การพัฒนาระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะด้วย IoT และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

Developing a Smart Farm Management System using IoT and GIS

ธีรทัต กิ่งรัก

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาภูมิศาสตร์ 2565

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

อาจารย์ที่ปรึกษาประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาวิชาภูมิศาสตร์และหัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรีเรื่อง "การพัฒนาระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะด้วย IoT และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์"

(ผู้ช่วยศาสตร์จารย์ ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตร์จารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ภูมิศาสตร์

(รองศาสตร์จารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษาพร้อมทั้งให้คำแนะนำ และให้แนวคิดตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

กราบขอบพระคุณอาจารย์สาขาวิชาภูมิศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่ช่วยให้คำแนะนำในการจัดทำระบบและถ่ายทอดความรู้วิทยาการอันมีคุณค่ายิ่ง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยและด้านการดำเนินชีวิตของผู้วิจัย และขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านตลอดจนรุ่นพี่และเพื่อนๆสาขาวิชาภูมิศาสตร์

เหนืออื่นสิ่งใดขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่เปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษา คอยให้หารสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะด้วย IoT และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และผู้ที่มีความสนใจไม่มากก็น้อย

ธีรทัต กิ่งรัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ชื่อเรื่อง การพัฒนาระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ผู้วิจัย ธีรทัต กิ่งรัก

ประธานที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง

ประเภทสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ วท.บ. สาขาวิชาภูมิศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565

คำสำคัญ เซนเซอร์,เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

บทคัดย่อ

จากการศึกษาประเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อผลผลิตต้นหอมในช่วงการทำสวนหอม พบว่าเกษตรกรส่วนมากไม่มีการตรวจวัดค่าความชื้นในดิน เพื่อให้ทราบผลได้อย่างทันท่วงที จำเป็นต้องหาเครื่องตรวจวัดความชื้นในดิน ซึ่งในปัจจุบันได้เริ่มมีเทคโนโลยีสมาทฟาร์มเข้ามาช่วยในด้านของภาคการเกษตรเพื่อช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบตรวจวัดความชื้นในดินแบบเรียลไทม์และระบบควบคุมการให้น้ำระยะไกล ด้วยระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) หรือ IoT (ไอโอที) รวมกับการสื่อสารแบบ machine to machine (M2M) ด้วย MQTT และการแสดงผลจากการตรวจวัดข้อมูล การสร้างระบบควบคุมการให้น้ำระยะไกลด้วย Node-RED ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยให้เกษตรกรลดต้นทุนในเรื่องของแรงงาน เวลา และค่าใช้จ่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถรองรับจำนวนอุปกรณ์ที่มีเพิ่มในอนาคตได้ ผลการทดลองประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับดี นอกจากนี้เกษตรกรยังเข้าถึงอุปกรณ์ตรวจวัดต้นแบบในราคาที่ยอมรับได้ ในอนาคตสามารถลดต้นทุนของอุปกรณ์ต้นแบบ และยังต่อยอดระบบอัจฉริยะกับพืชชนิดอื่นได้อีกด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Title Developing a Smart Farm Management System using IoT and GIS

Author Thirathat Kingrak

Advisor Assistant Professor Dr.Sittichai Choosumrong

Academic Paper Thesis B.S. Name of Degree in Geography,Naresuan University,2022

Keywords Sesor,Internet of Think.

Abstract

From the study of important issues affecting onion yield during fragrant gardening It was found that many garden farmers did not measure soil moisture. in order to know the results in a timely manner It is necessary to find a soil moisture meter. At present, Smart Farm technology has begun to help in the agricultural sector to help reduce problems that arise.

The aim of this research is to developed a real-time soil moisture monitoring system and a remote watering control system. With the Internet of Things (IoT) system combined with machine to machine (M2M) communication using MQTT. Node-RED web platform was used to create the real-time dashboard to visualize data and creating a remote irrigating control system. The developed system can help farmers to reduce labor, time and cost effectively. It can also support the number of devices that are added in the future. The results of the system performance test were at a good level. In addition, farmers have access to prototype measuring equipment at an acceptable price. In the future, the cost of prototype equipment can be reduced. And can also extend the intelligent system with other plants as well.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
หนังสือรับรอง	ก
กิติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
สารบัญ	จ
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ความสำคัญของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4.1 ขอบเขตด้านพื้นที่	3
1.4.2 ขอบเขตด้านการศึกษา	3
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
1.7 สมมติฐานงานวิจัย	5
1.8 กรอบแนวคิด	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.1.1 ตัววัดความชื้นในดิน	6
2.1.2 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)	6
2.1.3 สายเชื่อมต่อวงจรสายจั้มเปอร์ Jumper	6
2.1.4 สายไมโคร USB	6
2.1.5 อะแดปเตอร์ 220v to 12v	6
2.1.6 ตู้ควบคุมไฟฟ้า	7
2.1.7 Board WeMos D1 R1 ESP8266	7
2.1.8 MQTT	7
2.1.9 Node-RED	8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.1.10 Arduino IDE	8
2.1.11 รูปแบบการเขียนโปรแกรม	9
2.1.12 C/C++	11
2.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการผลิตต้นหอมให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพ	14
บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย	16
3.1 ชนิดของเซนเซอร์ที่ใช้พัฒนาระบบ	17
3.2 การพัฒนาระบบเซนเซอร์	18
3.2.1 การออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัด	19
3.2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์	19
3.2.3 การต่อวงจรเซนเซอร์	21
3.2.4 ชุดคำสั่งข้อมูล	22
3.3 การติดตามผ่านแอพพลิเคชั่น MQTT	28
3.3.1 ดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน MQTT	28
3.4 การประมาณช่วงค่าความชื้น	31
3.5 พัฒนาและปรับปรุงระบบ	31
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์	32
4.2 ผลการการควบคุมผ่าน MQTT and Node-RED	34
4.3 ผลการทดลอง Web Application	35
4.4 ผลการทดลอง Mobile Application	37
4.5 ผลการประมาณช่วงค่าความชื้น IDW (Inverse Distance Weight)	38
บทที่ 5 บทสรุป	
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	39
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนา	40
5.3 อภิปรายผล	40
5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาต่อไป	40
บรรณานุกรม	41

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวกก.	42
ภาคผนวกข.	69
ประวัติผู้วิจัย.....	73

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวความคิด..... 5
ภาพที่ 2.1 รูปแบบบอร์ด..... 6
ภาพที่ 2.2 arduino..... 7
ภาพที่ 2.3 รูปแบบการเขียนโปรแกรม..... 9
ภาพที่ 2.4 รูปแบบการเขียนโปรแกรม..... 9
ภาพที่ 2.5 กดปุ่ม verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง..... 10
ภาพที่ 2.6 Upload โค้ดโปรแกรม..... 10
ภาพที่ 2.7 สัญลักษณ์ภาษา C++..... 11
ภาพที่ 2.8 โครงสร้างภาษา C++..... 12
ภาพที่ 3.1 การพัฒนาระบบเซนเซอร์..... 19
ภาพที่ 3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์..... 20
ภาพที่ 3.3 การต่อระบบเซนเซอร์..... 21
ภาพที่ 3.4 การต่อระบบเซนเซอร์..... 21
ภาพที่ 3.5 ชุดคำสั่งเซนเซอร์..... 22
ภาพที่ 3.6 ชุดคำสั่งเซนเซอร์..... 23
ภาพที่ 3.7 ชุดคำสั่งเซนเซอร์..... 23
ภาพที่ 3.8 ชุดคำสั่งเซนเซอร์..... 24
ภาพที่ 3.9 ชุดคำสั่งเซนเซอร์..... 24
ภาพที่ 3.10 ชุดคำสั่งเซนเซอร์..... 25
ภาพที่ 3.11 ชุดคำสั่งเซนเซอร์..... 25
ภาพที่ 3.12 ชุดคำสั่งเซนเซอร์..... 26
ภาพที่ 3.13 ชุดคำสั่งเซนเซอร์..... 26
ภาพที่ 3.14 ชุดคำสั่งเซนเซอร์..... 27
ภาพที่ 3.15 ชุดคำสั่งเซนเซอร์..... 27
ภาพที่ 3.16 การดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน MQTT..... 28
ภาพที่ 3.17 การตั้งค่าบนแอปพลิเคชัน..... 28

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 3.18 การแสดงเพื่อควบคุม..... 29
ภาพที่ 3.19 การแสดงผลบนแอปพลิเคชัน..... 29
ภาพที่ 3.20 การกำหนด Message..... 30
ภาพที่ 3.21 การกำหนด topic..... 30
ภาพที่ 3.22 การการประมาณช่วงค่าความชื้น..... 31
ภาพที่ 3.23 การพัฒนาระบบและปรับปรุงระบบ..... 31
ภาพที่ 4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์..... 32
ภาพที่ 4.2 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์..... 33
ภาพที่ 4.3 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์..... 33
ภาพที่ 4.4 การทำงาน MQTT..... 34
ภาพที่ 4.5 การทำงาน Node-RED..... 34
ภาพที่ 4.6 การกำหนดTopic วัดความชื้นในดิน..... 35
ภาพที่ 4.7 การกำหนดTopic วาล์วน้ำ..... 35
ภาพที่ 4.8 การแสดงผลบน Web..... 36
ภาพที่ 4.9 การแสดงผลบน Mobile Application..... 37
ภาพที่ 4.10 การประมาณช่วงค่าความชื้น IDW (Inverse Distance Weight)..... 38

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Thing : IoT) ถูกนำไปประยุกต์ใช้กับหลายสิ่งหลายอย่างทั่วโลก ไม่เว้นแม้แต่ภาคเกษตรกรรม เพื่อวัตถุประสงค์ในการบริหารจัดการฟาร์มอย่างมีประสิทธิภาพ โดย ใช้แรงงานคนให้น้อยที่สุด จึงเป็นที่มาของคำว่า เกษตรอัจฉริยะ หรือสมาร์ทฟาร์ม (Smart Farm) ซึ่งได้นำเทคโนโลยี RFID Sensors เข้ามาใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ทางการเกษตรต่าง ๆ (กฤตพร เอี่ยมสะอิ้ง. 2562) เพื่อให้อุปกรณ์เหล่านั้น สามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ควบคุมหลักได้ เช่น การใช้เซ็นเซอร์วัดข้อมูลต่าง ๆ อย่าง เซ็นเซอร์ตรวจอากาศ (Weather Station) เซ็นเซอร์วัดดิน (Soil Sensor) เซ็นเซอร์ตรวจโรคพืช (Plant Disease Sensor) เซ็นเซอร์ตรวจวัดผลผลิต (Yield Monitoring Sensor) เป็นต้น เซ็นเซอร์เหล่านี้สามารถนำมาวางเป็นระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless Sensor Network) โดยนำไปติดตั้งหรือปล่อยในพื้นที่ไร่ เพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ความชื้นในดิน อุณหภูมิ ปริมาณแสง และสารเคมี เพื่อวางแผนการแก้ปัญหาอย่างแม่นยำ

การปฏิวัติอุตสาหกรรมของโลกครั้งที่ 4 หรือที่เรียกว่า Industry 4.0 มีลักษณะสำคัญคือการนำเทคโนโลยีดิจิทัลและ อินเทอร์เน็ต หรือ IoT มาใช้ในกระบวนการผลิตสินค้า เพื่อให้สามารถเชื่อม รอต้องการของผู้บริโภคจะราดเข้ากับกระบวนการค้า โดยสามารถผลิตสินค้าหลากหลายรูปแบบเป็นจำนวนมาก โดยใช้กระบวนการผลิตที่ประหยัดเวลาและมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลครบวงจร ซึ่งการนำ เทคโนโลยี IoT มาใช้ในกระบวนการผลิตนั้น ทำให้เครื่องจักรสามารถสื่อสารกันเอง (Machine to Machine หรือ M2M) ข้อมูลกันเองได้ การทำงานของอุปกรณ์เครื่องจักรมีความแม่นยำมากขึ้น สามารถควบคุณและตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการผลิตได้แบบเวลาจริง (Real-time) มีการใช้ทรัพยากรที่น้อยลง และกระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพสูงขึ้น (Thanaboonsombat, 2017) ปัจจุบันพบว่าโรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่ที่มีความต้องการที่จะปรับตัวสู่โรงงานอัจฉริยะ และต้องการใช้เทคโนโลยี IoT เพื่อเชื่อมต่อเครื่องจักรเข้ากับระบบ และบูรณาการข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ เครื่องจักร หรือสภาวะแวดล้อม ต่างๆ มาต่อยอดให้เกิดประโยชน์ในการดูภาพรวมของการผลิตทั้งส่วนย่อยและส่วนรวมได้อย่างรวดเร็วตามเวลาจริง เทคโนโลยี IoT ทำให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำ สมบูรณ์ ทันต่อเวลา และตรงต่อความต้องการ การบันทึกข้อมูลเป็นแบบอัตโนมัติ และสามารถนำข้อมูลออกมาใช้ประโยชน์ได้โดยง่าย ทำให้การวางแผนและการตัดสินใจสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ปรับปรุงกระบวนการทำงาน ลดความผิดพลาดในการทำงาน ลดขั้นตอนในการทำงาน และลดการใช้ทรัพยากรทั้งในด้านวัตถุดิบ เวลา และแรงงานคนที่ใช้ในการผลิต (National Electronics and Computer Technology Center, 2018) และเพื่อวัตถุประสงค์ในการบริหารจัดการฟาร์มอย่างมีประสิทธิภาพโดย ใช้แรงงานคนให้น้อยที่สุด จึงเป็นที่มาของคำว่า เกษตรอัจฉริยะ หรือสมาร์ทฟาร์ม (Smart Farm) ซึ่งได้นำเทคโนโลยี RFID Sensors เข้ามาใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ทางการเกษตรต่าง ๆ เพื่อให้อุปกรณ์เหล่านั้น สามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ควบคุมหลักได้ เช่น การใช้เซ็นเซอร์วัดข้อมูลต่าง ๆ อย่าง เซ็นเซอร์ตรวจอากาศ (Weather Station) เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Sensor) เซ็นเซอร์ตรวจโรคพืช (Plant Disease Sensor) เซ็นเซอร์ตรวจวัดผลผลิต (Yield Monitoring Sensor) เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

เซ็นเซอร์เหล่านี้สามารถนำมาวางเป็นระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless Sensor Network) โดยนำไปติดตั้งหรือปล่อยในพื้นที่ไร่ เพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ความชื้นในดิน อุณหภูมิ ควบคุมการให้น้ำ เพื่อวางแผนการแก้ปัญหาอย่างแม่นยำ (Zhu, Li and Wu, 2018)

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ เป็นการบูรณาการความรู้และเทคโนโลยีทางด้านการรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing : RS) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) และระบบดาวเทียมนำทางโลก (Global Navigation Satellite System : GNSS) เพื่อประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเป็นวิทยาการที่สำคัญที่หลายหน่วยงานได้นำมาพัฒนาประเทศในหลากหลายด้าน เช่น เกษตร การจราจรและการขนส่ง และ ภัยธรรมชาติ ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศสามารถนำมาประกอบการวางแผนการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

การเกษตรอัจฉริยะ (Smart farming) คือ การนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาผสมผสานเข้ากับงานด้านการเกษตรเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ให้กับเกษตรกร เทคโนโลยีฟาร์มอัจฉริยะนั้นตั้งอยู่บนแนวคิดของการทำเกษตรสมัยใหม่ที่เรียกว่า เกษตรแม่นยำสูง เป็นกลยุทธ์ในการทำการเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยทำให้เกษตรกรสามารถปรับการใช้ทรัพยากรให้สอดคล้องกับสภาพของพื้นที่มากที่สุด รวมไปถึงเรื่องการดูแลอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งแนวคิดนี้สามารถนำไปปรับใช้ได้ทั้งฟาร์มพืชและสัตว์ ฟาร์มอัจฉริยะนี้จะมีความแตกต่างกับฟาร์มธรรมดาอยู่ตรงที่ การใช้ทรัพยากรนั้นทำได้อย่างแม่นยำและตรงต่อความต้องการของพืชและสัตว์ซึ่งช่วยลดการสูญเสียทรัพยากรและได้ผลผลิตที่ออกมาตรงตามความต้องการของผู้ดูแลมากที่สุดการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบสมาทฟาร์มเพื่อเฝ้าระวังและติดตามปัญหาภายในไร่เกษตรกรได้อย่างแม่นยำ ลดระยะเวลาของเกษตรกรที่ไม่ต้องลงตรวจสอบพื้นที่ด้วยตัวเองโดยตรวจสอบจากฮาร์ดแวร์ โทรศัพท์หรือคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งาน ที่แสดงข้อมูลจากผลการวิเคราะห์จากเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งภายในไร่เพื่อให้เกษตรกรวางแผนการแก้ปัญหาภายในไร่

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้ เพื่อพัฒนาระบบเซนเซอร์วัดความชื้นในดินแบบ Real-Time สำหรับเฝ้าระวังและติดตามการเจริญเติบโตของต้นหอมที่อาจได้รับผลกระทบจากการรดน้ำที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากดินอาจมีความชื้นมากเกินไป และเกษตรกรเปิดน้ำนานเกินไปก็จะทำให้มีภาระค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นอีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบเซนเซอร์ติดตามคุณภาพระบบให้น้ำอัตโนมัติแบบ Real – Timeสำหรับการเฝ้าระวังและติดตามปัญหาของพืชภายในสวนหอม

2. เพื่อพัฒนาระบบแสดงผลข้อมูลสภาพอากาศบน Web Application

1.3 ความสำคัญของการวิจัย

การนำเทคโนโลยีระบบเครือข่ายเซนเซอร์เข้ามาช่วยในการประเมินตรวจสอบสภาพน้ำและความชื้นในดินภายในบริเวณพื้นที่เพราะปลูกเนื่องจากระบบเซนเซอร์สามารถติดตามการตรวจวัดค่า ความชื้นในดิน ได้ในแบบระบบ Real – Time ซึ่งค่าที่วัดได้ จะบ่งชี้ถึงคุณภาพของตัววัดความชื้นในดินว่ามีประสิทธิภาพน้อยต่อพืชเพียงใด เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิให้เกษตรกรได้มากที่สุด

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านพื้นที่

แปลงวิจัยการรดน้ำหอมด้วยระบบควบคุมระยะไกลและวัดความชื้นแบบเรียลไทม์ ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.2 ขอบเขตด้านการศึกษา

ในงานวิจัยนี้จัดทำอุปกรณ์เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดความชื้นในดินและควบคุมระบบน้ำ แบบ Real-Time

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

การศึกษาครั้งนี้ใช้ระบบเซนเซอร์ในการตรวจวัดความชื้นในดินเป็นปัจจัยหลักที่ใช้สำหรับทำระบบการให้น้ำอัตโนมัติในพื้นที่เพราะปลูกพืชในจังหวัดเพชรบูรณ์

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

เซนเซอร์ (sensor) หรือ อุปกรณ์ตรวจรู้ นับว่ามีอยู่ทุกหนทุกแห่งรอบๆ ตัวเรา แม้แต่ในตัวเรา บางคนอาจจะมีเซนเซอร์ฝังอยู่ภายในร่างกายก็เป็นไปได้ แต่ในอนาคตอันใกล้สรรพสิ่งรอบๆ ตัวเราจะ ฉลาดมากขึ้นเรื่อย ๆ เป็นผลมาจากคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็กลงและราคาถูกจนสามารถฝังตัวเข้าไปใน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ได้ เช่น บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กอย่าง Raspberry Pi, Arduino ฯลฯ ประกอบกับเซนเซอร์ที่มีขนาดเล็กลงและราคาถูกลงเช่นกัน เช่น เซนเซอร์วัดมุมเอียง เซนเซอร์วัดแรง กระแทกหรือเขย่า เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) เป็นการนำเทคโนโลยี ด้านคอมพิวเตอร์มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลรูปทรงสัณฐานบนพื้นผิวโลก (Spatial) เพื่อการบริหาร จัดการฐานข้อมูล ประกอบด้วย การรวบรวม การจัดเก็บ การจัดการ การวิเคราะห์ และการแสดงผล ผลลัพธ์ข้อมูลสารสนเทศเชิงพื้นที่ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงเป็นเครื่องมือใช้ในการจัดรูปแบบ ความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ของข้อมูลลักษณะต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูล เชิงคุณลักษณะ (Attribute Data) ขึ้นกับชนิดและรายละเอียดของข้อมูลนั้น ๆ ในการ นำมาอ้างอิงถึงตำแหน่ง ที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกได้โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geocode) เพื่อให้ได้ ข้อมูลสารสนเทศเชิงพื้นที่ที่มีความถูกต้องได้ผลลัพธ์ดีที่สุดตามต้องการ

Internet of Things (IoT) คือ การที่สิ่งต่างๆ ถูก เชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการ ควบคุมใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ผ่าน ทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เช่น การสั่งเปิด - ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือ สื่อสาร เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องมือทาง การเกษตร เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่างๆ ผ่าน เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น โดยเทคโนโลยีนี้จะเป็นทั้งประโยชน์อย่างมหาศาล และความเสี่ยงไปพร้อมๆ กัน เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์และเครือข่าย อินเทอร์เน็ตไม่ดีพอจะทำให้ผู้ไม่ ประสงค์ดีเข้ามากระทำการที่ไม่พึงประสงค์ต่ออุปกรณ์ข้อมูลสารสนเทศ หรือความเป็นส่วนตัวของบุคคล ได้ ดังนั้น การพัฒนาไปสู่ Internet of Things จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนามาตรการและเทคนิคในการ รักษาความปลอดภัยไอทีควบคู่กันไปด้วย

