

ระบบแจ้งเตือนระดับน้ำท่วมบริเวณทางน้ำระบาย

FLOOD WARNING SYSTEM AROUND THE DRAIN AREA

จิรัฐ ภูมิธามิ¹ และ เจษฎา อรุณฤกษ์¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี jelayu_k@rmutt.ac.th, jedsada@rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอระบบแจ้งเตือนระดับน้ำท่วมบริเวณทางน้ำระบาย และโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ตโฟนในระบบไอโอเอส และแอนดรอยด์ “Water Level” เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบถึงระดับน้ำว่าสามารถสัญจรในพื้นที่นั้นได้หรือไม่ และเพื่อเป็นการช่วยบรรเทาถึงผลกระทบทำให้ประหยัดเวลาลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้น โดยผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบระดับน้ำผ่านโมบายล์แอปพลิเคชัน ซึ่งระดับบุคคลทั่วไปจะเป็นระดับแรกเริ่ม สามารถดูระดับเบื้องต้นได้ ในระดับสมาชิกผู้ใช้งานสามารถรับการแจ้งเตือนการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ การตรวจเช็คระดับน้ำย้อนหลัง และแจ้งปัญหาที่พบเจอ การทำงานของโหนดใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ร่วมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ หลักการทำงานจะใช้อัลตราโซนิกวัดค่าระดับน้ำเมื่อถึงระดับที่ผู้ใช้งานเปิดการแจ้งเตือนก็จะทำการแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชัน และยังมีระบบบอกจุดที่ตั้งของโหนดโดยใช้ GPS และระบบโซลาร์เซลล์สำหรับการชาร์จแบตเตอรี่เพื่อจ่ายพลังงานไปยังระบบ จากการทำงานของระบบ สามารถสรุปได้ว่าระบบแจ้งเตือนระดับน้ำท่วมบริเวณทางน้ำระบาย สามารถดำเนินการได้ตามวัตถุประสงค์.

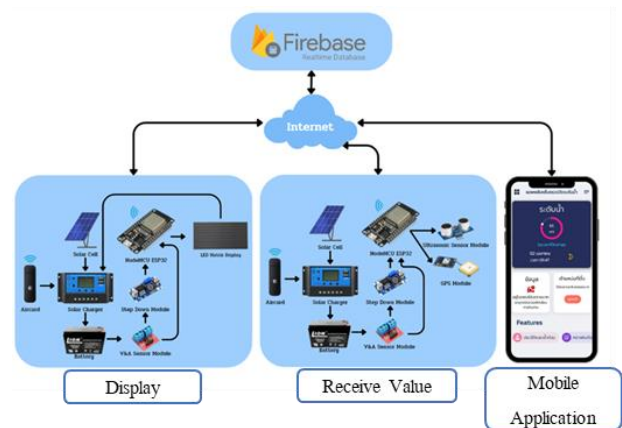
คำสำคัญ: โมบายล์แอปพลิเคชัน, ไมโครคอนโทรลเลอร์, เซ็นเซอร์อัลตราโซนิก

Abstract

This article proposes a flood water level alert system for drainage areas, along with a smartphone application called “Water Level” available on both iOS and Android platforms. The system aims to inform users about the current water level, helping them determine whether an area is passable. It also serves to mitigate potential impacts, save time, and reduce possible damage. Users can check water levels through the mobile application. General users can initially view basic water level information, while registered members have access to additional features such as water level change notifications, historical data tracking, and issue reporting. The system operates through nodes that use an ESP32 microcontroller in conjunction with various components. Its core function relies on ultrasonic sensors to measure water levels. When the

water reaches a user-defined threshold, a notification is sent to the application. Each node is also equipped with GPS to provide location data, and a solar power system is used to charge the battery and supply power to the entire system. Based on its operation, it can be concluded that the proposed flood water level alert system for drainage areas can be effectively implemented as intended.

