



การพัฒนาระบบ IoT สำหรับการแจ้งเตือนภัยน้ำท่วม
Smart Flood Warning System using IoT Technology

โดย

นายชินกร ทองสอาด

รหัสนักศึกษา 6504305001313

อาจารย์ประจำรายวิชา

ดร. สมพงษ์ ยิ่งเมือง

รายงานเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา SCS0216 วิศวกรรมซอฟต์แวร์

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2567

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติด้วย IoT เป็นเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองต่อปัญหาภัยพิบัติที่เพิ่มความถี่และความรุนแรงในปัจจุบัน โดย IoT ช่วยให้การตรวจจับและส่งข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม เช่น ระดับน้ำ แรงสั่นสะเทือน หรือสภาพอากาศ สามารถทำได้แบบเรียลไทม์ผ่านเซ็นเซอร์ที่เชื่อมโยงกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การใช้งานระบบนี้ช่วยลดเวลาการแจ้งเตือนและเพิ่มความแม่นยำของข้อมูล ช่วยให้ประชาชนมีเวลาเตรียมตัวและลดความสูญเสียจากภัยพิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความสำคัญของระบบ IoT อยู่ที่ความสามารถในการเตือนภัยล่วงหน้า การส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ และลดการพึ่งพามนุษย์ที่อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาด ระบบนี้ยังช่วยให้หน่วยงานต่าง ๆ ตัดสินใจได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้นในการบริหารจัดการสถานการณ์ภัยพิบัติ เช่น การแจ้งเตือนน้ำท่วม การตรวจจับแผ่นดินไหว หรือการวัดสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงแบบอัตโนมัติ

การนำ IoT มาใช้ในระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติยังช่วยเชื่อมโยงการทำงานกับหน่วยงานกู้ภัยหรือเครือข่ายการช่วยเหลืออื่น ๆ อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ด้วยการพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าว เราสามารถสร้างระบบเตือนภัยที่ครอบคลุมและตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ลดความเสี่ยงต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัยได้ดียิ่งขึ้นในยุคดิจิทัล

1.2 วัตถุประสงค์

1. เตือนภัยล่วงหน้าอย่างรวดเร็วและแม่นยำ
2. ลดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สิน ด้วยการแจ้งเตือนที่ทันเหตุการณ์และเชื่อถือได้
3. สนับสนุนการตัดสินใจของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
4. เพิ่มความสามารถในการเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยงภัย
5. เชื่อมโยงการทำงานของหน่วยงานและองค์กรต่าง ๆ

1.3 ขอบเขต

1.3.1 เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

1) การออกแบบและพัฒนาระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติด้วย IoT ใช้เซ็นเซอร์เก็บข้อมูลสิ่งแวดล้อม ส่งข้อมูลผ่านโปรโตคอลไปยังเซิร์ฟเวอร์ พัฒนาแอปพลิเคชัน เชื่อมต่อฐานข้อมูล SQL ผ่าน JDBC และออกแบบตามหลักการ MVC เพื่อความยืดหยุ่นและง่ายต่อการบำรุงรักษา

- 2) ใช้เครื่องมือ ESP32
- 3) ใช้เว็บเซิร์ฟเวอร์ Apache HTTP Server
- 4) ใช้ระบบฐานข้อมูล InfluxDB

1.3.2 ฟังก์ชันการทำงานของระบบ

- 1) ฟังก์ชันการจัดการข้อมูลเบื้องต้นของระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติ
 - การรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ (Data Collection)
 - การส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล (Data Insertion)
 - การดึงข้อมูล (Data Retrieval)
 - การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Processing)

- การจัดเก็บข้อมูลประวัติ (Data Logging)
- การแจ้งเตือน (Alerts and Notifications)

2) ฟังก์ชันการทำงานส่วนของลูกค้าหรือบุคคลภายนอกองค์กร

- การแจ้งเตือนภัย
- การตอบสนองโดยอัตโนมัติ
- การติดตามและประเมินสถานการณ์
- การจัดการข้อมูลการสำรอง

3) ฟังก์ชันการทำงานส่วนของบุคลากรหรือเจ้าหน้าที่ขององค์กร

3.1) ส่วนการทำงานของผู้ดูแลระบบ เป็นส่วนที่ให้ผู้ดูแลระบบดูแลบริหารจัดการข้อมูลต่าง ๆ ของระบบ มีรายละเอียดของงาน ดังนี้

