

การประยุกต์ใช้แอปพลิเคชัน AppSheet ร่วมกับ Google Spreadsheet
สำหรับงานอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
APPLY THE APPSHEET APPLICATION WITH GOOGLE SPREADSHEET FOR THE
INTERNET OF THINGS

วัชรวิชัย ดาวสว่าง^{1,*} ยุทธศักดิ์ ทอดทอง¹ และ จารุวัฒน์ มณีรัตนพร²

¹สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

²สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี

Wacharawish Daosawang^{1,*} Yutthasak Todtong¹ and Jaruwat Maneratanaporn²

¹Department of Electrical Engineering, Faculty of Technology, Udon Thani Rajabhat University

²Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Thonburi University

(Received: January 9, 2023; Revised: April 15, 2023; Accepted: April 20, 2023)

*ผู้ประสานงาน: วัชรวิชัย ดาวสว่าง อีเมล: wacharawish@udru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้แอปพลิเคชัน AppSheet ร่วมกับ Google Spreadsheet สำหรับนำไปใช้ในระบบควบคุมและแสดงผลในงานอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยระบบใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32-WROOM ทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิแบบดิจิทัล DS18B20 เซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื้นดินแบบแอนะล็อก และเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง BH1750 สำหรับวัดค่าปัจจัยการเจริญเติบโตของพืชเพื่อบันทึกค่าลงใน Google Spreadsheet หรือ Google Sheet

ระบบควบคุมที่ได้จัดทำขึ้นนี้สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ 4 อุปกรณ์ และสามารถบันทึกค่าพารามิเตอร์ที่เป็นปัจจัยหลักของการเจริญเติบโตของพืชลงในแอปพลิเคชัน Google Sheet ได้

คำสำคัญ: AppSheet, ระบบควบคุม, อินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง

ABSTRACT

This article demonstrates how to control and monitor Internet of things systems using the AppSheet application and a Google Spreadsheet. The system uses ESP32-

WROOM microcontroller interfacing with DS18B20 digital temperature sensor, analog soil humidity sensor, and BH1750 light intensity sensor, to measure the factors of the plant growth and note the parameters into the Google Spreadsheet or Google Sheet.

The established systems can control four appliances and record the parameters that are key factors of plant growth in the Google Sheet.

Keywords: AppSheet, Control systems, Internet of things

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสมัยใหม่ได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วและถูกนำมาใช้กับงานหลากหลายด้าน ได้แก่ ด้านอุตสาหกรรมนำไปใช้เพื่อปรับปรุงระบบการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมสิ่งทอ ฯลฯ โดยเข้ามาช่วยให้ระบบการทำงานของปฏิบัติงานทำงานได้แม่นยำมากขึ้น ส่งผลให้คุณภาพสินค้าหรือบริการนั้นมีคุณภาพที่ดียิ่งขึ้น ในด้านการใช้ชีวิตประจำวันเทคโนโลยีสมัยใหม่สามารถนำความสะดวกสบายให้แก่ประชากรโลกมากยิ่งขึ้น อันเนื่องมาจากโครงข่ายข้อมูลข่าวสารที่เชื่อมโยงกัน สามารถส่งข้อมูลมาสู่โทรศัพท์เคลื่อนที่หรืออุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้อย่างรวดเร็วผ่านระบบอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง เช่น ข้อมูลสภาพอากาศ สภาพการจราจร ซึ่งข้อมูลข่าวสารต่างๆ เหล่านี้สามารถนำมาใช้งานได้กับงานด้านการเกษตรด้วยเช่นเดียวกัน

จากการทำเกษตรแบบดั้งเดิมที่มีการเพาะปลูกพืชแบบตามฤดูกาลหรือปลูกตามความรู้ที่ได้รับบอกเล่าต่อกันมาโดยขาดการจดบันทึกข้อมูลที่เป็นซึ่งข้อมูลเหล่านั้นสำคัญต่อพืชที่ทำการเพาะปลูกอยู่ หากเกษตรกรสามารถนำองค์ความรู้ที่มีผสมผสานกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่สามารถนำปัจจัยที่สำคัญและจำเป็นต่อพืชมาใช้ในการเพาะปลูกได้ก็จะสามารถเพาะปลูกพืชชนิดนั้นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพิ่มผลผลิตให้แก่เกษตรกรได้