Keywords: Mobile application, Microcontroller, Ultrasonic Sensor



รูปที่ 1 ระบบแจ้งเตือนระดับน้ำท่วมบริเวณทางน้ำระบาย

1. บทนำ

อุทกภัย เป็นภัยและอันตรายจากสภาวะน้ำท่วมฉับพลัน หรือแม้แต่ว่าสภาวะน้ำเอ่อล้นฝั่งแม่น้ำ ลำธาร หรือทางน้ำก็สามารถเกิดขึ้นได้เช่นกัน โดยปกติแล้ว อุทกภัยเกิดจากฝนตกหนักอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ทำให้เกิดการสะสมน้ำบนพื้นที่ซึ่งระบายออกไม่ทัน ทำให้พื้นที่นั้นเกิดน้ำท่วมขึ้น ภัยร้ายที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติและเป็นสิ่งที่ไม่สามารถควบคุมได้ บางครั้งทำให้เกิดแผ่นดินถล่ม อาจมีสาเหตุจากพายุหมุนเขตร้อนลมมรสุมมีกำลังแรง ร่องความกดอากาศต่ำมีกำลังแรง อากาศแปรปรวน น้ำทะเลหนุนแผ่นดินไหว เขื่อนพัง เป็นต้น

การมีระบบแจ้งเตือนระดับน้ำจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากสามารถช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัยได้รับข้อมูลสถานการณ์น้ำแบบเรียลไทม์ ทำให้สามารถเตรียมความพร้อมอพยพผู้คน สิ่งของ และทรัพย์สินได้ทันเวลา ลดความเสียหายและการ

สูญเสียชีวิตจากเหตุอุทกภัยที่เกิดขึ้นอย่างไม่คาดคิด ระบบแจ้งเตือนที่แม่นยำและตอบสนองรวดเร็ว เช่น ระบบที่ใช้เซ็นเซอร์อัลตราโซนิกตรวจวัดระดับน้ำ [1][2] ร่วมกับการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและแจ้งเตือนบนอุปกรณ์พกพา จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการภัยพิบัติอย่างเป็นระบบและสร้างความอุ่นใจให้กับชุมชนในพื้นที่เสี่ยงภัยได้อย่างมาก

ดังนั้นทางบทความนี้จึงได้เล็งเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจึงได้พัฒนาระบบแจ้งเตือนระดับน้ำท่วมบริเวณทางน้ำรอบระบาย ด้วยระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ [3][4] เพื่อให้ประชาชนทราบถึงระดับน้ำว่าปลอดภัยและสามารถสัญจรในพื้นที่นั้นได้หรือไม่ หรือควรที่จะได้รับการอพยพในกรณีที่มีน้ำท่วมสูง เพื่อเป็นการช่วยบรรเทาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นตามมา ทำให้ประหยัดเวลาและลดความเสียหายที่เกิดขึ้นได้

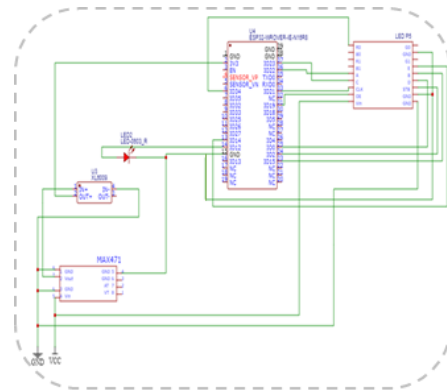
2. การออกแบบ

การออกแบบระบบแจ้งเตือนระดับน้ำท่วมบริเวณทางน้ำรอบระบาย ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ โดยส่วนแรกคือ ชุดแสดงผล ใช้โมดูลไมโครคอนโทรลเลอร์ (ESP 32) [5] เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำและจอแสดงผล ทำหน้าที่วัดและแสดงค่าระดับน้ำแบบเรียลไทม์ ส่วนที่สองคือ ชุดเก็บข้อมูล ทำหน้าที่รับค่าและส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปยังฐานข้อมูลบน Firebase Realtime Database โดยมีพลังงานจากแผงโซลาร์เซลล์และระบบจัดการพลังงาน ส่วนสุดท้ายคือ Mobile Application ที่เชื่อมต่อกับ Firebase ทำให้ผู้ใช้งานสามารถดูค่าระดับน้ำและสถานะต่าง ๆ ผ่านสมาร์ตโฟนได้อย่างสะดวก ซึ่งระบบทั้งหมดถูกออกแบบให้ทำงานร่วมกันแบบอัตโนมัติและต่อเนื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแจ้งเตือนและเฝ้าระวังอุทกภัย

