่างเชื่อมโยงถึงกันใน Hyperspace ผ่าน Hyperlink โดยโครงสร้างของ HTML จะประกอบไปด้วยส่วนของคำสั่ง 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็น ส่วนหัว (Head) และส่วนที่เป็นเนื้อหา (Body) โดยมีรูปแบบคำสั่ง แสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 รูปแบบคำสั่งของ HTML

สำหรับการแสดงผลที่เว็บเบราว์เซอร์ เมื่อพิมพ์โปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำการบันทึกเป็นไฟล์สกุล htm หรือ html จากนั้นเรียกโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ขึ้นมาทำการทดสอบ ข้อมูลที่สร้างขึ้นจะถูกแสดงบนจอภาพ หากมีการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลในโปรแกรมเดิม ให้อยู่ในรูปของโปรแกรมใหม่ ก็จำเป็นต้องโหลดโปรแกรมขึ้นมาใหม่ เพียง Refresh หน้าเบราว์เซอร์ โปรแกรมจะทำการประมวลผลและแสดงผลออกมาใหม่ แลพส่วนใหญ่ในคำสั่ง HTML ใช้ตัวเปิด เป็นเครื่องหมายน้อยกว่า ตามด้วยคำสั่ง และปิดท้ายด้วยเครื่องหมายมากกว่า และมีตัวปิดที่มีรูปแบบเหมือนตัวเปิดเสมอ เพียงแต่จะมีเครื่องหมายทับ อยู่หน้าคำสั่งนั้น ๆ เช่น คำสั่ง <BODY> จะมี </BODY> เป็นคำสั่งปิด เมื่อใดคำสั่งผิดจะส่งผลให้การทำงานของโปรแกรมผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.6 Cascading Style Sheets (CSS)

Cascading Style Sheets (CSS) [25] เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่กำหนดรูปแบบการแสดงผลของเอกสารรวมทั้งการตกแต่งทั้งในเอกสาร HTML และ XHTML ให้มีสีสันตัวอักษร พื้นหลัง ตำแหน่งการแสดงผลและอื่น ๆ ที่แสดงบนหน้าเว็บไซต์ทั้งหมด โดย CSS สามารถใช้ร่วมในเอกสาร HTML หรือเป็นเอกสารแยกแล้วเรียกใช้ร่วมกับเอกสาร HTML ได้ โดยการกำหนดค่าที่ตำแหน่งใด ๆ ของเอกสาร HTML ซึ่งผลจะเกิดขึ้นกับเอกสารทั้งหมด

2.8.7 PHP Hypertext Preprocessor (PHP)

PHP Hypertext Preprocessor (PHP) [26] เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ใช้ในการสร้างและพัฒนาเว็บไซต์ ใช้ร่วมกับ HTML เพื่อให้เว็บไซต์มีความสามารถในการตอบสนองกับผู้ใช้งานได้ แต่ด้วย HTML เป็นภาษาในฝั่งของผู้ใช้ (client - side script) การติดต่อกับผู้ให้บริการ (server) จึงไม่สามารถทำได้โดยตรง ต้องทำงานร่วมกับภาษาในฝั่งของผู้ให้บริการ (server - side script) เช่น PHP เพื่อติดต่อกับ server แล้วนำข้อมูลมาแสดงผล ประมวลผลหรือเก็บไว้ได้

2.8.9 PyQt

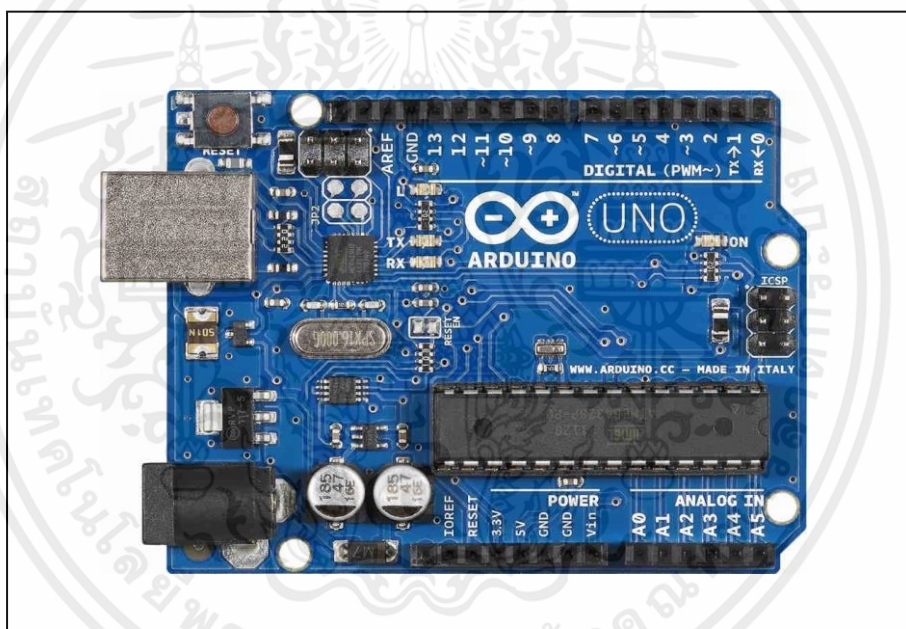
PyQt [27] เป็นโปรแกรมการสร้าง GUI เขียนเฟรมเวิร์ค Qt โดยใช้ภาษาไพธอน โดย Qt เป็น widget toolkit สำหรับพัฒนาส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (GUI) โปรแกรมในแพลตฟอร์มต่าง ๆ ตัวอย่างของซอฟต์แวร์ที่ใช้ Qt เช่น KDE, Opera, Google Earth, Skype, Photoshop Elements เป็นต้น พัฒนาโดยใช้ภาษา C++ และใช้ส่วนขยายอื่นนอกเหนือจาก C++ มาตรฐาน ที่ต้องใช้ preprocessor ประมวลเพื่อสร้างคำสั่ง C++ ก่อนการคอมไพล์ มี binding สำหรับใช้ในภาษา เอดา, ซีชาร์ป, จาวา, ปาสกาล, เพิร์ล, พีเอชพี, รูบี้ และ ไพธอน ชัดความสามารถอื่นนอกเหนือจากส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ เช่นการติดต่อกับฐานข้อมูล SQL การอ่านข้อมูล XML การบริหาร thread ด้านเครือข่าย และการจัดการไฟล์ ปัจจุบัน Qt สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการ Maemo , Meego , Embleded Linux , Ubuntu และ Android

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 อุปกรณ์ที่ใช้ (Hardware)

2.9.1 Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 [28] เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328P ชนิดหนึ่ง มันรวมถึงสิ่งที่จำเป็นทั้งหมดเพื่อฮาร์ดแวร์ไมโครคอนโทรลเลอร์เพียงแค่ออกแบบพีซีด้วยความช่วยเหลือของสาย USB และจัดหาแหล่งจ่ายโดยใช้อะแดปเตอร์ AC-DC หรือแบตเตอรี่เพื่อเริ่มต้น คำว่า Uno หมายถึง 'หนึ่ง' ในภาษา 'อิตาลี' และได้รับเลือกให้ทำเครื่องหมายการเปิดตัวซอฟต์แวร์ IDE 1.0 ของ Arduino R3 Arduino Uno เป็นการปรับเปลี่ยน Arduino Uno ครั้งที่ 3 โดยบอร์ด Arduino Uno R3 แสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 บอร์ด Arduino Uno R3

2.9.2 Dragino LoRa Shield v 1.4

Dragino LoRa Shield [29] เป็นตัวรับส่งสัญญาณระยะไกลบนฟอร์ม factor ของ Arduino Shield และอิงจากไลบรารีโอเพ่นซอร์ส LoRa Shield ช่วยให้ผู้ใช้ส่งข้อมูลและเข้าถึงช่วงที่ยาวมากด้วยอัตราข้อมูลต่ำ โดยให้สเปกตรัมการแพร่กระจายระยะไกลพิเศษ การสื่อสารและภูมิคุ้มกันการรบกวนสูงในขณะที่ลดการใช้กระแสไฟ ใช้ได้บนแถบความถี่ 915 เมกะเฮิร์ตซ์ 868 เมกะเฮิร์ตซ์ และ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ โดย Dragino LoRa Shield v 1.4 แสดงดังรูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 Dragino LoRa Shield v 1.4

2.9.3 LoRa Antenna

สำหรับ Antenna ที่ใช้ใน Dragino LoRa Shield v 1.4 คือ LoRa Antenna 2db ซึ่งครอบคลุมช่วงความถี่ที่ใช้งานได้ในช่วง 923 - 925 เมกะเฮิรตซ์ [30] แสดงได้ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 Antenna gain 2db

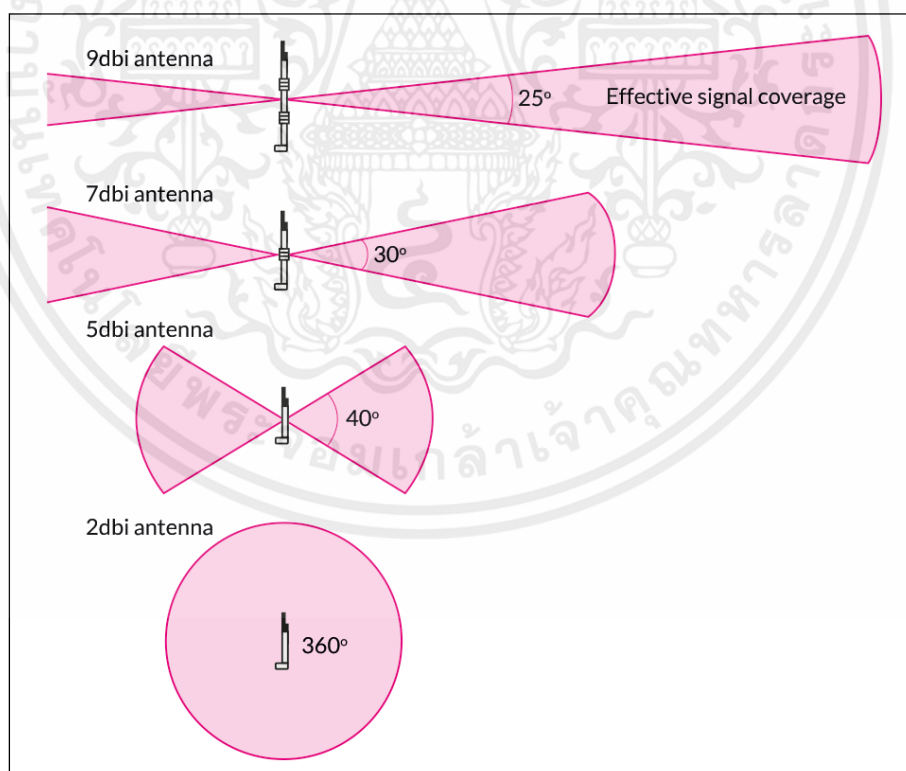
จากรูปที่ 2.9 แสดง LoRa Antenna โดย Gain จะมีค่าเท่ากับ 2 เดซิเบลไอโซทรอปิก และค่า VSWR มีค่าเป็น 1:1.5 ซึ่ง LoRa Antenna จะช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการรับ-ส่งข้อมูลให้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ LoRa Antenna ยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ ที่สำคัญ แสดงได้ดังตารางที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 คุณสมบัติของ LoRa Antenna

Items	Specifications
Voltage Standard Wave Radio (VSWR)	1:1.5
Gain	2.0 เดซิเบลไอโซทรอปิก
Working Temperature & Humidity	T: -35 ~ +80 องศาเซลเซียส H: 0 ~ 95 เปอร์เซ็นต์
Storage Temperature & Humidity	T: -40 ~ +85 องศาเซลเซียส H: 0 ~ 95 เปอร์เซ็นต์

การเข้าถึงสัญญาณไร้สายรอบทิศทาง ไม่ต้องการอัตราขยายมาก หากอัตราขยายมากจะส่งผลให้พลังงานที่แผ่ออกมาจากบางทิศทางเพื่อทำให้ผู้อื่นเข้มข้นขึ้น เมื่อค่า เดซิเบลไอโซทรอปิก ของเสาอากาศสูง ค่าเกนสูงขึ้นเช่นกัน แต่มีรูปแบบฟิลด์กว้างน้อยกว่า ซึ่งหมายความว่าความแรงของสัญญาณไปไกล แต่ทิศทางจะแคบ ดังแสดงในรูปที่ 2.10

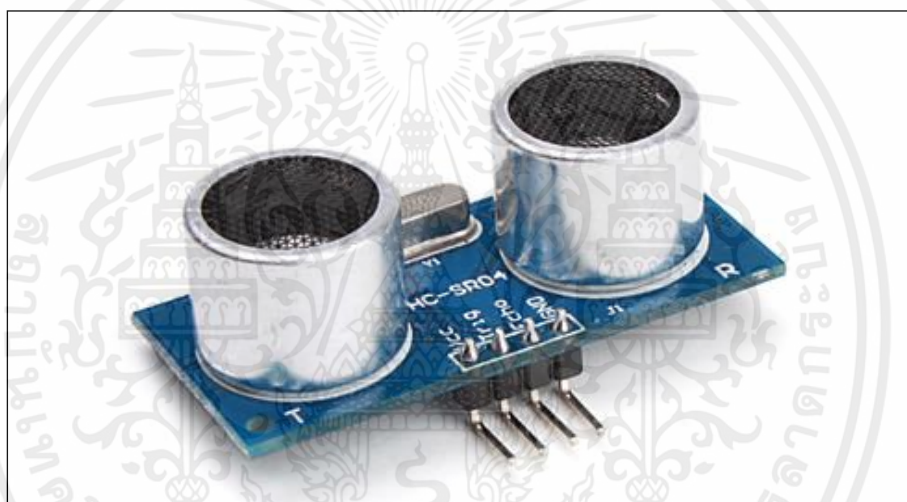


รูปที่ 2.10 ความแรงของสัญญาณของสายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.4 เซนเซอร์ Ultrasonic (HC-SR04)

Ultrasonic (HC-SR04) [31] อุปกรณ์สำหรับวัดระดับหรือระยะทางชนิดหนึ่งโดยใช้คลื่น Ultrasonic ซึ่งอาศัยหลักการสะท้อนของคลื่นความถี่สูง Ultrasonic โดยอุปกรณ์จะปล่อยคลื่น Ultrasonic ให้กระทบกับวัตถุ จากนั้นรอคลื่น Ultrasonic สะท้อนกลับมาที่เซ็นเซอร์เพื่อคำนวณหาระยะทางที่วัดได้ โดยสามารถวัดระยะได้ตั้งแต่ 2 เซนติเมตร ถึง 400 เซนติเมตร โดยส่งสัญญาณ Ultrasonic ความถี่ 40 กิโลเฮิรตซ์ ไปที่วัตถุที่ต้องการวัดและรับสัญญาณที่สะท้อนกลับมา พร้อมทั้งจับเวลาเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณระยะทาง โดยเซนเซอร์ Ultrasonic แสดงดังรูปที่ 2.11 และคุณสมบัติของเซนเซอร์ Ultrasonic แสดงดังตารางที่ 2.9



รูปที่ 2.11 เซนเซอร์ Ultrasonic

ตารางที่ 2.9 คุณสมบัติของเซนเซอร์ Ultrasonic

Items	Specifications
Working voltage	DC 5 โวลต์
Static current	3 มิลลิแอมป์
Working temperature	T: 0 ~ +70 องศาเซลเซียส
Output way	GPIO
Induction Angle	Less than 15
Detection range	2 - 4 เซนติเมตร
Detecting precision	0.3 เซนติเมตร + 1 เปอร์เซ็นต์
Sensor size: Approx	45 x 20 x 1.6 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.5 เซนเซอร์ DHT22

เซนเซอร์ DHT22 [32] โมดูลหรือเซ็นเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ ที่มีราคาถูก ใช้งานง่ายและสามารถใช้งานกับ Arduino Uno R3 ได้ ซึ่งจะมีอยู่สองแบบ คือแบบที่มาเป็นโมดูลกับแบบที่มีแต่เซ็นเซอร์มาให้อย่างเดียว โดยการรับส่งข้อมูลจาก DHT22 นั้นจะใช้สายสัญญาณเส้นเดียวกันและเป็นสัญญาณแบบดิจิตอล โดยเซนเซอร์ DHT22 แสดงดังรูปที่ 2.12 และคุณสมบัติของเซนเซอร์ DHT22 แสดงดังตารางที่ 2.10



รูปที่ 2.12 เซนเซอร์ DHT22

ตารางที่ 2.10 คุณสมบัติของเซนเซอร์ DHT22

Items	Specifications
Working voltage	3.3 - 6 โวลต์
Static current	1-1.5 มิลลิแอมป์
Working temperature	-40 ~ +80 องศาเซลเซียส
Working humidity	0 ~ 100 เปอร์เซ็นต์ RH
Sensor size	15.5 มิลลิเมตร x 12 มิลลิเมตร x 5.5 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.6 เซนเซอร์ตรวจวัดระดับความเข้มข้นของควัน MQ-2

Module sensor MQ-2 [50] เป็นเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับปริมาณแก๊สแอลพีจีและควันที่เกิดจากการเผาสิ่งต่างๆ เช่น เผาขยะ เผาเศษไม้ เป็นต้น โดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงความต้านทานเมื่อมีการดูดซับแก๊สแอลพีจีและควัน โดยเซนเซอร์ MQ-2 แสดงดังรูปที่ 2.13 และคุณสมบัติของเซนเซอร์ MQ-2 แสดงดังตารางที่ 2.11



รูปที่ 2.13 เซนเซอร์ MQ-2

ตารางที่ 2.11 คุณสมบัติของเซนเซอร์ MQ-2

Items	Specifications
Working voltage	0 - 5 โวลต์
Detecting Range	300 to 10000 ppm
Sensitivity	R ในอากาศ หรือ R ในก๊าซทั่วไปมากกว่าเท่ากับ 5
Working temperature	20 ± 2 องศาเซลเซียส
Working humidity	55% ± 5% RH
Heating Resistance	30 ± 3 โอห์ม
Measuring Voltage	น้อยกว่าเท่ากับ 24 โวลต์
Sensor size	32 มิลลิเมตร x 20 มิลลิเมตร x 22 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 แอปพลิเคชันไลน์

แอปพลิเคชันไลน์ [33] เป็นช่องทางสื่อสารสำหรับอุปกรณ์ทุกประเภท รวมถึงสมาร์ตโฟน พีซี และแท็บเล็ต คุณสามารถใช้แอปนี้เพื่อสื่อสารผ่านข้อความ รูปภาพ วิดีโอ เสียง และอื่น ๆ แอปพลิเคชันไลน์ยังรองรับการโทร VoIP และการประชุมทางเสียงและวิดีโอ แอปรองรับ Android, iOS, Windows และ Mac คุณลักษณะและเครื่องมือที่น่าสนใจจำนวนหนึ่งทำให้เป็นซอฟต์แวร์ที่ดีที่สุดสำหรับการสื่อสารในทันที แอปพลิเคชันไลน์รองรับคุณสมบัติมากมาย เช่นการส่งข้อความโต้ตอบแบบทันที การแชร์มัลติมีเดีย เป็นต้น แอปพลิเคชันไลน์มุ่งเน้นไปที่กลุ่มประชากรที่อายุน้อย และอินเทอร์เน็ตผู้ใช้นั้นสดใสและมีสีสันพร้อมซิงก์ที่มีจังหวะเร็ว หนึ่งในคุณสมบัติหลักคือ ร้านค้าสติ๊กเกอร์ ซึ่งสามารถเลือกสติ๊กเกอร์และอีโมติคอนได้หลากหลายขณะสนทนากับเพื่อนและครอบครัว แอปพลิเคชันไลน์ช่วยให้ โทนเสียงสดใสด้วยการนำเสนอ อีโมติคอนและสติ๊กเกอร์แอนิเมชัน ซึ่งผู้ใช้เป็นสื่อกลางในการสื่อสาร

2.10.1 Line notify

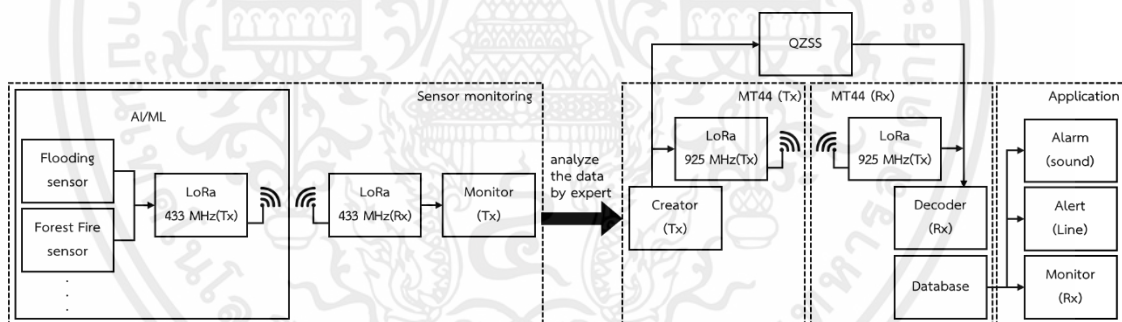
LINE Notify คือบริการที่สามารถได้รับข้อความแจ้งเตือนจากเว็บเซอร์วิสผ่านทาง LINE โดยหลังเสร็จสิ้นการเชื่อมต่อกับทางเว็บเซอร์วิส จะสามารถได้รับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการของ “LINE Notify” ซึ่งให้บริการโดย LINE โดยสามารถเชื่อมต่อกับบริการที่หลากหลาย และสามารถรับการแจ้งเตือนทางกลุ่มได้เช่นกัน ซึ่งบริการหลักที่สามารถเชื่อมต่อได้แก่ GitHub, IFTTT หรือ Mackerel เป็นต้น

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำโครงการ

3.1 การออกแบบภาพรวมโครงการ

ในโครงการนี้ได้ทำการออกแบบแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ ซึ่งประกอบด้วย เซนเซอร์ Ultrasonic สำหรับวัดระยะห่างของน้ำและเซนเซอร์ DHT22 สำหรับวัดอุณหภูมิ และความชื้น ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ และ Arduino UNO R3 พร้อมทั้งทำการออกแบบแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยเซนเซอร์ MQ-2 สำหรับตรวจวัดระดับความเข้มข้นของควัน และเซนเซอร์ DHT22 สำหรับวัดอุณหภูมิ และความชื้น ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ และ Arduino UNO R3 เพื่อสร้างระบบการแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้า อีกทั้งออกแบบและสร้างหน้าจอแสดงผลสำหรับแสดงค่าที่ได้จากเซนเซอร์ชุดข้อมูลจำลองในภาคส่ง และข้อมูลที่ใช้ในการแจ้งเตือนในภาครับ โดยบล็อกไดอะแกรมของการจำลองระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าโดย QZSS แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของการจำลองระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าโดย QZSS

จากรูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของการจำลองระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าโดย QZSS ซึ่งเป็นการแสดงถึงภาพรวมการทำงานของระบบ โดยปีการศึกษา 2/2564 จะทำการออกแบบและสร้างชุดอุปกรณ์จำลองการวัดระยะห่างของน้ำและแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า เพื่อนำมาทดสอบในระบบจำลองการแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้า โดยบล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบแจ้งเตือนภัยนี้ประกอบไป 4 ส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ส่วนของหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ ส่วนภาคแสดงผลในภาคส่งสำหรับผู้ควบคุมระบบ ส่วนของการถอดรหัสข้อมูล และส่วนของหน้าจอแสดงผลและการแจ้งเตือน โดยส่วนของหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ ทำการรับ-ส่งอินพุตจากเซนเซอร์สำหรับแจ้งเตือนภัยพิบัติ โดยใช้โมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ และนำข้อมูลจากเซนเซอร์ไปแสดงผลข้อมูลผ่านเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

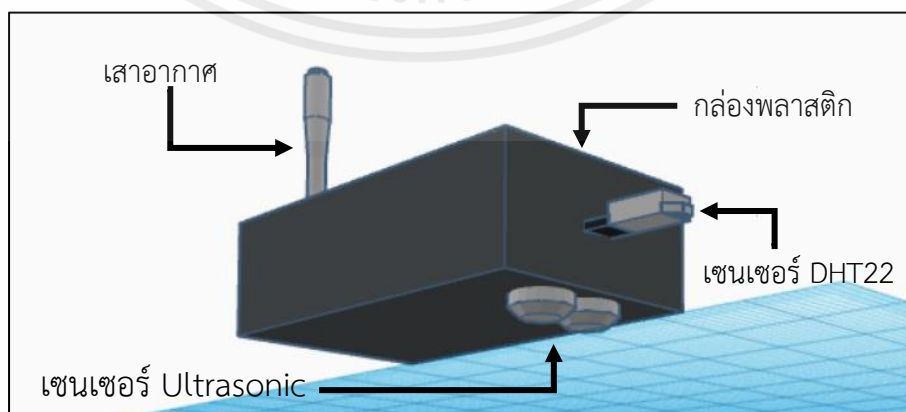
Node-Red ส่วนของการสร้างชุดข้อมูล EWS Messages สำหรับผู้ควบคุมเพื่อทำการสร้างชุดข้อมูล และส่งต่อชุดข้อมูลสำหรับแจ้งเตือนภัยพิบัติผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ ไปยังส่วนของการถอดรหัสข้อมูล ส่วนของการถอดรหัสข้อมูล ทำการรับข้อมูลจาก 2 ส่วนได้แก่ รับชุดข้อมูลจริงจาก QZSS และชุดข้อมูลจำลองที่ได้รับผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ โดยสอดคล้องกับชุดข้อมูลจริงที่ได้รับจาก QZSS จากนั้นทำการแปลงและคัดเลือกบิตข้อมูลสำหรับแจ้งเตือน ส่วนของหน้าจอแสดงผลและการแจ้งเตือน ทำการนำข้อมูลบนฐานข้อมูลที่ได้รับจากส่วนของการถอดรหัสนำมาแจ้งเตือนและแสดงผลผ่านหน้าจอควบคุมเพื่อแจ้งเตือนด้วย Google Data Studio ให้แก่ผู้ประสภภัย

3.2 การออกแบบแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ

ในส่วนนี้ทำการออกแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ ซึ่งประกอบด้วย การออกแบบ และสร้างแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ การออกแบบ และสร้างแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า การออกแบบโปรแกรมสำหรับรับและเก็บค่าจากเซนเซอร์ด้วยโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ และการออกแบบและสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS messages ซึ่งการออกแบบแต่ละส่วนสามารถอธิบายได้ดังนี้

3.2.1 การออกแบบ และสร้างแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ

ในส่วนนี้ทำการออกแบบ และสร้างแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ ซึ่งประกอบด้วย เซนเซอร์ Ultrasonic สำหรับวัดระยะห่างของน้ำและเซนเซอร์ DHT22 สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้น ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ และ Arduino UNO R3 จากนั้นศึกษาการทำงานของโปรแกรมสำหรับเก็บค่าเซนเซอร์ไว้ในฐานข้อมูล ซึ่งแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ อุณหภูมิ และความชื้น ในรูปแบบของภาพ 3 มิติ แสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำในรูปแบบของภาพ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2 เป็นการแสดงภาพ 3 มิติ จากการออกแบบแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ ซึ่งวัสดุที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง มีพลาสติกเป็นส่วนประกอบหลัก ภายในกล่องพลาสติกเป็นเซนเซอร์ Ultrasonic สำหรับวัดระยะห่างของน้ำและเซนเซอร์ DHT22 สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้น โดยเซนเซอร์ทั้ง 2 ชนิดเชื่อมต่อเข้ากับโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ร่วมกับบอร์ด Arduino UNO R3 โดยส่วนประกอบของแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ แสดงดังรูปที่ 3.3



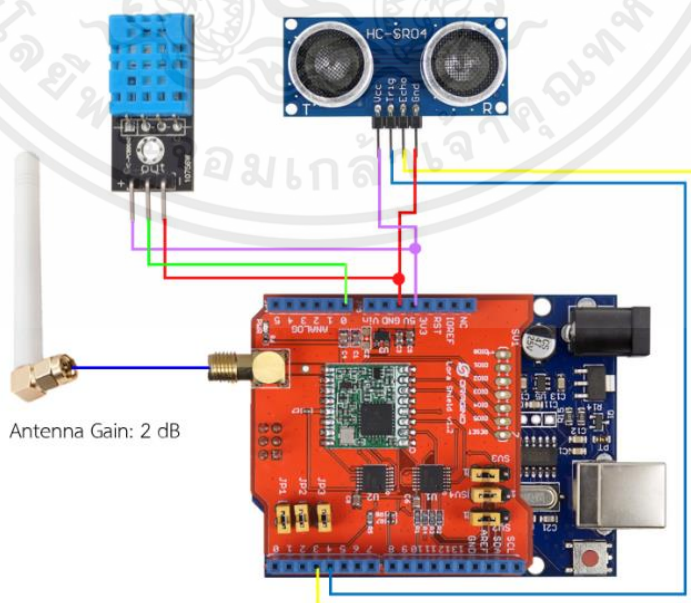
รูปที่ 3.3 กล่องพลาสติกอเนกประสงค์เพื่อวางตำแหน่งชุดอุปกรณ์

จากรูปที่ 3.3 เป็นส่วนของกล่องพลาสติกอเนกประสงค์ โดยนำกล่องพลาสติกไปทำการเจาะ เพื่อวางชุดอุปกรณ์ ทำการสร้างกล่องสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ในภาคส่ง โดยการนำเอา LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ เซนเซอร์ Ultrasonic เซนเซอร์ DHT22 และแบตเตอรี่มาไว้ภายในกล่องสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ในภาคส่ง โดยจะต้องเจาะช่องสำหรับให้เสาอากาศของ LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ และช่องสำหรับให้เซนเซอร์ทั้ง 2 แบบอยู่ภายนอกกล่อง เพื่อให้สามารถรับค่าได้อย่างถูกต้องแม่นยำและสามารถส่งค่าไปยังภาครับได้ จากนั้นทำการติดตั้งกล่องสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ในภาคส่งเข้ากับชุดจำลองการเกิดภัยพิบัติ เพื่อใช้ในการทดสอบระบบทั้งหมดและแก้ไขปัญหาได้ ชุดจำลองการเกิดภัยพิบัติติดตั้งร่วมกับกล่องสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ในภาคส่ง แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ชุดจำลองการเกิดภัยอุทกภัยติดตั้งร่วมกับกล่องสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ในภาคส่ง

จากรูปที่ 3.4 แสดงชุดจำลองการเกิดอุทกภัยติดตั้งร่วมกับกล่องสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ในภาคส่ง โดยการทำงานของแบบจำลองในการวัดระยะห่างของน้ำ ประกอบด้วยเซนเซอร์ Ultrasonic สำหรับวัดระยะห่างของน้ำและเซนเซอร์ DHT22 สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้น เซนเซอร์ทั้ง 2 ชนิดเชื่อมต่อเข้ากับโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ร่วมกับบอร์ด Arduino UNO R3 โดยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ส่วนรับค่าจากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ส่วนรับค่าจากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.5 แสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ส่วนรับค่าจากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ จะเห็นได้ว่าบอร์ด Arduino UNO R3 เชื่อมต่อกับ LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ จากนั้นนำเซนเซอร์ Ultrasonic และเซนเซอร์ DHT22 ต่อเข้ากับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ที่ถูกเชื่อมต่อกับ Arduino UNO R3 โดยการเชื่อมต่อขาของชุดอุปกรณ์ แสดงดังตารางที่ 3.1 และ 3.2

ตารางที่ 3.1 การเชื่อมต่อบอร์ด Arduino UNO R3 ร่วมกับ เซนเซอร์ Ultrasonic

Arduino UNO R3	เซนเซอร์ Ultrasonic
D3	Echo
D4	Trig
5V	VCC
GND	GND

จากตารางที่ 3.1 แสดงการเชื่อมต่อของโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ร่วมกับ Arduino UNO R3 และเซนเซอร์ Ultrasonic ซึ่งเซนเซอร์ Ultrasonic เป็นเซนเซอร์ที่มีคุณสมบัติในการวัดระยะทาง ซึ่งในการทดลองนี้จะเป็นการวัดระยะห่างของน้ำ

ตารางที่ 3.2 แสดงการเชื่อมต่อบอร์ด Arduino UNO R3 ร่วมกับ เซนเซอร์ DHT22

Arduino UNO R3	เซนเซอร์ DHT22
A0	DATA
5V	VCC
GND	GND

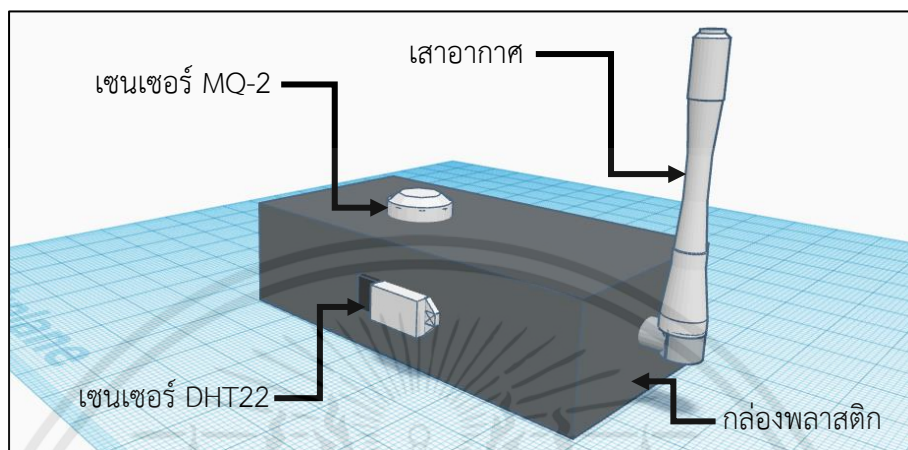
จากตารางที่ 3.2 แสดงการเชื่อมต่อของโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ร่วมกับ Arduino UNO R3 และเซนเซอร์ DHT22 ซึ่งเซนเซอร์ DHT22 เป็นเซนเซอร์ที่มีคุณสมบัติในการวัดความชื้นและอุณหภูมิ

3.2.2 การออกแบบ และสร้างแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟป่า

ในส่วนนี้ทำการออกแบบ และสร้างแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟป่าซึ่งประกอบด้วยเซนเซอร์ ซึ่งประกอบด้วยเซนเซอร์ MQ-2 สำหรับตรวจวัดระดับความเข้มข้นของควัน และเซนเซอร์ DHT22 สำหรับวัดอุณหภูมิ และความชื้น ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ และ Arduino UNO R3 จากนั้นศึกษาการทำงานของโปรแกรมสำหรับเก็บค่าเซนเซอร์ไว้ในฐานข้อมูล

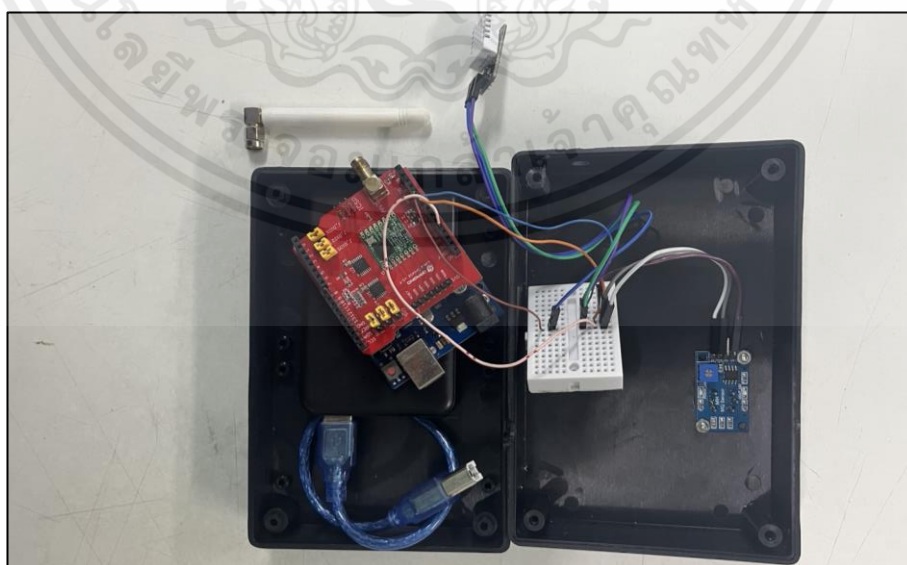
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า ประกอบด้วยการวัดระดับความเข้มข้นของควัน อุณหภูมิ และความชื้น ในรูปแบบของภาพ 3 มิติ แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 โมเดลอุปกรณ์ในการตรวจจับการเกิดไฟฟ้าในรูปแบบของภาพ 3 มิติ

จากรูปที่ 3.6 เป็นการแสดงภาพ 3 มิติ จากการออกแบบโมเดลอุปกรณ์ในการตรวจจับการเกิดไฟฟ้า ซึ่งวัสดุที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง มีพลาสติกเป็นส่วนประกอบหลัก ด้านบนจะเป็นเซ็นเซอร์ MQ-2 สำหรับตรวจวัดระดับความเข้มข้นของควันและเซ็นเซอร์ DHT22 สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้น โดยเซ็นเซอร์ทั้ง 2 ชนิดเชื่อมต่อเข้ากับโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ร่วมกับบอร์ด Arduino UNO R3 โดยส่วนประกอบของแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 กล่องพลาสติกกอนเนกประสงค์เพื่อวางตำแหน่งชุดอุปกรณ์

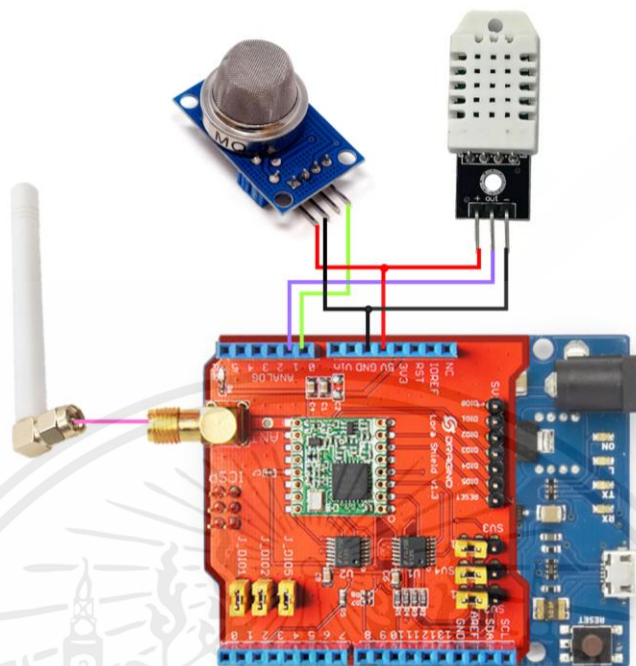
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.7 เป็นส่วนของกล่องพลาสติกอเนกประสงค์ โดยนำฝากล่องพลาสติกไปทำการเจาะ เพื่อวางชุดอุปกรณ์ ซึ่งประกอบด้วย เซนเซอร์ MQ-2 สำหรับตรวจวัดระดับความเข้มข้นของควันและเซนเซอร์ DHT22 สำหรับวัดอุณหภูมิ และความชื้น และโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ร่วมกับบอร์ด Arduino UNO R3 โดยแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟป่าจำลองสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกับพื้นที่เสี่ยงภัยที่ต้องการตรวจจับการเกิดไฟป่า จากนั้นทำการสร้างกล่องสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ในภาคส่ง โดยการนำเอา LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ เซนเซอร์ MQ-2 เซนเซอร์ DHT22 และแบตเตอรี่มาไว้ภายในกล่องสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ในภาคส่ง โดยอุปกรณ์ในการตรวจจับการเกิดไฟป่า แสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ชุดจำลองในตรวจจับการเกิดไฟป่าติดตั้งร่วมกับกล่องสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ในภาคส่ง

จากรูปที่ 3.8 เป็นการแสดงชุดจำลองในตรวจจับการเกิดไฟป่าติดตั้งร่วมกับกล่องสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ในภาคส่ง โดยใช้กล่องพลาสติกอเนกประสงค์เป็นวัสดุหลัก และจำลองสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกับพื้นที่เสี่ยงภัยที่ต้องการตรวจจับการเกิดไฟป่า ซึ่งการทำงานของแบบจำลองในการตรวจจับการเกิดไฟป่า ประกอบด้วยเซนเซอร์ MQ-2 สำหรับวัดระดับความเข้มข้นของควัน และเซนเซอร์ DHT22 สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้น โดยการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ส่วนรับค่าจากแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟป่า แสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ส่วนรับค่าจากแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า

จากรูปที่ 3.9 แสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ส่วนรับค่าจากแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า จะเห็นได้ว่าบอร์ด Arduino UNO R3 เชื่อมต่อกับ LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ จากนั้นนำเซนเซอร์ MQ-2 และเซนเซอร์ DHT22 ต่อเข้ากับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ที่ถูกเชื่อมต่อกับ Arduino UNO R3 โดยการเชื่อมต่อขาของชุดอุปกรณ์ แสดงดังตารางที่ 3.3 และ 3.4

ตารางที่ 3.3 การเชื่อมต่อบอร์ด Arduino UNO R3 ร่วมกับ เซนเซอร์ MQ-2

Arduino UNO R3	เซนเซอร์ MQ-2
-	Digital Output
A0	Analog Output
5V	VCC
GND	GND

จากตารางที่ 3.3 แสดงการเชื่อมต่อของโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ร่วมกับ Arduino UNO R3 และเซนเซอร์ MQ-2 ซึ่งเซนเซอร์ MQ-2 เป็นเซนเซอร์ที่มีคุณสมบัติในการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของควัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

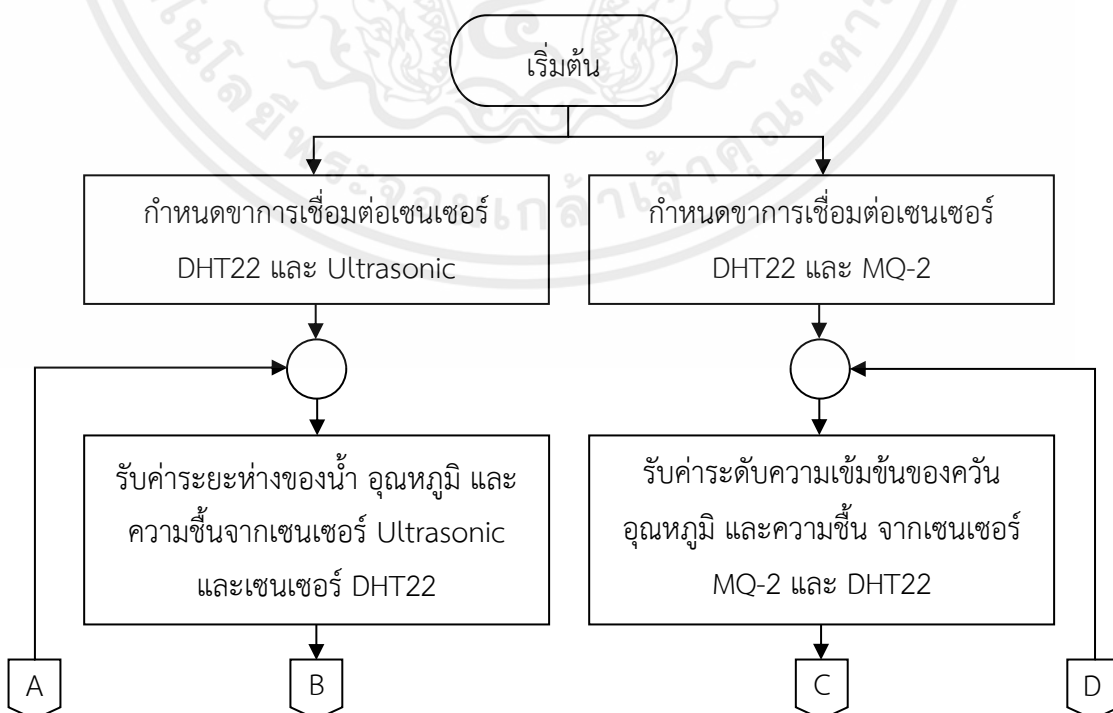
ตารางที่ 3.4 แสดงการเชื่อมต่อบอร์ด Arduino UNO R3 ร่วมกับ เซนเซอร์ DHT22