Mobile Application ประกอบขึ้นด้วยคำสองคำ คือ Mobile กับ Application มีความหมายดังนี้Mobile คืออุปกรณ์สื่อสารที่ใช้ในการพกพา ซึ่งนอกจากจะใช้งานได้ตามพื้นฐานของโทรศัพท์แล้ว ยังทำงานได้เหมือนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่พกพาได้จึงมีคุณสมบัติเด่น คือ ขนาดเล็ก น้ำหนักเบาใช้พลังงานค่อนข้างน้อย ปัจจุบันมักใช้ทำหน้าที่ได้หลายอย่างในการติดต่อแลกเปลี่ยนข่าวสาร กับคอมพิวเตอร์

Application หมายถึงซอฟต์แวร์ที่ใช้เพื่อช่วยการทำงานของผู้ใช้ (User) โดย Application จะต้องมีสิ่งที่เรียกว่า ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface หรือ UI) เพื่อเป็นตัวกลางการใช้ งานต่าง ๆ โดย Web Application (เว็บแอพพลิเคชั่น) คือ Application (แอพพลิเคชั่น) ที่ถูกเขียนขึ้นมาเพื่อ เป็น Browser (เบราเซอร์) สำหรับการใช้งาน Webpage (เว็บเพจ) ต่างๆ ซึ่งถูกปรับแต่งให้แสดงผลแต่ ส่วนที่จำเป็น เพื่อเป็นการลดทรัพยากรในการประมวลผล ของตัวเครื่องสมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ต ทำให้โหลดหน้าเว็บไซต์ได้เร็วขึ้น อีกทั้งผู้ใช้งานยังสามารถใช้งานผ่าน Internet (อินเทอร์เน็ต)และ Intranet (อินทราเน็ต) ในความเร็วต่ำได้โดยข้อดีของ Web Application (เว็บแอพพลิเคชั่น) นั้น คือ ในส่วนของ การใช้งานที่สามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกทุกที่ ทุกเวลา ถ้าหากไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่ต้องการใช้ Web browser (เว็บเบราว์เซอร์) ก็สามารถใช้แอพพลิเคชั่นประเภทนี้ได้ รวมถึงมีการอัพเดท แก้ไข ข้อผิดพลาดต่างๆ อยู่ตลอดเวลา และใช้งานได้ทุกแพลตฟอร์ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

WiFi Protected Setup (WPS) คือ การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ไร้สายง่ายขึ้น เทคโนโลยีนี้จะทำงานกับเครือข่ายไร้สายที่ต้องใช้รหัสผ่านและถูกเข้ารหัสด้วยโปรโตคอลความ ปลอดภัย WPA Personal หรือ WPA2 สิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ WPS จะไม่ทำงานหากเครือข่ายไร้สายที่ ใช้อยู่กำลังใช้โปรโตคอลความปลอดภัย WEP

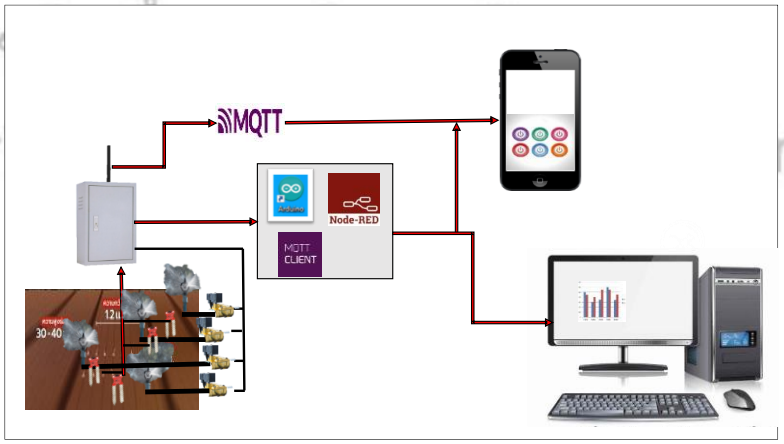
ระบบเรียลไทม์ (Real-Time System) คือระบบที่สามารถให้การตอบสนองจากระบบอย่างทันทีทันใดเมื่อได้รับอินพุตเข้าไป ในทางอุดมคติระบบเรียลไทม์นี้จะเป็นระบบที่ไม่เสียเวลาในการ ประมวลผล หรืออาจจะกล่าวได้ว่าเวลาในการประมวลเป็นศูนย์ แต่ในทางปฏิบัติเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ ทำงานแบบเรียลไทม์นี้ไม่สามารถผลิตขึ้นมาได้ เราทำได้เพียงการลดเวลาการประมวลผลให้น้อยที่สุด จน ไม่สามารถเห็นความแตกต่างของช่วงเวลาที่ป้อนอินพุตเข้าไปและได้รับเอาต์พุตออกมา เวลาของความ แตกต่างนี้เรียกว่า “เวลาตอบสนอง” (response time) ซึ่งผู้ใช้งานทั่วไปต้องการเวลาตอบสนองให้น้อย ที่สุดเพื่อประสิทธิภาพของระบบ ระบบเรียลไทม์นิยมนำไปใช้ในการควบคุมกระบวนการในทาง อุตสาหกรรม ซึ่งปัจจุบันสามารถควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัยให้ค่าเวลาตอบสนองที่ยอมรับได้ สำหรับในวงการคอมพิวเตอร์ระบบเรียลไทม์เข้าใกล้อุดมคติมากขึ้นเนื่องจากความเร็วในการประมวลผล ของซีพียู

1.7 สมมติฐานงานวิจัย

การพัฒนาระบบเซนเซอร์สภาพแวดล้อมสำหรับการประเมินระบบการตรวจสอบค่าอุณหภูมิ ความชื้น ฝุ่นละอองขนาดเล็ก และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ทำให้ทราบค่าที่ วัดได้ และสามารถติดตามค่าอุณหภูมิความชื้น ฝุ่นละอองขนาดเล็ก และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ผ่าน แอพพลิเคชั่น Blynk ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ทำให้นิสิตและบุคคลากรได้วางแผนในการป้องกันตัวเอง จากมลพิษทางอากาศที่ไม่เอื้ออำนวย

1.8 กรอบแนวคิด

พัฒนาเซนเซอร์โดยใช้โปรแกรมอาดูโน่ เพื่อทำการทดสอบระบบวัดความชื้น จากนั้นก็มาทดสอบระบบเปิดปิดโซลินอยวาล์ว ต่อด้วยการนำมาเชื่อมต่อกับแอพพลิเคชั่นMQTT และมาแสดงบนNode-RED



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากปัญหาที่มาและความสำคัญ ทำให้ผู้วิจัยให้ความสนใจในที่มาและปัญหา ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้า แนวคิดทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงเทคนิคต่าง ๆที่เกี่ยวข้องเพื่อประยุกต์ใช้กับ งานวิจัย ซึ่งผู้วิจัย ได้ทาการศึกษวิทยานิพนธ์ บทความงานวิจัย แนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ มาใช้เป็น แนวทางงานวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้IoTและGISในการพัฒนาระบบให้น้ำอัตโนมัติต้นทุนต่ำสำหรับเกษตรกรยุคใหม่ในจังหวัดเพชรบูรณ์

2.1 เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ตัววัดความชื้นในดิน

ตัววัดความชื้นในดินสำหรับเกษตรกรเป็นสิ่งสำคัญกับคุณภาพของดิน ปริมาณความชื้นในดินอาจมีผลกระทบอย่างมากต่อคุณภาพของพืชน้ำน้อยเกินไปสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชและลดคุณภาพในขณะที่น้ำมากเกินไปสามารถล้างปุ๋ยและธาตุอาหารในดินออกไปทำให้พืชเจริญเติบโตได้น้อย ดังนั้นเครื่องวัดความชื้นในดินเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อติดตามและควบคุมความชื้นในดินให้อยู่ในระดับที่สม่ำเสมอ

2.1.2 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

อุปกรณ์สวิตช์ที่อาศัย หลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้าทำงานร่วมกับกลไกโดยใช้การป้อนไฟเป็นตัวกำหนด การทำงานควบคุมให้ลิ้นกลไกปิดหรือเปิด

2.1.3 สายเชื่อมต่อวงจรสายจั้มเปอร์ Jumper

สายต่อจั้มเปอร์ (Jumpers) คือสายที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อระหว่าง Arduino กับ Sensor หรือบอร์ดทดลอง โมดูลต่างๆ เพื่อเชื่อมต่อกับวงจรโดยจะแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ เป็นแบบตัวเมีย Female และ ตัวผู้ Male โดยปลายสายจะแบ่งออกเป็น 3 แบบ ตัวผู้ และอีกด้านเป็นตัวผู้ ตัวเมียและอีกด้านเป็นตัวผู้ และ ตัวเมีย และอีกด้านเป็นตัวเมีย หากไม่มีสายดังกล่าว สามารถใช้สาย Lan หรือสายโทรศัพท์สำหรับเชื่อมต่อได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.1.4 สายไมโคร USB

ไมโคร USB เป็นเวอร์ชันย่อของอินเทอร์เฟซ Universal Serial Bus ที่พัฒนาขึ้นสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์พกพาขนาดกะทัดรัด เช่น สมาร์ทโฟน

2.1.5 อะแดปเตอร์ 220v to 12v

ไฟฟ้าบ้านที่สูงถึง 220 โวลต์ในบ้านให้เป็นแรงดันไฟฟ้าต่ำที่เสถียรอยู่ที่ 5 โวลต์ถึง 20 โวลต์ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ สามารถทำงานได้ตามปกติ ถ้าให้ยกตัวอย่างแบบเห็นภาพได้ชัดเจนก็คือ เป็น

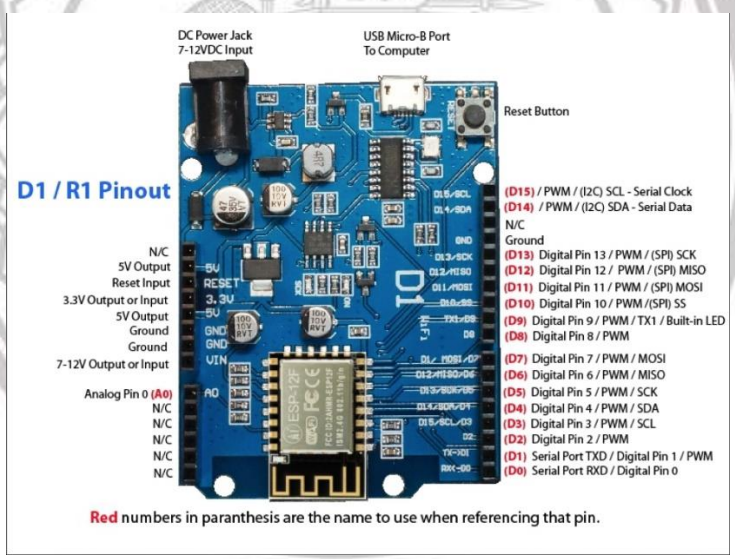
ตัวปรับต่อ ตัวปรับแผงวงจร ที่มีสายไฟเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์หรือกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ซึ่งถ้าหากไม่มีตัว Adaptor ก็จะทำให้ไม่สะดวกต่อการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ

2.1.6 ตู้กันน้ำสำหรับใส่อุปกรณ์ IoT

ตู้อุปกรณ์สำหรับนำไปติดในพื้นที่แปลง เพื่อป้องการโดนน้ำสำหรับการทำงานในพื้นที่โล่งแจ้ง

2.1.7 Board WeMos D1 R1 ESP8266

เป็น Board มีมิติและขนาดเท่ากับ Arduino UNO ที่มีชิพ ESP8266 สามารถใช้Arduino IDE สำหรับพัฒนาและอัพโหลดโปรแกรม และสามารถใช้library ของ Arduino ได้ โดยตัวบอร์ดมี คุณสมบัติเดียวกับ NodeMCU คือมีเสาสัญญาณ Wi-Fi มาให้ในตัว ใช้ความถี่ 2.4 Ghz จึงทำให้สามมารถ เชื่อมต่อ Internet นอกจากนั้นยังสามารถเปลี่ยนตัวมันเองเป็น Access Point ได้อีกด้วย เหมาะสำหรับ นำไปพัฒนาด้าน Internet of Tings



ภาพที่ 2.1 รูปแบบบอร์ด

ที่มา : https://www.cybertice.com/product/787/wemos-d1-arduino-wifi-uno-board-esp8266-arduino-ide

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.1.8 MQTT

ใช้โมเดล publish/subscribe และออกแบบมาเพื่ออุปกรณ์ที่มีความเร็วในการรับและส่งข้อมูลต่ำ (low bandwidth) ซึ่งส่วนมากแล้วอุปกรณ์ของระบบ IoT จะเป็นแบบนั้น จุดประสงค์ของ MQTT ก็คือเพื่อที่จะให้ระบบของเรานั้นมีการส่งหรือรับข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งทำให้อุปกรณ์นั้นใช้พลังงานน้อยลง ซึ่งในระบบ IoT เราต้องการส่งข้อมูลแบบ real-time และไม่ต้องการให้อุปกรณ์ใช้พลังงานเยอะเกินไปโดยไม่จำเป็น ดังนั้น MQTT จึงเหมาะสม

2.1.9 Node-RED

เป็นเครื่องมือจัดการและจัดการเหตุการณ์ขึ้นอยู่กับ Node.js แอปพลิเคชัน Node-RED มักทำงานเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์และผู้ใช้สามารถปรับแต่งและจัดการการเชื่อมต่อระหว่างฮาร์ดแวร์ต่างๆและสร้างขั้นตอนการทำงานจากเบราว์เซอร์ของคอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ได้ ไม่มีซอฟต์แวร์ที่มีราคาแพงหรือทำให้หน่วยความจำเปียก แต่เป็นเรื่องง่ายและทำงานในเว็บเบราว์เซอร์ แอปพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์นี้ยังมีความสามารถในการทำงานบนอุปกรณ์เช่น Raspberry Pi

ฟังก์ชันทั้งหมดของ Node-RED คือไม่จำเป็นต้องป้อนรหัสทั้งหมดอีกต่อไป (อย่างน้อยก็เกือบตลอดเวลา) และทำงานกับโค้ดที่มีอยู่แล้ว อินเทอร์เฟซผู้ใช้ของ Node-RED ดูเรียบง่ายและเปิดเผยคุณแทบไม่มีปัญหาในการพัฒนาโครงการ IoT ด้วย กระแส Node-RED ใน GitHub แสดงใน JSON (JavaScript Object Notation) และสามารถส่งออกไปยังคลิปบอร์ดได้อย่างง่ายดายหรือสามารถนำเข้าสู่ Node-RED หรือแชร์ทางออนไลน์

2.1.10 Arduino IDE

Arduino IDE คือโปรแกรมสำหรับใช้เขียนโปรแกรม, คอมไพล์ และอัพโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino หรือบอร์ดตัวอื่น ๆ ที่คล้ายกัน เช่น Generic ESP8266 modules, NodeMCU หรือ WeMos D1 เป็นต้น แนวคิดการใช้งานโปรแกรม Arduino IDE - เขียนโปรแกรมด้วยภาษา C/C++ สำหรับ Arduino

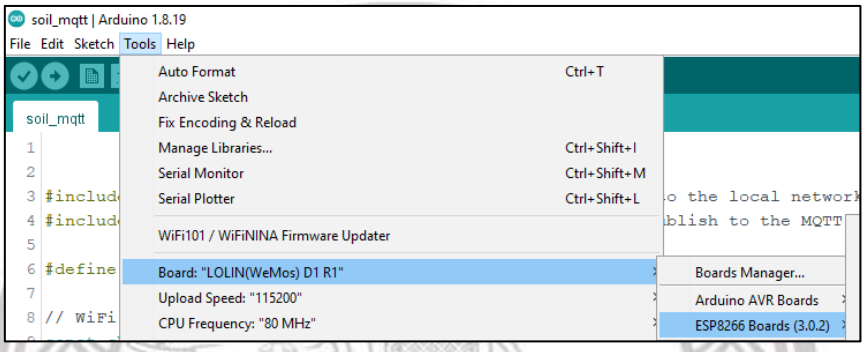
ภาพที่ 2.2 arduino

จุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยม ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อน เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น มี Arduino Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแรง Open Hardware ทำ

ให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน ราคาไม่แพงCross Platform สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้

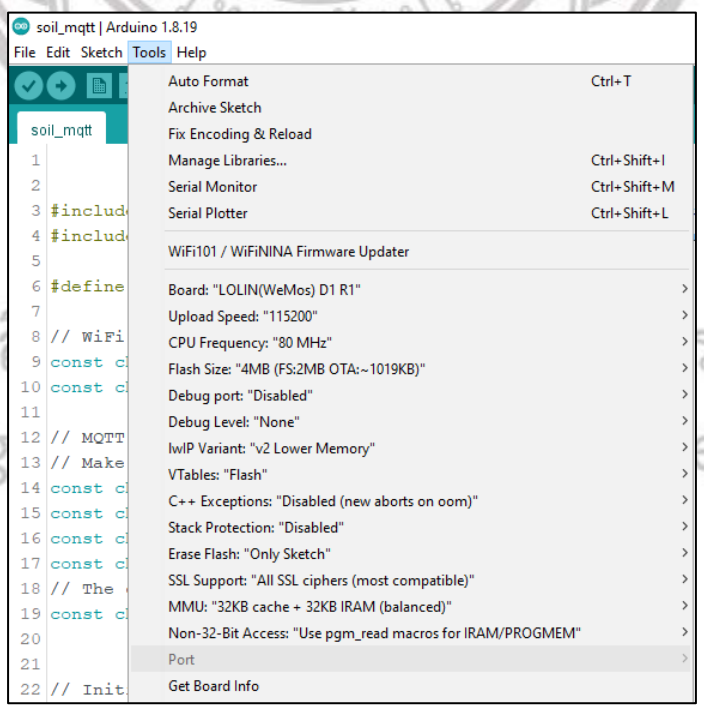
2.1.11 รูปแบบการเขียนโปรแกรม

- เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ผ่านทางโปรแกรม ArduinoIDE ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จาก Arduino.cc/en/main/software



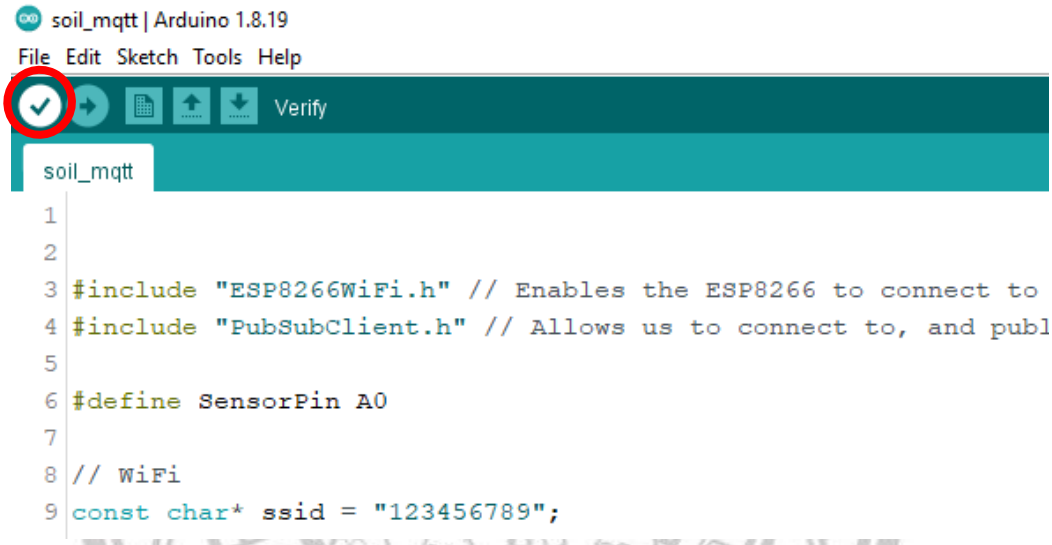
ภาพที่ 2.3 รูปแบบการเขียนโปรแกรม

- หลังจากที่เขียนโค้ดโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้งานเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ใช้และหมายเลข Com port