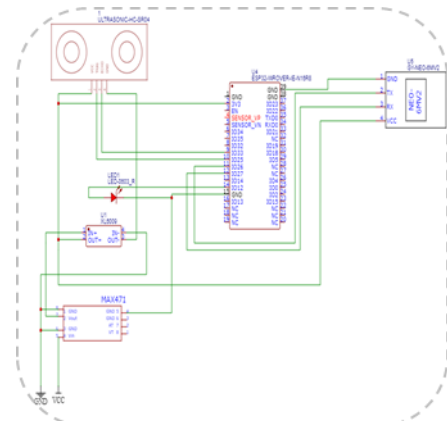
2.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์

การออกแบบวงจรระบบแจ้งเตือนระดับน้ำท่วมบริเวณทางน้ำรอบระบาย จากรูปที่ 2 วงจรชุดแสดงผลระดับน้ำจะใช้วงจรลดแรงดันของแบตเตอรี่ที่ต่อมาจากวงจรวัดแรงดันไฟฟ้า (MAX471) แปลงจาก 12V เป็น 3.3V เพื่อทำการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP 32 จากนั้นจะส่งค่าไปยังจอแสดงผล LED และจ่ายไฟเลี้ยง 5V ให้กับจอแสดงผล LED จากพอร์ต USB ด้านหน้าโซลาร์ชาร์จเจอร์ โดยจะมีขั้ววัดแรงดันต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP 32 เพื่อวัดแรงดันไฟฟ้าและคำนวณเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่

จากรูปที่ 2 วงจรชุดเก็บข้อมูลจะใช้เซ็นเซอร์ลดแรงดัน ทำการลดแรงดันของแบตเตอรี่ที่ต่อมาจากวงจรวัดแรงดันไฟฟ้า (MAX471) แปลงจาก 12V เป็น 3.3V เพื่อทำการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP 32 และไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP 32 จะทำการจ่ายไฟให้กับ อัลตราโซนิก, GPS และรับค่าจากอัลตราโซนิก, GPS โดยจะมีขั้ววัดแรงดันต่อร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP 32 เพื่อวัดแรงดันไฟฟ้าและคำนวณเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่