- เจ้าหน้าที่จะได้รับการแจ้งเตือนเกี่ยวกับภัยพิบัติจากระบบ IoT หรือจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ และต้องตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลนั้น
- เจ้าหน้าที่จะใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในการตัดสินใจเกี่ยวกับการตอบสนอง
- การส่งข้อความหรือการแจ้งเตือนให้เจ้าหน้าที่ภายในองค์กรทราบถึงสถานการณ์และการดำเนินการที่จำเป็น

3.2) ส่วนสำหรับผู้ใช้งานระบบ เป็นส่วนผู้ใช้งานมีรายละเอียดของงาน ดังนี้

- ผู้ใช้จะได้รับการแจ้งเตือนภัยพิบัติที่เกิดขึ้นในพื้นที่ที่ผู้ใช้ตั้งค่าไว้
- ระบบสามารถส่งการแจ้งเตือนตามตำแหน่งที่ผู้ใช้ตั้งค่า
- การแสดงข้อมูลสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 การเตรียมความพร้อม

1.4.2 การตรวจจับภัยพิบัติ

1.4.3 การแจ้งเตือน

1.4.4 การตอบสนอง

1.4.5 การติดตามสถานการณ์

1.4.6 การประเมินผลและการฟื้นฟู

1.5.7 การสื่อสารและรายงาน

1.5 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 การแจ้งเตือนที่รวดเร็วและแม่นยำช่วยให้ประชาชนและเจ้าหน้าที่สามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ได้ทันที

1.5.2 การเตือนภัยที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้ประชาชนอพยพออกจากพื้นที่เสี่ยงได้ทันเวลาซึ่งสามารถช่วยป้องกันชีวิตจากภัยพิบัติ

1.5.3 ด้วยข้อมูลที่แม่นยำจากระบบ IoT, เจ้าหน้าที่สามารถจัดสรรทรัพยากร เช่น ทีมกู้ภัย, อุปกรณ์ช่วยชีวิต, และทรัพยากรทางการแพทย์ ไปยังพื้นที่ที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2

ทฤษฎี งานวิจัย และเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 เซ็นเซอร์วัดระยะด้วยคลื่นอัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04

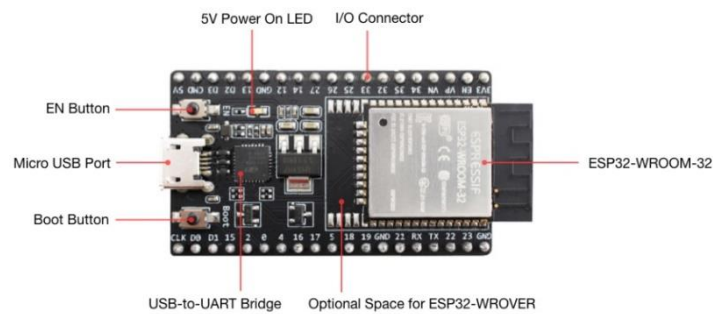
คลื่นอัลตราโซนิกเป็นคลื่นเสียงความถี่ 40 kHz ที่มนุษย์ไม่ได้ยิน (มนุษย์ได้ยินเสียง 20 Hz - 20 kHz) โดยติดตั้งเซ็นเซอร์ไว้บริเวณด้านบนของถัง ให้เซ็นเซอร์ปล่อยคลื่น 40 kHz ออกมาสะท้อนน้ำ แล้วคลื่นวิ่งกลับเข้าตัวรับ วัดระยะเวลาตั้งแต่ปล่อยคลื่นไปจนถึงรับคลื่นออกมา นำไปเทียบกับค่าคงที่ความเร็วเสียง (ประมาณ 346 เมตร/วินาที) ได้ออกมาเป็นระยะห่างระหว่างด้านบนของถังถึงพื้นน้ำ เมื่อความสูงดังกล่าวไปหักลบกับความสูงของถัง จะได้ออกมาเป็นความสูงจริงของน้ำในถัง หากต้องการทราบเป็นปริมาณน้ำในหน่วยลิตร สามารถนำความสูงดังกล่าวไปเข้าสู่สูตรหาพื้นที่แล้วเทียบเป็นหน่วยลิตรได้เลย



ภาพที่ 2.1 เซ็นเซอร์วัดระยะด้วยคลื่นอัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04

