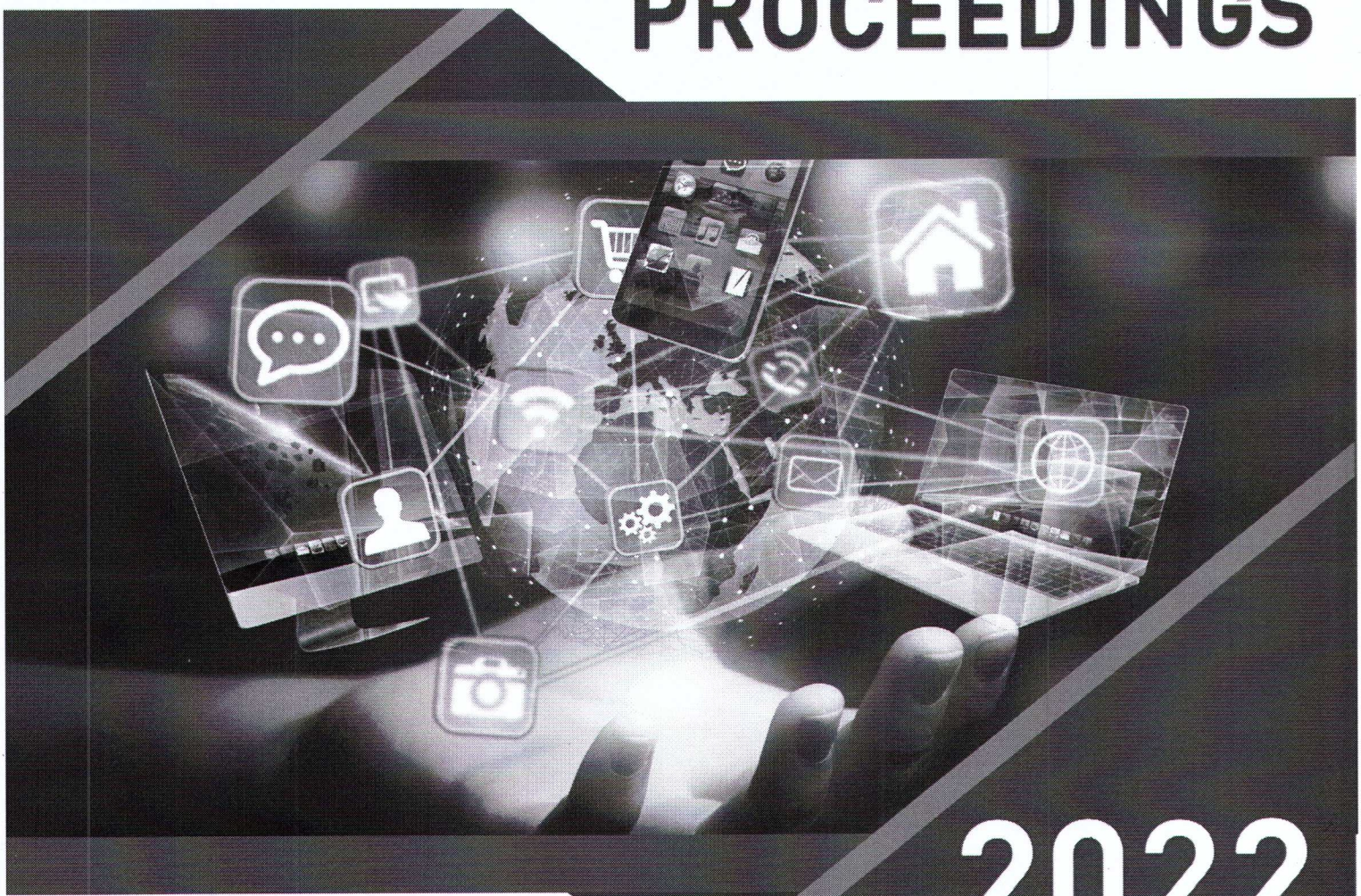
การประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคเอเชีย ครั้งที่ 10

The 10th Asia Undergraduate Conference on Computing : AUC^2

KU KASETSART UNIVERSITY

AUC^2 The Asia Undergraduate Conference on Computing

CONFERENCE PROCEEDINGS



2022

รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการ

ระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคเอเชีย ครั้งที่ 10

24 กุมภาพันธ์ 2565

คณะวิทยาศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

SOFT SQUARE GROUP OF COMPANIES

AG

AIS 5G

nt BROADBAND

Faculty of Science at Sriracha Kasetsart University

Conference Proceedings

รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการ
ระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคเอเชีย ครั้งที่ 10

คณะวิทยาศาสตร์ ศรีราชา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

24 กุมภาพันธ์ 2565

ชื่อหนังสือ Conference Proceedings รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคเอเชีย ครั้งที่ 10

จัดทำ E-book โดย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

จัดทำ E-book พฤษภาคม 2565

จำนวนหน้า 2,548 หน้า

เผยแพร่ทาง https://sci.src.ku.ac.th

ISBN (E-Book) 978-616-278-694-5

ลิขสิทธิ์โดย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

Message from President

On behalf of Kasetsart University, it is a great honor and privilege to preside over the opening ceremony of the 3rd Asia Joint Conference on Computing and the 10th Asia Undergraduate Conference on Computing. This joint conference aims to enable undergraduate students and scholars to become more knowledgeable about cutting-edge, frontier issues in computer science, information technology, and related fields.

International academic conferences play an important role in promoting skills development, analytical thinking, creativity, problem-solving, decision-making, and interpersonal communication. These skills are critical in forming a strong base of citizens with high educational standards that serve our nations and our societies.

I would like to express my gratitude to the students and academic staff in Thailand and abroad who are attending these conferences. The discussions provided by the speakers about their research experiences and outcomes will educate and inspire all of us, leading to innovative that betters the global community. I also would like to congratulate and thank the organizing committee from 35 institution who participates in planning and arranging this joint conference.

I believe that the conversations and shared experiences presented will provide a stepping-stone to world-leading computing achievements during the twenty-first century.

Thank you.

Chongrak

Dr. Chongrak Wachrinrat
President, Kasetsart University

Message from Vice President

I am so pleased to see so many guests, colleagues, and speakers who are participating in *The 3rd Asia Joint Conference on Computing* and *The 10th Asia Undergraduate Conference on Computing: AUCC: 2022*.

This joint conference provides a special occasion where you can interact with colleagues in your own special area of expertise, and to develop new connections with researchers, lecturers and students who are keenly interested in innovation and knowledge in diverse areas related to Computer Sciences and Information Technology.

This conference addresses many of the educational and research goals that are so important to all of us, and directly touch on key aspects of the education, curriculum, research, and academic services of Kasetsart University, Sri Racha Campus.

The exchange of knowledge and experiences between experts, participants and researchers during the conference is of vital importance. Also, the development of a network based on professional contacts and friendship is a beneficial goal.