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบควบคุมและการแสดงผลปัจจัยที่สำคัญต่อการเพาะปลูกพืช ที่สามารถแสดงผลและควบคุมผ่านอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่หรืออุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตหรืออินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง [4-9] ได้ โดยพัฒนาบนแอปพลิเคชันสะดวกและเขียนโปรแกรมง่าย คือ แอปพลิเคชัน AppSheet [1-3, 8-9] เชื่อมโยงกับแอปพลิเคชันสำหรับการบันทึกค่าปัจจัยที่สำคัญต่อพืชคือ Google Sheet

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประยุกต์ใช้แอปพลิเคชัน AppSheet ร่วมกับ Google Sheet สำหรับงานอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

ในปี ค.ศ. 2020 กลุ่มนักวิจัยนำโดย Akash Gupta, Himanshu Gupta, Rohini Srivastava, และ Basant Kumar ได้นำเสนอผลงานวิจัยเรื่อง IoT Base Fall Detection Monitoring and Alarm System For Elderly [7] ในงานประชุมวิชาการนานาชาติ UPCON ครั้งที่ 7 ประเทศอินเดีย ที่เป็นการนำระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาใช้ในการตรวจติดตามและแจ้งเตือนการล้มของผู้สูงอายุ

ในปี ค.ศ. 2020 กลุ่มนักวิจัยนำโดย Nenad Petrovic, Vasja Roblek, และ Valentina Nejkovic ได้นำเสนอผลงานวิจัยเรื่อง Mobile Applications and Services for Next-Generation Energy Management in Smart Cities [8] เป็นการนำเสนอผลงานวิจัยการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการให้บริการด้านการจัดการพลังงาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในงานเมืองอัจฉริยะ โดยพัฒนาขึ้นจากแอปพลิเคชัน AppSheet ที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลได้หลายช่องทาง เช่น การเชื่อมโยงข้อมูลแบบคลาวด์ ได้แก่ Microsoft Excel, Google Sheet หรือเชื่อมโยงกับฐานข้อมูล ได้แก่ Microsoft SQL Server, MySQL, Postgre SQL and others ซึ่งผลงานวิจัยนี้ได้นำเสนอในการประชุมวิชาการ Virtual International Conference on Science, Technology and Management in Energy ครั้งที่ 8 ที่ประเทศเซอร์เบีย

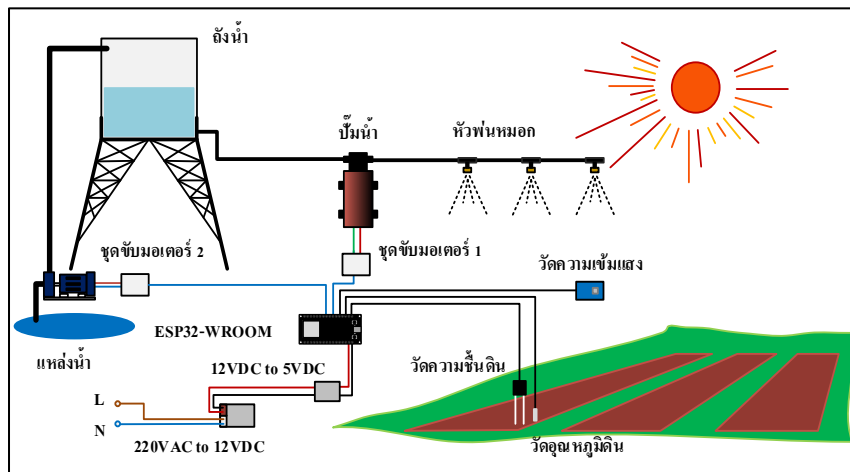
ในปี ค.ศ. 2018 กลุ่มนักวิจัยนำโดย Sadman Shahriar Alam, Akib Jayde Islam, Md. Mahmudul Hasan, และ Mohamad Nokib Monsur Rafid ได้นำเสนอผลงานวิจัยเรื่อง Design and Development of a Low-Cost IoT Base Environmental Pollution Monitoring Systems [9] โดยเป็นการนำระบบ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาใช้ในการติดตามมลพิษทางอากาศ ซึ่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์ของแก๊สต่างๆจะถูกบันทึกค่าลงบน Google Sheet และพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อแสดงผลบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยแอปพลิเคชัน AppSheet โดยผลงานวิจัยนี้ได้นำเสนอในการประชุมวิชาการนานาชาติ iCEEICT ครั้งที่ 4 ในประเทศบังคลาเทศ