2.1.2 esp32

ESP32 ที่มาพร้อมกับสายอากาศในตัวเอง (Antenna Integration) และ RF balun, การขยายกำลังส่ง, การขยายสัญญาณรบกวนต่ำ, ตัวกรอง, และโมดูลการจัดการพลังงาน โดยทั้งหมดนี้จะใช้พื้นที่บนบอร์ดวงจรพิมพ์น้อยมาก โดยบอร์ด ESP32 นี้ใช้กับชิป Wi-Fi และ Bluetooth แบบคู่ 2.4 กิกะเฮิร์ต และมีเทคโนโลยีการผลิตที่มีพลังงานต่ำของ TSMC ที่ 40 นาโนเมตร ที่มีคุณสมบัติทางพลังงานที่ใช้ต่ำ และมีระบบ RF ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่น่าเชื่อถือ และสามารถปรับขนาดใช้งานได้หลากหลายในแอปพลิเคชันต่างๆ โดยเฉพาะด้านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ESP32 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้รับความนิยมสูงในการพัฒนาอุปกรณ์ IoT เนื่องจากมีคุณสมบัติที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงาน และด้วยความสามารถในการเชื่อมต่อ Wi-Fi Bluetooth อย่างคล่องตัว ทำให้นักพัฒนาสามารถเชื่อมต่อไปยังเครือข่ายไร้สาย สื่อสารกับอุปกรณ์อื่นๆ ได้อย่างง่ายดาย



ภาพที่ 2.2 Esp32

2.1.3 Rain Sensor Module

เซนเซอร์ตรวจจับน้ำฝนที่มีแผ่นตรวจจับลายทองแดงและโมดูลควบคุม ซึ่งแปลงค่าความต้านทานจากน้ำเป็นสัญญาณดิจิทัล (DO) และแอนะล็อก (AO) ใช้ในระบบอัตโนมัติ เช่น เปิด-ปิดหน้าต่าง หรือระบบเกษตรอัจฉริยะ โดยทำงานผ่านการเปลี่ยนแปลงความต้านทานเมื่อน้ำตกกระทบแผ่นตรวจจับ



ภาพที่ 2.3 Rain Sensor Module

2.1.4 Buzzer

อุปกรณ์กำเนิดเสียงที่ทำงานโดยใช้ไฟฟ้าเพื่อสร้างแรงสั่นสะเทือนและปล่อยเสียงออกมา แบ่งเป็น Piezoelectric Buzzer ซึ่งใช้หลักการของผลึกเพียโซอิเล็กทริก และ Electromagnetic Buzzer ที่ใช้ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถทำงานแบบ Active (มีวงจรภายใน ส่งเสียงได้เองเมื่อจ่ายไฟ) หรือ Passive (ต้องใช้สัญญาณพัลส์จากไมโครคอนโทรลเลอร์) นิยมใช้ในระบบแจ้งเตือน เช่น นาฬิกาปลุก เครื่องเตือนภัย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และโปรเจกต์ Arduino หรือ ESP32 โดยสามารถควบคุมความถี่เสียงเพื่อสร้างเอฟเฟกต์เสียงที่แตกต่างกันได้

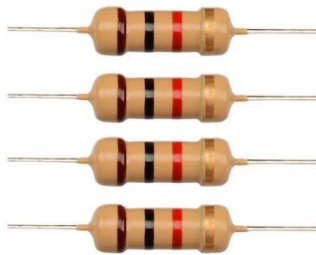


ภาพที่ 2.4 Buzzer

2.1.5 ตัวต้านทาน 1K Ω (1 กิโลโอห์ม)

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีค่าความต้านทาน 1,000 โอห์ม ทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าในวงจร โดยสามารถพบได้ในอุปกรณ์ไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป ใช้ในงานต่าง ๆ เช่น การป้องกันหลอดกระแสมากเกินไปใน LED การแบ่งแรงดันไฟฟ้า และการกำหนดค่าไบอัสในวงจรทรานซิสเตอร์ โดยมีรหัสสี น้ำตาล-ดำ-แดง-ทอง/เงิน หรือ น้ำตาล-ดำ-ดำ-น้ำตาล-ทอง

Resistor 1K Ohm 0.5W



ภาพที่ 2.5 ตัวต้านทาน 1K Ω (1 กิโลโอห์ม)

2.1.6 InfluxDB

เป็นฐานข้อมูลแบบ Time-Series Database (TSDB) ที่ออกแบบมาเฉพาะสำหรับการจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา เช่น ข้อมูลจากเซ็นเซอร์, ข้อมูล log, หรือข้อมูลการตรวจวัดต่าง ๆ ในระบบ IoT และระบบเฝ้าระวัง (Monitoring System)



ภาพที่ 2.6 InfluxDB

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาระบบเตือนภัยแหล่งน้ำโดยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟน จากฐานข้อมูลของสำนักงานชลประทานที่ 8 นครราชสีมา

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพการณ์และความต้องการข้อมูลเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ 2) พัฒนาระบบเตือนภัยแหล่งน้ำผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟน และ 3) ประเมินคุณภาพระบบเตือนภัยแหล่งน้ำผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟน ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาประกอบด้วย บุคลากรจากหน่วยงานภาครัฐ ที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำและเกษตรกรจำนวน 50 คน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย 1) ระบบเตือนภัยแหล่งน้ำ 2) แบบประเมินคุณภาพฟังก์ชันการทำงานของระบบเตือนภัยแหล่งน้ำ และ 3) แบบประเมินคุณภาพระบบเตือนภัยแหล่งน้ำ สถิติที่ใช้ในการวิจัยเป็นสถิติขั้นพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ขั้นตอนที่ 1 ระบบเตือนภัยควรแบ่งการปฏิบัติงานออกเป็น 9 ฟังก์ชัน ประกอบด้วย การเตือนสถานการณ์น้ำ การแสดงแผนที่ปริมาณน้ำ การรายงานสภาพภูมิอากาศ การบริหารจัดการน้ำในอ่าง การรายงานสภาพน้ำท่า การรายงานปริมาณน้ำฝน การแสดงผังการติดตามน้ำ การแสดงแผนจัดสรรน้ำฤดูแล้ง/ฝน และการแจ้งเตือนข้อมูลน้ำแล้ง/น้ำท่วม ขั้นตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อคุณภาพการทำงานของฟังก์ชัน พบว่า ภาพรวมของระบบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี ($= 4.41$, $S.D. = 0.17$) ทั้งในด้านความครบถ้วนสมบูรณ์ รูปแบบการแสดงผล ความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความสะดวกในการใช้งาน และความเป็นประโยชน์ ขั้นตอนที่ 3 ความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการทดลองใช้งานและประเมินคุณภาพของระบบเตือนภัยแหล่งน้ำ พบว่า ภาพรวมของระบบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี ($= 3.94$, $S.D. = 0.11$) ทั้งในด้านความทันสมัย ความครอบคลุมและถูกต้องตรงกับความต้องการ ความยืดหยุ่นและความสะดวก ความสวยงามและความเป็นประโยชน์

2.3 เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

1) Microcontroller/Single-Board Computer

- ESP32

2) เซ็นเซอร์ (Sensors)

- Ultrasonic Sensor ใช้ตรวจวัดระดับน้ำ เช่น HC-SR04

- Rain Sensor Module

3) อุปกรณ์แจ้งเตือน

- Buzzer

2.3.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

1) แพลตฟอร์มพัฒนา

- Arduino IDE สำหรับเขียนและอัปโหลดโค้ดลง Arduino/ESP
- Google Firebase แพลตฟอร์มคลาวด์สำหรับการเก็บข้อมูลและแจ้งเตือน
- WiFi.h ใช้เชื่อมต่อ ESP32 กับ Wi-Fi
- Firebase ESP32 Library – ใช้เชื่อมต่อกับ Firebase Realtime Database
- ArduinoJson ใช้จัดการข้อมูล JSON ที่รับส่งจาก Firebase หรือ MQTT
- Adafruit_SSD1306 & Adafruit_GFX ใช้ควบคุม OLED Display ถ้ามีจอแสดงผล
- NewPing.h ใช้สำหรับวัดระยะทางจากเซ็นเซอร์ HC-SR04

2.3.3 การวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูล

- Power BI สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง



ภาพที่ 2.7 Power BI

บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.1 ระบบงาน

3.1.1 กลุ่มผู้ใช้งาน

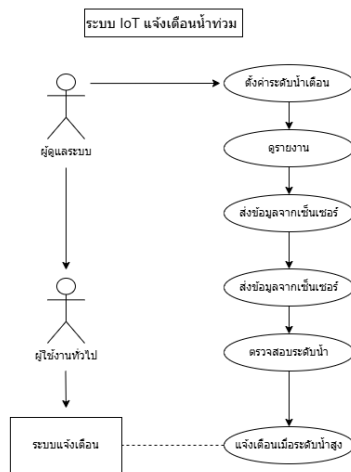
- 1) หน่วยงานภาครัฐและองค์กรที่เกี่ยวข้อง
- 2) ชุมชนและประชาชนทั่วไป
- 3) ผู้ประกอบการและอุตสาหกรรม
- 4) นักพัฒนาและนักวิจัย

3.1.2 ความต้องการ

- 1) ความต้องการที่กำหนดหน้าที่ (Functional Requirements)
 - ตรวจสอบระดับน้ำ
 - การส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์
 - ระบบแจ้งเตือน
 - การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์
- 2) ความต้องการที่ไม่กำหนดหน้าที่ (Non-Functional Requirements)
 - ความน่าเชื่อถือ
 - ความเร็วในการตอบสนอง
 - ความปลอดภัย
 - ความทนทาน
 - ประสิทธิภาพ
 - ต้นทุน

3.2 การออกแบบระบบงาน

3.2.1 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

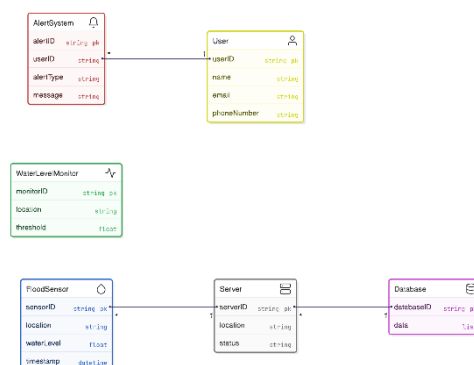


ภาพที่ 3.1 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

3.2.2 คำอธิบายยูสเคส (Use Case Description)

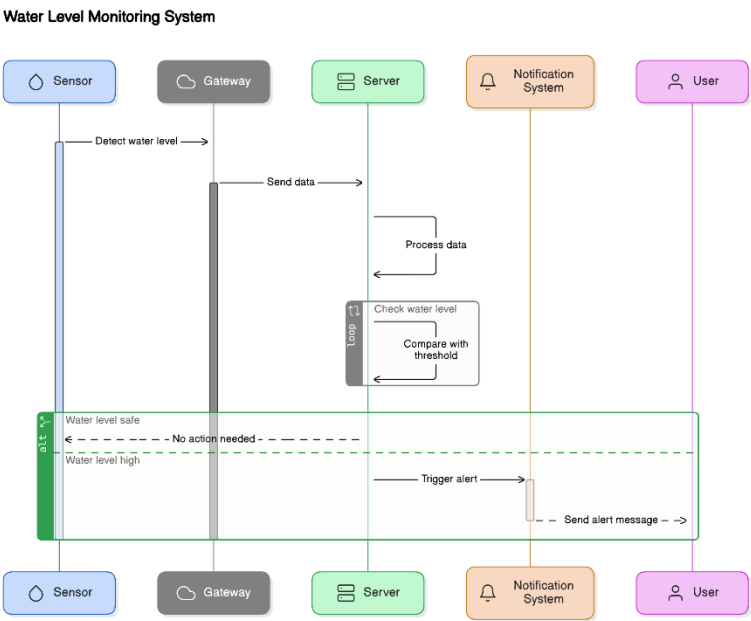
- 1) ผู้ดูแลระบบ (Admin) มีการติดต่อกับระบบเพื่อ ตั้งค่าระดับน้ำเตือน และ ดูรายงาน ข้อมูลต่าง ๆ
- 2) ผู้ใช้งานทั่วไป (End User) สามารถ ตรวจสอบระดับน้ำ, รับ การแจ้งเตือน, และ ดูประวัติข้อมูลน้ำ
- 3) เซ็นเซอร์ ส่งข้อมูลระดับน้ำไปยัง ระบบ ที่จะประมวลผลและส่งการแจ้งเตือนเมื่อระดับน้ำสูงเกินค่าที่กำหนด

3.2.3 แผนภาพคลาส (Class Diagram)



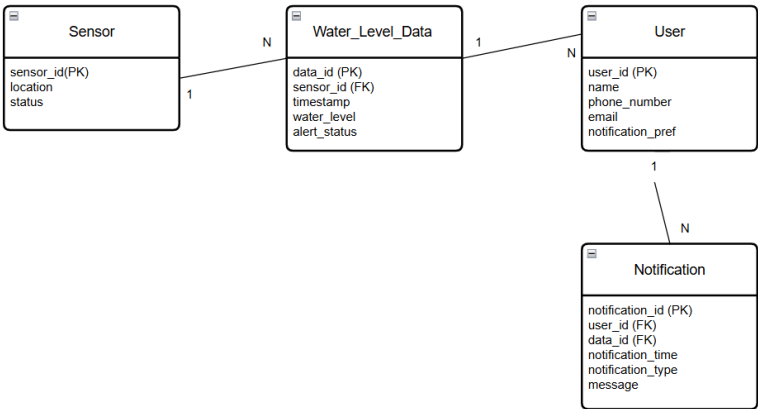
ภาพที่ 3.2 แผนภาพคลาส (Class Diagram)

3.2.4 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ (Sequence Diagram)



ภาพที่ 3.3 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ (Sequence Diagram)

3.2.5 แผนภาพความสัมพันธ์ของตาราง



ภาพที่ 3.4 แผนภาพความสัมพันธ์ของตาราง