

ระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับการปลูกข้าวโพดหวานด้วยเทคโนโลยีลอรา An intelligent watering system for sweet corn cultivation with LoRa technology

พงศ์เลิศ สังกะเพศ*, ณวรา จันทร์ศิริ และ บุปผาพรรณ เกลิมวงศ์

Ponglert Sangkaphet*, Nawara Chansiri and Buppawan Chaleamwong

สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Department of Software Engineering, Faculty of Computer Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University

Received: September 28, 2024; Revised: December 20, 2024; Accepted: December 24, 2024; Published: December 28, 2024

ABSTRACT – The cultivation of sweet corn is a field that utilizes a vast area, thereby the care and watering of sweet corn plants are inconvenient and time-consuming. Currently, Internet of Things technology plays a significant role in sending and receiving data, contributing to the development of a smart farm system. However, the Internet of Things still has a limitation on the distance over which data cannot be transmitted. Therefore, this research aims to develop a prototype smart watering system for cultivating sweet corn using LoRa technology, which relies on both receiving and sending data from water valve nodes and sensor nodes. These components communicate data in a peer-to-peer format. The results of system development and testing lead to the conclusion that the system can effectively operate the water valves in both on/off modes and successfully transmit values from remote sensors. The research sample consisted of 5 program development experts and 15 general users. The tools utilized in the research included a system performance evaluation form, and the statistics employed for data analysis were the mean and standard deviation. The results of the overall efficiency evaluation were at a high level, with a mean score of 4.43.

KEYWORDS: Smart Watering System, Internet of Things, Smart Farm, LoRa

บทคัดย่อ -- การเพาะปลูกข้าวโพดหวานเป็นการทำไร่ที่ใช้พื้นที่กว้างมากทำให้การดูแลและการให้น้ำกับต้นข้าวโพดหวานนั้นไม่สะดวกใช้เวลานาน ปัจจุบันมีเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่งเข้ามามีบทบาทและทำหน้าที่รับส่งข้อมูลในการทำระบบ smart farm อย่างไรก็ดีเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่งยังมีข้อจำกัดด้านระยะทางที่ไม่สามารถส่งข้อมูลกันได้ไกล ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์การพัฒนาต้นแบบระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับการปลูกข้าวโพดหวานด้วยเทคโนโลยีลอรา โดยอาศัยการรับส่งข้อมูลของโหนดวาล์วน้ำและเซ็นเซอร์ที่ทำการส่งข้อมูลกันแบบ Peer to Peer ผลการพัฒนาและทดสอบระบบสรุปได้ว่า ระบบสามารถใช้งานได้จริงทั้งในการเปิด/ปิด ของวาล์วน้ำและการรับส่งค่าเซ็นเซอร์ระยะไกล สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาโปรแกรม จำนวน 5 คน และผู้ใช้งานทั่วไปจำนวนอีก 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการประเมินประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.43

คำสำคัญ: ระบบรดน้ำอัจฉริยะ, อินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง, เกษตรอัจฉริยะ, ลอรา

*Corresponding Author: ponglert.s@ubru.ac.th

1. บทนำ

ปัจจุบันสภาพอากาศในประเทศไทยค่อนข้างมีความแปรปรวนอย่างมากและขาดต่อการควบคุม สภาพอากาศที่ไม่คงที่นี้ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสิ่งต่าง ๆ ทั้งคน สัตว์ สิ่งแวดล้อม และพืชพันธุ์ต่าง ๆ โดยเกษตรกรที่ประกอบอาชีพเกี่ยวกับการเพาะปลูกพืช ไม่ว่าจะเป็นพืชไร่หรือพืชสวนก็ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรง ข้าวโพดหวานเป็นพืชที่นิยมปลูกและนำมาใช้ในการรับประทานอย่างกว้างขวางในประเทศไทย ซึ่งการปลูกข้าวโพดหวานเป็นการทำไร่ที่ใช้พื้นที่กว้างมาก ทำให้การดูแลและการให้น้ำกับต้นข้าวโพดหวานนั้นไม่สะดวก ใช้เวลานาน และที่สำคัญข้าวโพดหวานต้องการน้ำที่มีปริมาณมากพอสมควรในการเพาะปลูก [1-2] ปัจจุบันมีเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่งที่เข้ามามีบทบาทและทำหน้าที่รับส่งข้อมูลในการทำงานด้านสมาร์ทฟาร์ม ทำให้สะดวกต่อควบคุมและติดตามข้อมูล อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่งยังมีข้อจำกัดด้านระยะทางที่ไม่สามารถส่งข้อมูลกันได้ไกล ดังนั้นจึงมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่งในรูปแบบการสื่อสารที่สามารถรับส่งข้อมูลได้ในระยะทางที่ไกล นั่นคือ LoRa ซึ่งเป็นเทคโนโลยีรับส่งข้อมูลระยะไกล ใช้พลังงานต่ำและราคาต้นทุนที่ต่ำ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญในการปลูกข้าวโพดหวานให้มีคุณภาพ และมีแนวคิดที่จะนำเอาเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง มาเพื่อจัดการข้อมูลทางการเกษตร เนื่องจากมีวัตถุประสงค์ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเพาะปลูกข้าวโพดหวาน ลดต้นทุนในการบริหารจัดการและช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ระบบรดน้ำอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีลอราทำการรับส่งข้อมูลกันแบบ Peer to Peer สามารถวัดค่าความชื้นในดิน และควบคุมการรดน้ำอัตโนมัติได้ ทำให้ช่วยประหยัดน้ำรวมถึงการรดน้ำโดยเปล่าประโยชน์ ผู้ใช้สามารถควบคุมระบบนี้ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ซึ่งยังสามารถตรวจสอบสถานะและข้อมูลของเซนเซอร์ผ่านอินเทอร์เน็ต งานวิจัยนี้มีประโยชน์อย่างหลากหลาย ไม่เพียงแต่ลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับพืชที่กำลังปลูกอยู่ แต่ยังส่งเสริมให้การผลิตเกษตรมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้มีผลทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างยั่งยืน การใช้เทคโนโลยีที่มีความแม่นยำสูงในการจัดการระบบเกษตรเป็นทางเลือกที่ดีในการพัฒนาเกษตรกรรมในประเทศไทยอย่างยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์

2.1 วิเคราะห์และออกแบบระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับการปลูกข้าวโพดหวานด้วยเทคโนโลยีลอรา

2.2 เพื่อสร้างต้นแบบระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับการปลูกข้าวโพดหวานด้วยเทคโนโลยีลอราให้สามารถใช้งานได้จริง

3. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ลอรา (LoRa) เป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในการสื่อสารระยะไกลในงานด้านอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง (IoT) โดยลอรามีความเด่นด้วยการใช้เทคนิค Proprietary Spread Spectrum technology ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Semtech Corporation ที่ช่วยลดการใช้พลังงานและเพิ่มระยะทางในการสื่อสาร ซึ่งลอราสามารถปรับค่าอัตราบิต (bit rate) ที่ใช้ในการส่งข้อมูล โดยการปรับค่าขึ้นอยู่กับ Spreading Factor (SF) ซึ่งสามารถกำหนดในช่วงระดับ 7 ถึง 12 โดยค่า SF ที่สูงจะทำให้การส่งข้อมูลได้ระยะทางไกล แต่อัตราการส่งข้อมูลจะลดลง [3]

RSSI (Received Signal Strength Indicator) คือ ค่าที่มีความสำคัญในการประเมินคุณภาพของสัญญาณไร้สาย ซึ่งใช้ในการวัดระดับความดังหรือความแรงของสัญญาณที่ถูกส่งมายังอุปกรณ์รับ (Receiver) โดยมักแสดงผลในหน่วย dBm ยิ่งมีค่า RSSI สูงก็ยิ่งแสดงถึงการได้รับสัญญาณที่แข็งแกร่งมากขึ้น แต่ RSSI อย่างเดียวไม่สามารถให้ข้อมูลเพียงพอในการประเมินคุณภาพสัญญาณไร้สาย เนื่องจากสัญญาณรบกวน (Noise) อาจจะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของสัญญาณได้ ดังนั้นจึงมักมีการใช้ SNR (Signal-to-Noise Ratio) ร่วมกับ RSSI ซึ่ง SNR คือค่าที่บ่งบอกความต่างระหว่างความแรงของสัญญาณ (RSSI) และระดับของสัญญาณรบกวน (Noise) ซึ่งมักแสดงผลเป็น dB ค่า SNR ที่สูงแสดงถึงคุณภาพของสัญญาณที่ดีกว่าเนื่องจากมีระดับสัญญาณรบกวนน้อย [4]

บอร์ด ESP32 LoRa เป็นชุดพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่ออกแบบมาเพื่อรองรับการพัฒนาให้เป็น Node Station ในระบบเครือข่ายไร้สาย รองรับการทำงานต่อเครือข่ายผ่านสัญญาณความถี่ Wi-Fi 2.4GHz/Bluetooth และสัญญาณเครือข่ายที่ใช้เทคโนโลยีการเข้ารหัสสัญญาณแบบ LoRa

สามารถใช้งานในประเทศไทยที่ย่านความถี่ 923 MHz (AS923-TH) และมีจอแสดงผลแบบ OLED ขนาด 0.96 นิ้ว สีน้ำเงิน ใช้ไฟเลี้ยง 3.3-7V รองรับแบตเตอรี่แบบ Li-ion มีวงจรชาร์จแบตเตอรี่ Li-ion ในตัว สำหรับในงานวิจัยนี้ใช้ ESP32 LoRa เบอร์ SX1276 ซึ่งทำหน้าที่เป็นโมดูลรับและส่งข้อมูลระยะทางไกลแบบไร้สาย LoRa ที่ย่านความถี่ใช้งาน 920 - 925 MHz [5]

รีเลย์ คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในวงจรควบคุมอัตโนมัติ ใช้ในการเปิด และปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ โดยใช้อ่านาแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้วงจรไฟฟ้าทำงาน รีเลย์มีส่วนประกอบสำคัญคือ ขดลวด และส่วนของหน้าสัมผัสทำหน้าที่คล้ายสวิตช์ คือเมื่อรีเลย์ได้รับการจ่ายไฟแล้วจะทำให้หน้าสัมผัสติดกันกลายเป็นวงจรปิด ถ้าไม่จ่ายไฟหน้าสัมผัสจะแยกออกจากกันกลายเป็นวงจรเปิดรีเลย์ถูกนำไปใช้ในอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องจักรต่างๆ เพื่อควบคุมการทำงานของกระแสไฟฟ้า [6]

บอวลวาล์วไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ เปิด-ปิดน้ำ โดยใช้มอเตอร์เกียร์เป็นตัวไปหมุนบอวลวาล์วซึ่งเหมาะสมมาก สำหรับในระบบน้ำหยดที่ใช้หลักการปล่อยน้ำจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำซึ่งจะทำให้ไม่สูญเสียแรงดันน้ำ มอเตอร์เกียร์ที่นำมาใช้สามารถรับกระแสไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 6 ถึง 24 โวลต์ สามารถใช้กับไฟโซล่าเซลล์และไฟฟ้าแบตเตอรี่ได้ใช้งานง่ายปลอดภัย [7]

เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน Soil Moisture Sensor ใช้วัดความชื้นในดิน หรือใช้เป็นเซนเซอร์น้ำ สามารถต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้แอนาล็อกอินพุตอ่านค่าความชื้นหรือเลือกใช้สัญญาณดิจิทัลที่ส่งมาจากโมดูล สามารถปรับความไวได้ด้วยการปรับ Trimpot [8]

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ DHT11 เป็นโมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้นราคาถูก ใช้งานง่าย มีไลบรารีพร้อมใช้ เหมาะสำหรับการใช้งานวัดอุณหภูมิและความชื้นทั่วไป สามารถใช้ไฟได้ 3-5V อ่านค่าอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 0 ถึง 50°C และความชื้น 20% ถึง 90% [9]

ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ แผงโซล่าเซลล์ คือ การนำเอาโซล่าเซลล์จำนวนหลาย ๆ เซลล์มาต่อวงจรรวมกัน อยู่ในแผงเดียวกัน เพื่อที่จะทำให้สามารถผลิตและจ่ายกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น โดยไฟฟ้าที่ได้นั้นเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) การใช้แผงโซล่าเซลล์จำเป็นต้องใช้โซล่าชาร์จเจอร์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณสมบัติคอยควบคุมการชาร์จไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ลงสู่แบตเตอรี่ หลักการทำงานก็จะง่าย

กระแสไฟเมื่อแรงดันแบตเตอรี่อยู่ในระดับต่ำตามที่ตั้งและทำการตัดการจ่ายกระแสไฟเพื่อไปประจุแบตเตอรี่เมื่อแรงดันของแบตเตอรี่อยู่ในระดับที่สูงตามที่กำหนดเพื่อป้องกันการ Over Charge

3.1.2ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

Arduino IDE เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการใช้งานลักษณะ Open source ซึ่ง Arduino IDE จะทำหน้าที่ติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นระบบ Windows Mac OS X หรือ Linux กับ บอร์ด Arduino ซึ่งโปรแกรมนี้ออกแบบมาให้ง่ายต่อการเขียนโค้ดและอัปโหลดกับโปรแกรมที่เขียนเข้าสู่อุปกรณ์ Arduino [10]

Blynk เป็นแพลตฟอร์มที่ช่วยควบคุมอุปกรณ์เชิงอิเล็กทรอนิกส์เช่น Arduino และ Raspberry Pi ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ด้วยความสามารถในการสร้างแอปพลิเคชันที่ควบคุมอุปกรณ์ดิจิทัลผ่านส่วนต่อประสานกราฟิก (widgets) ที่มีให้เลือกมากมาย การตั้งค่าและใช้งาน Blynk เป็นเรื่องง่าย และสามารถเริ่มต้นใช้งานได้ง่าย [11]

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุรัช แซ่จ้าว, (2561) และระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติควบคุมด้วยแอปพลิเคชันนั้นได้จัดทำโดยโปรแกรม Arduino ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีไว้สำหรับการเขียนโปรแกรมเพื่อป้อนข้อมูลลงแผงวงจร อีกทั้งมีการนำเซนเซอร์วัดอุณหภูมิมาวัดอุณหภูมิ เพื่อรดน้ำเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนดไว้ การควบคุมเรื่องค่าความเข้มของแสงได้ ซึ่งสร้างเป็น ระบบน้ำวน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ส่งข้อมูลผ่านคลาวด์ และแสดงข้อมูลบนสมาร์ตโฟนได้ผ่านอินเทอร์เน็ต มาช่วยในการควบคุมให้สามารถรับรู้ค่าอุณหภูมิและความชื้นของ สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ภายในระบบควบคุมโรงเรือน เพาะปลูกเพื่อเพิ่มผลผลิตที่มากขึ้นโดยที่ค่าของอุณหภูมิ และความชื้น ภายในระบบควบคุมโรงเรือนเพาะปลูกจะอยู่ ในช่วงที่เหมาะสมเพื่อให้การดูแลระบบสมาร์ตฟาร์ม จำลองเป็นไปอย่างอัตโนมัติและมีประสิทธิภาพระบบ กรองน้ำเพื่อนำน้ำที่ใช้แล้ว กลับมาใช้ใหม่ได้อีกและเพื่อให้ ประหยัดน้ำในการหมุนเวียนน้ำเก่ามาใช้ใหม่ได้อีกขึ้น [12]

นัทกมล ผินนอก, (2563) การนำเทคโนโลยีระบบเซนเซอร์เข้ามาช่วยในการตรวจวัดความชื้นของดินแบบเรียลไทม์ เพื่อติดตามปัญหาการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณผลผลิตของพืช สัตว์ เนื่องจากระบบเซนเซอร์สามารถแจ้งเตือนผลการตรวจวัด

ค่าต่าง ๆ ของดินที่ใช้ในการเพาะปลูกได้ ออกมาในรูปแบบของการประมาณค่าด้วย ระยะทางกลับโดยน้ำหนัก (IDW) ซึ่งจะสามารถประเมินได้ว่าบริเวณพื้นที่แปลงปลูกพืชเหมาะสมหรือสามารถติดตามปัญหาและเพิ่มปริมาณผลผลิตกับพืชได้หรือไม่ จะส่งผลให้เกษตรกรสามารถนำไปจัดการกับพืชทางการเกษตร เพื่อวางแผนล่วงหน้าได้อย่างแม่นยำและเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตได้ [13]

กาญจนาพร เดียวเจริญกิจ (2563) ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบควบคุม เกษตรอัจฉริยะ โดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว โดยวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะ โดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบควบคุมเกษตร อัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์ แบบฝังตัว 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกรในการใช้งานระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้ คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นโดยรวมต่อระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้น อยู่ในเกณฑ์ประสิทธิภาพความเหมาะสมที่อยู่ในระดับมากโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 ความ พึงพอใจของเกษตรกรชาวไร่อ้อยที่มีต่อระบบ ควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว [14]

จริญ คนแรง (2565) นำเสนอระบบการส่งข้อมูลสถานะของเซ็นเซอร์ตรวจจับความร้อนจากการเกิดไฟฟ้าผ่านโครงข่ายการศึกษาเบื้องต้นสำหรับการใช้งานเครือข่ายแบบเมชที่ใช้ LoRa โดยไม่ต้องพึ่งพาการเชื่อมต่อ LoRaWAN ในการที่ทำการส่งข้อมูลการติดต่อสื่อสารกันแบบ Star-to-Star โดยอาศัยการส่งข้อมูลของโหนดเซ็นเซอร์ที่ทำการส่งข้อมูลกันแบบ Peer to Peer โดยไม่อาศัยเกตเวย์เหมือนกับ LoRaWAN และในกรณีที่ต้องการเพิ่มระยะทางให้ไกลขึ้นระบบจะทำการเชื่อมต่อกันแบบ Multi-Hop โดยเป็นการนำเสนอต้นแบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์โดยใช้อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานต่ำใน โดยจะทำการทดสอบแบบ Point to Point และทำการวัดค่าของสัญญาณที่รับได้ด้วยเครื่องมือวัดและทำการเทียบกับโมเดลตามหลักทฤษฎี จากนั้นก็จะทำการทดลองหาค่าระยะทางสูงสุดและค่าระยะเวลาในการส่งข้อมูลระหว่างการส่งแบบ Single-Hop และแบบ Two-hop ซึ่งผลจากการวิจัยโดยใช้เทคนิคนี้สามารถนำไปใช้งานด้านการส่งข้อมูลในระยะทางไกลโดยใช้กำลังงานที่ต่ำได้ในภาคอุตสาหกรรมหรือด้านอื่นๆ ได้ในอนาคต [15]

วิทวัส สิทธิกุล (2565) การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการประยุกต์ใช้ลอราแวน (LoRaWan) กับฟาร์มอัจฉริยะ โดยตั้งเสา

สัญญาณเกตเวย์ลอราแวน (LoRaWAN Gateway) จำนวน 3 เสา ทำหน้าที่เป็นตัวกลางสื่อสารข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์ชนิดต่างๆ เช่น เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น กำลังไฟฟ้า และการใช้ภาพจากกล้อง เพื่อวัดน้ำหนักของผลผลิตจากกล้องและความผิดปกติ และติดตามพฤติกรรมของหมูตลอดจนสภาพแวดล้อมและระบบไฟฟ้า โดยใช้วิธีการศึกษาคือ ติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวในฟาร์มหมูอาสาสมัครและทำการเก็บผลข้อมูล ซึ่งต้องคำนึงถึงข้อมูลในการรับส่งให้มีปริมาณน้อยที่สุด เนื่องจากเครือข่ายสามารถรองรับค่าอัตราส่งข้อมูลสูงสุดได้เพียง 50 กิโลบิตต่อวินาที และข้อมูลดังกล่าวจะถูกแสดงบนหน้าเว็บไซต์ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าค่าจากเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และกำลังไฟฟ้า แสดงได้อย่างถูกต้องบนหน้าเว็บไซต์ และภาพผลผลิตจากกล้องในมุมมองด้านบนและด้านข้าง สามารถนำมาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำหนักหมูได้โดยมีความแม่นยำที่ประมาณ ± 1.86 กิโลกรัม จากน้ำหนักหมูโดยเฉลี่ย 105 กิโลกรัม [16]

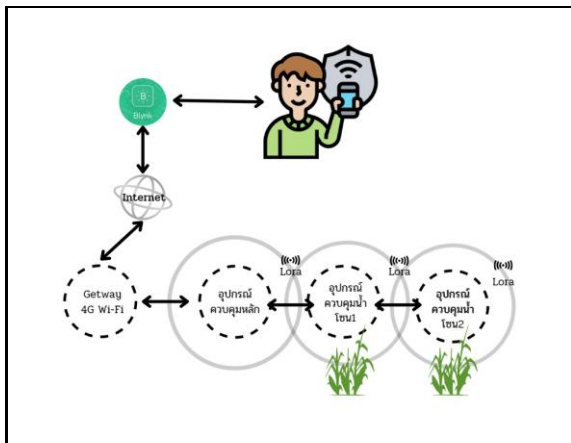
สิทธิโชค พรศรีพิทักษ์ (2564) ได้นำเสนอการพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยคั้นน้ำ ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ (1) ส่วนรับค่า (2) ส่วนควบคุมและสั่งการ และ (3) ส่วนอุปกรณ์ ที่แสดงผลการทำงานของระบบผ่านระบบเครือข่ายไร้สายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประเมินประสิทธิภาพของระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยคั้นน้ำ พบว่ามีการแสดงผลได้ดังนี้ (1) ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ สามารถวัดได้ตั้งแต่ $0-100^{\circ}\text{C}$ ค่าความเหมาะสมกับอ้อยคั้นน้ำจะอยู่ช่วงระหว่าง $30-35^{\circ}\text{C}$ และ (2) ค่าความชื้นในดิน สามารถวัดได้ตั้งแต่ $25\%\text{RH}-95\%\text{RH}$ และค่าความเหมาะสมกับอ้อยคั้นน้ำจะอยู่ในช่วง $40\%\text{RH}$ และ $\geq 65\%\text{RH}$ (3) ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยคั้นน้ำโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก และผลการศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยคั้นน้ำ พบว่าเกษตรกรมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด [17]

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำแนวคิดประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ การนำเอาเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเนตสรรพสิ่ง ใช้ในระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติควบคุมด้วยแอปพลิเคชันนั้นได้จัดทำโดยโปรแกรม Arduino ซึ่งมีการใช้เซ็นเซอร์วัดค่า

อุณหภูมิ ความชื้นของอากาศและความชื้นของดิน ซึ่งจะรับรู้สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ภายในระบบควบคุมได้ นอกจากนั้นยังประยุกต์ใช้ระบบการส่งข้อมูลระยะด้วย LoRa ที่ใช้การส่งข้อมูลกันแบบ Peer to Peer ทำให้เพิ่มระยะทางพื้นที่การควบคุมได้ไกลยิ่งขึ้น

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบแผนภาพระบบที่ใช้ในการพัฒนา การทำงานของระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับการปลูกข้าวโพดหวานด้วยเทคโนโลยีคลาวด์



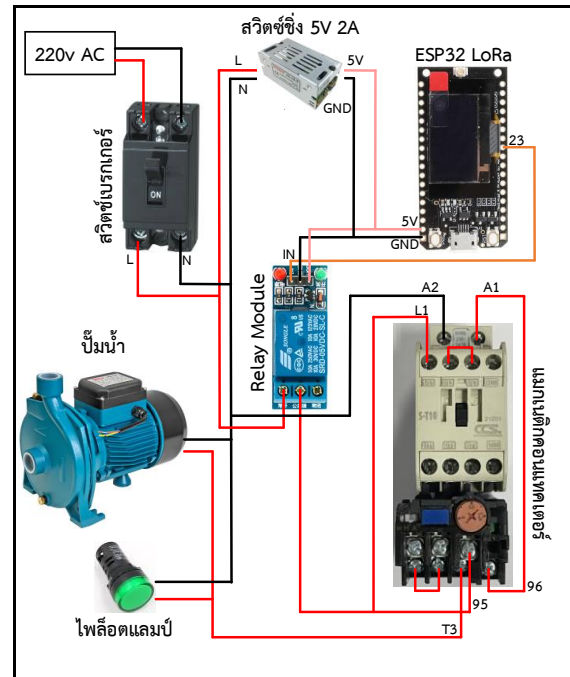
รูปที่ 1. แผนภาพระบบในการพัฒนา

จากรูปที่ 1 แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ อุปกรณ์ควบคุมหลัก จะเชื่อมกับอินเตอร์เน็ตและจะทำหน้าที่ส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์ควบคุมน้ำของแต่ละโซนผ่านสัญญาณลอร์้า ส่วนอุปกรณ์ควบคุมโซนน้ำ จะใช้สัญญาณ ลอร์้า ในการส่งข้อมูลสื่อสารกัน โดยจะเชื่อมต่อกันแบบ Peer to Peer ผู้ใช้งานสามารถดูสถานะการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk บนสมาร์ทโฟนที่เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต

4.1 การออกแบบวงจรการทำงานของระบบ

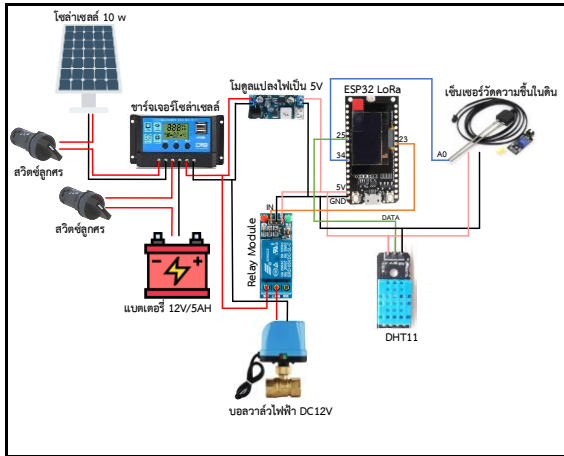
การออกแบบวงจรการทำงานของระบบ แบ่งได้เป็น 2 วงจร ดังนี้ 1) วงจรอุปกรณ์ตัวควบคุมหลักดังรูปที่ 2 ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบหลัก ลักษณะการทำงานเมื่อยกเซอร์กิตเบรกเกอร์ขึ้นเพื่อให้ไฟเข้าสู่แมกเนติก เพื่อเปิดการทำงานของรีเลย์ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ switching power supply และปั้มน้ำ เมื่อสั่ง เปิด วาล์วน้ำของแต่ละโซนผ่านแอป

พลิเคชัน Blynk รีเลย์ของตัวควบคุมจะสั่งปั้มน้ำให้ทำงานหลังจากที่บอวลว้ไฟฟ้าในโซนนั้นเปิด



รูปที่ 2. วงจรอุปกรณ์ตัวควบคุมหลัก

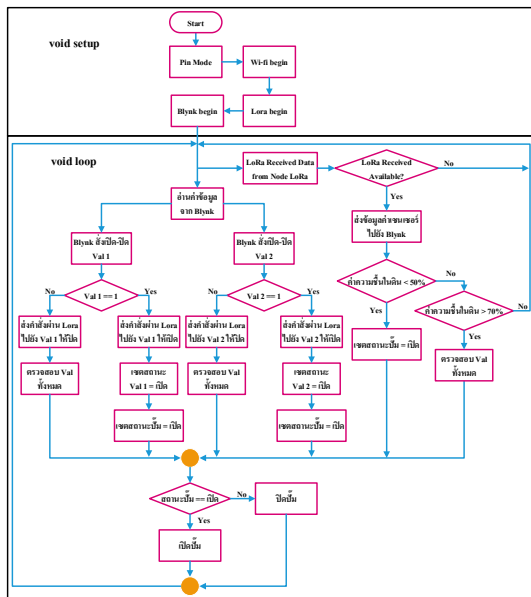
2) วงจรอุปกรณ์ควบคุมโซนน้ำในรูปที่ 3 ใช้ในการควบคุมการทำงานของโซนน้ำ ในการทำงานโดยเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 LoRa เซนเซอร์ DHT11 เพื่อทำการวัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นในอากาศ เซนเซอร์วัดความชื้นในดินจะวัดค่าความชื้นของดิน รีเลย์ทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน เปิด/ปิด ของวาล์วน้ำ บอวลว้ไฟฟ้าตัวควบคุมการทำงาน เปิด/ปิด ทางเข้า-ออกของน้ำ แผงโซลาร์เซลล์จะเก็บพลังงานจากแสงอาทิตย์ แบตเตอรี่มีหน้าที่เก็บไฟฟ้า โซลาร์ชาร์จเจอร์แบบ PWM 12V ขนาด 10A ทำหน้าที่ควบคุมการชาร์จไฟฟ้าที่ได้รับจากแผงโซลาร์เซลล์ ขนาด 10 w จำนวน 1 แผง มาเก็บในแบตเตอรี่แบบแห้งขนาด 12V/5AH และทำหน้าที่ในการจ่ายไฟฟ้าโมดูลแปลงไฟให้แรงดันไฟเป็น 5V เพื่อจ่ายไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 LoRa เมื่อระบบทำตามเงื่อนไขแล้วระบบจะส่งข้อมูลการทำงานผ่านลอร์้าไปยังระบบควบคุมเพื่อส่งไปยังแอปพลิเคชัน Blynk ต่อไป



รูปที่ 3. วงจรอุปกรณ์ตัวควบคุมโซนนํ้า

4.2 การออกแบบผังการทำงานของโปรแกรม

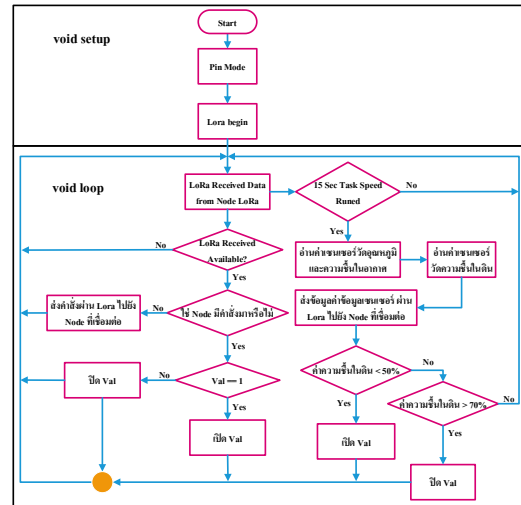
การออกแบบผังการทำงานของโปรแกรมระบบรดน้ำ
อัจฉริยะสำหรับการปลูกข้าวโพดหวานด้วยเทคโนโลยีสโระ



รูปที่ 4. การออกแบบผังการทำงาน การเปิด-ปิด
ของตู้ควบคุมหลัก

จากรูปที่ 4 แสดงให้เห็นถึงการทำงานของตู้ควบคุมหลัก โดยจะรับคำสั่งเปิด/ปิด จากแอปพลิเคชัน Blynk เพื่อทำการสั่งเปิดวาล์วของโซนน้ำแบ่งออกเป็น 2 โซน โดยการ เปิด/ปิด ของปั๊มจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อทำการเลือกการเปิด/ปิด ของวาล์วน้ำ และจะส่งสถานะการทำงานของระบบไปยังแอปพลิเคชัน Blynk นอกจากนั้นตู้ควบคุมหลักจะรับข้อมูลค่าเซนเซอร์จาก

ผู้ควบคุมโซนน้ำแต่ละโซนเพื่อทำการส่งข้อมูลไปอัพเดทยังแอปพลิเคชัน Blynk และถ้าหากค่าความชื้นในดิน $< 50\%$ จะทำการเปิดปั๊มอัตโนมัติ



รูปที่ 5. การออกแบบผังการทำงาน การเปิด-ปิดตู้ควบคุมโซลาร์

สำหรับรูปที่ 5 แสดงให้เห็นถึงการทำงานของการทำงานของส่งคำสั่ง เปิด-ปิด ของตู้ควบคุมโซนน้ำเพื่อตรวจสอบว่าเป็นข้อมูล Node ที่ต้องการหรือไม่ ถ้าใช่ให้เปิดวาล์ว ถ้าไม่ใช่จะต้องส่งข้อมูล คำสั่งผ่าน Lora ไปยัง Node ที่เชื่อมต่อที่ใกล้เคียง นอกจากนั้น ตู้ควบคุมโซนน้ำจะทำการอ่านข้อมูลเซนเซอร์ทุก 15 วินาที จากนั้นส่งข้อมูลผ่าน Lora ไปยัง Node ที่เชื่อมต่อและถ้าหากค่า ความชื้นในดิน $< 50\%$ จะทำการเปิดวาล์วและถ้าหากค่า ความชื้นในดิน $> 70\%$ จะทำการปิดวาล์วซึ่งการทำงานแบบ อัตโนมติ

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบบรรณาน้ำ
อัจฉริยะด้วยเทคโนโลยีคลาวด์โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน และ
ผู้ใช้งานทั่วไปจำนวนอีก 15 คน รวมเป็นจำนวน 20 คน
วิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา คือการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วน
เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating
Scale) ตามวิธีการของลิเคิร์ต (Likert) (ชานินทร์, 2560) [18]
โดยแปลผลค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ 4.50 - 5.00 = มากที่สุด, 3.50 - 4.49
= มาก, 2.50 - 3.49 = ปานกลาง, 1.50 - 2.49 = น้อย, 1.00 - 1.49
= น้อยที่สุด

5. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

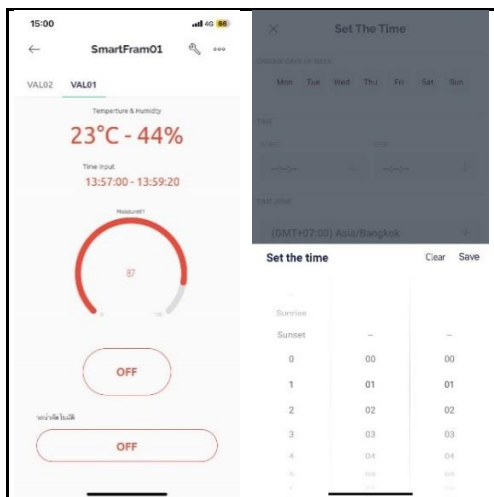
5.1 ผลการพัฒนาระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับการปลูกข้าวโพดหวานด้วยเทคโนโลยีลอรา

ต้นแบบของระบบแสดงดังรูปที่ 6 เป็นภาพของระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับการปลูกข้าวโพดหวานด้วยเทคโนโลยีลอรา ซึ่งเป็นต้นแบบมีตู้ควบคุมหลัก 1 ตู้ และมีอุปกรณ์ควบคุมโซนน้ำ 2 โหนด ซึ่งจะใช้โซลาร์เซลล์ขนาด 10 w จำนวน 1 แผง ถูกใช้เป็นแหล่งพลังงานให้วงจรและชาร์จให้แบตเตอรี่แห้งขนาด 12V/5AH ไปพร้อมกัน



รูปที่ 6. แสดงต้นแบบและการเชื่อมวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของตู้ควบคุม

หน้าจอควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน Blynk แสดงดังรูปที่ 7 โดยมีฟังก์ชันการตั้งเวลา การ เปิด/ปิด ของปั้มน้ำ ฟังก์ชันการ เปิด/ปิด วาล์วแบ่งเป็นโซน และมีเกจวัดค่าพร้อมแสดงสถานะของแถบปั้ม เปิด/ปิด และแสดงค่าของอุณหภูมิ ค่าความชื้นในอากาศ และค่าความชื้นของดิน



รูปที่ 7. แสดงหน้าควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

5.2 ผลทดสอบการทำงานของระบบรดน้ำอัจฉริยะ

สำหรับการปลูกข้าวโพดหวานด้วยเทคโนโลยีลอรา

จากผลทดสอบการทำงานของต้นแบบระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับการปลูกข้าวโพดหวานด้วยเทคโนโลยีลอรา ออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

การทดสอบการทำงานของระบบรดน้ำ การทดสอบการตั้งเวลาเปิด/ปิด ของวาล์วน้ำ โดยมีเงื่อนไขในการทำงานของโปรแกรมคือ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดให้ตรวจสอบเวลาเปิด/ปิด ของวาล์วน้ำให้มีการ เปิด/ปิด วาล์วน้ำเมื่อถึงเวลา การทดสอบการทำงานของระบบปั้มกด ทำการทดสอบระบบปั้มกดของการเปิด/ปิดของวาล์วน้ำ ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ทดสอบการทำงานของการทำงานของวาล์วน้ำอัตโนมัติด้วยความชื้นในดิน เมื่อสภาพความชื้นในดินเปลี่ยนแปลงเซนเซอร์วัดค่าความชื้นในดิน เมื่อทำการนำเซนเซอร์ปักลงในดิน จะทำการอ่านค่าและนำผลไปตัดสินใจในการการเปิด/ปิดของวาล์วน้ำอัตโนมัติ

ตารางที่ 1. แสดงผลการทดสอบระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับการปลูกข้าวโพดหวานด้วยเทคโนโลยีลอรา

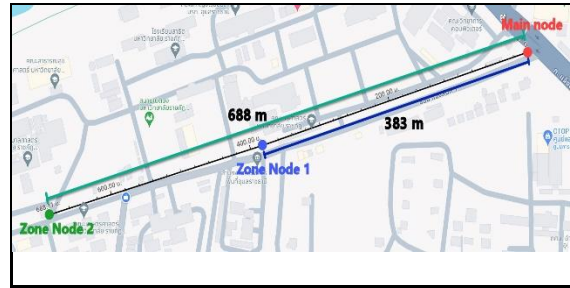
Case name: ตั้งเวลา เปิด-ปิด วาล์ว				
Case	Description	Expected result	Actual result	Result
เปิด วาล์ว 1	ตั้งเวลา 09:00 - 09:15	เปิดวาล์ว	เปิดวาล์ว	ผ่าน
ปิด วาล์ว 1	ตั้งเวลา 10:00 - 10:15	ปิดวาล์ว	ปิดวาล์ว	ผ่าน
เปิด วาล์ว 2	ตั้งเวลา 09:00 - 09:15	เปิดวาล์ว	เปิดวาล์ว	ผ่าน
ปิด วาล์ว 2	ตั้งเวลา 10:00 - 10:15	ปิดวาล์ว	ปิดวาล์ว	ผ่าน
Case name: การเปิด/ปิดของวาล์วน้ำผ่าน Blynk				
Case	Description	Expected result	Actual result	Result
เปิด วาล์ว 1	กดปุ่มเปิดวาล์ว 1 บน Blynk	วาล์ว 1 เปิด	วาล์ว 1 เปิด	ผ่าน
ปิด วาล์ว 1	กดปุ่มปิดวาล์ว 1 บน Blynk	วาล์ว 1 ปิด	วาล์ว 1 ปิด	ผ่าน

เปิด วาล์ว 2	กดปุ่มเปิดวาล์ว 2 บน Blynk	วาล์ว 2 เปิด	วาล์ว 2 เปิด	ผ่าน
ปิด วาล์ว 2	กดปุ่มปิดวาล์ว 2 บน Blynk	วาล์ว 2 ปิด	วาล์ว 2 ปิด	ผ่าน
Case name: การเปิด/ปิดของวาล์วน้ำอัตโนมัติด้วยความชื้นในดิน (Soil Moisture)				
Case	Description	Expected result	Actual result	Result
เปิด วาล์ว 1	ความชื้นในดิน วาล์ว 1 < 50% ให้เปิดวาล์ว 1	Soil = 32% เปิด วาล์ว 1	Soil = 32% เปิด วาล์ว 1	ผ่าน
ปิด วาล์ว 1	ความชื้นในดิน วาล์ว 1 > 70% ให้เปิดวาล์ว 1	Soil = 81% ปิด วาล์ว 1	Soil = 81% ปิด วาล์ว 1	ผ่าน
เปิด วาล์ว 2	ความชื้นในดิน วาล์ว 1 < 50% ให้เปิดวาล์ว 2	Soil = 24% เปิด วาล์ว 2	Soil = 24% เปิด วาล์ว 2	ผ่าน
ปิด วาล์ว 2	ความชื้นในดิน วาล์ว 1 > 70% ให้เปิดวาล์ว 2	Soil = 76% ปิด วาล์ว 2	Soil = 76% ปิด วาล์ว 2	ผ่าน

ตารางที่ 1 แสดงผลทดสอบการทำงานของระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับการปลูกข้าวโพดหวานด้วยเทคโนโลยีลอรา ผู้วิจัยได้ออกแบบพบว่า ระบบสามารถได้ตามหน้าที่หลักได้ทุกกรณี

5.3 ผลทดสอบการควบคุมประสิทธิภาพการสื่อสารระยะไกล ของระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับการปลูกข้าวโพดหวานด้วยเทคโนโลยีลอรา

การทดสอบจะมีการติดตั้งวางตัวอุปกรณ์ให้ห่างไกลกัน เพื่อทดสอบการควบคุมประสิทธิภาพการสื่อสารระยะไกล อุปกรณ์ตัวควบคุมหลัก (Main node) จะทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณสำหรับอุปกรณ์ควบคุมโซนน้ำที่ 1 (Zone node 1) และอุปกรณ์ควบคุมโซนน้ำที่ 2 (Zone node 2) จะทำหน้าที่เป็นตัวส่งสัญญาณ ซึ่งระยะห่างอุปกรณ์ตัวควบคุมหลักห่างจากอุปกรณ์ควบคุมโซนน้ำที่ 1 ระยะทาง 383 เมตร และห่างจากอุปกรณ์ควบคุมโซนน้ำที่ 2 ระยะทาง 688 เมตร แสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8. แสดงตำแหน่งพิกัดของอุปกรณ์ส่งรับข้อมูลด้วยระยะทางสัมพันธ์

ตารางที่ 2 แสดงพารามิเตอร์ในการส่งของโมดูล LoRa

Parameters	Value
Transmitted power (dBm)	15.5
Spreading factor	10
Bandwidth (kHz)	125
Antennas gain (dBi)	3
Frequency (MHz)	923

ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นถึงการกำหนดพารามิเตอร์ทั่วไปในการส่งของโมดูล LoRa ที่สามารถสื่อสารกันได้ระหว่าง Point to Point และย่านความถี่ที่เลือกใช้ในการทดลองในการส่งข้อมูล

ตารางที่ 3. แสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของสัญญาณส่งข้อมูล

Node Position	Zone node 1	Zone node 2
Distance (m)	383	688
Signal to Noise Ratio (SNR) (dB)	23	2
Received Signal Strength Indicator (RSSI) (dB)	-94	-115

ตารางที่ 3 แสดงให้เห็น การวัดค่าของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (SNR) ได้ค่าบวก ทั้งระยะของ Zone node 1 และ Zone node 2 ซึ่งเป็นการประเมินความสามารถในการรับสัญญาณในระบบ LoRa โดยเฉพาะหากระดับกำลังสัญญาณสูงกว่าระดับสัญญาณรบกวน (The Receiver Noise Floor) แสดงว่าการรับสัญญาณไม่ถูกรบกวน สำหรับค่า RSSI มีความสัมพันธ์กับ

ระยะทาง เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น RSSI จะลดลง อย่างไรก็ตามค่า RSSI อยู่ในระดับที่มากกว่าตามข้อกำหนดของโมดูล SX1276 ทำให้ข้อมูลที่ส่งจาก Zone node 1 และ Zone node 2 ไปยัง Main node ยังมีความถูกต้องทุกแพ็คเกจ

5.4.ผลการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบรดน้ำ

อัจฉริยะสำหรับการปลูกข้าวโพดหวานด้วยเทคโนโลยีลอรา

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับการปลูกข้าวโพดหวานด้วยเทคโนโลยีลอรา โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน และผู้ใช้งานทั่วไปจำนวนอีก 15 คน เพื่อให้มั่นใจว่าตัวระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องตามขอบเขตระบบงานที่กำหนดขึ้น พบว่า ประสิทธิภาพการใช้งานระบบรดน้ำอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยีลอราในภาพรวมอยู่ที่ระดับมาก ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.55)

ตารางที่ 4. ตารางการประเมินด้านประสิทธิภาพ

ตารางการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
1. การติดตั้งระบบและแอปพลิเคชัน	4.40	0.57	มาก
2. การออกแบบหน้าตาส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน ดูและเข้าใจง่าย	4.57	0.55	มากที่สุด
3. การกำหนดรหัสผู้ใช้และรหัสผ่านในการตรวจสอบผู้เข้าระบบ	4.47	0.55	มาก
4. ความเร็วในการประมวลผลและการสั่งการ	4.43	0.63	มาก
5. ความแม่นยำในการสั่งการ	4.44	0.50	มาก

6. ความสะดวกสบายในการใช้งานระบบ	4.30	0.56	มาก
7. ความมีเสถียรภาพการทำงานรวมของระบบ	4.36	0.51	มาก
8. ความสามารถการทำงานระบบโดยภาพรวม	4.50	0.56	มากที่สุด
รวม	4.43	0.55	มาก

ผลวัดประสิทธิภาพโดยของระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับการปลูกข้าวโพดหวานด้วยเทคโนโลยีลอรา ผู้วิจัยได้ออกแบบพบว่า ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.55) โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย 3 ลำดับแรกคือ การออกแบบหน้าตาส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน ดูและเข้าใจง่าย ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.55) ความสามารถการทำงานระบบโดยภาพรวม ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.56) และการกำหนดรหัสผู้ใช้และรหัสผ่านในการตรวจสอบผู้เข้าระบบ ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.55) สอดคล้องกับสิทธิโชค พรศัศพิทักษ์ [18] การทดสอบการทำงานของระบบมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด

6. สรุป

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับการปลูกข้าวโพดหวานด้วยเทคโนโลยีลอรา ซึ่งมีส่วนประกอบคือบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 LORA DHT11 เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน รีเลย์ บอลวาล์วไฟฟ้า โซลาร์ชาร์จเจอร์ แผงโซลาร์เซลล์ แบตเตอรี่ ปั้มน้ำ เพื่อระบบช่วยอำนวยความสะดวกในการรดน้ำและควบคุมความชื้นของแปลงข้าวโพด นอกจากนั้นยังสามารถควบคุมการ เปิด-ปิด การตั้งเวลาของปั้มน้ำ การแสดงค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นในอากาศผ่านแอปพลิเคชัน Blynk การ เปิด-ปิด การรดน้ำอัตโนมัติด้วยความชื้นในดิน เมื่อสภาพความชื้นในดินเปลี่ยนแปลง จากผลการทดลองพบว่า ระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับการปลูกข้าวโพดหวานด้วยเทคโนโลยีลอรา สามารถทำงานตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ ระบบการทดสอบการตั้งเวลา เปิด/ปิด ของวาล์วน้ำ ระบบการทำงานของ

ปุ่มกดและระบบการเปิด/ปิดของวาล์วน้ำอัตโนมัติด้วยความชื้นในดิน เมื่อการทดสอบของระบบทั้งหมดจะถูกส่งสถานะการทำงานไปยังแอปพลิเคชัน Blynk จากการทดสอบนี้ได้ผลสรุปว่า ระบบสามารถนำไปใช้งานได้จริง ผลการสื่อสารระยะไกลพบว่า ค่า RSSI อยู่ในระดับที่มากกว่าตามข้อกำหนดของโมดูล SX1276 ทำให้สามารถส่งทุกแพ็คเกจมีความถูกต้องสำหรับผลการประเมินประสิทธิภาพจากเชี่ยวชาญด้านการพัฒนาโปรแกรม โดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.43

กิตติกรรมประกาศ

ระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับการปลูกข้าวโพดหวานด้วยเทคโนโลยี IoT ครั้งนี้ได้สำเร็จลงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จาก คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ในการสนับสนุนทุนการวิจัย และขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านในคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ในทุก ๆ ด้าน ซึ่งผู้จัดทำวิจัยได้นำวิชาความรู้ที่ได้มาประยุกต์และปรับใช้ในการจัดทำวิจัยนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] Surinseed, “ข้าวโพดหวาน และการปลูกข้าวโพดหวาน,” กรกฎาคม, 2560. Access 25 ธันวาคม 2565, Available: <https://www.surinseed.com/article/26/>
- [2] Rakbankerd, “การวางระบบน้ำแบบสปริงเกอร์ในไร่ข้าวโพด,” เมษายน, 2558. Access 25 ธันวาคม 2565, Available: <https://www.rakbankerd.com/agriculture/page.php?id=8520&s=tblplant>.
- [3] Kritsada Arjchariyaphat, “LoRa, LoRaWAN คืออะไร มา รู้จักกันดีกว่า,” กุมภาพันธ์, 2561. Access 26 ธันวาคม 2565, Available: <https://medium.com/deaware/lora-lorawan-คืออะไร-มารู้จักกันดีกว่า-98d2055a4ca>
- [4] Ed Chuchaisri, “รู้จัก Signal Strength & SNR,” เมษายน, 2563. Access 26 ธันวาคม 2565, Available: <https://www.onehospitality.co.th/signal-strength-noisesnr/>.

- [5] Allnewstep, “ESP32 IoT การใช้งาน LoRa,” เมษายน, 2561. Access 30 ธันวาคม 2565, Available: <https://www.allnewstep.com/article/136/>
- [6] Sumipol, “รีเลย์ คืออะไร? ทำงานอย่างไร? มีความสำคัญอย่างไร,” เมษายน, 2566. Access 29 ธันวาคม 2565, Available: <https://www.sumipol.com/knowledge/what-is-relays/>
- [7] Wenzhou newsway valve, “หลักการทำงานของบอลวาล์วไฟฟ้า,” มิถุนายน, 2564. Access 25 ธันวาคม 2565, Available: <http://th.nswvalve.com/news/the-working-principle-of-electric-ball-valve/>
- [8] Cybertice, “สอนใช้งาน Arduino เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน Soil Moisture Sensor Module,” มกราคม, 2563. Access 28 ธันวาคม 2565, Available: <https://www.cybertice.com/article/208/>
- [9] Cybertice, “การใช้ Arduino วัดอุณหภูมิและความชื้นด้วย DHT11,” มีนาคม, 2562. [Online]. Available: <https://www.cybertice.com/article/111/>. [Access 2 มกราคม 2566].
- [10] Cybertice, “Arduino คืออะไร,” สิงหาคม, 2558. Access 3 มกราคม 2566, Available: <https://www.cybertice.com/article/3/>. [].
- [11] กฤษณะ มีสุข, “Blynk,” มกราคม, 2565. Access 12 มกราคม 2566, Available: <http://blynk.iot-cm.com/>
- [12] สุรัช แซ่จ้าว และคณะ ช่างม้า, “ระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ”. วิทยานิพนธ์อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล, 2561.
- [13] นัทกมล ผินนอก, “การพัฒนาระบบเซนเซอร์สำหรับตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ เพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรแม่นยำด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง”. วิทยานิพนธ์ภาควิทยาศาตร์พาณิชยกรรมและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2563.
- [14] กาญจนพร เตียวเจริญกิจ และณฤมล อ่อนเมืองคง “การพัฒนาแบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

ตัว” วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
2563.

[15] จริญญา คนแรง, มิ่งขวัญ สมพฤษ, ไพโรจน์ ด้วนนคร, อธิคม
ศิริ และกมล บุญล้อม, “ระบบการส่งข้อมูลสถานะของเซ็นเซอร์
ตรวจจับความร้อน จากการเกิดไฟฟ้าผ่านโครงข่าย,”
วารสารวิชาการเทปสตรี I-TECH, 1(18): 29-39, 2566.

[16] วิทวัส สิทธิกุล, กฤษฎา พนมเชิง, ลัญจกร วุฒิสถิตกิจ,
วิทยากร ร้อยศรี และชัยรัตน์ พงศ์พันธุ์ภาณี “การพัฒนา
ต้นแบบฟาร์มหม้อจระเข้ด้วยลอราแวน” NBTC Journal
หน้า 215-236, 2565.

[17] สิทธิโชค พรหมพิทักษ์, กาญจนา ดงสงคราม, ศศิธร อ่อน
เหลา, กฤตภาส ขุทธอาจ และอุดมศักดิ์ พิมพ์พาสร์ “การพัฒนา
ระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อเพิ่ม
ผลผลิต อ้อยคั้นน้ำ”, วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้
เทคโนโลยีสารสนเทศ, 2(7): 17-30, 2564.

[18] ธาณินทร์ ศิลป์จารุ, การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
ด้วย SPSS และ AMOS, กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนสามัญบิส
ซิเนสอาร์แอนด์ดี, 2560.