จากงานวิจัยที่ได้กล่าวมาคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่องานทางเกษตรที่สามารถบันทึกข้อมูลปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชลงบน Google Sheet และสามารถแสดงผลและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ผ่านแอปพลิเคชัน AppSheet โดยคณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบอุปกรณ์และวิธีการทดลองไว้ดังนี้

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัสดุวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาระบบควบคุมและระบบการบันทึกข้อมูล โดยระบบควบคุม อุปกรณ์ไฟฟ้าและการตรวจวัดค่าปัจจัยสภาพแวดล้อมมีส่วนประกอบดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและการตรวจวัดสภาพแวดล้อม

จากรูปที่ 1 ระบบประกอบด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32-WROOM ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมต่างๆ เพื่อใช้ในการทำเป็นเงื่อนไขการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับงานทางการเกษตร และข้อมูลสภาพแวดล้อมจะถูกส่งไปบันทึกไว้ที่ Google Sheet เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์วิธีการทำการเกษตรที่ดีที่สุด

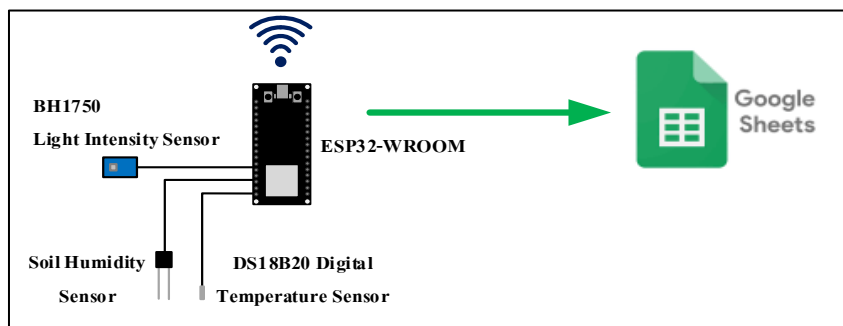
เซ็นเซอร์วัดสภาพแวดล้อมที่ใช้ในครั้งนี้ประกอบด้วย เซ็นเซอร์อุณหภูมิแบบดิจิตอล DS18B20 สำหรับวัดอุณหภูมิของดิน เซ็นเซอร์ความเข้มแสงแบบดิจิตอล BH1750 ใช้ตรวจวัดความเข้มแสงในพื้นที่เพาะปลูก และเซ็นเซอร์ความชื้นดินแบบแอนะล็อกเพื่อวัดความชื้นดินแล้วนำข้อมูลมาใช้ในการควบคุมการรดน้ำให้กับพืช

ในการสั่งรดน้ำพืชไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถสั่งให้รดน้ำให้กับพืชผ่านชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ 1 โดยชุดขับเคลื่อนมอเตอร์นี้ใช้รีเลย์เพื่อแยกสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ระดับแรงดันสูง 12V กับแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าที่ใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ระดับ 3.3V และเมื่อระดับน้ำในถังเก็บน้ำลดต่ำ ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถสั่งงานให้ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ 2 ซึ่งชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ 2 คือ รีเลย์เช่นเดียวกับชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ 1 เพื่อแยกสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ระดับแรงดันสูง 220V กับไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันต่ำที่ระดับ 3.3V ทำให้มอเตอร์ตัวที่ 2 สูบน้ำจากแหล่งน้ำไปสู่ถังเก็บน้ำไว้ใช้สำหรับการรดน้ำแก่พืช นอกจากนี้ยังสามารถต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมเพิ่มได้อีก 2 ช่องการควบคุม

3.2 วิธีการทดลอง

จากวัสดุวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้ว ในการทดลองจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

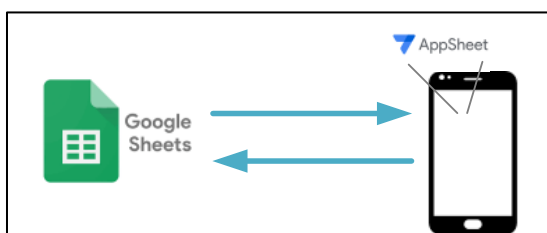
ส่วนที่หนึ่ง คือ การส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์ที่ได้วัดค่าไปสู่ Google Sheet เพื่อการบันทึกข้อมูลปัจจัยที่สำคัญต่อการปลูกพืช ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การบันทึกข้อมูลลงใน Google Sheet

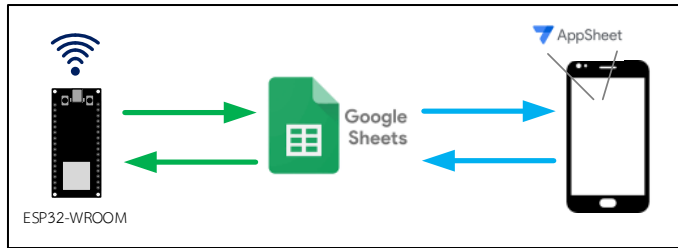
จากรูปที่ 2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32-WROOM จะเชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตผ่านระบบไร้สายแบบไวไฟ แล้วอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ทั้ง 3 ให้ส่งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้จากเซ็นเซอร์ทั้ง 3 ตัว แล้วส่งค่าไปบันทึกไว้ที่แอปพลิเคชัน Google Sheet

ส่วนที่สอง คือ การเชื่อมโยงข้อมูลจาก Google Sheet กับแอปพลิเคชัน AppSheet เพื่อการแสดงผลข้อมูลที่ทำกรบันทึกไว้และการควบคุมอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชันผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่าง Google Sheet กับ AppSheet

และส่วนที่สาม คือ การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชัน AppSheet เป็นการสร้างหน้าต่างแอปพลิเคชันเพื่อส่งข้อมูลตรรกะในการควบคุมอุปกรณ์ไปยัง Google Sheet แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านค่าบน Google Sheet เพื่อสั่งการไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุม ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ระบบการแสดงผลและควบคุม

จากวัสดุวิจัยและขั้นตอนการทดลองทั้ง 3 ส่วนนี้คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการทำงานในแต่ละส่วนเพื่อพัฒนาระบบให้สามารถใช้งานได้จริงและผลที่ได้มีดังนี้

4. ผลการทดลอง

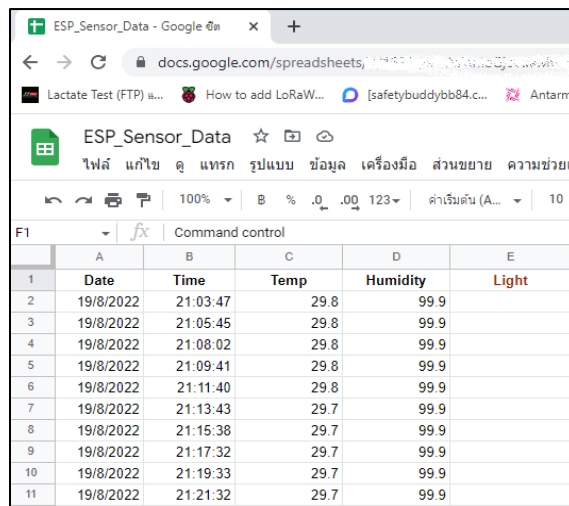
การทดลองงานวิจัยการประยุกต์ใช้แอปพลิเคชัน AppSheet ร่วมกับ Google Sheet สำหรับงานอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งนั้น มีอุปกรณ์ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 อุปกรณ์ของระบบควบคุมและเซ็นเซอร์ต่างๆ