This year, the 2022 joint conference is hosted by the Faculty of Science Sri Racha, in cooperation with 35 institutes of higher education who have specializations in Computer Sciences and Information Technology.

Finally, I would like to express a warm welcome to all of you, and thank you all for joining The 3rd AJCC and the 10th AUCC.

Thank you.

Seri Koonjaenak

Asst. Prof. Dr.Seri Koonjaenak
Vice President, Kasetsart University Sri Racha Campus

Message from Dean

On behalf of the organizing committee for the 3rd Asia Joint Conference on Computing and the 10th Asia Undergraduate Conference on Computing, I thank all of you for attending and participating. I would like to especially acknowledge and thank Kasetsart University's Chancellor for attending the opening ceremony of the conference.

The 3rd Asia Joint Conference on Computing and the 10th Asia Undergraduate Conference on Computing was initiated through the collaborative efforts of 35 universities whose academic programs include courses in Computer Science and Information Technology.

The main goal of the joint conference is to encourage faculty members, researchers, and students to share their academic work, and to enhance their knowledge, skills, and capabilities as a result. This joint conference provides many opportunities for participants to share their diverse academic experiences. We hope all of you will use the discussions and expertise to pursue technical and educational innovations that will benefit society.

These conferences are organized annually, and the host rotates among the participating universities. This year, Kasetsart University is the host for the 3rd Asia Joint Conference on Computing and the 10th Asia Undergraduate Conference on Computing. The Faculty of Science Sriracha was appointed to serve as the organizing committee. I wish to emphasize how much we have appreciated the strong support and encouragement from the Board of Directors and the network board from all 35 universities.

The organizing committee, Board of Directors, and the network board initially planned to host the conference, in person, on Kasetsart University Sriracha Campus. However, due to COVID-19 pandemic, we have changed the conference format to

online.

The format today will include 3 formats: oral presentations, poster presentations, and presentations about innovative projects, as follow.

Oral presentation and poster presentation submissions include the following topics:

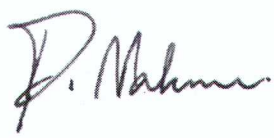
1. CI: Computation Intelligence
2. SE: Software Engineering
3. KDM: Knowledge and Data Management
4. CSN: Computer Systems and Computer Networks
5. MCG: Multimedia, Computer Graphics and Games
6. IT: Information Technology
7. CE: Computer Education
8. BI: Business Intelligence
9. DSA: Data Science and Analytics
10. IOT: Internet of Things

Innovation presentation submissions include these topics: 1. Industrial innovation
2. Agricultural innovation
3. Quality-of-life innovation
4. Business entrepreneurial innovation
5. Other innovation

We had a terrific response to our invitation for presentation proposals. Of the 354 presentations that were submitted for review in advance by the committee, there were 291 oral presentations, 47 poster presentations, and 16 innovation presentations. The 66 peer reviewed issues were accepted for publication in selected international and national journals.

On behalf of the committee, I wish to thank all who submitted proposals, and I also wish to acknowledge and thank our universities for their kind support.

Thank you all for attending and participating.



Asst. Prof. Dr. Pattarawadee Sumthong Nakmee
Dean of the Faculty of Science Sriracha,
Kasetsart University Sriracha Campus.

The 3rd Asia Joint Conference on Computing
and the 10th Asia Undergraduate Conference
on February 24th, 2022
Faculty of Science at Sriracha, Kasetsart University, Chonburi, Thailand
Online conference via Zoom application

Thursday 24th February 2022	
08.30 - 09.00 น.	Registration
09.00 - 09.30 น.	**Opening Ceremony** **Message from Conference Chairs: Dean of Science at Sriracha Campus,** Asst. Prof. Pattarawadee Sumthong Nakmee, Ph.D., Kasetsart University, Thailand **Welcome message by** Vice President for Sriracha, Asst.Prof. Seri Koonjaenak, Ph.D., Kasetsart University **Opening Remark** by President of Kasetsart University, Dr. Chongrak Wachrinrat
09.30 - 09.55 น.	Key Note Speakers: Dr. Hugh O'Connell, Managing Director ICDL Thailand Co., Ltd **Topic :** The digital skills for the future workforce in Asian
10.00 - 10.25 น.	Invited Speaker I: Sirinuch Sararuch, Digital Transformation for Education Industry Executive, Public Sector, Microsoft **Topic :** Metaverse : The Next Future
10.25 - 10.50 น.	Invited Speaker II: Assoc. Prof. Sanpawat Kantabutra, Ph.D., Faculty of Engineering, Chiang Mai University **Topic :** Lessons Learned: A Transitional Experience from a Classical Computer Programmer to a Quantum Computer Programmer
10.50 - 11.00 น.	*Coffee Break*
11.00 - 12.15 น.	Parallel Session - Oral Presentation - Poster Presentation - Innovation Presentation
12.15 - 13.15 น.	*Lunch*
13.15 – 15.15 น.	Parallel Session
15.15 – 15.30 น.	*Coffee Break*
15.30 - 17.00 น.	Parallel Session
17.00 – 18.00 น.	Evaluation for Awards
18.00 - 19.00 น.	Closing Ceremony

สารบัญ

รหัส	บทความ	หน้า
สาขา IoT : Internet of Things		
O-IoT-0016	**เครื่องคัดแยกขยะอัตโนมัติ** ประสพโชค ทำขุนทด , ธนพงศ์ อภิกาญจนานนท์ , เนตรนภา แซ่ตั้ง และ นิศากร เถาสมบัติ	693
O-IoT-0017	**การพัฒนาต้นแบบหุ่นยนต์สแกนอุณหภูมิร่างกายควบคุมการเคลื่อนที่แบบสมดุล** ณัฐกร คงชู, สิทธิโชค อุ่นแก้ว, ณัฐพล หนูฤทธิ, ปิยะพร มูลทองชุน และ ชนมภัทร รุณปักษ์	702
O-IoT-0018	**เว็บแอปพลิเคชันสำหรับร้านขายต้นไม้บนตู้อัจฉริยะโดยใช้ Internet of things สำหรับการเว้นระยะห่างทางสังคม** นายปภาวิน ต้นเจริญ, นายธนัท ภูระบัตร และ ผศ.ดร.สาธิต กระเวนกิจ	710
O-IoT-0019	**ระบบตรวจวัดอุณหภูมิเพื่อคัดกรองผู้เสี่ยงภัยโรคโควิด-19 ด้วยชุดอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิอัจฉริยะ** กิตติญา เกิดโภคา ,ชนิดาภา แก้วอุดร , เมธา กำมหาวงศ์ และ สุระสิทธิ์ ทรงม้า	719
O-IoT-0020	**การพัฒนาระบบตรวจจับความชื้นของดินและรดน้ำอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อสนับสนุนการทำเกษตรอัจฉริยะ** อภิชญา เชี่ยวสาริกิจ จักรกฤษณ์ เข็มทอง และ เสาวคนธ์ หนูขาว	728
O-IoT-0022	**อุปกรณ์สวมใส่เพื่อช่วยติดตามอาการผู้ป่วยโควิด-19** ศุภกร คันธโกวิท, สมหวัง แก้วโจ๊ะ และสาธิต กระเวนกิจ	737
O-IoT-0025	**เครื่องต้นแบบแจ้งเตือนไฟป่า โดยใช้เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายลอรา** มงคลชัย วงศ์กา, วิจิตรา มนตรี และ สำราญ ไชยคำวัง	745
O-IoT-0027	**ระบบยืนยันและติดตามตัวตนผ่านคิวอาร์โค้ดพร้อมการวัดทางกายภาพก่อนเข้าใช้งานอาคารสถานที่** นายณัฐพงษ์ กุลพงษ์, โอภาส วงษ์ทวีทรัพย์	754
O-IoT-0032	**การพัฒนาต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาพลังงานแสงอาทิตย์** วิษณุ ณ ศรีสเกษ, รัตนพล พัศสร, อิสระพงศ์ อินไผ่ ,กัลยา เย็นใจ และอรสา เตติวัฒน์	763
O-IoT-0035	**ระบบการควบคุมและแจ้งเตือนความชื้นในดินเพื่อการปลูกต้นมะเขือเทศเชอรี่แบบอัตโนมัติ** กัลยธรณ์ ปิยะวัฒน์กูล, ธีรเดช กุลโสภณพงศ์, สัจจาภรณ์ ไวจรรยา และ ณัฐโชติ พรหมฤทธิ์	772
สาขา IT : Information Technology		
O-IT-0001	**แอปพลิเคชันเสริมทักษะคำศัพท์ภาษาอังกฤษ** จันจิรา คลองหนองขาม,สำราญ วานนท์ และฤทธิชัย ผานาค	783

การพัฒนาระบบตรวจจับความชื้นของดินและรดน้ำอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อสนับสนุนการทำเกษตรอัจฉริยะ

Development of Soil Moisture Monitoring and Automatic Watering System by Using Internet of Things Technology for Supporting Smart Farming

อภิชญา เชี่ยวสาริกิจ[1] จักรกฤษณ์ เข็มทอง[1] และ เสาวคนธ์ หนูขาว[1*]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

Email: aphidchaya.chi@rmutto.ac.th, jackit.khe@rmutto.ac.th, saowakhon_no@rmutto.ac.th*

บทคัดย่อ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีรายได้หลักจากภาคเกษตรกรรม โดยภาครัฐได้ส่งเสริมให้มีการทำการเกษตรอัจฉริยะเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและบริหารจัดการทรัพยากรการเกษตรอย่างสมดุลและยั่งยืนด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อให้สอดคล้องตามนโยบายเกษตร 4.0 การใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมสามารถลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพ และทำการเกษตรได้แม่นยำมากขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับความชื้นของดินเพื่อรดน้ำอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยมีการทำงานหลักใน 2 ส่วน ได้แก่ 1) การตรวจจับค่าความชื้นของดิน และ 2) รดน้ำอัตโนมัติแก่พืชพันธุ์พร้อมทั้งแจ้งเตือนผ่าน Line notify โดยกระบวนการทำงานของระบบเริ่มจากเซนเซอร์วัดความชื้นทำการวัดค่าความชื้นของดินและส่งค่ากลับไปให้ NodeMCU ESP8266 เพื่อทำการประมวลผล หากค่าความชื้นอยู่ในสภาวะวิกฤติ คือมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 40% รีเลย์จะสั่งการให้โซลินอยด์เปิดวาล์วเพื่อรดน้ำอัตโนมัติ พร้อมกับที่ NodeMCU ESP8266 แจ้งเตือนไปยังสมาร์ทโฟนของเกษตรกรผ่านทางไลน์แอปพลิเคชันเพื่อให้เกษตรกรได้ทราบค่าความชื้นและสถานะการรดน้ำอัตโนมัติ

คำสำคัญ – ระบบตรวจจับ, ระบบรดน้ำ, ความชื้นในดิน, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, เกษตรอัจฉริยะ

ABSTRACT

Thailand is a country where the main income comes from the agricultural sector. The government has promoted smart farming to increase competitiveness and manage agricultural resources in a balanced and sustainable with technology and innovation to comply with the agriculture 4.0 policy. Using technology and innovation can reduce costs, increase efficiency, and more accurate farming. This research aims to develop a soil moisture monitoring and automatic watering system by using Internet of Things technology. It has two main functions: 1) soil moisture monitoring and 2) automated plant watering system and alert with Line notification. The system process starts from the moisture sensor measures the soil moisture value and sends the value back to the NodeMCU ESP8266 for processing. If the moisture value is in critical condition, which is less than or equal to 40%, the relay commands the solenoid valve to automatically water and the NodeMCU ESP8266 notifies the farmer's smartphone via the LINE application to provide the farmer about the moisture value and automatic watering status.

Keywords – Monitoring system, Watering system, Soil moisture, Internet of Things (IoT), Smart farming

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่เป็นแหล่งผลิตอาหารสำคัญของโลก สามารถผลิตสินค้าเกษตรที่มีคุณภาพเพื่อเลี้ยงคนภายในประเทศและยังส่งออกเพื่อนำรายได้เข้าสู่ประเทศได้เป็นอันดับต้นๆ ของโลก ภาครัฐส่งเสริมให้ภาคเกษตรได้มีการทำการเกษตรด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและบริหารจัดการทรัพยากรการเกษตรอย่างสมดุลและยั่งยืน หรือที่เรียกว่า เกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming) เพื่อให้สอดคล้องตามนโยบายเกษตร 4.0 และนโยบาย Thailand 4.0 เกษตรอัจฉริยะสามารถลดต้นทุน ลดแรงงาน เพิ่มผลผลิตและเพิ่มคุณภาพทางการเกษตร และทำให้เกิดการทำเกษตรได้แม่นยำมากขึ้น

การทำเกษตรกรรม เป็นการมุ่งให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้อย่างมีคุณภาพ โดยปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ดิน น้ำหรือความชื้น อากาศและอุณหภูมิ และแสงแดด โดยความชื้นของดินมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจาก ความชื้นของดินจะช่วยละลายธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ช่วยรักษาสภาพของดินให้เหมาะแก่การเติบโตของจุลินทรีย์ในดิน ช่วยควบคุมปริมาณน้ำและอุณหภูมิในต้นพืช ควบคุมการระเหยน้ำออกจากต้นพืช ควบคุมการกระจายและหยั่งรากของพืช เป็นต้น [2] หากเกษตรกรทำการเกษตรแบบดั้งเดิม เกษตรกรจำเป็นต้องควบคุมความชื้นของดินด้วยตนเอง ทำให้ต้องใช้เวลามากในการทำเกษตร มีต้นทุนและใช้แรงงานสูง รวมทั้งวางแผนการทำเกษตรได้ยาก การนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการติดตามและตรวจจับความชื้นของดินจึงเป็นแนวทางที่เป็นประโยชน์ สามารถลดต้นทุน ลดแรงงานได้ การเกษตรอัจฉริยะจึงเป็นการทำเกษตรแบบสมัยใหม่ที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถเพิ่มประสิทธิภาพและเพิ่มความแม่นยำในการทำการเกษตรได้มากยิ่งขึ้น

ผู้ศึกษาจึงมีแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาระบบตรวจจับความชื้นของดินและรดน้ำอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อสนับสนุนการทำเกษตรอัจฉริยะ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

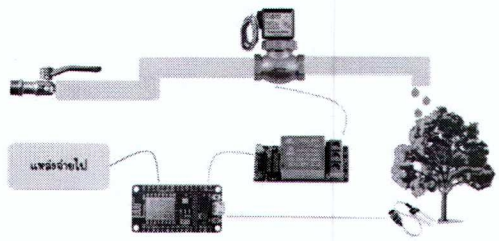
พัฒนาระบบตรวจจับความชื้นของดินเพื่อรดน้ำอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

เพื่อให้มีการติดตามและตรวจจับความชื้นของดินภายในฟาร์มเป็นไปอย่างอัตโนมัติ หากความชื้นของดินอยู่ในระดับวิกฤติระบบที่พัฒนาขึ้นด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งจะทำการเปิดวาล์วน้ำเพื่อรดน้ำพืชพันธุ์ภายในฟาร์ม ดังภาพ 1

4. สมมติฐานการวิจัย

การพัฒนาระบบตรวจจับความชื้นของดินจะสามารถตรวจจับค่าความชื้นและแจ้งเตือนผ่านทางไลน์แอปพลิเคชันพร้อมทั้งสามารถรดน้ำพืชพันธุ์ได้อย่างอัตโนมัติ ทำให้เกษตรกรลดแรงงานและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำเกษตรได้



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

5. วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

5.1.1 เกษตรอัจฉริยะ (Smart Farm) เป็นการทำเกษตรกรที่มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศ เซนเซอร์ รวมถึงวงจรต่าง ๆ เข้ามาช่วยเหลือในกระบวนการทางการเกษตรเพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ลดต้นทุน ลดแรงงาน และช่วยให้เกษตรกรสามารถทำการเกษตรได้อย่างปลอดภัยและใช้ทรัพยากรทางการเกษตรได้อย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ

5.1.2 ความชื้นของดิน (Soil Moisture) เป็นปัจจัยสำคัญต่อการลำเลียงธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชแต่ละชนิดควรมีระดับความชื้นที่เหมาะสม โดยระดับความชื้นสามารถคิดเป็นระดับเปอร์เซ็นต์ได้ [3] ดังนี้

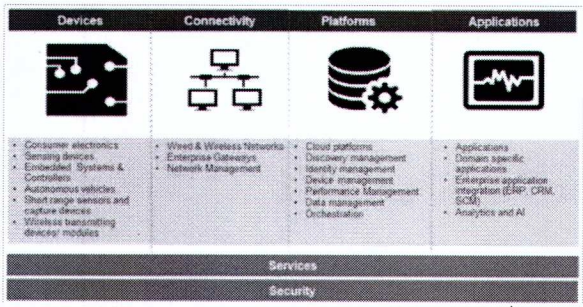
- ความชื้น 80% - 100% เป็นสภาวะอันตรายต่อพืช หากพืชมีความชื้นสูงระดับนี้เป็นเวลานาน อาจมีโอกาสสูงที่จะเกิดรากเน่าหรือเชื้อราได้
- ความชื้น 70% - 79% เป็นสภาวะที่เกิดดินแฉะ หากควบคุมไม่ดีหรือปล่อยไว้เป็นเวลานาน จะนำไปสู่สภาวะอันตรายได้

- ความชื้น 50% - 69% เป็นสภาวะที่ดีที่สุดในการเจริญเติบโตของพืช

- ความชื้น 40% - 49% เป็นสภาวะที่ดินแห้ง ควรเพิ่มความชื้นให้แก่ดินเพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้

- ความชื้น 0% - 39% เป็นสภาวะวิกฤติ ที่จะทำให้พืชแห้งและเหี่ยวเฉาตายได้

5.1.3 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) คือ เครือข่ายของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ที่สามารถเชื่อมต่อกันโดยอัตโนมัติเพื่อติดต่อสื่อสาร เข้าถึงข้อมูล สั่งการและควบคุมการทำงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต [4] องค์ประกอบของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง แบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ อุปกรณ์ (Device) การเชื่อมต่อ (Connectivity) แพลตฟอร์ม (Platforms) และแอปพลิเคชัน (Application) ทำงานร่วมกันในรูปแบบของ Stack โดยมีเลเยอร์ความปลอดภัยและบริการ (Security and Service) เกี่ยวข้องในทุกชั้น [5] ดังภาพ 2 การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี IoT ได้แก่ ระบบจัดการการเกษตรอัจฉริยะ ระบบคมนาคมและการจัดการโลจิสติกส์ ระบบข้อมูลสุขภาพและการแพทย์ ระบบการจัดการพลังงานและสาธารณูปโภค การเงินการธนาคาร การจัดการภาครัฐ เป็นต้น



ภาพ 2 องค์ประกอบของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง [4]

5.1.4 Arduino IDE เป็นโปรแกรมสำหรับใช้เขียนโปรแกรมคอมไพล์และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino หรือบอร์ดตัวอื่น ๆ ที่คล้ายกัน

5.1.5 WeMos D1 R1 ESP8266 เป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) เป็นชิ้นส่วนหลัก ถูกนำมาประกอบร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน

5.1.6 เซนเซอร์วัดความชื้นของดิน (Soil Moisture Sensor) สามารถต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ขาอนาล็อกอินพุตอ่านค่าความชื้น เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เซนเซอร์ที่ สามารถวัดความชื้นในดิน โดยการสื่อสารระหว่างเซนเซอร์วัดความชื้น–ไมโครคอนโทรลเลอร์

5.1.7 Line Notify เป็นบริการที่สามารถได้รับข้อความแจ้งเตือนจากเว็บเซอร์วิส (Service) ต่าง ๆ ที่ต้องการหรือสนใจได้ทาง LINE โดยหลังเสร็จสิ้นการเชื่อมต่อกับทางเว็บเซอร์วิส (Service) แล้ว

5.1.8 Solenoid Valve หรือโซลินอยด์วาล์ว คือ วาล์วควบคุมทิศทางลมโดยใช้คอยล์ไฟฟ้าสั่งการร่วมกับสปริงหรือคอยล์ไฟฟ้าอีกตัวเมื่อต้องการให้วาล์วอยู่ อีกตำแหน่ง โซลินอยด์วาล์ว ประกอบด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับทำหน้าที่ปิดเปิดวาล์วเมื่อเปิดและปิดสวิทช์

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.2.1 นัทกมล ผินนอก (2563) [4] การพัฒนาระบบเซนเซอร์สำหรับตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์เพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรแม่นยำด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อติดตามปัญหาการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณ ผลผลิตของพืชด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ระบบที่พัฒนาขึ้นถูกออกแบบให้ใช้ทำหน้าที่ 2 อย่างหลักๆ คือ 1) การติดตามความชื้นดินแบบเรียลไทม์ 2) ระบบแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify การทำงาน โดยระบบจะแสดงค่าแบบเรียลไทม์บน Smart phone ในแอปพลิเคชัน Blynk รวมถึงส่งข้อมูลไปยังเครื่องแม่ข่ายทุก ๆ 1 ชั่วโมง เพื่อทำการเก็บค่าไว้ในฐานข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ถูกส่งไปยังฐานข้อมูลจะถูกเรียกมาแสดงในรูปแบบกราฟต่าง ๆ โดยเงื่อนไขของโปรแกรม คือ หากเซนเซอร์ตรวจวัดได้ว่าความชื้นในดินต่ำ กว่า 10% ระบบจะทำการแจ้งเตือนผ่านไลน์แอปพลิเคชันไปยังผู้ดูแล

5.2.2 พรนรินทร์ ต้นกระหาด และทรงวุฒิ แสงจันทร์ (2556) [6] ศึกษาเรื่องโครงข่ายเซนเซอร์ความชื้นในดินสำหรับควบคุมการให้น้ำพืช โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบโครงข่ายเซนเซอร์สำหรับตรวจจับความชื้นในดินเพื่อควบคุมการให้น้ำพืช โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผลความชื้นในดินและควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ ระบบมีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ ส่วนควบคุมการทำงานหลักและส่วนตรวจวัดความชื้น โดยได้ทำการลดลองใช้เซนเซอร์ตรวจจับความชื้นในดินเพื่อสร้างแบบจำลอง

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นของดินและค่าต่างศักย์ซึ่งได้จากกระแสไฟฟ้า การสร้างระบบโครงข่ายสามารถทำงานประสานได้ดี และสามารถประเมินพื้นที่ที่เหมาะสมกับจำนวนเซนเซอร์ได้ อีกทั้งได้ทำการศึกษากับตัวแปรอื่น ๆ ที่มีผลต่อการตรวจจับความชื้น เช่น อุณหภูมิของดิน ชนิดของดิน และระยะห่างของเซนเซอร์ตรวจจับกับส่วนควบคุมหลัก

5.2.3 เอกรัฐ ชะอุ่มเอียด และเดือนแรม แพ่งเกี่ยว (2562) [7] ศึกษาเรื่องการควบคุมความชื้นในดินสำหรับโรงเรือนเมล่อนด้วยการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์มาพัฒนาให้เหมาะสมกับรูปแบบการปลูกเมล่อนด้วยดินในโรงเรือน มีปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม 3 ส่วน คืออุณหภูมิภายในโรงเรือน ความชื้นของอากาศภายในโรงเรือน และความชื้นของดินที่ปลูก ผลการทดลองระบบควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับปลูกเมล่อน พบว่าการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่อง 28-30 °C ความชื้นในอากาศอยู่ที่ 70-80% และการให้น้ำในดินควรรักษาระดับความชื้นอยู่ที่ 80-99% (ปริมาณน้ำตามช่วงอายุของพืช)

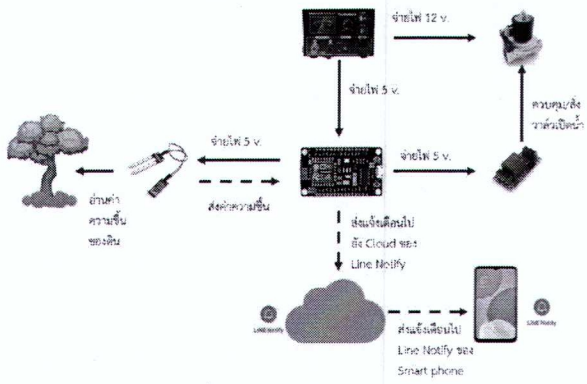
5.2.4 อาทิตยา แน่นแหน้ และคณะ (2563) [8] ระบบรดน้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งผ่านบอร์ด NodeMCU ESP8266 เขียนคำสั่งโปรแกรมเพื่อควบคุมตรวจสอบด้วยซอฟต์แวร์ชื่อ Arduino software 1.8.6 และแอพพลิเคชั่น App Blynk เป็นระบบสั่งการผ่านสมาร์ทโฟน ผลการทดสอบพบว่า ระบบรดน้ำกระเทียมโดยระบบ ควบคุมช่วยลดต้นทุนในการผลิตและประหยัดเวลา ทำให้เกษตรกรสามารถวางแผนควบคุมการผลิต และเก็บเกี่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.5 ปิยวัตร มากศรี และคณะ (2564) [9] ได้ศึกษาเทคโนโลยีการควบคุมระบบอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืช โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ สั่งการควบคุมและทำการวัดความชื้นในดิน ระบบให้น้ำพืชแบบอัตโนมัติกับโรงเรือนขนาดเล็กขนาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 40x75x109 เซนติเมตร ระบบอัตโนมัติประกอบด้วย อุปกรณ์ตรวจวัดความชื้น แผงเซลล์แสงอาทิตย์ แบตเตอรี่แบบแห้งขนาด 5 โวลล์ แผง LED ให้แสงในเวลากลางคืน และอุปกรณ์ตั้งเวลา โดยเลือกใช้ผักแคลในการทำงานทดลอง ออกแบบระบบการทำงานของการรดน้ำแบบอัตโนมัติด้วยระบบการควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ปั๊มน้ำ ควบคุมมอเตอร์รวมถึงการออกแบบวงจรควบคุมบอร์ดด้วย Arduino ESP32 แจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชั่น Blynk โดยจะแจ้งเตือนการให้น้ำเมื่อค่าความชื้นในดินต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ และแจ้งเตือนให้หยุดน้ำเมื่อความชื้นในดินสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

6. วิธีดำเนินการวิจัย

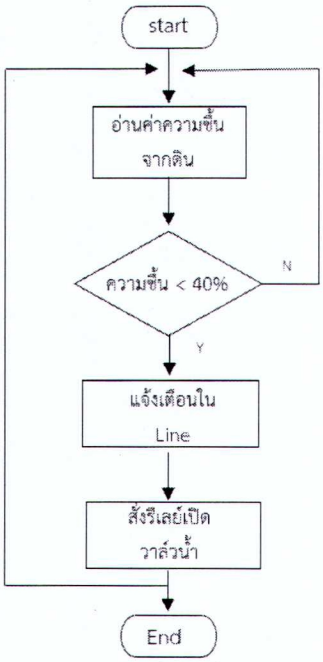
6.1 ภาพรวมของระบบ

การออกแบบภาพรวมของระบบ คือ PowerSupply จะทำการจ่ายไฟ 5 v. ให้ NodeMCU ESP8266 เพื่อบอร์ดจะได้จ่ายไฟ 2 ทางให้แก่ Soil moisture sensor และ Relay โดย Soil moisture sensor จะทำการวัดค่าความชื้นและส่งค่าความชื้นที่วัดได้กลับมาที่บอร์ด NodeMCU ESP8266 เพื่อประมวลผลต่อไป ส่วน Relay จะทำหน้าที่ในการสั่งการให้ Solenoid Valve เปิด/ปิดวาล์ว ในขณะเดียวกัน NodeMCU ESP8266 จะทำการแจ้งเตือนไปยังสมาร์ทโฟนของเกษตรกรผ่านทาง Line notify เพื่อให้เกษตรกรได้ทราบค่าความชื้นและสถานะการรดน้ำอัตโนมัติ



ภาพ 3 ภาพรวมของระบบ

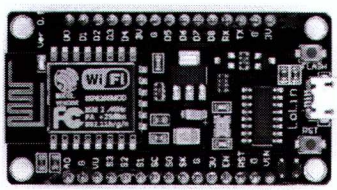
กระบวนการทำงานของระบบเริ่มจากเซนเซอร์วัดความชื้นของดินทำการวัดค่าความชื้น หากค่าความชื้นที่วัดได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 40% (สภาวะวิกฤติที่ทำให้พืชเหี่ยวเฉาและตายได้) ระบบจะทำการสั่งการให้เปิดวาล์วรดน้ำพร้อมทั้งแจ้งเตือนค่าความชื้นและสถานะการรดน้ำอัตโนมัติไปยังสมาร์ทโฟนผ่านไลน์แอปพลิเคชัน



ภาพ 4 กระบวนการทำงานของระบบ

6.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

6.2.1 NodeMCU ESP8266 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถเชื่อมต่อกับ wifi มีจำนวนขาพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตจำนวนมาก สามารถต่อกับเซ็นเซอร์ได้ทั้งแบบดิจิตอลและแอนะล็อก ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.0-3.6V ทำงานใช้กระแสโดยเฉลี่ย 80mA รองรับคำสั่ง deep sleep ในการประหยัดพลังงาน ใช้กระแสน้อยกว่า 10 ไมโครแอมป์ มีราคาถูกจึงช่วยลดต้นทุนได้ [10]

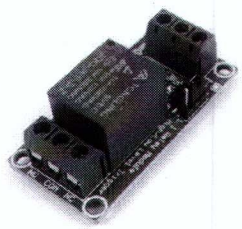


ภาพ 5 NodeMCU ESP8266 [8]

6.2.2 Soil Moisture Sensor เป็นเซนเซอร์ที่ใช้วัดความชื้นของดินสามารถต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ขาอนาล็อกอินพุตอ่านค่าความชื้น เซนเซอร์สามารถให้ค่าได้ 2 แบบ คือ 1) อ่านค่าเป็นแบบ Analog หมายถึง การอ่านค่าความชื้ โดยให้ค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1024 และ 2) อ่านค่าเป็นแบบ Digital โดยเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้ หากได้ค่ามากกว่าให้ logic เป็น HIGH แต่หากได้ค่าต่ำกว่าให้ logic เป็น LOW [11]

ภาพ 6 Soil moisture sensor [9]

6.2.3 Relay 5v. เป็นโมดูลที่ใช้ควบคุมโหลดได้ทั้งแรงดันไฟฟ้า DC และ AC ซึ่งโหลดสูงสุด (Maximum Load) คือ C 250V/10A, DC 30V/10A โดยใช้สัญญาณในการควบคุมการทำงานด้วยสัญญาณโลจิก TTL ทำงานด้วยสัญญาณ Active Low [12]



ภาพ 7 Relay 5v [10]

6.2.4 Solenoid Valva 12 v. หรือเรียกว่า โซลินอยด์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการไหลของของไหล เช่น น้ำ อากาศ หรือก๊าซต่าง ๆ เป็นต้น วาล์วหัวถังแรงดัน วาล์วควบคุมถังกรองน้ำ ทำงานคล้ายกับรีเลย์ (Relay) ภายในโครงสร้างของโซลินอยด์ประกอบด้วยขดลวดพันแม่เหล็ก เป็นตัวกลางที่ใช้ร่วมกับพลังงานไฟฟ้า โดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดจะเกิดพลังงานสนามแม่เหล็ก ส่งผลการทำงานปิด-เปิด ช่องการไหลของตัววาล์ว [13]

6.2.5 DC Power Supply เป็น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ให้พลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดไฟฟ้า หน้าที่หลักคือการแปลงพลังงานไฟฟ้ารูปแบบหนึ่งไปอีกรูปแบบหนึ่ง เช่น แปลงพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยแหล่งจ่ายไฟ DC เป็นหนึ่งในแหล่งจ่ายไฟที่ให้แรงดันไฟฟ้าของขั้วคงที่ (ไม่ว่าจะบวกหรือลบ) เพื่อโหลด ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับการออกแบบของแหล่งจ่ายไฟ DC

อาจจะขับเคลื่อนจากแหล่ง DC หรือจาก แหล่ง AC ที่มาเป็นแหล่งจ่ายหลักก็ได้ [14]

ภาพ 8 Solenoid Valva [11]

ภาพ 9 DC Power Supply [12]

6.3 การเขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรม Arduino IDE

การเขียนโปรแกรม ดำเนินการ 2 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้กับเซนเซอร์ และส่วนที่เชื่อมต่อกับ Line notify

6.3.1 ส่วนที่ 1 (ส่วนที่ใช้กับเซนเซอร์)

1. กำหนดตัวแปรตามช่องที่ได้ใช้งาน

```
const int analogInPin = A0;
const int relay = D0;
int sensorValue = 0;        // ตัวแปรค่า Analog
int outputValue = 0;
```

ภาพ 10 การกำหนดตัวแปร

2. ตั้งค่าการทำงานของ relay

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(relay, OUTPUT);
```

ภาพ 11 การตั้งค่าrelay

3. สั่งการให้ทำงานเป็น loop หรือวนซ้ำ เริ่มการกำหนดค่าต่าง ๆ และกำหนดเงื่อนไขหากตรวจวัดความชื้นแล้วได้ค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 40% ให้ทำการตั้งค่าของ relayเป็น HIGH เพื่อให้รดน้ำอัตโนมัติ โดยตั้งค่าการตรวจสอบค่าในอีกครั้ง คือ delay (1000); หรือ 1 วินาที แต่ถ้าหากค่ามากกว่า 40% จะเข้าเงื่อนไขของ else ที่ตั้งค่า relay เป็น LOW หรือสั่งการให้ปิดการทำงานของวาล์วน้ำ

```
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  sensorValue = analogRead(analogInPin);
  outputValue = map(sensorValue, 0, 1023, 100, 0);

  Serial.print("Soil Moisture = ");
  Serial.print(outputValue);
  Serial.println(" %");

  if (outputValue <= 40) {  //ตั้งค่า % ที่ต้องการจะรดน้ำต้นไม้
    digitalWrite(relay, HIGH);
    LINE.notify("ความชื้นต่ำกว่า 40 % กำลังปล่อยน้ำ");

  }
  else {
    digitalWrite(relay, LOW);
  }
  delay(1000);
}
```

ภาพ 12 การสั่งการให้รดน้ำอัตโนมัติ

6.3.2 ส่วนที่ 2 (ส่วนที่เชื่อมต่อกับ Line notify)

1. เชื่อมต่อ Line Notify โดยใช้ Wifi กับ Line_Token ที่ได้ตอนสมัคร Line Notify

```
#include <TridentTD_LineNotify.h>
#define SSID        "Redmi_1CCC"      // ชื่อไวไฟ ที่จะเชื่อมต่อ
#define PASSWORD    "ping25c199"      // พาสเวิร์ด ของไวไฟ
#define LINE_TOKEN  "oKT4WAiAdDuRnLAZDDINEarqeRmPiAzv0qYiwglIhFP"  // พาสเวิร์ด ของ TOKEN ที่ได้มาจากเว็บไซต์
```

ภาพ 13 เชื่อม Line Notify

2. ตั้งค่าให้ Line Notify ทำงาน

```
WiFi.begin(SSID, PASSWORD);
Serial.printf("WiFi connecting to %s\n",  SSID);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  Serial.print(".");
  delay(400);
}
Serial.printf("\nWiFi connected\nIP : ");
Serial.println(WiFi.localIP());

// กำหนด Line Token
LINE.setToken(LINE_TOKEN);
```

ภาพ 14 ตั้งค่า Line Notify

3. ตั้งค่าที่เงื่อนไข if เมื่อเปลี่ยนค่าrelay เป็น HIGH แล้วให้ทำการแจ้งที่ Line Notify ของผู้ใช้งาน

```
if (outputValue <= 40) {  //ตั้งค่า % ที่ต้องการจะรดน้ำต้นไม้
  digitalWrite(relay, HIGH);
  LINE.notify("ความชื้นต่ำกว่า 40 % กำลังปล่อยน้ำ");

}
```

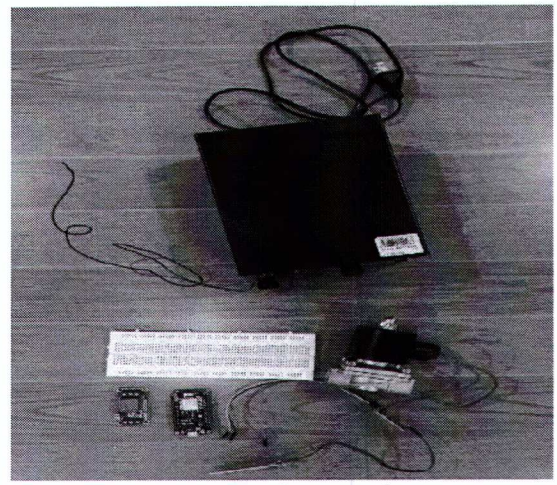
ภาพ 15 ตั้งค่าการแจ้งเตือน Line Notify

7. ผลการวิจัย

ในส่วนนี้กล่าวถึงการผลการพัฒนาระบบตรวจจับความชื้นของดินและรดน้ำอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ใน 3 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนการพัฒนาอุปกรณ์ 2) ส่วนการเขียนโปรแกรม และ 3) ส่วนการแจ้งเตือนผ่าน Line notify

7.1 ส่วนการพัฒนาอุปกรณ์

ผู้ศึกษาได้พัฒนาอุปกรณ์ในการตรวจจับความชื้นของดินและรดน้ำอัตโนมัติ ประกอบด้วย NodeMCU ESP8266 , Soil moisture sensor, Relay 5 v., Solenoid valva 12 v., DC Power supply และสายไฟ โดยPower supply จะทำการจ่ายไฟ 5 v. ให้ NodeMCU ESP8266 จากนั้น NodeMCU ESP8266 จะจ่ายไฟ 2 ทางให้แก่ Soil moisture sensor เพื่อทำหน้าที่ตรวจจับค่าความชื้นและส่งค่าความชื้นที่ได้กลับมายัง NodeMCU ESP8266 เพื่อประมวลผล และจ่ายไฟ Relay เพื่อทำหน้าที่ในการสั่งการให้ Solenoid Valve เปิด/ปิดวาล์วน้ำ หากค่าความชื้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 40% จะทำการเปิดวาล์วเพื่อรดน้ำ



ภาพ 16 ผลการพัฒนาอุปกรณ์

7.2 ส่วนการเขียนโปรแกรม

ผู้ศึกษาได้เขียนโปรแกรมกำหนดไว้ในตัว Microcontroller เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อื่น ๆ ในระบบ ดังภาพ 17

7.3 ส่วนการแจ้งเตือนผ่าน Line notify

หากส่วนของเซนเซอร์มีการตรวจจับค่าความชื้นของดินได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 40% ซึ่งอยู่ถือว่าเป็นสถาวะวิกฤติที่ทำให้พืชเหี่ยวเฉาและตายได้ Solenoid Valve จะเปิดวาล์วเพื่อรดน้ำ ในขณะเดียวกัน NodeMCU ESP8266 จะทำการแจ้งเตือนให้เกษตรกรทราบว่ามีการเปิดวาล์วรดน้ำอัตโนมัติทางสมาร์ทโฟนผ่านทาง Line notify ดังภาพ 18

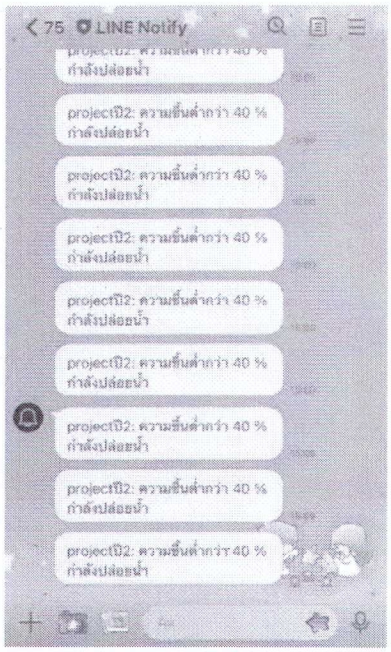
```
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  sensorValue = analogRead(analogInPin);
  outputValue = map(sensorValue, 0, 1023, 100, 0);

  Serial.print("Soil Moisture = ");
  Serial.print(outputValue);
  Serial.println(" %");

  if (outputValue <= 40) {  //ตั้งค่า % ที่ต้องการจะรดน้ำต้นไม้
    digitalWrite(relay, HIGH);
    LINE.notify("ความชื้นต่ำกว่า 40 % กำลังปล่อยน้ำ");

  }
  else {
    digitalWrite(relay, LOW);
  }
  delay(1000);
}
```

ภาพ 17 ผลการเขียนโปรแกรม



ภาพ 18 ส่วนของการแจ้งเตือนผ่าน Line notify

8. สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับความชื้นของดินเพื่อรดน้ำอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ออกแบบกระบวนการทำงานใน 2 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) การตรวจจับค่าความชื้นของดิน และ 2) รดน้ำอัตโนมัติแก่พืชพันธุ์พร้อมทั้งแจ้งเตือนผ่าน Line notify โดยกระบวนการทำงานของระบบเริ่มจากเซนเซอร์วัดความชื้นทำการวัดค่าความชื้นของดินและส่งค่ากลับไปให้ NodeMCU ESP8266 เพื่อทำการประมวลผล หากค่าความชื้นอยู่ในสภาวะวิกฤติ คือมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 40% รีเลย์จะสั่งการให้โซลินอยด์เปิดวาล์วเพื่อรดน้ำอัตโนมัติ พร้อมกับที่ NodeMCU ESP8266 แจ้งเตือนไปยังสมาร์ทโฟนของเกษตรกรผ่านทางไลน์แอปพลิเคชันเพื่อให้เกษตรกรได้ทราบค่าความชื้นและสถานะการรดน้ำอัตโนมัติ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ นัทกมล ผินนอก (2563) [4] ที่มีการพัฒนาระบบเซนเซอร์สำหรับตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ เพื่อติดตามปัญหาการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณ ผลผลิตของพืชด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ระบบที่พัฒนาขึ้นถูกออกแบบให้ใช้ทำหน้าที่ 2 อย่างหลักๆ คือ 1) การติดตามความชื้นดินแบบเรียลไทม์ 2) ระบบแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify การทำงาน และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อาทิตยา แน่นแหน้ และคณะ (2563) [8] ที่พัฒนาระบบรดน้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งผ่านบอร์ด NodeMCU ESP8266 ทำให้เกษตรกรสามารถวางแผนควบคุมการผลิต และเก็บเกี่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งผลการวิจัยของ ปิยวัตร มากศรี และคณะ (2564) [9] ที่ออกแบบและพัฒนาระบบรดน้ำแบบอัตโนมัติขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ปั๊มน้ำ ควบคุมมอเตอร์รวมถึงการออกแบบวงจรควบคุมบอร์ดด้วย Arduino ESP32 มีการแจ้งเตือนการให้น้ำเมื่อค่าความชื้นในดินต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ผลการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำไปประยุกต์และต่อยอดเพื่อสนับสนุนการทำเกษตรอัจฉริยะ ทำให้เกษตรกรลดแรงงาน ลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำเกษตรได้

9. ข้อเสนอแนะ

แนวทางในการพัฒนาต่อในอนาคตควรพัฒนาให้มีการแสดงผลผ่านโมบายแอปพลิเคชัน และควรศึกษาร่วมกับตัวแปรอื่น ๆ ที่มีผลต่อการตรวจจับความชื้น เช่น อุณหภูมิของดิน ชนิดของดิน เป็นต้น รวมถึงศึกษาร่วมกับพืชแต่ละชนิด

เอกสารอ้างอิง

[1] ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 10 ตุลาคม 2564]. จาก https:// www.trueplookpanya.com/learning/detail/33764

[2] สุเจนต์ พรหมเหมือน. **การพัฒนาระบบตรวจวัดความชื้นในดินด้วยเทคนิคความจุไฟฟ้าโดยใช้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ประจุแบตเตอรี่**, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยทักษะ, 2562.

[3] SPsmartplants. รู้หรือไม่ ความชื้นในดินมีความสำคัญกับพืชมาก 2563 [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 5 ตุลาคม 2564]. จาก https://www.spsmartplants.com/blog

[4] นัทกมล ผินนอก. **การพัฒนาระบบเซนเซอร์สำหรับตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์เพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรแม่นยำด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง**,วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2563.

[5] ฟรอส์ท แอนด์ ซัลลิวัน. การคาดการณ์อนาคตเทคโนโลยีดิจิทัลประเทศไทย 2035 [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 10

ตุลาคม 2564]. จาก https://www.depa.or.th/storage/app/media/file/Second%20Deliverable%20RevVer%20TH%20V12%20140819%20FIN.pdf

[6] พรนรินทร์ ต้นกระหาด และทรงวุฒิ แสงจันทร์. โครงข่ายเซนเซอร์ความชื้นในดินสำหรับควบคุมการให้น้ำพืช, "การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 14". ประจวบคีรีขันธ์, 14 เมษายน 2556. หน้า 438-443. 2556.

[7] เอกรัฐ ชะอุ่มเอียด และเดือนแรม แพ่งเกี่ยว. "การควบคุมความชื้นในดินสำหรับโรงเรือนเมล่อน" **วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย** 11, (2). หน้า 269-278. 2562.

[8] อาทิตยา แน่นแหน้, เอกราช พรนราหัสดีกุล, ณัฐกิตติ์ จินา และ สัญญา พันธุ์แพง. ระบบรดน้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน, "การประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม (มหาวิทยาลัยแม่โจ้) ครั้งที่ 1". เชียงใหม่, 28 กุมภาพันธ์ 2563. หน้า 774-781. 2563.

[9] ปิยวัตร มากศรี, วรพงศ์ อินทร์พรหม, ศักดิ์โสภณ บุญเกื้อ, พีรพงศ์ หนูช่วย, นรานันท์ ขำมณี, ณัฐปภัสร์ บุญดำ, ชิโนรส ละอองวรรณ. "การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ครั้งที่ 4". กรุงเทพฯ, 22 พฤษภาคม 2564. หน้า 175-182. 2564.

[10] NodeMCU. [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 2 ตุลาคม 2564]. จาก http://www.geocities.ws/sunya/microcontroller/arduino/NodeMCU_LAB1.pdf

[11] PROJECT phy-122(lab). หลักการทำงานของเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 5 ตุลาคม 2564]. จากhttps://sites.google.com/site/projectphysics122/

[12] รีเลย์ (Relay) คืออะไร? [ออนไลน์]. สืบค้นวันที่ 2 ตุลาคม 2564]. จาก http://www.psptech.co.th/

[13] โซลินอยด์วาล์วมีประโยชน์มากกว่าที่คิด 2560 [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 10 ตุลาคม 2564]. จาก https://www.densakda.com

[14] แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 10 ตุลาคม 2564]. จาก http://www.technotestsystem.com