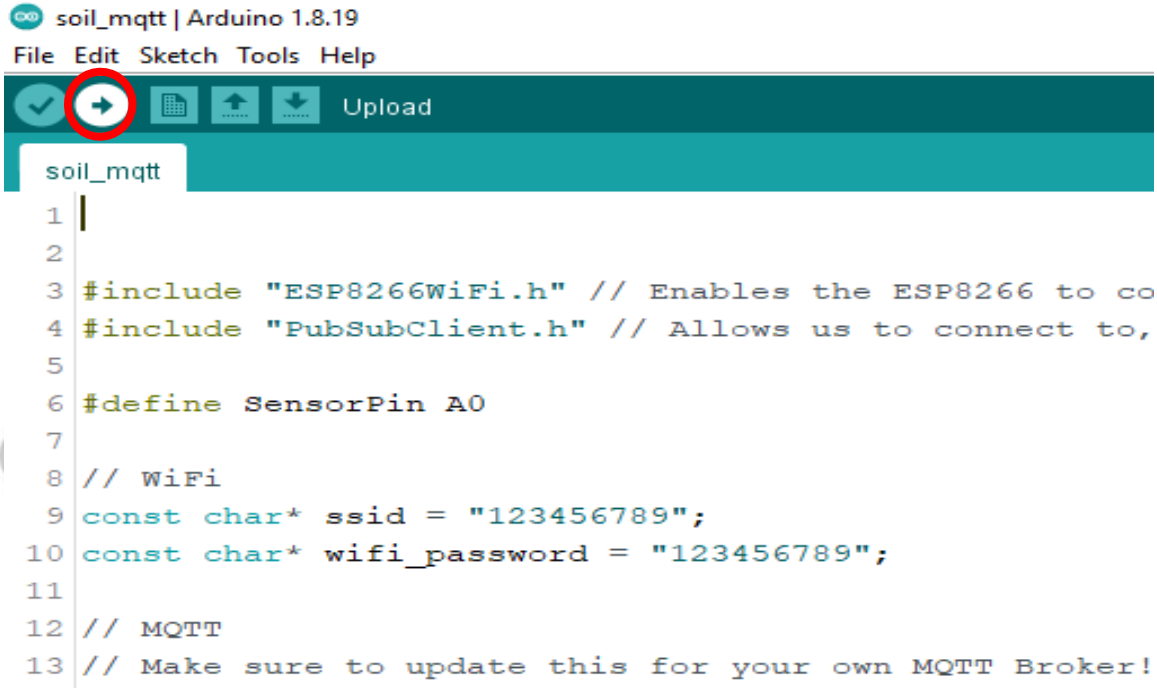


ภาพที่ 2.4 รูปแบบการเขียนโปรแกรม

- กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ Compile โค้ดโปรแกรม จากนั้นกดปุ่ม Upload โค้ด โปรแกรมไปยังบอร์ด Arduino ผ่านทางสาย USB เมื่ออัปโหลดเรียบร้อยแล้ว จะแสดงข้อความแถบ ข้างล่าง “Done uploading” และบอร์ดจะเริ่มทำงานตามที่เขียนโปรแกรมไว้ได้ทันที



ภาพที่ 2.5 กดปุ่ม verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง



ภาพที่ 2.6 Upload โค้ดโปรแกรม

2.1.12 C/C++

ภาษา C++ เป็นภาษาคอมพิวเตอร์เพื่อวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมได้ทั้งแบบ และการเขียนแบบปกติทั่วไป และยังมีเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการจัดการและเข้าถึงระดับหน่วยความจำ นอกจากนี้มันยังถูกนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมแบบต่าง ๆ มากมาย เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ระบบฝังตัว (Embedded) เว็บเซิร์ฟเวอร์ การพัฒนาเกม และแอพพลิเคชันที่ต้องการประสิทธิภาพอย่างสูง

สัญลักษณ์ภาษา C++

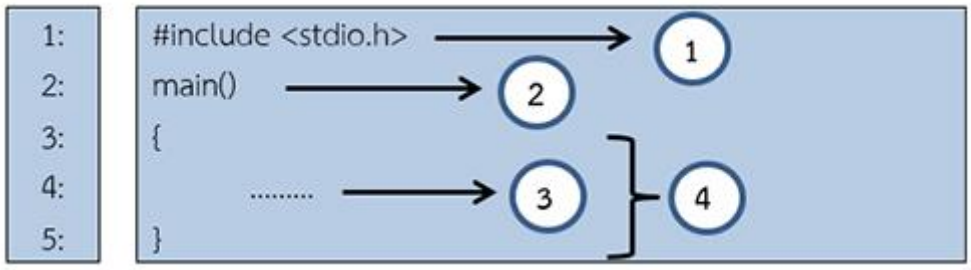
ภาพที่ 2.7 สัญลักษณ์ภาษา C++

C++ นั้น ถูกกำหนดให้เป็นภาษาที่เป็นมาตราฐานโดย International Organization for Standardization (ISO) ซึ่งเวอร์ชั่นล่าสุดนั้นเผยแพร่ในธันวาคม 2014 คือ ISO/IEC 14882:2014 หรือที่รู้จักกันในชื่อของ C++14 โดยที่ภาษา C++ ได้เริ่มกำหนดมาตราฐานครั้งแรกในปี 1998 คือ ISO/IEC 14882:1998 ภาษา C++ ถูกพัฒนาโดย Bjarne Stroustrup ที่ Bell Labs ตั้งแต่ปี 1979 ซึ่งในตอนแรกเป็นส่วนขยายของภาษา C โดยที่เขาต้องการที่จะพัฒนาภาษาที่มีประสิทธิภาพและยืดหยุ่นเหมือนกับภาษา C และยังมีคุณสมบัติใหม่ที่สูงกว่าสำหรับพัฒนาโปรแกรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

โครงสร้างภาษา C/C++

โครงสร้างของภาษา C/C++ แบ่งออกเป็น 4 ส่วนดังนี้



ภาพที่ 2.8 โครงสร้างภาษา C++

- ส่วนหัวของโปรแกรม

ส่วนหัวของโปรแกรมนี้เรียกว่า Preprocessing Directive ใช้ระบุเพื่อบอกให้คอมไพเลอร์กระทำการใด ๆ ก่อนการแปลผลโปรแกรมในที่นี่คำสั่ง #include <stdio.h> ใช้บอกกับคอมไพเลอร์ให้นำเฮดเดอร์ไฟล์ที่ระบุ

คือ stdio.h เข้าร่วมในการแปลโปรแกรมด้วย โดยการกำหนด preprocessing directives นี้จะต้องขึ้นต้นด้วยเครื่องหมาย # เสมอ

คำสั่งที่ใช้ระบุให้คอมไพเลอร์นำเฮดเดอร์ไฟล์เข้าร่วมในการแปลโปรแกรมสามารถเขียนได้ 2 รูปแบบ คือ

#include <ชื่อเฮดเดอร์ไฟล์> คอมไพเลอร์จะทำการค้นหาเฮดเดอร์ไฟล์ที่ระบุจากไดเรกทอรีที่ใช้สำหรับเก็บเฮดเดอร์ไฟล์โดยเฉพาะ (ปกติคือไดเรกทอรีชื่อ include)

#include “ชื่อเฮดเดอร์ไฟล์” คอมไพเลอร์จะทำการค้นหาเฮดเดอร์ไฟล์ที่ระบุจากไดเร็คทอรีเดียวกันกับไฟล์ source code นั้น แต่ถ้าไม่พบก็จะไปค้นหาไดเร็คทอรีที่ใช้เก็บเฮดเดอร์ไฟล์โดยเฉพาะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

- ส่วนของฟังก์ชั่นหลัก

ฟังก์ชันที่กำหนดขึ้นมาชื่อฟังก์ชัน main() โดยทุกโปรแกรมจะต้องมีฟังก์ชัน main() ทำหน้าที่เป็นฟังก์ชันหลักในการท างานในการประมวลผลโปรแกรมทุกครั้ง

ฟังก์ชันหลักของภาษาซี คือ ฟังก์ชัน main() ซึ่งโปรแกรมภาษาซีทุกโปรแกรมจะต้องมีฟังก์ชันนี้อยู่

ในโปรแกรมเสมอ จะเห็นได้จากชื่อฟังก์ชันคือ main แปลว่า “หลัก” ดังนั้น การเขียนโปรแกรมภาษาซีจึงขาดฟังก์ชันนี้ไปไม่ได้ โดยขอบเขตของฟังก์ชันจะถูกก าหนดด้วยเครื่องหมาย { และ } กล่าวคือ การท างานของฟังก์ชันจะเริ่มต้นที่เครื่องหมาย { และจะสิ้นสุดที่เครื่องหมาย } ฟังก์ชัน main() สามารถเขียนใน รูปแบบของ int main ก็ได้ มีความหมายเหมือนกัน คือ หมายความว่า ฟังก์ชัน main() จะไม่มีอาร์กิวเมนต์ (argument) คือไม่มีการรับค่าใด ๆ เข้ามาประมวลผลภายในฟังก์ชัน และจะมีการคืนค่ากลับออกไปจากฟังก์ชันด้วย

argument คือ ตัวรับค่าเข้ามาในฟังก์ชัน

parameter คือ ค่าที่ส่งไปยังฟังก์ชันค่า argument และ parameter ต้องเป็นข้อมูลชนิดเดียวกัน เช่น หากกำหนดให้ argument เป็นข้อมูลชนิดตัวอักษรแล้วค่า parameter ที่ส่งไปก็ต้องเป็นชนิดตัวอักษรด้วย