จากรูปที่ 5 อุปกรณ์ที่ได้จัดทำขึ้นนี้เป็นอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เมื่อทำการตั้งค่าการเชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตแล้ว จากนั้นจะเป็นการทดลองในส่วนต่างๆ ดังนี้

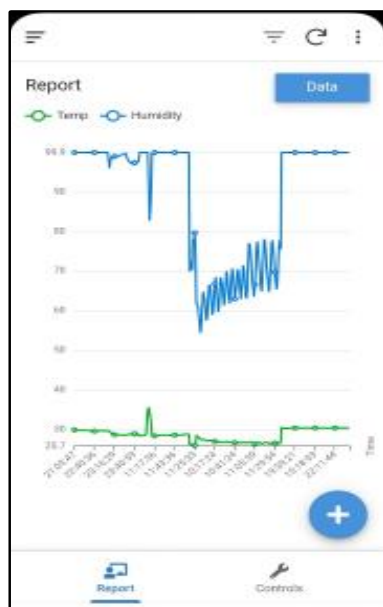
การทดลองส่งข้อมูลของเซ็นเซอร์เพื่อไปบันทึกค่าใน Google Sheet จะเป็นการทดลองส่งค่าจากจากเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิกับเซ็นเซอร์วัดความชื้น เพื่อบันทึกค่าในบางช่วงเวลาและบันทึกทุกๆ 20 วินาที ซึ่งผลที่ได้ดังรูปที่ 6 รูปข้อมูลค่าอุณหภูมิและความชื้น โดยในการบันทึกข้อมูลใน Google Sheet จะบันทึก วัน (Date) เวลา (Time) อุณหภูมิ (Temp) ความชื้น (Humidity) และความเข้มแสง (Light)



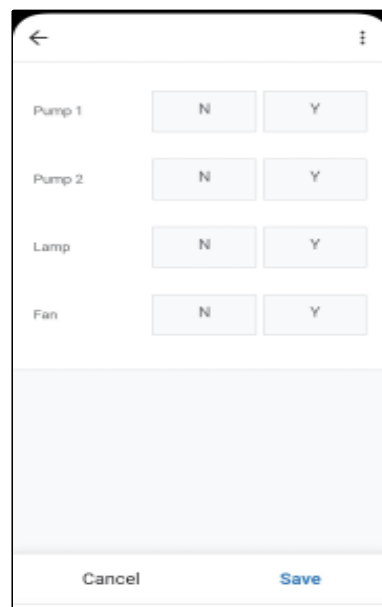
	A	B	C	D	E
1	Date	Time	Temp	Humidity	Light
2	19/8/2022	21:03:47	29.8	99.9	
3	19/8/2022	21:05:45	29.8	99.9	
4	19/8/2022	21:08:02	29.8	99.9	
5	19/8/2022	21:09:41	29.8	99.9	
6	19/8/2022	21:11:40	29.8	99.9	
7	19/8/2022	21:13:43	29.7	99.9	
8	19/8/2022	21:15:38	29.7	99.9	
9	19/8/2022	21:17:32	29.7	99.9	
10	19/8/2022	21:19:33	29.7	99.9	
11	19/8/2022	21:21:32	29.7	99.9	

รูปที่ 6 ผลลัพธ์จากการทดลองส่งข้อมูลไปบันทึกไว้ในแอปพลิเคชัน Google Sheet

การทดลองการเชื่อมโยงข้อมูลจาก Google Sheet กับแอปพลิเคชัน AppSheet คณะผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชัน AppSheet เพื่อนำมาใช้งานแสดงผล และการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยข้อมูลต่างๆ จะสามารถนำมาแสดงผลแบบกราฟดังรูปที่ 7(a) และการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถควบคุมได้ผ่านหน้าต่างแอปพลิเคชันดังรูปที่ 7(b)