Arduino UNO R3	เซนเซอร์ DHT22
A2	DATA
5V	VCC
GND	GND

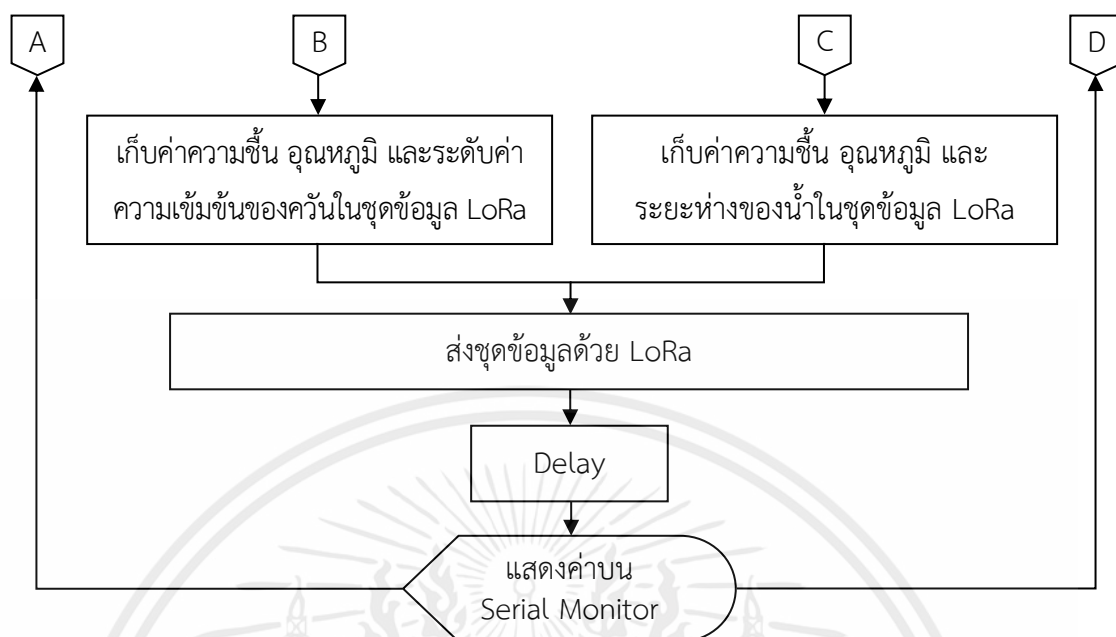
จากตารางที่ 3.4 แสดงการเชื่อมต่อของโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ร่วมกับ Arduino UNO R3 และเซนเซอร์ DHT22 ซึ่งเซนเซอร์ DHT22 เป็นเซนเซอร์ที่มีคุณสมบัติในการวัดความชื้นและอุณหภูมิ

3.2.3 การออกแบบโปรแกรมสำหรับรับ และเก็บค่าจากเซนเซอร์ด้วยโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์

ในส่วนนี้ทำการเก็บค่าจากเซนเซอร์และส่งไปยังโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ โดยการทำงานของโมดูล LoRa สามารถส่งข้อมูลจากเซนเซอร์ในระยะทางไกลแบบไร้สาย ซึ่งโมดูล LoRa มีความสามารถเป็นได้ทั้งตัวรับและตัวส่งที่ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นความถี่ที่ได้รับการยกเว้นให้สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องขออนุญาต โดยโปรแกรมสำหรับเก็บค่าข้อมูลจากเซนเซอร์ Ultrasonic สำหรับวัดระยะห่างของน้ำ เซนเซอร์ MQ-2 สำหรับตรวจวัดระดับความเข้มข้นของควัน และเซนเซอร์ DHT22 สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้น แสดงดังรูปที่ 3.10



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

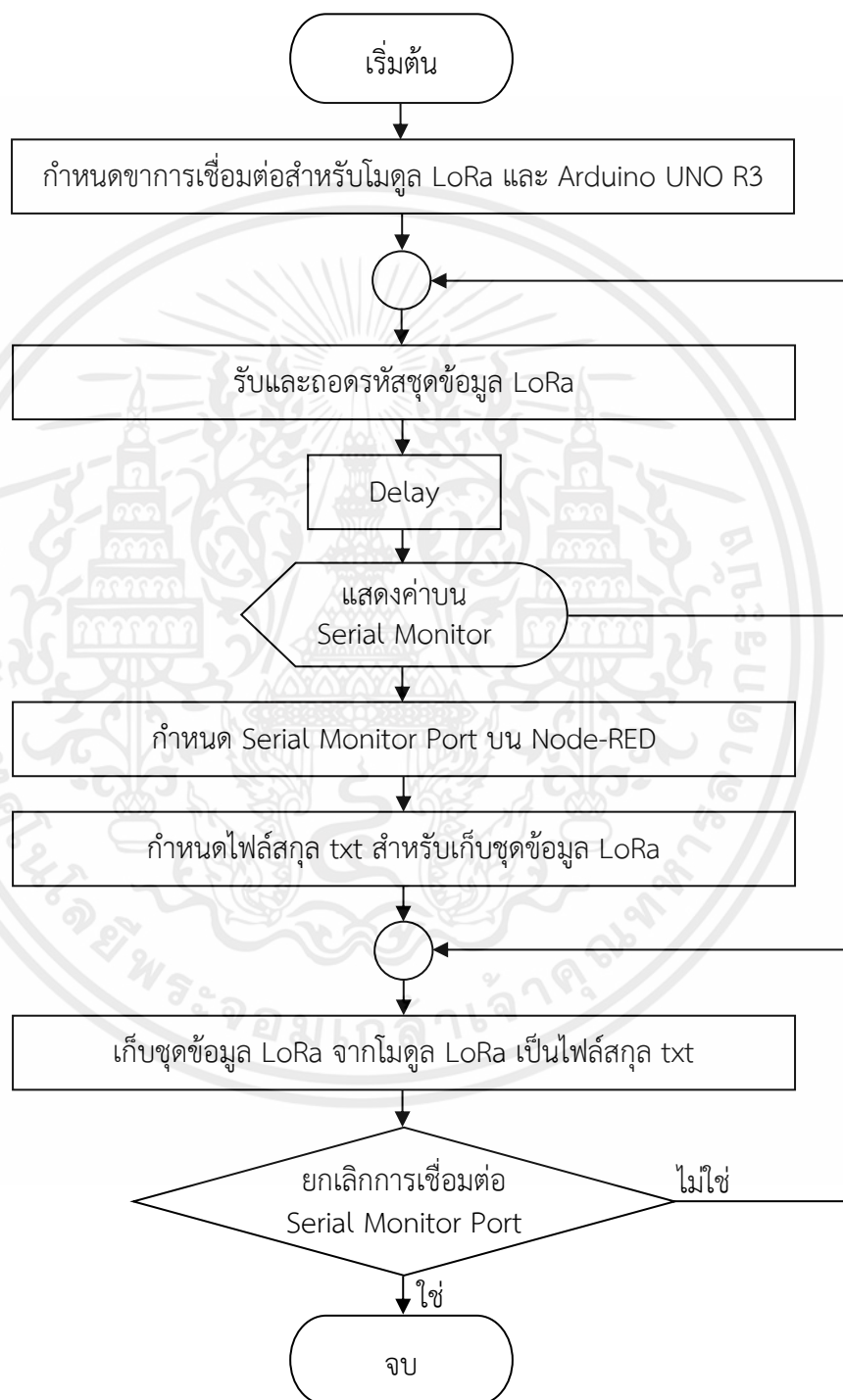


รูปที่ 3.10 แผนผังการทำงานของโปรแกรมสำหรับรับ และเก็บค่าจากเซนเซอร์ด้วยโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์

จากรูปที่ 3.10 แผนผังการทำงานของโปรแกรมสำหรับรับ และเก็บค่าจากเซนเซอร์ด้วยโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ซึ่งประกอบด้วยแบบจำลอง 2 รูปแบบ ซึ่งแบบจำลองที่ 1 คือ แบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ โดยกำหนดขบวนการเชื่อมต่อเซนเซอร์ Ultrasonic กับเซนเซอร์ DHT22 และขบวนการเชื่อมต่อโมดูล LoRa กับ Arduino UNO R3 จากนั้นรับค่าอินพุตจากเซนเซอร์ ซึ่งประกอบด้วย ความชื้น อุณหภูมิ และระยะห่างของน้ำ และในแบบจำลองที่ 2 คือแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า โดยกำหนดขบวนการเชื่อมต่อเซนเซอร์ MQ-2 กับเซนเซอร์ DHT22 และขบวนการเชื่อมต่อโมดูล LoRa กับ Arduino UNO R3 จากนั้นรับค่าอินพุตจากเซนเซอร์ ซึ่งประกอบด้วย ความชื้น อุณหภูมิ และระดับความเข้มข้นของควัน แบบจำลองทั้ง 2 รูปแบบจะทำการส่งชุดข้อมูล LoRa ที่ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ในส่วนของตัวส่ง ไปยัง LoRa ที่ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ที่เชื่อมต่อกับคอนโทรลเลอร์ และแสดงผลบน Serial Monitor จากนั้นทำการออกแบบและสร้างหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ โดยใช้ Node-RED ในการแสดงค่าจากเซนเซอร์ Ultrasonic สำหรับวัดระดับของน้ำและเซนเซอร์ DHT22 สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้น พร้อมทั้งเซนเซอร์ MQ-2 สำหรับวัดระดับความเข้มข้นของควัน ซึ่งเชื่อมต่อกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ร่วมกับ Arduino UNO R3 โดยหน้าจอแสดงผลแสดงค่าจากเซนเซอร์ในรูปแบบของเกจ ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้น โดยใช้ Command Prompt และเขียนคำสั่ง “node-red” เพื่อเริ่มใช้งานเว็บเซิร์ฟเวอร์ Node-RED โดยทำการเชื่อมต่อโมดูล LoRa ร่วมกับ Arduino UNO R3 เพื่อรับและถอดรหัสชุดข้อมูล LoRa โดยใช้ Node-RED สำหรับรับค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เก็บค่า และสร้างหน้าจอบันทึกผลจากค่าเซนเซอร์พร้อมทั้งบันทึกเป็นไฟล์สกุล txt โดยแผนผังการทำงานของ Node-RED สำหรับรับ และเก็บค่าจากเซนเซอร์ด้วยโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ พร้อมทั้งบันทึกเป็นไฟล์สกุล txt แสดงดังรูปที่ 3.11



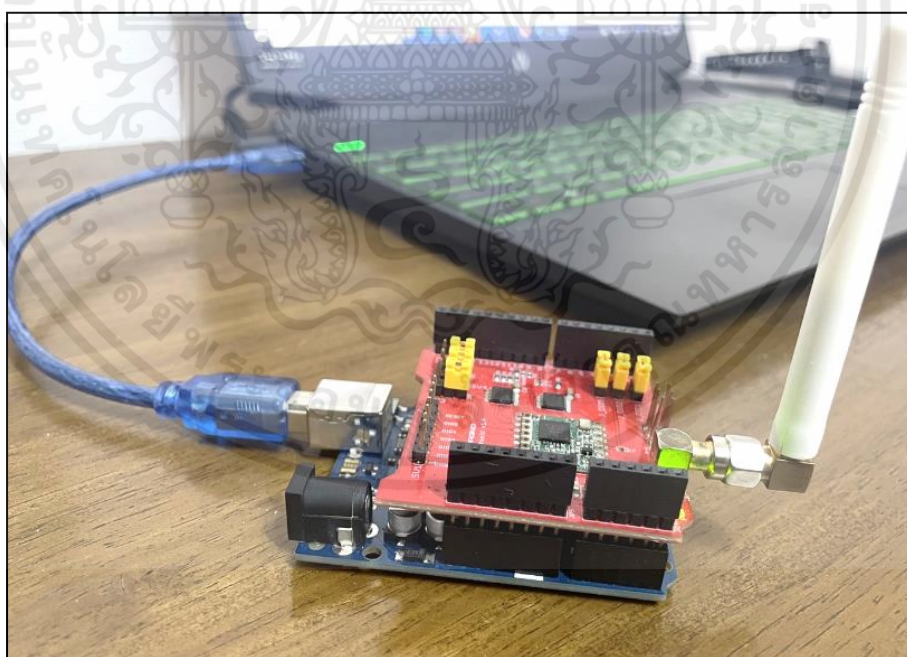
รูปที่ 3.11 แผนผังการทำงานของ Node-RED สำหรับรับ และเก็บค่าจากเซนเซอร์ด้วยโมดูล LoRa

ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ พร้อมทั้งบันทึกเป็นไฟล์สกุล txt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.11 เป็นการแสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรมสำหรับรับค่า และเก็บค่า จากเซนเซอร์วัดระดับน้ำ เซนเซอร์วัดระดับความเข้มข้นของควีน เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ และความชื้น ด้วยโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ พร้อมทั้งบันทึกเป็นไฟล์สกุล txt โดยทำการกำหนดขา การเชื่อมต่อสำหรับโมดูล LoRa กับ Arduino UNO R3 จากนั้นรับและถอดรหัสชุดข้อมูล LoRa พร้อมทั้งแสดงผลบน Serial Monitor จากนั้นทำการเก็บบันทึกค่าความชื้น อุณหภูมิ ระยะห่างของน้ำ และระดับความเข้มข้นของควีน จากชุดข้อมูล LoRa ของแบบจำลองทั้ง 2 รูปแบบ เป็นไฟล์สกุล txt โดยกำหนด Serial Port บน Node-RED รวมถึงกำหนดไฟล์สกุล txt สำหรับเก็บชุดข้อมูล LoRa และ แสดงผลของชุดข้อมูล LoRa บน Node-RED Dashboard เมื่อเชื่อมต่อ Serial Port โปรแกรมทำงาน โดยรับข้อมูลจาก Serial Monitor และบันทึกข้อมูลไปยังไฟล์สกุล txt ในรูปแบบ Realtime หากยกเลิกการเชื่อมต่อ Serial Port จะเป็นการสิ้นสุดกระบวนการทำงาน โดยการทำงานของ Node-RED สำหรับรับ และเก็บค่าจากเซนเซอร์ด้วยโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ พร้อมทั้งบันทึกเป็น ไฟล์สกุล txt มีดังนี้

1. เชื่อมต่อบอร์ด Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ แสดงดังรูปที่ 3.12 และ 3.13



รูปที่ 3.12 บอร์ด Arduino UNO R3 เชื่อมต่อกับโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์

จากรูปที่ 3.12 บอร์ด Arduino UNO R3 เชื่อมต่อกับโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ จากนั้นทำการสร้างกล่องสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ในภาครับ โดยใช้กล่องพลาสติกทึบแสงใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างและเจาะช่องสำหรับให้เสาอากาศของ LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ให้อยู่ภายนอกกล่องและภายในกล่องจะมี LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ที่ใช้สำหรับรับค่าเซนเซอร์ที่วัดได้จากชุดจำลองการเกิดภัยพิบัติ จากนั้นทำการเชื่อมต่อกล่องสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ในภาครับเข้ากับคอมพิวเตอร์ โดยกล่องสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ในภาครับเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ แสดงดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 กล่องสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ในภาครับเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

2. ติดตั้ง Node-RED และใช้ Command Prompt เขียนคำสั่ง “node-red” เพื่อเริ่มใช้งานเว็บเซิร์ฟเวอร์ แสดงการเข้าใช้งานเว็บเซิร์ฟเวอร์ Node-RED แสดงดังรูปที่ 3.14

```

node-red
Microsoft Windows [Version 10.0.19043.1586]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Fuckingbam2>node-red
3 Apr 00:23:37 - [info]
Welcome to Node-RED

3 Apr 00:23:37 - [info] Node-RED version: v2.2.2
3 Apr 00:23:37 - [info] Node.js version: v17.7.2
3 Apr 00:23:37 - [info] Windows NT 10.0.19043 x64 IE
3 Apr 00:23:38 - [info] Loading palette nodes
3 Apr 00:23:39 - [info] Dashboard version 3.1.6 started at /ui
3 Apr 00:23:39 - [info] Settings file : C:\Users\Fuckingbam2\.node-red\settings.js
3 Apr 00:23:39 - [info] Context store : default (module=memory)
3 Apr 00:23:39 - [info] User directory : \Users\Fuckingbam2\.node-red
3 Apr 00:23:39 - [warn] Projects disabled - editorTheme.projects.enabled=false
3 Apr 00:23:39 - [info] Flows file : \Users\Fuckingbam2\.node-red\flows.json
3 Apr 00:23:39 - [info] Server now running at http://127.0.0.1:1880/
3 Apr 00:23:39 - [warn]

Your flow credentials file is encrypted using a system-generated key.

If the system-generated key is lost for any reason, your credentials
file will not be recoverable, you will have to delete it and re-enter
your credentials.

You should set your own key using the 'credentialSecret' option in
your settings file. Node-RED will then re-encrypt your credentials
file using your chosen key the next time you deploy a change.

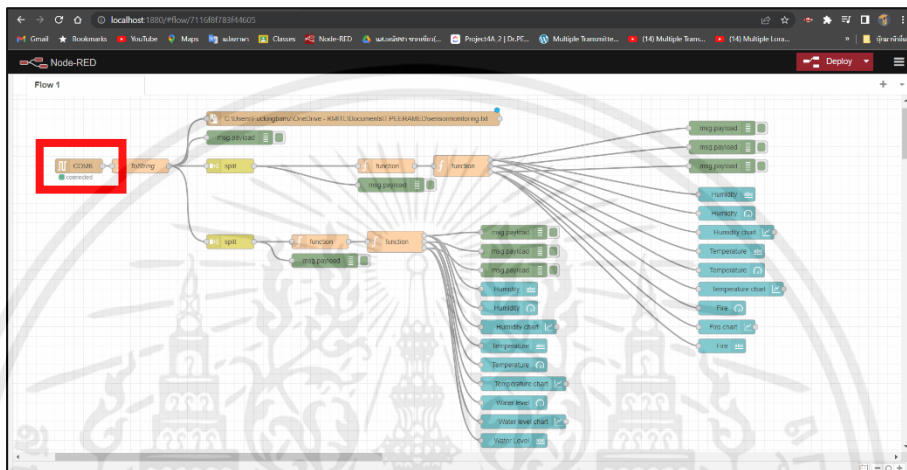
3 Apr 00:23:39 - [info] Starting flows
3 Apr 00:23:39 - [info] Started flows
3 Apr 00:23:39 - [error] [serialconfig:fla8f6163ecb565d] serial port COM3 error: Error: Opening COM3: File not found

```

รูปที่ 3.14 การเข้าใช้งานเว็บเซิร์ฟเวอร์ Node-RED

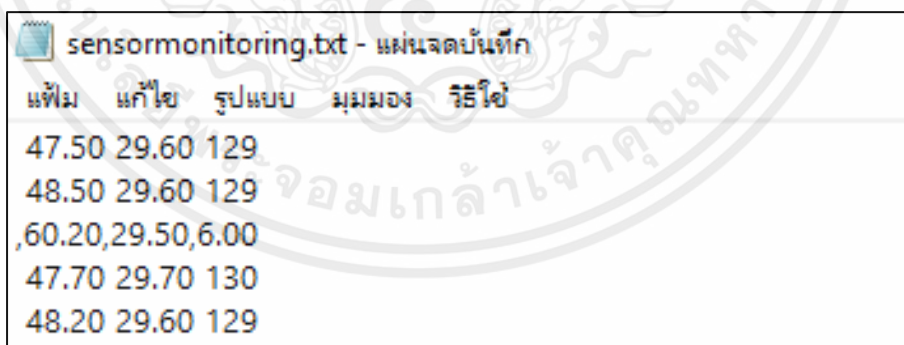
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการเลือกพอร์ตที่เชื่อมต่อกับเซนเซอร์และโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ร่วมกับ Arduino UNO R3 จากนั้นเชื่อมต่อกับโหนดสำหรับสร้างไฟล์สกุ่ล txt เพื่อบันทึกชุดข้อมูล LoRa ที่ได้จากโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ โปรแกรมจะทำการบันทึกค่าแบบ Realtime ในไฟล์สกุ่ล txt ที่ถูกสร้างขึ้น โดยวิธีการเลือกพอร์ตและเชื่อมต่อกับโหนดเพื่อสร้างไฟล์สกุ่ล txt แสดงดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 เลือกพอร์ตและเชื่อมต่อกับโหนดเพื่อสร้างไฟล์สกุ่ล txt

4. เก็บค่าชุดข้อมูล LoRa ในรูปแบบไฟล์สกุ่ล txt โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการบันทึกค่าชุดข้อมูล LoRa ในรูปแบบไฟล์สกุ่ล txt แสดงดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 ผลลัพธ์ที่ได้จากการบันทึกค่าชุดข้อมูล LoRa ในรูปแบบไฟล์สกุ่ล txt

3.2.4 การออกแบบการสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages

ในส่วนนี้เป็นการสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages เริ่มต้นจากการป้อนข้อมูลของการเกิดภัยพิบัติที่จะใช้ในการแจ้งเตือน โดยมีการแปลงและแทรกบิตข้อมูลเพื่อให้สอดคล้องกับ EWS Messages ได้รับจริงจาก QZSS โดยหลักการการสร้างชุดข้อมูลจำลอง คือ ผู้ควบคุมระบบทำการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ข้อมูลจากสถิติของค่าเซนเซอร์ที่ได้รับที่แสดงบนหน้าจอมอนิเตอร์ในภาคส่ง จากนั้นทำการป้อนข้อมูลที่ต้องการส่งต่อไปยังภาคส่งโดยข้อมูลที่ต้องป้อนประกอบด้วย Location, Event, Severity, Semi-major axis length, Semi-major axis length และ Azimuth angle เมื่อทำการกดปุ่มสำหรับส่งข้อมูลไปแจ้งเตือนต่อข้อมูลที่ป้อนจะถูกทำการแปลงและแทรกบิตข้อมูลเพื่อให้สอดคล้องกับ EWS message ที่ได้รับจริงจาก QZSS และส่งต่อไปยังภาครับเพื่อใช้ในการแจ้งเตือนภัยพิบัติต่อ จากนั้นภาครับจะนำชุดข้อมูลที่ได้ทำการแจ้งเตือนตามสถานะและระดับความรุนแรงของข้อมูล โดยสถานะและระดับความรุนแรงที่ใช้วิเคราะห์ถึงโอกาสในการเกิดภัยพิบัติร่วมกับชุดข้อมูลจำลองที่สอดคล้องกับชุดข้อมูลจริงที่ได้รับจาก QZSS มีทั้งหมด 4 ระดับ แสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 สถานะ และความรุนแรงในการเกิดภัยพิบัติ

สถานะ	ความรุนแรง	ระยะห่างของน้ำ (เซนติเมตร)	ระดับความเข้มข้น ของคลื่น
update/alert	Above Normal	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 9	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50
update/alert	Prepare for Disaster	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 8	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 100
alert	Critical Status	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 7	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 120
alert	Evacuate	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 150

จากตารางที่ 3.5 แสดงสถานะความรุนแรงในการเกิดภัยพิบัติ โดยความรุนแรงของภัยพิบัติแบ่งออกได้ 4 ระดับ โดยเรียงลำดับความรุนแรงจากความรุนแรงน้อยไปยังความรุนแรงมาก ดังตารางที่ 3.3 ได้แก่ ระดับที่ 1 เมื่อระยะห่างของน้ำน้อยกว่าหรือเท่ากับ 9 เซนติเมตร หรือเมื่อระดับความเข้มข้นของคลื่นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 แสดงสถานะ “update” หรือ “alert” ความรุนแรง “Above Normal” หรือปกติ ระดับที่ 2 เมื่อระยะห่างของน้ำน้อยกว่าหรือเท่ากับ 8 เซนติเมตร หรือเมื่อระดับความเข้มข้นของคลื่นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 100 แสดงสถานะ “update” หรือ “alert” ความรุนแรง “Prepare for Disaster” หรือเตรียมพร้อมรับมือภัยพิบัติ ระดับที่ 3 เมื่อระยะห่างของน้ำน้อยกว่าหรือเท่ากับ 7 เซนติเมตร หรือเมื่อระดับความเข้มข้นของคลื่นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 120 แสดงสถานะ “alert” ความรุนแรง “Critical Status” หรือสถานการณ์รุนแรง และระดับที่ 4 เมื่อระยะห่างของน้ำน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 เซนติเมตร หรือเมื่อระดับความเข้มข้นของคลื่นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 150 แสดงสถานะ “alert” ความรุนแรง “Evacuate” หรืออพยพ จากนั้นทำการป้อนข้อมูลสำหรับแจ้งเตือนภัยพิบัติผ่านหน้าจอสร้างชุดข้อมูล โดยชุดข้อมูลจำลองที่สร้างต้องผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลและคาดการณ์โอกาสในการเกิดภัยพิบัติ จากผู้ควบคุมระบบ ซึ่งประกอบด้วยระยะห่างของน้ำหรือระดับความเข้มข้นของคลื่นทั้งหมด 4 ระยะ จากนั้นจะทำการแปลงบิตข้อมูลเป็นเลขฐาน 2 แล้วเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการแปลงบิตข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบฐาน 16 สอดคล้องกับ EWS Messages ที่ได้รับจริงจาก QZSS โดยแสดงผลเป็นข้อมูลตามความรุนแรงของการเกิดภัยพิบัติเป็นข้อความ ซึ่งมีรูปแบบของข้อความ คือ “ชนิดของข้อมูล, ระดับความรุนแรงในการเกิดภัยพิบัติ, ชุดข้อมูลจำลองในรูปแบบเลขฐาน 16”

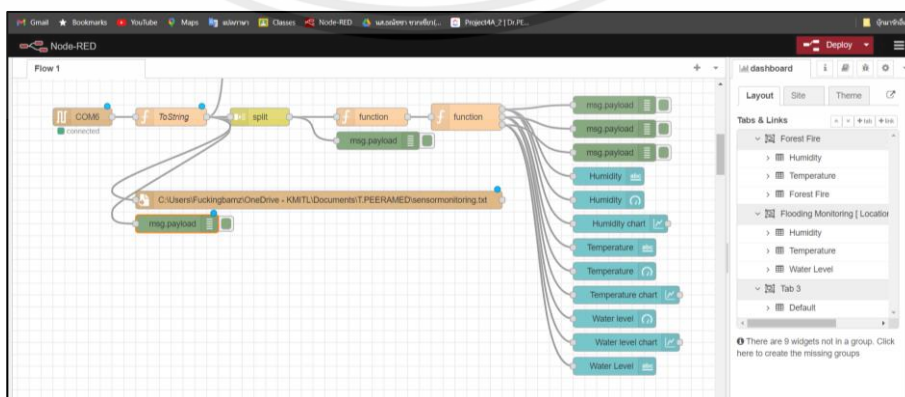
3.3 การออกแบบหน้าจอแสดงผลในภาคส่งและหน้าจอการสร้างชุดข้อมูล EWS messages

ในส่วนนี้ทำการออกแบบส่วนของหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ ซึ่งประกอบด้วยการออกแบบ และสร้างหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำและแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า การออกแบบ และสร้างหน้าจอการสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages ซึ่งการออกแบบแต่ละส่วนสามารถอธิบายได้ดังนี้

3.3.1 การออกแบบ และสร้างหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ

ในส่วนนี้เป็นการออกแบบ และสร้างหน้าจอแสดงผลโดยใช้ Node-RED ในการแสดงผลชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ ซึ่งหน้าจอแสดงผลแสดงค่าจากเซนเซอร์ 3 ชนิด ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และระยะห่างของน้ำ ในรูปแบบของเกจวัด ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้น โดยการสร้างหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ มีขั้นตอนดังนี้

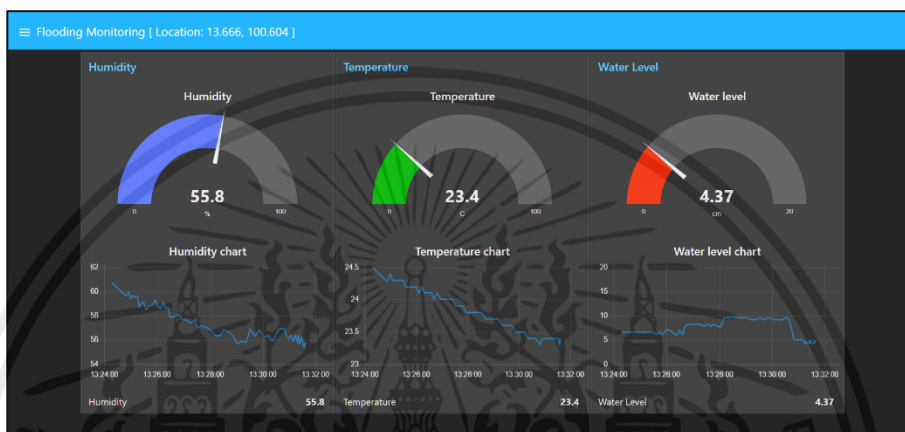
1. ทำการออกแบบของหน้าจอแสดงผลหน้าจอแสดงผลชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ ประกอบด้วยค่าจากเซนเซอร์ Ultrasonic และเซนเซอร์ DHT22 โดยรับและอ่านชุดข้อมูล LoRa จาก Serial Port ของโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ที่เชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3 ซึ่งใช้พอร์ต COM6 โดยทำการเชื่อมต่อกับโหนดต่าง ๆ ของ Node-RED เช่น ToString split function และ debug จากนั้นเขียนคำสั่งที่จะนำค่าชุดข้อมูลมาทำการสร้างหน้าจอแสดงผลในรูปแบบของเกจวัด ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้น แสดงดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 แสดงหน้าการออกแบบของหน้าจอแสดงผลแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หน้าจอแสดงผลหน้าจอลงข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ ในรูปแบบของเกจวัด ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้น ในส่วนของภาคส่ง โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 แสดงเกจ ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้นของความชื้น กลุ่มที่ 2 แสดงเกจ ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้นของอุณหภูมิ และกลุ่มที่ 3 แสดงเกจ ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้นของระยะห่างของน้ำ แสดงดังรูปที่ 3.18

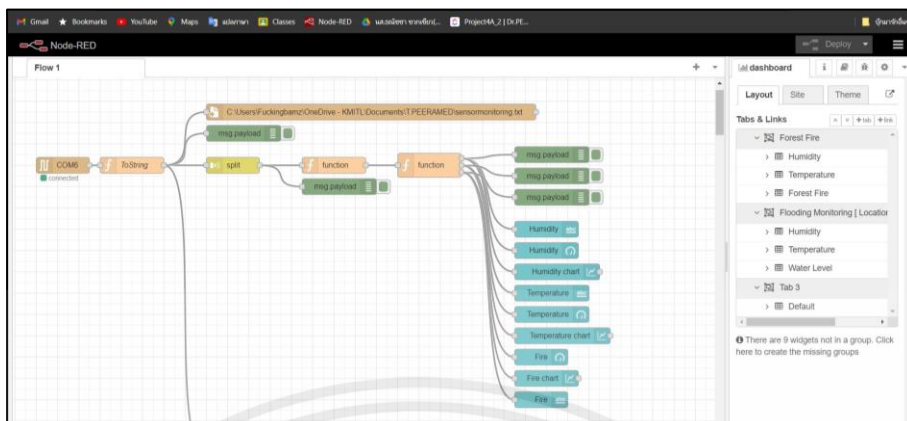


รูปที่ 3.18 หน้าจอแสดงผลชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ

3.3.2 การออกแบบ และสร้างหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองตรวจจัดการเกิดไฟฟ้า

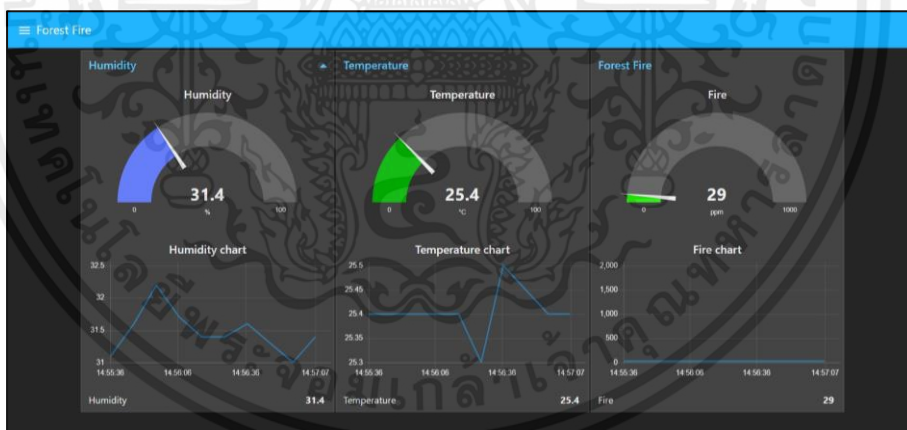
ในส่วนนี้เป็นการออกแบบ และสร้างหน้าจอแสดงผลโดยใช้ NODE-RED ในการแสดงผลชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ ซึ่งหน้าจอแสดงผลแสดงค่าจากเซนเซอร์ 3 ชนิด ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และระดับความเข้มข้นของควีน ในรูปแบบของเกจวัด ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้น โดยการสร้างหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองตรวจจัดการเกิดไฟฟ้า มีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการออกแบบของหน้าจอแสดงผลหน้าจอลงข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ ประกอบด้วยค่าจากเซนเซอร์ MQ-2 และเซนเซอร์ DHT22 โดยรับและอ่านชุดข้อมูล LoRa จาก Serial Port ของโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ที่เชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3 ซึ่งใช้พอร์ต COM6 โดยทำการเชื่อมต่อกับโหนดต่าง ๆ ของ NODE-RED เช่น ToString split function และ debug จากนั้นเขียนคำสั่งที่จะนำค่าชุดข้อมูลมาทำการสร้างหน้าจอแสดงผลในรูปแบบของเกจวัด ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้น แสดงดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 แสดงหน้าการออกแบบของหน้าจอแสดงผลแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า

2. หน้าจอแสดงผลหน้าจอชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า ในรูปแบบของเกจวัด ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้น ในส่วนของภาคส่ง โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 แสดงเกจ ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้นของความชื้น กลุ่มที่ 2 แสดงเกจ ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้นของอุณหภูมิ และกลุ่มที่ 3 แสดงเกจ ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้นของค่าระดับความเข้มข้นของควัน แสดงดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 หน้าจอแสดงผลชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า

3.3.3 การออกแบบ และสร้างหน้าจอการสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages

ในส่วนของการสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages ทำการศึกษาองค์ประกอบของชุดข้อมูลจริงที่รับจาก QZSS (DC Report) ซึ่งเป็นชุดข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบเลขฐาน 16 โดยเมื่อทำการแปลงบิตข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเลขฐาน 2 แล้วจะมีจำนวนบิตข้อมูลรวม 252 บิต โดยโครงสร้างข้อความของ DC Report ที่ได้รับจาก QZSS แสดงได้ดังรูปที่ 3.21

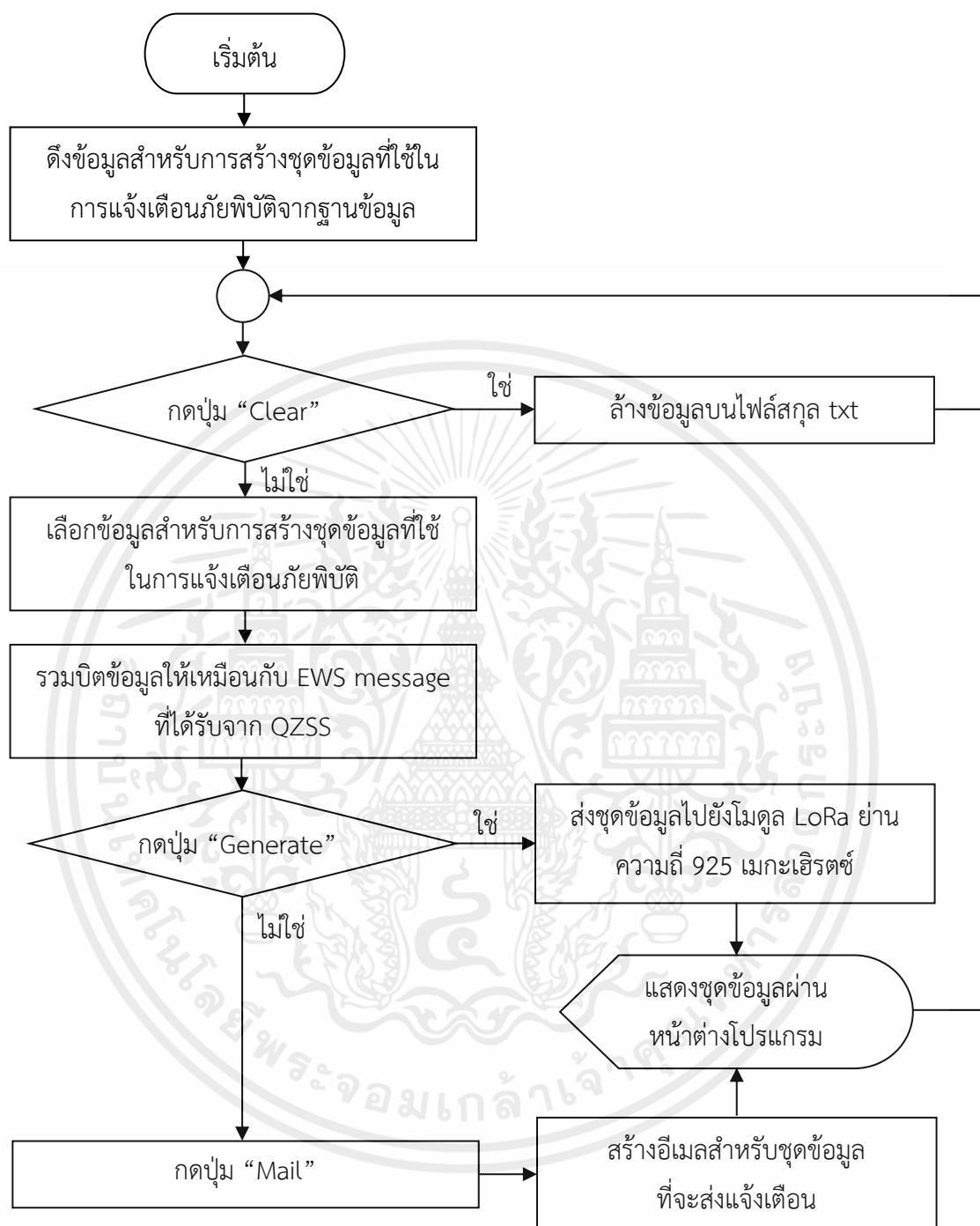
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 องค์ประกอบของ EWS message ที่ใช้ในการแจ้งเตือนภัยพิบัติ

ตำแหน่งของบิตข้อมูล	ประเภทของข้อมูล
0-1	Message type
2-11	Country ID
16-18	Event Category
19-22	Event Sub-Category
23-24	Severity
51-54	Instruction
55-70	Latitude
71-87	Longitude
88-91	Semi-major axis length
92-95	Semi-minor axis length
96-100	Azimuth angle

จากตารางที่ 3.7 แสดงตำแหน่งของบิตข้อมูลและประเภทของข้อมูลที่นำมาใช้ในการสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages โดยข้อมูลบิตที่ 0-1 แสดง Message type หรือ ชนิดของข้อมูล ข้อมูลบิตที่ 2-11แสดง Country ID หรือ ประเทศจุดเกิดภัยพิบัติ ข้อมูลบิตที่ 16-18 แสดง Event Category หรือ หมวดหมู่เหตุการณ์ภัยพิบัติ ข้อมูลบิตที่ 19-22 แสดง Event Sub-Category หรือ หมวดหมู่ย่อยเหตุการณ์ภัยพิบัติ ข้อมูลบิตที่ 23-24 แสดง Severity หรือ ระดับความรุนแรง ข้อมูลบิตที่ 51-54 แสดง Instruction หรือ คำแนะนำสำหรับการเอาตัวรอดจากภัยพิบัติ ข้อมูลบิตที่ 55-70 แสดง Latitude หรือ พิกัดทางตัวเลขระหว่างเส้นละติจูดและเส้นเมริเดียนสำคัญ เมื่อเส้นลองจิจูด เป็นเส้นสมมติที่วางตามแนวนอนของโลก ข้อมูลบิตที่ 71-87 แสดง Longitude หรือ พิกัดทางตัวเลขระหว่างเส้นลองจิจูดและเส้นเมริเดียนสำคัญ เมื่อเส้นลองจิจูด เป็นเส้นสมมติที่วางตามแนวตั้งของโลก ข้อมูลบิตที่ 88-91 แสดง Semi-major axis length หรือ ความยาวครึ่งหนึ่งของแกนเอก ข้อมูลบิตที่ 92-95 แสดง Semi-minor axis length หรือ ความยาวครึ่งหนึ่งของแกนรอง และ ข้อมูลบิตที่ 96-100 แสดง Azimuth angle หรือ มุมแอมพิทที่เป็นการระยะทางเชิงมุมที่วัดจากจุดทิศเหนือ ในทิศทางตามเข็มนาฬิกาไปยังทิศตะวันออก ซึ่งโปรแกรมสำหรับสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages สร้างโดยใช้ PyQt ซึ่งเป็นโมดูลสำหรับเขียนเฟรมเวิร์ก Qt ด้วยภาษาไพธอน โดยทำการออกแบบหน้าต่างโปรแกรมสำหรับการจำลอง EWS Messages ผ่านโปรแกรม Qt Designer โดยแผนผังการทำงานของโปรแกรมสำหรับสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages แสดงดังรูปที่ 3.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 การทำงานของโปรแกรมสำหรับสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages

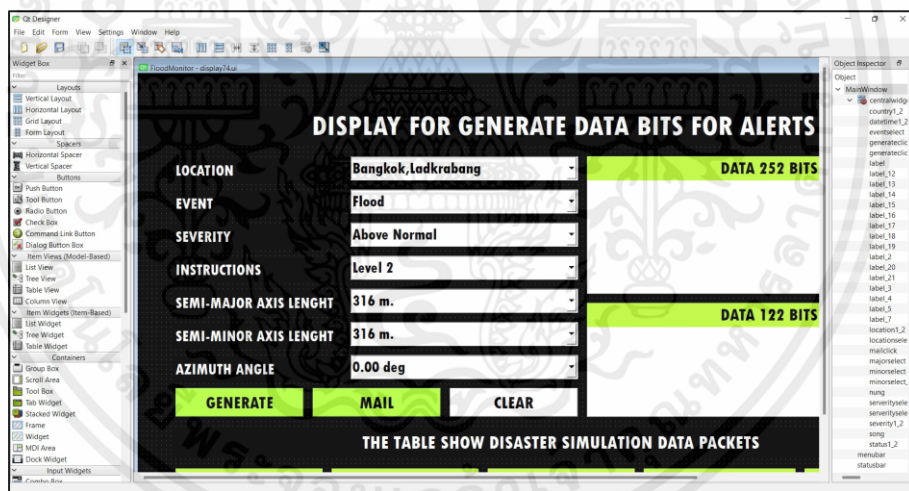
จากรูปที่ 3.22 แสดงการทำงานของโปรแกรมสำหรับสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages โดยเมื่อทำการสร้างโปรแกรมสำหรับสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages แล้ว เมื่อทำการเลือกข้อมูลสำหรับการสร้างชุดข้อมูลที่ใช้ในการแจ้งเตือนภัยพิบัติ ซึ่งประกอบไปด้วย Location, Event, Severity, Instruction, Semi-major axis length, Semi-major axis length และ Azimuth

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

angle แล้ว เมื่อทำการกดปุ่ม “Generate” ระบบจะทำการรวมบิตข้อมูลให้อยู่ในรูปเลขฐาน 2 จำนวน 252 บิต และทำการแปลงบิตข้อมูลให้อยู่ในรูปเลขฐาน 16 เพื่อให้สอดคล้องกับ EWS massage ที่ได้รับจริงจาก QZSS จากนั้นจะทำการส่งชุดข้อมูลไปยังโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิรตซ์ เมื่อทำการกดปุ่ม “Mail” ระบบจะทำการจำลองการส่งชุดข้อมูลไปยัง Command center ของ QZSS ซึ่งทำได้โดยการสร้างอีเมลสำหรับชุดข้อมูลที่จะส่งแจ้งเตือนขึ้นสู่ดาวเทียม เมื่อทำการกดปุ่ม “Clear” ระบบจะทำการล้างข้อมูลบนไฟล์สกุล txt

ในส่วนของการสร้างหน้าจอการสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages สร้างชุดข้อมูลผ่านโมดูล PyQt สำหรับเขียนเฟรมเวิร์ก Qt ด้วยภาษาไพธอน โดยทำการออกแบบหน้าต่างโปรแกรมสำหรับการจำลอง EWS Messages ผ่านโปรแกรม Qt Designer โดยการทำงานสำหรับการสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages มีขั้นตอนดังนี้

1. ออกแบบหน้าต่างโปรแกรมผ่านโปรแกรม Qt Designer โดยการออกแบบหน้าต่างโปรแกรมสำหรับหน้าจอสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages แสดงดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 การออกแบบหน้าต่างโปรแกรมสำหรับหน้าจอสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages

2. เมื่อทำการสร้างหน้าจอสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages เรียบร้อยแล้วทำการเขียนชุดคำสั่งสำหรับสร้างชุดข้อมูลผ่านโมดูล PyQt โดยหน้าจอโปรแกรมสร้างหน้าจอสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages แสดงดังรูปที่ 3.24

DISPLAY FOR GENERATE DATA BITS FOR ALERTS

LOCATION	Bangkok, Ladkrabang	DATA 252 BITS
EVENT	Flood	
SEVERITY	Above Normal	
INSTRUCTIONS	Level 2	
SEMI-MAJOR AXIS LENGTH	316 m.	DATA 122 BITS
SEMI-MINOR AXIS LENGTH	316 m.	
AZIMUTH ANGLE	0.00 deg	
<input type="button" value="GENERATE"/> <input type="button" value="MAIL"/> <input type="button" value="CLEAR"/>		

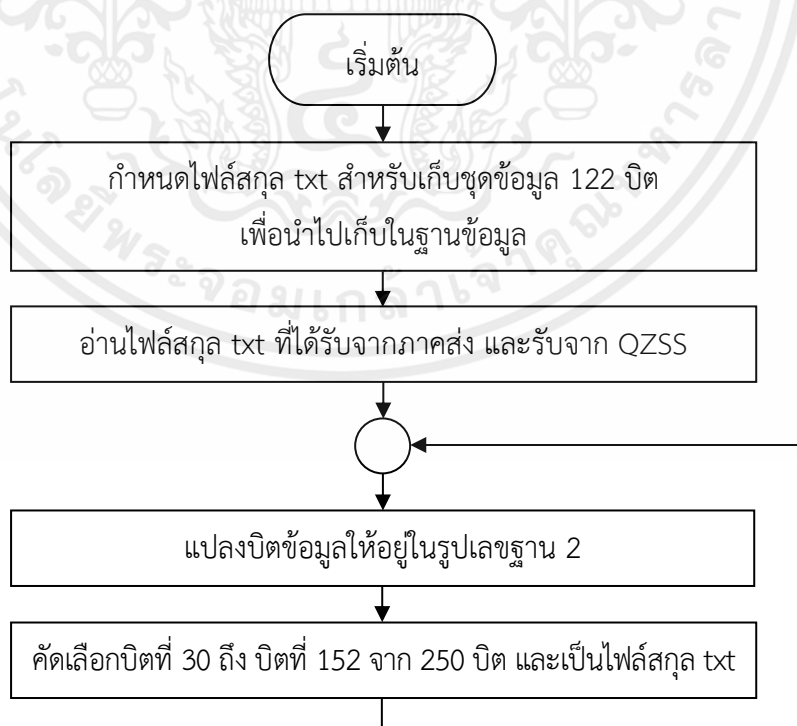
THE TABLE SHOW DISASTER SIMULATION DATA PACKETS

DATETIME	STATUS	SEVERITY	LOCATION	COUNTRY
----------	--------	----------	----------	---------

รูปที่ 3.24 หน้าจอโปรแกรมสร้างหน้าจอสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages

3.4 การการออกแบบโปรแกรมสำหรับการแปลงบิต และคัดเลือกบิต ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและคาดการณ์โอกาสในการเกิดภัยพิบัติ

ในส่วนนี้เป็นการออกแบบโปรแกรมสำหรับแปลงบิตข้อมูลให้อยู่ในรูปเลขฐาน 2 และคัดเลือกบิตให้เหลือบิตข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยโปรแกรมสำหรับแปลงบิต คัดเลือกบิต และบันทึกในไฟล์สกุล txt แสดงดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 แผนผังการทำงานของโปรแกรมสำหรับแปลงบิต คัดเลือกบิต และบันทึกในไฟล์สกุล txt เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

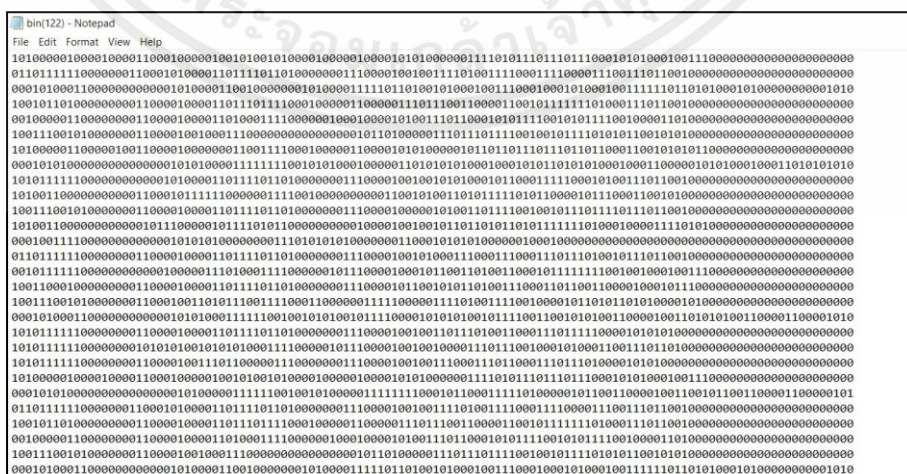
จากรูปที่ 3.25 เป็นการแสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรมสำหรับแปลงบิต และ คัดเลือกบิตที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและคาดการณ์โอกาสในการเกิดภัยพิบัติ โดยนำชุดข้อมูลที่ได้รับ จาก QZSS และชุดข้อมูลจำลองที่ได้รับจากฝั่งส่ง แปลงจากชุดข้อมูลที่อยู่ในรูปเลขฐาน 16 ให้อยู่ใน รูปเลขฐาน 2 แล้วทำการคัดเลือกบิตให้เหลือเพียงบิตที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและคาดการณ์โอกาส ในการเกิดภัยพิบัติ โดยขั้นตอนสำหรับแปลงบิต คัดเลือกบิต และบันทึกในไฟล์สกุล txt มีดังนี้

1. เมื่อได้รับข้อมูลจากข้อ 2 จากนั้นทำการเขียนโปรแกรมคำสั่งแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูป เลขฐาน 2 แสดงดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 ผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงข้อมูล ให้อยู่ในรูปเลขฐาน 2 จำนวน 250 บิต

2. ทำการเขียนโปรแกรมคำสั่งคัดเลือกบิต โดยที่จะเลือกบิตที่ 30 ถึง 152 จาก 250 บิต ได้จำนวนบิตเป็น 122 บิต ซึ่งเป็นบิตข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและคาดการณ์โอกาสในการเกิด ภัยพิบัติ แสดงดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 ผลลัพธ์ที่ได้จากการเลือกบิตข้อมูล 122 บิต ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อ

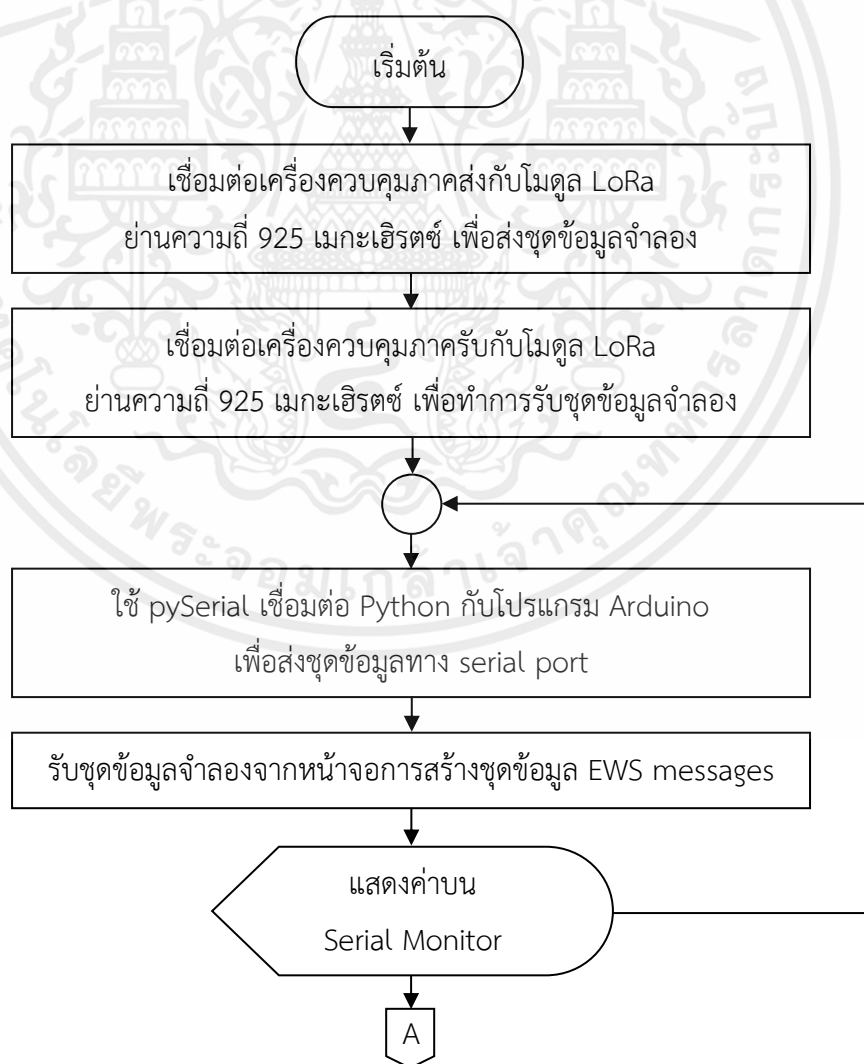
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ระบบรับ-ส่งชุดข้อมูลที่ใช้ในการแจ้งเตือน

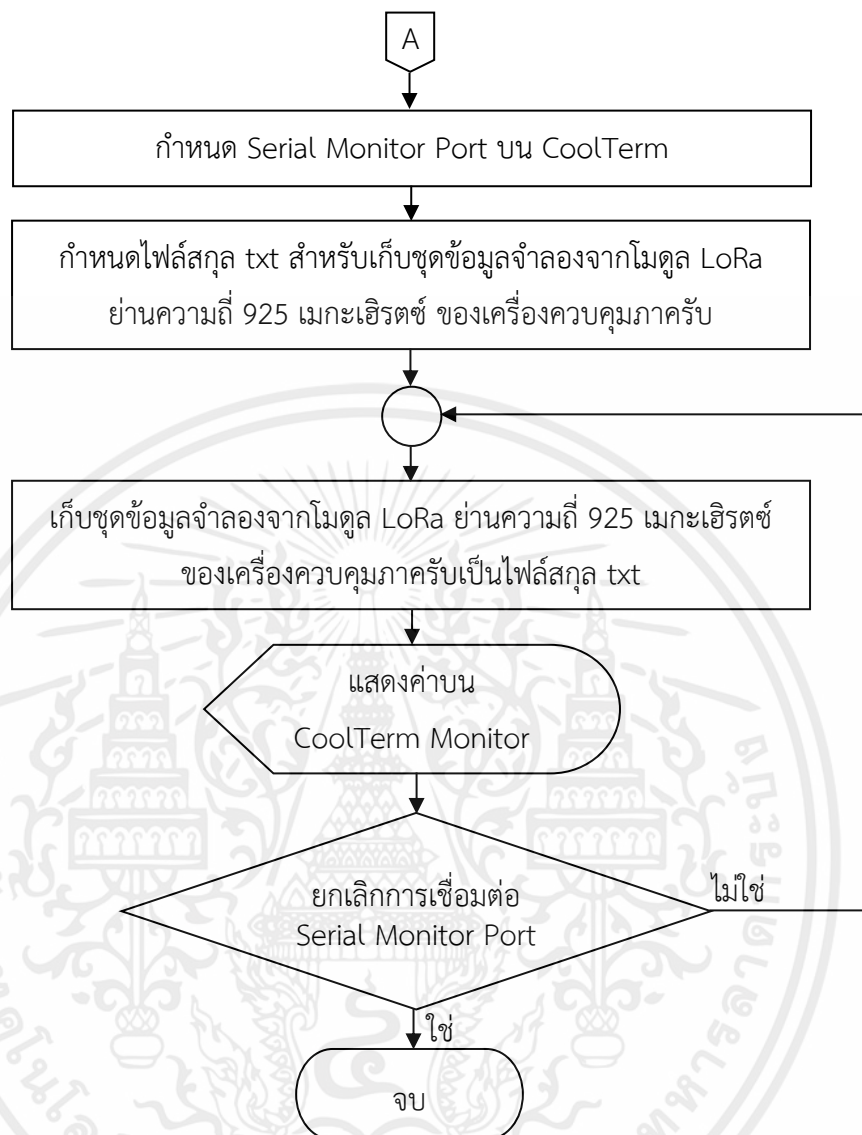
ในส่วนนี้ทำการออกแบบการรับ-ส่งชุดข้อมูลที่ใช้ในการแจ้งเตือนการเกิดภัยพิบัติล่วงหน้า ซึ่งประกอบด้วยส่วนการรับ-ส่งชุดข้อมูลจำลองผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ และส่วนการรับ EWS Messages จากดาวเทียม QZSS ซึ่งการออกแบบแต่ละส่วนสามารถอธิบายได้ดังนี้

3.5.1 ส่วนการรับ-ส่งชุดข้อมูลจำลองผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์

ในส่วนของโปรแกรมสำหรับการส่งชุดข้อมูลจำลองไปยังภาครับ โดยทำการส่งข้อมูลผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ เพื่อส่งชุดข้อมูลจำลองที่สร้างขึ้นให้กับเครื่องควบคุมภาครับ ซึ่งทำหน้าที่รับชุดข้อมูลจำลองมาทำการวิเคราะห์การเกิดภัยพิบัติ โดยแผนผังการทำงานของโปรแกรมการรับ-ส่งชุดข้อมูลจำลองผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ แสดงดังรูปที่ 3.28



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 แผนผังการทำงานของโปรแกรมการรับ-ส่งชุดข้อมูลจำลองผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์

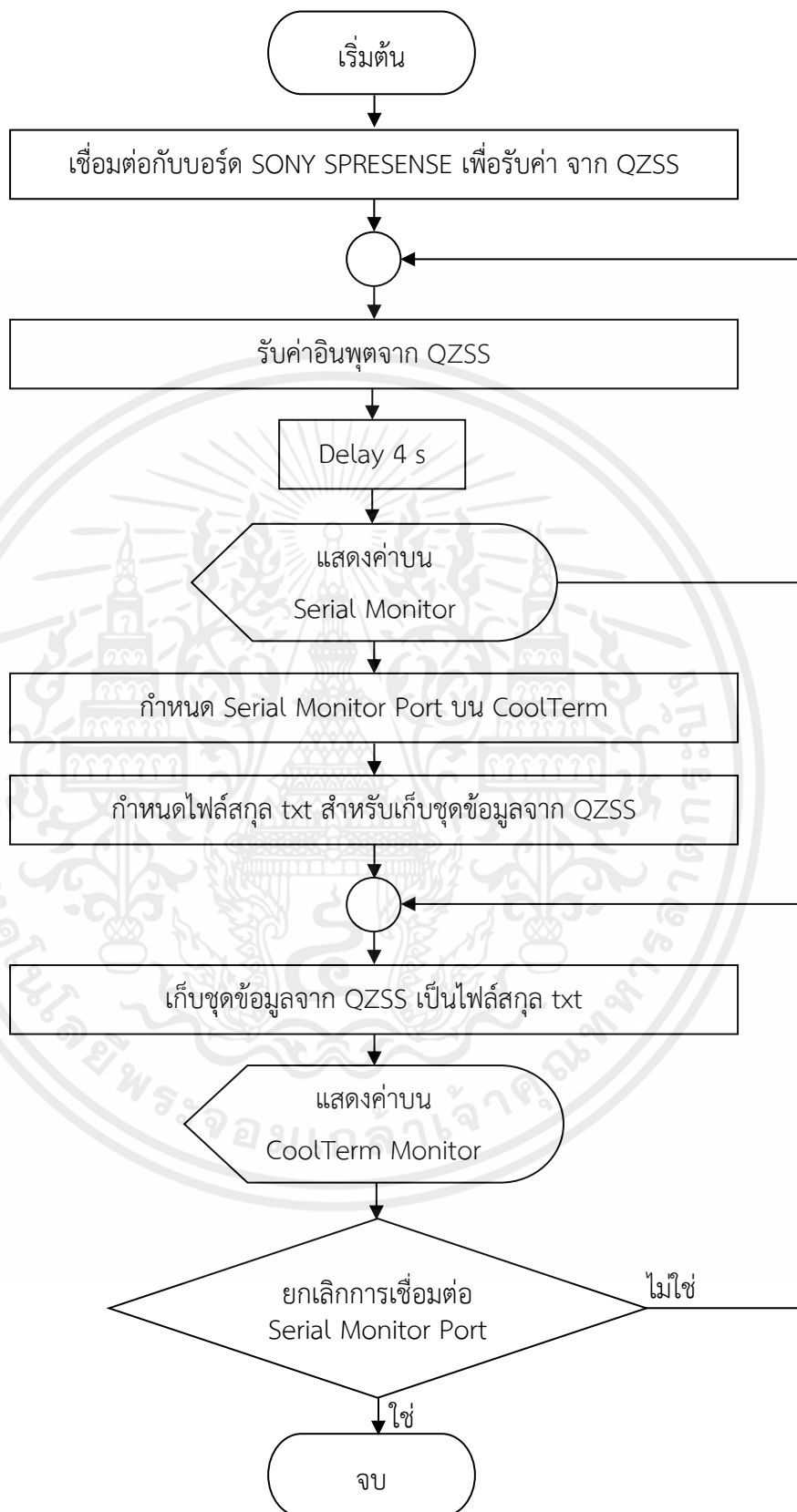
จากรูปที่ 3.28 เป็นการแสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรมการรับ-ส่งชุดข้อมูลจำลองผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ และบันทึกไฟล์สกุล txt โดยทำการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องควบคุมภาคส่งกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ เพื่อส่งชุดข้อมูลจำลอง จากนั้นทำการสร้างการเชื่อมต่อโปรแกรมสำหรับไพธอน และโปรแกรม Arduino ด้วย pySerial เพื่อทำการส่งข้อมูลผ่าน serial port ซึ่งชุดข้อมูลที่ทำการส่งไปยังเครื่องควบคุมภาครับ คือชุดข้อมูลจำลองที่ได้จากหน้าจอการสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS messages เมื่อส่งข้อมูลจากเครื่องควบคุมภาคส่งสำเร็จ จากนั้นเครื่องควบคุมภาครับทำการรับค่า เก็บค่าและบันทึกชุดข้อมูลที่รับจากโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ เป็นไฟล์สกุล txt โดยโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ ของเครื่องเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมในภาครับทำการรับชุดข้อมูลจากโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ ของเครื่องควบคุมภาคส่ง พร้อมทั้งแสดงผลใน Serial Monitor จากนั้นบันทึกชุดข้อมูลจำลองที่ได้รับเป็นไฟล์สกุล txt โดยกำหนด Serial Monitor Port ให้โปรแกรม CoolTerm รวมถึงไฟล์สกุล txt สำหรับเก็บชุดข้อมูลจำลอง และแสดงผลของชุดข้อมูลจำลองที่ได้รับบน CoolTerm Monitor เมื่อเชื่อมต่อ Serial Monitor Port โปรแกรมทำงานโดยรับข้อมูลจาก Serial Monitor และบันทึกข้อมูลไปยังไฟล์สกุล txt ในรูปแบบ Realtime หากยกเลิกการเชื่อมต่อ Serial Monitor Port จะเป็นการสิ้นสุดกระบวนการทำงาน โดยมีขั้นตอนการรับ-ส่งชุดข้อมูล แสดงเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้

1. เชื่อมต่อโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ ร่วมกับบอร์ด Arduino UNO R3
2. เขียนโปรแกรมสำหรับส่งชุดข้อมูลจำลองด้วยโปรแกรม Arduino ในเครื่องควบคุมภาคส่ง
3. เขียนโปรแกรมสำหรับรับชุดข้อมูลจำลองด้วยภาษาไพธอนในเครื่องควบคุมภาครับ
4. ทำการสร้างการเชื่อมต่อให้เครื่องควบคุมภาครับ และภาคส่งสามารถเชื่อมต่อกันได้ โดยเปิดใช้งานพอร์ต COM ของเครื่องควบคุมภาคส่งเชื่อมต่อโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ ร่วมกับบอร์ด Arduino UNO R3 และเครื่องควบคุมภาครับเชื่อมต่อโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ ร่วมกับบอร์ด Arduino UNO R3
5. กดปุ่ม “Generate” บนหน้าจอแสดงผลการสร้างชุดข้อมูล EWS messages ในเครื่องควบคุมภาคส่ง เพื่อส่งชุดข้อมูลที่ใช้ในการแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าต่อไปยังภาครับผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ ซึ่งข้อมูลที่ป้อนจะถูกแปลงและแทรกบิตข้อมูลเพื่อให้สอดคล้องกับ EWS message ที่ได้รับจริงจาก QZSS

3.5.2 ส่วนการรับ EWS Messages จากดาวเทียม QZSS

ในส่วนนี้จะเป็นส่วนการรับ EWS Messages จริงจาก QZSS โดยใช้โมดูล SONY SPRESENSE ในการรับ EWS Messages ซึ่งประกอบด้วยออกแบบโปรแกรมสำหรับรับ เก็บค่า และบันทึกชุดข้อมูลที่ได้รับจริงจาก QZSS เป็นไฟล์สกุล txt โดยโปรแกรมสำหรับรับค่า เก็บค่าและบันทึกชุดข้อมูลที่ได้รับจาก QZSS เป็นไฟล์สกุล txt แสดงดังรูปที่ 3.29



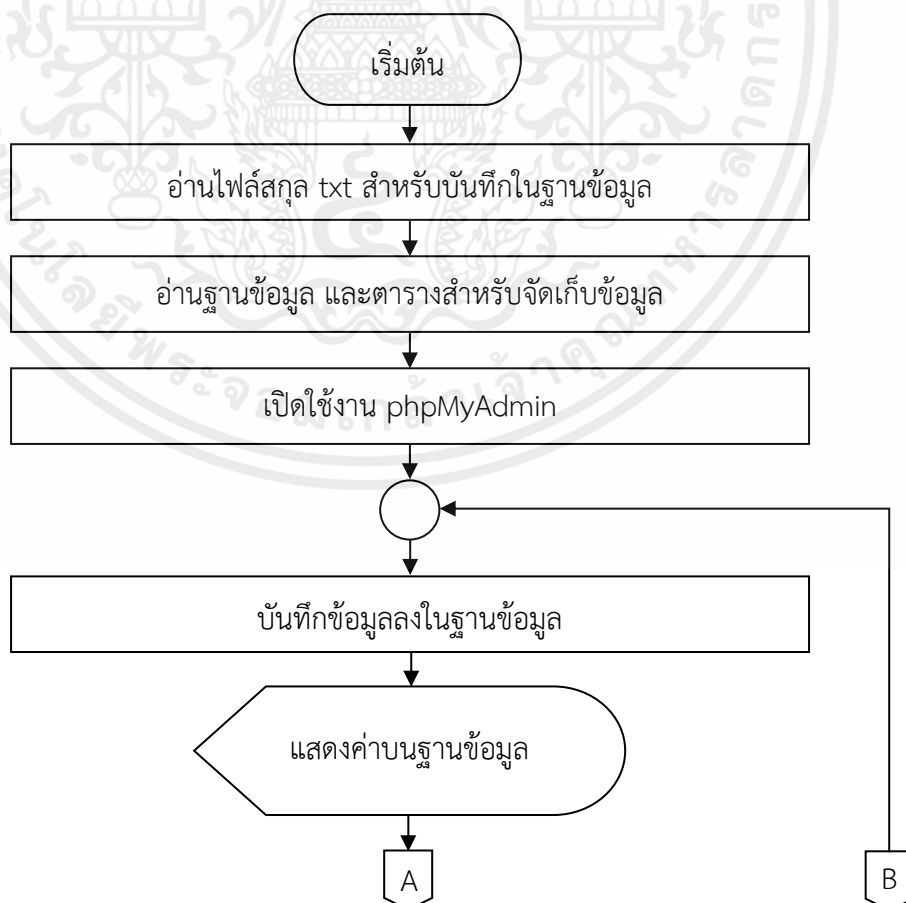
รูปที่ 3.29 แผนผังการทำงานของโปรแกรมสำหรับรับค่า เก็บค่าและบันทึกชุดข้อมูลที่ได้รับจาก QZSS เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ส่วนการแสดงผล และระบบการแจ้งเตือน

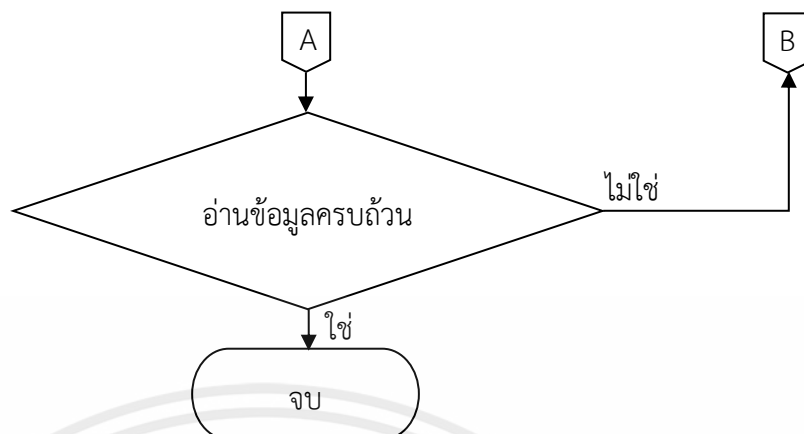
ส่วนนี้ จะมีการออกแบบให้สามารถรับ EWS Messages จากทั้ง 2 ส่วน คือ EWS Messages จากฝั่งส่งผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิรตซ์ และ EWS Messages จาก QZSS จากนั้นนำชุดบิตข้อมูลที่ได้รับมาแปลงให้อยู่ในรูปเลขฐาน 2 พร้อมคัดลอกบิตที่เหลือเพียงบิตข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล และคาดการณ์โอกาสในการเกิดภัยพิบัติ จากนั้นนำชุดข้อมูลที่ใช้ในการแจ้งเตือนภัย ไปแสดงผลบนจอมอนิเตอร์ และสำหรับชุดข้อมูลที่พบว่ามีความเสี่ยงในการเกิดภัยพิบัติ ระบบจะทำการแจ้งเตือนผ่าน 2 ช่องทาง ได้แก่ ระบบการแจ้งเตือนด้วยเสียง และ แอปพลิเคชันไลน์ ซึ่งประกอบด้วยการออกแบบโปรแกรม ดังนี้

3.6.1 การออกแบบโปรแกรมการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล และสร้างหน้าจอสแสดงผลการเกิดภัยพิบัติจากชุดข้อมูลจำลองบนเซิร์ฟเวอร์

ในส่วนนี้จะเป็นส่วนการนำข้อมูลการเกิดภัยพิบัติในรูปแบบไฟล์สกุล txt เก็บในฐานข้อมูล โดยโปรแกรมการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล และแสดงผลการเกิดภัยพิบัติจากชุดข้อมูลจำลองแสดงดังรูปที่ 3.32



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

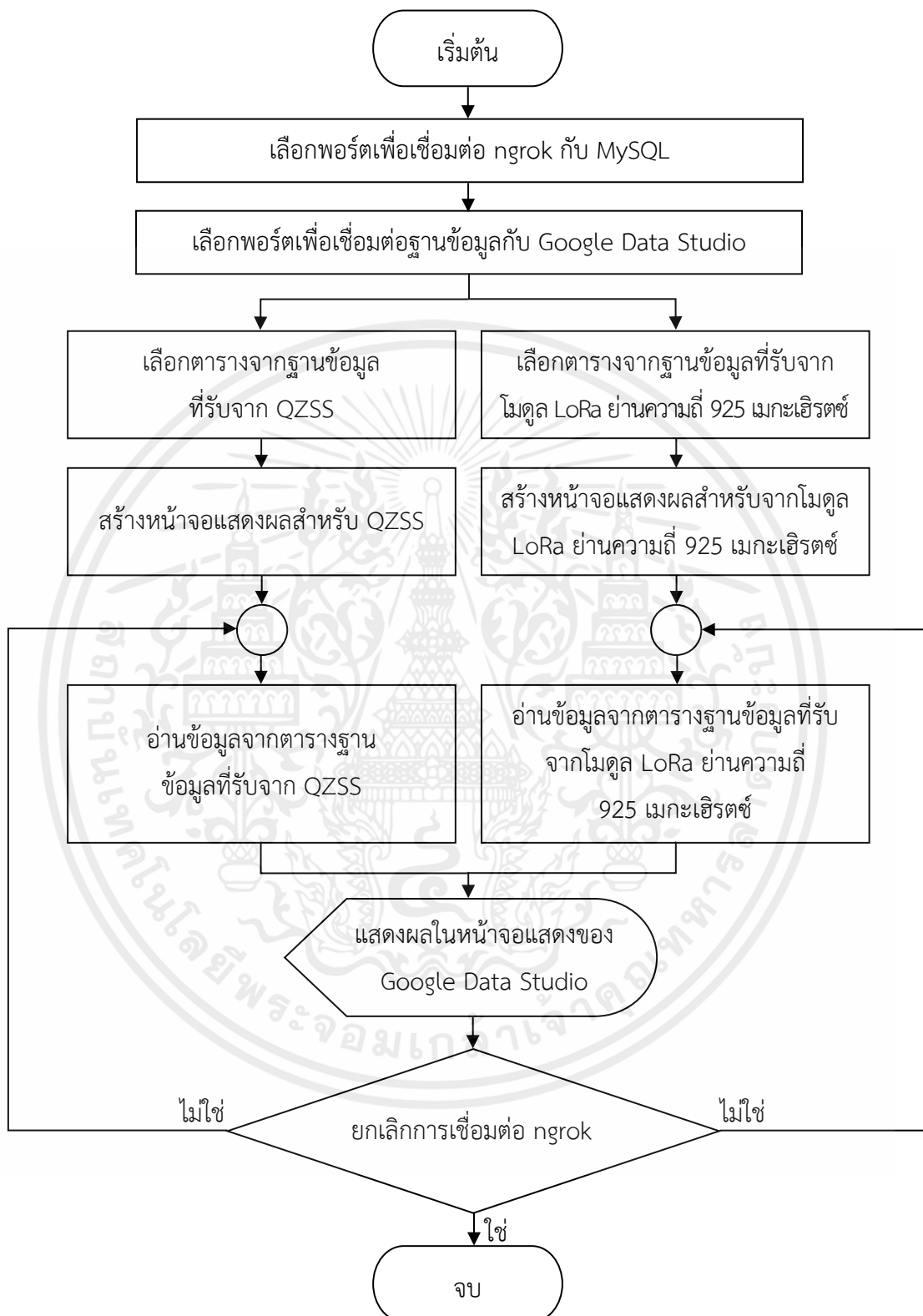


รูปที่ 3.32 แผนผังการทำงานของโปรแกรมการเก็บข้อมูลการเกิดภัยพิบัติในฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บไฟล์ข้อมูลสำหรับบันทึกในฐานข้อมูล และสร้างหน้าจอแสดงผลการเกิดภัยพิบัติส่วนของภาครับ

จากรูปที่ 3.32 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรมการเก็บข้อมูลการเกิดภัยพิบัติในฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บไฟล์ข้อมูลสำหรับบันทึกในฐานข้อมูล และสร้างหน้าจอแสดงผลการเกิดภัยพิบัติส่วนของภาครับ โดยการสร้างฐานข้อมูลจะทำการเปิดโปรแกรม XAMPP และเริ่มต้นใช้งาน Apache และ MySQL ต่อไปทำการเปิดใช้งาน phpMyAdmin เพื่อเป็นระบบบริหารฐานข้อมูล และสร้างฐานข้อมูล และตารางสำหรับจัดเก็บข้อมูล จากนั้นอ่านไฟล์สกุล txt สำหรับบันทึกในฐานข้อมูลและทำการเขียนโปรแกรมคำสั่งสำหรับบันทึกข้อมูลในฐานข้อมูลและออกแบบหน้าจอแสดงผลฐานข้อมูลเมื่อบันทึกข้อมูลเสร็จเรียบร้อยทำการปิดโปรแกรม XAMPP เพื่อปิดระบบบันทึกข้อมูลในฐานข้อมูล

3.6.2 การออกแบบโปรแกรมการสร้างหน้าจอแสดงผลผ่าน Google Data Studio

ในส่วนนี้เป็นการออกแบบโปรแกรมการสร้างหน้าจอแสดงผลผ่าน Google Data Studio โดยทำการบันทึกข้อมูลในฐานข้อมูลทั้งข้อมูลที่ได้รับจาก QZSS และข้อมูลที่ได้รับจากโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ จากนั้นทำการสร้างหน้าจอแสดงผล โดยดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลเพื่อแสดงผลผ่าน Google Data Studio และเพื่อเป็นหน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมระบบ แสดงดังรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.33 แผนผังการทำงานสำหรับการสร้างหน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.33 แผนผังการทำงานสำหรับการสร้างหน้าแสดงผลใน Google Data Studio สำหรับผู้ควบคุมระบบ เริ่มด้วยเปิดโปรแกรม ngrok เพื่อจะเชื่อมต่อกับ MySQL เลือกพอร์ตของ MySQL ตามโปรแกรม XAMPP จากนั้นทำการเชื่อมต่อฐานข้อมูลกับ Google Data Studio โดยการเลือกพอร์ตสำหรับเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลที่แสดงในโปรแกรม ngrok จากนั้นเลือกตารางจากฐานข้อมูลที่ได้รับจาก QZSS และโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ ใน Google Data Studio เพื่อนำมาเป็นข้อมูลสำหรับการสร้างหน้าแสดงผล จากนั้นทำการสร้างหน้าแสดงผลของทั้ง 2 ชุดข้อมูลที่ได้รับมาเพื่อเป็นหน้าแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมระบบ เมื่อต้องการที่จะหยุดการแสดงผลให้ทำการยกเลิกการเชื่อมต่อ ngrok กับ MySQL โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ในส่วนของหน้าแสดงผลสำหรับผู้ควบคุม เริ่มต้นจากการเชื่อมต่อ Google Data Studio กับฐานข้อมูลจาก phpMyAdmin ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลภัยพิบัติไว้ โดยจะต้องเชื่อมต่อฐานข้อมูลกับโปรแกรม ngrok มีวิธีการเชื่อมต่อดังนี้

1. สร้าง account สำหรับใช้งานโปรแกรม ngrok โดยเว็บไซต์ <https://ngrok.com>
2. ทำการเข้าสู่ระบบจากนั้นรับ token สำหรับเชื่อมต่อ account กับโปรแกรม ngrok
3. เลือกพอร์ตสำหรับเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล

เมื่อทำการเชื่อมต่อระหว่างฐานข้อมูลกับโปรแกรม ngrok จะได้พอร์ตที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อระหว่างฐานข้อมูลกับ Google Data Studio เพื่อนำเอาข้อมูลไปใช้แสดงผลต่อไป แสดงดังรูปที่ 3.34

```

ngrok by @inconshreveable (Ctrl+C to quit)

Session Status      online
Account             nkbas2001@gmail.com (Plan: Free)
Version             2.3.40
Region              Japan (jp)
Web Interface       http://127.0.0.1:4040
Forwarding           tcp://0.tcp.jp.ngrok.io:17065 -> localhost:3306

Connections
  ttl    opn    rt1    rt5    p50    p90
   0     0     0.00  0.00  0.00  0.00
  
```

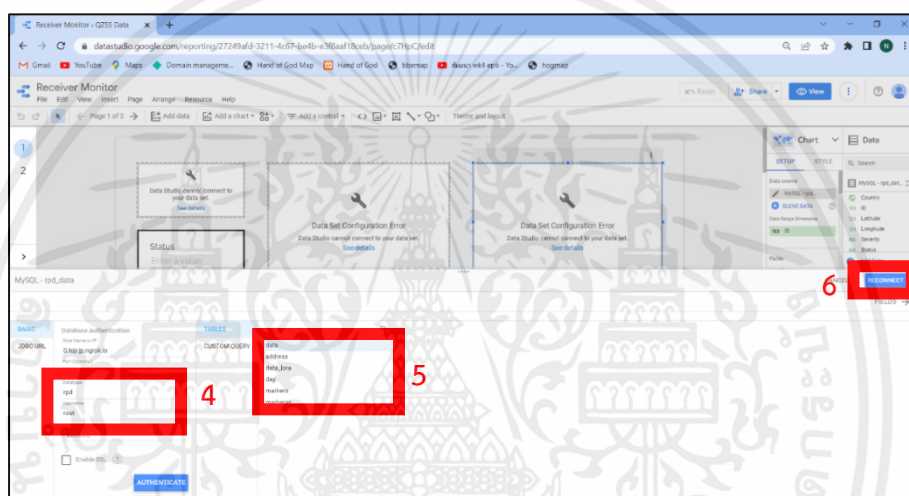
รูปที่ 3.34 หน้าต่างที่ได้เชื่อมต่อฐานข้อมูลกับโปรแกรม ngrok

จากรูปที่ 3.34 หน้าต่างที่ได้เชื่อมต่อฐานข้อมูลกับโปรแกรม ngrok ในกรอบสีแดงคือพอร์ตที่จะใช้เชื่อมต่อฐานข้อมูลกับ Google Data Studio โดยมีขั้นตอนการเชื่อมต่อ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

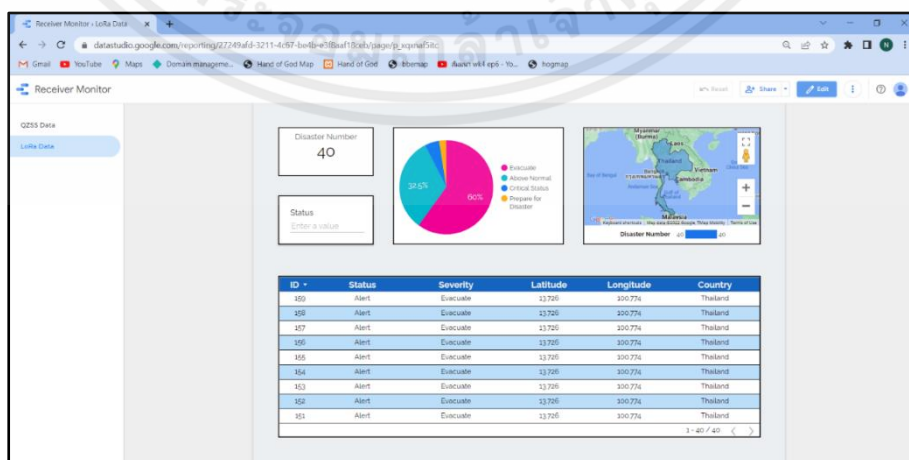
1. เข้าใช้งาน Google Data Studio
2. สร้างหน้าจอแสดงผลใหม่
3. สร้างองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ต้องการจะแสดง เช่น ตาราง แผนภูมิ เป็นต้น
4. เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล โดยการใช้พอร์ตที่ได้จากโปรแกรม ngrok
5. เลือกตารางฐานข้อมูลที่ต้องการแสดงในหน้าจอแสดงผล
6. ทำการยืนยันการเชื่อมต่อ

โดยจะแสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อฐานข้อมูลกับ Google Data Studio แสดงดังรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.35 ตัวอย่างการเชื่อมต่อฐานข้อมูลกับ Google Data Studio