ตัวอย่าง

```
#include <stdio.h>
void show (char a) ----------> argument รับตัวอักษร 'a' มาในฟังก์ชัน
{
 printf("%c",a) ;
}
void main(void) Parameter ส่งตัวอักษร 'a' ไปยังฟังก์ชัน show( )
{
 show('a') ;
}
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

- ส่วนรายละเอียดของโปรแกรม

เป็นส่วนของการเขียนคำสั่งต่าง ๆ เพื่อสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน ในการเขียนคำสั่งจะเขียนภายในเครื่องหมายปีกกาเปิด { และเครื่องหมายปีกกาปิด } โดยปกติส่วนของการเขียนโปรแกรมจะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ

1) ส่วนของการประกาศตัวแปร คือ ส่วนที่ใช้ในการกำหนดตัวแปรที่จะใช้งานในการเขียนโปรแกรม

2) ส่วนของคำสั่ง หรือ ฟังก์ชันต่าง ๆ คือ ส่วนที่ใช้ในการกำหนดตัวแปรที่จะใช้งานในการเขียนโปรแกรมพิมพ์ฟังก์ชันเสร็จแล้วจะต้องปิดท้ายด้วยเครื่องหมายเซมิโคลอน ; เสมอ

- ส่วนของการเปิดและปิดโปรแกรม

ตามโครงสร้างของภาษาซีจะต้องมีการก าหนดจุดเริ่มต้นและจบโปรแกรม โดยในที่นี้ใช้เครื่องหมายปีกกาเปิด { ในการระบุตำแหน่งการเริ่มต้นโปรแกรม และใช้เครื่องหมายปีกกาปิด } ในการระบุตำแหน่งการจบโปรแกรม

2.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการผลิตต้นหอมให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพ

2.2.1 การเลือกพื้นที่ปลูก

ควรเลือกพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำเพียงพอตลอดฤดูกาลปลูก หลีกเลี่ยงพื้นที่ ราบลุ่มต่ำและระบายน้ำยาก

วันปลูก

ควรกำหนดวันปลูกต้นหอมไว้ล่วงหน้า เช่น หากต้องการปลูกต้นหอมใน เดือนมกราคมจะต้องปลูกต้นหอมภายในเดือนภุมภาพันธ์ หรือ ถ้าปลูกล่าช้า เกษตรกรจะต้องเก็บเกี่ยวผลผลิตให้เสร็จ

ภายในเดือน พฤษภาคม หากเก็บเกี่ยวหลังเดือนพฤษภาคม จะทำให้ต้นหอมนั้นดูแลค่อนข้างยากและเสี่ยงพายุลูกเห็บซึ่ง จะส่งผลกระทบผลผลิตของต้นหอมไม่ได้เต็มที่

2.2.2 ฤดูปลูก

เกษตรกรจะแบ่งฤดูร้อน ฝน และหนาว ซึ่งแต่ละฤดูมีโรคที่แตกต่างกันออกไป เช่น ช่วงหน้าร้อนก็จะมีหนอนที่ดื้อยามาทำลายผลผลิต หน้าฝนจะมีเพลี้ย ไรแดงที่จะมากัดกินต้นหอม หน้าหนาวจะมีโรคราน้ำค้าง เกษตรกรส่วนมากจึงนิยมปลูกในหน้าหนาวมากที่สุดซึ่งสามารถทำได้ง่ายกว่าหน้าอื่น ๆ

2.2.3 การเตรียมดิน

วัตถุประสงค์ของการเตรียมดิน เพื่อให้ผิวดินอ่อนตัว และห่อหุ้มหัวหอมให้ชื้นอยู่เสมอ และให้ดินมีอากาศถ่ายเทสะดวก และทำลายเหง้าวัชพืชให้แห้งตายและฝังกลบซากวัชพืชเดิมให้จมดิน การไถพรวนควรไถอย่างน้อย 2 ครั้ง ภายใต้หลักการ ไถดะให้ลึก ไถแปรให้ดินแตกละเอียด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

1. ไถดะ เพื่อเปิดหน้าดิน ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้รถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่ติดผาน 3 หรือ 4 หรือไถหัวหมูเพื่อพลิกหน้าดินและกลบเศษพืชและวัชพืช โดยทั่วไปจะไถที่ความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร ตากดินไว้ประมาณ 10-15 วันเพื่อทำลายวัชพืชและศัตรูพืชในดินบางชนิด

2. ไถแปร ควรไถด้วยผาน 7 โดยไถขวางรอยเดิมของไถดะเพื่อย่อยดินก้อนใหญ่ให้แตก ทำให้ดินมีความร่วนซุยมากยิ่งขึ้น เพื่อให้หัวหอมงอกได้อย่างสม่ำเสมอ

2.2.4 การปลูกและระยะปลูก

ใช้คนปลูก จะการคาดคะเนกำหนดระยะให้มีระยะห่างระหว่างร่องประมาณ 20-40 ซม. แล้วใช้นิ้วจิ้มลงไปในดิน โดยจำนวนหนึ่งหัวต่อหนึ่งหลุมและระยะห่างระหว่างหลุม ขึ้นอยู่กับสายของผู้ปลูกมีระยะโดยประมาณ 3-5 ซม.

2.2.5 การใส่ปุ๋ย

ควรมีการใส่ปุ๋ยให้ต้นหอม เพื่อให้มีธาตุอาหารใช้ในการสร้างผลผลิตให้เพิ่มขึ้น ซึ่งการใส่ปุ๋ย ควรแบ่งใส่ 3-4 ครั้ง

ครั้งที่หนึ่งในช่วงวันที่ 1-10 วัน ใส่ปุ๋ยในการเร่งต้นหอมเกษตรกรจะใช้สูตร 30-0-0 เพื่อบำรุงต้น

ครั้งที่สองในช่วงวันที่ 10-20 วัน ใส่ปุ๋ยในการเร่งต้น เร่งใบ เกษตรกรจะใช้สูตร 25-7-7 เพื่อบำรุงทางต้น บำรุงทางใบ บำรุงทางปลายใบ

ครั้งที่สามในช่วงวันที่ 20-30 วัน ใส่ปุ๋ยในการเร่งต้น เร่งใบ เร่งปลายใบ จะใช้สูตรเสมอสูตร 16-16-16 เพื่อบำรุงต้นหอม บำรุงใบ บำรุงทางปลายใบ

2.2.6 ความต้องการน้ำของพืช

ต้นหอมมีความต้องการใช้น้ำทุกวันวันดังนั้น เกษตรกรส่วนมากจะจ้างแม็คโครมาขุดสระไว้เพื่อพักน้ำ บางท่านใช้เครื่องมือขุดน้ำบาดาลใช้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 3

วิธีการดำเนินวิจัย

วิธีการดำเนินงานของการพัฒนาระบบเซนเซอร์ตรวจวัดความชื้นในดินและเปิดปิดวาล์วน้ำ ใช้แอพพลิเคชั่น MQTT ให้ค่าเซนเซอร์แบบเรียลไทม์ และสั่งการเปิดปิดวาล์วน้ำได้เพื่อให้เกษตรกรได้ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยและรวดเร็วในการทำงาน

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2 การพัฒนาระบบเซนเซอร์

3.3 การติดตามผ่านแอพพลิเคชั่น MQTT

3.4 การประมาณช่วงค่าความชื้น

3.5 พัฒนาและปรับปรุงระบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.1 ชนิดของเซนเซอร์ที่ใช้พัฒนาระบบ

ภาพ	ชื่อ	รายละเอียด	ราคา (บาท)
	WEMOS D1 R1	เป็น Board ที่มีขนาดเท่ากับ Arduino UNO ที่มี ชิพ ESP8266 ที่สามารถส่งข้อมูลได้โดยผ่าน wifi ตัวบอร์ด Wi-Fi มาให้ในตัว ใช้ความถี่ 2.4 Ghz จึง ทำให้สามารถเชื่อมต่อ Internet	125
	โซลินอยด์วาล์ว ขนาด 6 หุน	อุปกรณ์สวิตช์ที่อาศัย หลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้า ทำงานร่วมกับกลไกโดยใช้การป้อนไฟเป็นตัวกำหนด การทำงานควบคุมให้ลิ้นกลไกปิดหรือเปิดได้	105
	ตัววัดความชื้นในดิน	ความชื้นในดินอาจมีผลกระทบอย่างมากต่อคุณภาพของพืชน้ำน้อยเกินไปสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชและลดคุณภาพ ในขณะที่น้ำมากเกินไปสามารถล้างปุ๋ยและธาตุอาหารในดินออกไปทำให้พืชเจริญเติบโตได้น้อย	40

มหาวิทยาลัยนเรศวร Naresuan University ights reserved

	สายไฟจั้มเปอร์	สายต่อจัมเปอร์ (Jumpers) คือ สายที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อระหว่าง Arduino กับ Sensor หรือบอร์ดทดลอง โมดูลต่างๆ เพื่อเชื่อมต่อกับวงจร	49
	อะแดปเตอร์ 220v to 12v	ใช้แปลงไฟจาก 220 โวลต์ไปเป็น 12 โวลต์	180
	สาย USB	สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์พกพาขนาดกะทัดรัด เช่น สมาร์ทโฟน บอร์ดarduino	190
	ตู้กันน้ำ	ตู้ควบคุมกันน้ำ	400

มหาวิทยาลัยนเรศวร
Naresuan University
All rights reserved

3.1.2 โปรแกรมที่ใช้ในคอมพิวเตอร์

1. Arduino IDE
2.Blynk

3.1.3 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์

1.ความชื้น

2.ปริมาณน้ำ

3.2 การพัฒนาระบบเซนเซอร์

การออกแบบอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจวัดความชื้นในดิน ซึ่งเป็นการออกแบบสำหรับการตรวจวัดและติดตามตามเวลาจริงโดย ใช้เทคโนโลยีเครือข่ายเซนเซอร์ โดยส่วนของอุปกรณ์ตรวจวัดประกอบไปด้วย เซนเซอร์ตัววัดความชื้นในดิน โซลินอยวาล์ว ที่ทำหน้าที่รับค่าจากเซนเซอร์ต่างๆ ซึ่งสามารถส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สาย โดยผู้ใช้สามารถติดตามผลการตรวจวัดของแต่ละเซนเซอร์แต่ละชนิดได้จากแอพพลิเคชั่น MQTT

ภาพที่ 3.1 การพัฒนาระบบเซนเซอร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.2.1 การออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัด

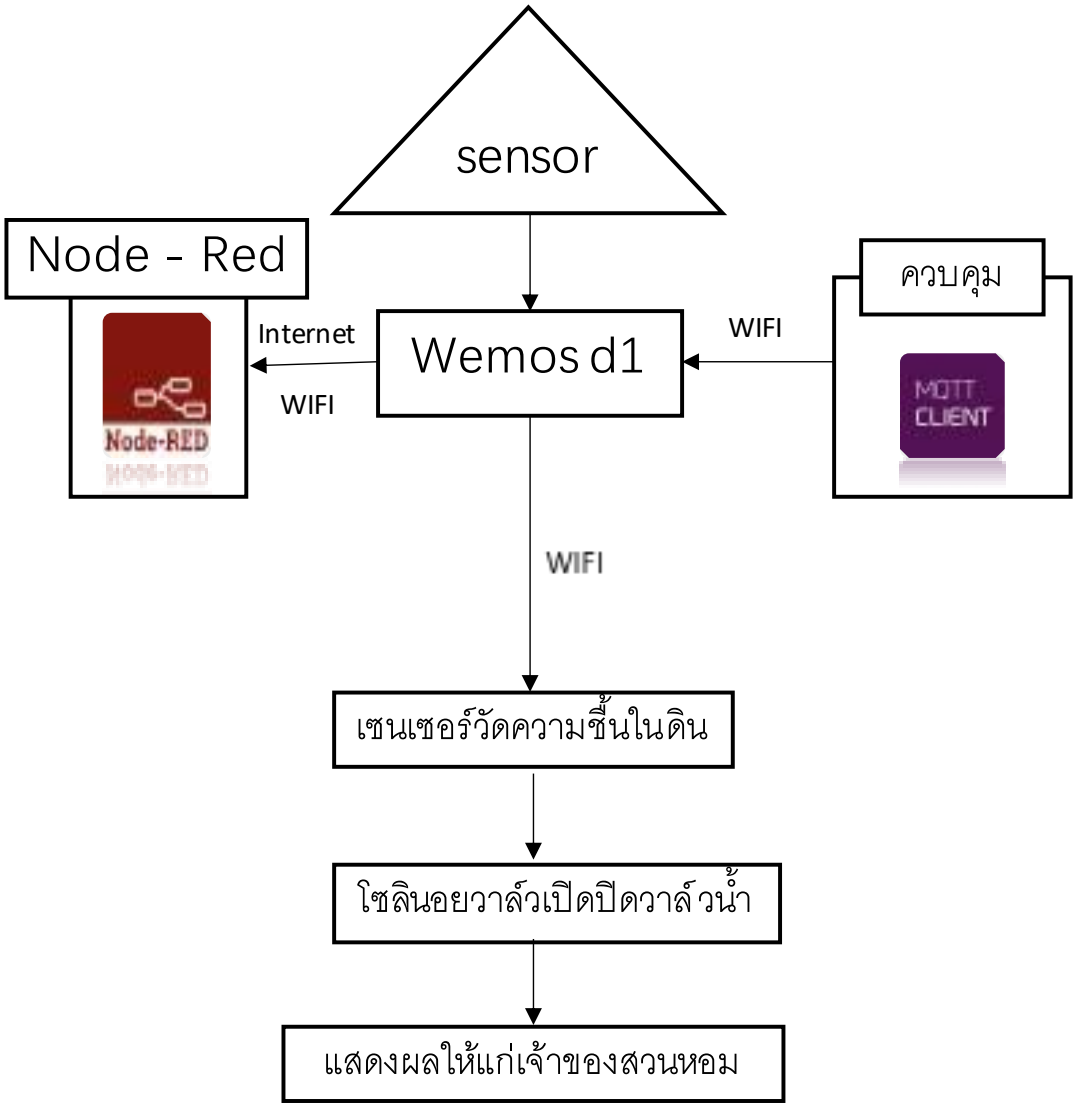
การออกแบบอุปกรณ์เซนเซอร์จำนวนวหลายตัวที่ใช้ในการตรวจวัดคุณภาพอากาศ และติดตาม ผลแบบ Real – Time ผ่านแอปพลิเคชัน MQTT ตามเวลาจริง

3.2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

การออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดได้ใช้ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ wemos D1 ซึ่งเป็นบอร์ดสำเร็จรูป โดยภายในมีวงจรเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดกับอุปกรณ์ภายนอกได้ ถึงแม้จะมีช่องการเชื่อมต่อไม่มาก แต่ก็สามารถนำมาใช้สำหรับเชื่อมต่อเซนเซอร์ได้อย่างเพียงพอ และมีประสิทธิภาพสำหรับการประมวลผล

สัญญาณ ข้อมูลที่ได้รับจากเซนเซอร์ และสามารถรับส่งข้อมูลผ่าน esp8266 ที่ติดมาบนไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่ง esp8266มีโมดูลWi-Fiติดตั้งมาด้วย ทำให้สามารถติดต่อสื่อสารกับระบบเครือข่ายเพื่อรับส่งข้อมูลผ่านโพรโตคอล

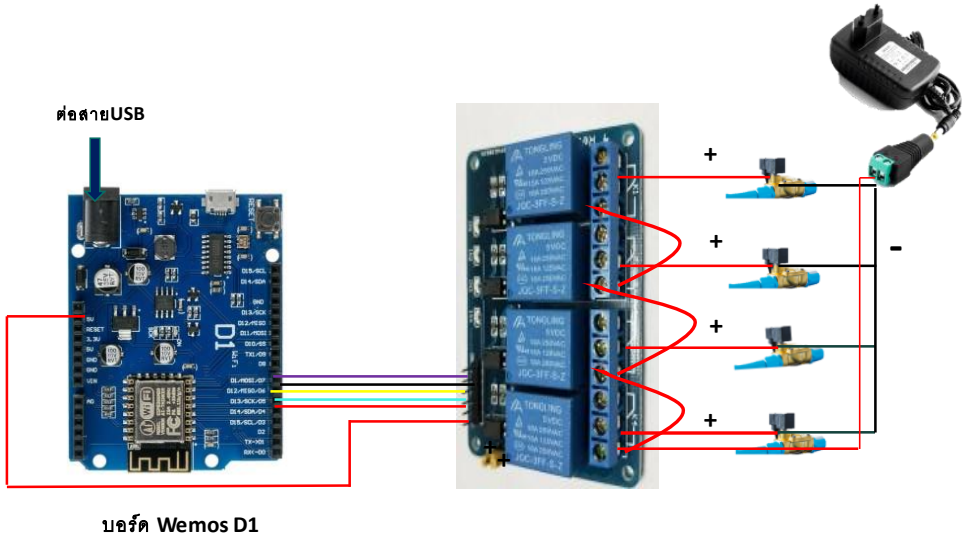
เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ wemos D1 เริ่มต้นการทำงานจะมีลักษณะในการทำงานเมื่อระบบเซ็นเซอร์ถูกเปิดใช้งานนั่นคือเป็นการเริ่มต้นการทำงานของระบบ ระบบจะทำการเปิดการทำงานของพอร์ตซีเรียลของตัวเซ็นเซอร์แต่ละชนิดที่ได้ทำการต่อวงจร เมื่อตัวเซ็นเซอร์มีการเปิดการทำงานนั่นคือการสั่งการให้ตัวเซ็นเซอร์เริ่มต้นการอ่านค่าตามแต่เซ็นเซอร์ชนิดนั้น ๆ



ภาพที่ 3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

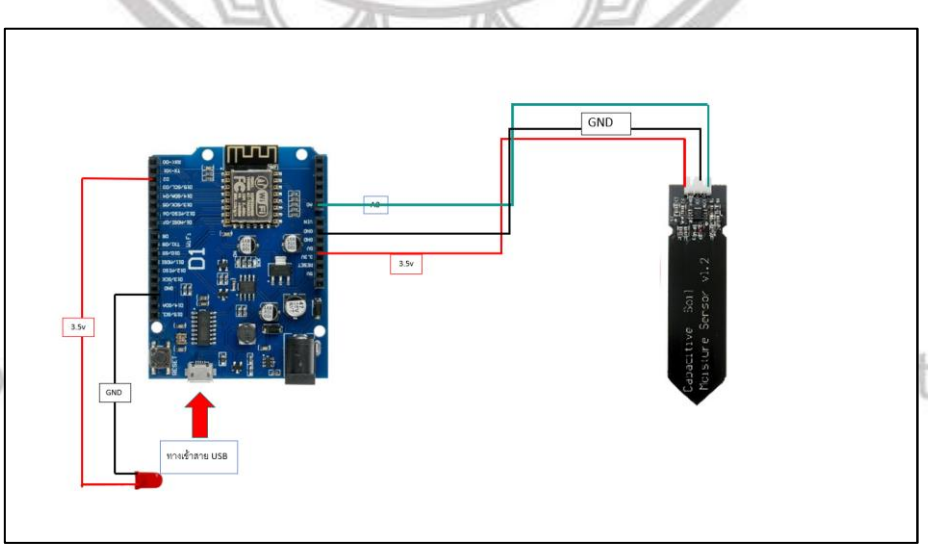
3.2.3 การต่อวงจรเซนเซอร์

การต่อวงจรสั่งเปิดปิดเดเลย์ ให้แก่โซลินอยวาล์ว



ภาพที่ 3.3 การต่อระบบเซนเซอร์

การต่อระบบวัดความชื้นในดิน

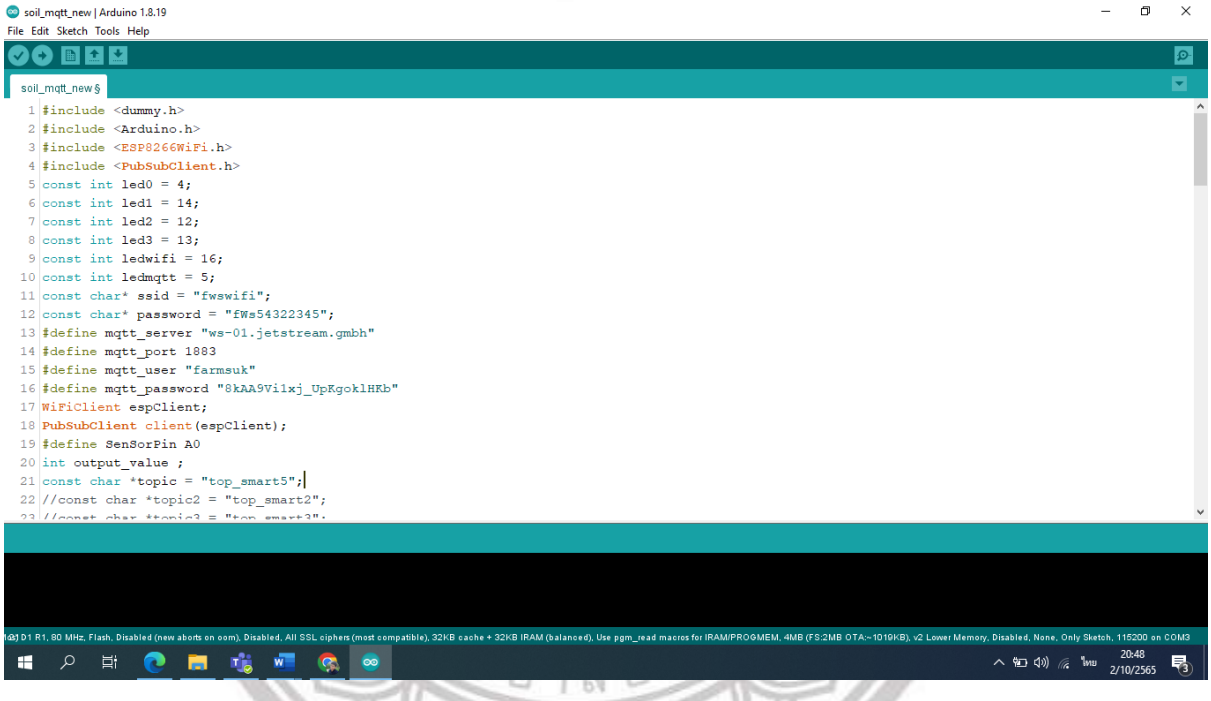


ภาพที่ 3.4 การต่อระบบเซนเซอร์

3.2.4 ชุดคำสั่งข้อมูล

ขั้นตอนแรกในการจัดการกับการทำงานของเซนเซอร์คือโปรแกรม Arduino IDE ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับเขียนภาษา C เพื่อกำหนดคำสั่งเงื่อนไขการทำงานให้กับเซนเซอร์ด้วยการอัพโหลดคำสั่งที่เขียนไปยังตัวเซนเซอร์ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยระบบเซนเซอร์ที่สร้างขึ้นจะมี 2 ระบบ

ระบบที่ 1 ทำการเพิ่มโค้ดเพื่อให้เซนเซอร์ทำการอ่านค่า

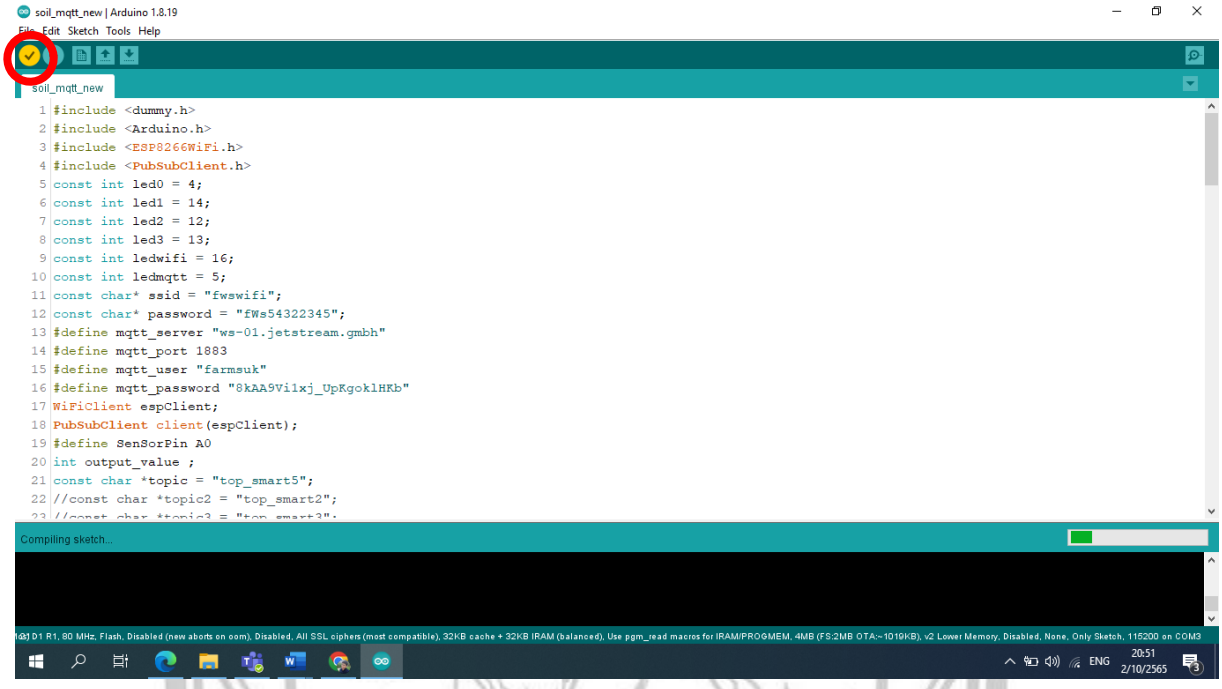


ภาพที่ 3.5 ชุดคำสั่งเซนเซอร์

*ดูโค้ดเพิ่มเติมที่ภาคผนวกในหัวข้อโค้ดเซนเซอร์

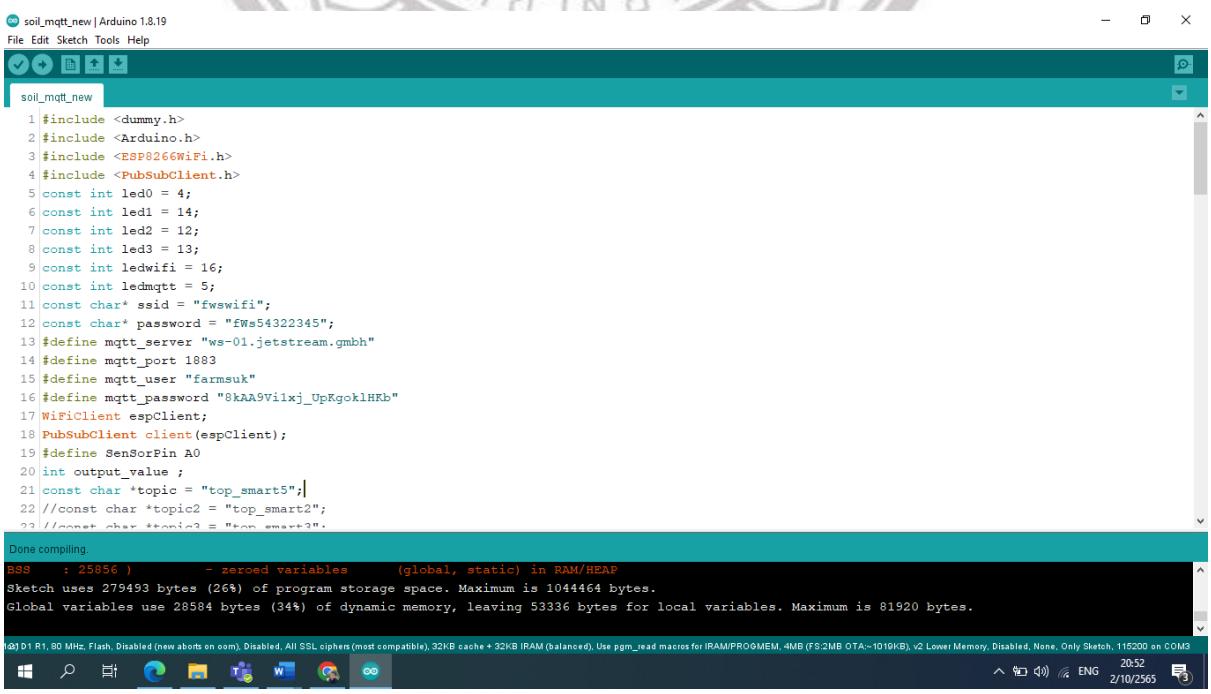
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

- เมื่อทำการป้อนโค้ดเสร็จ ทำการเช็คโค้ดเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง



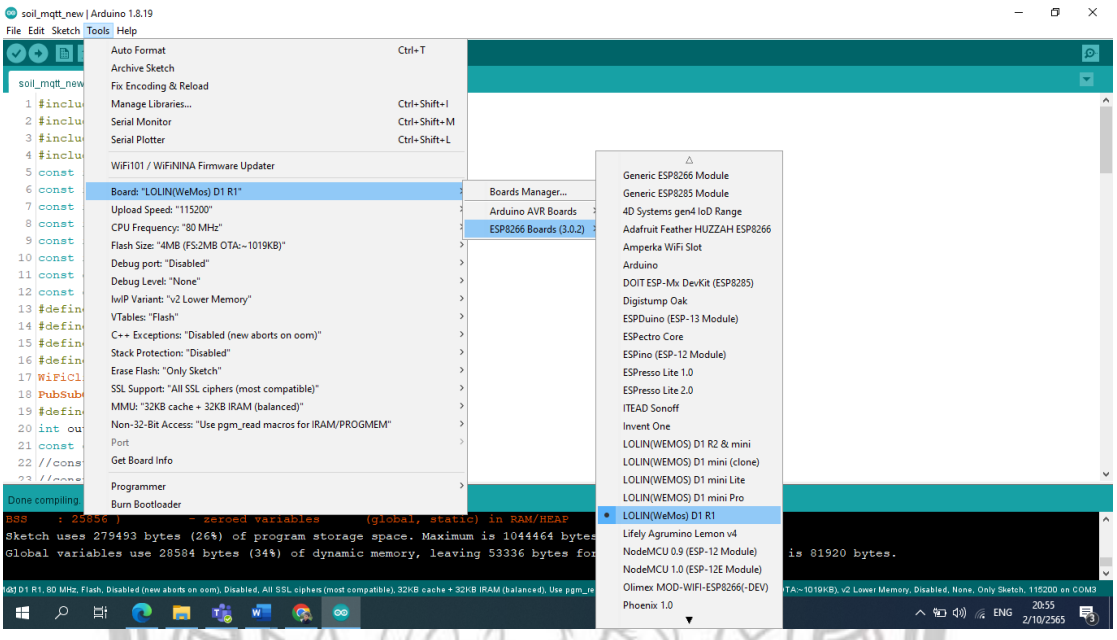
ภาพที่ 3.6 ชุดคำสั่งเซนเซอร์

- โค้ดที่ถูกต้องจะแสดง Done compiling



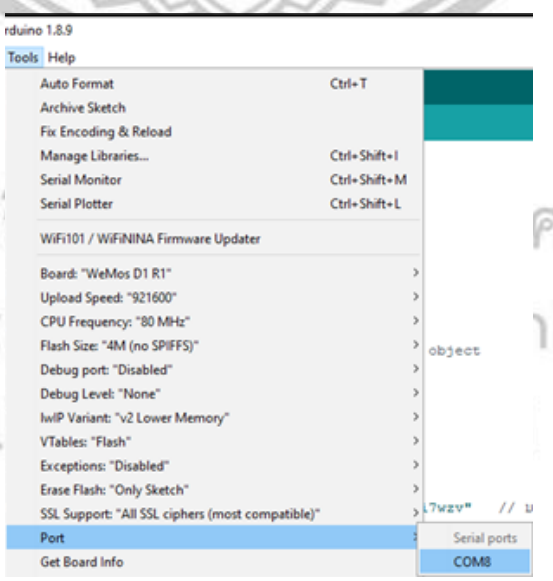
ภาพที่ 3.7 ชุดคำสั่งเซนเซอร์

- ต่อมาทำการเชื่อมต่อบอร์ด ทำการเลือกบอร์ดที่ตรงกับอุปกรณ์ที่ใช้ โดยคลิกที่ Tools> Board:> WeMos D1 R1



ภาพที่ 3.8 ชุดคำสั่งเซนเซอร์

- ต่อมาเลือก Port ให้ตรง เมื่อเราทำการเชื่อมต่อกับบอร์ดแล้ว ในส่วนของport จะแสดงขึ้นมาให้เลือกทันที

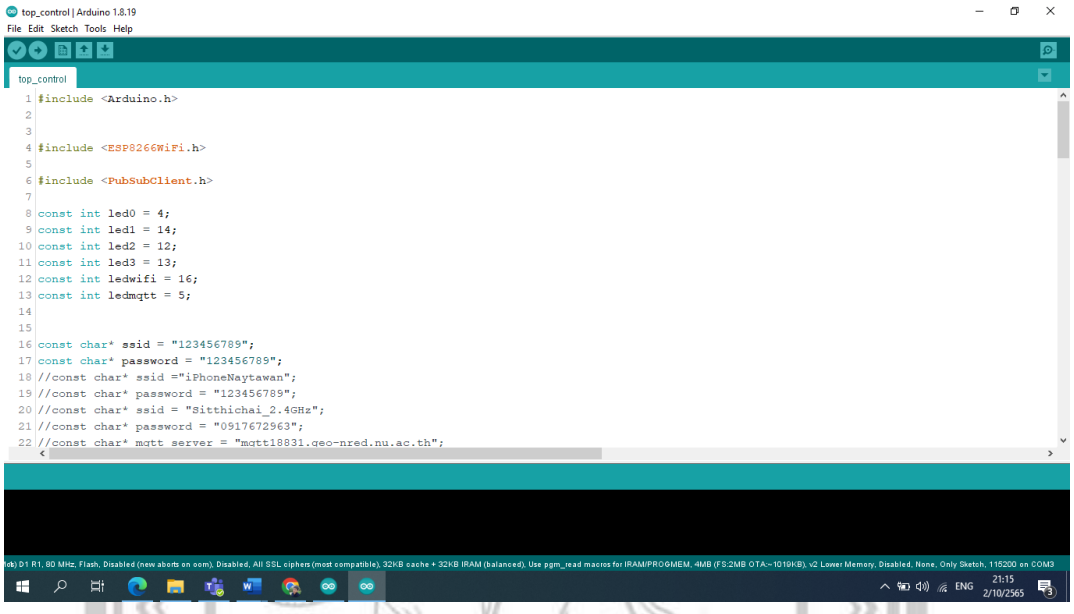


ภาพที่ 3.9 ชุดคำสั่งเซนเซอร์

ลิขสิทธิ์ศรี... Copyright ...niversity All...

เมื่อทำการอัพโหลดสำเร็จจะแสดงหน้าต่างเพื่อตรวจสอบค่าที่วัดได้

ระบบที่ 2 ทำการเพิ่มโค้ด*เพื่อให้เซนเซอร์ทำการอ่านค่า

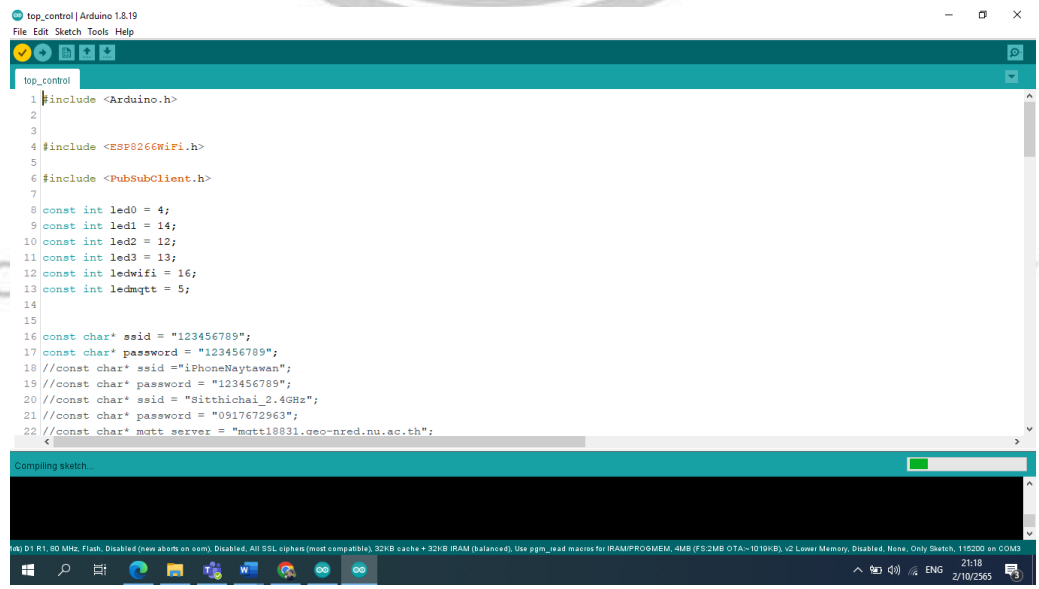


ภาพที่ 3.10 ชุดคำสั่งเซนเซอร์

---

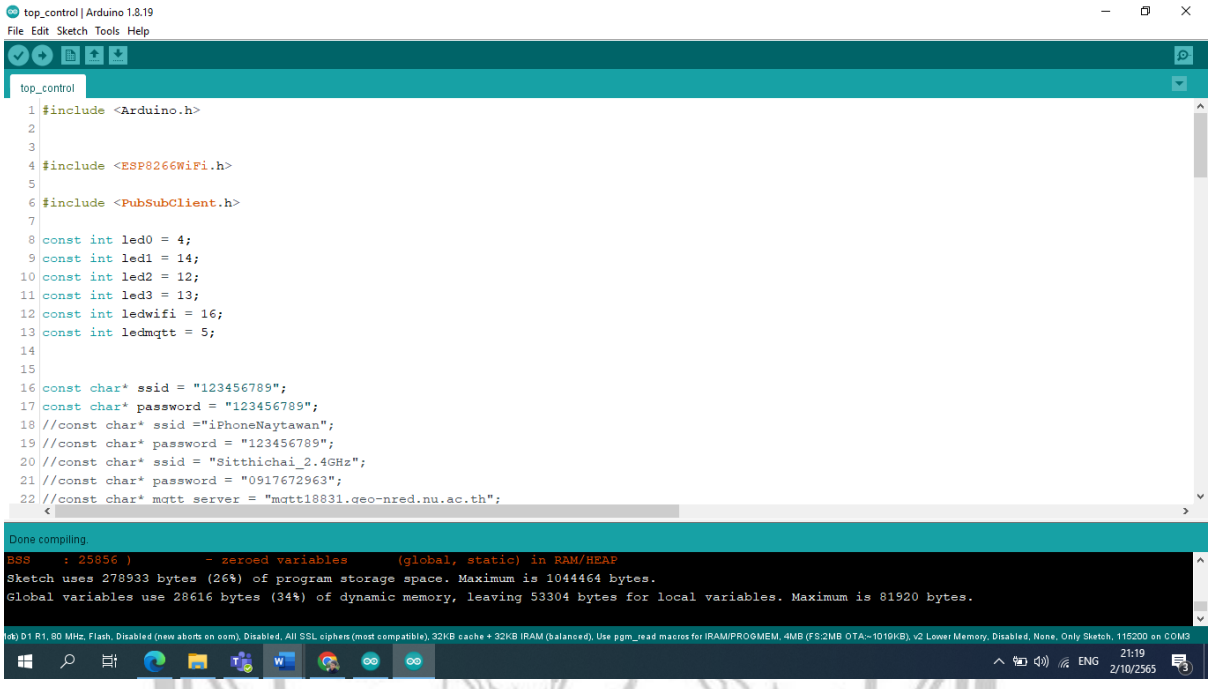
*ดูโค้ดเพิ่มเติมที่ภาคผนวกในหัวข้อโค้ดเซนเซอร์

- เมื่อทำการป้อนโค้ดเสร็จ ทำการเช็คโค้ดเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง



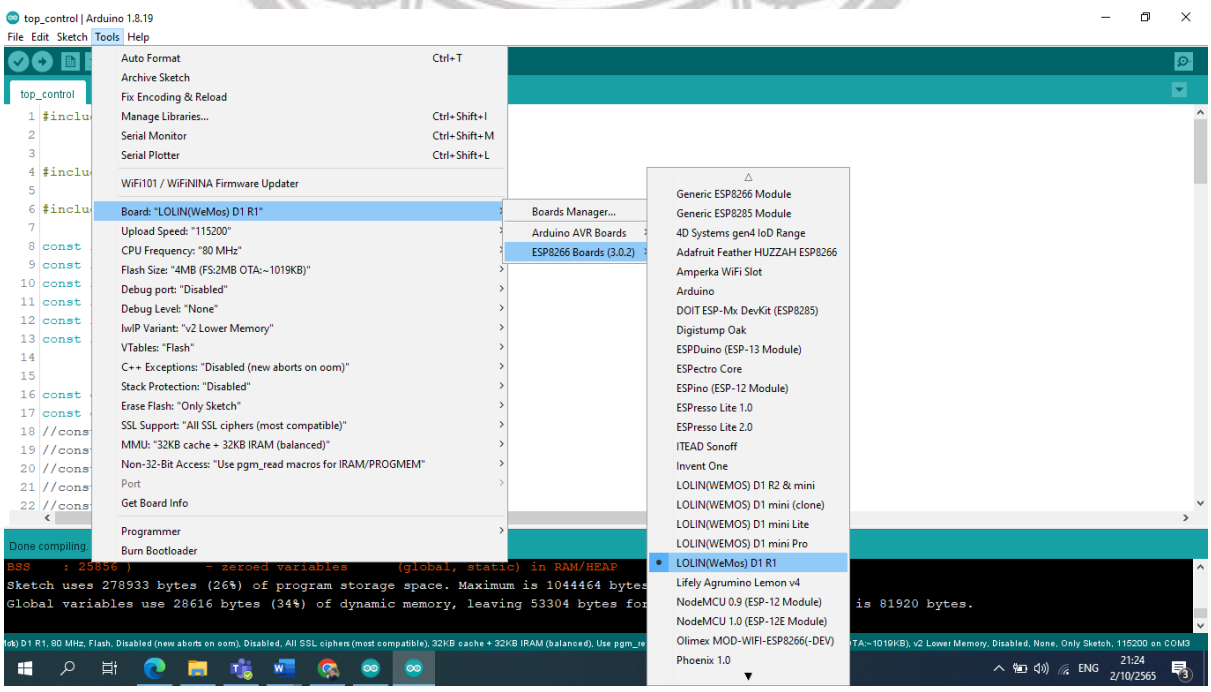
ภาพที่ 3.11 ชุดคำสั่งเซนเซอร์

- โค้ดที่ถูกต้องจะแสดง Done compiling



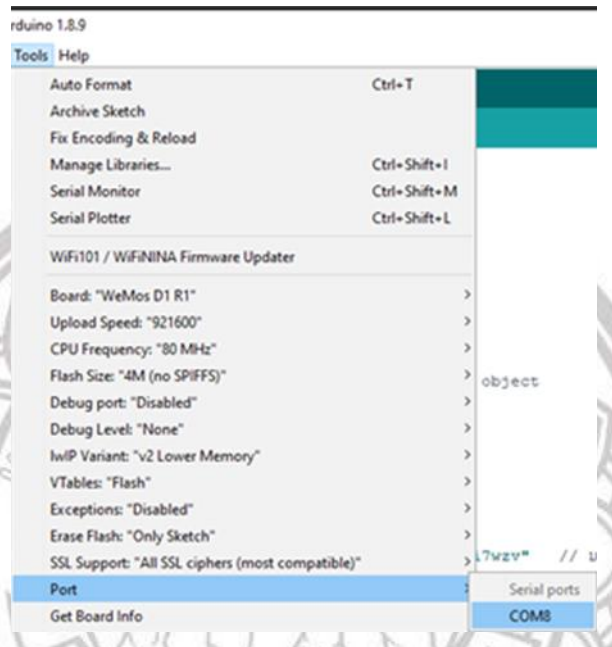
ภาพที่ 3.12 ชุดคำสั่งเซนเซอร์

- ต่อมาทำการเชื่อมต่อบอร์ด ทำการเลือกบอร์ดที่ตรงกับอุปกรณ์ที่ใช้ โดยคลิกที่ Tools> Board:> WeMos D1 R1



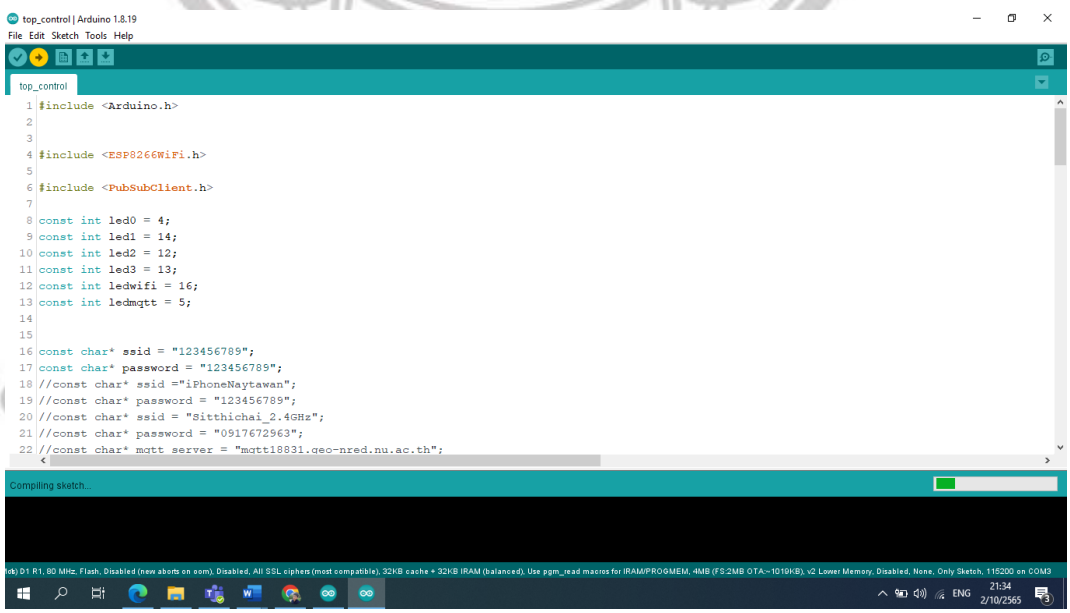
ภาพที่ 3.13 ชุดคำสั่งเซนเซอร์

- ต่อมาเลือก Port ให้ตรง เมื่อเราทำการเชื่อมต่อกับบอร์ดแล้ว ในส่วนของport จะแสดงขึ้นมาให้เลือกทันที



ภาพที่ 3.14 ชุดคำสั่งเซนเซอร์

- เมื่อทำการเลือกบอร์ดและport เสร็จแล้วทำการ Upload ข้อมูลเข้าสู่บอร์ด



ภาพที่ 3.15 ชุดคำสั่งเซนเซอร์

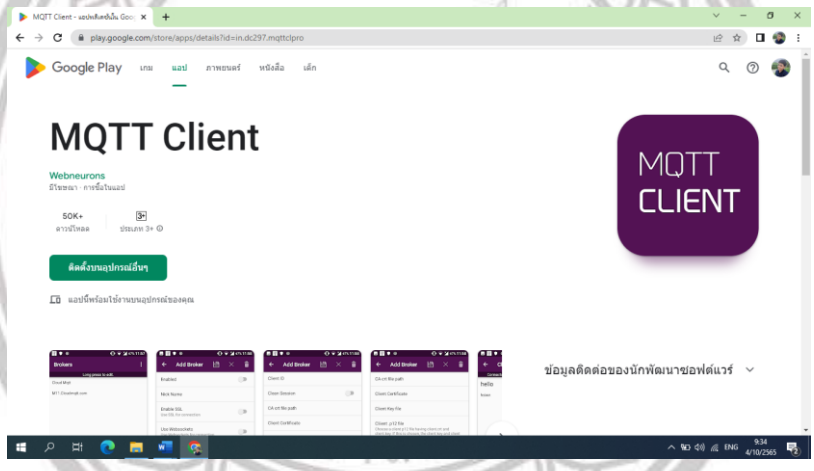
- เมื่อทำการอัพโหลดสำเร็จจะแสดงหน้าต่างเพื่อตรวจสอบค่าที่วัดได้

3.3 การติดตามผ่านแอพพลิเคชั่น MQTT

MQTT ใช้โมเดล publish/subscribe และออกแบบมาเพื่ออุปกรณ์ที่มีความเร็วในการรับและส่งข้อมูลต่ำ (low bandwidth) ซึ่งส่วนมากแล้วอุปกรณ์ของระบบ IoT จะเป็นแบบนั้น จุดประสงค์ของ MQTT คือเพื่อที่จะให้ระบบของเรานั้นมีการส่งหรือรับข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นรวมทั้งทำให้อุปกรณ์ของเรานั้นใช้พลังงานน้อยลง ในระบบ IoT นั้นเราต้องการส่งข้อมูลแบบ real-time และเราไม่ต้องการให้อุปกรณ์ของเราใช้พลังงานเยอะเกินไปโดยไม่จำเป็น ดังนั้น MQTT จึงเหมาะสม (วิระ ศรีมาลา;คัมภีร์ ธีระเวช;ทบทอง ชั้นเจริญ. 2557)

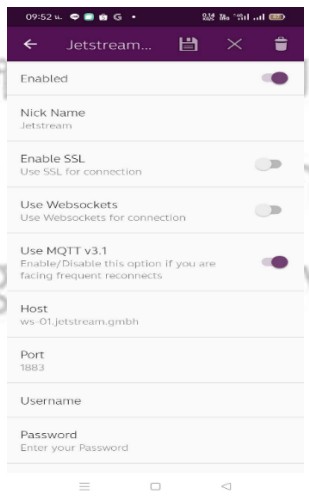
3.3.1 ดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน MQTT

- ทำการดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน MQTT ผ่านGoogle Play



ภาพที่ 3.16 การดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน MQTT

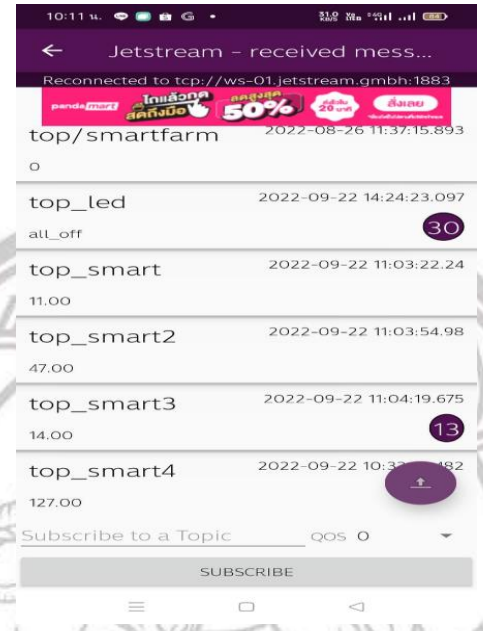
- ทำการกำหนด Nick Name Host Port ตามที่เราได้กำหนดในโค้ดไว้มาใส่ในแอปพลิเคชันเพื่อเชื่อมต่อ



ภาพที่ 3.17 การตั้งค่าบนแอปพลิเคชัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

- ทำการเพิ่ม Topic ตามที่เราได้กำหนดในโค้ดไว้มาใส่ในแอปพลิเคชันเพื่อเชื่อมต่อ



ภาพที่ 3.18 การแสดงเพื่อควบคุม

- ทำการสั่งการทำงาน Topic ผ่านMessage ที่เราได้กำหนด

ภาพที่ 3.19 การแสดงผลบนแอปพลิเคชัน

ลิขสิทธิ์ ...ราชภัฏเชียงราย
Copyright b... University
All ... ed

- โดยได้กำหนด Top_led เป็น