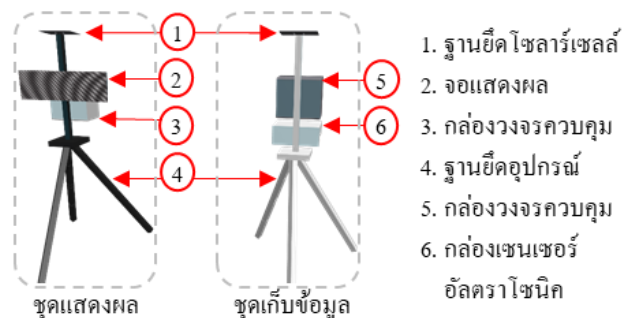


วงจรชุดแสดงผล



วงจรชุดเก็บข้อมูล

รูปที่ 2 การออกแบบวงจรฮาร์ดแวร์



รูปที่ 3 การออกแบบชุดติดตั้งระบบ

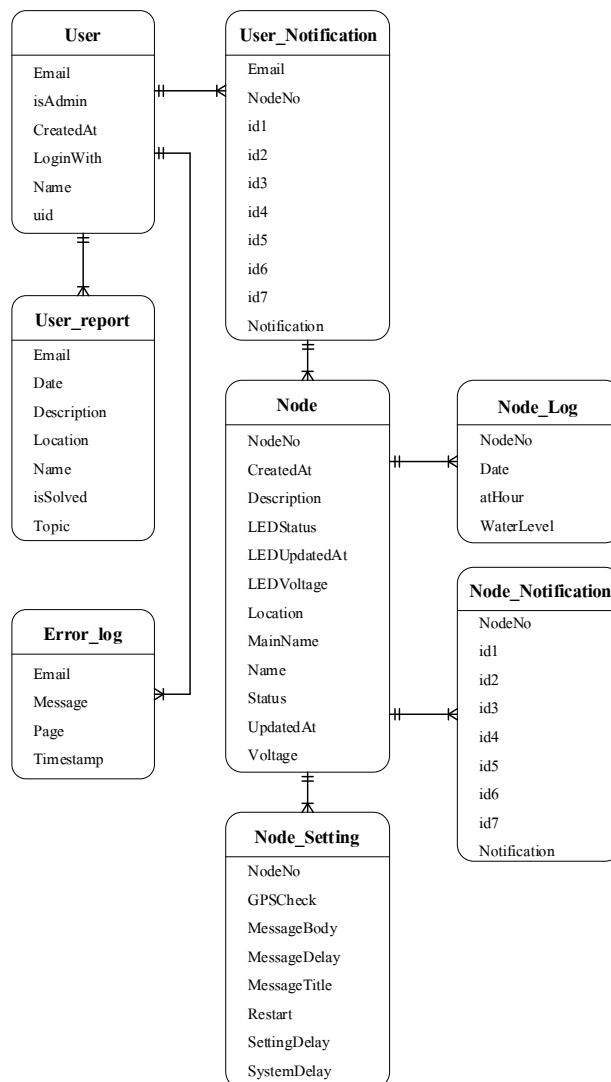
การออกแบบวงจรฮาร์ดแวร์ทั้งหมด จะถูกติดตั้งในชุดติดตั้งระบบแสดงดังรูปที่ 3 จากภาพแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ แบ่งออกเป็นสองชุดหลัก ได้แก่ ชุดแสดงผล และ ชุดเก็บข้อมูล โดยชุดแสดงผลประกอบด้วยจอแสดงผลสำหรับแสดงค่าระดับน้ำที่วัดได้แบบเรียลไทม์ พร้อมกล่องควบคุมที่เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรจัดการพลังงานจากโซลาร์เซลล์ [6] ส่วนชุดเก็บข้อมูลจะประกอบด้วยกล่องเก็บข้อมูลที่บรรจุไมโครคอนโทรลเลอร์ เซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำ โมดูล GPS [7] และวงจรจัดการพลังงานจากโซลาร์เซลล์

2.2 การออกแบบโมบายล์แอปพลิเคชัน

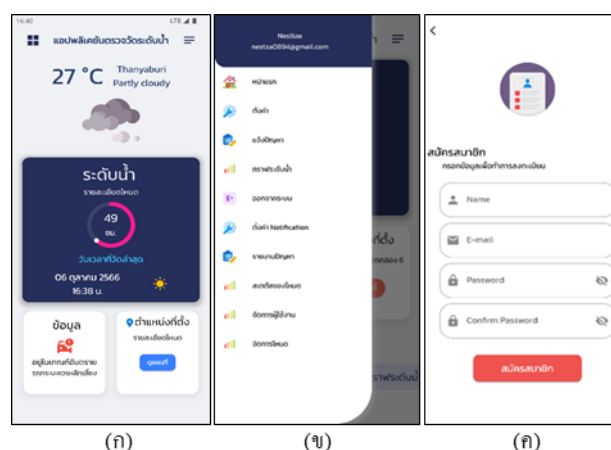
การออกแบบโมบายล์แอปพลิเคชันพัฒนาด้วย Visual Studio Code [8] โดยใช้ Flutter Framework [9] และภาษา Dart [10] สำหรับสร้าง UI ที่ทันสมัยซึ่งเชื่อมต่อกับข้อมูลแบบเรียลไทม์ หากมีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoT จะใช้ PlatformIO [11] บน VS Code สำหรับพัฒนาและสื่อสารข้อมูลจากเซนเซอร์มายังแอปพลิเคชัน และได้นำ Cloud Storage for Firebase [12] มาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลผู้ใช้หรือไฟล์ที่เกี่ยวข้องกับระบบรวมถึงใช้ Firebase Cloud Messaging [13] สำหรับส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ซึ่งทั้งหมดนี้ช่วยให้แอปสามารถทำงานแบบออนไลน์เชื่อมโยงกับฐานข้อมูลกลาง

จากรูปที่ 4 เป็นหลักการการทำงานของโครงสร้างฐานข้อมูล โดย User จะจัดเก็บข้อมูลผู้ใช้งาน เช่น อีเมล ชื่อ และสิทธิ์การใช้งาน, User_Report สำหรับบันทึกขี้อผิดพลาดในการใช้งานระบบ, Node สำหรับเก็บข้อมูลอุปกรณ์ตรวจวัด (Node) เช่น สถานะ แรงดันไฟฟ้า และตำแหน่งติดตั้ง, Node_Log บันทึก Log เหตุการณ์และสถานะการทำงานของ Node, Node_Notification สำหรับเก็บการแจ้งเตือนจาก Node, Node_Setting เก็บการตั้งค่าอุปกรณ์ Node และ User_Notification สำหรับจัดการแจ้งเตือนที่ส่งถึงผู้ใช้ โดยตารางทั้งหมดเชื่อมโยงกันผ่านคีย์หลัก ได้แก่ Email และ NodeNo ทำให้สามารถบริหารจัดการข้อมูลการทำงานของแจ้งเตือน การตั้งค่า รวมถึงประวัติการรายงานและบันทึกข้อผิดพลาดได้อย่างเป็นระบบ ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการตรวจสอบสถานะอุปกรณ์และตอบสนองต่อเหตุการณ์ได้แบบเรียลไทม์