(a)



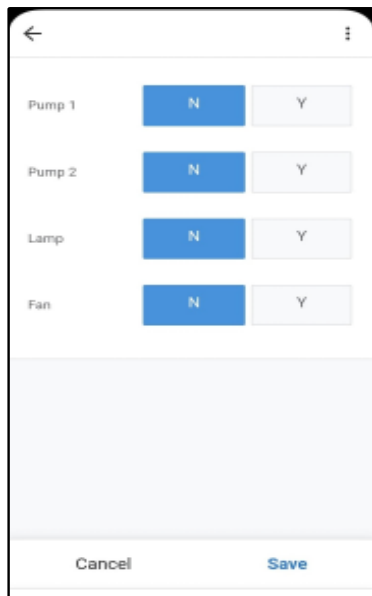
(b)

รูปที่ 7 แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นจาก AppSheet

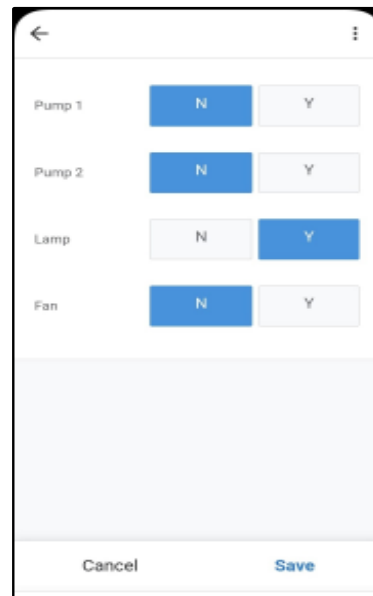
(a) หน้าต่างแสดงผลข้อมูล

(b) หน้าต่างสำหรับการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

จากแอปพลิเคชันที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นในรูปที่ 7(b) จะทำการทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยทดลองเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้าที่ใช้ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220V โดยหน้าต่างแอปพลิเคชันแสดงผล ดังรูปที่ 8 และผลลัพธ์จากการควบคุมหลอดไฟฟ้ามียผลดังรูปที่ 9



(a)



(b)

รูปที่ 8 แอปพลิเคชันหน้าต่างควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

(a) หน้าต่างสถานะปิดหลอดไฟ

(b) หน้าต่างสถานะเปิดหลอดไฟ



(a) สถานะปิดหลอดไฟฟ้า



(b) สถานะเปิดหลอดไฟฟ้า

รูปที่ 9 ผลลัพธ์จากการควบคุมการ ปิด-เปิด หลอดไฟฟ้า

จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่าการพัฒนาระบบการควบคุมและการแสดงผลผ่านแอปพลิเคชัน AppSheet สามารถทำงานได้ดังผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองในแต่ละส่วน

5. สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองงานวิจัย การประยุกต์ใช้แอปพลิเคชัน AppSheet ร่วมกับ Google Sheet สำหรับงานอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยภาพรวมระบบแสดงผลสามารถทำงานได้แต่ในระยะเวลาในการบันทึกค่านั้นจะมีความคลาดเคลื่อนไปบ้างของการตอบสนองในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า จากที่ตั้งเวลาการบันทึกผลลงบน Google Sheet ทุกๆ 20 วินาที แต่ก็มีคลาดเคลื่อนออกไป ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากคุณภาพของสัญญาณอินเทอร์เน็ตหรือขนาดข้อมูลที่ส่งไปบันทึก และการเชื่อมต่อสัญญาณไวไฟของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

เมื่อการบันทึกผลเกิดความคลาดเคลื่อน การควบคุมก็เกิดความคลาดเคลื่อนเช่นกัน โดยจากการควบคุมจากแอปพลิเคชันจะเกิดการหน่วงของเวลาในการทำงานออกไปเป็นเวลา 10-20 วินาทีเช่นกัน

อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้สามารถพัฒนาให้มีความคลาดเคลื่อนของการตอบสนองของการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าให้น้อยลงได้จากวิธีการจัดการข้อมูลในการสื่อสารและการจัดการรอบเวลาในการประมวลผลให้มีรอบของการอ่านค่าจาก Google Sheet ให้ถี่ขึ้นและการบันทึกค่าจากเซ็นเซอร์ที่วัดได้ให้มีความถี่ต่ำลง

การนำไปประยุกต์ใช้งานจริงสามารถนำไปใช้ในการแสดงผลข้อมูลปัจจัยที่สำคัญกับการปลูกพืชได้จริงและสามารถนำไปใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในงานทางการเกษตรได้จริง

เอกสารอ้างอิง

- [1] Nurharjadmo, W., Khadija, M.A. and Wahyuning, T. (2022). Modern No Code Software Development Android Inventory System for Micro, Small and Medium Enterprises. In **Proceedings of 2022 IEEE International Conference on Cybernetics and Computational Intelligence (CyberneticsCom)**, pp. 191-195. Malang, Indonesia: IEEE.
- [2] Ruscio, D.D., Kolovos, D., De Lara, J., Tisi, M. and Wimmer, M. (2021). LowCode 2021: 2nd Workshop on Modeling in Low-Code Development Platforms. In **Proceedings of 2021 ACM/IEEE International Conference on Model Driven**

- Engineering Languages and Systems Companion (MODELS-C)**, pp. 45-46. Fukuoka, Japan: IEEE.
- [3] Petrovic, N., Roblek, V., Khokhobaia M. and Gagnidze, I. (2021). AR-Enabled Mobile Apps to Support Post COVID-19 Tourism. **In Proceedings of 2021 15th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSIKS)**, pp. 253-256. Nis, Serbia: IEEE.
- [4] Ali, S., Glass, T., Parr, B., Potgieter, J. and Alam, F. (2021). Low Cost Sensor With IoT LoRaWAN Connectivity and Machine Learning-Based Calibration for Air Pollution Monitoring. **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement**, **70**, 1-11.
- [5] Esfahani, S., Rollins, P., Specht, J. P., Cole, M. and Gardner, J.W. (2020). Smart City Battery Operated IoT Based Indoor Air Quality Monitoring System. **In Proceedings of 2020 IEEE SENSORS, Rotterdam**, pp. 1-4. Netherlands: IEEE.
- [6] Jerom, A., Manimegalai B.R. and Manimegalai, R. (2020). An IoT Based Smart Water Quality Monitoring System using Cloud. **In Proceedings of 2020 International Conference on Emerging Trends in Information Technology and Engineering (ic-ETITE)**, pp. 1-7, Vellore, India: IEEE.
- [7] Gupta, A., Srivastava, R., Gupta, H. and Kumar, B. (2020). IoT Based Fall Detection Monitoring and Alarm System For Elderly. **In Proceedings of 2020 IEEE 7th Uttar Pradesh Section International Conference on Electrical, Electronics and Computer Engineering (UPCON)**, pp. 1-5. Prayagraj, India: IEEE.
- [8] Gupta, A., Srivastava, R. Gupta, H. and Kumar, B. (2020). Mobile Applications and Services for Next-Generation Energy Management in Smart Cities. **In Proceedings of eNergetics 2020 6th Virtual International Conference on Science Technology and Management in Energy**, pp. 47-56. Nis, Serbia.
- [9] Alam, S. S., Islam, A. J., Hasan, M. M., Rafid, M. N. M., Chakma, N. and Imtiaz, M.N. (2018). Design and Development of a Low-Cost IoT based Environmental Pollution Monitoring System. **In Proceedings of 4th International Conference on Electrical Engineering and Information & Communication Technology (iCEEICT)**, pp. 652-656. Dhaka, Bangladesh: IEEE.