```
51    Serial.print(message);
52    if (message == "1on") { digitalWrite(led0, LOW);}// delay(1000*60*5); digitalWrite(led0,LOW);}    //
53    if (message == "1off") { digitalWrite(led0, HIGH); } // LED off
54    if (message == "2on") { digitalWrite(led1, LOW);}//delay(1000*60*10); digitalWrite(led1,LOW); }    /
55    if (message == "2off") { digitalWrite(led1, HIGH); } // LED off
56    if (message == "3on") { digitalWrite(led2, LOW); }//delay(1000*60*15); digitalWrite(led2,LOW);}    /
57    if (message == "3off") { digitalWrite(led2, HIGH); } // LED off
58    if (message == "4on") { digitalWrite(led3, LOW); }//delay(1000*60*30); digitalWrite(led3,LOW);}    /
59    if (message == "4off") { digitalWrite(led3, HIGH); } // LED off
60    if (message == "all_on") { digitalWrite(led0, LOW); digitalWrite(led1, LOW); digitalWrite(led2, LOW
61    if (message == "all_off") { digitalWrite(led0, HIGH); digitalWrite(led1, HIGH); digitalWrite(led2,
```

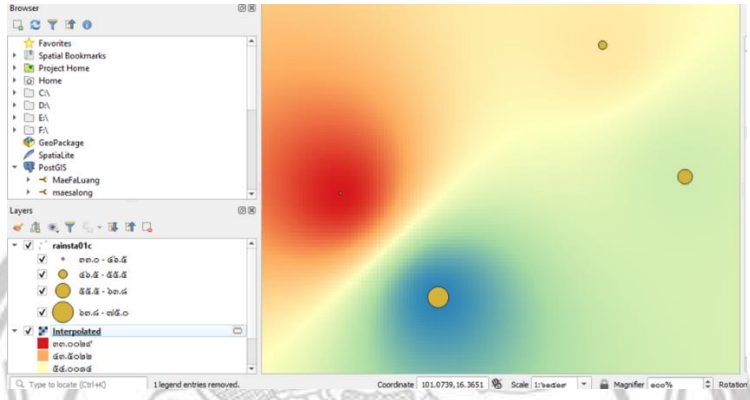
ภาพที่ 3.20 การกำหนด Message

- โดยได้กำหนด Top_smart, Top_smart2, Top_smart3, Top_smart4 เป็น

ภาพที่ 3.21 การกำหนด topic

3.4 การประมาณช่วงค่าความชื้น

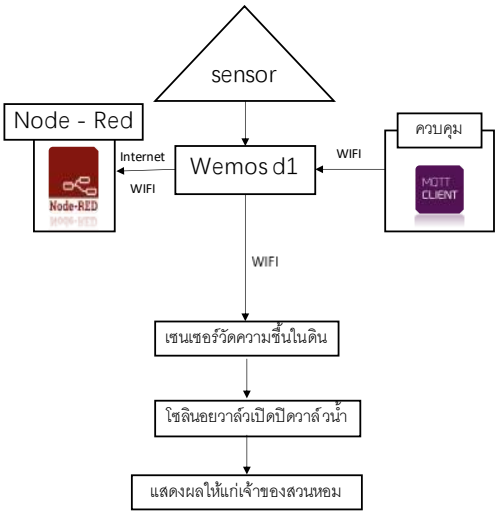
เป็นการประมาณค่าโดยท้าการสุ่มจุดตัวอย่างแต่ละจุดจากตำแหน่งที่ สามารถส่งผลกระทบไปยังเซลล์ที่ต้องประมาณค่าได้ ซึ่งจะมีผลกระทบ น้อยลงเรื่อย ๆ ตามระยะทางที่ไกลออกไป เหมาะกับตัวแปรที่อ้างอิงกับระยะทางในการคำนวณ ยิ่งใกล้ยิ่งมีอิทธิพลมาก เช่น ความชื้น ความเข้มข้นของสารเคมี



ภาพที่ 3.22 การการประมาณช่วงค่าความชื้น

3.5 พัฒนาและปรับปรุงระบบ

ในการออกแบบระบบตรวจวัดตามเวลาจริง สำหรับการปลูกต้นหอมจะมีรูปแบบคือส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนของเครื่องแม่ข่าย(Server) ในที่นี้จะใช้ฐานข้อมูล และส่วนติดต่อผู้ใช้งานเป็น Web Application และ Mobile Application ผ่านระบบเครือข่ายระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และเครื่องแม่ข่าย ทำให้แต่ละส่วนสามารถสื่อสารกันได้



ภาพที่ 3.23 การพัฒนาระบบและปรับปรุงระบบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาการพัฒนาเซนเซอร์เพื่อช่วยในการตรวจสอบความชื้นของดิน ในช่วงของเพาะปลูกเพื่อช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิต และพัฒนาระบบ Web Application และ Mobil Application เพื่อติดตามผลของการวัดค่า และระบบแจ้งเตือนผ่านMQTT ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดเวลาจริงสำหรับการปลูกต้นหอมแบ่งโดยแบ่งออกเป็น คือ

4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์

4.2 ผลการการควบคุมผ่าน MQTT and Node-RED

4.3 ผลการทดลอง Web Application

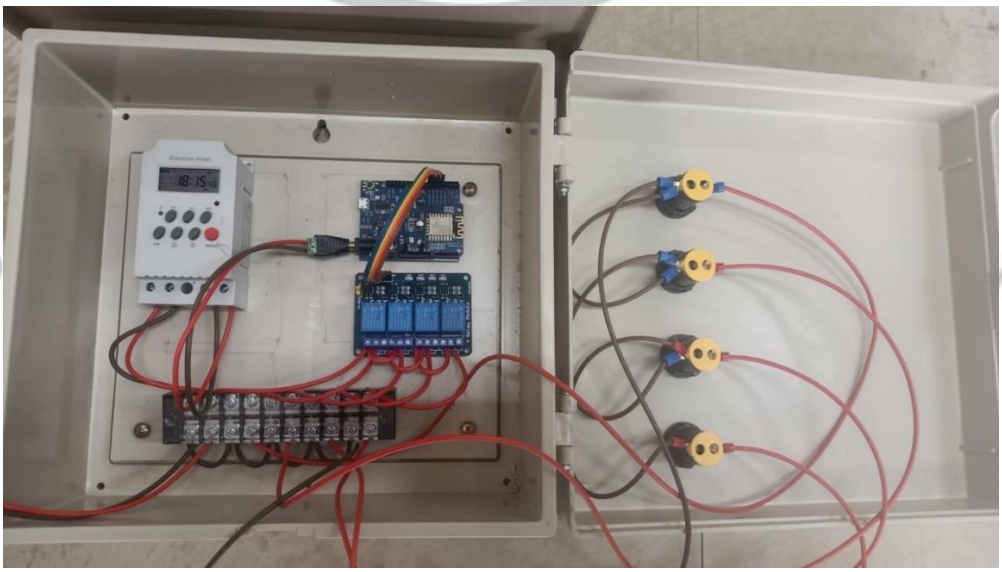
4.4 ผลการทดลอง Mobile Application

4.5 ผลการประมาณช่วงค่าความชื้น

ซึ่งในแต่ละส่วนจะอธิบายในหัวข้อดังต่อไปนี้

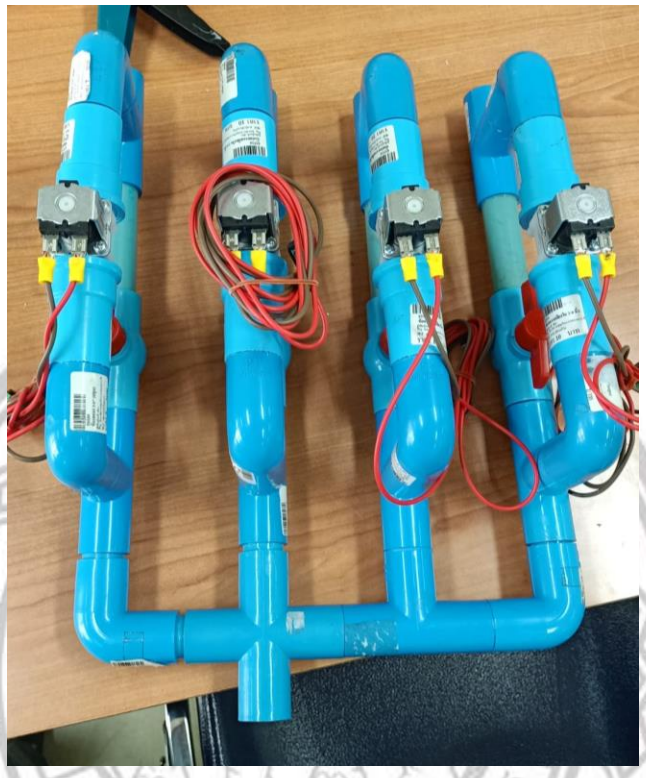
4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์

อุปกรณ์เซนเซอร์มีลักษณะเป็นกล่องพลาสติกสามารถป้องกันน้ำได้ ตัวเซนเซอร์สามารถจัดเก็บไว้ภายในกล่องได้ ตัวชุดเซนเซอร์ใช้ไฟฟ้าได้ ภายในมี Timer หนดเวลาได้ สำหรับแสดงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และแสดงการส่งข้อมูล ภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์

- กลไกการควบคุมวาล์วน้ำ



ภาพที่ 4.2 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์

- วัดความชื้นในดิน

ภาพที่ 4.3 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University

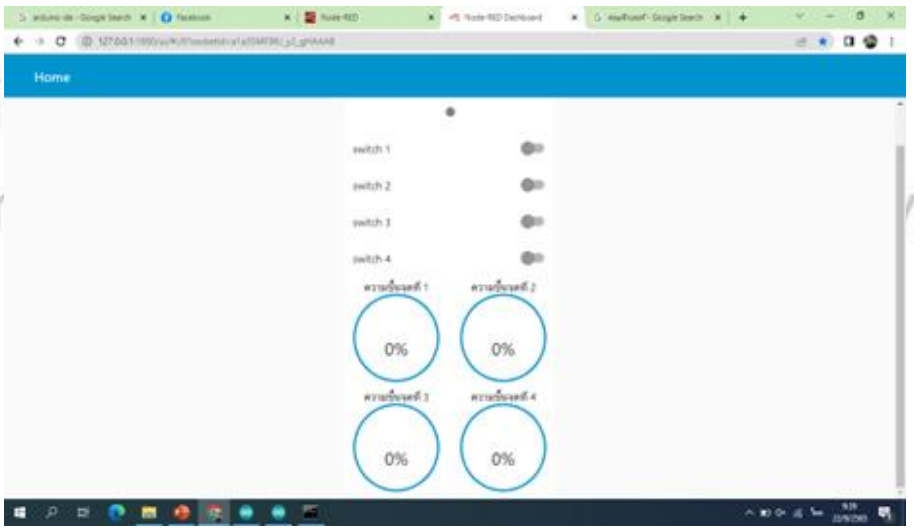
4.2 ผลการการควบคุมผ่าน MQTT and Node-RED

ในงานวิจัยนี้ได้ส่งการแจ้งเตือนเข้าสู่ MQTT and Node-RED โดยส่งจากบอร์ด Wemos D1 ได้โดยตรงเนื่องจากตัวบอร์ดชิพ ESP8266 ที่สามารถส่งข้อมูลได้เมื่อเชื่อมต่อกับสัญญาณอินเทอร์เน็ต โดยที่เราได้กำหนดในเรื่องของความชื้นในดิน และระบบควบคุมวาล์วน้ำ

ควบคุมผ่าน MQTT

ภาพที่ 4.4 การทำงาน MQTT

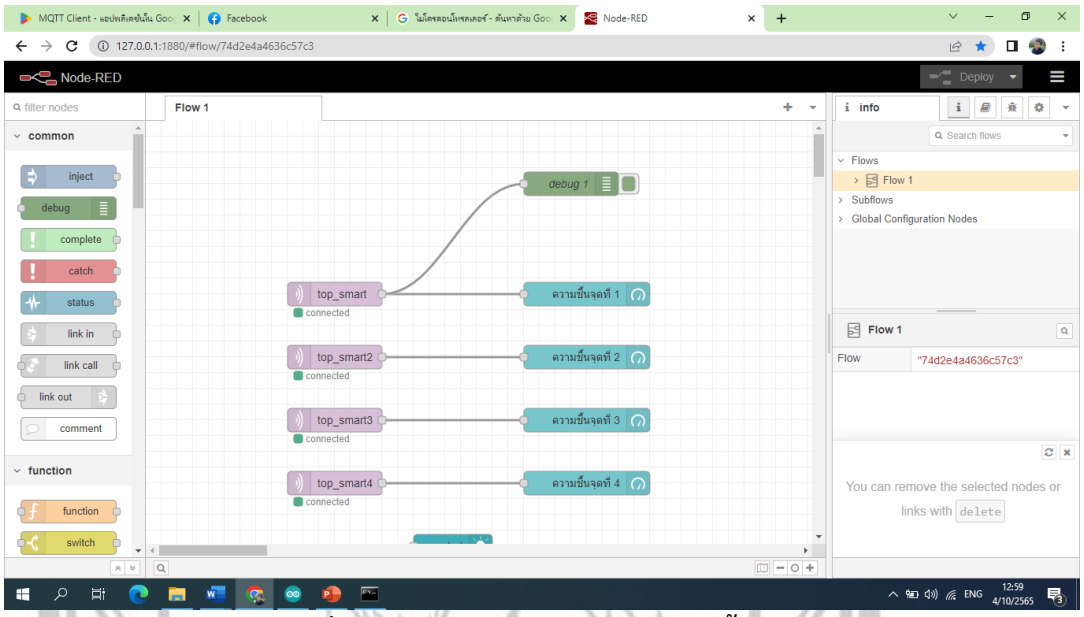
ควบคุมผ่าน Node-RED



ภาพที่ 4.5 การทำงาน Node-RED

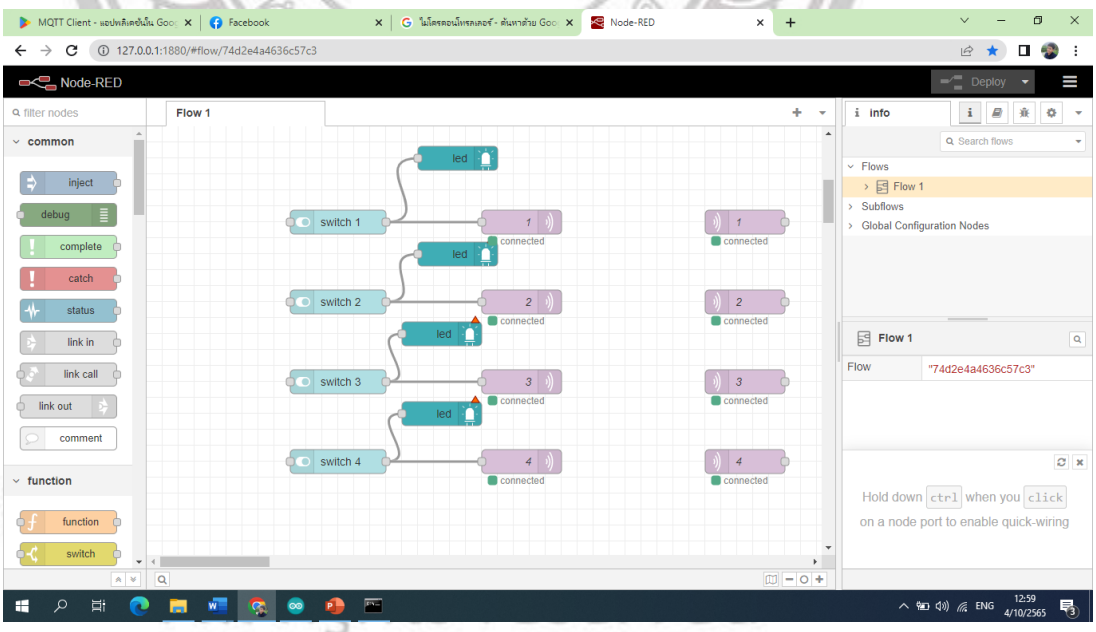
4.3 ผลการทดลอง Web Application

กำหนดในส่วนของ Topic



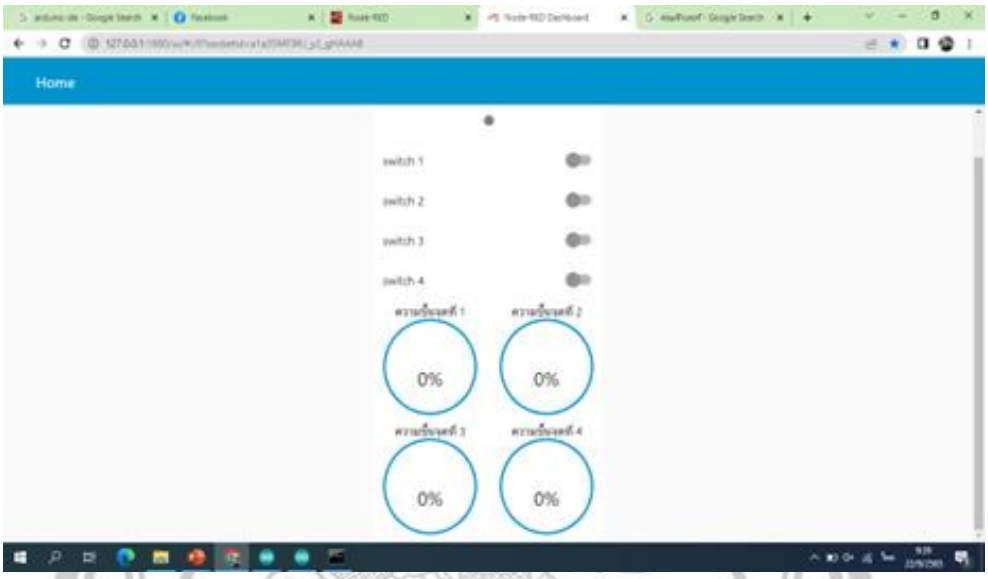
ภาพที่ 4.6 การกำหนดTopic วัดความชื้นในดิน

กำหนดในส่วนของTopic



ภาพที่ 4.7 การกำหนดTopic วาล์วน้ำ

ผลในส่วน Web Application



ภาพที่ 4.8 การแสดงผลบน Web

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

4.4 ผลการทดลอง Mobile Application

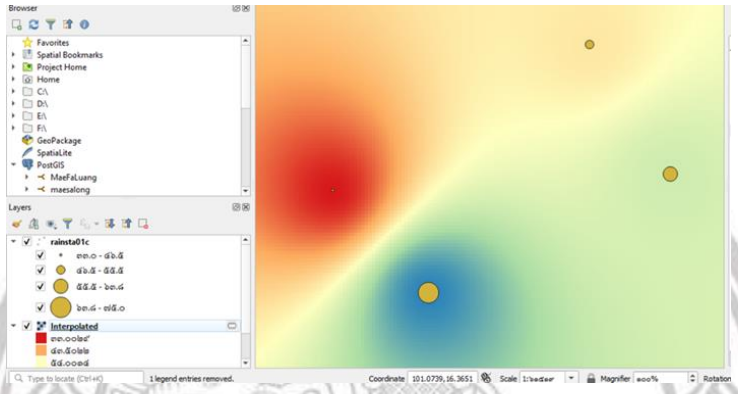
ในส่วนของ Mobile Application ในส่วนนี้จะเป็นของการติดตามและควบคุมซึ่งจะมีทั้งหมด 5 ค่า ด้วยกันคือ ความชื้นในดิน 4 จุด และควบคุมเปิดปิดน้ำ 1 จุด จะมีการดูแล เมื่อทำการเลือกที่ค่าใดค่าหนึ่ง จะแสดงผลในส่วนของตัวเลขความชื้นในดินและควบคุมวาล์วน้ำ

ภาพที่ 4.9 การแสดงผลบน Mobile Application

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

4.5 ผลการประมาณช่วงค่าความชื้น IDW (Inverse Distance Weight)

การประมาณค่าโดยทำการหำหนดจุดตัวอย่างแต่ละจุดจากตำแหน่งที่ใช้ตัววัดความชื้นวัดสามารถส่งผลกระทบไปยังการประมาณค่าได้ ซึ่งจะมีผลกระทบ น้อยลงเรื่อย ๆ ตามระยะทางที่ไกลออกไป เหมาะกับตัวแปรที่อ้างอิงกับระยะทางในการคำนวณ ยิ่งใกล้ยิ่งมีอิทธิพลความชื้นมาก



ภาพที่ 4.10 การประมาณช่วงค่าความชื้น IDW (Inverse Distance Weight)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 5

บทสรุป

การพัฒนาระบบเซนเซอร์เพื่อตรวจวัดความชื้นดินและควบคุมการเปิดปิดน้ำสำหรับเกษตรกร จากที่ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบเซนเซอร์ ในการส่งข้อมูลค่าที่วัดได้ ระบบสำหรับติดตามค่าที่วัดได้ดำเนินการตามโครงสร้างที่วางเอาไว้โดยผู้จัดทำได้พัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบนี้ขึ้นมาเพื่อใช้วัดความชื้นและควบคุมการเปิดปิดน้ำในช่วงของการเพาะปลูก เพื่อที่จะให้เกษตรกรสามารถวางแผนในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว และแก้ปัญหาได้ถูกต้องแม่นยำและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเพาะปลูกพืชชนิดอื่น ๆได้ ผลสรุปจากการพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบและทดสอบการทำงานของระบบ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

การพัฒนาระบบเซนเซอร์เพื่อตรวจวัดความชื้นดินและควบคุมการเปิดปิดน้ำ มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาระบบเซนเซอร์ตรวจสอบคุณสมบัติของดินแบบ Real-Time ให้สามารถส่งข้อมูลค่าที่วัดได้ไปยัง Web Application และ Mobile Application ที่ใช้ในการติดตามค่าที่จากเซนเซอร์ และพัฒนาระบบแจ้งเตือนผ่าน MQTT และ node-red

5.1.1 การใช้งานอุปกรณ์เซนเซอร์

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการปลูกปลูกต้นหอมแบ่งมี 2 ปัจจัยด้วยกันคือ ความชื้นในดิน การรดน้ำ ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เซนเซอร์ทั้งหมด 5 ตัวคือ ความชื้นในดิน 4 ตัว และเซนเซอร์ควบคุมวาล์วน้ำ 1 ตัว โดยเซนเซอร์ที่นำมาใช้งานเป็นเซนเซอร์ที่มีความแม่นยำในการตรวจวัดค่า และบอร์ด wemos D1R1 ที่นำมาใช้เพื่อส่งข้อมูลจากเซนเซอร์ไปแสดงบนเว็บ ทำให้ผลรับที่ได้นั้นสามารถติดตามได้แบบ Real-time

การทำงานของเซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพดินในรูปแบบ Wi-Fi Internet มีลักษณะในการทำงาน ที่สามารถตรวจวัดและบันทึกข้อมูล ได้ด้วยระบบอินเทอร์เน็ต มีระบบการบันทึกข้อมูลที่สะดวกรวดเร็ว สามารถทำงานได้ดี หากเปรียบเทียบกับวิธีการตรวจวัดคุณภาพของดินทั่วไป สามารถตรวจวัดค่าได้รวดเร็วกว่า และค่าที่วัดได้มีความแม่นยำเทียบเท่ากับการตรวจวัดทั่วไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

Internet of Things (IoT) คือ การที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ต โดยไม่ต้องป้อนข้อมูล การเชื่อมโยงนี้ง่ายจนทำให้เราสามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้ ไปจนถึงการเชื่อมโยงการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเข้ากับการใช้งานอื่น ๆ จนเกิดเป็นบรรดา Smart ต่าง ๆ อย่าง smart farm ที่มีการนำเซนเซอร์มาใช้ในภาคเกษตรกรรมเพื่อช่วยลดแรงคน และเพื่อติดตามผลได้อย่างแม่นยำ

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนา

5.2.1 อุปกรณ์ต้นแบบไม่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ทั่วไป ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ที่กำหนดเท่านั้น

5.2.2 ในพื้นที่ที่ไม่สัญญาณอุปกรณ์จะไม่ทำงาน

5.2.3 สัญญาณ Wifi บางครั้งมีความล่าช้าในการทำงานในบางพื้นที่

5.3 อภิปรายผล

การพัฒนาชุดอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจวัดความชื้นในดินและระบบเปิดปิดวาล์วน้ำระยะไกลได้แบบเรียลไทม์แบบ Real-Time ได้มีการนำเซนเซอร์เข้ามา ซึ่งได้นำประโยชน์จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งในการส่งข้อมูลของอุปกรณ์เซนเซอร์ จากกระบวนการที่กล่าวมาการพัฒนาระบบควบคุมความชื้นในดินสำหรับการปลูกต้นลั่นทม(ลีลาวดี)ควบคุมด้วยโปรแกรม LabVIEW และได้พัฒนาระบบตรวจวัดความชื้นในดินและระบบเปิดปิดวาล์วน้ำระยะไกล และลงพื้นที่กับเกษตรกรรายย่อยเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยได้ศึกษาปัญหาและความต้องการของ ผู้ใช้งาน วิเคราะห์และออกแบบระบบ พัฒนาระบบต้นแบบทั้งในส่วนของซอฟต์แวร์ซึ่งประยุกต์กับ ฐานความรู้ในระบบ และฮาร์ดแวร์ซึ่งเชื่อมต่อกับเซนเซอร์ความชื้น และ ปริมาณน้ำที่ต้องการในดิน เป็นต้น รวมถึงการติดตั้งระบบและ ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมาย ผลการศึกษาพบว่า การติดตั้งระบบต้นแบบซึ่งทำงานได้ปกติ เกษตรกรสามารถ ดูความชื้นและควบคุมการเปิดปิดน้ำได้โดยตรงผ่านแอพพลิเคชัน ฟังก์ชันการทำงานของแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ทำงานได้ครบทุกส่วน ระบบสามารถรองรับ จำนวนอุปกรณ์ที่มีเพิ่มในอนาคตได้ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบและความพึงพอใจของผู้ใช้งานของแอพพลิเคชันได้คะแนน 4.50/5.00 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก นอกจากนี้เกษตรกรรายย่อยยังเข้าถึงอุปกรณ์ตรวจวัดต้นแบบในราคาที่ยอมรับได้ ในอนาคตสามารถ ลดต้นทุนของอุปกรณ์ต้นแบบ และยังต่อยอดในระบบฟาร์มอัจฉริยะกับพืชชนิดอื่นได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาต่อไป

5.4.1 ข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาในการใช้งานที่ผู้ใช้จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงแหล่งจ่ายไฟเพื่อให้เซนเซอร์ยังสามารถใช้งานได้ต่อเนื่อง

5.4.2 ข้อจำกัดในเรื่องของสัญญาณอินเทอร์เน็ต ควรมีการแก้ไขการใช้ใช้สัญญาณอินเทอร์เน็ต

บรรณานุกรม

กฤตพร เอี่ยมสะอิ้ง. (2562). การพัฒนาระบบเซ็นเซอร์สภาพแวดล้อมสำหรับการประเมินระบบการตรวจคุณภาพของดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้ IoT และ FOSS4G. มหาวิทยาลัยนเรศวร. สืบค้นเมื่อ 14 กันยายน 2565.

วิระ ศรีมาลา;คัมภีร์ ธีระเวช;ทบทอง ชั้นเจริญ. (2557). การประยุกต์ใช้ระบบเครือข่ายตรวจรู้ไร้สายร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการตัดสินใจให้น้ำ ในสวนผลไม้ผ่านโทรศัพท์มือถือ. มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี. สืบค้นเมื่อ 14 กันยายน 2565.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

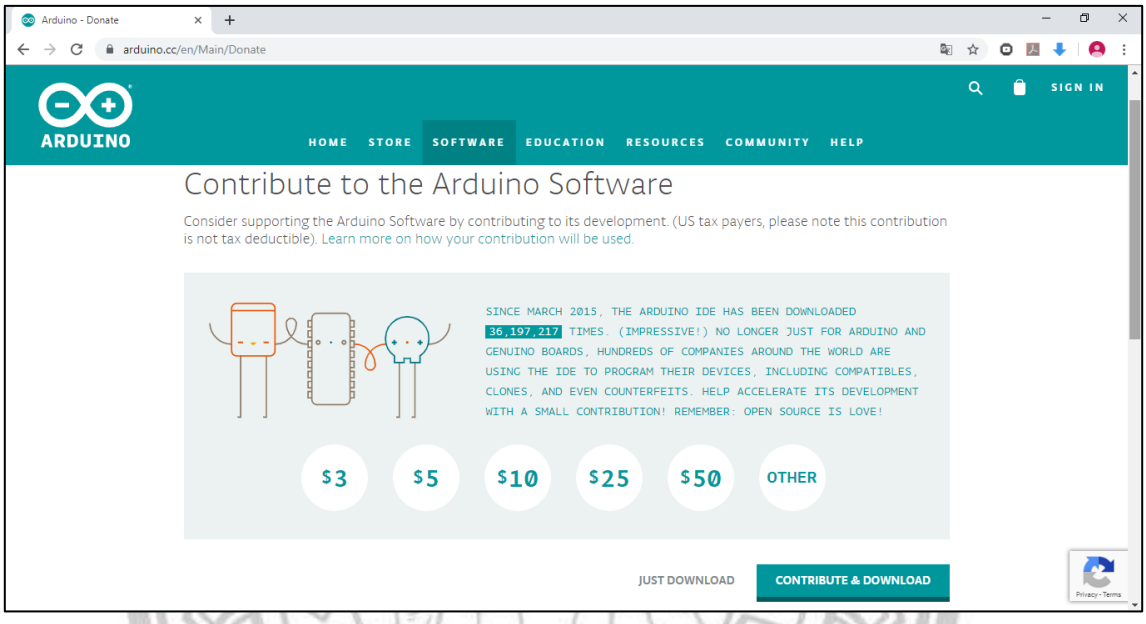
ภาคผนวก ก.

เรื่องการติดตั้งข้อมูลที่นำมาใช้

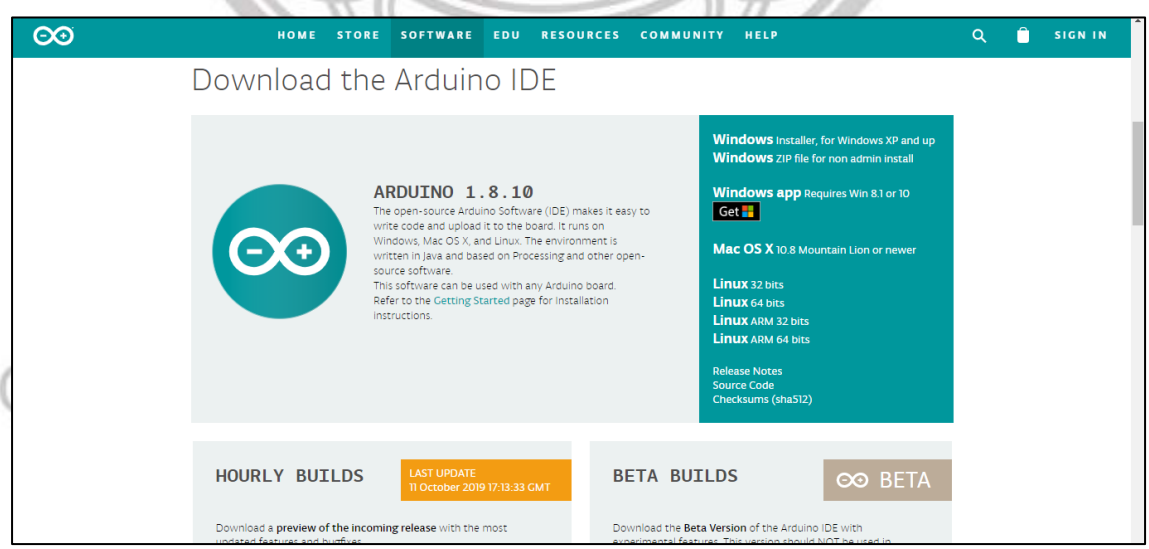
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

การติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE

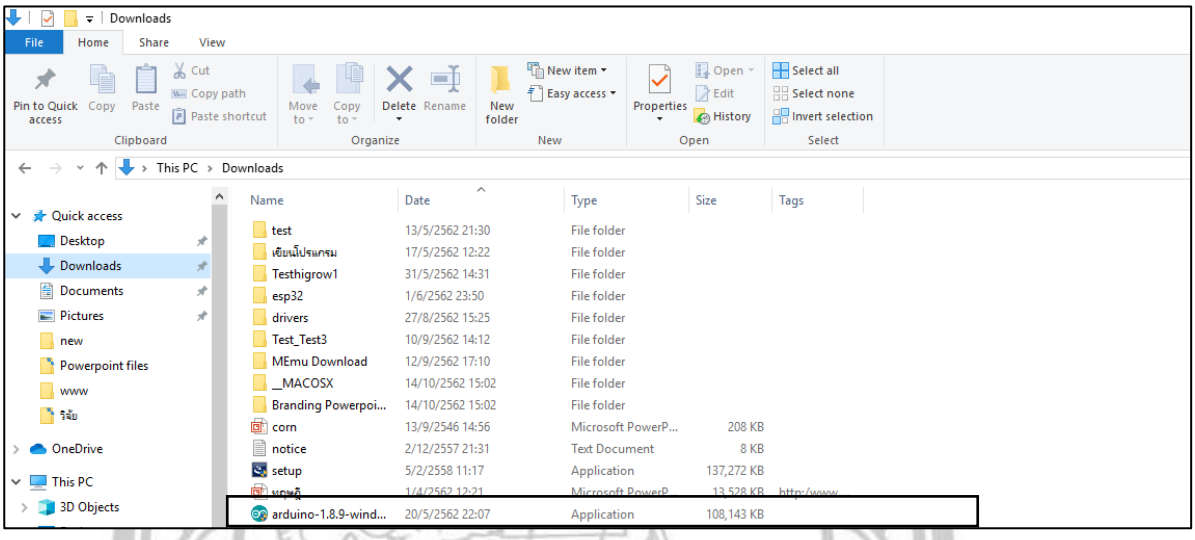
ดาวโหลดโปรแกรม Arduino IDE ได้จาก https://www.arduino.cc/en/main/software



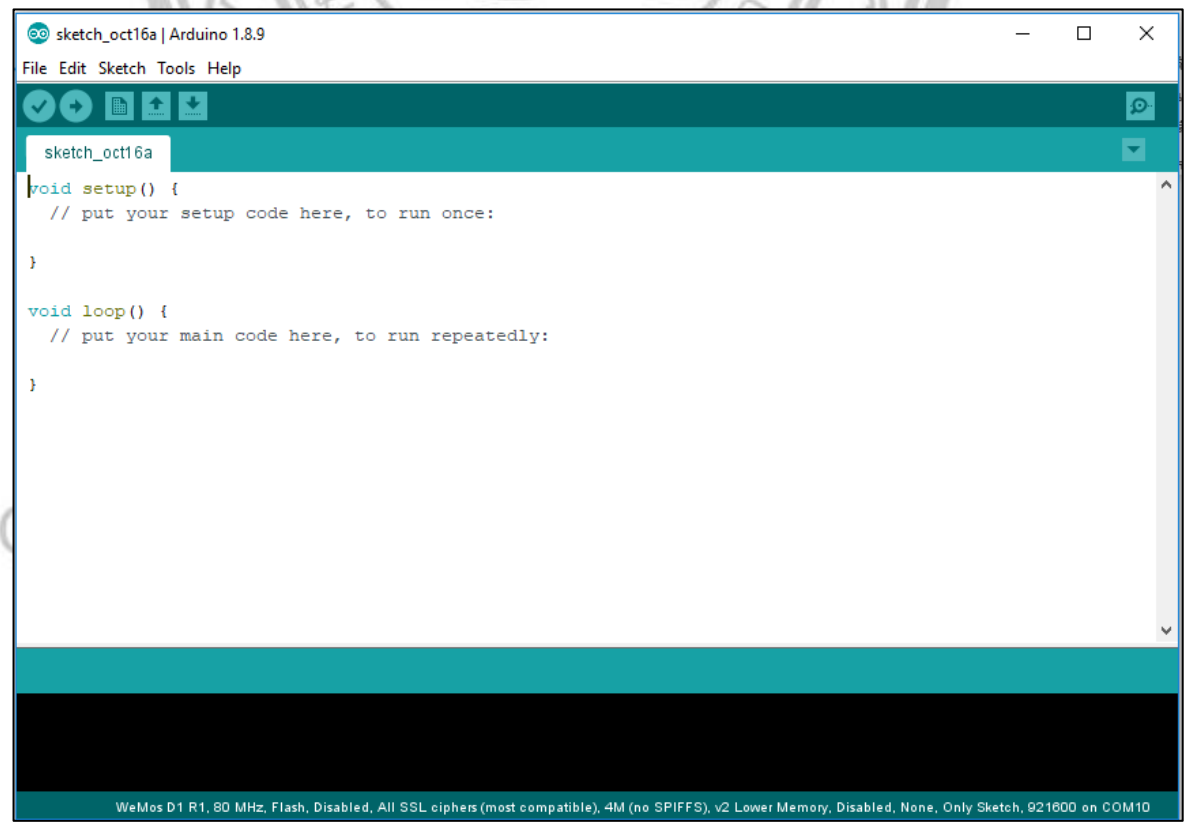
ดาวโหลดโปรแกรม Arduino IDE



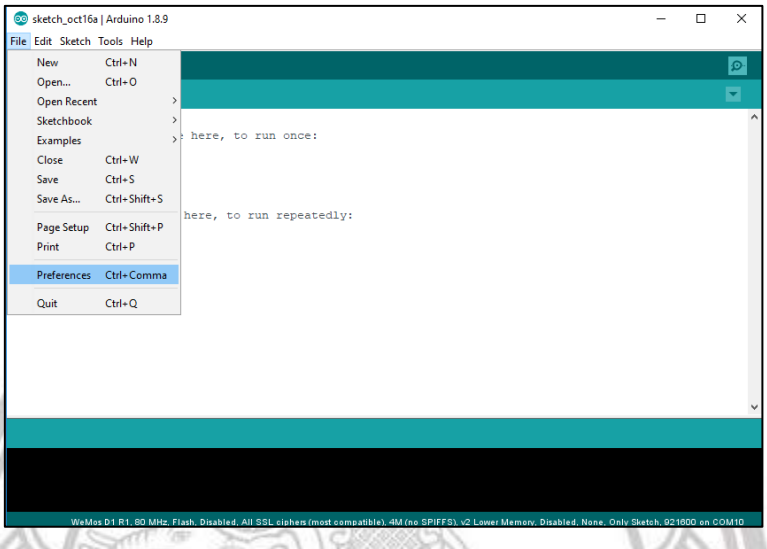
เมื่อทำการดาวโหลดจะได้ไฟล์สำหรับติดตั้ง ดับเบิลคลิกเพื่อทำการติดตั้งโปรแกรม



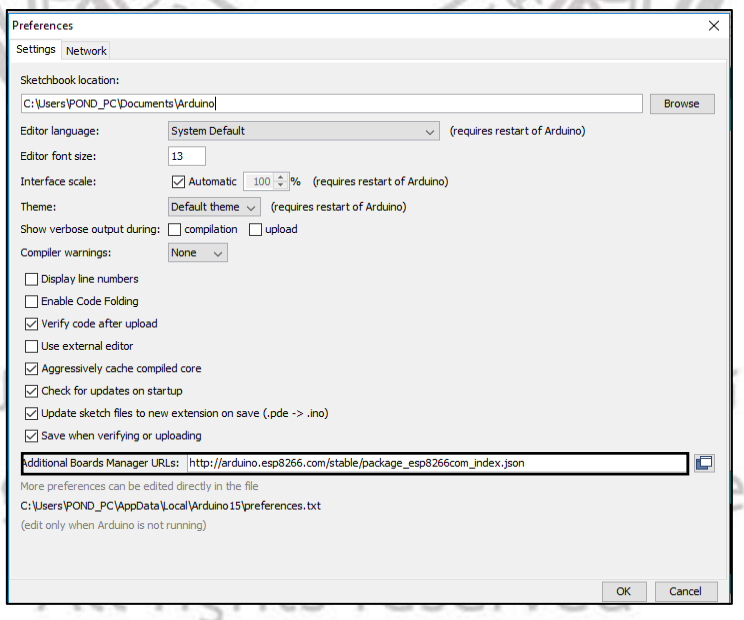
หน้าต่างโปรแกรมจะปรากฏดังภาพ



ในหน้าต่างโปรแกรม Arduino IDE คลิกไปที่เมนู File -> Preferences เพื่อติดตั้งบอร์ดNodeMCU/ ESP8266 แบบออนไลน์

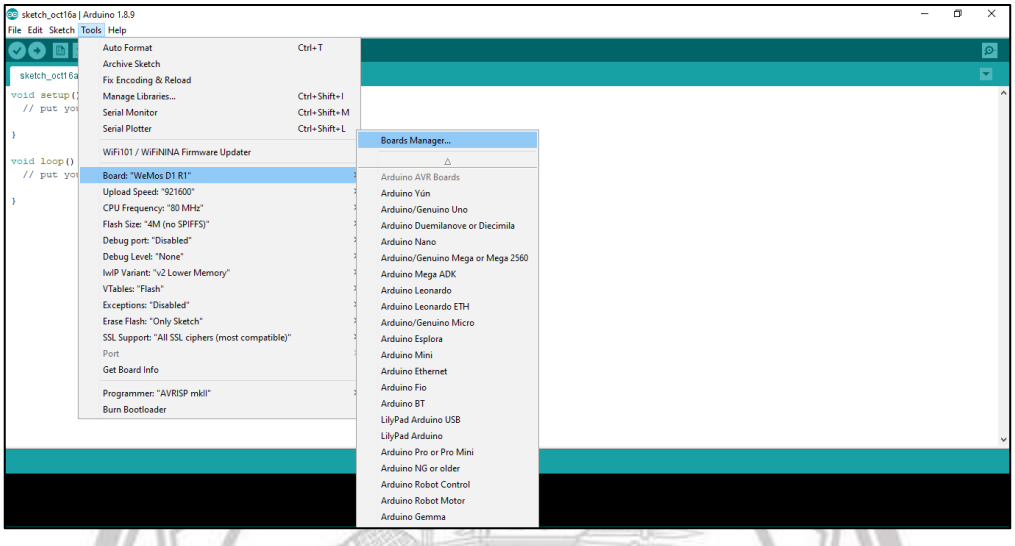


เพิ่ม http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json ลงในช่อง Additional Boards Manager URLs ดังภาพ



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คลิกไปที่เมนู Tools -> Board -> Board Manager

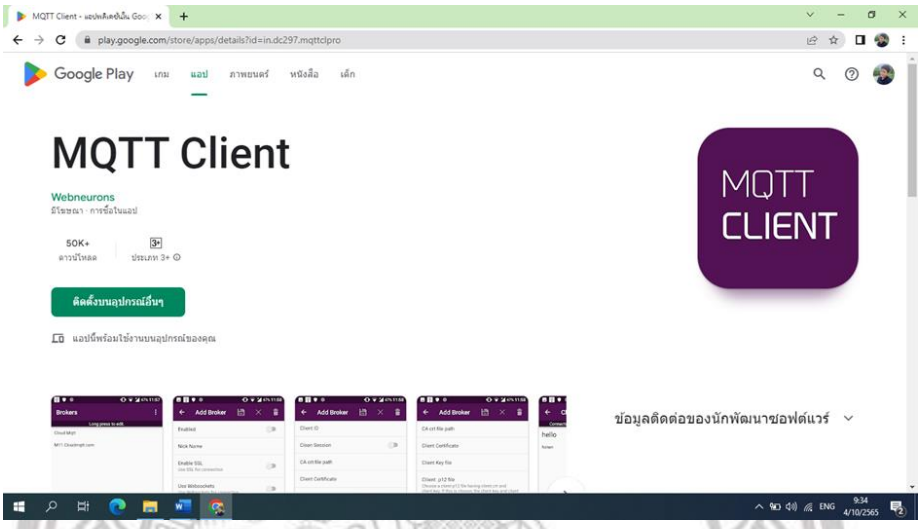


พิมพ์คำว่า **ESP8266** ลงในช่อง และเริ่มต้นติดตั้งดังภาพ

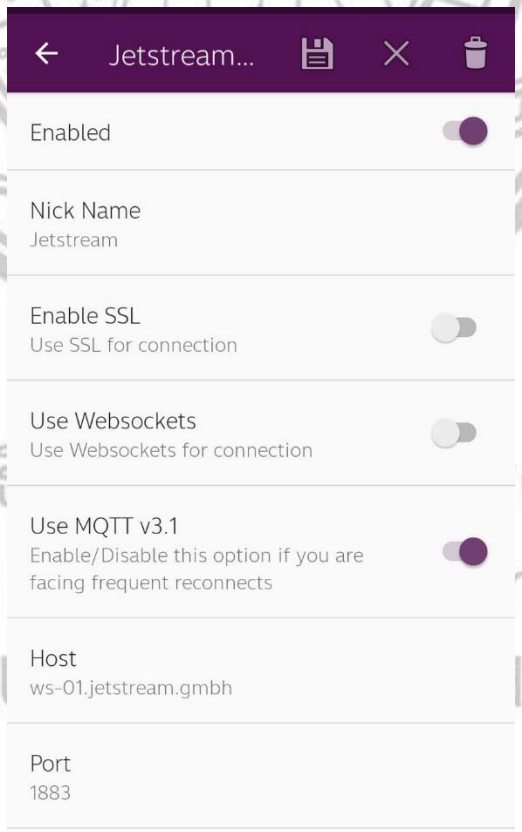
All rights reserved

วิธีการติดตั้งแอปพลิเคชัน MQTT

ขั้นตอนแรกทำการดาวห์โหลดแอปพลิเคชัน ผ่านPlay Store



การติดตั้ง MQTTเมื่อทำการดาวโหลดสำเร็จ ทำการกำหนด Namk Name, Host, Port



ลิขสิทธิ์ศูนย์วิทยทรัพยากร
Copyright University
All

โค้ดในการพัฒนาเว็บและแอปพลิเคชัน

ก (1) โค้ดที่ใช้ในควบคุมการเปิดปิดวาว์ลน้ำและเชื่อมต่อกับMQTT