จากการออกแบบโครงสร้างของฐานข้อมูล ขั้นตอนต่อไปจะนำโครงสร้างที่ได้ออกแบบมาสร้าง Mobile Application[14] จากรูปที่ 5 แสดงตัวอย่างหน้าจอของแอปพลิเคชันที่ใช้ติดตามข้อมูลระดับน้ำและสภาพอากาศในพื้นที่ที่ติดตั้ง Node โดยหน้าจอหลัก (ก) จะออกแบบให้แสดงผลอุณหภูมิ สภาพอากาศในพื้นที่ พร้อมวันและเวลาที่มีการอัปเดตข้อมูล ด้านล่างมีปุ่มเข้าถึงข้อมูลจุดเสี่ยงน้ำท่วมและตำแหน่งที่ตั้งของ Node (ข) เมนู Function ต่างๆ เป็นเมนูหลักของแอปซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชันต่าง ๆ เช่น หน้าหลัก, อัปเดตระดับน้ำ, การแจ้งเตือน และการออกจากระบบ โดยมีอีเมลของผู้ใช้งานแสดงอยู่ด้านบนของเมนู และ (ค) หน้าสมัครสมาชิก เป็นแบบฟอร์มสำหรับการสมัครสมาชิก ซึ่งผู้ใช้จะต้องกรอกข้อมูล ได้แก่ ชื่อ, อีเมล, รหัสผ่าน และยืนยันรหัสผ่านก่อนกดปุ่ม “สมัครสมาชิก” เพื่อใช้งานแอปพลิเคชัน ทั้งหมดนี้สะท้อนว่าแอปมีการออกแบบให้ใช้งานง่าย และเน้นการให้ข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับสถานการณ์น้ำในพื้นที่อย่างเป็นระบบ



รูปที่ 4 แบบจำลองโครงสร้างของฐานข้อมูล



รูปที่ 5 การออกแบบ Mobile Application

(ก) หน้าหลัก (ข) เมนู Function ต่างๆ (ค) หน้าสมัครสมาชิก

3. การวัดทดสอบและอภิปรายผล

จากผลการประเมินความสามารถของอุปกรณ์ตรวจวัดระดับน้ำพบว่าอุปกรณ์สามารถเก็บและใช้พลังงานได้จากแผงโซลาร์เซลล์ มีระบบหมุนเวียนพลังงานที่สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องแสดงในรูปที่ 6 (ก) รวมถึงการแสดงค่าระดับน้ำบนจอ LED ขนาด 16×32 เซนติเมตร และสามารถแสดงสถานะความสูงของระดับน้ำเป็นตัวเลขที่ชัดเจนในหน่วยเซนติเมตร นอกจากนี้ยังสามารถปรับการแสดงผลได้ 4 ระดับความรุนแรงตามช่วงระดับน้ำที่วัดได้ เช่น สีเขียวสำหรับค่าต่ำ สีเหลืองและสีส้มสำหรับค่าปานกลาง ไปจนถึงสีแดงเมื่อระดับน้ำอยู่ในช่วงวิกฤติแสดงในรูปที่ 6 (ข)

สำหรับส่วนของแอปพลิเคชัน พบว่าสามารถตรวจสอบสถานะระดับน้ำได้อย่างเรียลไทม์ ทั้งในมุมมองของผู้ใช้งานทั่วไปและผู้ดูแลระบบรองรับการจัดการของ Node เช่น การเพิ่ม แก้ไข หรือลบ รวมไปถึงแสดงสถานะการทำงาน, เปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่, แรงดันไฟฟ้า ของ Node ทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 7 (ก) และ (ข) ระบบยังสามารถบันทึกข้อมูลย้อนหลังของการวัดระดับน้ำได้ แสดงดังรูปที่ 7 (ค) ตลอดจนบันทึกประวัติการแจ้งเตือน นอกจากนี้ระบบยังสามารถแสดงข้อมูลระดับน้ำแต่ละโหนดได้อย่างละเอียด เช่น ชื่อโหนด พิกัด ตำแหน่งการติดตั้ง แสดงดังรูปที่ 7 (ง)



(ก)



(ข)

รูปที่ 6 การติดตั้งระบบวัดระดับน้ำ

(ก) ติดตั้ง Node ฟังวัดระดับน้ำ (ข) ติดตั้ง Node จอแสดงผล



(ก)

(ข)

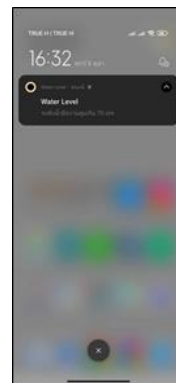
(ค)

(ง)

รูปที่ 7 การแสดงผลใน Mobile Application

(ก) สถานะของ Node ทั้งหมด (ข) สถานะการใช้งานของ Node (ค)

ประวัติระดับน้ำของ Node (ง) แผนที่ตั้งของ Node



(ก)



(ข)

รูปที่ 8 การแจ้งเตือน

(ก) การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน (ข) การตั้งค่าช่วงระดับน้ำที่ต้องการให้แจ้งเตือน

การแจ้งเตือนสามารถเลือกได้ทั้งในรูปแบบข้อความหรือเสียง สามารถเลือกตั้งค่าการแจ้งเตือนของระดับน้ำได้หลายระดับ และเมื่อตั้งค่าไว้แล้วสามารถเลือก เปิด-ปิด การตั้งค่านั้นได้ พร้อมกำหนดระยะเวลาการแจ้งเตือนได้ตามต้องการแสดงดังรูปที่ 8 (ก)และ (ข) ทั้งยังสามารถแสดงประวัติการแจ้งเตือนย้อนหลังทั้งรายชั่วโมง รายวัน และรายเดือน รวมถึงการติดตามและวิเคราะห์ปัญหาของระบบแบบเรียลไทม์ ซึ่งช่วยเพิ่มความมั่นใจและความปลอดภัยให้กับผู้ใช้งานเมื่อต้องเผชิญกับเหตุการณ์อุทกภัยหรือสถานะฉุกเฉิน โดยผลการประเมินในภาพรวมยืนยันว่าระบบมีประสิทธิภาพสูงตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ดี

4. สรุป

จากการทดสอบของระบบพบว่า ระบบแจ้งเตือนระดับน้ำท่วมบริเวณทางน้ำระบาย สามารถใช้งานได้ไม่ว่าจะภายในโมบิลแอปพลิเคชัน ในฐานะฝั่งผู้มาเยือน ในการดูระดับน้ำเบื้องต้นและสมัครเพื่อใช้งานเต็มรูปแบบ หรือในฐานะผู้ใช้งานทั่วไป ในการแสดงระดับน้ำภายในโมบิลแอปพลิเคชัน การทราบตำแหน่งของโหนด การตั้งค่าการแจ้งเตือนของความสูงระดับน้ำที่ต้องการ การแจ้งเตือนผ่านโมบิลแอปพลิเคชันไปยังผู้ใช้งาน การดูประวัติระดับน้ำ หรือในฐานะผู้ดูแลระบบในการจัดการโหนดหรือการจัดการผู้ใช้งาน การสังเกตการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ การตั้งค่าการแจ้งเตือนของช่วงระดับน้ำ และภายในฝั่งฮาร์ดแวร์ สามารถแสดงผลระดับน้ำในช่วงต่าง ๆ ภายในจอ LED การเก็บและส่งค่าระดับน้ำด้วยเซนเซอร์อัลตราโซนิก การบอกสถานะของฮาร์ดแวร์กรณีเกิดปัญหา การเก็บประจุและการใช้งานของแบตเตอรี่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและระบบสามารถประมวลผลข้อมูลได้ตามที่ต้องการ

5. แนวทางพัฒนาในอนาคต

ระบบแจ้งเตือนระดับน้ำท่วมบริเวณทางน้ำระบาย ที่พัฒนาด้วย ESP32 มีข้อจำกัดด้านการใช้พลังงานสูง ระยะการส่งสัญญาณสั้น และความเสถียรของเครือข่ายที่ขึ้นอยู่กับสัญญาณ Wi-Fi ซึ่งอาจไม่ครอบคลุมในบางพื้นที่ ทำให้การทำงานต่อเนื่องเป็นไปได้ยาก ดังนั้นในอนาคตจึงมีแนวทางที่จะปรับเปลี่ยนเทคโนโลยี LoRa (Long Range) ซึ่งสามารถส่งสัญญาณได้ไกลกว่าหลายกิโลเมตร ใช้พลังงานต่ำ และมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมมากกว่า เพื่อให้ระบบมีความเสถียร ยั่งยืน และรองรับการใช้งานในพื้นที่กว้างได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น.

เอกสารอ้างอิง

- [1] P. Nagaraj, C. B. Subramanian, B. N. K. Reddy, L. M. Reddy, G. G. Reddy, and C. Y. Reddy, "Smart water controller in metro water supply lines using ultrasonic sensor and flow sensor," in Proc. 2nd Int. Conf. Edge Comput. Appl. (ICECAA), Virudhunagar, India, Sept. 2023, pp. 127–132.
- [2] ยุทธพงษ์ ทองช่วง, การวิเคราะห์และออกแบบชุดควบคุมการประจุไฟฟ้าแบบสมาร์ตสำหรับแบตเตอรี่ในระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์, ปรินญาณพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2559.
- [3] อนุรักษ์ โนนาน, การศึกษาและเปรียบเทียบผลการวัดความสูงของวัตถุที่มีรูปทรงต่างกันด้วยการใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก, วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2563.

- [4] Nk group, โซลาร์เซลล์ (Solar Cell) คืออะไร รวบรวมทุกข้อมูลที่ควรศึกษาก่อนใช้จริง, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://www.nkso.largroup.com/solar-cell/> (6 ธันวาคม 2565).
- [5] ROBOTSIAM, ESP32 #1: รู้จักไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://www.robotsiam.com/article/42/esp32-1-รู้จัก-ไมโครคอนโทรลเลอร์-esp32> (30 ธันวาคม 2565).
- [6] SUNNERGYTECH, หลักการทำงานของโซลาร์ชาร์จเจอร์ (Solar Charger), [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://www.sunnergys.com/article/274/หลักการทำงานของโซลาร์ชาร์จเจอร์-solar-charge> (6 มกราคม 2566).
- [7] CyberTice, GPS Module GY-NEO-M8N Ublox, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://www.cybertice.com/product/2095/gps-module-gy-neo-m8n-ublox/> (2 มกราคม 2566).
- [8] Microsoft, ใช้ส่วนขยาย Visual Studio Code, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://learn.microsoft.com/th-th/power-apps/maker/portals/vs-code-extension> (28 ธันวาคม 2565).
- [9] mindphp.com, Flutter Framework (ฟลัทเทอร์ เฟรมเวิร์ค) คืออะไร, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <https://www.mindphp.com/บทความ/241-mobile-application/5554-flutter-framework.html> (14 มกราคม 2566).
- [10] Tanapoj Chaivanichanan, Dart 101: ทำความรู้จักภาษา Dart ฉบับโปรแกรมเมอร์, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://www.tamemo.com/post/172/dart-101-intro/> (14 มกราคม 2566).
- [11] Sathittham (Phoo) Sangthong, [PlatformIO] มาลองเล่น Platform IO แทน Arduino IDE กัน, [ออนไลน์] <https://medium.com/sathittham/platformio-มาลองเล่น-platformio-แทน-arduino-ide-กัน-d9305e6671dd> (28 ธันวาคม 2565).
- [12] Jirawatee, รู้จัก Cloud Storage for Firebase ตั้งแต่ Zero จนถึง Hero, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://medium.com/firebase-thailand/รู้จัก-firebase-storage-ตั้งแต่-zero-จนถึง-hero-e65db2d1873f> (10 มกราคม 2566).
- [13] Akexorcist, มาทำความรู้จักและลองใช้งาน Google Cloud Messaging กันเถอะ, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://www.akexorcist.com/2016/03/how-to-use-google-cloud-messaging-on-android.html> (10 มกราคม 2566).
- [14] S. M. Azarudeen, B. Mohan, P. Swapna, and S. Pujita, "Automatic smart receptacle using IoT and mobile application," in Proc. 5th Int. Conf. Intell. Comput. Control Syst. (ICICCS), Coimbatore, India, May 2021, pp. 389–392.