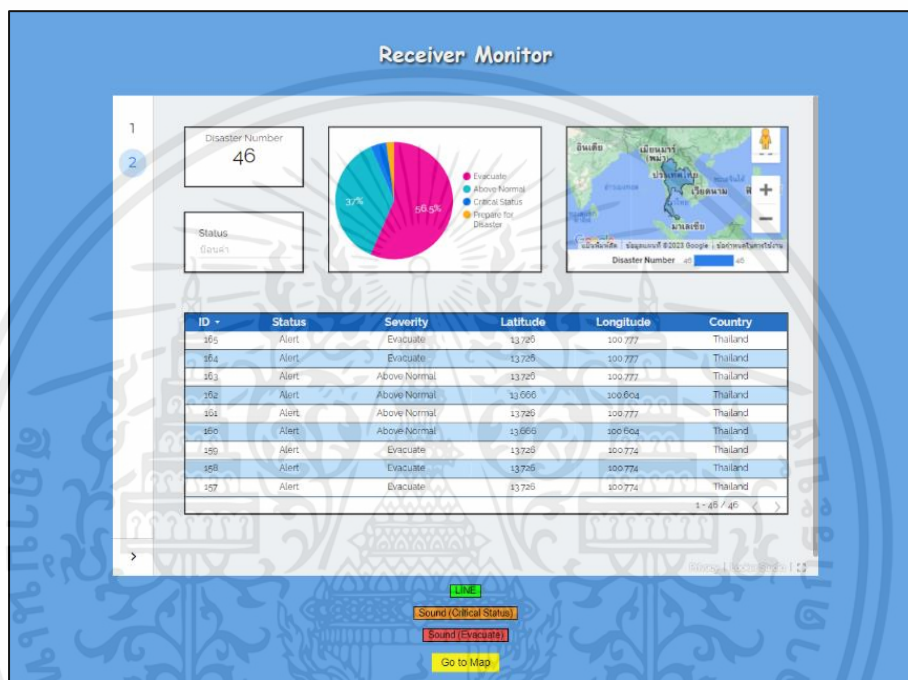
จากรูปที่ 3.35 ตัวอย่างการเชื่อมต่อฐานข้อมูลกับ Google Data Studio จากนั้นจะได้ หน้าจอแสดงผลที่สามารถดึงเอาข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดงได้ แสดงดังรูปที่ 3.36



รูปที่ 3.36 หน้าจอแสดงผลที่ได้เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.36 หน้าจอแสดงผลที่ได้เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล จากนั้นจะทำการเขียนคำสั่งเพื่อสร้างหน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมด้วยภาษา HTML โดยจะดึงเอาหน้าจอแสดงผลจาก Google Data Studio มาแสดงในหน้าจอแสดงผลนี้ด้วย และสร้างปุ่มแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ปุ่มแจ้งเตือนด้วยเสียงสำหรับความรุนแรงระดับ Critical Status และปุ่มแจ้งเตือนด้วยเสียงสำหรับความรุนแรงระดับ Evacuate แสดงได้ดังรูปที่ 3.37



รูปที่ 3.37 หน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุม

จากรูปที่ 3.37 หน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุม ในหน้าจอแสดงผลจะแสดงจำนวนการเกิดภัยพิบัติ แผนภูมิวงกลมสำหรับบอกจำนวนภัยพิบัติในระดับความรุนแรงต่าง ๆ แผนที่จาก Google Map บอกประเทศที่เกิดภัยพิบัติ ตารางบอกข้อมูลภัยพิบัติที่เกิดขึ้น และช่องสำหรับค้นหาสถานะที่เกิดขึ้น

3.6.3 การออกแบบโปรแกรมการสร้างแผนที่บอกตำแหน่งของจุดเกิดภัยพิบัติ

ในส่วนนี้เป็นการออกแบบโปรแกรมการสร้างแผนที่บอกตำแหน่งของจุดเกิดเหตุภัยพิบัติ และจุดควบคุมบน OpenStreetMap และแสดงบนเว็บไซต์ โดยใช้ ngrok ในการสร้างเซิร์ฟเวอร์สำหรับใช้ในการแสดงแผนที่บอกตำแหน่งของจุดเกิดเหตุภัยพิบัติบนเว็บไซต์สาธารณะ เพื่อให้ผู้ประสบภัยทราบตำแหน่งของภัยพิบัติที่เกิดขึ้น โดยจะนำข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น EWS message มาทำการสร้างแผนที่ภัยพิบัติ ซึ่งวิธีการสร้างแผนที่ภัยพิบัติเริ่มจากการอ่านข้อมูลผ่านการวิเคราะห์เป็นรูปแบบของ EWS message นำมาวิเคราะห์เพื่อหาตำแหน่งการเกิดภัยพิบัติ จากนั้นใช้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนที่ของ OpenstreetMap ซึ่งในการสร้างแผนที่ภัยพิบัติจะใช้ภาษาไพธอนในการเขียนคำสั่ง ต่อมาทำการอ่านตำแหน่งการเกิดภัยพิบัติและทำการเขียนคำสั่งเพื่อระบุตำแหน่งบนแผนที่ภัยพิบัติ ต่อมาทำการสร้างช่องสำหรับค้นหาตำแหน่งผู้ใช้ และสร้างระยะเวลาการเกิดภัยพิบัติ โดยระยะเวลาการเกิดภัยพิบัติในระบบนี้จะมีทั้งหมด 3 ระดับ คือพื้นที่ปลอดภัย พื้นที่เฝ้าระวัง และพื้นที่อพยพ โดยในแต่ละระดับจะบ่งบอกวิธีการปฏิบัติ แสดงดังตารางที่ 3.8

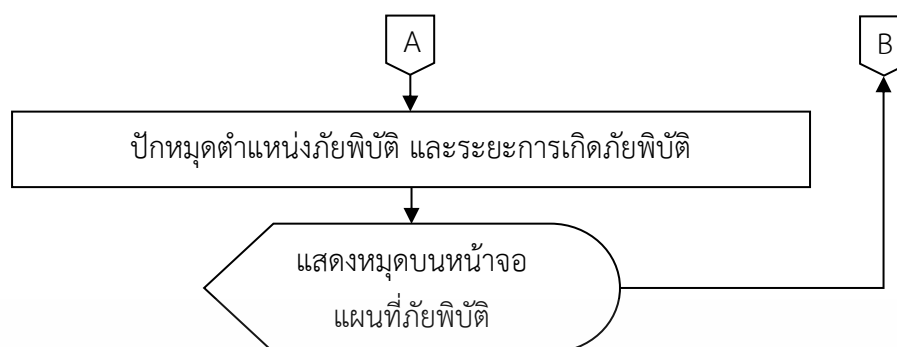
ตารางที่ 3.8 การปฏิบัติตัวเมื่ออยู่ในพื้นที่แจ้งเตือนต่าง ๆ

สีของระยะที่เกิดบนแผนที่	ความหมายพื้นที่ของแต่ละสี	การปฏิบัติตัว
สีแดง	พื้นที่อพยพ	เตรียมตัวอพยพ
สีเหลือง	พื้นที่เฝ้าระวัง	เฝ้าระวังอย่างใกล้ชิด
สีเขียว	พื้นที่ปลอดภัย	ติดตามสถานการณ์

จากตารางที่ 3.8 แสดงแผนผังการปฏิบัติตัวเมื่ออยู่ในพื้นที่แจ้งเตือนต่าง ๆ เมื่อเปิดใช้แผนที่ภัยพิบัติที่ระบุตำแหน่งการเกิดภัยพิบัติ จากนั้นทำการค้นหาพื้นที่ของผู้ใช้ภายในช่องสำหรับค้นหาตำแหน่งผู้ใช้ ถ้าตำแหน่งของผู้ใช้อยู่ในพื้นที่อพยพ (สีแดง) ให้ผู้ที่อยู่ในพื้นที่นี้ ทำการเตรียมตัวอพยพออกนอกพื้นที่ ต่อมาถ้าผู้ใช้อาศัยอยู่ในพื้นที่เฝ้าระวัง (สีเหลือง) ให้ผู้ที่อยู่ในพื้นที่นี้ ทำการเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิดพร้อมสำหรับการอพยพเสมอ ต่อมาถ้าผู้ใช้อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่ปลอดภัย (สีเขียว) ให้ผู้ที่อยู่ในพื้นที่นี้ ทำการติดตามสถานการณ์ หากอยู่นอกเหนือจากพื้นที่ทั้ง 3 ระดับนี้ ถือว่าอยู่ในสถานการณ์ที่ปลอดภัย โดยแผนผังการทำงานของโปรแกรมหน้าจอแผนที่บอกตำแหน่งของจุดเกิดเหตุภัยพิบัติ แสดงดังรูปที่ 3.38



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.38 แผนผังการทำงานของโปรแกรมหน้าจอแผนที่บอกตำแหน่งของจุดเกิดเหตุภัยพิบัติ

จากรูปที่ 3.38 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรมหน้าจอแผนที่บอกตำแหน่งของจุดเกิดเหตุภัยพิบัติ เมื่อรับข้อมูลจากภาคส่งแล้ว จากนั้นทำการอ่านข้อมูลที่ได้รับมาด้วยโปรแกรมคำสั่งสร้างหน้าจอแผนที่ภัยพิบัติ จากนั้นโปรแกรมจะทำการปิดกั้นตำแหน่งภัยพิบัติและสร้างระยะการเกิดภัยพิบัติ โดยระยะการเกิดภัยพิบัติจะมีทั้งหมด 3 ระดับ ดังตารางที่ 3.8 เมื่อทำการอ่านข้อมูลและสร้างหน้าจอแผนที่บอกตำแหน่งของจุดเกิดเหตุภัยพิบัติสำเร็จ จะแสดงหมุดบนหน้าจอแผนที่ภัยพิบัติ จากนั้นทำการเชื่อมต่อหน้าจอแผนที่ภัยพิบัติร่วมกับหน้าจอแสดงผลภาครับ โดยเริ่มต้นด้วยการเปิดโปรแกรม ngrok และใช้ tcp พอร์ต 3306 เพื่อเป็นเว็บไซต์สาธารณะสำหรับเป็นหน้าจอแผนที่บอกตำแหน่งของจุดเกิดเหตุภัยพิบัติ และใช้ ngrok http พอร์ต 80 เพื่อสร้างเว็บไซต์สาธารณะสำหรับหน้าจอแสดงผลภาครับ และทำการเขียนคำสั่งเพื่อสร้างปุ่ม “Go to Map” ที่อยู่ภายในหน้าจอแสดงผลภาครับเพื่อเป็นปุ่มที่ใช้เชื่อมต่อไปยังเว็บไซต์สาธารณะของหน้าจอแผนที่บอกตำแหน่งของจุดเกิดเหตุภัยพิบัติ เพื่อใช้สำหรับให้ผู้ควบคุมและผู้ใช้เข้าไปเพื่อตรวจสอบจุดเกิดเหตุภัยพิบัติได้ โดยมีขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

ในส่วนของหน้าจอแสดงผลเว็บไซต์สาธารณะในรูปแบบแผนที่ สำหรับผู้ประสบภัยพิบัติที่ได้ทำการลงทะเบียนกับระบบ โดยจะต้องเชื่อมต่อระหว่างกับโปรแกรม ngrok มีวิธีการเชื่อมต่อ ดังนี้

1. สร้าง account สำหรับใช้งานโปรแกรม ngrok โดยเว็บไซต์ <https://ngrok.com>
2. ทำการเข้าสู่ระบบจากนั้นรับ token สำหรับเชื่อมต่อ account กับโปรแกรม ngrok
3. เลือกพอร์ต 80 สำหรับเชื่อมต่อกับเว็บไซต์สาธารณะ

เมื่อทำการเชื่อมต่อกับโปรแกรม ngrok จะได้ URL ที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อระหว่างเว็บไซต์แผนที่แจ้งเตือนภัยพิบัติกับโปรแกรม ngrok เพื่อใช้งานเว็บไซต์สาธารณะ แสดงดังรูปที่ 3.39

```

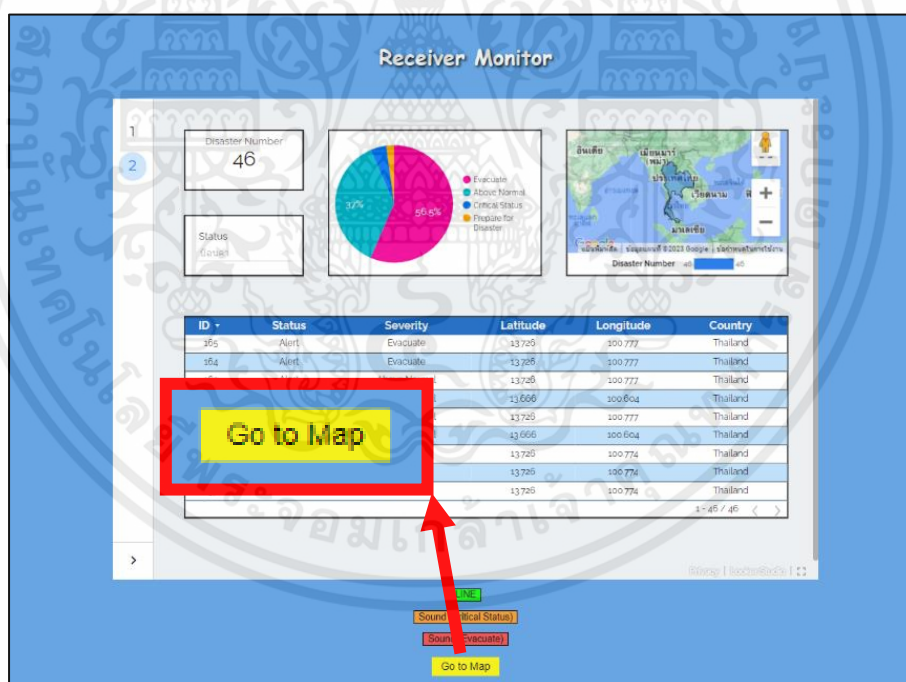
D:\ngrok\ngrok.exe - ngrok http 80
ngrok by @inconshreveable
Session Status online
Account nkbas2001@gmail.com (Plan: Free)
Version 2.3.40
Region United States (us)
Web Interface
Forwarding http://0ad9-161-246-151-96.ngrok.io -> http://localhost:80
https://0ad9-161-246-151-96.ngrok.io -> http://localhost:80
Connections
t1l 0
opn 0
rt1 0.00
rt5 0.00
p50 0.00
p90 0.00

```

รูปที่ 3.39 หน้าต่างที่ได้เชื่อมต่อฐานข้อมูลกับโปรแกรม ngrok

จากรูปที่ 3.39 หน้าต่างที่ได้เชื่อมต่อเว็บไซต์แผนที่แจ้งเตือนภัยพิบัติกับโปรแกรม ngrok ในกรอบสีแดงคือ URL ที่จะใช้เชื่อมต่อเว็บไซต์แผนที่บอกตำแหน่งของจุดเกิดเหตุภัยพิบัติ

ในส่วนถัดมาเป็นส่วนของหน้าจอภาครับ โดยใช้ภาษา HTML เพื่อทำการสร้างปุ่ม “Go to Map” (ปุ่มสี่เหลี่ยม) สำหรับเชื่อมต่อไปยังหน้าจอแผนที่บอกตำแหน่งของจุดเกิดเหตุภัยพิบัติ แสดงดังรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.40 หน้าจอแสดงผลภาครับที่สร้างปุ่ม “Go to Map”

3.6.4 การออกแบบโปรแกรมการสร้างหน้าจอแสดงผลผ่านสำหรับผู้ควบคุม

ในส่วนนี้เป็นการออกแบบโปรแกรมและการสร้างหน้าจอแสดงผล โดยจะใช้ภาษา HTML ในการสร้างหน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุม โดยจะนำเอาข้อมูลจากหน้าจอแสดงผล Google Data Studio มาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อใช้สำหรับพิจารณาและแจ้งเตือนสถานการณ์ความรุนแรงของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภัยพิบัติในขณะนั้น โดยจะแจ้งเตือน 2 รูปแบบ คือแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์และแจ้งเตือนด้วยเสียงในพื้นที่ใกล้ภัยพิบัติ โดยจะใช้ภาษา HTML ในการสร้างหน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุม เริ่มจากการเชื่อมต่อหน้าจอแสดงผลจาก Google Data Studio มาแสดงในหน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุม จากนั้นจะทำการเขียนคำสั่งในการแจ้งเตือน โดยประกอบด้วยปุ่มสำหรับแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ทุกระดับความรุนแรง และมีปุ่มสำหรับแจ้งเตือนด้วยเสียงสำหรับพื้นที่ใกล้จุดเกิดภัยพิบัติที่มีระดับความรุนแรงอยู่ที่ระดับ Critical Status และ Evacuate ตามลำดับ

3.6.5 การออกแบบโปรแกรมระบบการแจ้งเตือน

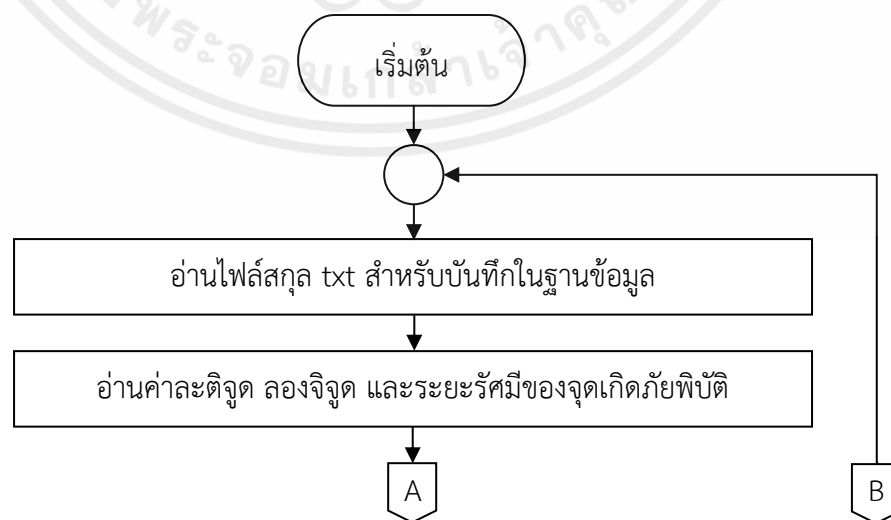
ในส่วนนี้เป็นการออกแบบโปรแกรมสำหรับระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้า โดยหากพบว่ามีโอกาสในการเกิดภัยพิบัติ ระบบจะทำการแจ้งเตือนผ่าน 2 ช่องทาง ได้แก่ ระบบการแจ้งเตือนด้วยเสียง และแอปพลิเคชันไลน์

3.6.5.1 การแจ้งเตือนด้วยเสียง

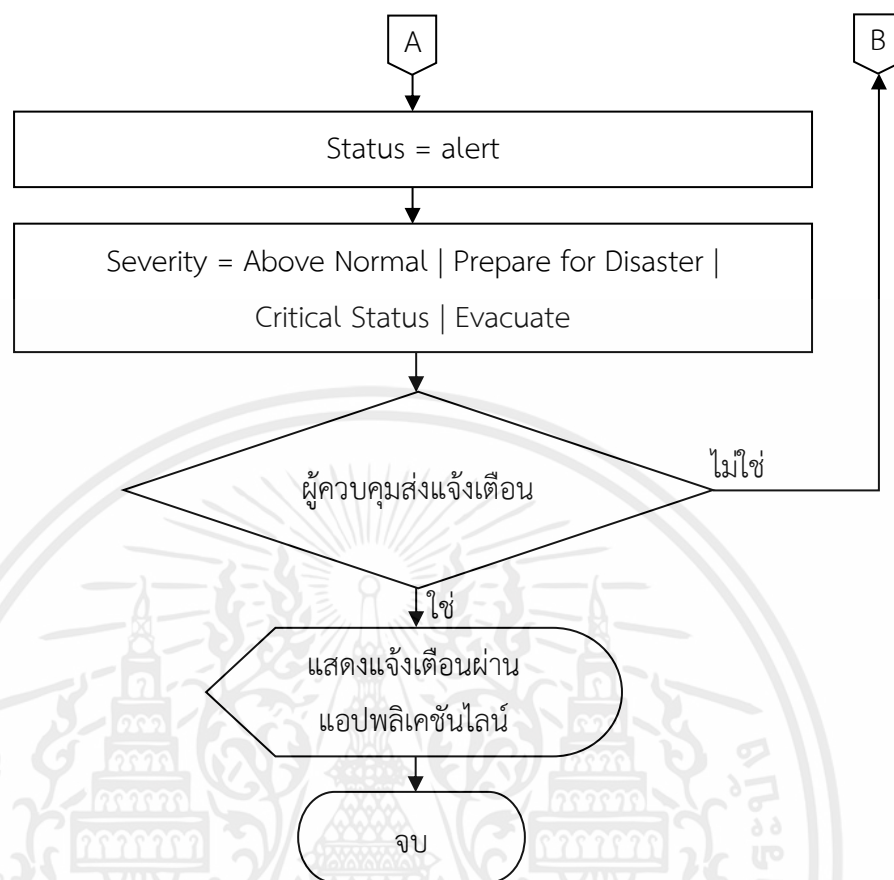
ระบบการแจ้งเตือนด้วยเสียง เริ่มต้นจากเมื่อข้อมูลที่ปรากฏบนจอแสดงผลในภาครับขึ้นสถานะเป็น Critical Status หรือ Evacuate ผู้ควบคุมจะทำการกดปุ่มเพื่อแจ้งเตือนด้วยเสียง โดยแต่ละสถานะจะมีเสียงแจ้งเตือนที่แตกต่างกัน

3.6.5.2 การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ จะทำการแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ผ่าน line notify โดยเมื่อกดปุ่มคำสั่งให้มีการแจ้งเตือนด้วยแอปพลิเคชันไลน์ผ่านหน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุม ระบบดึงข้อมูลจากไฟล์สกุล txt ที่มีข้อมูลที่ใช้สำหรับแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้า โดยโปรแกรมการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ แสดงดังรูปที่ 3.41



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.41 แผนผังโปรแกรมการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

จากรูปที่ 3.41 จากแผนผังการทำงานโปรแกรมแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เริ่มต้นจากการอ่านไฟล์สกุล txt เพื่ออ่านค่าละติจูด ลองจิจูด และระยะรัศมีของจุดเกิดภัยพิบัติ จากนั้นตรวจสอบมีสถานะ ถ้ามีสถานะเป็น alert และมีความระดับความรุนแรงเป็น Above Normal หรือ Prepare for Disaster หรือ Critical Status หรือ Evacuate ให้ผู้ควบคุมทำการสั่งแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ผ่าน line notify โดยข้อมูลที่ใช้ในการแจ้งเตือนประกอบด้วย สถานะความรุนแรง สถานที่ ประเภทของภัยพิบัติ ละติจูด ลองจิจูด และแผนที่บอกตำแหน่งของจุดเกิดเหตุภัยพิบัติ

3.7 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ในโครงงานนี้ มีอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

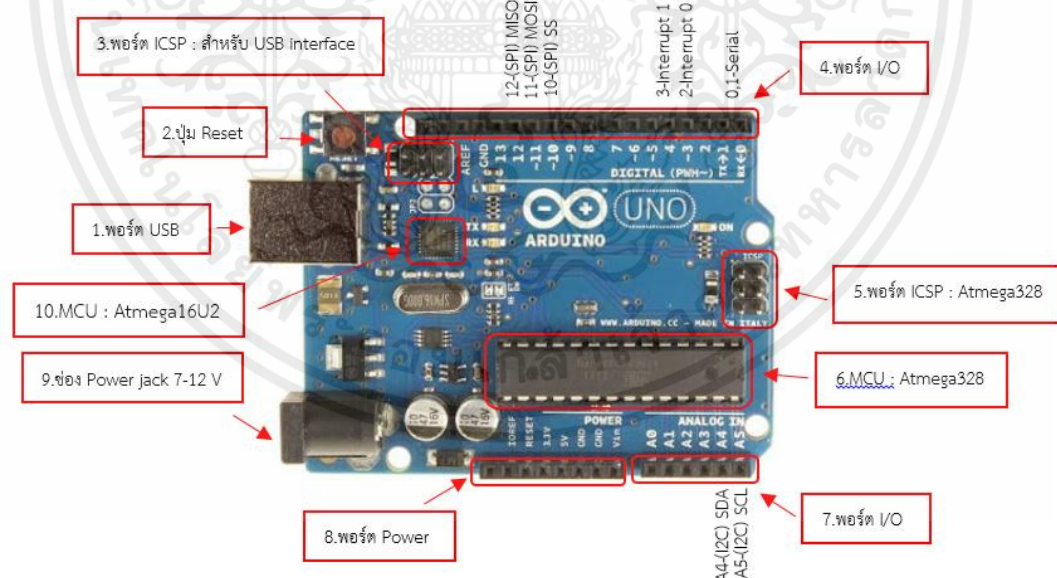
1. Arduino UNO R3
2. โมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ และ 925 เมกะเฮิร์ตซ์
3. เซนเซอร์ Ultrasonic (HC-SR04)
4. เซนเซอร์ DHT22 (Humidity and Temperature Sensor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. SONY SPRESENSE
6. แบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ
7. แบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า
8. Oscilloscope
9. Spectrum Analyzer

3.7.1 Arduino UNO R3

Arduino UNO R3 [37] เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดแบบสำเร็จรูปในยุคปัจจุบัน ซึ่งถูกสร้างมาจาก Controller ตระกูล ARM ของ ATMEL ข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดคือเรื่องของ Open Source ที่สามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้และความสามารถในการเพิ่ม Boot Loader เข้าไปที่ตัว ARM จึงทำให้การ Upload Code เข้าตัวบอร์ดสามารถทำได้ง่ายขึ้น และยังมีการพัฒนา Software ที่ใช้ในการควบคุมตัวบอร์ดของ Arduino มีลักษณะเป็นภาษา C++ ที่โปรแกรมเมอร์มีความคุ้นเคยในการทำงาน ตัวบอร์ดสามารถนำโมดูลมาต่อเพิ่ม ซึ่งทาง Arduino เรียกว่าเป็น shield เพื่อเพิ่มความสามารถเพิ่มขึ้น ซึ่งรายละเอียด Arduino UNO R3 แสดงได้ดังรูปที่ 3.42



รูปที่ 3.42 Arduino UNO R3

จากรูปที่ 3.42 เป็นการแสดงลักษณะของ Arduino UNO R3 ซึ่งมีรายละเอียดคุณลักษณะดังตารางที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 คุณลักษณะของ Arduino UNO R3

หัวข้อ	รายละเอียด
USB Port	ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการอัปโหลดโปรแกรมเข้า MCU และใช้จ่ายไฟให้กับบอร์ด
Reset Button	ปุ่ม Reset เพื่อเริ่มการทำงานใหม่
ICSP พอร์ต ของ Atmega16U2	พอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual com port บน Atmega16U2
ดิจิทัล พอร์ต	Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้บาง Pin จะทำหน้าที่อื่น ๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin 0, 1 เป็นขา TX, Rx Serial, Pin 3, 5, 6, 9, 10 และ 11 เป็นขา PWM
ICSP พอร์ต	Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader
Microcontroller	Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino
แอนะล็อก พอร์ต	นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้วยังเปลี่ยนเป็นช่องรับสัญญาณอนาล็อกตั้งแต่ขา A0-A5
Power port	ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจร ภายนอกประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 โวลต์, +5 โวลต์, GND, Vin
Power Jack	รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 โวลต์
Microcontroller ของ Atmega16U2	เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2

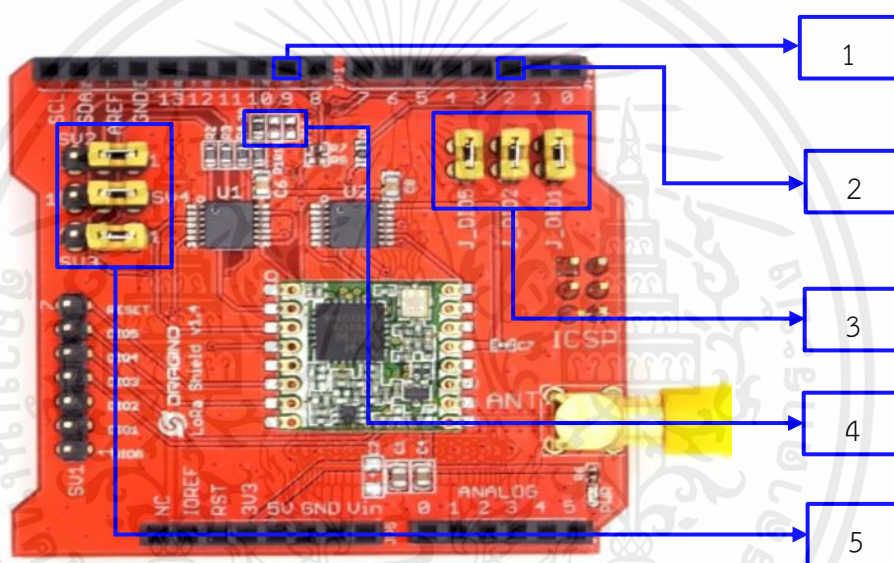
จากตารางที่ 3.9 แสดงรายละเอียดคุณลักษณะของ Arduino UNO R3 ซึ่งมีคุณสมบัติทางเทคนิคเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Open-source บนแพลตฟอร์ม โดยใช้ชิพ ATmega328 อัปโหลดที่ความถี่ 16 เมกะเฮิร์ตซ์ มีหน่วยความจำแฟลช 32 กิโลไบต์ แรม 2 กิโลไบต์ ใช้ไฟเลี้ยง 7 โวลต์ ถึง 12 โวลต์

3.7.2 โมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ และ 925 เมกะเฮิร์ตซ์

LoRa [38] เป็นเทคโนโลยีการเชื่อมต่อไร้สายเหมาะสำหรับงาน Internet of Things (IoT) มีจุดเด่นในเรื่องของระยะทางในการสื่อสาร สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ในระยะไกล 5-15 กิโลเมตร และเนื่องจากพลังงานที่ใช้ในช่วงรับ-ส่งข้อมูลค่อนข้างต่ำ อีกทั้งยังสามารถกำหนดให้อุปกรณ์เข้าสู่โหมดประหยัดพลังงานในกรณีที่ไม่ได้ส่งข้อมูล จึงทำให้ LoRa เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายในการใช้งาน โดยเครื่องรับสัญญาณ RFM95/96/97/98(วัต) มี LoRa modem ระยะไกล ที่ให้การสื่อสารสเปกตรัมกระจายระยะไกลและภูมิคุ้มกันการรบกวนสูง ขณะเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถลดการใช้กระแสไฟฟ้าลงให้น้อยที่สุด โดยระบบการแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้า Dragino LoRa Shield มาใช้งาน เป็นเครื่องรับสัญญาณระยะไกลบนฟอร์มแฟคเตอร์ของ Arduino และใช้ไลบรารีเปิดแหล่งข้อมูล LoRa Shield ช่วยให้ผู้ใช้สามารถส่งข้อมูลและเข้าถึงช่วงเวลาที่ยาวนานมาก ในอัตราข้อมูลที่ต่ำ ช่วยให้การสื่อสารสเปกตรัมแพร่กระจายได้ยาวนานและมีภูมิคุ้มกันการรบกวนสูง ขณะเดียวกันก็ช่วยลดการใช้กระแสไฟฟ้าได้อย่างน้อยที่สุด โดย LoRa Shield บนพื้นฐานของ SX1276/SX1278 ตั้งเป้าแอปพลิเคชันเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายระดับมืออาชีพ เช่น ระบบชลประทาน สมาร์ทเมตร และการตรวจจับสมาร์ทโฟน เป็นต้น ในส่วนของบอร์ด Dragino LoRa Shield แสดงได้ดังรูปที่ 3.43



รูปที่ 3.43 บอร์ด Dragino LoRa Shield

จากรูปที่ 3.43 แสดงในส่วนของบอร์ด Dragino LoRa Shield ซึ่งอธิบายรายละเอียดเมื่อถูกใช้ร่วมกับบอร์ด Arduino ได้ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.10 รายละเอียดของบอร์ด Dragino LoRa Shield เชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino

ลำดับ	พอร์ตของ LoRa Shield	พอร์ตของ Arduino
1	RESET	D9
2	DIO0	D2
3	DIO5	D8
	DIO2	D7
	DIO1	D6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

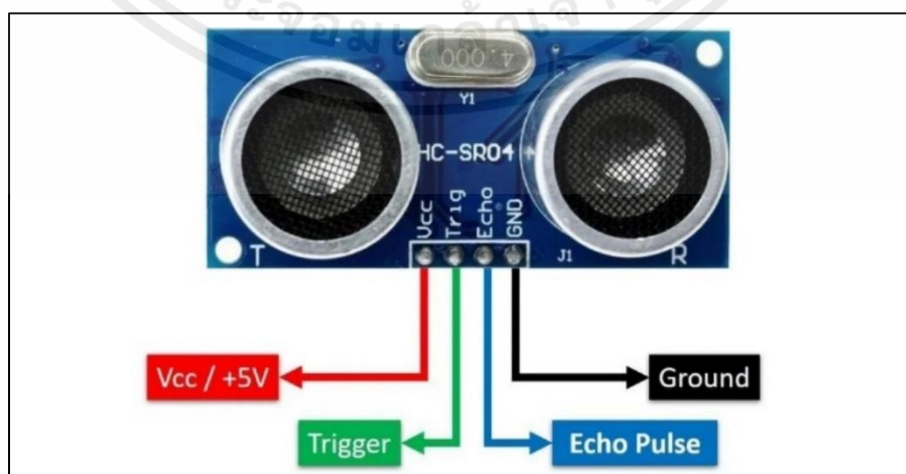
ตารางที่ 3.10 รายละเอียดของบอร์ด Dragino LoRa Shield เชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino (ต่อ)

ลำดับ	พอร์ตของ LoRa Shield	พอร์ตของ Arduino
4	CS (สำหรับ R9)	D10
	CS (สำหรับ R10)	D5
	CS (สำหรับ R11)	D4
5	CLK (สำหรับ SV2)	D13
	CLK (สำหรับ SV2)	D11
	CLK (สำหรับ SV2)	D12

จากตารางที่ 3.10 แสดงการใช้งานของบอร์ด Dragino LoRa Shield เชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino โดยเชื่อมต่อในภาคส่งของระบบการแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้า ใช้บอร์ด Dragino Lora Shields เชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3 ร่วมกับเซนเซอร์ Ultrasonic และเซนเซอร์ DHT22 ซึ่งทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์ Stand-alone เพื่อส่งค่าจากเซนเซอร์ทั้งสองชนิดให้กับ LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ที่ต่อกับคอนโทรลเลอร์อีกตัว ที่เป็นตัวรับค่าจากเซนเซอร์

3.7.3 เซนเซอร์ Ultrasonic (HC-SR04)

เซนเซอร์ Ultrasonic HC-SR04 [39] เป็นเซนเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจจับวัตถุต่าง ๆ โดยอาศัยหลักการสะท้อนของคลื่นความถี่เสียง คำนวณหาค่าระยะทางได้จากการเดินทางของคลื่น และนำมาเทียบกับเวลา โดยจะส่งคลื่นเสียงความถี่ 40 กิโลเฮิรตซ์ ออกไปจากลำโพงตัวซ้าย จากนั้นรอฟังคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับมาเมื่อกระทบวัตถุด้วยลำโพงตัวขวา และนับเวลาที่คลื่นส่งออกไป เมื่อได้รับคลื่นกลับมา จึงทำให้สามารถหาระยะทางของวัตถุกับตัวเซนเซอร์ ดังรูปที่ 3.44



รูปที่ 3.44 เซนเซอร์ Ultrasonic HC-SR04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.44 เป็นการแสดงรูปของเซนเซอร์ Ultrasonic HC-SR04 อุปกรณ์สำหรับวัดระดับหรือระยะทางชนิดหนึ่งโดยใช้คลื่น Ultrasonic ซึ่งอาศัยหลักการสะท้อนของคลื่นความถี่สูง Ultrasonic โดยอุปกรณ์จะปล่อยคลื่น Ultrasonic ให้กระทบกับวัตถุ จากนั้นรอคลื่น Ultrasonic สะท้อนกลับมาที่เซนเซอร์เพื่อคำนวณหาระยะทางที่วัดได้ ซึ่งรายละเอียดของเซนเซอร์ Ultrasonic HC-SR04 แสดงได้ดังตารางที่ 3.10

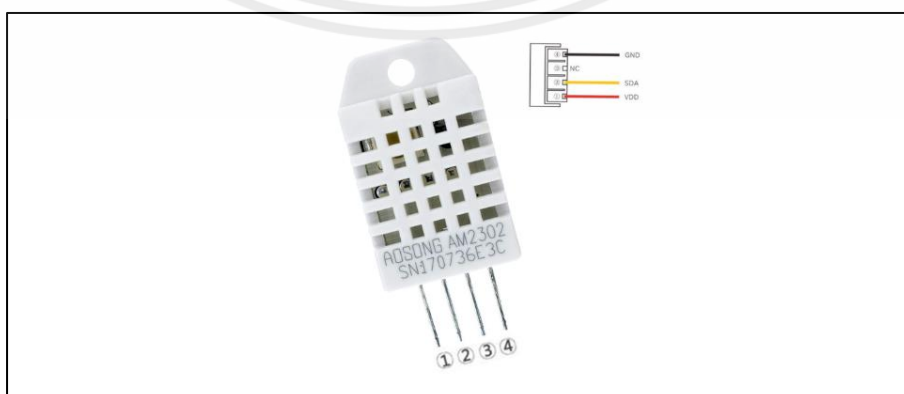
ตารางที่ 3.11 คุณลักษณะของเซนเซอร์ Ultrasonic HC-SR04

หัวข้อ	รายละเอียด
VCC / +5 โวลต์	ใช้สำหรับต่อแรงดันไฟเลี้ยงไม่เกิน 5 โวลต์
Trigger	ขาอินพุตรับสัญญาณพัลส์ความกว้าง 10 ไมโครวินาที เพื่อกระตุ้นการสร้างคลื่น Ultrasonic ความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ์ ออกสู่อากาศจากตัวส่ง
Echo Pulse	ขาเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณพัลส์ออกจากโมดูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อตรวจจับความกว้างของสัญญาณพัลส์และคำนวณเป็นระยะทาง
Ground	ใช้สำหรับต่อจุดกราวด์ร่วมแรงดัน และสัญญาณ

จากตารางที่ 3.11 เป็นการแสดงรายละเอียดคุณลักษณะของเซนเซอร์ Ultrasonic HC-SR04 มีทั้งหมด 4 ขา โดยมีการเชื่อมต่อเข้ากับบอร์ด Arduino UNO R3 และโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ เพื่อใช้ในการเก็บค่าและส่งค่าระยะห่างของน้ำจากเซนเซอร์ Ultrasonic HC-SR04

3.7.4 เซนเซอร์ DHT22 (Humidity and Temperature Sensor)

เซนเซอร์ DHT22 [40] ใช้ในการวัดค่าความชื้นและอุณหภูมิ ซึ่งถูกใช้เป็นมาตรการด้านความปลอดภัย สามารถใช้งานกับ Arduino Uno R3 ได้ โดยเซนเซอร์ DHT22 แสดงดังรูปที่ 3.45



รูปที่ 3.45 ขาการเชื่อมต่อเซนเซอร์ DHT22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.45 เป็นการแสดงรูปขบวนการเชื่อมต่อของเซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ ซึ่งรายละเอียดคุณลักษณะของเซนเซอร์ DHT22 แสดงได้ดังตารางที่ 3.11

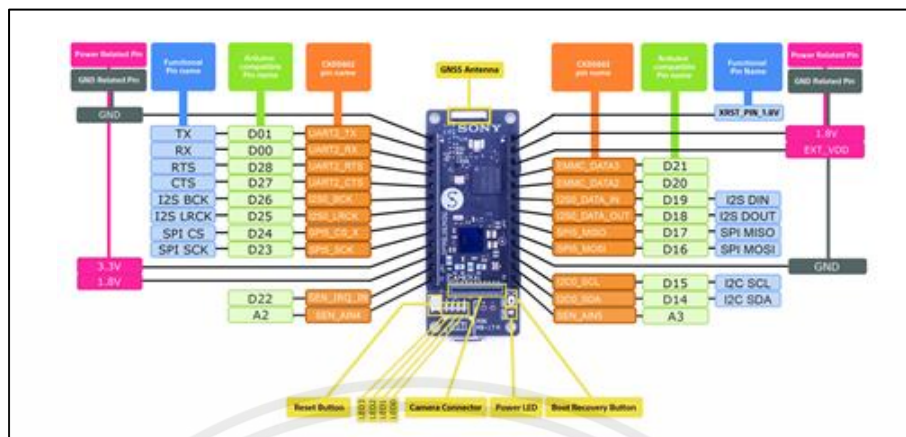
ตารางที่ 3.12 คุณลักษณะของเซนเซอร์ DHT22

หัวข้อ	รายละเอียด
VCC (+)	ใช้สำหรับต่อแรงดันไฟเลี้ยง 3 – 5.5 โวลต์
DATA (I/O)	ขาสัญญาณข้อมูล
N/C	-
GND	ขากราวด์

จากตารางที่ 3.11 เป็นการแสดงรายละเอียดคุณลักษณะของเซนเซอร์ DHT22 มีทั้งหมด 3 ขา โดยมีการเชื่อมต่อเข้ากับบอร์ด Arduino UNO R3 และโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ เพื่อใช้ในการเก็บค่า และส่งค่าค่าความชื้นและอุณหภูมิจากเซนเซอร์ DHT22

3.7.5 SONY SPRESENSE

บอร์ด SONY SPRESENSE [43] เป็นบอร์ดที่เรียบง่ายและราคาถูกขยับเคลื่อนโดยชิป Sony CXD5602 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ 6 คอร์ ARM Cortex-M4F ด้วยความเร็วสัญญาณนาฬิกา 156 เมกะเฮิร์ตซ์ นอกจากนี้ยังมีหน่วยความจำแฟลช 8 เมกะไบต์ และ SRAM 1.5 เมกะไบต์ นอกจากนี้ยังเป็นบอร์ดพัฒนาที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ดีมากพร้อมด้วยระบบการจัดการแบตเตอรี่ขั้นสูงสำหรับโครงการที่ต้องการประหยัด รวมอยู่ด้วยคือการสนับสนุนสำหรับ GPS, QZSS และ GLONASS ในตัวพร้อมเสาอากาศในตัว ในทางกลับกันยังมีตัวแปลงสัญญาณเสียงคุณภาพสูง HD 192 กิโลเฮิร์ตซ์ / 24 บิต แอมพลิฟายเออร์คลาส D และเอาต์พุต MIC หลายตัว (อะนาล็อก 4 ช่อง และดิจิทัล 8 ช่อง) สำหรับวิดีโอจะมีอินเทอร์เฟซสำหรับกล้อง 8 บิตและเซนเซอร์ Sony 5M CMOS ให้ด้วย โดยการทำงานของระบบใช้โมดูลของ SONY SPRESENSE ทั้งหมด 3 โมดูล ได้แก่ SONY SPRESENSE Main board, SONY SPRESENSE Extension Board และ SPRESENSE Camera Board ซึ่งรายละเอียด SONY SPRESENSE Main board ดังรูปที่ 3.46 [43]



รูปที่ 3.46 SPRESENSE Main Board

จากรูปที่ 3.46 เป็นการแสดงรายละเอียดของ SONY SPRESENSE Main Board ซึ่งเป็นบอร์ดพัฒนาขนาดกะทัดรัดที่เข้ากันได้กับ Arduino โดยอิงจากไมโครคอนโทรลเลอร์ CXD5602 มัลติคอร์ของ SONY SPRESENSE Main Board สามารถใช้งานได้โดยลำพังหรือกับบอร์ดต่อขยายกระดานหลัก SPRESENSE ช่วยให้นักพัฒนาสามารถสร้างแอปพลิเคชันได้ในเวลาอันสั้น และได้รับการสนับสนุนโดย Arduino IDE หรือ SPRESENSE SDK ที่ใช้ NuttX ซึ่งให้ API ที่ขยายมากขึ้น บอร์ดหลักสามารถติดตั้งบอร์ดเสริมเสริมที่มีคุณสมบัติพิเศษ เช่น BLE, Camera Board และเซนเซอร์มาตรฐานความแรงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดสำหรับแต่ละโปรเจกต์ คณะกรรมการพัฒนา SPRESENSE ได้รับการออกแบบมาให้ใช้งานได้หลากหลายและสามารถใช้ได้กับพื้นที่การใช้งานที่หลากหลาย เช่น การถ่ายภาพ การขนส่ง AI หุ่นยนต์ เสียง ความปลอดภัย การผลิต และแอปพลิเคชัน IoT ใดๆ ที่อายุการใช้งานแบตเตอรี่และพลังงานของ CPU เป็นกุญแจสำคัญ ในส่วนของ MCU CXD5602 มี GNSS แบบฝังพร้อมรองรับ GPS QZSS และ GLONASS ซึ่งช่วยให้แอปพลิเคชันที่ต้องการการติดตาม MCU ยังรวมระบบเสียงขั้นสูงเข้ากับตัวแปลงสัญญาณเสียง 192 กิโลเฮิร์ตซ์/24 บิต แอมพลิฟายเออร์สำหรับเอาต์พุตเสียง และรองรับช่องสัญญาณอินพุตไมโครโฟนสูงสุด 8 ช่อง โดยแสดงคุณสมบัติทางเทคนิคและคุณลักษณะของ SPRESENSE Main board ดังตารางที่ 3.12 และ 3.13

ตารางที่ 3.13 คุณสมบัติทางเทคนิคของ SPRESENSE Main board [43]

SPRESENSE Main board	
กำลังไฟฟ้า	30 มิลลิวัตต์
จำนวนกำลังไฟฟ้า	1170DMIPS (Cortex M4F Six-Cores)
ขนาด	50.0 มิลลิเมตร x 20.6 มิลลิเมตร
อื่นๆ	ตัวรับ GNSS Hi Reso อินพุตเสียงและเอาต์พุตอินเทอร์เฟซกล้อง

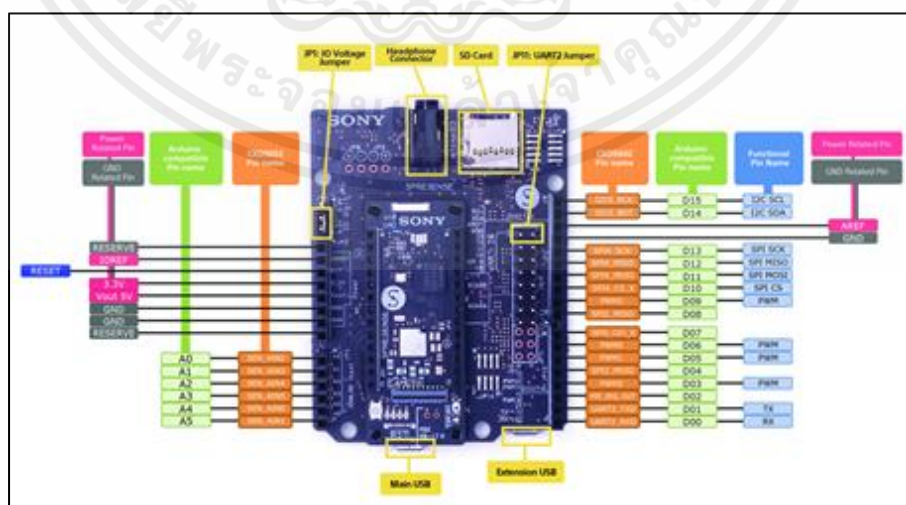
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3.13 แสดงคุณสมบัติทางเทคนิคของ SPRESENSE Main board มีการใช้งานกำลังไฟฟ้า 30 มิลลิวัตต์ และขนาดของบอร์ด 50.0 มิลลิเมตร x 20.6 มิลลิเมตร ซึ่งคุณลักษณะของ SPRESENSE Main board แสดงได้ดังตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 คุณลักษณะของ SPRESENSE Main board [43]

หัวข้อ	รายละเอียด
[PWR] Power LED	Power LED จะปล่อยแสงสีน้ำเงินเมื่อจ่ายไฟ
[RST] ปุ่ม Reset	ปุ่ม Reset เพื่อเริ่มการทำงานใหม่
[LED0] to [LED3]	ไฟ LED สีเขียวที่ควบคุมโดยผู้ใช้ 4 ดวง
[CN2]	ส่วนเชื่อมต่อ Micro USB Type-B
[CN4]	ส่วนเชื่อมต่อ B-2-B 100-pin เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ดเพิ่มเติม ส่วนเชื่อมต่อนี้อยู่ด้านล่างของบอร์ด
[CN5]	CSI (ส่วนการเชื่อมต่อกล้อง)
[BR] ปุ่ม Boot Recovery	ใช้เมื่อรีสตาร์ทเป็นสถานะรีเซ็ตเป็นค่าจากโรงงาน สำหรับการกู้คืนเท่านั้น

จากตารางที่ 3.14 เป็นแสดงรายละเอียดคุณลักษณะของ SONY SPRESENSE Main board โดยระบบระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าจะนำ SONY SPRESENSE Main board เชื่อมต่อเข้ากับ SONY SPRESENSE Extension Board เพื่อเป็นอุปกรณ์ในการรับ EWS Massaged จาก QZSS ซึ่งรายละเอียดของ SONY SPRESENSE Extension Board แสดงได้รูปที่ 3.47 [43]



รูปที่ 3.47 SONY SPRESENSE Extension Board

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.47 เป็นการแสดงรายละเอียดของ SONY SPRESENSE Main Board ที่นำ SONY SPRESENSE Main board มาเชื่อมต่อ เพื่อเป็นอุปกรณ์ในการรับ EWS Massaged จาก QZSS โดยแสดงคุณสมบัติทางเทคนิค และรายละเอียดคุณลักษณะของ SONY SPRESENSE Extension Board ได้ดังตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 คุณสมบัติทางเทคนิคของ SONY SPRESENSE Extension Board [43]

SPRESENSE Extension Board	
ขนาด	50 มิลลิเมตร x 45 มิลลิเมตร x 1.6 มิลลิเมตร
ชื่อโมดูล	LBAD0XX1SC (ALT1250)
ระบบการสื่อสาร	LTE Cat-M1
Band	Band 1, Band 3, Band 8, Band 18, Band 19, Band 41
Audio input/output	Analog MIC x 2 or Digital MIC x 4 Headphone
Digital input/output	Stereo (Line-out)
	SPI x 1 (master) 3.3 โวลต์ or 5 โวลต์
	PWM x 4 (selectable)
	GPIO x 4
Analog input	Analog Input x 2 (5.0 โวลต์ range)
อินเทอร์เฟซหน่วยความจำภายนอก	SD Card Interface
สายอากาศ	On Board
ซิม	SIM Card

จากตารางที่ 3.15 เป็นการแสดงคุณสมบัติทางเทคนิคของ SONY SPRESENSE Extension Board โดยมีส่วนการเชื่อมต่อเพิ่มเติมจากพินซ็อกเก็ตที่เข้ากันได้กับ Arduino Uno ได้แก่ ช่องเสียบหูฟัง 3.4 มม. การ์ดไมโคร SD พอร์ต USB เสริม และหมุดไมโครโฟน ซึ่งรายละเอียดคุณลักษณะของ SONY SPRESENSE Extension Board ดังตารางที่ 3.16

ตารางที่ 3.16 คุณลักษณะของ SONY SPRESENSE Extension Board [43]

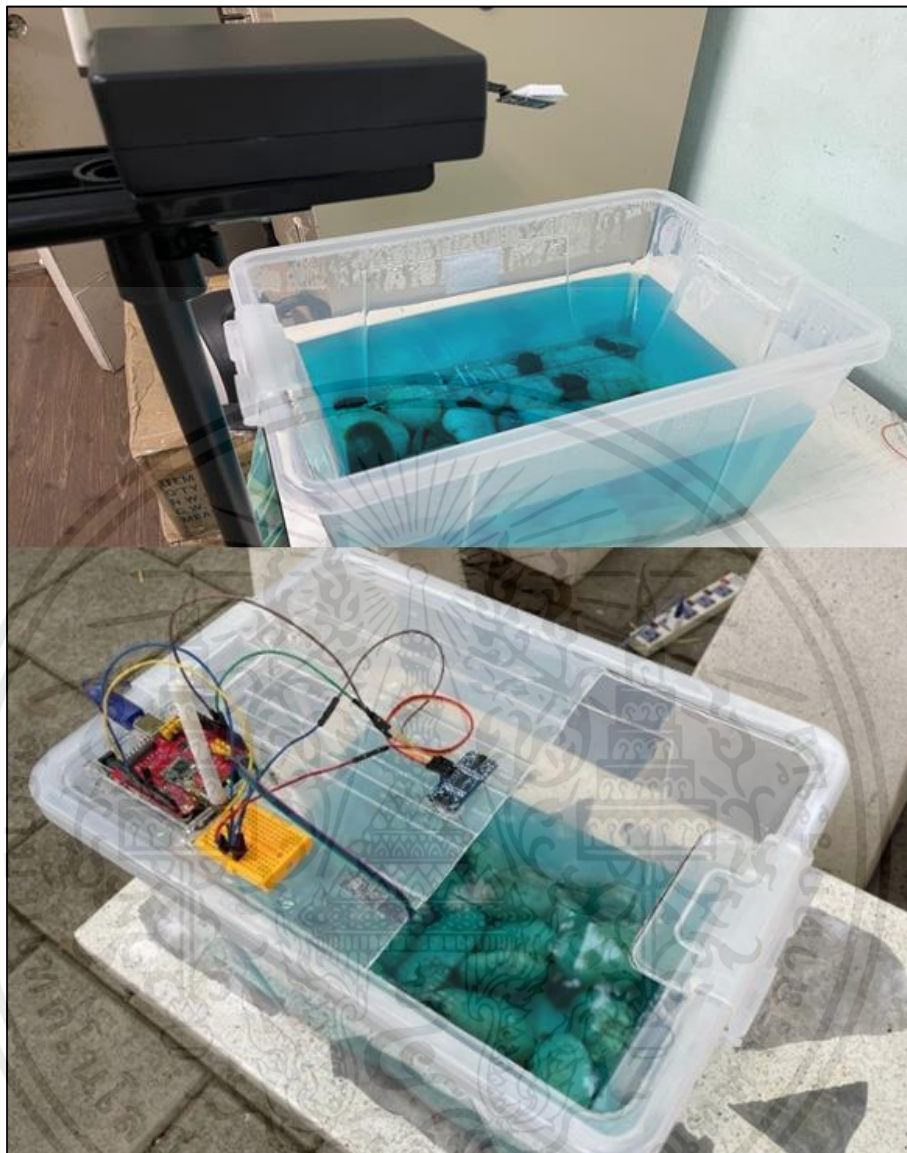
หัวข้อ	รายละเอียด
CN3	ส่วนในการเชื่อมต่อ B-2-B สำหรับเมนบอร์ด
CN4	การ์ดไมโคร SD
CN6	ส่วนในการเชื่อมต่อต่อไมโคร USB Type-B สามารถจัดหาฟังก์ชัน USB MSC (Mass Storage Class) ที่อนุญาตให้สามารถเข้าถึงการ์ด SD บน Extension Board ได้โดยตรงจากเครื่องพีซี
CN7	หูฟังแจ๊ค 3 ขั้ว ขนาด 3.4 มม.
JP1	แรงดันไฟ GPIO สามารถตั้งค่าเป็น 5 โวลต์ หรือ 3.3 โวลต์ ได้โดยใช้จัมเปอร์บน JP1 ควรใช้จัมเปอร์ ระยะห่างมาตรฐาน 2.54 มิลลิเมตร ซึ่งมาพร้อมกับ Extension Board
JP10 – Pins 3 to 16	ส่วนในการเชื่อมต่อไมโครโฟน โดยขาเหล่านี้จะ เชื่อมต่อไมโครโฟนแบบแอนะล็อก หรือดิจิทัล
JP10 – pins 1 AND 2	สามารถปิดการใช้งาน UART2 บนบอร์ด Extension Board โดยปิด PIN1 และ PIN2 บน JP10 2 ซึ่งช่วยให้ UART2 บน SONY SPRESENSE Main board ใช้งานได้ ที่ 1.8 โวลต์ I/O
JP14	จัมเปอร์รองรับไมโครโฟนดิจิทัลใน JP10
microSD	การ์ดไมโคร SD ที่สามารถใช้กับ Extension Board จะต้องได้รับการฟอร์แมตเป็น FAT32 การ์ดไมโคร SD แบบ "SDHC" เท่านั้นที่รับการฟอร์แมตด้วย FAT32

จากตารางที่ 3.16 เป็นการแสดงรายละเอียดคุณลักษณะของ SONY SPRESENSE Extension Board ซึ่งในการทำงานของระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าจะนำ SONY SPRESENSE Main board เชื่อมต่อเข้ากับ SONY SPRESENSE Extension Board เพื่อเป็นอุปกรณ์ในการรับ EWS Massaged จาก QZSS

3.7.6 แบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ

แบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ ประกอบด้วยเซนเซอร์ Ultrasonic สำหรับวัดระยะห่างของน้ำและเซนเซอร์ DHT22 สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้น ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ และ Arduino UNO เพื่อทำการจำลองการเกิดภัยพิบัติ แบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ แสดงดังรูป 3.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.48 แบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ

3.7.7 แบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟป่า

แบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟป่า ประกอบด้วยเซนเซอร์ MQ-2 สำหรับตรวจวัดระดับความเข้มข้นของควันและเซนเซอร์ DHT22 สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้น ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ และ Arduino UNO เพื่อทำการจำลองการเกิดไฟป่า โดยแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟป่า แสดงดังรูป 3.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.49 แบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า

3.7.8 Oscilloscope

ออสซิลโลสโคปเป็นเครื่องมือวัดทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญชนิดหนึ่ง ที่ใช้ในการวัดแสดงรูปคลื่นสัญญาณต่างๆ ออกมาเป็นภาพ เช่น การวัดแอมพลิจูดของกระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้า การวัดความถี่ของสัญญาณ การวัดเฟสของสัญญาณ การวัดสัญญาณความกว้างของสัญญาณพัลส์ หลักการทำงานของเครื่อง Oscilloscope

ออสซิลโลสโคปใช้หลักการในการเบี่ยงเบนไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วยแคโทด ที่ปลายข้างหนึ่ง เพื่อยิง อิเล็กตรอน ที่ยิงปลายอีกข้าง เมื่อ เครื่องออสซิลโลสโคปรับสัญญาณ ก็จะเร่งการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนเพื่อแสดงผลของสัญญาณที่ได้รับแล้วเครื่องจะแสดงผลที่หน้าจอได้อย่างไร แบ่งหลักการทำงานออกเป็น 2 ภาค คือ

1. การป้ายเบนสัญญาณทางแนวตั้ง (Vertical deflection) เมื่อป้อนข้อมูลสัญญาณไฟฟ้า ข้อมูลจะถูกส่งไปยังวงจรถอดทอนสัญญาณ ทำให้มีสัญญาณเล็กลง จากนั้นจึงส่งไปยังวงจขยาย ผ่านไปยังแผ่นเพลต ป้ายเบนทางแนวตั้งเพื่อสร้างการเบี่ยงเบนอิเล็กตรอนในแนวตั้ง
2. การป้ายเบนสัญญาณทางแนวนอน (Horizontal deflection) Time base generator จะผลิตสัญญาณรูปฟันเลื่อย สัญญาณจะถูกป้อนไปยังแผ่นเบี่ยงเบนแนวนอน ทำให้เกิดการเบี่ยงเบนของอิเล็กตรอนในแนวนอน โดย Oscilloscope แสดงได้ดังรูป 3.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.50 Oscilloscope

3.7.9 Spectrum Analyzer

Spectrum Analyzer เป็นอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการวัดสัญญาณในย่านความถี่สูงมากๆ เช่นความถี่จากเสาอากาศมักใช้ในงานสื่อสารแบบไร้สาย Spectrum Analyzer สามารถวัดและแสดงค่าในรูปแบบความถี่ (Frequency domain) และแอมพลิจูดของสัญญาณได้ โดย Spectrum Analyzer แสดงดังรูป 3.51



รูปที่ 3.51 Spectrum Analyzer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 การจัดเก็บผลการทดลอง

การจัดเก็บผลการทดลองแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังต่อไปนี้

3.8.1 การออกแบบและสร้างแบบจำลองวัฏระยะห่างของน้ำ

ในการออกแบบและสร้างแบบจำลองวัฏระยะห่างของน้ำ ได้ทำการออกแบบในรูปแบบ 3 มิติ โดยการเชื่อมต่อวงจร แสดงดังรูปที่ 3.2 จากนั้นทำการสร้างแบบจำลองวัฏระยะห่างของน้ำจริงด้วยกล่องพลาสติกใสอเนกประสงค์และติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ในรูปแบบ 3 มิติ ดังการออกแบบตามหัวข้อที่ 3.2.1

3.8.2 การออกแบบและสร้างแบบจำลองวัฏการเกิดไฟฟ้า

ในการออกแบบและสร้างแบบจำลองวัฏการเกิดไฟฟ้า ได้ทำการออกแบบในรูปแบบ 3 มิติ โดยการเชื่อมต่อวงจร แสดงดังรูปที่ 3.6 จากนั้นทำการสร้างแบบจำลองวัฏการเกิดไฟฟ้าจริงด้วยกล่องพลาสติกอเนกประสงค์และติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ในรูปแบบ 3 มิติ ดังการออกแบบตามหัวข้อที่ 3.2.2

3.8.3 การทดสอบการทำงานของเซนเซอร์

3.8.3.1 การทดสอบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น DHT22

ทำการทดสอบการอ่านค่าของอุณหภูมิและความชื้น โดยทำการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นของสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน คือ สภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร และสภาพแวดล้อมภายในห้องปรับอากาศ จากนั้นนำค่าที่ได้จากการทดสอบไปหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของทั้ง 2 สถานะ เพื่อทำการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ และความชื้นที่วัดได้จาก Thermo-Hygrometer และทำการบันทึกผล

3.8.3.2 การทดสอบเซนเซอร์วัฏระยะห่างของน้ำ Ultrasonic

ทำการทดสอบการอ่านค่าของระยะห่างของน้ำ โดยทำการวัดค่าระยะห่างของน้ำด้วยเซนเซอร์ Ultrasonic เทียบกับระยะห่างของน้ำที่ได้จากการวัดด้วยมาตรวัด 2 ค่า ได้แก่ 5.50 และ 7.70 เซนติเมตร จากนั้นนำค่าที่ได้จากการทดสอบ 5 ค่า มาทำการหาค่าเฉลี่ย พร้อมทั้งหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน

3.8.3.3 การทดสอบเซนเซอร์ตรวจวัดระดับความเข้มข้นของควัน

ทำการทดสอบการอ่านค่าของระดับความเข้มข้นของควันกับระยะห่างที่เกิดควันไฟตามระยะทางที่ทำการทดสอบแตกต่างกัน ดังนี้ 2, 5 และ 10 เซนติเมตร ตามลำดับ จากนั้นนำค่าที่

ได้จากการทดสอบ 5 ค่า มาทำการหาค่าเฉลี่ย พร้อมทั้งหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนตามระยะทางที่กำหนด

3.8.4 การทดสอบการรับค่าเซนเซอร์จากแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ

ในการจัดเก็บผลการทดสอบของระบบการรับค่าเซนเซอร์จากแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ 2 รูปแบบ ได้แก่ แบบจำลองวัดระยะห่างของน้ำและแบบจำลองวัดการเกิดไฟฟ้า เพื่อทำการเก็บค่าจากเซนเซอร์ ได้แก่ ระยะห่างของน้ำ ระดับความเข้มข้นของควีน ความชื้น และอุณหภูมิ สำหรับส่งค่าเซนเซอร์ให้กับโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ที่ถูกเชื่อมต่อกับคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเก็บผลผ่าน Serial Monitor บนโปรแกรม Arduino โดยแบ่งเป็นส่วนของการทดสอบการรับค่าเซนเซอร์จากแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ ประกอบด้วยส่วนการวัดค่าสัญญาณบิตข้อมูลของแบบจำลองวัดระยะห่างของน้ำ การวัดกำลังส่ง และแบนด์วิดท์ของแบบจำลองวัดระยะห่างของน้ำ และการส่งชุดข้อมูลจำลองไปยังภาครับ

3.8.5 การทดสอบการรับค่าจากดาวเทียม QZSS

ในการจัดเก็บผลการรับค่าจากดาวเทียม QZSS โดยมีการออกแบบตามหัวข้อที่ 3.5.2 เพื่อทำการรับ EWS Messages ที่ถูกส่งจาก QZSS ข้อมูลที่ได้รับอยู่ในรูปแบบเลขฐาน 16 จากนั้นทำการแปลงเป็นเลขฐาน 2 ซึ่งเป็นบิตข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและคาดการณ์โอกาสในการเกิดภัยพิบัติล่วงหน้า

3.8.6 การทดสอบการแสดงผล

ในการทดสอบแสดงผลผ่านเว็บไซต์โดยแบ่งเป็นหน้าจอแสดงผลในส่วนของภาคส่ง หน้าจอแสดงผลการสร้างชุดข้อมูล EWS messages และหน้าจอแสดงผลในส่วนของภาครับ ซึ่งแต่ละส่วนสามารถอธิบายได้ดังนี้

3.8.6.1 หน้าจอแสดงผลในส่วนของภาคส่ง

ในการแสดงผลของภาคส่ง มีการแสดงผลค่าเซนเซอร์จากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำด้วยเซนเซอร์ Ultrasonic และเซนเซอร์ DHT22 พร้อมทั้งแสดงผลค่าเซนเซอร์จากแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้าด้วยเซนเซอร์ MQ-2 และเซนเซอร์ DHT22 โดยทั้ง 2 แบบจำลองแสดงผลในรูปแบบของเกจวัด ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้น ดังการออกแบบตามหัวข้อที่ 3.3.1 และ 3.3.2

3.8.6.2 หน้าจอแสดงผลการสร้างชุดข้อมูล EWS messages

ในการแสดงผลการสร้างชุดข้อมูล EWS messages หน้าจอสำหรับสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages ทำได้โดยมีผู้ควบคุมเลือกข้อมูลสำหรับการสร้างชุดข้อมูลที่ใช้ในการแจ้งเตือนภัยพิบัติ ซึ่งประกอบไปด้วย Location, Event, Severity, Instruction, Semi-major axis length, Semi-major axis length และ Azimuth angle ดังการออกแบบตามหัวข้อที่ 3.3.3

3.8.6.3 หน้าจอแสดงผลในภาครับ

ในการแสดงผลในภาครับ มีการแสดงผล 2 รูปแบบ โดยรูปแบบแรกเป็นการแสดงผลผ่าน Google Data Studio ตามการออกแบบหัวข้อที่ 3.6.2 ซึ่งดึงชุดข้อมูลแจ้งเตือนที่ได้รับจาก QZSS จากฐานข้อมูล เพื่อเป็นหน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมระบบ และรูปแบบที่สองเป็นการแสดงผลบนเว็บไซต์สาธารณะรูปแบบแผนที่บอกตำแหน่งของเซนเซอร์ ตามการออกแบบหัวข้อที่ 3.6.3 เพื่อให้ผู้ประสบภัยได้รู้ตำแหน่งของภัยพิบัติ

3.8.7 การทดสอบการแจ้งเตือน

ในการทดสอบการแจ้งเตือนแบ่งเป็นการแจ้งเตือนด้วยเสียง และการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันซึ่งแต่ละส่วนสามารถอธิบายได้ดังนี้

3.8.7.1 การแจ้งเตือนด้วยเสียง

การแจ้งเตือนด้วยเสียง เป็นการแจ้งเตือนด้วยปุ่มกดบน Google Data Studio ตามการออกแบบหัวข้อที่ 3.6.5.1 ซึ่งการแจ้งเตือนด้วยเสียงในแต่ละระดับความรุนแรงมีเสียงที่แตกต่างกัน

3.8.7.2 การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ทำการแจ้งเตือนผ่าน line notify ตามการออกแบบหัวข้อที่ 3.6.5.2 ซึ่งดึงชุดข้อมูลจากไฟล์สกุล txt ที่มีข้อมูลที่ใช้สำหรับการแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้า โดยข้อมูลที่ใช้ในการแจ้งเตือนประกอบด้วยสถานะความรุนแรง สถานที่ ประเภทของภัยพิบัติ ละติจูด ลองจิจูด แผนที่บอกตำแหน่งของจุดเกิดเหตุการณ์

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผู้จัดทำได้ทำการเก็บผลการทำงานของระบบ โดยแบ่งการทดลองและจัดเก็บผลการทดลองเป็นส่วน ๆ ดังต่อไปนี้

4.1 การออกแบบและสร้างแบบจำลองวัดระยะห่างของน้ำ

ในการออกแบบและสร้างแบบจำลองวัดระยะห่างของน้ำ ได้ทำการออกแบบในรูปแบบ 3 มิติ จากนั้นทำการสร้างแบบจำลองวัดระยะห่างของน้ำจริงด้วยกล่องพลาสติกใสเนกประสงค์และติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ในรูปแบบ 3 มิติ โดยผลลัพธ์การสร้างแบบจำลองวัดระยะห่างของน้ำ แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แบบจำลองวัดระยะห่างของน้ำ

จากรูปที่ 4.1 แสดงแบบจำลองวัดระยะห่างของน้ำ โดยทำการจะวางอุปกรณ์ต่าง ๆ แบบจำลองวัดระยะห่างของน้ำ ซึ่งประกอบด้วย เซนเซอร์ Ultrasonic เซนเซอร์ DHT22 และโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ร่วมกับบอร์ด Arduino UNO R3 โดยจะใช้แบบจำลองวัดระยะห่างของน้ำในการวัดค่าระยะห่าง อุณหภูมิ และความชื้น จากนั้นจะส่งค่าที่วัดด้วย LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ เพื่อใช้ในการสร้างชุดข้อมูลจำลองตามรูปแบบของ QZSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การออกแบบและสร้างแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า

ในการออกแบบและสร้างแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า ได้ทำการออกแบบในรูปแบบ 3 มิติ จากนั้นทำการสร้างแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้าจริงด้วยกล่องพลาสติก อเนกประสงค์และติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ในรูปแบบ 3 มิติ โดยผลลัพธ์การสร้างแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า

จากรูปที่ 4.2 แสดงแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า โดยทำการจะวางอุปกรณ์ต่าง ๆ แบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย เซนเซอร์ MQ-2 เซนเซอร์ DHT22 และโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ร่วมกับบอร์ด Arduino UNO R3 โดยจะใช้แบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า การวัดค่าระดับความเข้มข้นของควัน อุณหภูมิ และความชื้น จากนั้นจะส่งค่าที่วัดด้วย LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ เพื่อใช้ในการสร้างชุดข้อมูลจำลองตามรูปแบบของ QZSS

4.3 ผลการทดสอบการทำงานของเซนเซอร์

4.3.1 ผลการทดสอบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT22)

ทดสอบการวัดค่าอุณหภูมิ และความชื้นของสภาพอากาศที่แตกต่างกัน คือ สภาพอากาศภายนอกอาคาร และสภาพอากาศภายในห้องปรับอากาศ ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.3 และ 4.4 จากนั้นนำค่าที่ได้จากการทดสอบ 5 ค่ามาทำการหาค่าเฉลี่ย พร้อมทั้งหาเปอร์เซ็นต์เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความคลาดเคลื่อนของทั้ง 2 สภาวะ เพื่อทำการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ และความชื้นที่วัดได้จาก Thermo-Hygrometer แสดงได้ดังตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.3 การทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นจากเซนเซอร์ DHT22

COM16	COM16
, 57.00, 26.40, 13.63	, 44.80, 31.90, 12.44
, 57.50, 26.40, 13.53	, 46.50, 31.80, 12.34
, 57.70, 26.50, 13.52	, 46.70, 31.60, 12.34
, 58.10, 26.40, 13.48	, 45.80, 31.60, 12.34
, 57.60, 26.40, 13.48	, 47.50, 31.70, 12.44

รูปที่ 4.4 ผลจากการอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้น ในสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร และสภาพแวดล้อมภายในห้องปรับอากาศ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ค่าอุณหภูมิและความชื้นจากเซนเซอร์ DHT22 ในสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร และสภาพแวดล้อมภายในห้องปรับอากาศ

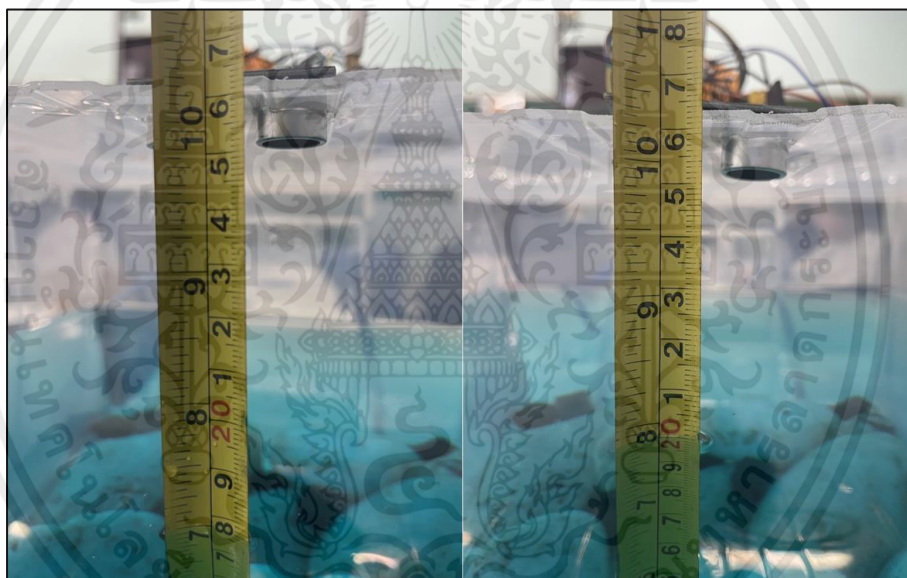
สภาพแวดล้อม	ค่าที่วัดจาก Thermo-Hygrometer		ค่าที่วัดจากเซนเซอร์ DHT22		ค่าความผิดพลาด (%)	
	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (°C)
สภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร	44.00	32.00	44.80	31.90	1.79	0.31
สภาพแวดล้อมภายในห้องปรับอากาศ	59.00	26.40	57.00	26.40	3.39	0.00
เฉลี่ย					2.59	0.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ และความชื้นที่วัดได้จากการทดสอบด้วยเซนเซอร์ DHT22 กับค่าที่วัดจาก Thermo-Hygrometer ในสภาพแวดล้อม 2 สภาวะ พบว่าค่าที่ได้จากเซนเซอร์มีค่าความคลาดเคลื่อนของความชื้น 2.59 % และค่าความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิเกิดขึ้นจริง 0.16 %

4.3.2 ผลการทดสอบเซนเซอร์วัดระยะห่างของน้ำ (Ultrasonic)

ทดสอบการวัดค่าของระยะห่างของน้ำ โดยทำการวัดค่าระยะห่างของน้ำด้วยเซนเซอร์ Ultrasonic เทียบกับค่าที่ได้จากการวัดด้วยมาตรวัด 2 ค่า ได้แก่ 5.50 และ 7.70 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ โดยนำค่าที่ได้จากการทดสอบ 5 ค่า มาทำการหาค่าเฉลี่ย พร้อมทั้งหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของเซนเซอร์ Ultrasonic แสดงได้ดังตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.5 การทดสอบวัดค่าระยะห่างของน้ำ Ultrasonic

COM16	COM16
, 54.40, 24.50 5.22	, 46.60, 24.80 7.70
, 53.80, 24.60 5.51	, 47.30, 24.90 7.70
, 54.30, 24.60 5.41	, 46.80, 24.90 7.60
, 53.90, 24.60 5.41	, 47.30, 24.90 7.70
, 54.50, 24.60 5.49	, 46.50, 24.90 7.70
, 54.60, 24.60 5.97	, 46.30, 24.80 7.60

รูปที่ 4.6 ผลจากการอ่านค่าระยะห่างของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่าระยะห่างของน้ำจากเซนเซอร์ Ultrasonic เทียบกับค่าที่ได้จากการวัดด้วยมาตรวัด

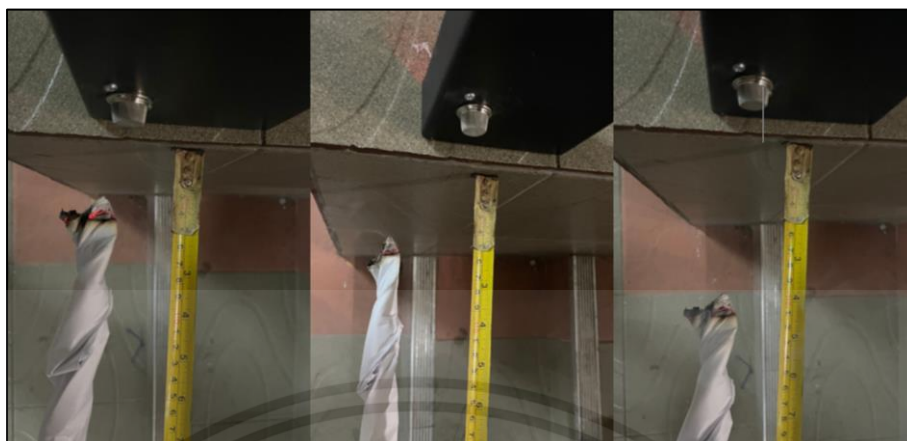
ค่าที่	ค่าระยะห่างของน้ำจากเซนเซอร์ Ultrasonic	
	5.50 เซนติเมตร	7.70 เซนติเมตร
1	5.51	7.70
2	5.41	7.60
3	5.41	7.70
4	5.49	7.70
5	5.97	7.60
ค่าเฉลี่ย	5.56	7.66
ค่าความคลาดเคลื่อน (%)	10.91	5.19

จากตารางที่ 4.2 แสดงค่าจากการทดสอบการวัดค่าระยะห่างของน้ำ 5 ค่า ของเซนเซอร์ Ultrasonic เทียบกับค่าที่ได้จากการวัดด้วยมาตรวัด 2 ค่า ได้แก่ 5.50 และ 7.70 เซนติเมตร จากนั้นทำการหาค่าเฉลี่ยรวม และเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าระยะห่างของน้ำเทียบกับมาตรวัด ดังสรุปค่าระยะห่างของน้ำจากมาตรวัดเทียบกับเซนเซอร์ Ultrasonic วัดได้ดังนี้

- 1) ที่ค่าระยะห่างของน้ำ 5.50 เซนติเมตร เฉลี่ยรวม 5.56 เซนติเมตร และค่าความคลาดเคลื่อน 10.91 %
- 2) ที่ค่าระยะห่างของน้ำ 7.70 เซนติเมตร เฉลี่ยรวม 7.66 เซนติเมตร และค่าความคลาดเคลื่อน 5.19 %

4.3.3 ผลการทดสอบเซนเซอร์ตรวจวัดระดับความเข้มข้นของควีน (MQ-2)

ทดสอบการวัดค่าระดับความเข้มข้นของควีนกับระยะห่างที่เกิดควีนไฟตามระยะทางที่ทำการทดสอบแตกต่างกัน ดังนี้ 2, 5 และ 10 เซนติเมตร ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.7 และ 4.8 โดยนำค่าที่ได้จากการทดสอบ 5 ค่า มาทำการหาค่าเฉลี่ย พร้อมทั้งหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนตามระยะทางที่กำหนด แสดงดังตารางที่ 4.3



รูปที่ 4.7 การทดสอบวัดค่าระดับความเข้มข้นของควัน

44.70 30.9	231	44.10 30.7	146	37.20 30.8	109
44.40 31.0	234	44.20 30.7	139	37.10 30.8	109
44.50 30.9	217	44.70 30.7	151	37.10 30.8	106
44.70 30.9	215	45.30 30.7	146	37.10 30.8	103
44.80 30.9	225	45.40 30.8	141	36.80 30.7	99
45.10 30.9	221	45.30 30.8	136	36.40 30.6	96
44.70 31.00	166	44.80 30.8	137	36.80 30.50	95

รูปที่ 4.8 ผลจากการอ่านค่าระดับความเข้มข้นของควันตามระยะทางต่าง ๆ (2, 5 และ 10 เซนติเมตร ตามลำดับ)

ตารางที่ 4.3 ค่าของระดับความเข้มข้นของควันตามระยะทางต่าง ๆ

ค่าที่	ค่าของระดับความเข้มข้นของควัน		
	2 (เซนติเมตร)	5 (เซนติเมตร)	10 (เซนติเมตร)
1	231	146	109
2	234	139	109
3	217	151	106
4	215	146	103
5	225	141	99
ค่าเฉลี่ย	222.40	144.60	105.20
ค่าความคลาดเคลื่อน (%)	3.46	1.89	1.71

จากตารางที่ 4.3 แสดงค่าสุ่ม 5 ค่าจากการทดสอบการวัดระดับความเข้มข้นของควันตามระยะทางที่ทำการทดสอบแตกต่างกัน ดังนี้ 2, 5 และ 10 เซนติเมตร ตามลำดับ จากนั้นนำค่าจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบวัดระดับความเข้มข้นของควัน 5 ค่าของแต่ละระยะทางมาหาค่าเฉลี่ยรวม พร้อมทั้งหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน ดังสรุปค่าระดับความเข้มข้นของควันตามระยะทางต่าง ๆ ได้ดังนี้

1) ที่ระยะทาง 2 เซนติเมตร มีค่าระดับความเข้มข้นของควันเฉลี่ยรวม 222.40 มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 3.46 %

2) ที่ระยะทาง 5 เซนติเมตร มีค่าระดับความเข้มข้นของควันเฉลี่ยรวม 144.60 มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 1.89 %

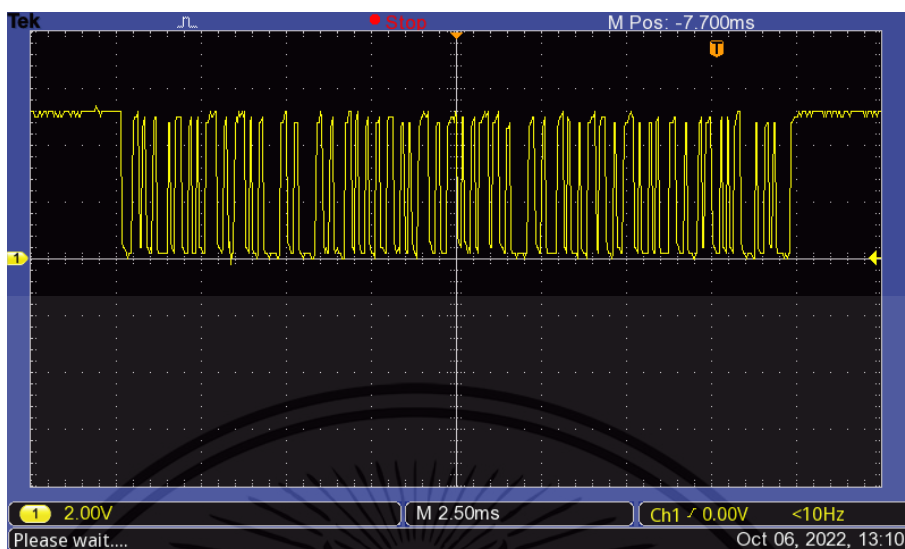
3) ที่ระยะทาง 10 เซนติเมตร มีค่าระดับความเข้มข้นของควันเฉลี่ยรวม 105.20 มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 1.71 %

4.4 ผลการทดสอบการรับค่าเซนเซอร์จากแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ

ในการจัดเก็บผลการทดสอบของระบบการรับค่าเซนเซอร์จากแบบจำลองวัดระยะห่างของน้ำ โดยทำการเก็บค่าจากเซนเซอร์ ได้แก่ ระยะห่างของน้ำ ความชื้น และอุณหภูมิ พร้อมทั้งแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า เก็บค่าจากเซนเซอร์ ได้แก่ ระดับความเข้มข้นของควัน ความชื้น และอุณหภูมิ สำหรับส่งค่าเซนเซอร์ให้กับโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ที่ถูกเชื่อมต่อกับคอนโทรลเลอร์ ซึ่งส่วนของการทดสอบการรับค่าเซนเซอร์จากแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ ยกตัวอย่างแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ ประกอบด้วยส่วนการวัดค่าสัญญาณบิตข้อมูลของแบบจำลองวัดระยะห่างของน้ำ การวัดกำลังส่งและแบนด์วิดท์ของแบบจำลองวัดระยะห่างของน้ำ และการส่งชุดข้อมูลจำลองไปยังภาครับ ซึ่งแต่ละส่วนสามารถอธิบายได้ดังนี้

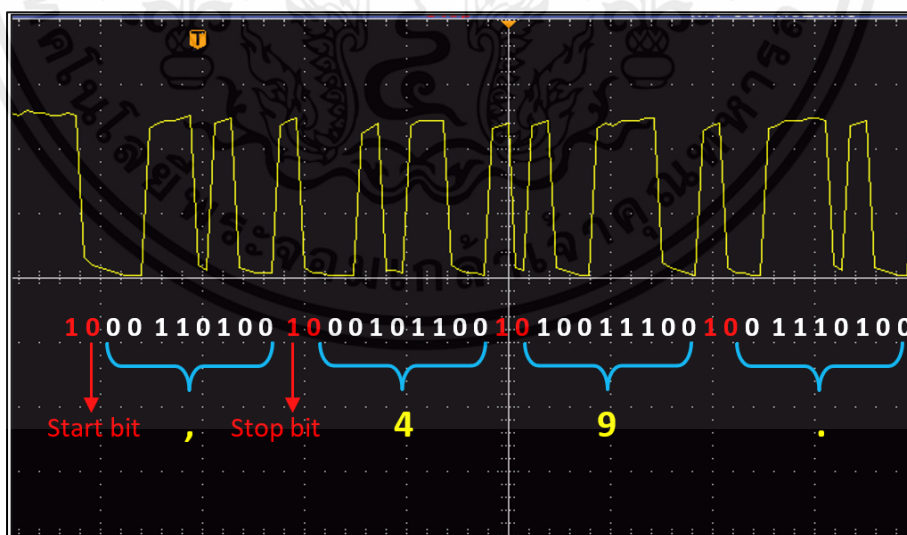
4.4.1 การทดสอบการวัดค่าสัญญาณบิตข้อมูลของแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ

ในการจัดเก็บผลการทดสอบของการวัดค่าสัญญาณบิตข้อมูลจาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ พร้อมเซนเซอร์ Ultrasonic และ DHT ของภาคส่ง และ Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาครับ โดยการใช้ Oscilloscope เพื่อตรวจสอบและทำการถอดรหัสของค่าสัญญาณบิตข้อมูลทั้ง CH1 และ CH2 ซึ่งแสดงอยู่ในรูปแบบการสื่อสารแบบ UART รหัส ASCII 8 บิต ตามด้วย Stop bit 1 บิต โดยเก็บผลค่าสัญญาณบิตข้อมูลที่วัดได้จากขา Tx ของ Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ พร้อมเซนเซอร์ Ultrasonic และ DHT22 ของภาคส่งบน CH1 แสดงดังรูปที่ 4.9



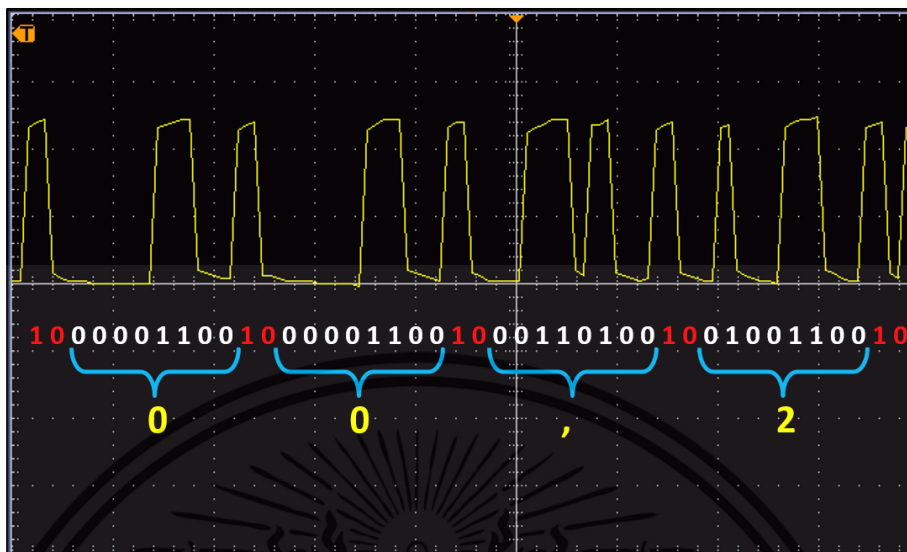
รูปที่ 4.9 ค่าสัญญาณบิตข้อมูลที่ได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ของภาคส่ง

จากรูปที่ 4.2 ค่าสัญญาณบิตข้อมูลที่ได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ของภาคส่ง ค่าที่ส่งจากเซนเซอร์ คือ ,49.00,27.90,6.14 โดยทำการถอดรหัสบิตข้อมูลทั้งหมด 17 ไบต์ ที่ได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ของภาคส่ง แสดงได้ดังรูปที่ 4.10

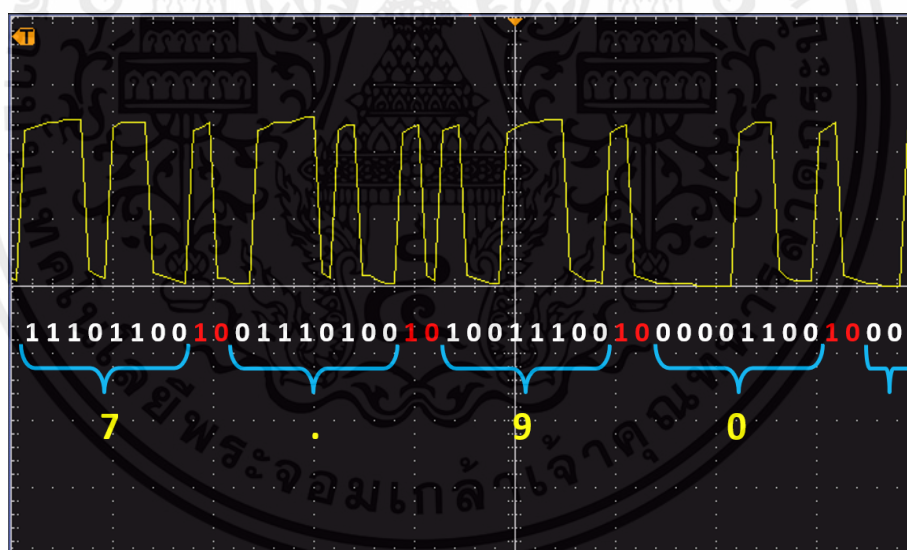


รูปที่ 4.10 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ของภาคส่ง (ไบต์ที่ 1-4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

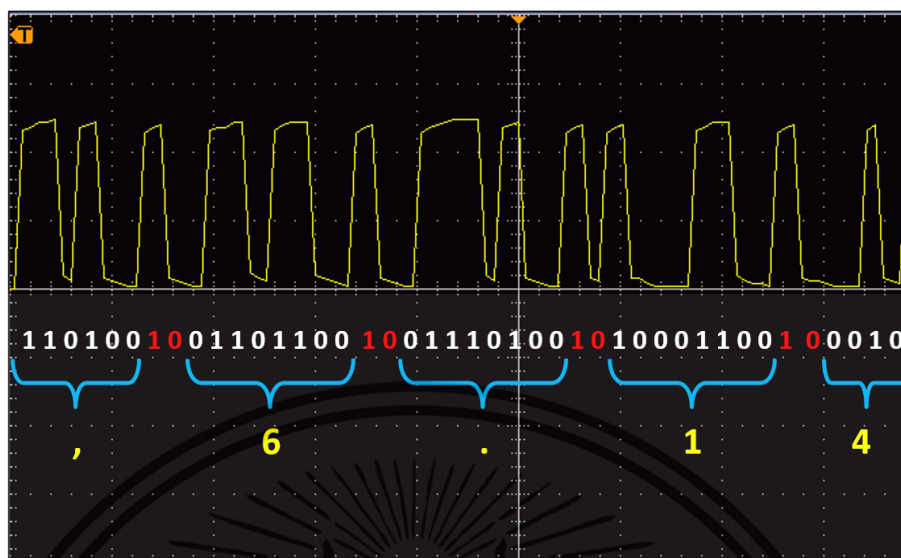


รูปที่ 4.11 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa
ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ของภาคส่ง (ไบนารีที่ 5-8)

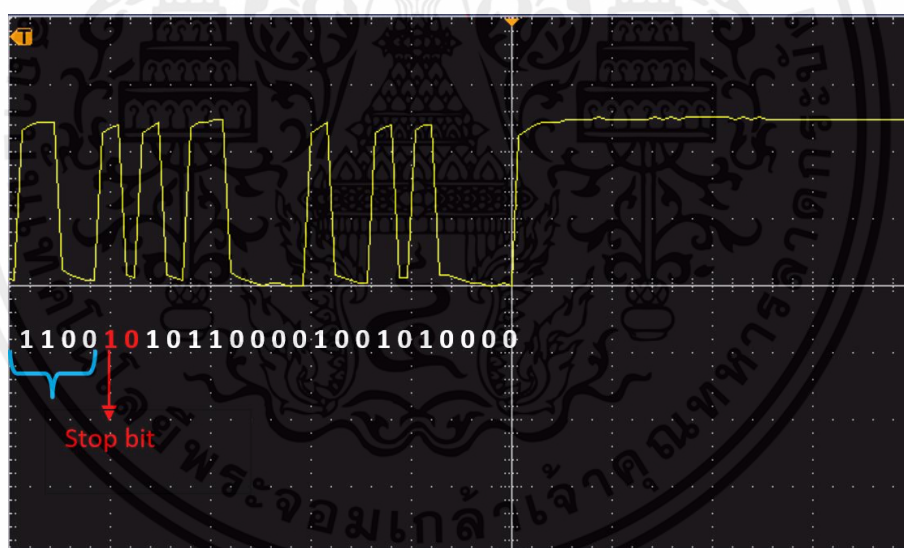


รูปที่ 4.12 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa
ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ของภาคส่ง (ไบนารีที่ 9-12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



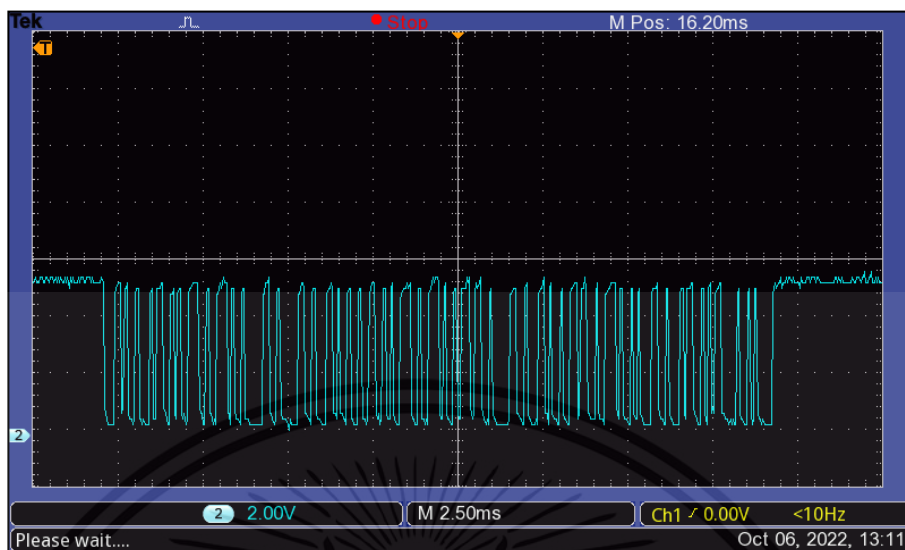
รูปที่ 4.13 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาคส่ง (ไบต์ที่ 13-17)



รูปที่ 4.14 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาคส่ง (ไบต์ที่ 17)

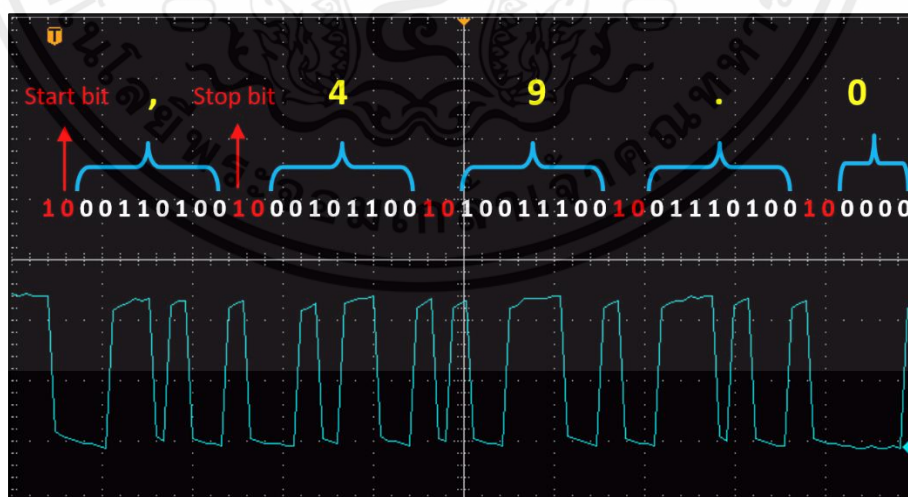
จากรูปที่ 4.14 แสดงค่าสัญญาณบิตค่าสัญญาณบิตข้อมูลที่ได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาคส่ง ทั้งหมดไบต์ที่ 17 ไบต์ จากนั้นวัดค่าสัญญาณบิตข้อมูลที่วัดได้จากขา Tx ของ Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ พร้อมเซนเซอร์ Ultrasonic และ DHT ของภาครับ CH2 แสดงดังรูปที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



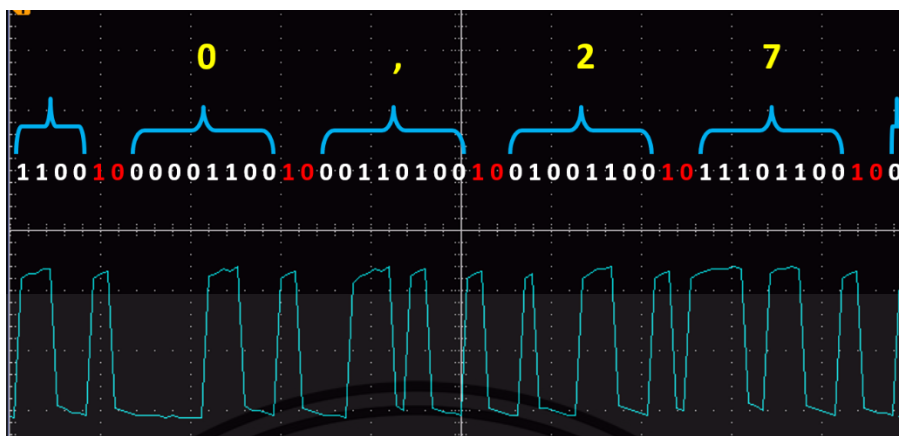
รูปที่ 4.15 ค่าสัญญาณบิตข้อมูลที่ได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ของภาครับ

จากรูปที่ 4.15 ค่าสัญญาณบิตข้อมูลที่ได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ของภาครับ ซึ่งได้รับค่าที่ถูกส่งจากเซนเซอร์ คือ ,49.00,27.90,6.14 จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ของภาคส่ง โดยทำการถอดรหัสบิตข้อมูลทั้งหมด 17 ไบต์ ที่ได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ของภาครับแสดงได้ดังรูปที่ 4.16

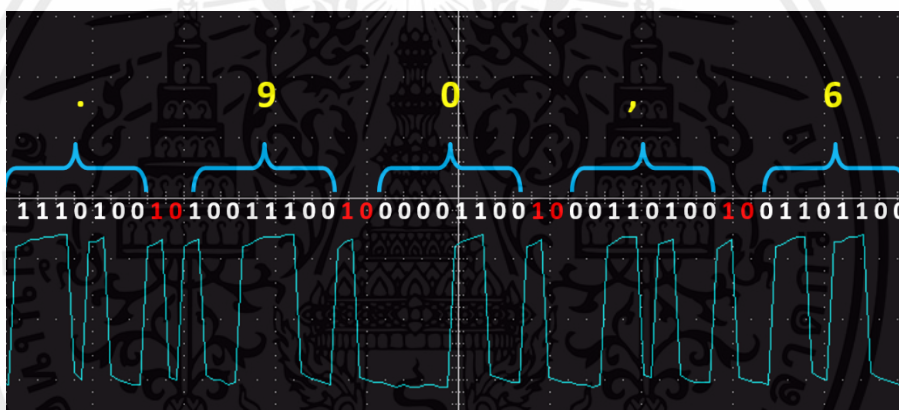


รูปที่ 4.16 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ของภาครับ (ไบต์ที่ 1-5)

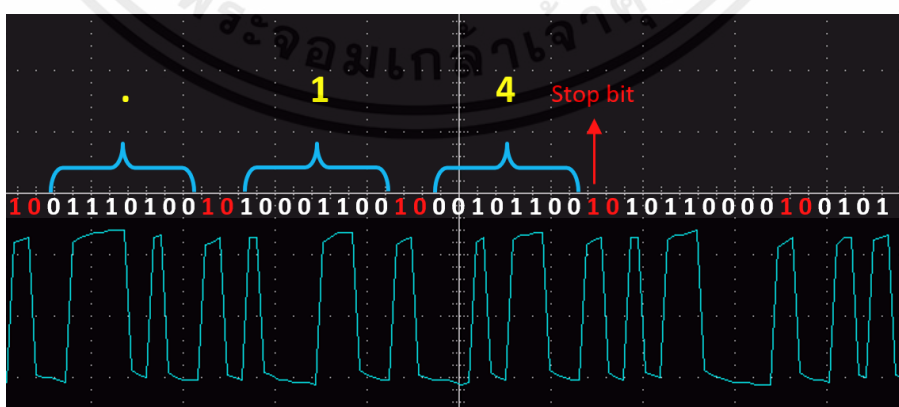
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาครับ (ไบต์ที่ 6-9)

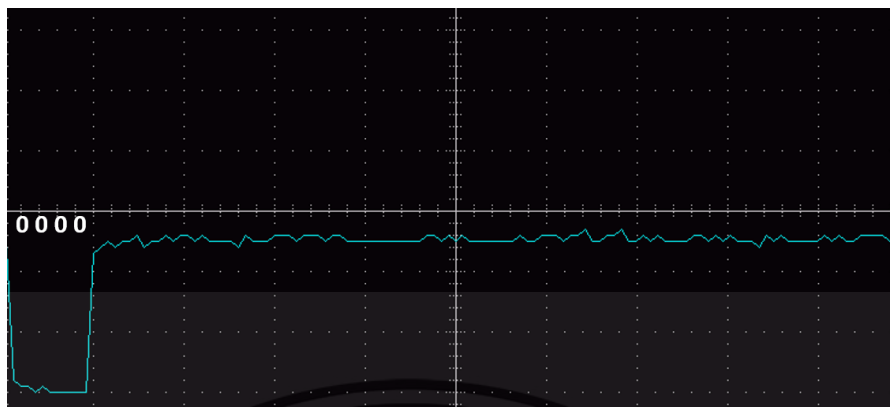


รูปที่ 4.18 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาครับ (ไบต์ที่ 10-14)



รูปที่ 4.19 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาครับ (ไบต์ที่ 15-17)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 ถอดรหัสบิตข้อมูลที่ได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ของภาครับ

จากรูปที่ 4.20 แสดงการถอดรหัสค่าสัญญาณบิตข้อมูลที่ได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ของภาครับ ถอดรหัสบิตข้อมูลทั้งหมด 17 บิต โดยตารางการถอดรหัสบิตข้อมูล และเปรียบเทียบค่าบิตข้อมูลที่วัดได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ พร้อมทั้งเซนเซอร์ Ultrasonic และ DHT ของภาคส่ง และ Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ของภาครับ แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การถอดรหัสบิตข้อมูล และเปรียบเทียบค่าบิตข้อมูลที่วัดได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ของภาคส่ง และ Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ของภาครับ

ASCII	ถอดรหัสโมดูลภาคส่ง	ถอดรหัสโมดูลภาครับ
,	00101100	00101100
4	00110100	00110100
9	00111001	00111001
.	00101110	00101110
0	00110000	00110000
0	00110000	00110000
,	00101100	00101100
2	00110010	00110010
7	00110111	00110111
.	00101110	00101110
9	00111001	00111001

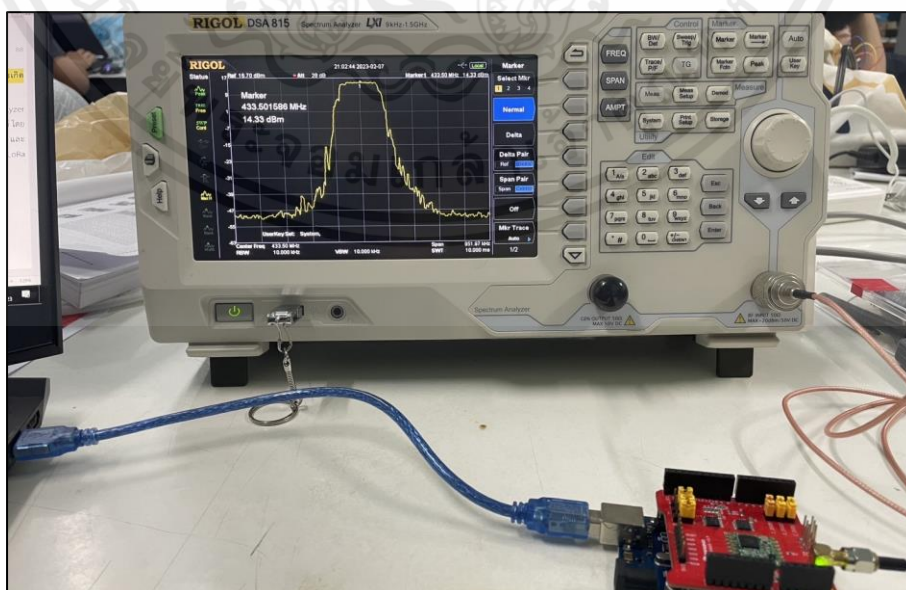
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 การถอดรหัสบิตข้อมูล และเปรียบเทียบค่าบิตข้อมูลที่วัดได้จาก Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาคส่ง และ Arduino UNO R3 ร่วมกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์ ของภาครับ (ต่อ)

ASCII	ถอดรหัสโมดูลภาคส่ง	ถอดรหัสโมดูลภาครับ
0	00110000	00110000
,	00101100	00101100
6	00110110	00110110
.	00101110	00101110
1	00110001	00110001
4	00110100	00110100

4.4.2 การทดสอบการวัดกำลังส่ง และแบนด์วิดท์ของแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ

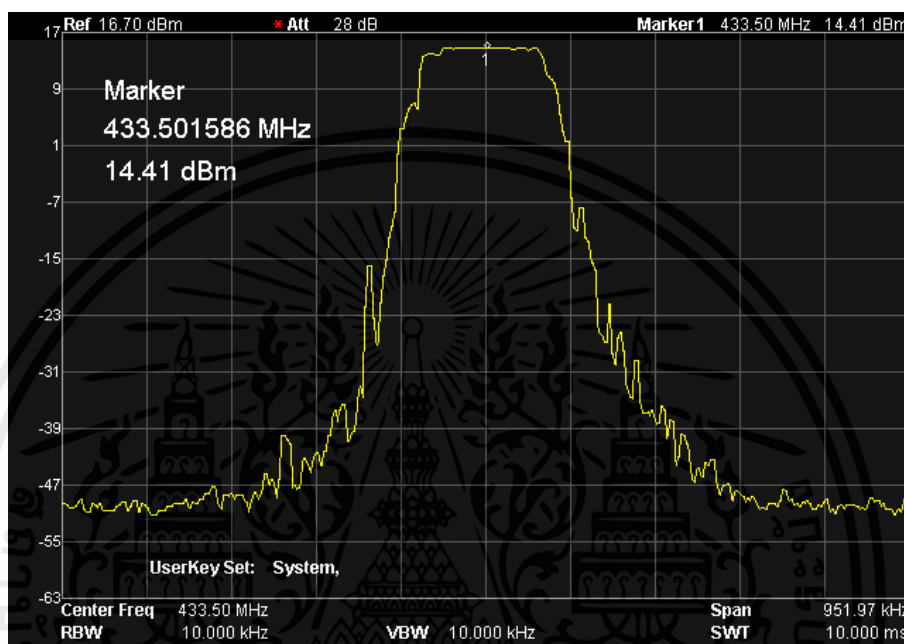
ในการจัดเก็บผลการวัดกำลังส่ง และแบนด์วิดท์โดยการใช้ Spectrum Analyzer สื่อสารผ่านย่านความถี่ 433.50 เมกะเฮิรตซ์ มีช่วงความถี่ระหว่าง 433.05-434.79 เมกะเฮิรตซ์ โดยก่อนการทดลองทำการวัดสัญญาณ LoRa ที่ มีการส่งข้อมูลจริง เพื่อตรวจสอบกำลังส่ง และแบนด์วิดท์ว่ามีความสอดคล้องตรงตามที่โปรแกรมได้ทำการออกแบบไว้ โดยการวัดสัญญาณ LoRa ผ่าน Spectrum Analyzer แสดงดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 การวัดสัญญาณ LoRa ผ่าน Spectrum Analyzer

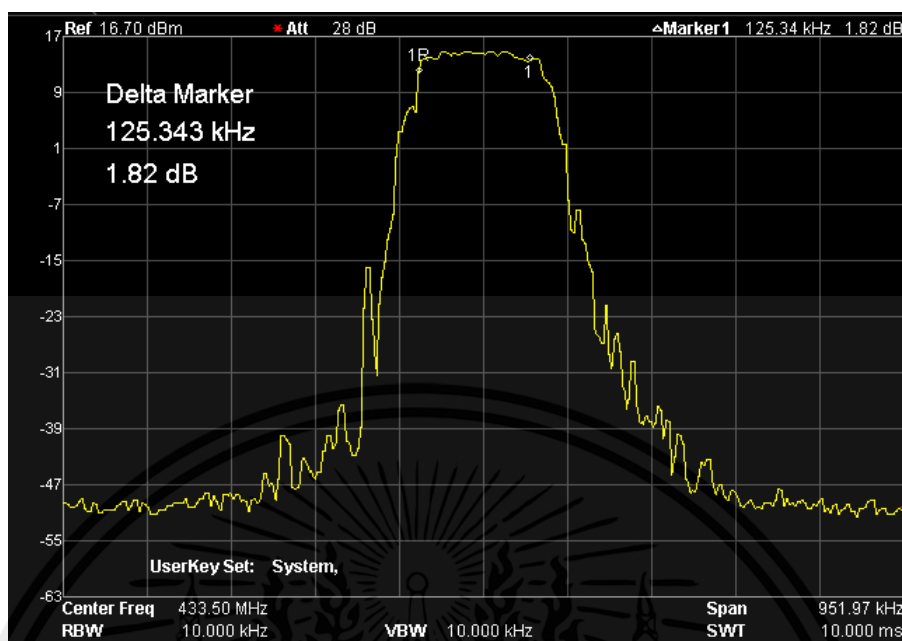
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.21 การวัดสัญญาณ LoRa ผ่าน Spectrum Analyzer ทำได้โดยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ LoRa กับ Spectrum Analyzer ได้โดยตรง และใช้ไฟเลี้ยงในการทำงานของโมดูล LoRa ผ่านคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดสัญญาณ LoRa จะกำหนดกำลังส่งเท่ากับ 14 dBm และแบนด์วิดท์เท่ากับ 125 กิโลเฮิร์ตซ์ โดยการวัดกำลังส่งผ่าน Spectrum Analyzer แสดงได้ดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 กำลังส่งจาก LoRa node ผ่าน Spectrum Analyzer

จากรูป 4.22 กำลังส่งจาก LoRa node ผ่าน Spectrum Analyzer โดยวัดกำลังส่ง จากแบนด์วิดท์ กำหนดไว้ที่ 125 กิโลเฮิร์ตซ์ มีกำลังส่งเท่ากับ 14.41 dBm จากนั้นทำการวัดแบนด์วิดท์ ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบโดยการสร้าง Marker จาก Spectrum Analyzer และเลือกฟังก์ชัน Delta เพื่อทำการเปรียบเทียบความต่างกันของ Marker 2 จุด และเพื่อให้สามารถสังเกตได้อย่างชัดเจนสามารถใช้วิธี Maximum hold สัญญาณที่ทำการส่งซ้ำ ๆ ที่ช่องสัญญาณเดิม โดยการวัดแบนด์วิดท์จาก LoRa node ด้วยวิธี Maximum hold ผ่าน Spectrum analyzer จะได้ลักษณะของสัญญาณแสดงได้ดังรูปที่ 4.23

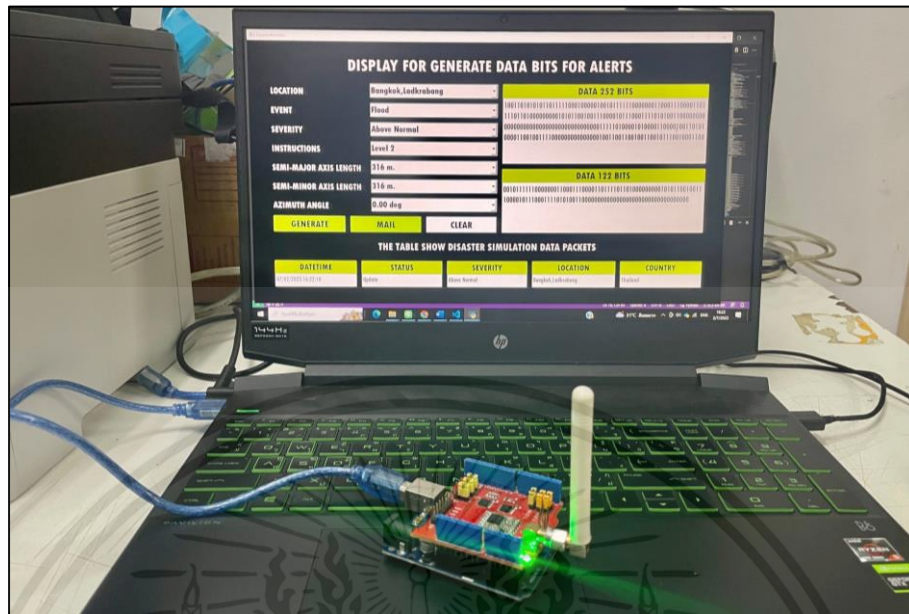


รูปที่ 4.23 แบนด์วิดท์จาก LoRa ด้วยวิธี Maximum hole ผ่าน Spectrum analyzer

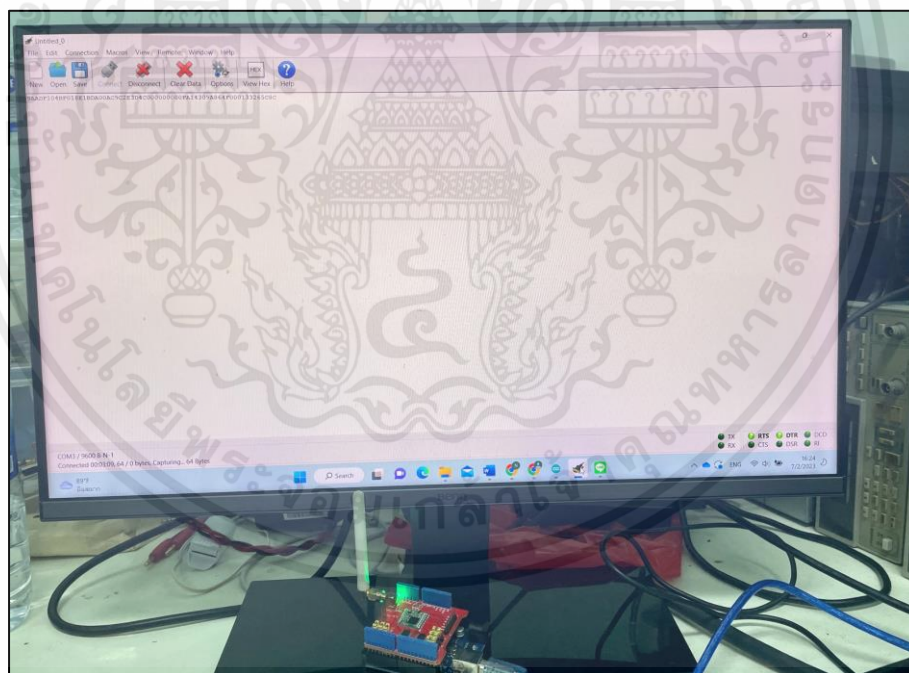
จากรูป 4.23 ผลการวัดค่าแบนด์วิดท์ของสัญญาณ LoRa ผ่าน Spectrum Analyzer มีแบนด์วิดท์เท่ากับ 125.343 กิโลเฮิร์ตซ์ แสดงให้เห็นว่ามีความใกล้เคียงกับที่มีการกำหนดแบนด์วิดท์ไว้ในโปรแกรมเช่นกัน

4.4.3 การทดสอบการส่งข้อมูลไปยังภาครับ

ในการจัดเก็บผลการทดสอบการส่งข้อมูลไปยังภาครับ โดยการใช้การส่งข้อมูลผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ เพื่อส่งชุดข้อมูลจำลองที่สร้างขึ้นให้กับเครื่องควบคุมภาครับ ซึ่งทำหน้าที่รับชุดข้อมูลจำลองมาทำการวิเคราะห์การเกิดภัยพิบัติ โดยการส่งชุดข้อมูลจำลองผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ แสดงดังรูปที่ 4.24 และการรับชุดข้อมูลจำลองผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ แสดงดังรูปที่ 4.25



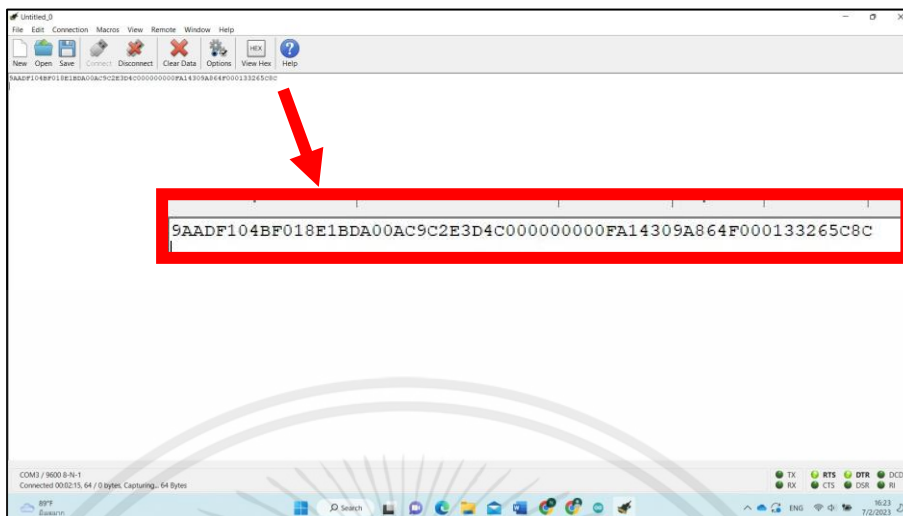
รูปที่ 4.24 การส่งชุดข้อมูลจำลองผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์



รูปที่ 4.25 การรับชุดข้อมูลจำลองผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์

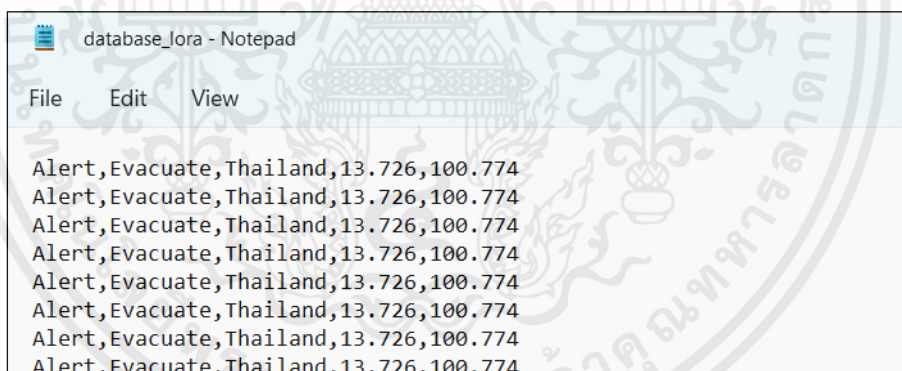
จากรูปที่ 4.24 และ 4.25 แสดงการรับ-ส่งข้อมูลผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ ของเครื่องควบคุมภาคส่ง เพื่อส่งชุดข้อมูลจำลอง EWS messages ให้แก่เครื่องควบคุมภาครับที่เชื่อมต่อกับโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ โดยชุดข้อมูลจำลองที่เครื่องควบคุมภาครับได้รับ แสดงดังรูปที่ 4.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 ชุดข้อมูลจำลองที่เครื่องควบคุมภาครับได้รับ

จากรูปที่ 4.26 แสดงชุดข้อมูลจำลองที่เครื่องควบคุมภาครับได้รับ จากนั้นทำการแปลงข้อมูลฐาน 16 เป็นเลขฐาน 2 และทำการคัดเลือก และเทียบบิตข้อมูล ซึ่งเป็นบิตข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและคาดการณ์โอกาสในการเกิดภัยพิบัติ แสดงดังรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 ข้อมูลจากการส่งผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ ที่แปลงและเลือกเพื่อใช้ในการแจ้งเตือนภัยพิบัติ

จากรูปที่ 4.27 แสดงข้อมูลจากการส่งผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ ที่แปลงและเลือกเพื่อใช้ในการแจ้งเตือนภัยพิบัติ โดยข้อมูลประกอบด้วย สถานะ ความรุนแรง ประเทศที่เกิดเหตุภัยพิบัติ ละติจูด และลองจิจูด จากนั้นบันทึกข้อมูลเป็นไฟล์สกุล txt และทำการนำข้อมูลไปใช้ในการสร้างหน้าจอแสดงผลและแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์และเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดสอบการรับค่าจากดาวเทียม QZSS

ในการจัดเก็บผลการรับค่าจากดาวเทียม QZSS เพื่อทำการรับ EWS Messages ที่ถูกส่งจาก QZSS ซึ่งข้อมูลที่ได้รับอยู่ในรูปแบบเลขฐาน 16 จากนั้นทำการแปลงเป็นเลขฐาน 2 และทำการคัดเลือก และเทียบบิตข้อมูล ซึ่งเป็นบิตข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและคาดการณ์โอกาสในการเกิดภัยพิบัติ โดยข้อมูลที่แปลงและเลือกเพื่อใช้ในการแจ้งเตือนภัยพิบัติเป็นไฟล์สกุล txt แสดงดังรูปที่ 4.28

```

database - Notepad
File Edit Format View Help
Alert,Geo,Flood,Critical Status,Thailand,14.374,100.486
Test,Geo,Flood,Critical Status,Thailand,13.679,100.527
Test,Geo,Flood,Critical Status,Thailand,13.751,100.483
Alert,Geo,Flood,Critical Status,Thailand,14.374,100.486
Test,Geo,Flood,Critical Status,Thailand,13.679,100.527
Test,Geo,Flood,Critical Status,Thailand,13.751,100.483
Alert,Geo,Flood,Critical Status,Thailand,14.374,100.486
Test,Geo,Flood,Critical Status,Thailand,13.679,100.527
Test,Geo,Flood,Critical Status,Thailand,13.751,100.483
Alert,Geo,Flood,Critical Status,Thailand,14.374,100.486
Test,Geo,Flood,Critical Status,Thailand,13.679,100.527
Test,Geo,Flood,Critical Status,Thailand,13.751,100.483
Alert,Geo,Flood,Critical Status,Thailand,14.374,100.486
Test,Geo,Flood,Critical Status,Thailand,13.679,100.527
Test,Geo,Flood,Critical Status,Thailand,13.751,100.483
  
```

รูปที่ 4.28 ข้อมูลจากการส่งจาก QZSS ที่แปลงและเลือกเพื่อใช้ในการแจ้งเตือนภัยพิบัติ

จากรูปที่ 4.28 แสดงข้อมูลจากการส่งจาก QZSS ที่แปลงและเลือกเพื่อใช้ในการแจ้งเตือนภัยพิบัติ โดยข้อมูลประกอบด้วย สถานะ หมวดหมู่เหตุการณ์ภัยพิบัติ หมวดหมู่ย่อยเหตุการณ์ภัยพิบัติ สถานะความรุนแรง ประเทศจุดเกิดภัยพิบัติ ละติจูด และลองจิจูด สำหรับข้อมูลจากไฟล์สกุล txt จะทำการนำข้อมูลไปใช้ในการสร้างหน้าจอแสดงผลและแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์และเสียง

4.6 การทดสอบการแสดงผล

ในการทดสอบแสดงผลผ่านเว็บไซต์โดยแบ่งเป็นหน้าจอแสดงผลในส่วนของภาคส่ง หน้าจอแสดงผลการสร้างชุดข้อมูล EWS messages และหน้าจอแสดงผลในภาครับ ซึ่งแต่ละส่วนสามารถอธิบายได้ดังนี้

4.6.1 หน้าจอแสดงผลในส่วนของภาคส่ง

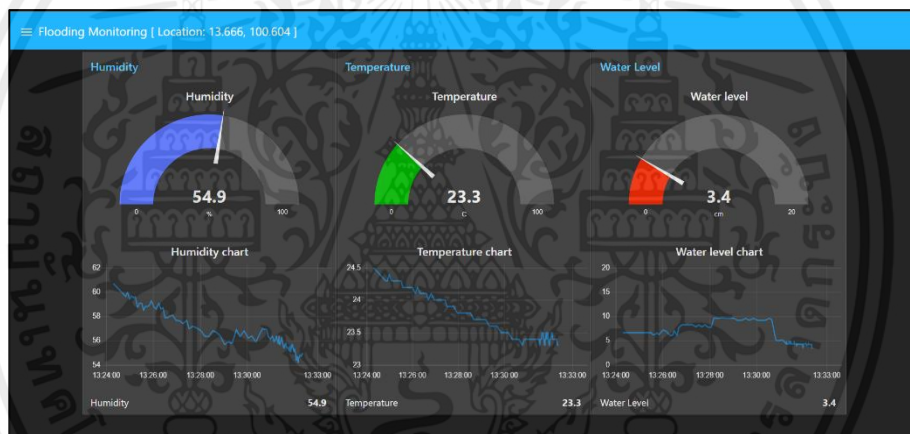
ในการแสดงผลของภาคส่ง มีการแสดงผลค่าเซนเซอร์จากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำด้วยเซนเซอร์ Ultrasonic และเซนเซอร์ DHT22 พร้อมทั้งแสดงผลค่าเซนเซอร์จากแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจจับการเกิดไฟฟ้าด้วยเซนเซอร์ MQ-2 และเซนเซอร์ DHT22 ซึ่งหน้าจอแสดงผลสามารถอธิบายได้ดังนี้

4.6.1.1 หน้าจอแสดงผลจากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ

การสร้างหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้รับจากเซนเซอร์ Ultrasonic และเซนเซอร์ DHT22 ทำหน้าที่เป็น Standalone sensor ในส่วนของภาคส่ง ซึ่งใช้ Node-RED ในการออกแบบ และสร้างหน้าจอแสดงผลค่าจากเซนเซอร์ โดยทำการเชื่อมต่อกับโหนดต่าง ๆ ของ Node-RED เช่น ToString split function และ debug จากนั้นเขียนคำสั่งที่จะนำค่าชุดข้อมูลมาทำการสร้างหน้าจอแสดงผลในรูปแบบของเกจวัด ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้น เพื่อเป็นหน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมระบบ โดยหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์จากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ แสดงดังรูปที่ 4.29



รูปที่ 4.29 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์จากแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ

จากรูปที่ 4.29 แสดงหน้าจอแสดงผลค่าจาก Standalone sensor ของแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำในส่วนของภาคส่ง ซึ่งเป็นหน้าจอแสดงผลในรูปแบบของเกจวัด ช่องแสดงตัวเลข และแผนภูมิเส้น โดยแสดงผลผ่าน Node-RED

ส่วนที่ 1 แสดงเกจวัด โดยแบ่งออกเป็น 3 แบบ แบบที่ 1 เกจวัดความชื้น เมื่อความชื้นระหว่าง 0-30 เปอร์เซ็นต์ เกจวัดแสดงสีฟ้า ความชื้นระหว่าง 30-70 เปอร์เซ็นต์ เกจวัดแสดงสีน้ำเงินอ่อน และความชื้นระหว่าง 70-100 เปอร์เซ็นต์ เกจวัดแสดงสีน้ำเงินเข้ม แบบที่ 2 เกจวัดอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิระหว่าง 0-30 องศาเซลเซียส เกจวัดแสดงสีเขียว อุณหภูมิระหว่าง 30-70 องศาเซลเซียส เกจวัดแสดงสีเหลือง และอุณหภูมิระหว่าง 70-100 องศาเซลเซียส เกจวัดแสดงสีแดง และแบบที่ 3 เกจวัดระยะห่างของน้ำ เมื่อระยะห่างของน้ำระหว่าง 0-5 เซนติเมตร เกจวัดแสดงสีแดง ระยะห่างของ

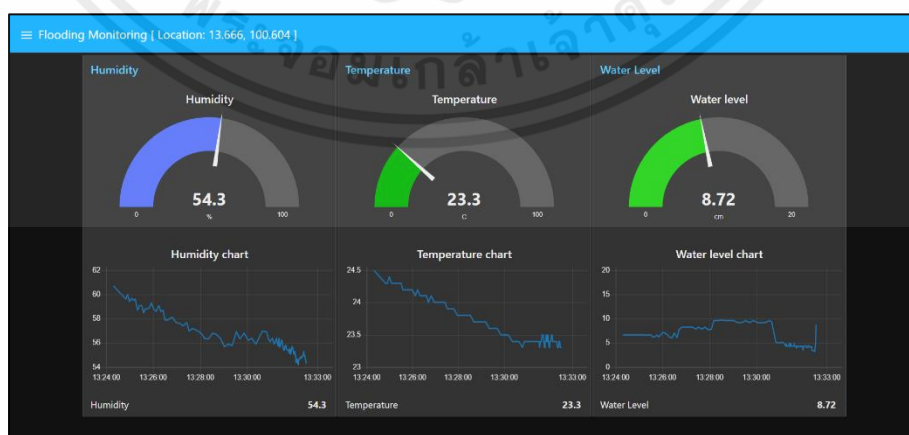
น้ำระหว่าง 5-7 เซนติเมตร เกจวัดแสดงสีเหลือง และระยะห่างของน้ำระหว่าง 7-20 เซนติเมตร เกจวัดแสดงสีเขียว

ส่วนที่ 2 แสดงตัวเลข โดยแบ่งออกเป็น 3 แบบ แบบที่ 1 ตัวเลขแสดงค่าความชื้น มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) แบบที่ 2 ตัวเลขแสดงค่าอุณหภูมิ มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส (°C) และแบบที่ 3 ตัวเลขแสดงค่าระยะห่างของน้ำ มีหน่วยเป็น เซนติเมตร (cm)

ส่วนที่ 3 แสดงแผนภูมิ โดยแบ่งออกเป็น 3 แบบเช่นกัน แบบที่ 1 แผนภูมิเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในหน่วยเปอร์เซ็นต์กับเวลา แบบที่ 2 แผนภูมิเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียสกับเวลา และแบบที่ 3 แผนภูมิเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของน้ำในหน่วยเซนติเมตรกับเวลา

โดยหน้าจอนี้ใช้เป็นหน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมระบบ และประชาชน เพื่อให้สามารถวิเคราะห์และติดตามสถานการณ์น้ำ และติดตามข้อมูลอุตุวิทยามา ซึ่งประกอบด้วย ความชื้น อุณหภูมิ และระยะห่างของน้ำ ตามลำดับ ซึ่งแสดงผลการตรวจวัดพารามิเตอร์ของ Standalone sensor ซึ่งประกอบไปด้วย ความชื้น (%) อุณหภูมิ (°C) และระดับน้ำจากฝิวน้ำจนถึงเซนเซอร์ (cm) โดยได้มีการกำหนดเงื่อนไขเพื่อจำลองการแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าดังต่อไปนี้

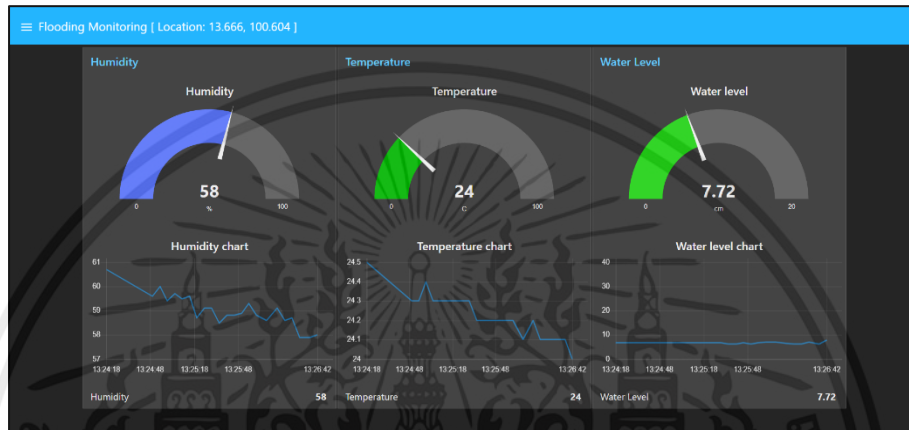
เงื่อนไขที่ 1 : เมื่อระดับน้ำน้อยกว่าหรือเท่ากับ 9 เกจวัดระยะห่างของน้ำแสดงสีเขียวสถานะ “update” ความรุนแรง “Above Normal” ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้นของระยะห่างของน้ำแสดงค่าระยะห่างของน้ำที่ตรวจวัดได้จาก Standalone sensor จากนั้นผู้ควบคุมระบบทำการดูหน้าจอแสดงผล Standalone sensor วิเคราะห์ข้อมูลการเกิดภัยพิบัติเพื่อสร้างชุดข้อมูลบนหน้าจอสร้างชุดข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.30 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์ของแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ เงื่อนไขที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขที่ 2 : เมื่อระดับน้ำน้อยกว่าหรือเท่ากับ 8 เกจวัดระยะห่างของน้ำแสดงสีเขียวสถานะ “update” ความรุนแรง “Prepare for Disaster” ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้นของระยะห่างของน้ำแสดงค่าระยะห่างของน้ำที่ตรวจวัดได้จาก Standalone sensor จากนั้นผู้ควบคุมระบบทำการดูหน้าจอแสดงผล Standalone sensor วิเคราะห์ข้อมูลการเกิดภัยพิบัติเพื่อสร้างชุดข้อมูลบนหน้าจอสร้างชุดข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์ของแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ เงื่อนไขที่ 2

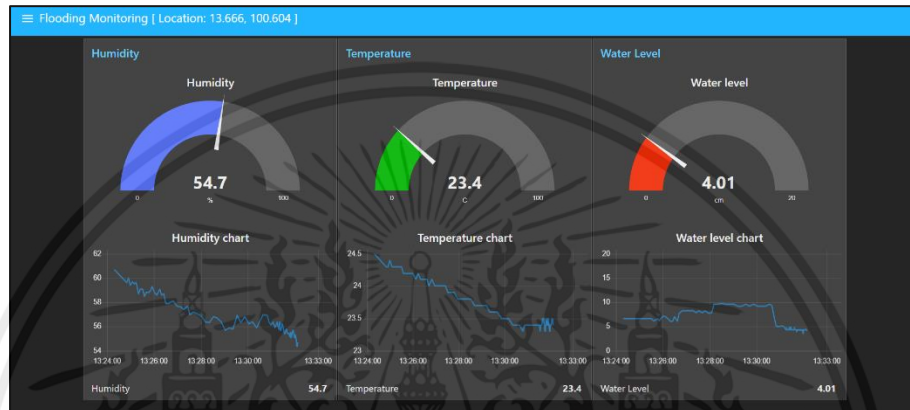
เงื่อนไขที่ 3 : เมื่อระดับน้ำน้อยกว่าหรือเท่ากับ 7 เกจวัดระยะห่างของน้ำแสดงสีเหลืองสถานะ “alert” ความรุนแรง “Critical Status” ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้นของระยะห่างของน้ำแสดงค่าระยะห่างของน้ำที่ตรวจวัดได้จาก Standalone sensor จากนั้นผู้ควบคุมระบบทำการดูหน้าจอแสดงผล Standalone sensor วิเคราะห์ข้อมูลการเกิดภัยพิบัติเพื่อสร้างชุดข้อมูลบนหน้าจอสร้างชุดข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4.32



รูปที่ 4.32 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์ของแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ เงื่อนไขที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

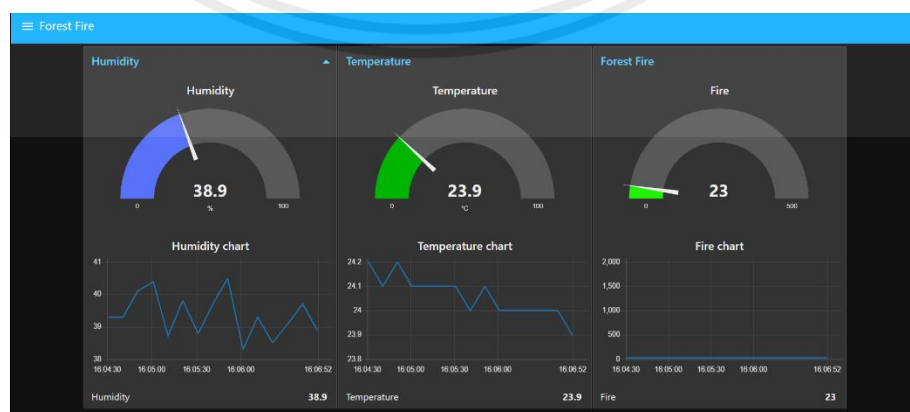
เงื่อนไขที่ 4 : เมื่อระดับน้ำน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 เกจวัดระยะห่างของน้ำแสดงสีแดง สถานะ “alert” ความรุนแรง “Evacuate” ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้นของระยะห่างของน้ำ แสดงค่าระยะห่างของน้ำที่ตรวจวัดได้จาก Standalone sensor จากนั้นผู้ควบคุมระบบทำการดูหน้าจอบ่งชี้ผล Standalone sensor วิเคราะห์ข้อมูลการเกิดภัยพิบัติเพื่อสร้างชุดข้อมูลบนหน้าจอสั่งสร้างชุดข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4.33



รูปที่ 4.33 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์ของแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ เงื่อนไขที่ 4

4.6.1.2 หน้าจอแสดงผลจากแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟป่า

การสร้างหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้รับจากเซนเซอร์ MQ-2 และเซนเซอร์ DHT22 ซึ่งใช้ Node-RED ในการออกแบบ และสร้างหน้าจอแสดงผลค่าจากเซนเซอร์ โดยทำการเชื่อมต่อกับโหนดต่าง ๆ ของ Node-RED เช่น ToString split function และ debug จากนั้นเขียนคำสั่งที่จะนำค่าชุดข้อมูลมาทำการสร้างหน้าจอแสดงผลในรูปแบบของเกจวัด ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้น เพื่อเป็นหน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมระบบ โดยตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์จากแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟป่า ในส่วนของภาคส่ง แสดงดังรูปที่ 4.34



รูปที่ 4.34 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์ของแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟป่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.34 แสดงหน้าจอแสดงผลค่าจาก Standalone sensor ของแบบจำลอง ตรวจจับการเกิดไฟฟ้าในส่วนของภาคส่ง ซึ่งเป็นหน้าจอแสดงผลในรูปแบบของเกจวัด ช่องแสดง ตัวเลขและแผนภูมิเส้น โดยแสดงผลผ่าน Node-RED

ส่วนที่ 1 แสดงเกจวัด โดยแบ่งออกเป็น 3 แบบ แบบที่ 1 เกจวัดความชื้น เมื่อความชื้น ระหว่าง 0-30 เปอร์เซ็นต์ เกจวัดแสดงสีฟ้า ความชื้นระหว่าง 30-70 เปอร์เซ็นต์ เกจวัดแสดงสีน้ำเงินอ่อน และความชื้นระหว่าง 70-100 เปอร์เซ็นต์ เกจวัดแสดงสีน้ำเงินเข้ม แบบที่ 2 เกจวัดอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิระหว่าง 0-30 องศาเซลเซียส เกจวัดแสดงสีเขียว อุณหภูมิระหว่าง 30-70 องศาเซลเซียส เกจวัดแสดงสีเหลือง และอุณหภูมิระหว่าง 70-100 องศาเซลเซียส เกจวัดแสดงสีแดง และแบบที่ 3 เกจวัดระดับความเข้มข้นของควัน เมื่อระดับความเข้มข้นของควันมากกว่า 150 เกจวัดแสดงสีแดง ระดับความเข้มข้นของควันน้อยกว่าหรือเท่ากับ 150 เกจวัดแสดงสีเหลือง และระดับความเข้มข้นของควันระหว่างน้อยกว่าเท่ากับ 50 เกจวัดแสดงสีเขียว

ส่วนที่ 2 แสดงตัวเลข โดยแบ่งออกเป็น 3 แบบ แบบที่ 1 ตัวเลขแสดงค่าความชื้น มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) แบบที่ 2 ตัวเลขแสดงค่าอุณหภูมิ มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส (°C) และแบบที่ 3 ตัวเลขแสดงค่าระดับความเข้มข้นของควัน

ส่วนที่ 3 แสดงแผนภูมิ โดยแบ่งออกเป็น 3 แบบเช่นกัน แบบที่ 1 แผนภูมิเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในหน่วยเปอร์เซ็นต์กับเวลา แบบที่ 2 แผนภูมิเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียสกับเวลา และแบบที่ 3 แผนภูมิเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของควัน

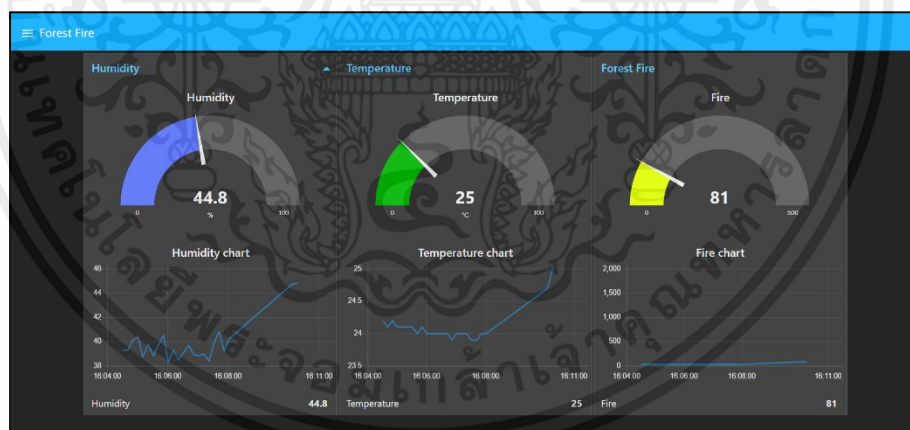
โดยหน้าจอนี้ใช้เป็นหน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมระบบ และประชาชน เพื่อให้สามารถวิเคราะห์และติดตามสถานการณ์น้ำ และติดตามข้อมูลอุตุ นิยมวิทยา ซึ่งประกอบด้วย ความชื้น อุณหภูมิ และระดับความเข้มข้นของควัน ตามลำดับ ซึ่งแสดงผลการตรวจวัดพารามิเตอร์ ของ Standalone sensor ซึ่งประกอบไปด้วย ความชื้น (%) อุณหภูมิ (°C) และระดับความเข้มข้นของควัน โดยได้มีการกำหนดเงื่อนไขเพื่อจำลองการแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าดังต่อไปนี้

เงื่อนไขที่ 1 : เมื่อระดับความเข้มข้นของควันน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 เกจวัดระดับความเข้มข้นของควันสีเขียว สถานะ “update” ความรุนแรง “Above Normal” ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้นของระดับความเข้มข้นของควัน แสดงค่าระดับความเข้มข้นของควัน ที่ตรวจวัดได้จาก Standalone sensor จากนั้นผู้ควบคุมระบบทำการดูหน้าจอแสดงผล Standalone sensor วิเคราะห์ข้อมูลการเกิดภัยพิบัติเพื่อสร้างชุดข้อมูลบนหน้าจอสร้างชุดข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4.35



รูปที่ 4.35 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์ของแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟป่า เงื่อนไขที่ 1

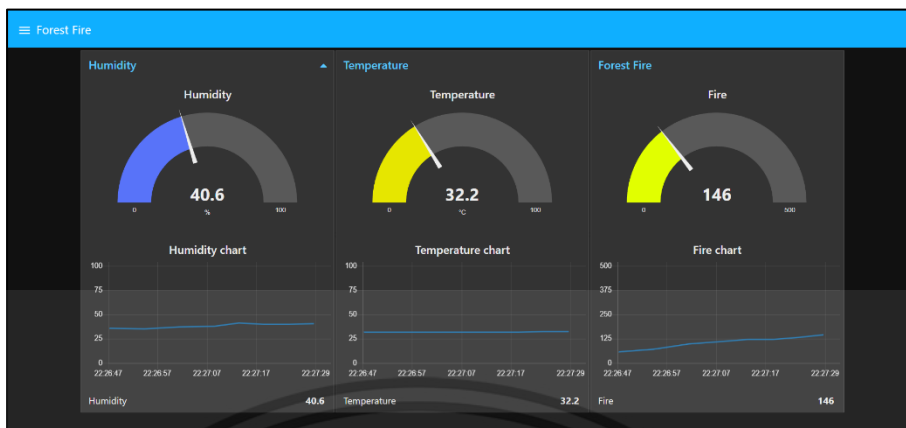
เงื่อนไขที่ 2 : เมื่อระดับความเข้มข้นของควันน้อยกว่าหรือเท่ากับ 100 เกจวัดระดับความเข้มข้นของควันแสดงสีเขียว สถานะ “update” ความรุนแรง “Prepare for Disaster” ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้นของระดับความเข้มข้นของควันแสดงค่าระยะห่างของน้ำที่ตรวจวัดได้จาก Standalone sensor จากนั้นผู้ควบคุมระบบทำการดูหน้าจอแสดงผล Standalone sensor วิเคราะห์ข้อมูลการเกิดภัยพิบัติเพื่อสร้างชุดข้อมูลบนหน้าจอสร้างชุดข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4.36



รูปที่ 4.36 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์ของแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟป่า เงื่อนไขที่ 2

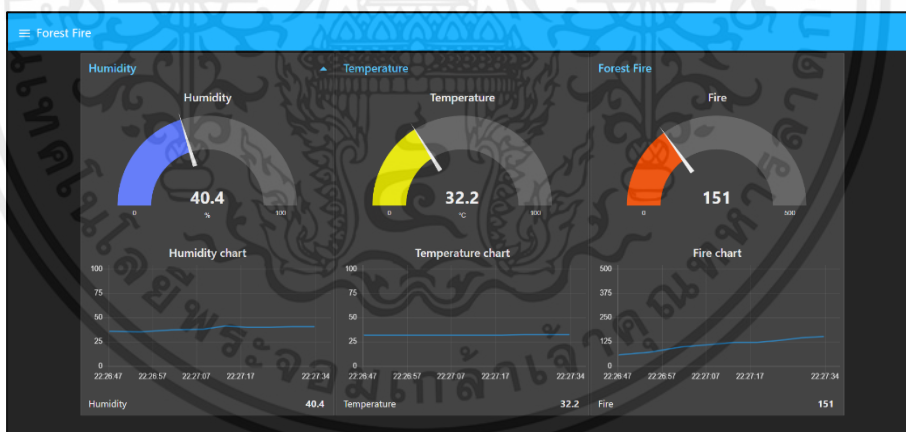
เงื่อนไขที่ 3 : เมื่อระดับความเข้มข้นของควันน้อยกว่าหรือเท่ากับ 120 เกจวัดระดับความเข้มข้นของควันสีเหลือง สถานะ “aleart” ความรุนแรง “Critical Status” ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้นของระดับความเข้มข้นของควันแสดงค่าระดับความเข้มข้นของควันที่ตรวจวัดได้จาก Standalone sensor จากนั้นผู้ควบคุมระบบทำการดูหน้าจอแสดงผล Standalone sensor วิเคราะห์ข้อมูลการเกิดภัยพิบัติเพื่อสร้างชุดข้อมูลบนหน้าจอสร้างชุดข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.37 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์ของแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟป่า เงื่อนไขที่ 3

เงื่อนไขที่ 4 : เมื่อระดับความเข้มข้นของควันมากกว่าหรือเท่ากับ 150 เกจระดับความเข้มข้นของควันแสดงสีแดง สถานะ “alert” ความรุนแรง “Evacuate” ช่องแสดงตัวเลขและแผนภูมิเส้นของระดับความเข้มข้นของควันแสดงค่าระดับความเข้มข้นของควันที่ตรวจวัดได้จาก Standalone sensor จากนั้นผู้ควบคุมระบบทำการดูหน้าจอแสดงผล Standalone sensor วิเคราะห์ข้อมูลการเกิดภัยพิบัติเพื่อสร้างชุดข้อมูลบนหน้าจอสร้างชุดข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4.38



รูปที่ 4.38 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์ของแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟป่า เงื่อนไขที่ 4

4.6.2 หน้าจอแสดงผลการสร้างชุดข้อมูล EWS messages

ในการแสดงผลของการสร้างชุดข้อมูล EWS messages ในภาคส่งผู้ควบคุมระบบจะทำการตรวจสอบข้อมูลที่ได้รับจากเซนเซอร์ที่แสดงผลบนหน้าจอแสดงผลค่าเซนเซอร์ของแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ เพื่อทำการวิเคราะห์ถึงโอกาสการเกิดภัยพิบัติ หลังจากนั้นจะทำการส่งข้อมูลโดยเริ่มจากการป้อนข้อมูลลงบนหน้าจอสร้างชุดข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ต้องป้อนประกอบด้วย Location Event

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Severity Semi-major axis length Semi-minor axis length และ Azimuth angle โดยช่องสำหรับป้อนข้อมูลที่ใช้ในการแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าแสดงดังรูปที่ 4.39

รูปที่ 4.39 ช่องสำหรับป้อนข้อมูลที่ใช้ในการแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้า

จากนั้นทำการกดปุ่ม “Generate” เพื่อส่งชุดข้อมูลที่ใช้ในการแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าต่อไปยังภาครับผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิรตซ์ ซึ่งข้อมูลที่ป้อนจะถูกแปลงและแทรกบิตข้อมูลเพื่อให้สอดคล้องกับ EWS message ที่ได้รับจริงจาก QZSS โดยปุ่มสำหรับบันทึกชุดข้อมูลเป็นไฟล์สกุล txt และส่งต่อข้อมูลไปยังภาครับ แสดงดังรูปที่ 4.40

รูปที่ 4.40 ปุ่มสำหรับบันทึกชุดข้อมูลเป็นไฟล์สกุล txt และส่งต่อข้อมูลไปยังภาครับ

จากรูปที่ 4.40 เมื่อทำการกดปุ่มสำหรับบันทึกชุดข้อมูลเป็นไฟล์สกุล txt และส่งต่อข้อมูลไปยังภาครับเรียบร้อยแล้ว แล้วต้องการล้างไฟล์สกุล txt ต้องทำการกดปุ่ม “Clear” โดยการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานของปุ่มล่านั้นจะทำการล้างข้อมูลบนไฟล์สกุล txt ทิ้งทั้งหมด รวมถึงชุดข้อมูลบิตที่แสดงบนหน้าจอสร้างชุดข้อมูลด้วย โดยปุ่มสำหรับการล้างข้อมูลแสดงดังรูปที่ 4.41

รูปที่ 4.41 ปุ่มสำหรับการล้างข้อมูล

จากรูปที่ 4.41 ทำการล้างข้อมูลบนไฟล์สกุล txt ทิ้งทั้งหมด รวมถึงชุดข้อมูลบิตที่แสดงบนหน้าจอสร้างชุดข้อมูล หากต้องการส่งชุดข้อมูลจำลองไปยัง Command center ต้องทำการกดปุ่ม “Mail” สำหรับสร้างชุดข้อมูลจำลองซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลที่ผู้ควบคุมได้ทำการเลือกข้อมูลโดยจะสร้างข้อมูลเป็นเลขฐาน 2 จำนวน 122 บิต สำหรับส่งไปยัง Command center เพื่อใช้แจ้งเตือนต่อไป โดยปุ่มสำหรับการส่งชุดข้อมูลจำลองไปยัง Command center ดังรูปที่ 4.42

รูปที่ 4.42 ปุ่มสำหรับการส่งชุดข้อมูลจำลองไปยัง Command center

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างชุดข้อมูลจากภาคส่ง โดยข้อมูลที่ต้องเลือก ได้แก่ Location Event Severity Semi-major axis length Semi-major axis length และ Azimuth angle แสดงหน้าจอการสร้างชุดข้อมูล EWS messages เมื่อทำการเลือกข้อมูลที่ต้องการส่งไปยังภาครับแล้ว ทำการกดปุ่ม Generate เพื่อส่งข้อมูลไปเก็บไว้ในไฟล์สกุล txt โดยภาครับสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการแจ้งเตือนต่อได้ ดังรูปที่ 4.43

LOCATION	EVENT	SEVERITY	INSTRUCTIONS	SEMI-MAJOR AXIS LENGHT	SEMI-MINOR AXIS LENGHT	AZIMUTH ANGLE
Bangkok, Ladkrabang	Flood	Above Normal	Level 2	316 m.	316 m.	0.00 deg

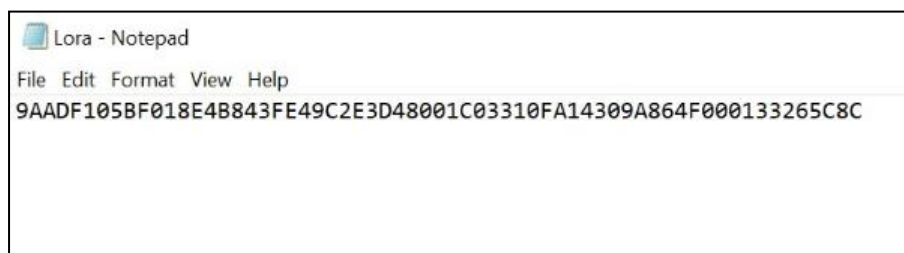
DATE TIME	STATUS	SEVERITY	LOCATION	COUNTRY
17/09/2022 14:33:58	Update	Above Normal	Bangkok, Ladkrabang	Thailand

รูปที่ 4.43 ตัวอย่างการสร้างชุดข้อมูลที่ 1 จากหน้าจอการสร้างชุดข้อมูล EWS messages

ตัวอย่างการสร้างชุดข้อมูลที่ 1 ซึ่งถูกจัดเก็บไว้เป็นไฟล์สกุล txt โดยข้อมูลที่เลือกส่งมีองค์ประกอบดังนี้

- 1) Location: Bangkok, Ladkrabang
- 2) Event: Flood
- 3) Severity: Above Normal
- 4) Semi-major axis length: 316 m.
- 5) Semi-major axis length: 316 m.
- 6) Azimuth angle: 0.00 degree

จะได้ชุดข้อมูลดังรูปที่ 4.45



รูปที่ 4.44 ตัวอย่างผลการสร้างชุดข้อมูลที่ 1 ผ่านหน้าจอการสร้างชุดข้อมูล EWS messages

จากหน้าจอการสร้างชุดข้อมูล หาก Generate ชุดข้อมูลเสร็จสิ้น และต้องการสร้างชุดข้อมูลถัดไป ซึ่งต้องมีการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบของข้อมูล สามารถทำได้โดยการกดปุ่ม Clear โปรแกรมจะทำการล้างข้อมูลในไฟล์สกุล txt ที่ทำการสร้างชุดข้อมูลไป ดังรูปที่ 4.45

LOCATION	Bangkok,Ladkrabang	DATA 252 BITS
EVENT	Flood	
SEVERITY	Above Normal	
INSTRUCTIONS	Level 2	
SEMI-MAJOR AXIS LENGHT	316 m.	DATA 122 BITS
SEMI-MINOR AXIS LENGHT	316 m.	
AZIMUTH ANGLE	0.00 deg	
GENERATE	MAIL	CLEAR

THE TABLE SHOW DISASTER SIMULATION DATA PACKETS

DATETIME	STATUS	SEVERITY	LOCATION	COUNTRY
18/09/2022 15:22:51	Update	Above Normal	Bangkok,Ladkrabang	Thailand

รูปที่ 4.45 หน้าจอการสร้างชุดข้อมูลหลังจากกดปุ่ม Clear

จากนั้นหากต้องการสร้างชุดข้อมูลถัดไป สามารถกระทำได้ตามขั้นตอนเดิม โดยจากรูปที่ 4.46 และ 4.47 แสดงตัวอย่างหน้าจอการสร้างชุดข้อมูล EWS messages ที่ 2 และผลการสร้างชุดข้อมูลที่ 2 โดยกำหนดให้ข้อมูลมีองค์ประกอบดังนี้

- 1) Location: Ayutthaya, Bangban
- 2) Event: Forest Fire
- 3) Severity: Prepare for Disaster
- 4) Semi-major axis length: 2.57 km.
- 5) Semi-major axis length: 2.57 km
- 6) Azimuth angle: 11.61 degree

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

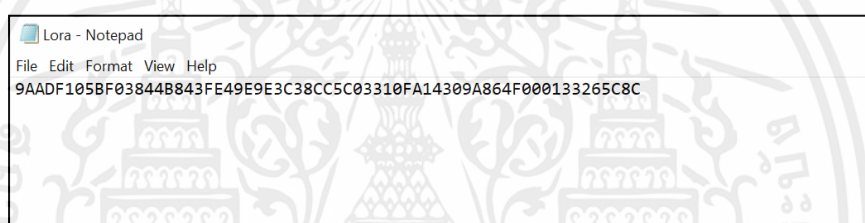
DISPLAY FOR GENERATE DATA BITS FOR ALERTS

LOCATION	Ayuthaya,Bangban	DATA 252 BITS
EVENT	Forest Fire	10011010101011011110001000010010111110000011100001000001101
SEVERITY	Prepare For Disaster	111011010000000001010010011110100111100011110000111000110011
INSTRUCTIONS	Level 3	0001000000000000000000000000000011110100001010000110000100110101
SEMI-MAJOR AXIS LENGHT	2.57 km.	000011001001111000000000000100110011001001100111001001110010001100
SEMI-MINOR AXIS LENGHT	2.57 km.	DATA 122 BITS
AZIMUTH ANGLE	11.61 deg	0010111110000001110000100000110111101101000000001010010010011
		110100111100011110001110001100110011001000100000000000000000
<input type="button" value="GENERATE"/> <input type="button" value="MAIL"/> <input type="button" value="CLEAR"/>		

THE TABLE SHOW DISASTER SIMULATION DATA PACKETS

DATETIME	STATUS	SEVERITY	LOCATION	COUNTRY
18/09/2022 15:27:26	Update	Prepare For Disaster	Ayuthaya,Bangban	Thailand

รูปที่ 4.46 ตัวอย่างการสร้างชุดข้อมูล EWS messages ที่ 2 จากหน้าจอการสร้างชุดข้อมูล



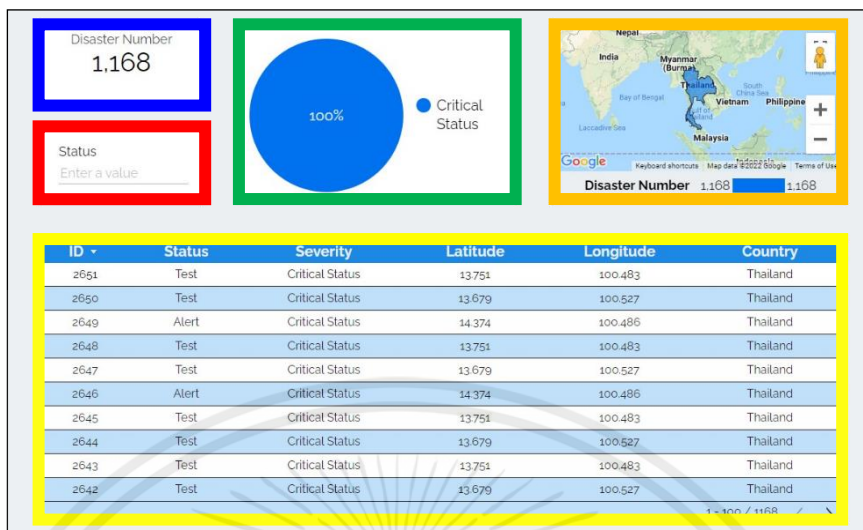
รูปที่ 4.47 ตัวอย่างผลการสร้างชุดข้อมูล EWS messages ที่ 2 ผ่านหน้าจอการสร้างชุดข้อมูล

4.6.3 หน้าจอแสดงผลในภาครับ

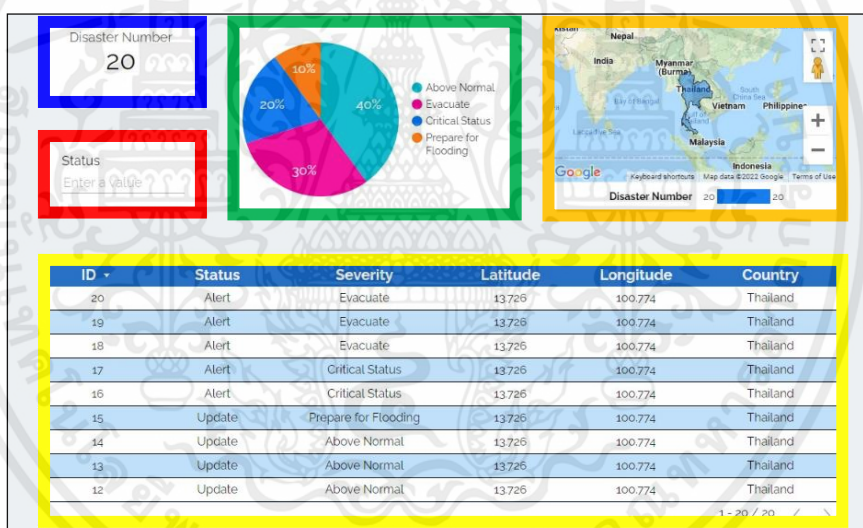
ในการแสดงผลของภาครับ มีการแสดงผล 2 รูปแบบ ได้แก่ จอแสดงผลผ่าน Google Data Studio โดยจะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลเพื่อแสดงผลผ่าน Google Data Studio เพื่อเป็นหน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมระบบ และหน้าจอแสดงผลบนเว็บไซต์สาธารณะรูปแบบแผนที่บอกตำแหน่งของเซนเซอร์ ซึ่งการแสดงผลแต่ละรูปแบบสามารถอธิบายได้ดังนี้

4.6.3.1 หน้าจอแสดงผลข้อมูลภาครับจากฐานข้อมูลผ่าน Google Data Studio

ในส่วนนี้เป็นการออกแบบหน้าจอแสดงผลผ่าน Google Data Studio โดยทำการบันทึกข้อมูลที่รับจริงจาก QZSS และข้อมูลที่รับจากภาคส่งในฐานข้อมูล จากนั้นทำการสร้างหน้าจอแสดงผล โดยจะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลเพื่อแสดงผลผ่าน Google Data Studio โดยหน้าจอแสดงผลข้อมูลของภาครับที่รับจริงจาก QZSS บน Google Data Studio และหน้าจอแสดงผลข้อมูลของภาครับที่รับจากภาคส่งบน Google Data Studio แสดงดังรูปที่ 4.48 และ 4.49



รูปที่ 4.48 หน้าจอแสดงผลข้อมูลของภาครับที่รับจริงจาก QZSS บน Google Data Studio

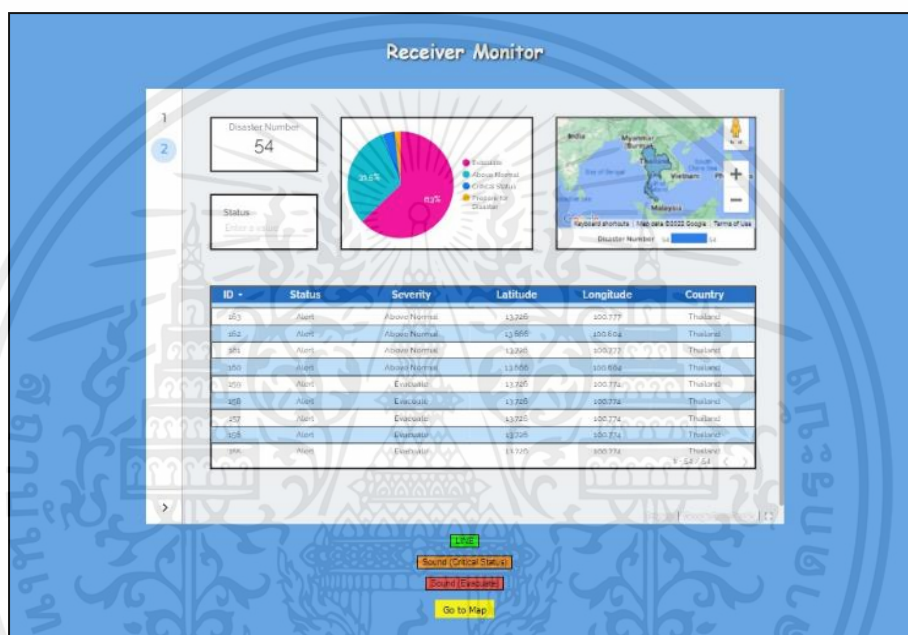


รูปที่ 4.49 หน้าจอแสดงผลข้อมูลของภาครับที่รับจากภาคส่งบน Google Data Studio

จากรูปที่ 4.48 และ 4.49 แสดงหน้าจอแสดงผลข้อมูลของภาครับบน Google Data Studio ซึ่งเป็นเว็บไซต์สาธารณะ เป็นหน้าจอแสดงผลเพื่อให้ประชาชนติดตามระดับของน้ำและเฝ้าระวังหากเกิดความเสี่ยงที่จะเกิดภัยพิบัติ โดยประกอบด้วย กรอบสี่เหลี่ยม คือตารางบอกสถิติการเกิดภัยพิบัติ โดยตารางจะประกอบด้วย ลำดับ สถานะ ความรุนแรง ประเทศที่เกิดภัยพิบัติ ละติจูด และลองจิจูด กรอบสี่เหลี่ยม คือจำนวนการเกิดภัยพิบัติทุกระดับความรุนแรง กรอบสี่เหลี่ยม คือช่องค้นหาสถานะต่างของการเกิดภัยพิบัติ โดยจะมี 3 สถานะ คือ Alert Update และ Test โดยข้อมูลจะแสดงในตารางในกรอบสี่เหลี่ยม กรอบสี่เหลี่ยม คือแผนภูมิวงกลมสำหรับแสดงสัดส่วนของความรุนแรงของภัยพิบัติใน 4 รูปแบบ เรียงลำดับตามความรุนแรงดังนี้ คือ Above Normal,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Prepare for Disaster, Critical Status และ Evacuate ตามลำดับ กรอบสี่เหลี่ยม คือแผนที่บอกประเทศที่เกิดภัยพิบัติ เพื่อให้ประชาชนติดตามสถานการณ์การเกิดภัยพิบัติ และเตรียมพร้อมรับมือกับภัยพิบัติล่วงหน้าที่จะเกิดขึ้น จากนั้นจะทำการเขียนคำสั่งเพื่อสร้างหน้าจอบอกแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมด้วยภาษา HTML โดยจะดึงเอาหน้าจอบอกแสดงผลจาก Google Data Studio มาแสดงในหน้าจอบอกแสดงผลนี้ด้วย และสร้างปุ่มแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ปุ่มแจ้งเตือนด้วยเสียงสำหรับความรุนแรงระดับ Critical Status และปุ่มแจ้งเตือนด้วยเสียงสำหรับความรุนแรงระดับ Evacuate แสดงได้ดังรูปที่ 4.50



รูปที่ 4.50 หน้าจอบอกแสดงผลสำหรับผู้ควบคุม

จากรูปที่ 4.50 หน้าจอบอกแสดงผลสำหรับผู้ควบคุม ในหน้าจอบอกแสดงผลจะแสดงจำนวนการเกิดภัยพิบัติ แผนภูมิวงกลมสำหรับบอกจำนวนภัยพิบัติในระดับความรุนแรงต่าง ๆ แผนที่จาก Google Map บอกประเทศที่เกิดภัยพิบัติ ตารางบอกข้อมูลภัยพิบัติที่เกิดขึ้น และช่องสำหรับค้นหาสถานะที่เกิดขึ้น โดยเมื่อเกิดภัยพิบัติในความรุนแรงระดับ Critical Status และ Evacuate จะสามารถกดปุ่มแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ได้ ระบบจะส่งแจ้งเตือนให้กับสมาชิกภายในกลุ่มที่ลงทะเบียนไว้ และสามารถกดปุ่มแจ้งเตือนด้วยเสียงในความรุนแรงระดับ Critical Status และความรุนแรงระดับ Evacuate สำหรับพื้นที่ใกล้จุดเกิดภัยพิบัติเพื่อให้ประชาชนได้เตรียมพร้อมการรับมือกับภัยพิบัติ โดยบริเวณด้านล่างของหน้าจอบอก จะประกอบไปด้วย 3 ปุ่มควบคุมการแจ้งเตือน ได้แก่ ปุ่มการแจ้งเตือน LINE, ปุ่มการแจ้งเตือน Sound (Critical Status) และ ปุ่มการแจ้งเตือน Sound (Evacuate) แสดงดังรูปที่ 4.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.51 ปุ่มควบคุมการแจ้งเตือนของหน้าจอแสดงผลข้อมูลภาครับ

จากรูปที่ 4.51 สำหรับหน้าจอแสดงผลและระบบการแจ้งเตือน ส่วนภาครับสร้างหน้าจอแสดงผลผ่าน Google Data Studio ซึ่งดึงชุดข้อมูลที่ใช้แจ้งเตือนจากฐานข้อมูล ซึ่งปุ่มควบคุมการแจ้งเตือนทั้ง 4 มีขั้นตอนในการทำงานมีดังนี้

1) ปุ่มการแจ้งเตือน LINE ใช้สำหรับแจ้งเตือนด้วยไลน์ โดยจะแจ้งเตือนเมื่อมีสถานะ “alert” จากการถอดรหัสข้อมูล ที่รับชุดข้อมูลจริงจาก QZSS หรือชุดข้อมูลจำลองที่ได้รับจากโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 MHz

2) ปุ่มการแจ้งเตือน Sound (Critical Status) ใช้สำหรับแจ้งเตือนในระยะใกล้ด้วยเสียง ในระดับ Critical Status

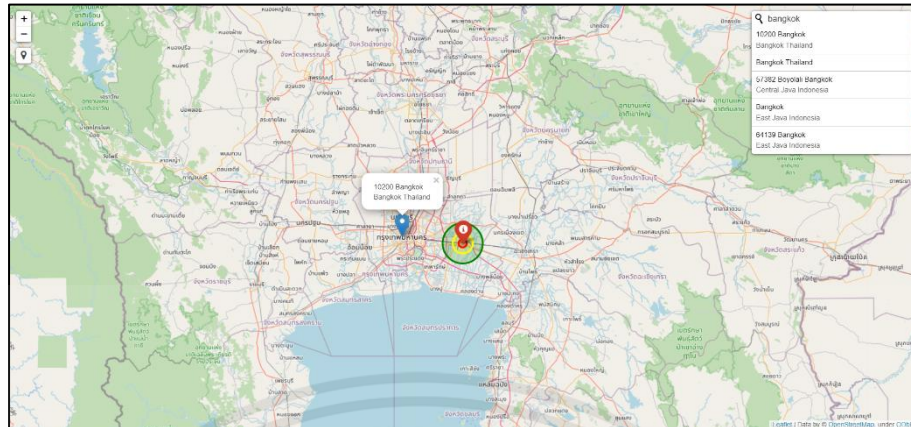
3) ปุ่มการแจ้งเตือน Sound (Evacuate) ใช้สำหรับแจ้งเตือนในระยะใกล้ด้วยเสียง ในระดับ Evacuate ซึ่งเป็นระดับเสียงที่แตกต่างจาก Critical Status

4) ปุ่มที่ "Go to Map" สำหรับเข้าสู่หน้าเว็บไซต์สาธารณะในรูปแบบแผนที่แจ้งเตือนภัยพิบัติ

4.6.3.2 หน้าจอแสดงผลแผนที่บอกตำแหน่งของสถานที่เกิดภัยพิบัติบนเว็บไซต์สาธารณะ

ในการแสดงผลแผนที่บอกตำแหน่งของจุดเกิดเหตุภัยพิบัติและตำแหน่งของผู้ใช้หรือตำแหน่งที่ต้องการค้นหาแสดงบนเว็บไซต์ โดยจะกรอกตำแหน่งละติจูดและลองจิจูดของผู้ใช้หรือตำแหน่งที่ต้องการค้นหา เพื่อเป็นจุดที่ใช้ในการการวัดระยะห่างระหว่างจุดเกิดเหตุภัยพิบัติและผู้ใช้หรือตำแหน่งที่ต้องการค้นหา และทำการเชื่อมต่อเซิร์ฟเวอร์ด้วย ngrok เพื่อสร้างเว็บไซต์สาธารณะสำหรับแสดงแผนที่บอกตำแหน่งระหว่างจุดเกิดภัยพิบัติหรือตำแหน่งที่ต้องการค้นหาเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าดูได้โดยหน้าจอแสดงผลบนเว็บไซต์สาธารณะในรูปแบบแผนที่แจ้งเตือนภัยพิบัติ แสดงดังรูปที่ 4.52

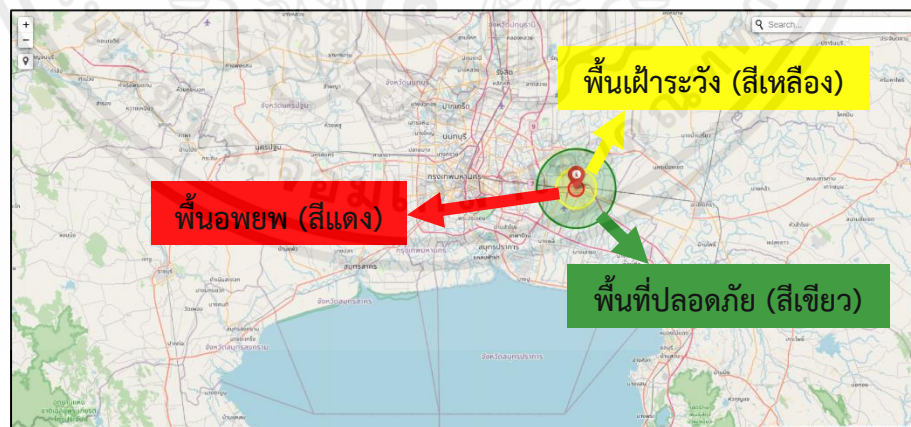
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.52 หน้าจอแสดงผลแผนที่บอกตำแหน่งของจุดเกิดเหตุภัยพิบัติบนเว็บไซต์สาธารณะ

จากรูป 4.52 แสดงหน้าจอแสดงผลแผนที่บอกตำแหน่งของจุดเกิดเหตุภัยพิบัติบนเว็บไซต์สาธารณะ ซึ่งองค์ประกอบของแผนที่ที่มีดังนี้

- 1) หมุดสีแดงในแผนที่ แสดงตำแหน่งของจุดเกิดเหตุภัยพิบัติที่ได้ทำการติดตั้งและบอกระยะรัศมีตามข้อมูลที่ภาคส่งในส่วนของการสร้างชุดข้อมูลได้ส่งข้อมูลมา
- 2) หมุดสีน้ำเงิน แสดงตำแหน่งของผู้ใช้ หรือตำแหน่งที่ต้องการค้นหา โดยสามารถรอกตำแหน่งในรูปแบบของละติจูด ลองจิจูด หรือข้อมูลที่อยู่บนช่องสำหรับค้นหาตำแหน่ง
- 3) ระยะการเกิดภัยพิบัติในระดับต่าง ๆ โดยจะแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ พื้นที่อพยพ (สีแดง) พื้นที่เฝ้าระวัง (สีเหลือง) และพื้นที่ปลอดภัย (สีเขียว) แสดงดังรูปที่ 4.53



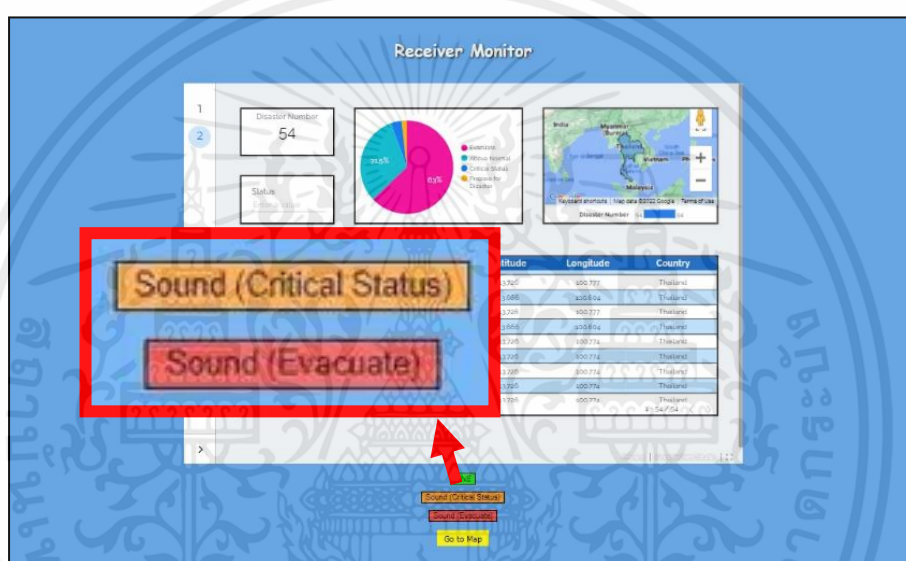
รูปที่ 4.53 หน้าจอแผนที่ภัยพิบัติที่ปักหมุดตำแหน่งที่เกิดภัยพิบัติและระยะการเกิดภัยพิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การทดสอบการแจ้งเตือน

4.7.1 การแจ้งเตือนด้วยเสียงผ่านหน้าจอแสดงผลภาครับ

ในการแจ้งเตือนด้วยเสียง เป็นการแจ้งเตือนด้วยปุ่มกดบนหน้าจอแสดงผลที่เขียนคำสั่งด้วยภาษา html และดึงเอาข้อมูลจาก Google Data Studio มาใช้ในหน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมซึ่งการแจ้งเตือนด้วยเสียงในแต่ละระดับความรุนแรงมีเสียงที่แตกต่างกัน โดยหน้าจอควบคุมเพื่อแจ้งเตือนด้วยเสียง แสดงดังรูปที่ 4.54



รูปที่ 4.54 หน้าจอควบคุมเพื่อแจ้งเตือนด้วยเสียง

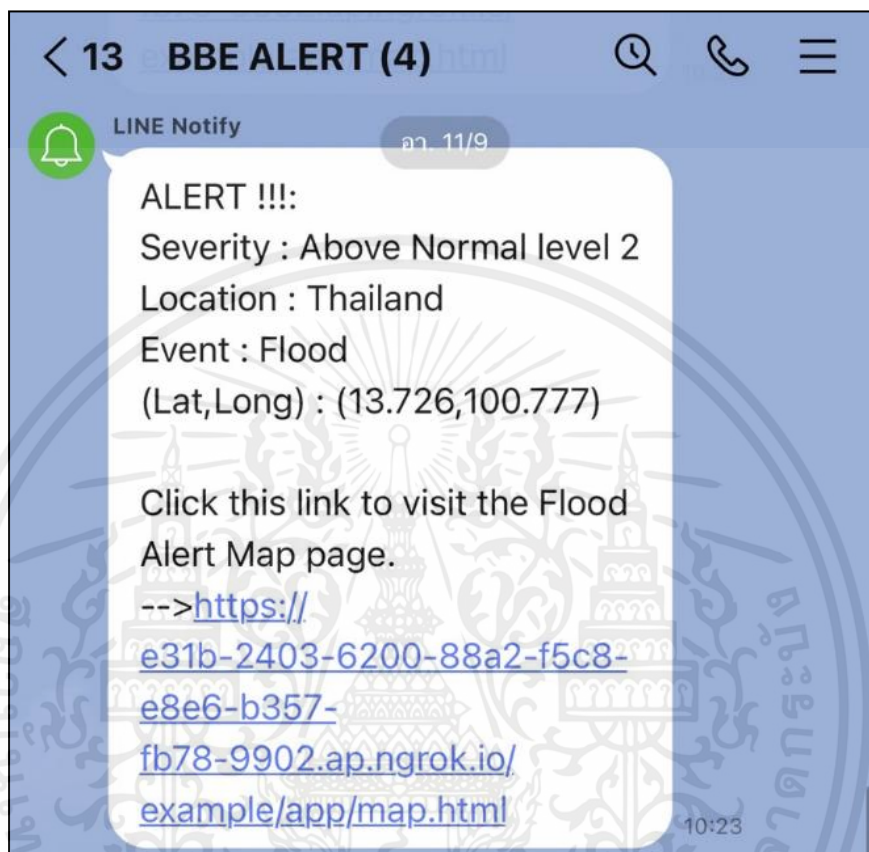
จากรูปที่ 4.54 หน้าจอควบคุมเพื่อแจ้งเตือนด้วยเสียง โดยจะนำเอาหน้าจอแสดงผลจาก Google Data Studio โดยจะแสดงข้อมูลที่รับมาทั้ง 2 แบบ คือการรับชุดข้อมูลจำลองผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ และการรับชุดข้อมูลจริงจาก QZSS สำหรับผู้ควบคุมตรวจสอบสถานการณ์การเกิดภัยพิบัติ และสามารถกดปุ่มในกรอบสีแดงเพื่อเปิดสัญญาณเตือนเมื่อสถานะเป็น Alert ความรุนแรงระดับ Critical Status และกดปุ่มในกรอบสีส้มเพื่อเปิดสัญญาณเตือนเมื่อสถานะเป็น Alert ความรุนแรงระดับ Evacuate ทั้งสองระดับจะมีเสียงแจ้งเตือนที่ต่างกัน

4.7.2 การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ทำการแจ้งเตือนผ่าน line notify ซึ่งดึงชุดข้อมูลจากไฟล์สกุล txt ที่มีข้อมูลที่ใช้สำหรับการแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้า สำหรับการแจ้งเตือนจากปุ่มการแจ้งเตือน LINE ระบบจะทำการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้งานที่ได้ลงทะเบียนไว้กับระบบ โดยข้อมูลที่ใช้ในการแจ้งเตือนประกอบด้วยสถานะ ความรุนแรง ประเทศที่เกิด

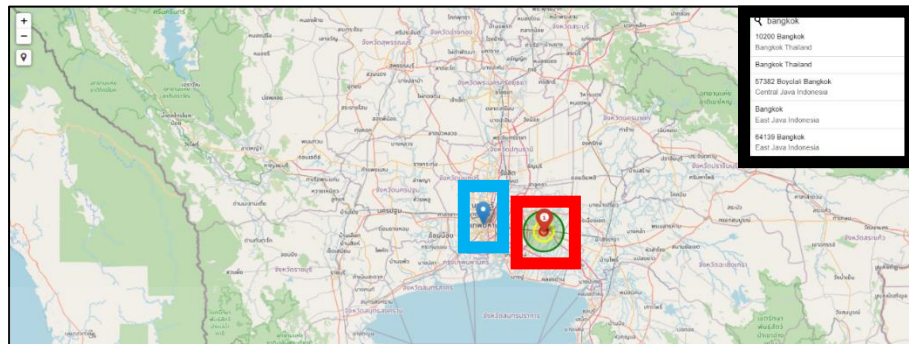
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภัยพิบัติ ละติจูด ลองจิจูด และแผนที่บอกตำแหน่งของจุดเกิดเหตุการณ์ แสดงตัวอย่างการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ได้ดังรูปที่ 4.55



รูปที่ 4.55 ตัวอย่างข้อความแจ้งเตือนความรุนแรงระดับ Above Normal level 2

จากรูป 4.55 จะเป็นการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ โดยแสดงข้อความ ALERT ในความรุนแรงระดับ Above Normal level 2 หรือระดับปกติ โดยมีประเทศไทยเป็นจุดเกิดเหตุภัยพิบัติ Flood หรือน้ำท่วม ที่พิกัดละติจูด 13.726 และลองจิจูด 100.777 และเว็บไซต์สาธารณะแผนที่แจ้งเตือนภัยพิบัติ ผู้ประสบภัยสามารถเข้าดูได้จาก link จากข้อความแจ้งเตือน โดยแสดงเว็บไซต์สาธารณะแผนที่แจ้งเตือนภัยพิบัติ ได้ดังรูปที่ 4.56

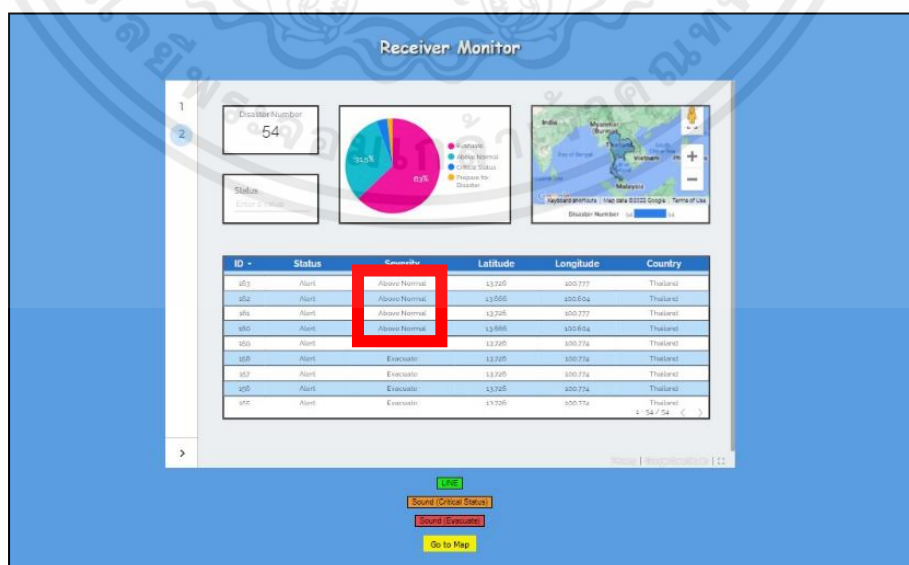


รูปที่ 4.56 เว็บไซต์สาธารณะแผนที่แจ้งเตือนภัยพิบัติ ความรุนแรงระดับ Above Normal level 2

จากรูปที่ 4.56 เว็บไซต์สาธารณะแผนที่แจ้งเตือนภัยพิบัติ ความรุนแรงระดับ Above Normal level 2 มีองค์ประกอบดังนี้ หมุดสีแดงในแผนที่แสดงตำแหน่งของจุดเกิดเหตุภัยพิบัติ และบอกระยะรัศมีของจุดเกิดภัยพิบัติทั้งหมด 3 ระดับ คือ พื้นที่ปลอดภัย (สีเขียว) พื้นที่เฝ้าระวัง (สีเหลือง) และพื้นที่อพยพ (สีแดง) บนตำแหน่งพิกัดละติจูด 13.726 และลองจิจูด 100.777 และหมุดสีน้ำเงินแสดงตำแหน่งของผู้ใช้ ซึ่งสามารถค้นหาได้จากช่องสำหรับค้นหาตำแหน่งผู้ใช้ในกรอบสีดำ

โดยการแจ้งเตือนผ่านเสียงและการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้งานที่ได้ลงทะเบียนไว้กับระบบมีเงื่อนไขกับความรุนแรงในระดับ 4 ระดับ ดังต่อไปนี้

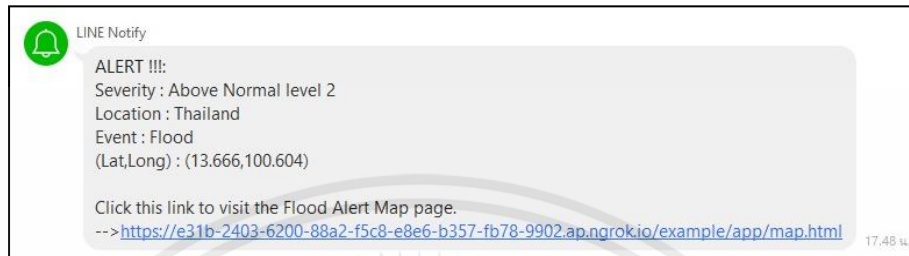
1) ความรุนแรงระดับ Above Normal ในความรุนแรงระดับ Above Normal เมื่อผู้ควบคุมระบบการแจ้งเตือนได้วิเคราะห์สถานการณ์ ระบบจะสามารถแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์แสดงดังรูปที่ 4.57



รูปที่ 4.57 หน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมในความรุนแรงระดับ Above Normal

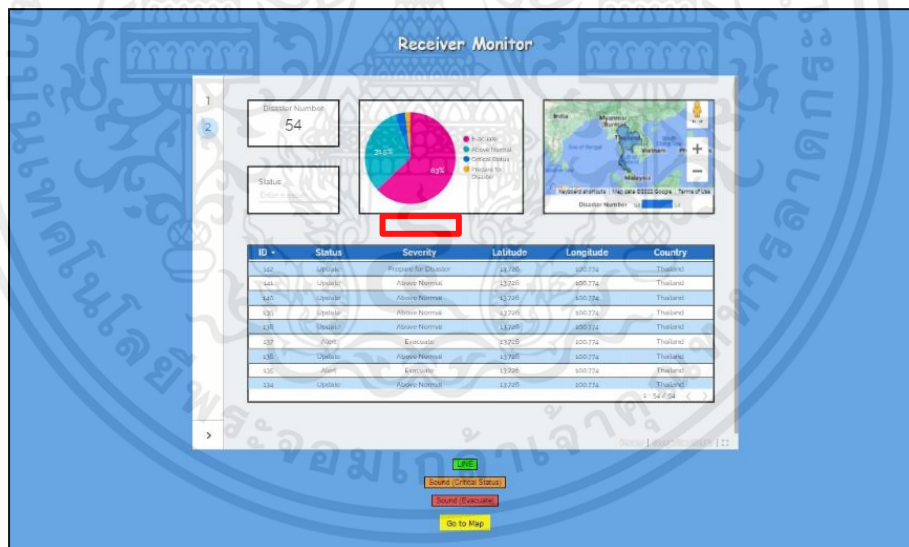
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.57 หน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมในความรุนแรงระดับ Above Normal เมื่อเกิดภัยพิบัติในระดับ Above Normal สามารถที่แจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ในความรุนแรงระดับ Above Normal แสดงดังรูปที่ 4.58



รูปที่ 4.58 หน้าจอแอปพลิเคชันไลน์ที่มีแจ้งเตือนความรุนแรงระดับ Above Normal

2) ความรุนแรงระดับ Prepare for Disaster ในความรุนแรงระดับ Prepare for Disaster เมื่อผู้ควบคุมระบบการแจ้งเตือนได้วิเคราะห์สถานการณ์ ระบบจะสามารถแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ แสดงดังรูปที่ 4.59



รูปที่ 4.59 หน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมในความรุนแรงระดับ Prepare for Disaster

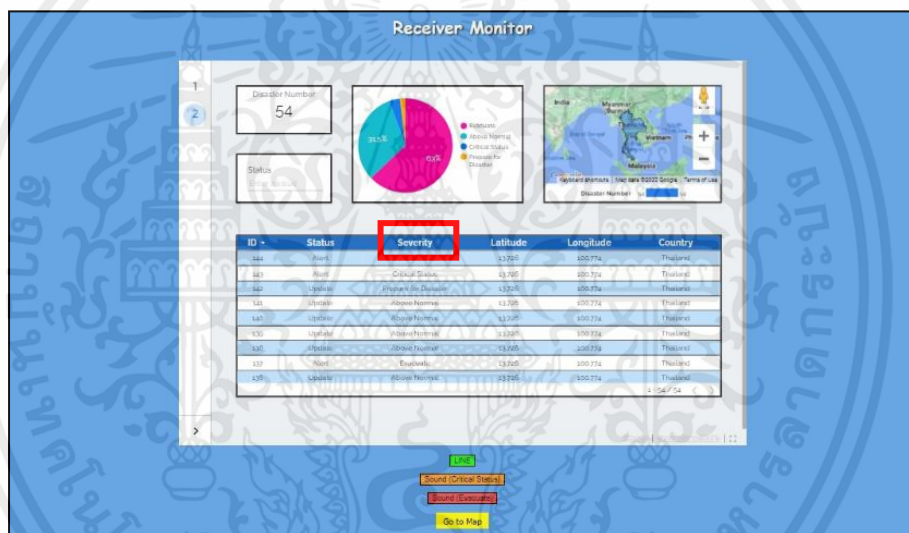
จากรูปที่ 4.59 หน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมในความรุนแรงระดับ Prepare for Disaster เมื่อเกิดภัยพิบัติในระดับ Prepare for Disaster สามารถที่แจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ในความรุนแรงระดับ Prepare for Disaster แสดงดังรูปที่ 4.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.60 หน้าจอแอปพลิเคชันไลน์ที่มีแจ้งเตือนความรุนแรงระดับ Prepare for Disaster

3) ความรุนแรงระดับ Critical Status ในความรุนแรงระดับ Critical Status เมื่อผู้ควบคุมระบบการแจ้งเตือนได้วิเคราะห์สถานการณ์แล้ว ระบบจะสามารถแจ้งเตือน 2 ระบบ คือ แจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์และแจ้งเตือนผ่านเสียง แสดงดังรูปที่ 4.61



รูปที่ 4.61 หน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมในความรุนแรงระดับ Critical Status

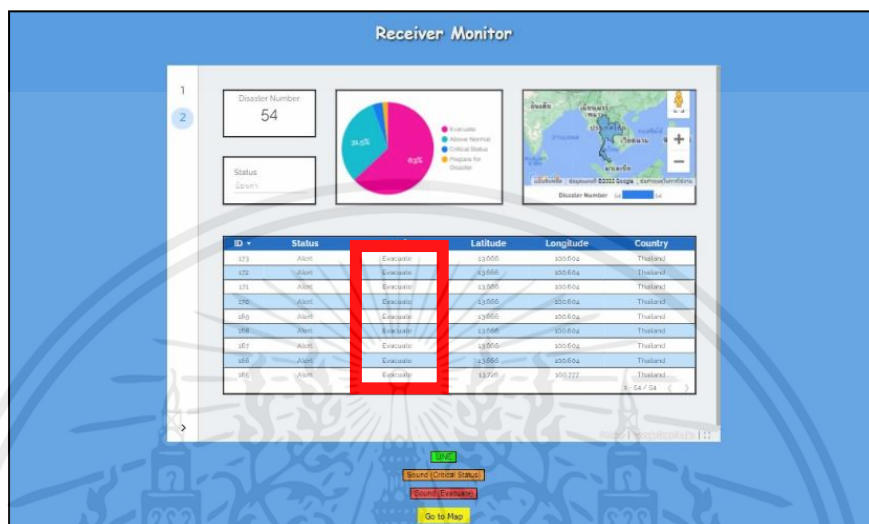
จากรูปที่ 4.61 หน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมในความรุนแรงระดับ Critical Status เมื่อเกิดภัยพิบัติในระดับ Critical Status สามารถที่แจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์และแจ้งเตือนด้วยเสียงความรุนแรงระดับ Critical Status แสดงดังรูปที่ 4.62



รูปที่ 4.62 หน้าจอแอปพลิเคชันไลน์ที่มีแจ้งเตือนความรุนแรงระดับ Critical Status

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ความรุนแรงระดับ Evacuate ในความรุนแรงระดับ Evacuate เมื่อผู้ควบคุมระบบการแจ้งเตือนได้วิเคราะห์สถานการณ์แล้ว ระบบจะสามารถแจ้งเตือน 2 ระบบ คือ แจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์และแจ้งเตือนผ่านเสียง แสดงดังรูปที่ 4.63



รูปที่ 4.63 หน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมในความรุนแรงระดับ Evacuate

จากรูปที่ 4.63 หน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมในความรุนแรงระดับ Evacuate เมื่อเกิดภัยพิบัติในระดับ Evacuate สามารถที่แจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์และแจ้งเตือนด้วยความรุนแรงระดับ Evacuate แสดงดังรูปที่ 4.64



รูปที่ 4.64 หน้าจอแอปพลิเคชันไลน์ที่มีแจ้งเตือนความรุนแรงระดับ Evacuate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญาานิพนธ์นี้ได้ออกแบบ และสร้างระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าผ่านแอปพลิเคชันไลน์ และเสียง ซึ่งอาศัยความสามารถในการแจ้งเตือนภัยของ QZSS เป็นองค์ประกอบในการดำเนินการโครงการ โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนของหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ ส่วนของการสร้างชุดข้อมูล EWS Messages ส่วนของการถอดรหัสข้อมูล และส่วนของหน้าจอแสดงผลและการแจ้งเตือน

5.1.1 ส่วนของหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ

จากการสร้างแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ โดยต่อเซนเซอร์ Ultrasonic และเซนเซอร์ DHT22 เข้ากับ Arduino UNO R3 ที่เชื่อมต่อกับ LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ และป้อนคำสั่งการส่งค่าผ่าน LoRa พบว่าจะรับข้อมูลที่ละชุด และข้อมูลที่รับมายังผิดพลาดบางส่วน เนื่องจากข้อจำกัดของเซนเซอร์ Ultrasonic ที่ไม่สามารถวัดระดับน้ำที่ถูกต้องในระยะที่ไกลเกิน 4 เซนติเมตรได้ และในส่วนของแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า โดยต่อเซนเซอร์ MQ-2 และเซนเซอร์ DHT22 เข้ากับ Arduino UNO R3 ที่เชื่อมต่อกับ LoRa ย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ และป้อนคำสั่งการส่งค่าผ่าน LoRa พบว่าข้อมูลที่รับมายังมีความผิดพลาดบางส่วนเช่นกัน

ส่วนถัดมา คือการรับและเก็บค่าจากเซนเซอร์ของแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ ทั้ง 2 รูปแบบ โดยแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำส่งไปยังโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ที่เชื่อมต่อกับคอนโทรลเลอร์ ค่าอินพุตที่รับได้จากเซนเซอร์ ประกอบด้วย ความชื้น อุณหภูมิ และระยะห่างของน้ำ พร้อมทั้งแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้าส่งไปยังโมดูล LoRa ในย่านความถี่ 433 เมกะเฮิร์ตซ์ ที่เชื่อมต่อกับคอนโทรลเลอร์ ค่าอินพุตที่รับได้จากเซนเซอร์ ประกอบด้วย ความชื้น อุณหภูมิ และระดับความเข้มข้นของควีน จากนั้นนำไปทำการสร้างหน้าจอแสดงผลของค่าจากเซนเซอร์ในภาคส่ง

ส่วนสุดท้ายคือ การสร้างหน้าจอแสดงผลจากชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ ได้แก่ เซนเซอร์ Ultrasonic และเซนเซอร์ DHT22 ในแบบจำลองการวัดระยะห่างของน้ำ ซึ่งหน้าจอแสดงผลแสดงค่าจากเซนเซอร์ 3 ชนิด ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และระยะห่างของน้ำ พร้อมทั้งแบบจำลองตรวจจับการเกิดไฟฟ้า ซึ่งหน้าจอแสดงผลแสดงค่าจากเซนเซอร์ 3 ชนิด ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และระดับความเข้มข้นของควีน หลังจากนั้นทำการสร้างหน้าจอแสดงผลในรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเกจวัด ช่องแสดงตัวเลข รวมถึงแผนภูมิเส้น เพื่อเป็นหน้าจอแสดงผลสำหรับผู้ควบคุมระบบ โดยหน้าจอแสดงผลค่าจากเซนเซอร์ Ultrasonic เซนเซอร์ MQ-2 และเซนเซอร์ DHT22 ในส่วนของภาคส่ง

5.1.2 ส่วนของการสร้างชุดข้อมูล EWS Messages

จากการสร้างชุดข้อมูล EWS Messages ในภาคส่งผู้ควบคุมระบบจะทำการตรวจสอบข้อมูลบนหน้าจอแสดงผลชุดข้อมูลจากแบบจำลองการเกิดภัยพิบัติ เพื่อทำการวิเคราะห์ถึงโอกาสการเกิดภัยพิบัติ หลังจากนั้นจะทำการส่งข้อมูลโดยเริ่มจากการป้อนข้อมูลลงบนหน้าจอสร้างชุดข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ต้องป้อนประกอบด้วย location, event, severity, semi-major axis length, semi-minor axis length และ Azimuth angle และพบว่าสามารถสร้างชุดข้อมูลได้ตรงกับรูปแบบชุดข้อมูลจริงที่ได้ศึกษาจาก EWS Messages ที่ได้รับจริงจาก QZSS

ส่วนสุดท้ายคือ การรับ-ส่งชุดข้อมูลจำลองผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ สามารถทำได้โดยทำการส่งชุดข้อมูลจำลอง EWS messages โดยใช้ pySerial เชื่อมต่อ Python กับโปรแกรม Arduino เพื่อส่งชุดข้อมูลทาง serial port จากหน้าจอการสร้างชุดข้อมูลจำลอง EWS Messages ไปยังโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ในเครื่องควบคุมภาคส่ง จากนั้นเครื่องควบคุมภาครับได้รับชุดข้อมูลจำลองผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์

จากการทดลองสำหรับการรับ-ส่งชุดข้อมูลจำลองผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ พบว่าเครื่องควบคุมภาครับได้รับชุดข้อมูลจำลองจากเครื่องควบคุมภาคส่งทาง Serial Port ด้วยโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์

5.1.3 ส่วนของการถอดรหัสข้อมูล

จากการรับชุดข้อมูลจำลองผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ พบว่าเครื่องควบคุมภาครับสามารถรับชุดข้อมูลจำลอง EWS messages จากเครื่องควบคุมภาคส่งได้ และการรับชุดข้อมูลจริงจาก QZSS พบว่าสามารถรับข้อมูลที่ละเอียดจาก QZSS ทุก ๆ 4 วินาที โดยการรับข้อมูลจะต้องรับในพื้นที่โล่งแจ้งจึงจะได้ข้อมูลจาก QZSS

ส่วนถัดมาคือ การแปลงข้อมูลสำหรับแจ้งเตือนและบันทึกในฐานข้อมูล ในการแปลงข้อมูลที่รับมาทั้ง 2 แบบ คือ รับชุดข้อมูลจำลองผ่านโมดูล LoRa ย่านความถี่ 925 เมกะเฮิร์ตซ์ และชุดข้อมูลจริงจาก QZSS พบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงข้อมูลออกมาเป็นประเภทต่าง ๆ ประกอบด้วย สถานะ ความรุนแรง ประเทศ ละติจูด และลองจิจูด ตามลำดับ จากนั้นทำการบันทึกข้อมูลในฐานข้อมูล โดยใช้ระบบบริหารข้อมูล phpMyAdmin เป็นฐานข้อมูล โดยข้อมูลในฐานข้อมูล

นี้จะใช้สำหรับการแสดงบนหน้าจอแสดงผลสำหรับการแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าสำหรับผู้ควบคุมในภาคีรับ เพื่อใช้เป็นการวิเคราะห์สถานการณ์ความเป็นไปได้ในการเกิดภัยพิบัติ

5.1.4 ส่วนของหน้าจอแสดงผลและการแจ้งเตือน

จากการสร้างหน้าจอแสดงผลในภาคีรับ ประกอบด้วย หน้าจอแสดงผลข้อมูลจากฐานข้อมูลภาคีรับด้วย Google Data Studio และหน้าจอแสดงแผนที่บอกตำแหน่งของสถานที่เกิดภัยพิบัติบนเว็บไซต์สาธารณะ โดยหน้าจอแสดงผลภาคีรับสำหรับผู้ควบคุมระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าโดย QZSS มีไว้สำหรับให้ผู้ควบคุมใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์การเกิดภัยพิบัติ เพื่อให้สามารถแจ้งเตือนให้กับผู้ประสบภัยได้อย่างทันท่วงที

ส่วนถัดมา คือ ระบบแจ้งเตือนด้วยแอปพลิเคชันไลน์ที่มีการแจ้งเตือนทั้งหมด 4 ระดับ ความรุนแรง คือ Above Normal, Prepare for Disaster, Critical Status และ Evacuate สามารถกดปุ่มแจ้งเตือนด้วยแอปพลิเคชันไลน์บนหน้าจอแสดงผลในภาคีรับสำหรับผู้ควบคุม จากนั้นผู้ควบคุมจะต้องกดส่งแจ้งเตือนให้แก่ผู้ประสบภัย โดยไม่ให้มีการส่งแจ้งเตือนโดยอัตโนมัติ เพราะจะต้องผ่านการตรวจสอบจากผู้ควบคุมอีกครั้ง เพื่อป้องกันการผิดพลาดจากระบบอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการแจ้งเตือนประกอบไปด้วย Severity, Location, Event, Latitude, Longitude และ Link สำหรับเข้าชมแผนที่

ในส่วนของระบบการแจ้งเตือนด้วยเสียง จากนั้นผู้ควบคุมจะต้องเป็นผู้กดปุ่มแจ้งเตือนด้วยเสียงบนหน้าจอแสดงผลในภาคีรับสำหรับผู้ควบคุม โดยการแจ้งเตือนด้วยเสียงนั้นจะมีการแจ้งเตือนเฉพาะระดับความรุนแรง Critical Status และ Evacuate เท่านั้น และการแจ้งเตือนทั้งระดับความรุนแรงนั้นจะใช้เสียงในการแจ้งเตือนที่แตกต่างกัน เพื่อป้องกันการสับสนของผู้ประสบภัยที่ได้รับสัญญาณแจ้งเตือนนั้น

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.2.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโครงการ

1. ระบบไม่สามารถที่จะรับชุดข้อมูลจริงจาก QZSS ได้ตลอดเวลา ทำให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินงาน
2. เซนเซอร์ Ultrasonic มีข้อจำกัดในการวัดระยะห่าง ถ้าระดับของน้ำอยู่นอกเหนือขีดจำกัดของเซนเซอร์จะทำให้เกิดความผิดพลาดข้อมูลได้

5.2.2 ข้อเสนอแนะ

1. การรับข้อมูลจาก QZSS ควรจะรับข้อมูลในพื้นที่โล่งแจ้ง เพื่อให้สามารถรับข้อมูลที่แม่นยำและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2. ระบบแจ้งเตือนภัยภัยพิบัติล่วงหน้าผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ควรจะมีการพัฒนาให้ใช้งานผ่าน LINE Developers ซึ่งจะสามารถใช้งานเป็น chatbot โต้ตอบกับผู้ใช้ได้ ต่างจาก Line notify ที่ไม่สามารถทำได้
3. ระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติล่วงหน้าผ่านแอปพลิเคชันไลน์ และเสียง ควรจะพัฒนาให้สามารถใช้ได้กับหลากหลายภัยพิบัติมากขึ้น
4. ควรจะพัฒนาระบบสนทนาโต้ตอบผ่านเว็บไซต์ได้โดยตรง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบใช้งานได้จริงมากขึ้น

บรรณานุกรม

- [1] National Space Policy Secretariat, Cabinet Office. “**Quasi-Zenith satellites system.**” <https://qzss.go.jp/en/technical/qzssinfo/index.html>.
- [2] National Space Policy Secretariat, Cabinet Office. “**Quasi-Zenith Satellite Orbit (QZO).**” <https://qzss.go.jp/en/technical/technology/orbit.html>
- [3] National Space Policy Secretariat, Cabinet Office. “**Start of QZS-4 Trial Service.**” https://qzss-go-jp.translate.google.com/en/overview/notices/trial-qzs4_180112.html?_x_tr_sl=auto&_x_tr_tl=th&_x_tr_hl=th&_x_tr_pto=op
- [4] Caleb Henry. “**Seven-satellite QZSS system as a GPS backup.**” https://spacene.ws-com.translate.google.com/japan-mulls-seven-satellite-qzss-system-as-a-gps-backup/?_x_tr_sl=auto&_x_tr_tl=th&_x_tr_hl=th
- [5] National Space Policy Secretariat, Cabinet Office. “**QZS-2 and QZS-4.**” https://qzss-go-jp.translate.google.com/en/overview/downloads/cg-image24.html?_x_tr_sl=auto&_x_tr_tl=th&_x_tr_hl=th
- [6] European Space Agency. “**Rubidium clock.**” https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2001/03/Rubidium_clock2
- [7] European Space Agency. “**Hydrogen maser clock.**” https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2004/07/Hydrogen_maser_clock
- [8] National Space Policy Secretariat, Cabinet Office. “**Satellite Report for Disaster and Crisis Management.**” https://qzss.go.jp/en/overview/services/sv08_dc-report.html
- [9] Shigeru Matsuoka. “**Applying from QZSS.**” https://web.archive.org/web/20110725134531/http://www.aprsaf.org/data/aprsaf15_data/csawg/CSAWG_6d.pdf
- [10] RPD Challenge. “**DC Report.**” <https://drive.google.com/drive/folders/1wQM5xMKnzKJl3lyzMJN8PC6fFG7GNgt>
- [10] Maker.io Staff. “**Introduction to LoRa Technology.**” <https://www.digikey.co.th/en/maker/blogs/introduction-to-lora-technology>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [11] RF Wireless World. “**LoRa.**” <https://www.rfwireless-world.com/Terminology/Advantages-and-Disadvantages-of-Lora-or-LoRaWAN.html>
- [12] GISTDA. “**Geographic coordinate system**” <https://gistda.or.th/main/th/node/873>
- [13] Mindphp. “**Local Area Network.**” <https://www.mindphp.com>
- [14] Nattapol sankam. “**How to use Visual Studio Code.**” <http://cs.bru.ac.th/author/nuttapol/>
- [15] Vessoft. “**CoolTerm.**” <https://th.vessoft.com/software/windows/download/cool-term>
- [16] Mindphp. “**XAMPP.**” <https://www.mindphp.com>
- [17] locogreenbiz. “**NODE-RED.**” <https://th.locogreenbiz.org/software>
- [18] Krucamper. “**ngrok.**” <https://krucamper.medium.com>
- [19] Iplandigit. “**Google Data Studio.**” <https://www.iplandigital.co.th/google-analytics/what-is-google-data-studio/>
- [20] Saixiii. “**What's Python.**” <https://saixiii.com/python-programming>
- [21] Likit Yuenboon. “**phpmyadmin.**” <http://flpnuol.weebly.com/uploads/2/4/5/9/24599736/phpmyadmin.pdf>
- [22] 9experttraining. “**What is SQL language.**” <https://www.9experttraining.com/articles>
- [23] 9experttraining. “**SQL Language Command Type.**” <https://www.9experttraining.Com/articles/ประเภทของคำสั่งภาษา-sql>
- [24] Mindphp. “**HTML**” <https://www.mindphp.com/>
- [25] Enjoyday.net. “**CSS**” http://www.enjoyday.net/webtutorial/css/css_chapter01.html
- [26] PHP Code Generator. “**What is PHP**” <http://phpcodemania.blogspot.com/2017/10/what-is-php.html>
- [27] Pythonpyqt. “**PyQt**” <https://pythonpyqt.com/what-is-pyqt/>
- [28] Parede. “**Arduino UNO R3.**” <https://th.jf-parede.pt/arduino-uno-r3-pin-diagram>
- [29] ZIXZAX. “**MySQL Database คืออะไร.**” <https://zixzax.net/database/mysql-database-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3/>
- [30] Dragino. “**Arduino Shield featuring LoRa.**” <https://www.dragino.com/products/lora/item/102-lora-shield.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [31] Nextl. “**Antenna gain.**” <https://www.netxl.com/blog/networking/antenna-gain/>
- [32] Arbi Abdul Jabbaar. “**Ultrasonic Sensor HC-SR04 with Arduino Tutorial.**” <https://create.arduino.cc/projecthub/pibots555/how-to-connect-dht11-sensor-with-arduino-uno-f4d239>
- [33] Elec freaks. “**Ultrasonic HC - SR04.**” <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf>
- [34] Artronshop. “**DHT22 Digital Temperature and Humidity Sensor Module.**” <https://www.artronshop.co.th/product/279/dht22-digital-temperature-and-humidity-sensor-module>
- [35] Muhammad Afzal. “**DHT22 Sensor with Arduino UNO.**” <https://create.arduino.cc/projecthub/mafzal/temperature-monitoring-with-dht22-arduino-15b013>
- [36] The Adjutant General Department. “**LINE**” <http://agschool.rta.mi.th/joomla/index.php/kmmenu05>
- [37] phpBB. “**ส่วนประกอบ Arduino UNO R3.**” <https://www.mindphp.com/forums/viewtopic.php?f=215&t=61980>
- [38] Hhoperf. “**LoRa.**” https://cdn.sparkfun.com/assets/learn_tutorials/8/0/4/RFM95_96_97_98W.pdf
- [39] Omega. “**Ultrasonic-sensor.**” <https://www.omi.co.th/th/article/ultrasonic-sensor>
- [40] Thanathip. “**DHT22-sensor.**” <http://thanathipnut.blogspot.com/2015/09/dht11-digital-humidity-temperature.html>
- [41] Andomnerdtutorials. “**ESP32 with DHT22 Temperature and Humidity Sensor using Arduino IDE.**” <https://randomnerdtutorials.com/esp32-dht11-dht22-temperature-humidity-sensor-arduino-ide/>
- [42] Sony. “**Spresense board.**” https://developer.sony.com/develop/spresense/docs/introduction_en.html
- [43] Tek. “**What is an oscilloscope?**” <https://www.tek.com/en/blog/what-is-an-oscilloscope>
- [44] Sony. “**Spectrum analyzer**” <https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/spectrum-analyzer>

- [45] Rohde-schwarz. “**LoRaWAN**” https://www.rohde-schwarz.com/au/solutions/test-and-measurement/wireless-communication/iot-m2m/lorawan/lorawan-theme_234038.html
- [46] Liam Connors. “**Creating a Simple Map with Folium and Python.**” <https://towardsdatascience.com/creating-a-simple-map-with-folium-and-python-4c083abfff94>
- [47] PHPTutorial. “**PHP Read File.**” <https://www.phptutorial.net/php-tutorial/php-read-file/>
- [48] RPDchallenge. “**EWS SIS Message.**” https://www.dropbox.com/sh/6je3zpjnd4u0x1h/AADda_MnEwUhd0Ufwlu_209Pha?dl=0&preview=MGA_RPD_challenge_2021_onlinetechday_DEC19th_EWS-Message+.xlsx
- [49] Supaluck Singjan. “**Retrieves information on the web page.**” https://dev.to/supaluckn/php-mysqli-4ke6?fbclid=IwAR3vgLwSO0aVUpDSk_SCAlkh3C7pAMY8Q1PE0zLn6nkyM7EliCcZU9YYxP3k
- [50] Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., Ltd. “**MQ-2 Semiconductor Sensor for Flammable Gas.**” https://web.archive.org/web/20110725134531/http://www.aprsaf.org/data/aprsaf15_data/csawg/CSAWG_6d.pdf.