```
#include <Arduino.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
const int led0 = 4;
const int led1 = 14;
const int led2 = 12;
const int led3 = 13;
const int ledwifi = 16;
const int ledmqtt = 5;
const char* ssid = "123456789";
const char* password = "123456789";
#define mqtt_server "ws-01.jetstream.gmbh"
#define mqtt_port 1883
#define mqtt_user "farmsuk"
#define mqtt_password "8kAA9Vi1xj_UpKgoklHKb"
WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);
#define SenSorPin A0
int output_value ;
const char *topic = "top_led";
void callback(char *topic, byte *payload, unsigned int length) {
   Serial.print("Message arrived in topic: ");
   Serial.println(topic);
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
   Serial.print("Message:");
   String message;
   for (int i = 0; i < length; i++) {
       message = message + (char) payload[i];  // convert *byte to string
   }
   //ต่อกับ Relay ใช้โค้ดนี้
   Serial.print(message);
   if (message == "1on") { digitalWrite(led0, LOW);}// delay(1000*60*5); digitalWrite(led0,LOW);}
// LED on 5 นาที
   if (message == "1off") { digitalWrite(led0, HIGH); } // LED off
   if (message == "2on") { digitalWrite(led1, LOW);}//delay(1000*60*10); digitalWrite(led1,LOW);
}   // LED on 10 นาที
   if (message == "2off") { digitalWrite(led1, HIGH); } // LED off
   if (message == "3on") { digitalWrite(led2, LOW); }//delay(1000*60*15);
digitalWrite(led2,LOW);}   // LED on 15 นาที
   if (message == "3off") { digitalWrite(led2, HIGH); } // LED off
   if (message == "4on") { digitalWrite(led3, LOW); }//delay(1000*60*30);
digitalWrite(led3,LOW);}   // LED on 30 นาที
   if (message == "4off") { digitalWrite(led3, HIGH); } // LED off
   if (message == "all_on") { digitalWrite(led0, LOW); digitalWrite(led1, LOW); digitalWrite(led2,
LOW); digitalWrite(led3, LOW);}//delay(1000*60*5); digitalWrite(led0,LOW); digitalWrite(led1,
LOW); digitalWrite(led2, LOW); digitalWrite(led3, LOW);}   // LED on
   if (message == "all_off") { digitalWrite(led0, HIGH); digitalWrite(led1, HIGH); digitalWrite(led2,
HIGH); digitalWrite(led3, HIGH);} // LED off
   Serial.println();
   Serial.println("-----------------------");
}
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(115200);
  pinMode(led0,OUTPUT);
  pinMode(led1,OUTPUT);
  pinMode(led2,OUTPUT);
  pinMode(led3,OUTPUT);
  pinMode(ledwifi,OUTPUT);
  pinMode(ledmqtt,OUTPUT);
  //pinMode(pum1,OUTPUT);
  digitalWrite(led0,HIGH);
  digitalWrite(led1,HIGH);
  digitalWrite(led2,HIGH);
  digitalWrite(led3,HIGH);
 digitalWrite(ledwifi,LOW);
  digitalWrite(ledmqtt,LOW);
// connecting to a WiFi network
   WiFi.begin(ssid, password);
   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    digitalWrite(ledwifi, LOW);
      delay(500);
      Serial.println("Connecting to WiFi..");
   }
   digitalWrite(ledwifi, HIGH);
   Serial.println("Connected to the WiFi network");
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
   //connecting to a mqtt broker
   client.setServer(mqtt_server, mqtt_port);
   client.setCallback(callback);
}
void loop() {
  if (!client.connected()) {
    Serial.print("Attempting MQTT connection...");
    if (client.connect("ESP8266 Farm Topppp", mqtt_user, mqtt_password)) {
      digitalWrite(ledmqtt, HIGH);
      Serial.println("connected Jaaaaaa");
      client.subscribe("top_led");
    } else {
      digitalWrite(ledmqtt, LOW);
      Serial.print("failed, rc=");
      Serial.print(client.state());
      Serial.println(" try again in 5 seconds na ja");
      delay(5000);
      return;
    }
  }
   client.loop();
}
```

ก (2) โค้ดที่ใช้ในการดูค่าความชื้นในดินจุดที่ 1

```
#include <dummy.h>
#include <Arduino.h>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
const int led0 = 4;
const int led1 = 14;
const int led2 = 12;
const int led3 = 13;
const int ledwifi = 16;
const int ledmqtt = 5;
const char* ssid = "123456789";
const char* password = "123456789";
#define mqtt_server "ws-01.jetstream.gmbh"
#define mqtt_port 1883
#define mqtt_user "farmsuk"
#define mqtt_password "8kAA9Vi1xj_UpKgoklHKb"
WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);
#define SenSorPin A0
int output_value ;
const char *topic = "top_smart";
//const char *topic2 = "top_smart2";
//const char *topic3 = "top_smart3";
//const char *topic4 = "top_smart4";
void callback(char *topic, byte *payload, unsigned int length) {
  //PubSubClient client(mqtt_server, mqtt_port, callback, espClient);
   Serial.print("Message arrived in topic: ");
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
    Serial.println(topic);
    Serial.print("Message:");
    String message;
    for (int i = 0; i < length; i++) {
        message = message + (char) payload[i];  // convert *byte to string
    }
}
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(115200);
  pinMode(led0,OUTPUT);
  pinMode(led1,OUTPUT);
  pinMode(led2,OUTPUT);
  pinMode(led3,OUTPUT);
  pinMode(ledwifi,OUTPUT);
  pinMode(ledmqtt,OUTPUT);
  //pinMode(pum1,OUTPUT);
  digitalWrite(led0,HIGH);
  digitalWrite(led1,HIGH);
  digitalWrite(led2,HIGH);
  digitalWrite(led3,HIGH);
 digitalWrite(ledwifi,LOW);
  digitalWrite(ledmqtt,LOW);
// connecting to a WiFi network
    WiFi.begin(ssid, password);
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
   digitalWrite(ledwifi, LOW);
      delay(500);
      Serial.println("Connecting to WiFi..");
  }
  digitalWrite(ledwifi, HIGH);
  Serial.println("Connected to the WiFi network");
  //connecting to a mqtt broker
  client.setServer(mqtt_server, mqtt_port);
  client.setCallback(callback);
}
void loop() {
  if (!client.connected()) {
   Serial.print("Attempting MQTT connection...");
   if (client.connect("ESP8266 Farm Top", mqtt_user, mqtt_password)) {
     digitalWrite(ledmqtt, HIGH);
     Serial.println("connected Jaaaaaa");
     client.subscribe("top_smart");
//     client.subscribe("top_smart2");
//     client.subscribe("top_smart3");
//     client.subscribe("top_smart4");
     digitalWrite(ledmqtt, LOW);
     Serial.print("failed, rc=");
     Serial.print(client.state());
     Serial.println(" try again in 5 seconds na ja");
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
      delay(5000);
      return;
    }
  }
  //client.loop();
  // put your main code here, to run repeatedly:
  int Soil_moisture = analogRead(SenSorPin);
  int  Soilmoisture= map(Soil_moisture, 1024, 280, 0, 100);//690,220
  Serial.print("moisture raw : ");
  Serial.print(Soil_moisture);
  Serial.print("   moisture : ");
  Serial.print(Soilmoisture);
  Serial.println("%%");
  delay(500); //wait for half a second, so it is easier to read
  char sender[10];
      dtostrf(Soilmoisture,1, 2, sender);
      client.publish("top_smart", sender); //เปลี่ยน temp เป็นชื่ออะไรก็ได้ภาษาอังกฤษ ห้ามแต่ละกลุ่มเหมือนกัน และห้ามเหมือนข้างบน
//      client.publish("top_smart2", sender);
// client.publish("top_smart3", sender);
//  client.publish("top_smart4", sender);
  client.loop();
}
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ก (2) โค้ดที่ใช้ในการดูค่าความชื้นในดินจุดที่ 2

```
#include <dummy.h>

#include <Arduino.h>

#include <ESP8266WiFi.h>

#include <PubSubClient.h>

const int led0 = 4;

const int led1 = 14;

const int led2 = 12;

const int led3 = 13;

const int ledwifi = 16;

const int ledmqtt = 5;

const char* ssid = "123456789";

const char* password = "123456789";

#define mqtt_server "ws-01.jetstream.gmbh"

#define mqtt_port 1883

#define mqtt_user "farmsuk"

#define mqtt_password "8kAA9Vi1xj_UpKgoklHKb"

WiFiClient espClient;

PubSubClient client(espClient);

#define SenSorPin A0

int output_value ;

const char *topic = "top_smart2";

//const char *topic2 = "top_smart2";

//const char *topic3 = "top_smart3";

//const char *topic4 = "top_smart4";
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
void callback(char *topic, byte *payload, unsigned int length) {
  //PubSubClient client(mqtt_server, mqtt_port, callback, espClient);
   Serial.print("Message arrived in topic: ");
   Serial.println(topic);
   Serial.print("Message:");
   String message;
   for (int i = 0; i < length; i++) {
       message = message + (char) payload[i];  // convert *byte to string
   }
}
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(115200);
  pinMode(led0,OUTPUT);
  pinMode(led1,OUTPUT);
  pinMode(led2,OUTPUT);
  pinMode(led3,OUTPUT);
  pinMode(ledwifi,OUTPUT);
  pinMode(ledmqtt,OUTPUT);
  //pinMode(pum1,OUTPUT);
  digitalWrite(led0,HIGH);
  digitalWrite(led1,HIGH);
  digitalWrite(led2,HIGH);
  digitalWrite(led3,HIGH);
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
 digitalWrite(ledwifi,LOW);
  digitalWrite(ledmqtt,LOW);
// connecting to a WiFi network
   WiFi.begin(ssid, password);
   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    digitalWrite(ledwifi, LOW);
       delay(500);
       Serial.println("Connecting to WiFi..");
   }
   digitalWrite(ledwifi, HIGH);
   Serial.println("Connected to the WiFi network");
   //connecting to a mqtt broker
   client.setServer(mqtt_server, mqtt_port);
   client.setCallback(callback);
}
void loop() {
   if (!client.connected()) {
    Serial.print("Attempting MQTT connection...");
    if (client.connect("ESP8266 Farm Top", mqtt_user, mqtt_password)) {
      digitalWrite(ledmqtt, HIGH);
       Serial.println("connected Jaaaaaa");
       client.subscribe("top_smart2");
//       client.subscribe("top_smart2");
//       client.subscribe("top_smart3");
//       client.subscribe("top_smart4");
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
      digitalWrite(ledmqtt, LOW);
      Serial.print("failed, rc=");
      Serial.print(client.state());
      Serial.println(" try again in 5 seconds na ja");
      delay(5000);
      return;
    }
  }
  //client.loop();
  // put your main code here, to run repeatedly:
  int Soil_moisture = analogRead(SenSorPin);
  int  Soilmoisture= map(Soil_moisture, 1024, 280, 0, 100);//690,220
  Serial.print("moisture raw : ");
  Serial.print(Soil_moisture);
  Serial.print("    moisture : ");
  Serial.print(Soilmoisture);
  Serial.println("%%");
  delay(500); //wait for half a second, so it is easier to read
  char sender[10];
      dtostrf(Soilmoisture,1, 2, sender);
      client.publish("top_smart2", sender); //เปลี่ยน temp เป็นชื่ออะไรก็ได้ภาษาอังกฤษ ห้ามแต่ละกลุ่มเหมือนกัน และห้ามเหมือนข้างบน
//       client.publish("top_smart2", sender);
// client.publish("top_smart3", sender);
//  client.publish("top_smart4", sender);
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
  client.loop();
}
```

ก (2) โค้ดที่ใช้ในการดูค่าความชื้นในดินจุดที่ 3

```
#include <dummy.h>
#include <Arduino.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
const int led0 = 4;
const int led1 = 14;
const int led2 = 12;
const int led3 = 13;
const int ledwifi = 16;
const int ledmqtt = 5;
const char* ssid = "123456789";
const char* password = "123456789";
#define mqtt_server "ws-01.jetstream.gmbh"
#define mqtt_port 1883
#define mqtt_user "farmsuk"
#define mqtt_password "8kAA9Vi1xj_UpKgoklHKb"
WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);
#define SenSorPin A0
int output_value ;
const char *topic = "top_smart3";
//const char *topic2 = "top_smart2";
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
//const char *topic3 = "top_smart3";
//const char *topic4 = "top_smart4";
void callback(char *topic, byte *payload, unsigned int length) {
  //PubSubClient client(mqtt_server, mqtt_port, callback, espClient);
   Serial.print("Message arrived in topic: ");
   Serial.println(topic);
   Serial.print("Message:");
   String message;
   for (int i = 0; i < length; i++) {
       message = message + (char) payload[i];  // convert *byte to string
   }
}
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(115200);
  pinMode(led0,OUTPUT);
  pinMode(led1,OUTPUT);
  pinMode(led2,OUTPUT);
  pinMode(led3,OUTPUT);
  pinMode(ledwifi,OUTPUT);
  pinMode(ledmqtt,OUTPUT);
  //pinMode(pum1,OUTPUT);
  digitalWrite(led0,HIGH);
  digitalWrite(led1,HIGH);
  digitalWrite(led2,HIGH);
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
  digitalWrite(led3,HIGH);
 digitalWrite(ledwifi,LOW);
  digitalWrite(ledmqtt,LOW);
// connecting to a WiFi network
   WiFi.begin(ssid, password);
   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    digitalWrite(ledwifi, LOW);
       delay(500);
       Serial.println("Connecting to WiFi..");
   }
   digitalWrite(ledwifi, HIGH);
   Serial.println("Connected to the WiFi network");
   //connecting to a mqtt broker
   client.setServer(mqtt_server, mqtt_port);
   client.setCallback(callback);
}
void loop() {
   if (!client.connected()) {
    Serial.print("Attempting MQTT connection...");
    if (client.connect("ESP8266 Farm Top", mqtt_user, mqtt_password)) {
      digitalWrite(ledmqtt, HIGH);
      Serial.println("connected Jaaaaaa");
      client.subscribe("top_smart3");
//      client.subscribe("top_smart2");
//      client.subscribe("top_smart3");
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
//      client.subscribe("top_smart4");
        digitalWrite(ledmqtt, LOW);
        Serial.print("failed, rc=");
        Serial.print(client.state());
        Serial.println(" try again in 5 seconds na ja");
        delay(5000);
        return;
      }
  }
  //client.loop();
  // put your main code here, to run repeatedly:
  int Soil_moisture = analogRead(SenSorPin);
  int  Soilmoisture= map(Soil_moisture, 1024, 280, 0, 100);//690,220
  Serial.print("moisture raw : ");
  Serial.print(Soil_moisture);
  Serial.print("    moisture : ");
  Serial.print(Soilmoisture);
  Serial.println("%%");
  delay(500); //wait for half a second, so it is easier to rea
  char sender[10];
        dtostrf(Soilmoisture,1, 2, sender);
        client.publish("top_smart3", sender); //เปลี่ยน temp เป็นชื่ออะไรก็ได้ภาษาอังกฤษ ห้ามแต่ละกลุ่มเหมือนกัน และห้ามเหมือนข้างบน
//      client.publish("top_smart2", sender);
// client.publish("top_smart3", sender);
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
//  client.publish("top_smart4", sender);
  client.loop();
}
```

ก (2) โค้ดที่ใช้ในการดูค่าความชื้นในดินจุดที่ 4

```
#include <dummy.h>
#include <Arduino.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
const int led0 = 4;
const int led1 = 14;
const int led2 = 12;
const int led3 = 13;
const int ledwifi = 16;
const int ledmqtt = 5;
const char* ssid = "123456789";
const char* password = "123456789";
#define mqtt_server "ws-01.jetstream.gmbh"
#define mqtt_port 1883
#define mqtt_user "farmsuk"
#define mqtt_password "8kAA9Vi1xj_UpKgoklHKb"
WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);
#define SenSorPin A0
int output_value ;
const char *topic = "top_smart4";
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
//const char *topic2 = "top_smart2";
//const char *topic3 = "top_smart3";
//const char *topic4 = "top_smart4";
void callback(char *topic, byte *payload, unsigned int length) {
  //PubSubClient client(mqtt_server, mqtt_port, callback, espClient);
   Serial.print("Message arrived in topic: ");
   Serial.println(topic);
   Serial.print("Message:");
   String message;
   for (int i = 0; i < length; i++) {
       message = message + (char) payload[i];  // convert *byte to string
   }
}
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(115200);
  pinMode(led0,OUTPUT);
  pinMode(led1,OUTPUT);
  pinMode(led2,OUTPUT);
  pinMode(led3,OUTPUT);
  pinMode(ledwifi,OUTPUT);
  pinMode(ledmqtt,OUTPUT);
  //pinMode(pum1,OUTPUT);
  digitalWrite(led0,HIGH);
  digitalWrite(led1,HIGH);
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
  digitalWrite(led2,HIGH);
  digitalWrite(led3,HIGH);
 digitalWrite(ledwifi,LOW);
  digitalWrite(ledmqtt,LOW);
// connecting to a WiFi network
   WiFi.begin(ssid, password);
   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    digitalWrite(ledwifi, LOW);
       delay(500);
       Serial.println("Connecting to WiFi..");
   }
   digitalWrite(ledwifi, HIGH);
   Serial.println("Connected to the WiFi network");
   //connecting to a mqtt broker
   client.setServer(mqtt_server, mqtt_port);
   client.setCallback(callback);
}
void loop() {
   if (!client.connected()) {
    Serial.print("Attempting MQTT connection...");
     if (client.connect("ESP8266 Farm Top", mqtt_user, mqtt_password)) {
       digitalWrite(ledmqtt, HIGH);
       Serial.println("connected Jaaaaaa");
       client.subscribe("top_smart4");
//       client.subscribe("top_smart2");
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
//      client.subscribe("top_smart3");
//      client.subscribe("top_smart4");
      digitalWrite(ledmqtt, LOW);
      Serial.print("failed, rc=");
      Serial.print(client.state());
      Serial.println(" try again in 5 seconds na ja");
      delay(5000);
      return;
    }
  }
  //client.loop();
  // put your main code here, to run repeatedly:
  int Soil_moisture = analogRead(SenSorPin);
  int  Soilmoisture= map(Soil_moisture, 1024, 280, 0, 100);//690,220
  Serial.print("moisture raw : ");
  Serial.print(Soil_moisture);
  Serial.print("    moisture : ");
  Serial.print(Soilmoisture);
  Serial.println("%%");
  delay(500); //wait for half a second, so it is easier to read
  char sender[10];
      dtostrf(Soilmoisture,1, 2, sender);
      client.publish("top_smart4", sender); //เปลี่ยน temp เป็นชื่ออะไรก็ได้ภาษาอังกฤษ ห้ามแต่ละกลุ่มเหมือนกัน และห้ามเหมือนข้างบน
//      client.publish("top_smart2", sender);
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
// client.publish("top_smart3", sender);
//  client.publish("top_smart4", sender);
  client.loop();
}
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาคผนวก ข.

การลงพื้นที่สำรวจแปลงก่อนและหลังเพาะปลูก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University

ลิข
Copyrig ersity

Copyright © by Naresuan University

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล ธีรทัต กิ่งรัก

วัน เดือน ปีเกิด 29 พฤษภาคม 2544

ที่อยู่ปัจจุบัน 35/2 หมู่ 5 ตำบล ดงมูลเหล็ก อำเภอ เมือง จังหวัด เพชรบูรณ์ 67000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2562-ปัจจุบัน วท.บ (ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร เกรดเฉลี่ย 2.77

พ.ศ. 2556 ระดับมัธยมศึกษา (วิทย์-คณิต) โรงเรียนเพชรพิทยาคม ตำบลเมือง

อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ เกรดเฉลี่ย 3.22

กิจกรรมที่เข้าร่วม

1) โครงการอบรมเผยแพร่องค์ความรู้ด้านกรมอุตุนิยมวิทยา และการใช้ข้อมูลดาวเทียมในการ

วิเคราะห์ สภาพอากาศ

2) เข้าร่วมงาน TSG ด้านรีโมทเซนซิ่ง และโฟโตแกรม

3) ศึกษานอกสถานที่ ณ สถานีกรมอุตุนิยมวิทยา จ.พิษณุโลก

4) วิทยากรแนะแนวหลักสูตรภูมิศาสตร์ โรงเรียนพิษณุโลกวิทยาคม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved