การพัฒนาระบบเซนเซอร์สำหรับตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ เพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรแม่นยำด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

Development Of Sensor For Real-Time Monitoring And Analyzing Data For Precision Agriculture Application Using IoT

นัทกมล ผินนอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิศาสตร์
พฤศจิกายน 2563
สิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ และหัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาระบบเซนเซอร์สำหรับตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ เพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรแม่นยำด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง” “Development of Sensor for Real-Time Monitoring and Analyzing Data for Precision Agriculture Application Using IoT” ของ นัทกมล ผินนอก เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์

.....

(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เรื่อง “การพัฒนาระบบเซนเซอร์สำหรับตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ เพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรแม่นยำด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง” ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากบุคคลหลายท่านได้กรุณาและให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ลำดับแรกขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ สละเวลาอันมีค่าเป็นที่ปรึกษาพร้อมทั้งให้คำแนะนำและให้แนวคิดตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาภูมิศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ช่วยให้คำแนะนำในการจัดทำระบบและถ่ายทอดความรู้วิทยาการอันมีคุณค่ายิ่ง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยการดำเนินชีวิตของผู้วิจัย และขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านตลอดจนรุ่นพี่และเพื่อน ๆสาขาวิชาภูมิศาสตร์

เหนือสิ่งอื่นใดขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัวที่เปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษา คอยให้กำลังใจพร้อมกับการสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

นัทกมล ผินนอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาระบบเซนเซอร์สำหรับตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์เพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรแม่นยำด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
ผู้วิจัย	นัทกมล ผินนอก
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วท.บ. สาขาวิชาภูมิศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2562
คำสำคัญ	เซนเซอร์, เกษตรอัจฉะริยะ, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, การประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก, เกษตรแม่นยำ

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันพบว่าส่วนใหญ่ประชากรในประเทศไทยประกอบอาชีพทางการเกษตร โดยปัจจัยสำคัญหลัก ๆ ที่ทำให้ส่งผลต่อพืชของเกษตรนั้นมาจากค่าความชื้นของดินที่ไม่เหมาะสมต่อพืชแต่ละชนิด จึงอาจก่อให้เกิดความเสียหายได้ จึงได้มีการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการวางแผนการทำการเกษตรมากขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลจากเซนเซอร์ต้นทุนต่ำแบบเรียลไทม์ในการตรวจวัดความชื้นของดินแบบเชิงพื้นที่ เพื่อติดตามปัญหาการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณผลผลิตของพืชด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ระบบที่พัฒนาขึ้นถูกออกแบบให้ใช้ทำหน้าที่ 2 อย่างหลักๆ คือ 1) การติดตามความชื้นดินแบบเรียลไทม์ 2) ระบบแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify การทำงานของระบบจะใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ผ่านโซล่าเซลล์ไปยังที่เก็บไฟ เมื่อเซนเซอร์เริ่มทำงานระบบจะจำการวัดค่าความชื้นในดิน และแสดงค่าแบบเรียลไทม์บน Smart phone (Blynk Application) รวมถึงส่งข้อมูลไปยังเครื่องแม่ข่ายทุก ๆ 1 ชั่วโมง เพื่อทำการเก็บค่าไว้ในฐานข้อมูล (PostgreSQL) จากนั้นข้อมูลที่ถูกส่งไปยังฐานข้อมูลจะถูกเรียกมาแสดงในรูปแบบกราฟต่าง ๆ นอกจากนั้นยังมีการนำข้อมูลค่าความชื้นดินมาคำนวณหาการประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์บริเวณพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกร และจากเงื่อนไขที่ได้เขียนโปรแกรมไว้ หากเซนเซอร์ตรวจวัดได้ว่าความชื้นในดินต่ำกว่า 10% ระบบจะทำการแจ้งเตือนผ่านไลน์แอปพลิเคชันไปยังผู้ดูแล และนำข้อมูลที่อยู่บนในฐานข้อมูลบนเครือแม่ข่าย (Server) ผลการวิจัยดังกล่าวพบว่า ชุดอุปกรณ์เซนเซอร์นี้สามารถตรวจวัดความชื้นของดินได้และสามารถติดตามผลแบบ Real-Time ได้จริง และระบบแจ้งเตือนสามารถแจ้งเตือนได้ตามเงื่อนไขที่ จึงสามารถติดตามปัญหาและเพิ่มผลผลิตของพืชได้ตามวัตถุประสงค์ได้จริง ทำให้ลดความกังวลของปัญหาที่จะเกินขึ้นกับพืชได้และยังเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตได้อีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Title	Development of Sensor for Real-Time Monitoring and Analyzing Data for Precision Agriculture Application Using IoT
Author	Natkamol Pinnok
Advisor	Assistant Professor Dr.Sittichai Choosumrong
Academic Paper	Thesis B.S. Name of Degree in Geography, Naresuan University, 2020
Keywords	Sensor, Smart Farm, Internet of Things, Inverse Distance Weight, Precision agriculture

Abstract

Currently the majority of the population in Thailand is employed in agriculture the main factors that affect the crops of agriculture are due to the moisture value of the soil that is not suitable for each plant. This can cause damage. Therefore, more innovation and technology have been introduced to help plan agriculture This research aimed to develop real-time low-cost sensor data analysis systems to measure spatial soil moisture to track growth problems and increase the yield of plants with Internet of Thing (IoT) The developed system is designed to perform three main functions: 1) Real-time soil moisture tracking. 2) LINE Notify notification system. When the sensor humidity were acquire and display real-time on smart phone (Blynk Application). In the same time, the acquired data has sends data to the server to take into database (PostgreSQL). Then the data that is sent to the database will be retrieved and displayed in different graph formats. Soil moisture data is also used to calculate the distance back by weight estimation. To be used in the analysis of the cultivation area of farmers. And from the conditions in which the program was written If the sensor detects that the soil moisture is below 10%, an alert will be sent through the Line Application to the moderator. And bring the information on the database on the server network. (Server) Therefore it is possible to track the problem and increase the crop yield according to its objectives. As a result farmers are reducing the concerns of over-the-top problems with crops and increasing productivity.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ

บทที่ **หน้า**

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ความสำคัญของงานวิจัย 2

1.4 ขอบเขตการศึกษา 3

1.4.1 ขอบเขตด้านพื้นที่ 3

1.4.2 ขอบเขตด้านการศึกษา 3

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น 4

1.6 สมมติฐานงานวิจัย 4

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ 4

1.8 กรอบแนวคิด 6

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง 8

2.1.1 Arduino IDE 8

2.1.2 รูปแบบการเขียนโปรแกรม 9

2.1.3 WeMos D1 R1 ESP8266 11

2.1.4 เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor) 15

2.1.5 Python 15

2.1.6 Personal Home Page Tool (PHP) 16

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

2.1.7 ภาษา C/C++ 16
2.1.8 Hyper Text Markup Language (HTML) 17
2.1.9 JavaScript 18
2.1.10 Postgres SQL 18
2.1.11 PostGIS 19
2.1.12 Structured Query Language (SQL) 19
2.1.13 Ubuntu (Linux) 20
2.1.14 OSGeo Live 21
2.1.15 Server 21
2.1.16 GeoServer 22
2.1.17 Web Processing Service (WPS) 23
2.1.18 GRASS GIS (Geographic Resources Analysis Support System) 24
2.1.19 QGIS 25
2.1.20 Blynk 26
2.1.21 Line Notify 27
2.2 ความรู้เกี่ยวกับฐานข้อมูล (Database) 27
2.2.1 ระบบฐานข้อมูล (Database System) 27
2.2.2 ลักษณะข้อมูลในฐานข้อมูล 28

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

2.3 ระบบภูมิสารสนเทศผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือ Internet GIS/MIS 29
2.3.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) 29
2.3.2 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management Information System : MIS) 29
2.4 ระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Database System) 30
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 31

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 34
3.1 ภาพรวมของระบบ 34
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 36
3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) 36
3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ส่วนของซอฟแวร์ (Software) 38
3.3 การพัฒนาระบบเซนเซอร์ 38
3.3.1 การออกแบบระบบ 38
3.3.2 การออกแบบทางด้านเครือข่าย 39
3.3.3 การออกระบบเซนเซอร์วัดค่าความชื้น 39
3.3.4 ภาพรวมของการต่อวงจรเซนเซอร์ 40
3.4 ขั้นตอนการทำงาน 41
3.5 การออกแบบและสร้างฐานข้อมูล 42
3.5.1 การออกแบบฐานข้อมูล 42
3.5.2 การสร้างฐานข้อมูล 44

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

3.6 การเขียนโปรแกรมสำหรับ Sensor ด้วยโปรแกรม Arduino IDE 48
3.6.1 ขั้นตอนการใช้ชุดคำสั่งข้อมูล โดยโปรแกรม Arduino IDE 48
3.6.2 ชุดคำสั่งการส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล 51
3.7 การพัฒนา Web Service และ Application Service 54
3.7.1 การออกแบบ Web Service 54
3.7.2 การออกแบบโครงสร้างส่วนติดตามและตรวจสอบของ Web Service 55
3.7.3 การสร้างหน้า Web Service 55
3.7.4 การออกแบบ App Service 57
3.7.5 การออกแบบโครงสร้างส่วนติดตามและตรวจสอบของ Web Service 58
3.7.6 การสร้างหน้า App Service ด้วย Blynk 58
3.8 การแจ้งเตือนผ่าน Line Notify 63
3.8.1 การขอ Access Token 64
3.9 การสร้างการประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก 67
3.9.1 หลักการทำงานของการสร้างการประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก 68
3.9.2 การวิเคราะห์การประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนักด้วย OSGeolive 69

บทที่ 4 ผลการวิจัย 75
4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์ 75
4.2 ผลการส่งข้อมูลจากชุดอุปกรณ์เซนเซอร์เข้าสู่ฐานข้อมูล 76
4.3 ผลการติดตามและตรวจสอบชุดอุปกรณ์เซนเซอร์ทั้ง Web Service และ App Service 76
4.3.1 การติดตามและตรวจสอบผ่าน Web Service 76

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

4.3.2 การติดตามและตรวจสอบผ่าน App Service 78
4.4 ผลการแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify 79
4.5 ผลการวิเคราะห์การการประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก 79

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย 81
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 81
5.2 ปัญหาการวิจัยในการพัฒนา 82
5.3 อภิปรายผล 83
5.4 ข้อเสนอแนะ 83

บรรณานุกรม 84
ภาคผนวก ก. 85
ภาคผนวก ข. 88
ประวัติผู้วิจัย 121

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญรูป

บท **หน้า**

รูปที่ 1.1 แผนที่บริเวณแปลงองุ่น..... 3
รูปที่ 1.2 กรอบแนวความคิด..... 6
รูปที่ 2.1 โปรแกรม Arduino IDE..... 8
รูปที่ 2.2 เริ่มต้นใช้งานโปรแกรม..... 9
รูปที่ 2.3 เลือกบอร์ด Wemos D1 R1..... 9
รูปที่ 2.4 เลือกหมายเลข COM Port..... 10
รูปที่ 2.5 กดปุ่ม Verify ตรวจสอบความถูกต้อง..... 10
รูปที่ 2.6 กดปุ่ม Upload โค้ดไปยังบอร์ด Wemos D1 R1..... 11
รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบของบอร์ด..... 12
รูปที่ 2.8 ขาต่าง ๆ ของบอร์ด WeMos D1 R1..... 13
รูปที่ 2.9 แสดงอุปกรณ์เซนเซอร์ความชื้นดิน..... 15
รูปที่ 2.10 หลักการทำงานของ PHP..... 16
รูปที่ 2.11 OSGeo Live..... 21
รูปที่ 2.12 หลักการทำงานของ Server..... 21
รูปที่ 2.13 หลักการทำงานของ GeoServer..... 22
รูปที่ 2.14 กระบวนการทำงานของ Web Processing Service (WPS)..... 23
รูปที่ 2.15 GRASS GIS..... 24
รูปที่ 2.16 แสดงรายการอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อและแสดงผลในแอปพลิเคชัน Blynk..... 26
รูปที่ 2.18 Line Notify..... 27
รูปที่ 2.19 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ..... 30
รูปที่ 2.20 การแปลงข้อมูล Vector เป็น Raster..... 31
รูปที่ 3.1 แสดงภาพรวมและกระบวนการของระบบ..... 34
รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของระบบ..... 35

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญรูป (ต่อ)

บท **หน้า**

รูปที่ 3.3 การออกแบบและแสดงองค์ประกอบของระบบ..... 38
รูปที่ 3.4 แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่ายและอุปกรณ์ในระบบ..... 39
รูปที่ 3.5 แสดงแผนภาพการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์WeMos D1 R1..... 39
รูปที่ 3.6 การต่อวงจรระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์วัดความชื้นดิน..... 40
รูปที่ 3.7 การต่อวงจรเซนเซอร์..... 40
รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการทำงาน..... 41
รูปที่ 3.9 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูล..... 42
รูปที่ 3.10 เริ่มต้นการสร้างฐานข้อมูล..... 44
รูปที่ 3.11 สร้างฐานข้อมูล..... 44
รูปที่ 3.12 สร้างฐานข้อมูล..... 45
รูปที่ 3.13 สร้างตารางให้กับฐานข้อมูล..... 45
รูปที่ 3.14 สร้างตารางให้กับฐานข้อมูล..... 46
รูปที่ 3.15 สร้างตารางให้กับฐานข้อมูล..... 46
รูปที่ 3.16 สร้างตารางให้กับฐานข้อมูล..... 47
รูปที่ 3.17 สร้างตารางให้กับฐานข้อมูล..... 47
รูปที่ 3.18 ชุดคำสั่งที่ใช้สำหรับการทำงานชุดเซนเซอร์..... 48
รูปที่ 3.19 ตรวจสอบความถูกต้องของชุดคำสั่งที่เซนเซอร์..... 49
รูปที่ 3.20 เลือกบอร์ดให้กับโปรแกรมที่ใช้สำหรับชุดคำสั่ง..... 49
รูปที่ 3.21 เลือก COM Port ให้กับโปรแกรมที่ใช้สำหรับชุดคำสั่ง..... 50
รูปที่ 3.22 สิ้นสุดการ Upload ข้อมูลเข้าสู่บอร์ด..... 50
รูปที่ 3.23 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล..... 51
รูปที่ 3.24 แสดงสถานการณ์เชื่อมต่อ WiFi และแสดงค่าความชื้นดิน..... 52
รูปที่ 3.25 ส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล..... 52

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญรูป (ต่อ)

บท **หน้า**

รูปที่ 3.26 การทำงานของการส่งข้อมูลเซนเซอร์ไปยังฐานข้อมูล..... 53
รูปที่ 3.27 การเชื่อมต่อฐานข้อมูล..... 53
รูปที่ 3.28 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล..... 54
รูปที่ 3.29 โครงสร้างส่วนผู้ใช้งานของ Web Service..... 54
รูปที่ 3.30 โครงสร้างส่วนติดตามและตรวจสอบของ Web Service..... 55
รูปที่ 3.31 การเชื่อมต่อฐานข้อมูล รูปแบบของมอนิเตอร์..... 56
รูปที่ 3.32 การเชื่อมต่อฐานข้อมูล รูปแบบของกราฟ..... 56
รูปที่ 3.33 ภาษา html ในการแสดงไปยัง Web Browser..... 57
รูปที่ 3.34 โครงสร้างส่วนผู้ใช้งานของ App Service..... 57
รูปที่ 3.35 โครงสร้างส่วนติดตามและตรวจสอบของ Web Service..... 58
รูปที่ 3.36 โครงสร้างทำงานของ Blynk App..... 59
รูปที่ 3.37 Blynk App..... 59
รูปที่ 3.38 สร้าง Account สำหรับเริ่มต้นใช้งาน..... 60
รูปที่ 3.39 รายละเอียดของโปรเจค..... 60
รูปที่ 3.40 ออกแบบแอพพลิเคชัน..... 61
รูปที่ 3.41 ตั้งค่า Widget..... 61
รูปที่ 3.42 รหัส TOKEN..... 62
รูปที่ 3.43 ติดตั้งไลบรารี่..... 62
รูปที่ 3.44 โค้ดเชื่อมต่อกับ Blynk..... 63
รูปที่ 3.45 Line Notify..... 63
รูปที่ 3.46 การขอ Access Token..... 64
รูปที่ 3.47 การขอ Access Token..... 64
รูปที่ 3.48 การขอ Access Token..... 65

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญรูป (ต่อ)

บท **หน้า**

รูปที่ 3.49 การเชื่อมต่อกันระหว่าง LINE Notify และบอร์ดด้วยรหัส TOKEN..... 65
รูปที่ 3.50 เงื่อนไขที่กำหนดให้ส่งไปยัง LINE Notify..... 66
รูปที่ 3.51 ผลการแจ้งเตือนไลน์ผ่าน ESP8266..... 66
รูปที่ 3.52 OSGeolive..... 67
รูปที่ 3.53 หลักการทำงาน Inverse Distance Weight..... 68
รูปที่ 3.54 สร้างจุดด้วยโปรแกรม QGIS 2.4..... 69
รูปที่ 3.55 หลักการทำงานของ ZOO-Project..... 71
รูปที่ 3.56 การเชื่อมต่อกับ GRASS GIS..... 72
รูปที่ 3.57 การเรียกข้อมูลมาแสดงผล..... 73
รูปที่ 3.58 การทำงานของ WPS ด้วยคำสั่ง Execute..... 74
รูปที่ 3.59 ผลลัพธ์ที่ได้..... 74
รูปที่ 4.1 วงจรอุปกรณ์เซนเซอร์..... 75
รูปที่ 4.2 ตารางแสดงผลค่าความชื้น..... 76
รูปที่ 4.3 Web Service..... 78
รูปที่ 4.4 App Service ด้วย Blynk App..... 78
รูปที่ 4.5 App Service ด้วย Blynk App..... 79
รูปที่ 4.6 การประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก..... 80

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญตาราง

บท **หน้า**

ตารางที่ 2.1 แสดงตารางการต่อขา ๆ ของบอร์ด..... 14

ตารางที่ 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ..... 37

ตารางที่ 3.2 แสดงรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลเซนเซอร์..... 42

ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดที่จัดเก็บค่าเซนเซอร์..... 43

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันประชากรในประเทศไทยส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทางการเกษตรถือเป็นเรื่องที่สำคัญต่อระบบเศรษฐกิจ โดยจากข้อมูลสถิติการเกษตรประเทศไทยของสำนักงานเศรษฐกิจการรายงานว่า ประเทศไทยมีพื้นที่ 320.6 ล้านไร่ ในปี 2561 มีเนื้อที่ป่าไม้ 102.4 ล้านไร่ เนื้อที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร 149.2 ล้านไร่ และเนื้อที่ใช้ประโยชน์นอกการเกษตร 68.9 ล้านไร่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเนื้อที่ส่วนใหญ่ภายในประเทศเป็นพื้นที่สำหรับทำการเกษตร ต่อมาทำให้ในภาคเกษตรกรรมประเทศไทยถือได้ว่าถูกเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่จากการเกษตรสมัยก่อนที่ใช้วิธีดั้งเดิมที่ขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศ แต่เมื่อเข้าสู่ช่วงเกษตร 4.0 ได้เปลี่ยนวิธีจาการปลูกพืชในลักษณะเดิม ๆ มาเป็นการทำการเกษตรที่ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมยุคใหม่มาช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร นำเทคโนโลยีและนวัตกรรมเข้ามาช่วยในการเพาะปลูกและการจัดการ เพื่อควบคุมการดำเนินงานพัฒนาไปสู่การทำเกษตรแบบแม่นยำมากขึ้น เช่น การใช้ระบบเซนเซอร์ความชื้นดิน (Soil Moisture Sensor) สำหรับจัดเก็บข้อมูลค่าสภาพแวดล้อมพื้นที่เพาะปลูก เพื่อนำข้อมูลไปวางแผนเตรียมรับมือในทุกสภาวะได้ เนื่องจากสภาพอากกาศที่เปลี่ยนแปลงไปของโลก ทำให้เกษตรกรไม่สามารถล่วงรู้ล่วงหน้าเป็นการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิต ช่วยลดต้นทุนได้ในระยะยาวและช่วยลดการคาดการณ์ความผิดพลาดจากเกษตรกร เป็นการเพิ่มมูลค่าของปริมาณและผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งเกษตรกรสามารถควบคุมทุกอย่างผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ เป็นการนำเทคโนโลยีจำพวก Internet of Things (IoT) มาใช้ให้เกิดประโยชน์ ทำให้เกิดการใช้งานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของผู้ใช้งานมากขึ้น มีการใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์มือถือหรือโน้ตบุ๊ค เป็นต้น ในปัจจุบันเป็นอุปกรณ์หลักที่คนทั่วไปใช้เข้าถึงข้อมูล ข่าวสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต IoTจึงได้เข้ามามีบทบาทช่วยลดช่องว่างระหว่างผู้คนทุกเพศทุกวัย เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและอำนวยความสะดวกสบายสามารถที่จะเข้าถึงอินเทอร์เน็ตและใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น

เกษตรแม่นยำ (Precision agriculture) เป็นการทำเกษตรด้วยการใช้นำเทคโนโลยีและนวัตกรรมเครื่องจักรที่มีความแม่นยำสูงเข้ามาช่วยในการทำงาน โดยให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุด ในยุคที่แรงงานในภาคเกษตรลดลงอย่างต่อเนื่อง ทำให้ภาคการเกษตรเริ่มมีการปรับตัวโดยนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาปรับปรุงและประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

ผลิตมากขึ้น เป็นรูปแบบการทำเกษตรแบบใหม่ที่จะทำให้การปลูกพืชมีภูมิคุ้มกันต่อสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป โดยการนำเอาข้อมูลของภูมิอากาศมาใช้ในการบริหารจัดการ ดูแลพื้นที่เพาะปลูก เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพอากาศที่เกิดขึ้น รวมถึงการเตรียมพร้อมรับมือกับสภาพอากาศที่จะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลจากเซนเซอร์แบบเรียลไทม์ เพื่อติดตามปัญหาการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณผลผลิตของพืชของเกษตรกร โดยข้อมูลที่ได้จะออกมาในรูปแบบของการประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก (Inverse Distance Weight : IDW) ทำให้ลดระยะเวลาและคาดการณ์ได้อย่างแม่นยำมากขึ้น โดยสามารถติดตามได้จากสมาร์ทโฟนทำให้รับรู้ข้อมูลได้รวดเร็ว และแก้ปัญหาได้ทันถ่วงที

1.2 วัตถุประสงค์

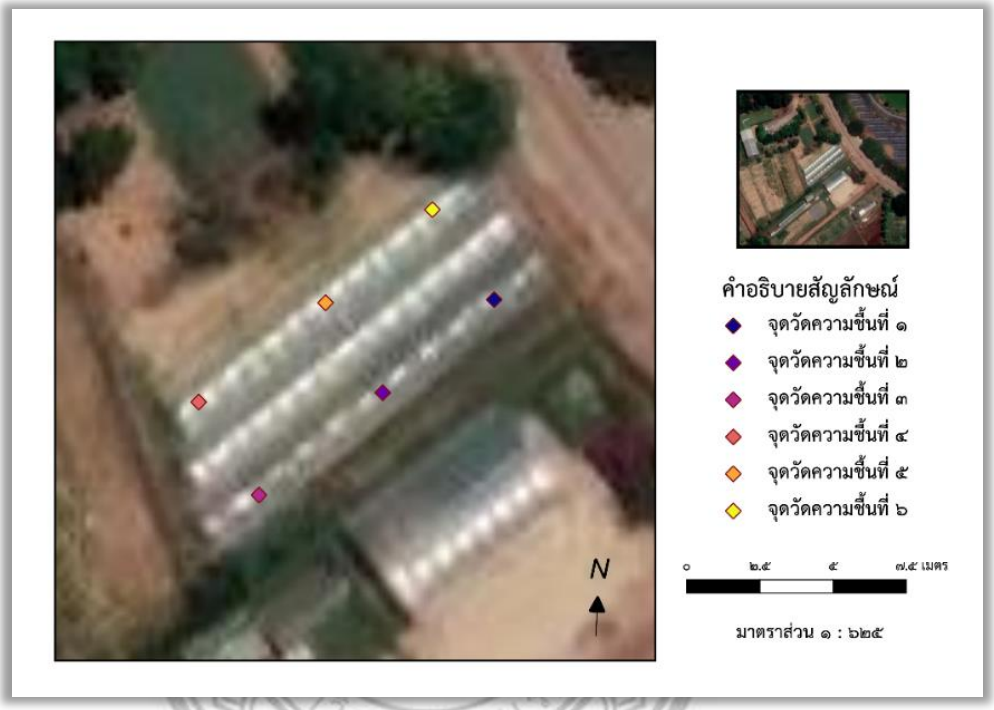
พัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลจากเซนเซอร์แบบเรียลไทม์ในการตรวจวัดความชื้นของดินแบบเชิงพื้นที่ เพื่อติดตามปัญหาการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณผลผลิตของพืช

1.3 ความสำคัญของงานวิจัย

การนำเทคโนโลยีระบบเซนเซอร์เข้ามาช่วยในการตรวจวัดความชื้นของดินแบบเรียลไทม์ เพื่อติดตามปัญหาการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณผลผลิตของพืช สัตว์ เนื่องจากระบบเซนเซอร์สามารถแจ้งเตือนผลการตรวจวัดค่าต่าง ๆ ของดินที่ใช้ในการเพาะปลูกได้ ออกมาในรูปแบบของการประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก (IDW) ซึ่งจะสามารถประเมินได้ว่าบริเวณพื้นที่แปลงปลูกพืชเหมาะสมหรือสามรถติดตามปัญหาและเพิ่มปริมาณผลผลิตกับพืชได้หรือไม่ จะส่งผลให้เกษตรกรสามารถนำไปจัดการกับพืชทางการเกษตร เพื่อวางแผนล่วงหน้าได้อย่างแม่นยำและเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

1.4 ขอบเขตการศึกษา



รูปที่ 1.1 แผนที่บริเวณแปลงองุ่น

1.4.1 ขอบเขตด้านพื้นที่

พื้นที่แปลงทดลองปลูกองุ่นคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

1.4.2 ขอบเขตด้านการศึกษา

ในงานวิจัยนี้จัดทำอุปกรณ์เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดความชื้นของดินในการปลูกพืชแบบเรียลไทม์ เพื่อทดสอบการรับส่งค่าไปยัง Server จากเซนเซอร์จำนวน 6 ชุด จากนั้นทำการสร้าง IDW ด้วย Python ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับวิเคราะห์ความเหมาะสมของสภาพดินเชิงพื้นที่

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

งานวิจัยนี้ใช้ระบบเซนเซอร์ในการตรวจวัดค่าความชื้นของดินเป็นปัจจัยหลัก เพื่อติดตามปัญหาการเจริญเติบโตและติดตามปริมาณผลผลิตของพืช

1.6 สมมติฐานงานวิจัย

การพัฒนาระบบเซนเซอร์ตรวจวัดค่าความชื้น เพื่อทดสอบการรับ-ส่งค่าไปยัง Server เพื่อให้ได้ทราบค่าความชื้นดินภายในแปลงเพาะปลูก ทำให้ทราบถึงความเหมาะสมในการให้น้ำที่เหมาะสมสำหรับพืชและยังสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตได้มากขึ้น

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

รูปแบบเกษตรกร (Farmer System)

เกษตรกร 1.0 เป็นเกษตรกรแบบดั้งเดิม หรือ Traditional เกษตรกรกลุ่มนี้มีพื้นที่เพาะปลูกน้อย เน้นการใช้แรงงานคนและยังต้องต่อสู้กับปัญหาสภาพสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง เช่น สภาพอากาศ ฝนตกชุก อากาศร้อนจัด การขาดแคลนน้ำ และที่สำคัญคือราคาผลผลิตที่ต่ำกว่าราคาตลาดทั่วไปอย่างมาก เพราะเกษตรกรไม่มีช่องทางการจัดจำหน่าย ทำให้ต้องพึ่งพาคนกลางเพื่อจัดจำหน่ายให้แทน จึงไม่มีอำนาจต่อรองในเรื่องราคาผลผลิต

เกษตรกร 2.0 เป็นเกษตรกรแบบประยุกต์ใช้เครื่องจักรเบา หรือ Light Machinery เกษตรกรกลุ่มนี้มีการปรับเปลี่ยนไปตามยุคสมัย เริ่มนำเครื่องจักรเบามาใช้แทนแรงงาน เช่น เครื่องสูบน้ำ เครื่องฉีดพ่น และแทรกเตอร์ขนาดเล็ก เป็นต้น รวมถึงมีการวางระบบต่าง ๆ มากขึ้น เช่น การวางระบบน้ำแบบหยด แบบสปริงเกอร์ หรือแบบพ่นหมอก หรือระบบจัดเก็บผลผลิต เป็นต้น ดังนั้น เกษตรกรรูปแบบนี้คือกลุ่มที่มีรายได้มากพอจะลงทุนกับเครื่องจักรเบาหรือระบบต่าง ๆ จึงช่วยในการทุ่นแรงเกษตรกรได้มากกว่าแบบดั้งเดิม

เกษตรกร 3.0 เป็นเกษตรกรแบบประยุกต์ใช้เครื่องจักรหนัก หรือ Heavy Machinery เกษตรกรกลุ่มนี้มีการลงทุนสูงขึ้น โดยการนำเครื่องจักรที่ใช้เทคโนโลยี หรือเครื่องจักรที่มีราคาสูงมาประยุกต์ใช้ในการทำเกษตร เช่น เครื่องสูบน้ำ รถเกี่ยวนวดข้าว แทรกเตอร์ขนาดใหญ่ เครื่องคัดแยกขนาด เป็นต้น ทั้งนี้ก็เพื่อการทุ่นแรง ช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เพิ่มคุณภาพ หรือเพื่อการแปรรูปผลผลิต เป็นต้น ส่วน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

ใหญ่จะเป็นบริษัทฯ ทางการเกษตรที่ต้องการกำลังการผลิตมาก มีช่องทางการจัดจำหน่ายของตนเองที่แน่นอน หรือผลิตเพื่อการส่งออก เป็นต้น

เกษตรกร 4.0 เป็นเกษตรกรประยุกต์ใช้ระบบอัจฉริยะ หรือ Smart Farmer เกษตรกรกลุ่มนี้นำเทคโนโลยีและนวัตกรรมเข้ามาช่วยในการเพาะปลูก การจัดการ และการตลาด เพื่อควบคุมการดำเนินงานเพื่อพัฒนาไปสู่การทำเกษตรแบบแม่นยำมากขึ้น ตัวอย่างนวัตกรรมการเกษตร เช่น ระบบรดน้ำหรือเพาะปลูกพืชแบบอัจฉริยะ เครื่องบินโดรน ระบบแสดง GPS ระบบ Data Management เป็นต้น ซึ่งเกษตรกรสามารถควบคุมทุกอย่างผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ เป็นการนำเทคโนโลยีจำพวก Internet of Things (IoTs) Machine Learning และ Artificial Intelligence (AI) มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เซนเซอร์ (Sensor) หมายถึง เป็นอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณหรือปริมาณทางฟิสิกส์ต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น เสียง แสง แรงทางกล ความดันบรรยากาศ ระยะกระจัด ความเร็ว อัตราเร่ง ระดับของๆเหลว และอัตราการไหลจากนั้นจะทำหน้าที่เปลี่ยนเป็นสัญญาณออก หรือปริมาณเอาต์พุตที่ได้จากการวัดในอีกรูปแบบหนึ่งที่สามรถนำไปประมวลผลต่อได้

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) หมายถึง การที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ต โดยไม่ต้องป้อนข้อมูล การเชื่อมโยงนี้ง่ายจนทำให้เราสามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ไปจนถึงการเชื่อมโยงการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ซึ่งแตกต่างจากในอดีตที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นเพียงสื่อกลางในการส่งและแสดงข้อมูลเท่านั้น

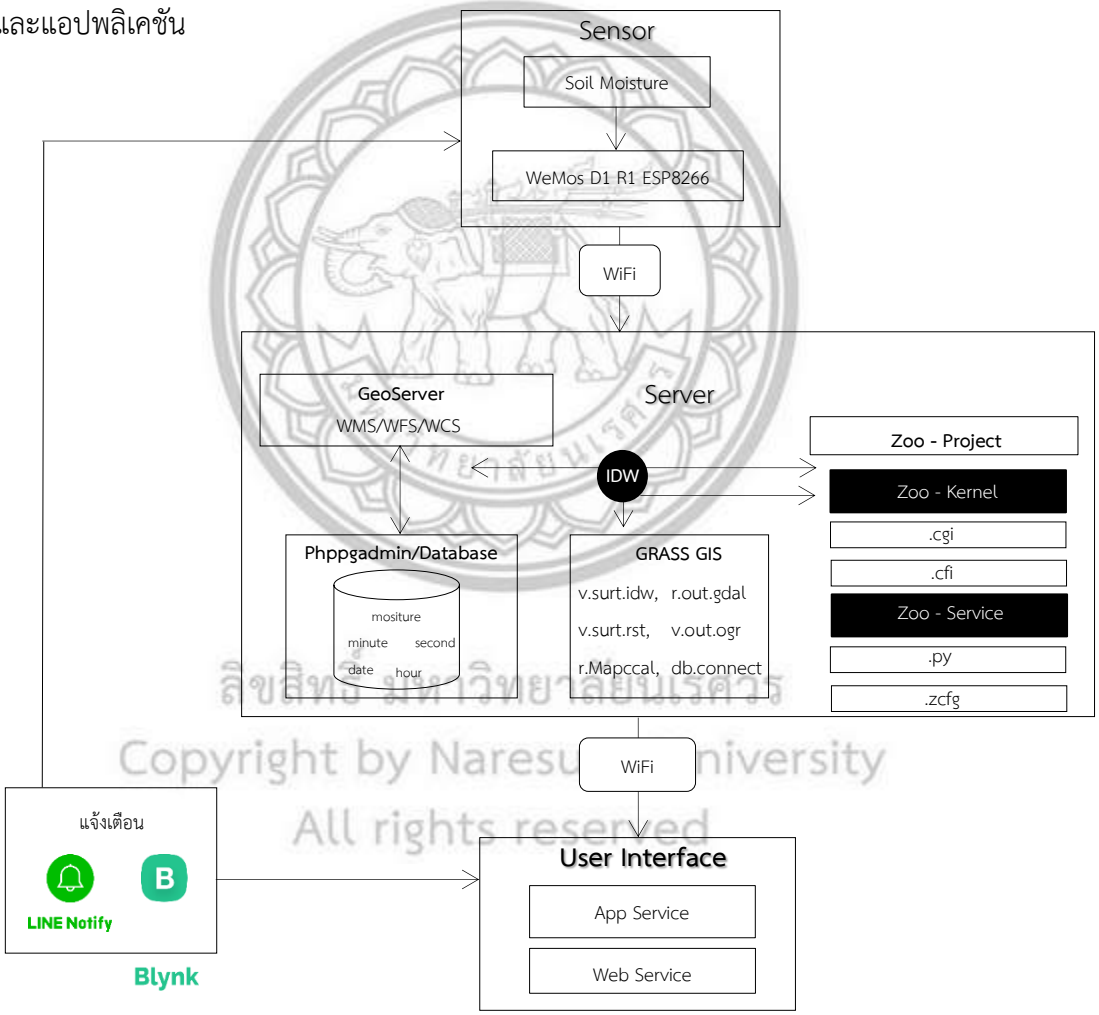
การเกษตรแม่นยำสูง (Precision Agriculture) หมายถึง รูปแบบการเกษตรที่นำเทคโนโลยีและการจัดการข้อมูลมาใช้ภายในฟาร์ม เพื่อการบริหารจัดการพื้นที่ให้มีความเหมาะสมและแม่นยำขึ้น การเกษตรแม่นยำสูงได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในภาคอุตสาหกรรมการเกษตร หัวใจสำคัญของการนำเทคโนโลยีมาใช้ในภาคการเกษตร เพื่อลดค่าใช้จ่าย เนื่องจากเกษตรกรสามารถคาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้น ในอนาคตได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น

การประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก (Inverse Distance Weight : IDW) หมายถึง วิธีการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ในช่วงแบบต่อเนื่อง โดยทำการคำนวณค่าจุดตัวอย่างแต่ละตำแหน่งที่ส่งผลกระทบต่อตำแหน่งหรือบริเวณที่ต้องการประมาณค่าได้ ซึ่งผลกระทบสัมพันธ์กับระยะทาง คือ จุดที่อยู่ใกล้กับตำแหน่งที่ต้องการคำนวณหาค่าจะมีน้ำหนักมากกว่า จุดที่อยู่ไกลออกไปวิธีการนี้เหมาะกับกรณีที่ค่าของตัวแปรที่นำมาคำนวณนั้นมีการปรับค่าตามระยะทางจุดตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

1.8 กรอบแนวคิด

การพัฒนาระบบเซนเซอร์สำหรับตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลจากเซนเซอร์แบบเรียลไทม์ เพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรแม่นยำ มีกระบวนการทำงานดังนี้ เริ่มจากศึกษาสำรวจและลงพื้นที่ในแปลงตัวอย่าง นำเซนเซอร์วัดความชื้นดินที่ต่อเข้ากับ Wemos D1 R1 Bord ติดตั้งบริเวณแปลงตัวอย่าง ได้ข้อมูลค่าความชื้นดินเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล phpPgAdmin โดยระบบเซนเซอร์นี้ จะสามารถส่งค่าความชื้นของดินเข้าในระบบฐานข้อมูลแบบเรียลไทม์ นอกจากนี้ข้อมูลค่าความชื้นจะแสดงผลในรูปแบบเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

รูปที่ 1.2 กรอบแนวความคิด

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.9.1 ได้ระบบวิเคราะห์ข้อมูลแบบอัตโนมัติที่สามารถนำข้อมูลที่ได้ใช้ในการวิเคราะห์ วางแผนล่วงหน้าได้อย่างแม่นยำและเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตได้

1.9.2 ลดภาระค่าใช้จ่ายให้กับเกษตรกร ยังสามารถหาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชได้อีกด้วย

1.9.3 เกษตรกรสามารถนำไปจัดการกับพืชทางการเกษตรเพื่อวางแผนล่วงหน้าได้อย่างแม่นยำและเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

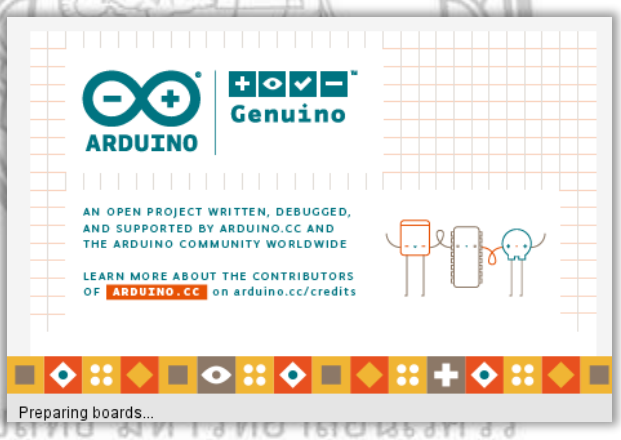
บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะนำเสนอการค้นคว้า แนวคิดทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมถึงเทคนิคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อประยุกต์ใช้กับงานวิจัย นอกจากนั้นยังได้ทำการศึกษาวิทยานิพนธ์บทความงานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาต่อยอดในงานวิจัยนี้ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการออกแบบเครือข่ายเซนเซอร์ในส่วนของการรับ – ส่งค่าไปยังเครือแม่ข่ายแบบเรียลไทม์ ดังนี้

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 Arduino IDE



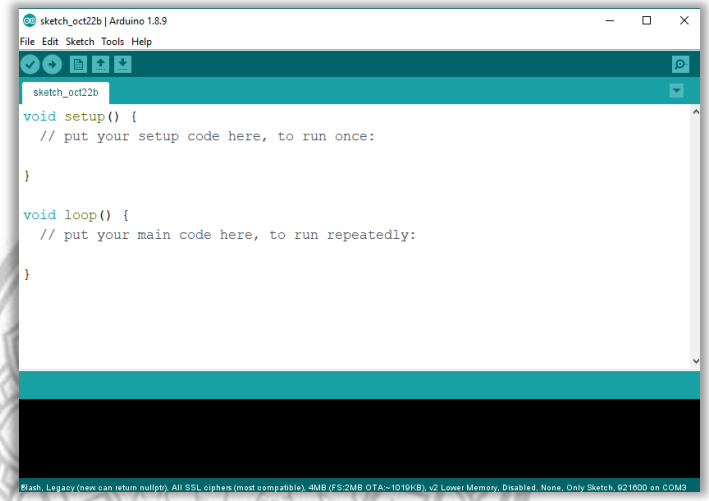
รูปที่ 2.1 โปรแกรม Arduino IDE

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยบูรพา
Copyright by Burapha University
All rights reserved

เป็นโปรแกรมสำหรับใช้เขียนโปรแกรมคอมไพล์ และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino หรือบอร์ดตัวอื่น ๆ ที่คล้ายกัน เช่น Generic ESP8266 modules, NodeMCU หรือ WeMos D1 เป็นต้น เป็นโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษา C/C++ สำหรับ Arduino หรือเป็นภาษาสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์และบันทึกเป็น Intel Hex File จะอัปโหลด Intel Hex File ลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งอยู่บนบอร์ดผ่านสาย USB

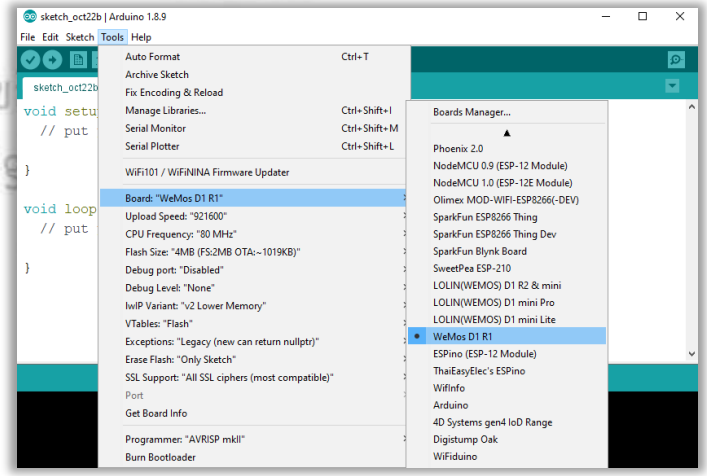
2.1.2 รูปแบบการเขียนโปรแกรม

1. เริ่มต้นการเขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ด้วยโปรแกรม Arduino IDE ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จาก Arduino.cc/en/main/software



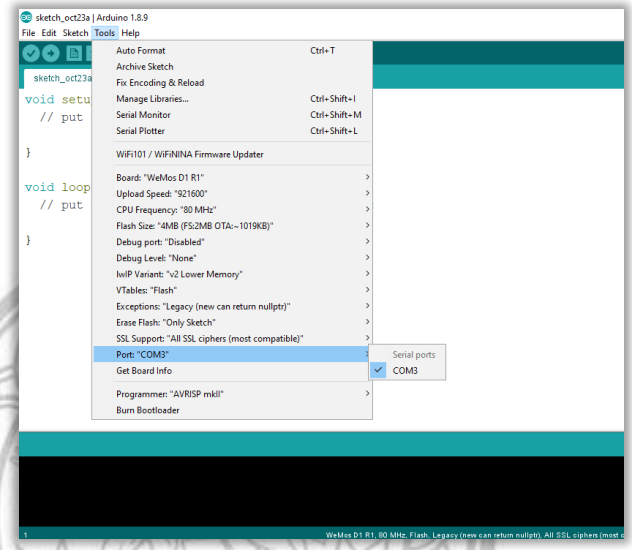
รูปที่ 2.2 เริ่มต้นใช้งานโปรแกรม

2. เลือกบอร์ด Wemos D1 R1 ให้ตรงกับรุ่นที่ต่อใช้งานอยู่



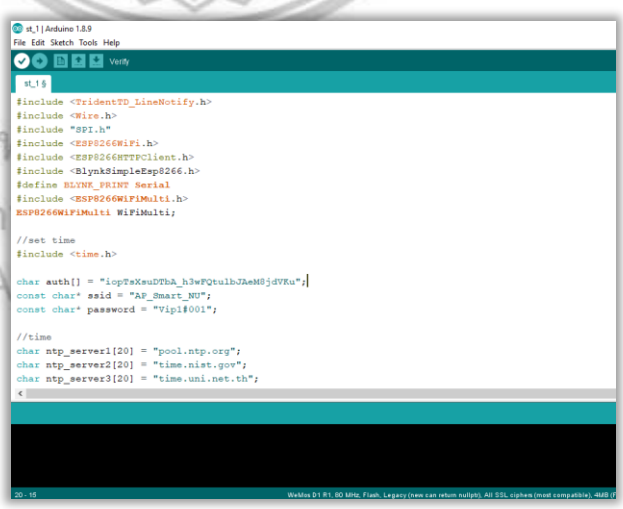
รูปที่ 2.3 เลือกบอร์ด Wemos D1 R1

3. เลือกหมายเลข COM Port ให้ตรงกับที่จะเชื่อมต่อบอร์ดที่เสียบสาย USB เข้ากับคอมคอมพิวเตอร์



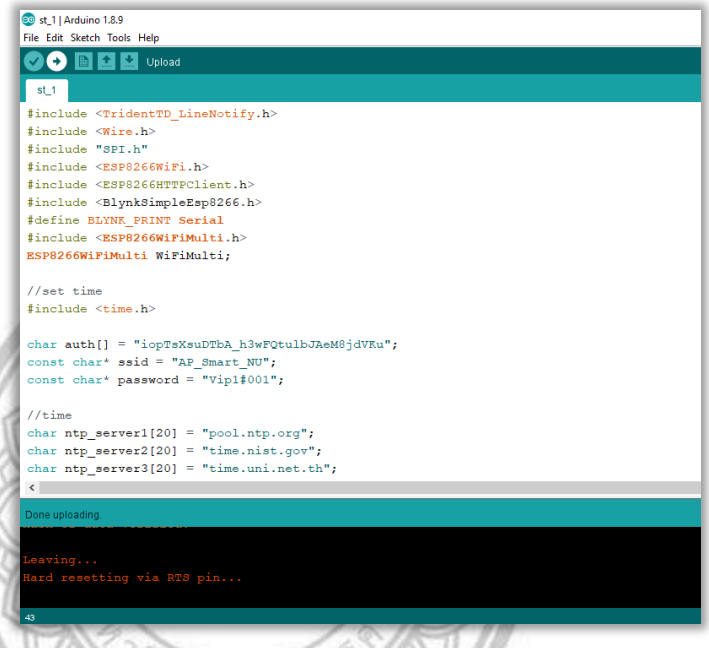
รูปที่ 2.4 เลือกหมายเลข COM Port

4. เขียนโปรแกรมด้วย Arduino IDE กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง



รูปที่ 2.5 กดปุ่ม Verify ตรวจสอบความถูกต้อง

5. กดปุ่ม Upload โค้ดไปยังบอร์ด Wemos D1 R1 ผ่านทางสาย USB เมื่ออัปโหลดเรียบร้อยแล้ว จะแสดงข้อความแถบ “Done uploading” และบอร์ดจะเริ่มทำงานตามที่เขียนโปรแกรมไว้ได้ทันที



รูปที่ 2.6 กดปุ่ม Upload โค้ดไปยังบอร์ด Wemos D1 R1

2.1.3 WeMos D1 R1 ESP8266

เป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) เป็นชิ้นส่วนหลัก ถูกนำมาประกอบร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน โดยในแต่ละรุ่นอาจมีความแตกต่างกันในเรื่องของขนาดของบอร์ดหรือสเปค เช่น จำนวนของขารับส่งสัญญาณ แรงดันไฟที่ใช้ประสิทธิภาพของ MCU เป็นต้น

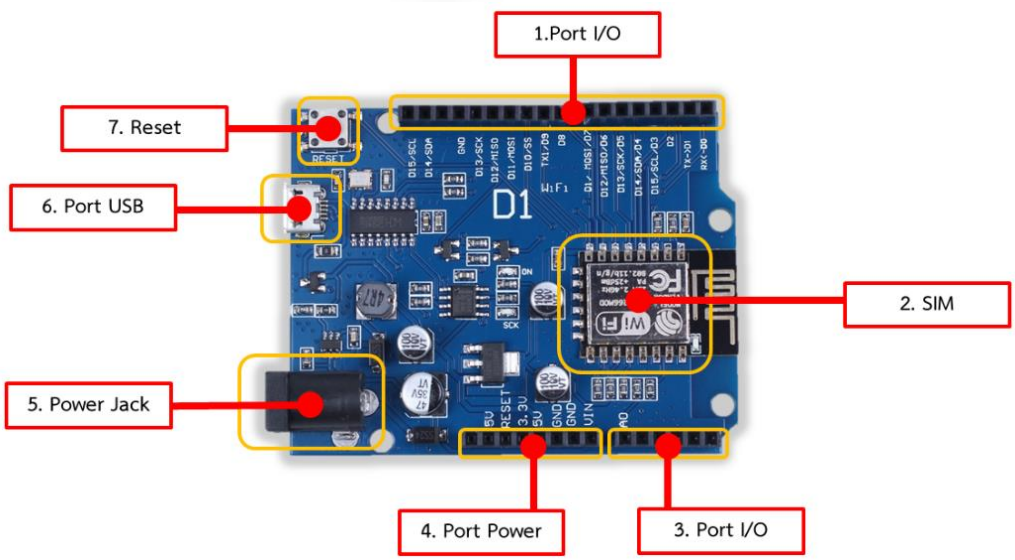
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สามารถใช้โปรแกรม Arduino IDE สำหรับพัฒนาและอัพโหลดโปรแกรม และสามารถใช้ library ของ Arduino ได้ โดยตัวบอร์ดมีคุณสมบัติเดียวกับ NodeMCU คือ มีเสาสัญญาณ Wi-Fi มาให้ในตัว ใช้ความถี่ 2.4 Ghz จึงทำให้สามารถเชื่อมต่อ Internet เหมาะสำหรับนำไปพัฒนาด้าน Internet of Tings

คุณสมบัติ

1. Pin Input/Output แบบ Digital 11 ขา ทั้งหมดมี interrupt/pwm/I2C/ (ยกเว้น D0)
2. Input แบบ Analog 1 Input (Input สูงสุด 3.2V)
3. การเชื่อมต่อแบบ Micro US ช่องเสียบกำลังไฟ 9-24
4. ใช้งานร่วมกับ Arduino และ NodeMCU

ส่วนประกอบของบอร์ด WeMos D1 R1 ESP8266



รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบของบอร์ด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

1. I/O Port หรือ Digital I/O : อินพุต (input) และเอาท์พุต (output) แบบ Digital ได้ทุกพิน (Pin) รองรับอินเทอร์รัพท์ (Interrupt)/pwm/I2C/หนึ่งสายยกเว้น D0

2. SIM : รองรับเฉพาะซิมการ์ด Nano

3. I/O Port : ช่องรับสัญญาณอนาล็อก (Analog) 1 ขา

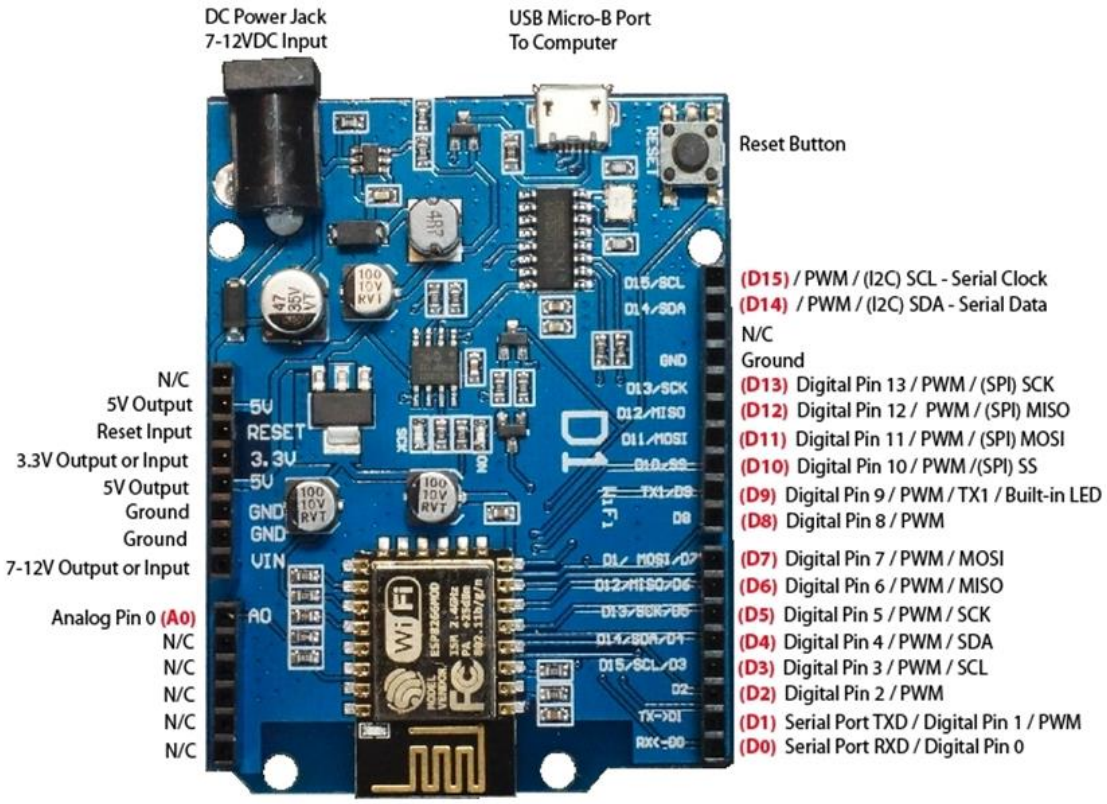
4. Power Port : ช่องเสียบกำลังไฟ ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3V, +5V,GND, Vin เพื่อจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก

5. Power Jack : รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระว่าง 7-12V

6. USB Port : เป็นการเชื่อมต่อแบบ Micro USB สำหรับต่อเข้ากับ Computer เพื่ออัปโหลดโปรแกรมเข้าบอร์ด และจ่ายไฟให้กับบอร์ด

7. Reset : ปุ่ม Reset บอร์ด เมื่อต้องการเริ่มการทำงานใหม่

Layout & Pin out Wemos Board (Model : Wemos D1 R1)



รูปที่ 2.8 ขาต่าง ๆ ของบอร์ด WeMos D1 R1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Input / Output Pins:

เป็นการใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ เพื่อทำการติดต่อรับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก เป็นการติดต่อรับส่งข้อมูลจากผู้ใช้งานและอุปกรณ์ภายนอก โดย GPIO แบบที่มีทั้ง Analog และ Digital ดังนี้

1. สัญญาณอนาล็อก (Analog) หมายถึง สัญญาณข้อมูลแบบต่อเนื่อง มีขนาดของสัญญาณไม่คงที่ มีลักษณะเป็นเส้นโค้งต่อเนื่องกันไป

2. สัญญาณดิจิตอล (Digital) หมายถึง สัญญาณที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่องที่มีขนาดแน่นอน เป็นสัญญาณที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการทำงานและติดต่อสื่อสารกัน

PIN	FUNCTION	ESP-8266 PIN
TX	TXD	TXD
RX	RXD	RXD
A0	Analog input, max 3.3V input	A0
D0	IO	GPIO16
D1	IO, SCL	GPIO5
D2	IO, SDA	GPIO4
D3	IO, 10k Pull-up	GPIO0
D4	IO, 10k Pull-up, BUILTIN_LED	GPIO2
D5	IO, SCK	GPIO14
D6	IO, MISO	GPIO12
D7	IO, MOSI	GPIO13
D8	IO, 10k Pull-down, SS	GPIO15
G	Ground	GND
5V	5V	-
3V3	3.3V	3.3V
RST	Reset	RST

ตารางที่ 2.1 แสดงตารางการต่อขา ๆ ของบอร์ด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนครพนม
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.1.4 เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor)

รูปที่ 2.9 แสดงอุปกรณ์เซนเซอร์ความชื้นดิน

เซนเซอร์สำหรับวัดความชื้นในดิน สามารถต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ขาอนาล็อกอินพุตอ่านค่าความชื้น เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เซนเซอร์ที่ สามารถวัดความชื้นในดิน โดยการสื่อสารระหว่างเซนเซอร์วัดความชื้น – ไมโครคอนโทรลเลอร์ สื่อสารกันด้วยวิธี Single-wire Two-way Serial interface คือ การสื่อสารอนุกรมสองทาง โดยมีการส่งข่าวสารตอบกลับไปมาระหว่างผู้สื่อสาร ซึ่งจากรูปที่ 2.9 นั้น จะเห็นขาของอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการส่งข้อมูล (A0) เพียงเส้นเดียวและส่งข้อมูลได้ทั้งจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปที่ตัวเซนเซอร์

2.1.5 Python

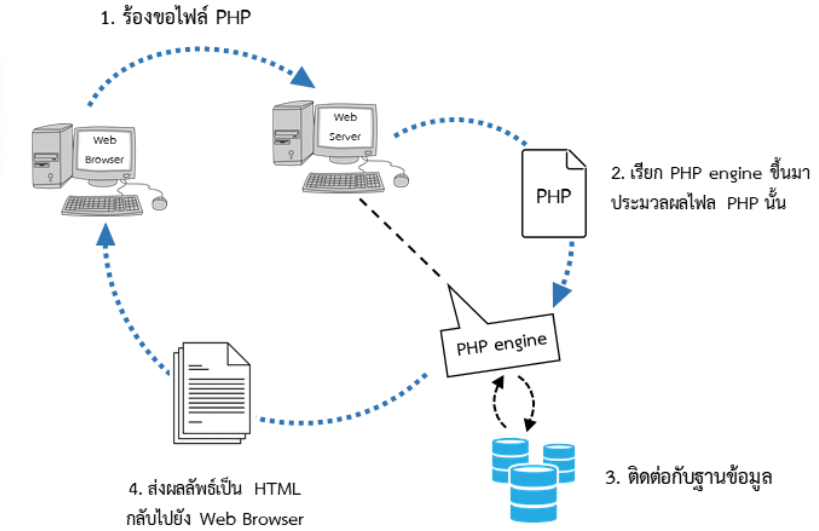
เป็นภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาหนึ่ง ซึ่งเป็นภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับสูง ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์ม สามารถรันภาษา Python ได้ทั้งบนระบบ Unix Linux หรือแม้แต่ระบบ FreeBSD โดยถูกออกแบบมาให้เป็นภาษาสคริปต์ที่อ่านง่าย โดยตัดความซับซ้อนของโครงสร้างและไวยกรณ์ของภาษาออกไป ในส่วนของการแปลงชุดคำสั่งที่เราเขียนให้เป็นภาษาเครื่อง Python มีการทำงานแบบ Interpreter คือเป็นการแปลชุดคำสั่งทีละบรรทัด เพื่อป้อนเข้าสู่หน่วยประมวลผลให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่เราต้องการ นอกจากนั้นภาษาโปรแกรม Python ยังสามารถนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมได้หลากหลายประเภท โดยไม่ได้จำกัดอยู่ที่งานเฉพาะทางใดทางหนึ่ง (General-purpose language) จึงทำให้มีการนำไปใช้กันแพร่หลายในหลายองค์กรใหญ่ระดับโลก เช่น Google, YouTube, Instagram, Dropbox และ NASA เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.1.6 Personal Home Page Tool (PHP)

เป็นภาษาสคริปต์ (Scripting Language) คำสั่งต่าง ๆ จะเก็บในรูปของข้อความ (Text) เขียนแทรกอยู่ภายในภาษา HTML หรือใช้งานอิสระก็ได้ แต่มักใช้งานร่วมกับภาษา HTML ดังนั้นการเขียนโปรแกรมนี้ต้องมีความรู้ด้านภาษา HTML เป็นอย่างดี สามารถใช้โปรแกรมประยุกต์มาช่วยอำนวยความสะดวกในการสร้างงานได้

ภาษา PHP จัดอยู่ในประเภทการเขียนโปรแกรมบนเว็บ (Web-based Programming) เนื่องจากจะเก็บโค้ดคำสั่งหรือสคริปต์ทั้งหมดที่เขียนขึ้นมาไว้บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่เดียว (Web Server) และให้ผู้ใช้งาน (Client) เรียกใช้งานโปรแกรมผ่านเว็บเบราเซอร์ต่าง ๆ เช่น Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, Opera, Safari ฯลฯ เพื่อนำข้อมูลมาแสดงผลที่หน้าจอของผู้ใช้แต่ละคน



Copyright by Naresuan University
All rights reserved

รูปที่ 2.10 หลักการทำงานของ PHP

2.1.7 ภาษา C/C++

ภาษา C++ เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมได้ทั้งแบบออบเจ็ค (Object) และการเขียนแบบปกติทั่วไป และยังมีเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการจัดการและเข้าถึงระดับหน่วยความจำ นอกจากนี้ยังถูกนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมแบบต่าง ๆ มากมาย เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ระบบฝังตัว (Embedded) เว็บเซิร์ฟเวอร์ การพัฒนาเกมและแอพพลิเคชันที่ต้องการประสิทธิภาพอย่างสูง

ภาษา C++ เป็นภาษาที่ถูกออกแบบมาในการเขียนโปรแกรมระบบ ซึ่งมีประสิทธิภาพและความยืดหยุ่นในการออกแบบโปรแกรมสูง C++ เป็นภาษาที่ต้องคอมไพล์ก่อนที่จะนำไปใช้งาน ซึ่งสามารถพัฒนาได้ในหลายๆ แพลตฟอร์ม ซึ่งได้รับการสนับสนุนโดยองค์กรต่าง ๆ ที่ประกอบไปด้วย Free Software Foundation (FSF's GCC) LLVM Microsoft Intel และ IBM

2.1.8 Hyper Text Markup Language (HTML)

เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเขียนเว็บเพจ ใช้แสดงผลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในลักษณะของข้อความ รูปภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ ภาษา HTML สามารถกำหนดรูปแบบและโครงสร้างได้ง่าย จึงทำให้ได้รับความนิยม และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ใช้งานง่ายขึ้น และตอบสนองต่องานด้านกราฟิกมากยิ่งขึ้น และสนับสนุนการแสดงผลในเว็บบราวเซอร์มากมาย และบันทึกในรูปของไฟล์นามสกุล htm หรือ html

โครงสร้างของภาษา HTML

การเขียน Home Page ด้วยภาษา HTML จะประกอบด้วยส่วนประกอบ 2 ส่วน ดังนี้

1. ส่วน Head เป็นส่วนที่จะเป็นหัว (Header) ของหน้าเอกสารทั่วไป หรือส่วนชื่อเรื่อง (Title) ของหน้าต่างการทำงานในระบบ

2. ส่วน Body จะเป็นส่วนเนื้อหาของเอกสารนั้น ๆ ซึ่งจะประกอบด้วย Tag คำสั่งในการจัดรูปแบบในทั้งสองส่วนนี้จะอยู่ภายใน Tag <HTML>...</HTML> ดังนี้

```
<html>
        <head> <title> ส่วนชื่อเอกสาร </title> </head>
    <body>
  tag คำสั่ง
    </body>
</html>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สำหรับการสร้างโฮมเพจด้วยภาษา HTML สำหรับกลุ่มคำสั่งได้ดังนี้

1. กลุ่มคำสั่งจัดรูปแบบตัวอักษร
2. กลุ่มคำสั่งการจัดรูปแบบเอกสาร
3. กลุ่มคำสั่งจัดการรูปภาพ
4. กลุ่มคำสั่งการจัดรูปแบบฉากหลัง
5. กลุ่มคำสั่งจัดการตาราง
6. กลุ่มคำสั่งเกี่ยวกับการเชื่อมโยง

2.1.9 JavaScript

เป็นภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ตที่ใช้งานบนเว็บเพจต่าง ๆ ถูกสร้างขึ้น เพื่อทำให้เว็บเพจสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้ดีขึ้น JavaScript เป็นภาษาประเภท Interpreted Language ไม่ต้องมีการ compile ก่อนกล่าวคือ คอมพิวเตอร์จะแปลและทำงานตามคำสั่งแบบทีละบรรทัดและมีการเขียนเป็นฟังก์ชั่นสำหรับใช้งานต่าง ๆ ซึ่งจะประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้เยี่ยมชมเว็บไซต์ โดยใช้โปรแกรมเว็บเบราเซอร์ เช่น IE, Netscape และ Firefox เป็นต้น

JavaScript ทำให้สามารถใช้เขียนโปรแกรมแบบง่ายๆได้ โดยไม่ต้องพึ่งภาษาอื่น และมีคำสั่งที่ตอบสนองกับผู้ใช้งาน เช่น เมื่อผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม หรือ Checkbox สามารถสั่งให้เปิดหน้าใหม่ได้ ทำให้เว็บไซต์ของมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานมากขึ้น

2.1.10 PostgreSQL

ระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุสัมพันธ์ เป็นโปรแกรม Open Source ที่สามารถนำไปใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย เป็นจัดการฐานข้อมูลแบบ object-relational database management System หรือ (ORDBMS) สามารถทำงานได้หลายระบบปฏิบัติการรวมถึง Linux, Unix และ Windows โพสต์เกรสคิวเอล (PostgreSQL) หรือโพสต์เกรส (Postgres) เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลในลักษณะของซอฟต์แวร์เสรีภายใต้สัญญาอนุญาตบีเอสดี ชื่อเดิมของซอฟต์แวร์คือ โพสต์ เกรส ซึ่งต่อมาได้ถูกเปลี่ยนเป็นโพสต์เกรสคิวเอล โดยประกาศออกมาจากทีมหลักในปี 2550 ชื่อของ โพสต์เกรสมาจากชื่อ post-Ingresหมายถึงตัวซอฟต์แวร์ที่พัฒนาต่อจากซอฟต์แวร์ชื่ออินเกรสทำหน้าที่เป็นตัวกลางสื่อสารข้อมูลส่งภาษาให้ฐานข้อมูลเพื่อจัดการและควบคุมความถูกต้อง ความซับซ้อนและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ภายในฐานข้อมูล ส่วนประกอบของระบบ PostgreSQL

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright By Naresuan University
All rights reserved

องค์ประกอบพื้นฐานของระบบ PostgreSQL server มี 5 อย่าง คือ

1. Tablesspace เป็นที่ตั้งทางกายภาพของ Objects

2. Databases เป็น object หลักของฐานข้อมูลใน PostgreSQL ซึ่งเก็บข้อมูลทั้งหมดที่จะใช้ในระบบ เมื่อผู้ใช้เชื่อมต่อกับ Database server จะเป็นการเชื่อมต่อกับ Database objects และเข้าถึง object ทั้งหมดในฐานข้อมูล ฐานข้อมูลแต่ละตัวจะประกอบด้วย objects 4 ชนิดคือ Casts, Language, Replications, และ Schemas

3. Schemas เป็น object ที่สำคัญที่สุดในฐานข้อมูล ซึ่ง schemas จะเก็บ object อื่น ๆ อีกหลายชนิด เพื่อเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล

4. Gruop Roles ใช้เพื่อกำหนดสิทธิการเข้าถึงแบบกลุ่มของ user โดยมันจะทำหน้าที่ควบคุมการเข้าถึงในระดับ server

5. Login Roles หรือ user account คือ ผู้ใช้ฐานข้อมูล โดยผู้ดูแลฐานข้อมูลจะเป็นผู้สร้างให้กับแต่ละคน

2.1.11 PostGIS

เป็นส่วนขยายเพิ่มเติมที่ทำให้ฐานข้อมูล PostgreSQL สามารถรองรับข้อมูลด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) คือสนับสนุนข้อมูลที่สัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial) มีการเพิ่มเติมในส่วนฐานข้อมูลเชิงวัตถุสัมพันธ์ของ PostgreSQL ให้มีการรองรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS Object) เข้ามาเก็บไว้ในฐานข้อมูล (Database) PostGIS สนับสนุน GIST indexs กับ R-tree indexs และฟังก์ชัน เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ GIS Object

2.1.12 Structured Query Language (SQL)

เป็นภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม เพื่อจัดการกับฐานข้อมูลโดยเฉพาะ เป็นภาษามาตราฐานบนระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์และเป็นระบบเปิด (Open System) สามารถใช้คำสั่ง sql กับฐานข้อมูลชนิดใดก็ได้ และคำสั่งงานเดียวกันเมื่อสั่งงานผ่านระบบฐานข้อมูลที่แตกต่างกันจะได้ผลลัพธ์เหมือนกัน ทำให้สามารถเลือกใช้ฐานข้อมูลชนิดใดก็ได้โดยไม่ติดยึดกับฐานข้อมูลใดฐานข้อมูลหนึ่ง

นอกจากนี้แล้ว SQL ยังเป็นชื่อโปรแกรมฐานข้อมูล ซึ่งโปรแกรม SQL เป็นโปรแกรมฐานข้อมูลที่มีโครงสร้างของภาษาที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อนมีประสิทธิภาพการทำงานสูง จึงเหมาะที่จะใช้กับระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ซึ่งแบ่งการทำงานได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. Select query ใช้สำหรับดึงข้อมูลที่ต้องการ
2. Update query ใช้สำหรับแก้ไขข้อมูล
3. Insert query ใช้สำหรับการเพิ่มข้อมูล
4. Delete query ใช้สำหรับลบข้อมูลออกไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

ประเภทของคำสั่งภาษา SQL

1. ภาษานิยามข้อมูล (Data Definition Language: DDL) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการสร้างฐานข้อมูล กำหนดโครงสร้างข้อมูลว่ามี Attribute ใดชนิดของข้อมูล รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงตาราง และการสร้างดัชนี

คำสั่ง : CREATE, DROP, ALTER

2. ภาษาจัดการข้อมูล (Data Manipulation Language: DML) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเรียกใช้ เพิ่ม ลบ และเปลี่ยนแปลงข้อมูลในตาราง

คำสั่ง : SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE

3. ภาษาควบคุมข้อมูล (Data Control Language: DCL) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดสิทธิการอนุญาติ หรือยกเลิกการเข้าถึงฐานข้อมูล เพื่อป้องกันความปลอดภัยของฐานข้อมูล

คำสั่ง : GRANT, REVOKE

ประโยชน์ของภาษา SQL

1. สร้างฐานข้อมูลและตาราง
2. สนับสนุนการจัดการฐานข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยการเพิ่ม การปรับปรุงและการลบข้อมูล
3. สนับสนุนการเรียกใช้หรือค้นหาข้อมูล

2.1.13 Ubuntu (Linux)

เป็นระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เป็นซอฟแวร์รหัสเปิด (Open Source) ซึ่งลีนุกซ์ (Linux) เป็นระบบปฏิบัติการเช่นเดียวกับ Dos หรือ Window โดยจัดว่าเป็นระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ประเภทหนึ่ง ความสามารถของตัวระบบปฏิบัติการและโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนระบบนี้ Linux ถือเป็นส่วนสำคัญของซอฟต์แวร์เซิร์ฟเวอร์ที่เรียกว่า LAMP ย่อมาจาก Linux, Apache, MySQL, Perl/PHP/Python ซึ่งเป็นที่นิยมใช้เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

ข้อดี

1. Ubuntu เป็นซอฟแวร์รหัสเปิด (Open Source) จึงไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน
2. Ubuntu สามารถทำงานทางด้านเอกสาร และด้านอื่น ๆ ได้เหมือนกับระบบปฏิบัติการทั่วไป
3. Ubuntu รองรับการเล่นสื่อมัลติมีเดียด้านต่าง ๆ ได้ครบถ้วน
4. โปรแกรมฟรีที่ติดตั้งอยู่ใน Ubuntu รองรับมากมาย และเป็นที่นิยมใช้กันในวงกว้าง
5. ใช้งานง่ายไม่ยุ่งยาก มีการออกแบบที่สวยงามทันสมัยและความปลอดภัยจากไวรัส

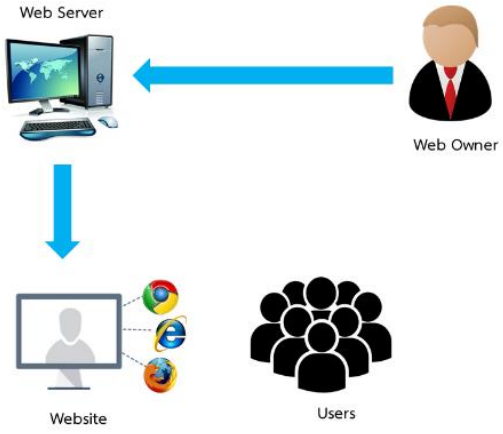
2.1.14 OSGeo Live

รูปที่ 2.11 OSGeo Live

เป็นระบบปฏิบัติการด้านภูมิสารสนเทศโดยรวมเอาโปรแกรมต่าง ๆ ทางด้าน GIS มารวมไว้เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใช้งาน สามารถใช้งานโดยไม่ต้องติดตั้ง ผ่านอุปกรณ์ USB thumb drive สามารถใช้ได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Ubuntu, Microsoft Windows, Apple OSX

2.1.15 Server

เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบปฏิบัติการหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่าย (network) หนึ่ง ๆ ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ๆ ที่มาเชื่อมต่อในเครือข่ายเดียวกัน คอมพิวเตอร์เครื่องนี้มีหน้าที่จัดการดูแลว่า คอมพิวเตอร์เครื่องใดขอใช้อุปกรณ์อะไร โปรแกรมอะไร แฟ้มข้อมูลใด เพื่อจะได้จัดการส่งต่อไปให้ ในขณะเดียวกัน ก็จะเป็นที่เก็บข้อมูลและโปรแกรมที่คอมพิวเตอร์ในเครือข่ายจะมาเรียกไปใช้ได้



รูปที่ 2.12 หลักการทำงานของ Server

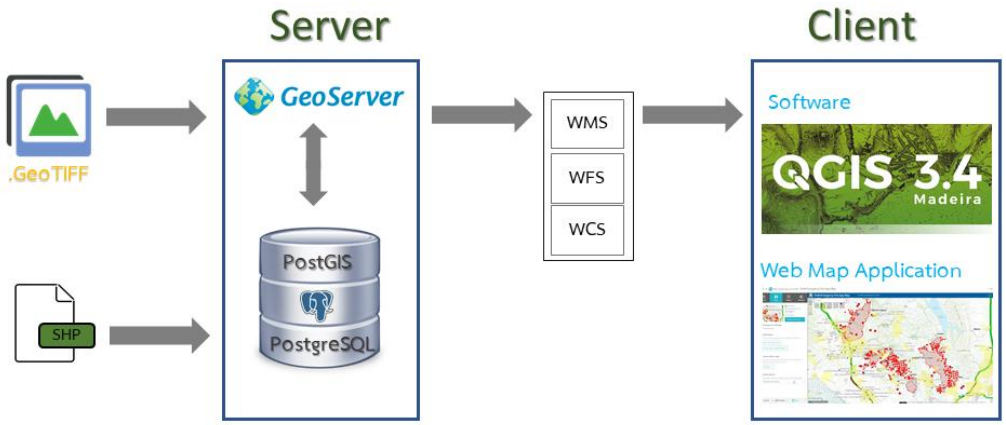
2.1.16 GeoServer

GeoServer เป็นแม่ข่ายแผนที่ที่รองรับมาตรฐาน ISO/OGC ทั้งในรูปแบบ WMS WFS และ WCS และเป็น Open Source แบบ Server มีไว้สำหรับการแบ่งปันข้อมูลเชิงพื้นที่ออกแบบมา เพื่อทำงานร่วมกันเผยแพร่ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สำคัญการให้บริการข้อมูลด้าน GIS ในแบบออนไลน์

นอกจากนั้นยังรองรับการกำหนดการแสดงผลด้วย Style Layer Descriptor (SLD) GeoServer พัฒนาด้วย Java ดังนั้น GeoServer จึงเป็น Serverlet เช่น การเลือกข้อมูลเวกเตอร์หรือข้อมูลแรสเตอร์ ได้แก่ Shapefile หรือ GeoTIFF การต่อเชื่อมกับ Geospatial Database สามารถทำได้เช่นกัน เช่น PostgreSQL/PostGIS และ Oracle Spatial เป็นต้น

Web Map Service (WMS) เป็นระบบให้บริการข้อมูลภูมิสารสนเทศผ่านเครือข่าย Internet ซึ่งมีมาตรฐานกำหนดและสร้างขึ้นโดย Open GIS Consortium (OGC) ที่ได้กำหนดการบริการข้อมูลภูมิสารสนเทศใน Format ต่าง ๆ ประกอบด้วย PNG GIF หรือ JPEG นำมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศ ซึ่งสามารถดูและแสดงรายละเอียดของ Attribute ได้ แต่จะส่งออกเป็น Shapefile หรือวิเคราะห์ข้อมูลไม่ได้

Web Feature Service (WFS) เป็นระบบให้บริการข้อมูลภูมิสารสนเทศผ่านเครือข่าย Internet ซึ่งมีมาตรฐานกำหนดและสร้างขึ้นโดย Open GIS Consortium (OGC) จะได้เป็น Feature Class ที่สามารถดูแสดงรายละเอียด Attribute ส่งออกเป็น Shapefile และวิเคราะห์ข้อมูลได้



รูปที่ 2.13 หลักการทำงานของ GeoServer

2.1.17 Web Processing Service (WPS)

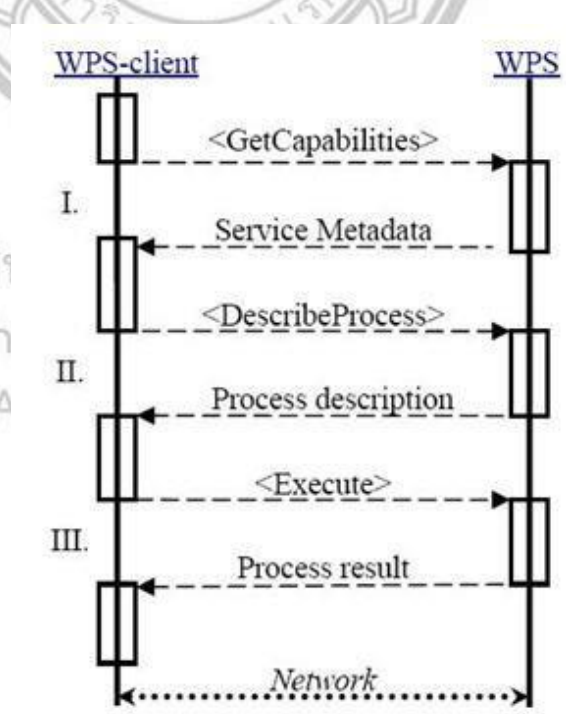
เป็นโปรโตคอลมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium (OGC) เพื่อสำหรับการประมวลผลข้ามระบบ โดยไม่ยึดติดกับรูปแบบและชนิดของซอฟต์แวร์ GIS ทำงานรวมกับโปรโตคอลการบริการข้อมูลอื่น ๆ เช่น WMS,WFS,WCS ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยปกติ WPS จะไม่รวมถึงฟังก์ชั่นหรืออัลกอริทึมที่สำหรับวิเคราะห์หรือประมวลผลใน service end point แต่จะพูดถึงโปรโตคอลที่ห่อหุ้มเพื่อทำงานร่วมกันเท่านั้น

มาตรฐานการรองรับการร้องขอบริการจากผู้ใช้ โดยมีรายละเอียดใน 3 ลักษณะ ดังนี้

1. GetCapabilities จะส่งค่าการให้บริการในส่วนของ Metadata ซึ่งเป็นตัวอธิบายเกี่ยวกับรายละเอียดของข้อมูลที่ให้บริการและการยอมรับค่าตัวแปรต่าง ๆ

2. GetMap จะเป็นการส่งภาพแผนที่ซึ่งสามารถระบุชั้นข้อมูล ขนาดของภาพแผนที่และลักษณะของภาพ แผนที่ได้ ซึ่งรูปแผนที่แสดงภาพในรูปแบบ PNG GIF หรือ JPEG

3. GetFeatureInfo จะเป็น Option ในการร้องขอข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของข้อมูลในแผนที่การเรียกใช้งานข้อมูล Web Map Service (WMS) และ Web Feature Service (WFS)



รูปที่ 2.14 กระบวนการทำงานของ Web Processing Service (WPS)

2.1.18 GRASS GIS (Geographic Resources Analysis Support System)

รูปที่ 2.15 GRASS GIS

เป็นชุดซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่และการวิเคราะห์ การประมวลผลภาพกราฟฟิก การผลิตแผนที่ การสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่และการสร้างภาพ สามารถจัดการได้ทั้งข้อมูลราสเตอร์ ข้อมูลเวกเตอร์ และเครื่องมือประมวลผลเชิงพื้นที่ ซึ่งรวบรวมชุดคำสั่งการวิเคราะห์ไว้อยู่ในชุดเดียวกันโดยครอบคลุมชุดคำสั่งด้านการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ แบบจำลองเชิงพื้นที่ การประมวลผลข้อมูลภาพและการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ ปัจจุบัน GRASS GIS นิยมใช้ในด้านการศึกษา และการค้าการลงทุนทั่วโลกตลอดจนหน่วยงานของรัฐ

ในส่วนของ Module ที่อยู่ภายใน GRASS GIS ที่ติดตั้งอยู่ในระบบปฏิบัติการ Ubuutu เป็นส่วนที่ใช้ในการเรียกข้อมูลในส่วนต่าง ๆ มาแสดง ดังนี้

1. db.connect เป็นโมดูลที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูล (DataBase)
2. v.out.ogr เป็นโมดูลที่ส่งออกชั้นข้อมูลแผนที่ไปยังรูปแบบเวกเตอร์ OGR ที่รองรับ โดยค่าเริ่มต้นชั้นข้อมูลแผนที่เวกเตอร์จะถูกส่งออกไปยังรูปแบบ OGC GeoPackage
3. r.out.gdal เป็นโมดูลที่ส่งออกแผนที่แบบแรสเตอร์ ซึ่งโมดูลนี้รองรับรูปแบบ GDAL
4. r.mapcalc เป็นโมดูลที่ใช้คำนวณแผนที่แบบแรสเตอร์ ในการแยกข้อมูลเวกเตอร์และข้อมูลแรสเตอร์
5. v.surf.idw เป็นโมดูลที่ใช้ในการจัดเตรียมการแก้ไขพื้นผิวจากข้อมูลจุดเวกเตอร์โดย Inverse Distance Squared Weighting
6. v.surf.rst เป็นโมดูลที่ใช้ดำเนินการแก้ไขพื้นผิวจากแผนที่จุดเวกเตอร์ด้วยการประมาณเชิงพื้นที่และการวิเคราะห์ภูมิประเทศจากจุดที่กำหนดหรือแยกข้อมูลในรูปแบบเวกเตอร์เป็นรูปแบบแรสเตอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

2.1.19 QGIS

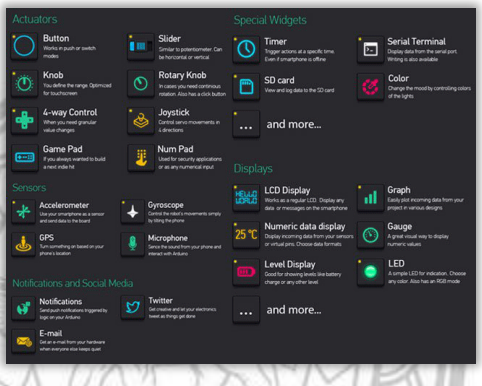
เป็นโปรแกรมประยุกต์ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทำหน้าที่เป็นซอฟต์แวร์ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์และแก้ไขสารสนเทศเชิงพื้นที่รวมถึงการสร้างและส่งออกแผนที่กราฟิก QGIS รองรับทั้งชั้นข้อมูลแรสเตอร์และเวกเตอร์ โดยข้อมูลเวกเตอร์ได้รับการเก็บไว้ทั้งคุณลักษณะจุด (Point) เส้น (Line) หรือรูปหลายเหลี่ยม (Polygon) ส่วนภาพแรสเตอร์หลายรูปแบบได้รับการรองรับและซอฟแวร์สามารถตรึงพิกัดภาพได้

QGIS ทำงานร่วมกับโปรแกรมสำเร็จด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่เป็น Open Source อื่น ๆ รวมถึง PostGIS GRASSGIS และ MapGIS การเขียนโปรแกรมเสริมด้วยภาษาไพทอนหรือ C+++ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับ QGIS โปรแกรมเสริมสามารถใช้จีออโคดผ่านกูเกิลจีออโคดดิงเอพีไอ (Google Geocoding API) ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลเชิงพื้นที่คล้ายกับเครื่องมือมาตรฐานที่พบในอาร์กจีไอเอสและส่วนต่อประสานกับฐานข้อมูลของโพสต์เอสคิวแอลหรือโพสต์จีไอเอส สเปเชิลลิทและมายเอสคิวแอล ลักษณะการใช้งานเป็นแบบ Graphic User Interface ซึ่งสะดวกต่อการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการเรียกใช้ข้อมูลภาพ ข้อมูลตาราง การแสดงผลตาราง การแสดงผลกราฟ ตลอดจนสามารถสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและนาเสนอข้อมูลได้ในรูปแบบแผนที่ สามารถเรียกใช้ข้อมูลเวกเตอร์ แรสเตอร์ ในรูปแบบที่เป็นมาตรฐานแพร่หลาย เช่น Shapefile และ GeoTIFF QGIS สามารถแก้ไข Shape File format ได้ซึ่งเป็นที่ต้องการมากในเวลานี้ QGIS พัฒนาบนพื้นฐานของ Qt ที่เป็นไลบรารี่สาหรับ Graphical User Interface (GUI) ที่ใช้งานได้ทั้ง UNIX, Window และ Mac การพัฒนาใช้ภาษา C++ เป็นหลักนอกจากนั้น QGIS ยังเชื่อมต่อกับ Geospatial RDBMS เช่น PostGIS/PostgreSQL สามารถอ่านและเขียนฟีเจอร์ที่จัดเก็บใน PostGIS ได้โดยตรง สามารถเชื่อมต่อกับ GRASS ได้ทาให้สามารถเรียกดูข้อมูลที่จัดเก็บใน GRASS โดยตรง และสามารถเรียกใช้ฟังก์ชันต่างๆของ GRASS ได้ สนับสนุนการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) ในเบื้องต้นและการแสดงผลข้อมูลเชิงตาแหน่งในรูปแบบของแผนที่ การสร้างและการแก้ไขข้อมูลเชิงตาแหน่ง (Spatial Data) และข้อมูลตาราง (Attribute Data) สามารถจัดการข้อมูลได้ง่ายโดยใช้เครื่องมือตาม GUI ที่กำหนด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.1.20 Blynk

เป็นแอปพลิเคชันสำเร็จรูปที่ออกแบบมา เพื่อใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ใช้สำหรับงานที่เกี่ยวกับ IoT ที่ทำให้เราสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับอินเทอร์เน็ตในลักษณะการเชื่อมต่อเครื่องแม่ข่าย (Server) ไปยังอุปกรณ์ลูกข่าย (Client) มีคุณสมบัติในการควบคุมจากระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และยังสามารถแสดงผลค่าจากเซนเซอร์ต่าง ๆ ได้อีกด้วย



รูปที่ 2.16 แสดงรายการอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อและแสดงผลในแอปพลิเคชัน Blynk

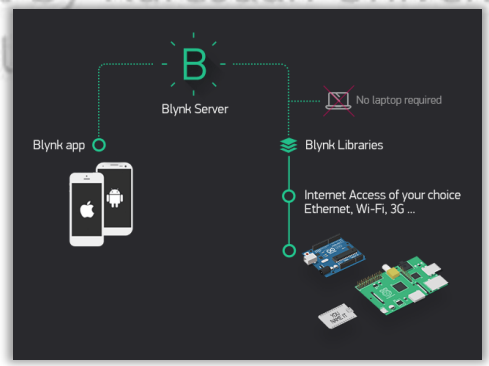
การทำงานจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน ดังนี้

1. Blynk App แอพพลิเคชั่นที่สามารถติดตั้งในมือถือ เพื่อสร้าง Interface ในการควบคุมหรือแสดงผลค่าจากอุปกรณ์ Internet of Things

2. Blynk Server ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารระหว่างแอพพลิเคชั่นกับอุปกรณ์ IoT

3. Blynk Libraries ออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ IoT ต่าง ๆ ให้สามารถสื่อสารกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University



รูปที่ 2.17 ภาพรวมของการเชื่อมต่อผ่าน Blynk Server

2.1.21 Line Notify

รูปที่ 2.18 Line Notify

เป็นบริการที่สามารถได้รับข้อความแจ้งเตือนจากเว็บเซอร์วิส (Service) ต่าง ๆ ที่ต้องการหรือสนใจได้ทาง LINE โดยหลังเสร็จสิ้นการเชื่อมต่อกับทางเว็บเซอร์วิส (Service) แล้ว จะได้รับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการของ “LINE Notify” ซึ่งให้บริการโดย LINE สามารถเชื่อมต่อกับบริการที่หลากหลาย และยังสามารถรับการแจ้งเตือนทางกลุ่มได้อีกด้วย ซึ่งบริการหลักๆ ที่สามารถเชื่อมต่อได้แก่ GitHub IFTTT หรือ Mackerel เป็นต้น

2.2 ความรู้เกี่ยวกับฐานข้อมูล (Database)

2.2.1 ระบบฐานข้อมูล (Database System)

เป็นระบบที่รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบมีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ที่ชัดเจน ในระบบฐานข้อมูลจะประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลหลายแฟ้มที่มีข้อมูลเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันเข้าไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบและเปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถใช้งาน ดูแลรักษาป้องกันข้อมูลเหล่านี้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีซอฟต์แวร์ที่เปรียบเสมือนสื่อกลางระหว่างผู้ใช้และโปรแกรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูลเรียกว่า ระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ DBMS (Data Base Management System) มีหน้าที่ช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลได้ง่ายสะดวกและมีประสิทธิภาพ การเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้อาจเป็นการสร้างฐานข้อมูล การแก้ไขฐานข้อมูลหรือการตั้งคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลมา โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรับรู้เกี่ยวกับรายละเอียดภายในโครงสร้างของฐานข้อมูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.2.2 ลักษณะข้อมูลในฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูล (Database System) เป็นโครงสร้างสารสนเทศที่ประกอบด้วยรายละเอียดของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันที่จะนำมาใช้ในระบบต่าง ๆ ร่วมกัน

ฐานข้อมูลเป็นการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในระบบงานต่าง ๆ ร่วมกันได้ โดยที่จะไม่เกิดความซ้ำซ้อนของข้อมูล และยังสามารถหลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูลด้วย อีกทั้งข้อมูลในระบบก็จะถูกต้องเชื่อถือได้ และเป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยจะมีการกำหนดระบบความปลอดภัยของข้อมูลขึ้น

รูปแบบของระบบฐานข้อมูล มีอยู่ด้วยกัน 3 ประเภทคือ

1. ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) เป็นการเก็บข้อมูลในรูปแบบที่เป็นตาราง (Table) หรือเรียกว่า รีเลชั่น (Relation) มีลักษณะเป็น 2 มิติ คือเป็นแถว (Row) และเป็นคอลัมน์ (Column) การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตาราง จะเชื่อมโยงโดยใช้แอททริบิวต์ (Attribute) หรือคอลัมน์ที่เหมือนกันทั้งสองตารางเป็นตัวเชื่อมโยงข้อมูล

2. ฐานข้อมูลแบบเครือข่าย (Network Database) ฐานข้อมูลแบบเครือข่ายจะเป็นการรวมระเบียนต่าง ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างระเบียนแต่จะต่างกับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ คือ ในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์จะแฝงความสัมพันธ์เอาไว้ โดยระเบียนที่มีความสัมพันธ์กันจะต้องมีค่าของข้อมูลในแอททริบิวต์หนึ่งเหมือนกัน แต่ฐานข้อมูลแบบเครือข่าย จะแสดงความสัมพันธ์อย่างชัดเจน

3. ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น (Hierarchical Database) ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้นเป็นโครงสร้างที่จัดเก็บข้อมูลในลักษณะความสัมพันธ์แบบพ่อ-ลูก (Parent-Child Relationship Type : PCR Type) หรือเป็นโครงสร้างรูปแบบต้นไม้ (Tree) ข้อมูลที่จัดเก็บในที่นี้คือ ระเบียน (Record) ซึ่งประกอบด้วยค่าของเขตข้อมูล (Field) ของเอนทิตี้หนึ่ง ๆ ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้นนี้คล้ายคลึงกับฐานข้อมูลแบบเครือข่าย แต่ต่างกันที่ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น มีกฎเพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งประการ คือ ในแต่ละกรอบจะมีลูกศรวิ่งเข้าหาได้ไม่เกิน 1 หัวลูกศร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

ประโยชน์ของฐานข้อมูล

1. ลดการเก็บข้อมูลที่ซ้ำซ้อนข้อมูลบางชุดที่อยู่ในรูปของแฟ้มข้อมูลอาจมีปรากฏอยู่หลาย ๆ แห่ง เพราะมีผู้ใช้ข้อมูลชุดนี้หลายคน เมื่อใช้ระบบฐานข้อมูลแล้วจะช่วยให้ความซ้ำซ้อนของข้อมูลลดน้อยลง

2. รักษาความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจากฐานข้อมูลมีเพียงฐานข้อมูลเดียว ในกรณีที่มีข้อมูลชุดเดียวกันปรากฏอยู่หลายแห่งในฐานข้อมูล ข้อมูลเหล่านี้จะต้องตรงกัน ถ้ามีการแก้ไขข้อมูลนี้ทุก ๆ แห่งที่ข้อมูลปรากฏอยู่จะแก้ไขให้ถูกต้องตามกันหมดโดยอัตโนมัติด้วยระบบจัดการฐานข้อมูล

2.3 ระบบภูมิสารสนเทศผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือ Internet GIS/MIS

ระบบภูมิสารสนเทศผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการประยุกต์ใช้ระบบอินเทอร์เน็ตกับระบบงานทางภูมิศาสตร์ เพื่อจัดการข้อมูลภูมิสารสนเทศ และนำข้อมูลดังกล่าวเข้ามาช่วยวิเคราะห์และแก้ปัญหาต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการข้อมูล จึงได้มีการพัฒนาการใช้งานร่วมกันของระบบภูมิสารสนเทศ GIS และระบบจัดการข้อมูล MIS

2.3.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)

เป็นกระบวนการทำงานจัดการและการแสดงผลข้อมูลทางภูมิศาสตร์อย่างเป็นระบบเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เช่น ที่อยู่ บ้านเลขที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่ง เส้นรุ้ง เส้นแวง ข้อมูลและแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูล และฐานข้อมูลที่มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลาได้ เช่น การแพร่ขยายของโรคระบาด การเคลื่อนย้าย ถิ่นฐาน การบุกรุกทำลาย การเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ ฯลฯ

2.3.2 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management Information System : MIS)

เป็นระบบที่รวบรวมและจัดเก็บข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทั้งภายใน และภายนอกองค์การอย่างมีหลักเกณฑ์ เพื่อนำมาประมวลผลและจัดรูปแบบให้ได้สารสนเทศที่ช่วยสนับสนุนการทำงาน และการตัดสินใจในด้านต่าง ๆ ของผู้บริหาร เพื่อให้การดำเนินงานขององค์การเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยจะประกอบด้วยหน้าที่หลัก 2 ประการ คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

1. สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ทั้งจากภายในและภายนอกองค์การมาไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบ

2. สามารถทำการประมวลผลข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้สารสนเทศที่ช่วยสนับสนุนการปฏิบัติงานและการบริหารงานของผู้บริหาร

รูปที่ 2.19 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

2.4 ระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Database System)

เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูลต่าง ๆ บนพื้นโลก สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geo-referenced)

ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) สามารถแสดงสัญลักษณ์ได้ 3 รูปแบบคือ

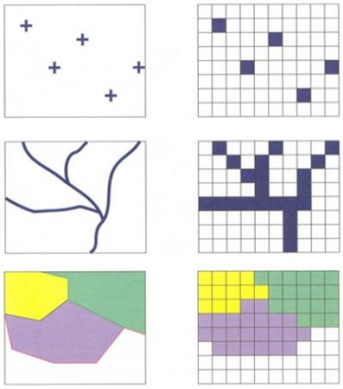
1. จุด (Point) จะใช้แสดงข้อมูลที่เป็นลักษณะของตำแหน่งที่ตั้ง
2. เส้น (Line) จะใช้แสดงข้อมูลที่เป็นลักษณะของเส้น
3. พื้นที่ (Area or Polygon) จะใช้แสดงข้อมูลที่เป็นลักษณะของพื้นที่

ลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ แบ่งได้ 2 ประเภท คือ Vector และ Raster

1. ข้อมูลแสดงทิศทาง (Vector Data) คือข้อมูลที่แสดงด้วย จุด เส้น หรือพื้นที่ ที่ประกอบด้วยจุดพิกัดทางแนวราบ (X, Y) และแนวดิ่ง (Z) หรือ Cartesian Coordinate System ถ้าเป็นพิกัดตำแหน่งเดียวก็จะเป็นค่าของจุด ถ้าจุดพิกัดสองจุดหรือมากกว่าจะเป็นค่าของเส้น ส่วนพื้นที่นั้นจะต้องมีจุดมากกว่า 3 จุดขึ้นไป และจุดพิกัดเริ่มต้นและจุดพิกัดสุดท้ายจะต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกัน เช่น ถนน แม่น้ำ ขอบเขตการปกครอง โรงเรียน เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

2. ข้อมูลแสดงลักษณะเป็นกริด (Raster Data) คือข้อมูลที่มีโครงสร้างเป็นช่องเหลี่ยม เรียกว่าจุดภาพ หรือ Grid cell เรียงต่อเนื่องกันในแนวราบและแนวดิ่ง ในแต่ละจุดภาพสามารถเก็บค่าได้ 1 ค่า ความสามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูลขึ้นอยู่กับขนาดของเซลล์ ณ จุดพิกัดที่ประกอบขึ้นเป็นฐานข้อมูลแสดงตำแหน่งชุดนั้น ค่าที่เก็บในแต่ละจุดภาพสามารถเป็นได้ทั้งข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ หรือรหัสที่ใช้อ้างอิงถึงข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลก็ได้ Raster Data อาจแปรรูปมาจากข้อมูล Vector หรือแปรจาก Raster ไปเป็น Vector หรือแปรจาก Raster ไปเป็น Vector แต่เห็นได้ว่าจะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นระหว่างการแปรรูปข้อมูล



รูปที่ 2.20 การแปลงข้อมูล Vector เป็น Raster

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศศิมาภรณ์ มงคลพิทักษ์ และทวีพล ซื่อสัตย์. (2559). **ระบบควบคุมและติดตามสภาพแวดล้อมเพื่อการเกษตรผ่านสมาร์ทดีไวซ์.** ศึกษาเกี่ยวกับระบบควบคุมอัตโนมัติที่ติดตามสภาพแวดล้อมเพื่อการเกษตรผ่านสมาร์ทดีไวซ์ โดยมีตัวควบคุมแบบตรรกะที่โปรแกรมได้ (PLC) ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมซึ่งรับข้อมูลจากตัวเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น และยังทำหน้าที่เป็นเว็ปเซริฟเวอร์แบบฝังตัวสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานระยะไกล และวิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีผู้ปฏิบัติอยู่บริเวณพื้นที่เพาะปลูก นอกจากนี้ผู้ปฏิบัติงานยังสามารถใช้สมาร์ทดีไวซ์ผ่านกล้องไอพีเพื่อตรวจสอบความผิดปกติ และการเจริญเติบโตของพืชได้อีกด้วย ในการทดลองได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการควบคุมระบบ 2 วิธี คือ วิธีแรกเป็นการควบคุมตามเวลา ซึ่งโปรแกรมการรดน้ำทุกเช้าเย็น วิธีที่สองเป็นการรดน้ำตามสภาวะของอุณหภูมิและความชื้น จากผลการทดลองพบว่าวิธีที่สองให้ผลการประหยัดน้ำได้ดีกว่าและการเจริญเติบโตของพืชดีกว่า และได้มีการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ในงานวิจัยนี้ช่วยประหยัดทั้งแรงงาน และทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

พรนรินทร์ ต้นกระหาด และทรงวุฒิ แสงจันทร์. (2556). **โครงข่ายเซนเซอร์ความชื้นในดินสำหรับควบคุมการให้น้ำพืช**. มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบโครงข่ายเซนเซอร์สำหรับตรวจจับความชื้นในดินเพื่อควบคุมการให้น้ำพืช โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผลความชื้นในดินและควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ ซึ่งสามารถปรับตั้งค่าความชื้นที่ต้องการได้ตามความต้องการของพืช โดยระบบมีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ ส่วนควบคุมการทำงานหลักและส่วนตรวจวัดความชื้น ซึ่งทำงานโดยระบบไร้สาย งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองใช้เซนเซอร์ตรวจจับความชื้นในดินเพื่อสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นของดินกับค่าต่างศักย์ซึ่งได้จากกระแสไฟฟ้าที่ส่งไปยังเซนเซอร์โดยที่กระแสไฟฟ้าจะไหลกลับ

มากน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความชื้นของดินไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่รับค่าความต่างศักย์ (VOUT) จากกระแสไฟฟ้า DC ที่ส่งออกไปเพื่อเข้าสู่กระบวนการ ADC Converssion ซึ่งจะทำการแปลงค่าจาก analog เป็น digital และบันทึกค่าไว้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลไปใช้อ้างอิงสำหรับสร้างสมการแบบจำลองความสัมพันธ์ในการเขียนโปรแกรมควบคุม ซึ่งจะเป็นการสร้างระบบโครงข่ายที่สามารถทำงานประสานกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถประเมินขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับจำนวนเซนเซอร์ได้ และได้ทำการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อการตรวจจับความชื้น เช่น อุณหภูมิของดิน ชนิดของดิน และระยะห่างของเซนเซอร์ตรวจจับกับส่วนควบคุมหลัก

สมหวัง อริสริยวงศ์. (2553). **ต้นแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับการตรวจวัดสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน.** มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อพัฒนาแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับการตรวจวัดสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน 2. เพื่อใช้เป็นเครื่องมือเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนของศูนย์วิจัย 3. เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับให้เกษตรกรหรือผู้ที่สนใจนำไปประยุกต์ใช้กับโรงเรือนของตนเอง ทำให้เป็นการลดการนำเทคโนโลยีจากต่างชาติ งานวิจัยนี้ศึกษาต้นแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับการตรวจจับสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน ซึ่งประกอบด้วยส่วนหลักคือ Sensor Node ที่ภายในมีไมโครลอนโทรเลอร์เป็นตัวควบคุม ทำหน้าที่วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนและ Sink Node ที่เชื่อมกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ต RS232 ทำหน้าที่แสดงผลและเก็บข้อมูลที่ได้รับมาจาก Sensor Node ในแบบไร้สาย จากการทดลองพบว่า ระบบทั้งหมดสามารถแสดงผลและเก็บข้อมูลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนแบบไร้สายอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนประสิทธิภาพการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ของ Sensor Node

อุทัยและคณะ. (2557). **เน็ตเวิร์คเซนเซอร์แบบเรียลไทม์เพื่อตรวจสอบความชื้นพืชปาล์มน้ำมันกับผลผลิต.** มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อพัฒนาระบบ Real time sensor networks สำหรับติดตามการเจริญเติบโตของพืชปาล์มน้ำมัน 2. เพื่อพัฒนาระบบ Business intelligence สำหรับการพยากรณ์ในระบบสวนปาล์มน้ำมัน 3. เพื่อเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันโดยใช้เทคนิคทางด้านเทคโนโลยี การศึกษานี้มุ่งเน้นหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นในดินกับผลผลิตพืชปาล์มน้ำมัน โดยใช้วิธีการติดตั้งเซนเซอร์เก็บข้อมูลอากาศอัตโนมัติ โดยใช้เครื่องมือวัดอากาศอัตโนมัติและได้ติดตั้งเซนเซอร์เก็บข้อมูลดิน Soil Moisture Sensor และ Soil Temperature Sensor อย่างละ 4 ชุดที่ระดับความลึก 4 ระดับคือ ระดับความลึก 25,50,75 และ 100 เซนติเมตร พร้อมทั้งติดตั้ง Leaf Wetness Sensor เพิ่มอีก 2 ชุด เซนเซอร์ทุกชนิดเก็บข้อมูลทุก 1 นาที โดยที่ข้อมูลสามารถแสดงออนไลน์ได้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต พร้อม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยบูรพา
Copyright© by Burapha University
All rights reserved

ทั้งผ่านระบบสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ IOS และ Android แบบเรียลไทม์ ผลการศึกษาพบว่าความชื้นมีความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อผลผลิตทะลายสดของพืชน้ำมันปาล์ม

ประโยชน์ คำสวัสดิ์. (2558). **การพัฒนาเครือข่ายเซนเซอร์สำหรับระบบชลประทานอัตโนมัติ**. การออกแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับระบบฟาร์มอัจฉริยะ โดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม โดยติดตั้งโนดเซนเซอร์ในบริเวณแปลงเพาะปลูกสำหรับตรวจวัดค่าต่าง ๆ เช่น ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ อุณหภูมิความชื้นในดินและความเข้มแสง จากนั้นส่งค่าการตรวจวัดผ่าน เครือข่ายสื่อสารไร้สายด้วยโมดูล ZigBee ไปยังโนดโคออร์ดิเนเตอร์เพื่อการประมวลผลและรายงานผลโดยที่ โนดโคออร์ดิเนเตอร์ที่ออกแบบขึ้นสามารถสร้างเส้นทางการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อนำข้อมูลจากการตรวจวัดขึ้นเซิร์ฟเวอร์ได้ งานวิจัยนี้ได้สร้างแบบจำลองสำหรับระบบควบคุมแบบฟัซซีในการควบคุมช่วงเวลาการให้น้ำของระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติโดยใช้ค่าความชื้นในดินและค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจากเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายที่ติดตั้งในแปลงเกษตรกรรม ผลการจำลองการทำงานที่นำเสนอแสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของอัลกอริทึมและความเป็นไปได้ในการประยุกต์เพื่อการใช้งานได้จริง

Deqin Xiao et al.,(2013) ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักของการศึกษาคือ (1) ออกแบบและพัฒนาเซนเซอร์วัดปริมาณความชื้นและความลึกของน้ำ ปรับเทียบเซนเซอร์กับตัวอย่างดินและทดสอบประสิทธิภาพของ WFDSS ในแง่ของช่วงการวัดความเสถียรข้อผิดพลาดของระบบการใช้พลังงานและระยะการส่งข้อมูล ซึ่งในบทความนี้รายงานการพัฒนาเซนเซอร์ความชื้นในดินแบบไร้สายในตัวสำหรับโดเมนความถี่การใช้งานนาข้าว เซนเซอร์ดินนี้สามารถวัดปริมาณความชื้นในดินและความลึกของน้ำได้ที่ในเวลาเดียวกันและส่งข้อมูลที่รวบรวมแบบไร้สายไปยังเครื่องรับเป้าหมาย เซนเซอร์ประกอบด้วย 5 ส่วน และแพคเกจเซนเซอร์ได้รับการออกแบบมาเพื่อการติดตั้งที่สะดวกและการใช้งานจริง เซนเซอร์ได้รับการปรับเทียบกับตัวอย่างดิน มีการทดสอบประสิทธิภาพของเซนเซอร์เกี่ยวกับช่วงการวัดความเสถียรข้อผิดพลาดของระบบการใช้พลังงานและระยะการส่งข้อมูล ผลระบุว่าช่วงความชื้นในดินที่เหมาะสมคือตั้งแต่ 30% ถึง 50% และช่วงการวัดความลึกของน้ำอยู่ระหว่าง 1 เซนติเมตรถึง 8 เซนติเมตร ข้อผิดพลาดในการวัดช่วงเหล่านี้มีน้อยกว่ามากกว่า 5% สำหรับความชื้นในดินและ 0.5 เซนติเมตรสำหรับความลึกของน้ำ เซนเซอร์สามารถถ่ายโอนได้อย่างน่าเชื่อถือ 60 เมตรและทำงานอย่างต่อเนื่องอย่างน้อย 4 เดือน โดยใช้แบตเตอรี่ 2100 mAh / 3.6 V เหมาะสำหรับการตรวจสอบปริมาณความชื้นในดินและความลึกของน้ำในพื้นที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 3

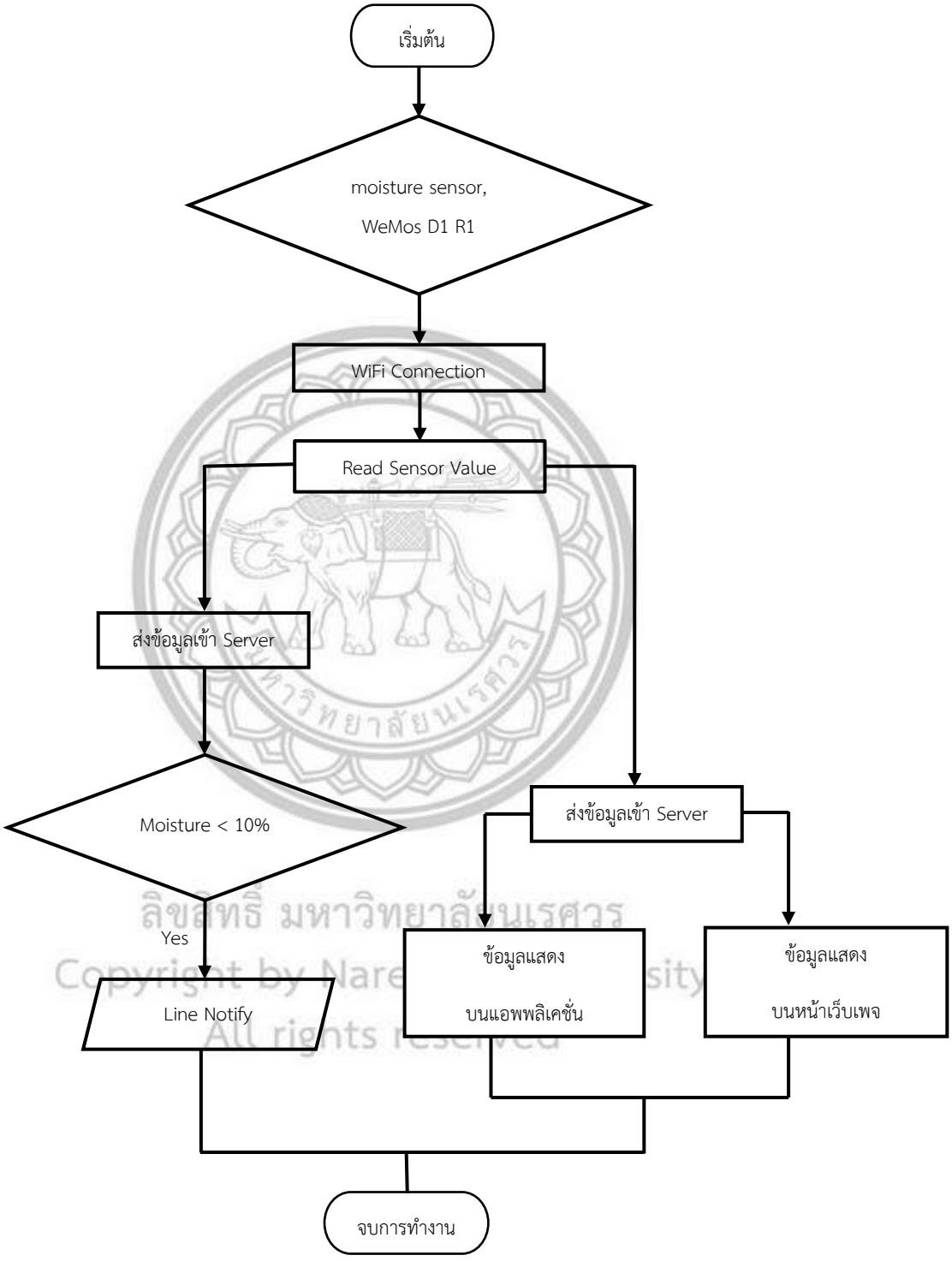
วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินงานของการพัฒนาระบบเซนเซอร์สำหรับตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลจากเซนเซอร์แบบเรียลไทม์ เพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรแม่นยำได้แบ่งวิธีดำเนินการวิจัยเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนการพัฒนาระบบเซนเซอร์และเว็บไซต์ ส่วนการพัฒนาระบบเซนเซอร์ใช้ภาษา PHP ในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลบน PhpPgAdmin เพื่อแสดงผลที่ได้จากเซนเซอร์ โดยเซนเซอร์จะเป็นตัวส่งข้อมูลและ PhpPgAdmin เป็นตัวเป็นตัวรับข้อมูล และในส่วนของเว็บไซต์จะใช้ภาษา HTML ในการสร้างเว็บไซต์

3.1 ภาพรวมของระบบ

รูปที่ 3.1 แสดงภาพรวมและกระบวนการของระบบ

จากรูปที่ 3.1 ซึ่งแสดงภาพรวมของระบบเซนเซอร์วัดความชื้นด้วยบอร์ด Wemos D1 R1 เป็นระบบที่สามารถรายงานค่าของปัจจัยทางกายภาพที่มีความสำคัญต่อพืช ที่จะแสดงผลไปยังผู้ใช้งาน โดยเป็นค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่สามารถบันทึกข้อมูลไปยังฐานข้อมูล (Database) รวมทั้งสามารถรายงานผลในรูแปบบของ Inverse Distance Weight เพื่อแสดงผลในรูปแบบเว็บเพจและแอพพลิเคชั่นแบบเรียลไทม์ ซึ่งได้แสดงภาพเพื่อให้เกิดความเข้าใจในภาพรวมของระบบทั้งหมด



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของระบบ

จากรูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของระบบเซนเซอร์ตรวจวัดและติดตามความชื้นดิน ในการทำงานของเซนเซอร์วัดความชื้นดินและบอร์ด WeMos D1 R1 นั้น จะเริ่มการทำงานเมื่อบอร์ดเชื่อมต่อกับ WiFi เซนเซอร์จะถูกอ่านค่า โดยข้อมูลค่าความชื้นดินจะถูกส่งเข้าสู่ server โดยมีเงื่อนไขว่าหากค่าความชื้นดินที่มีค่าน้อยว่า 10% ซึ่งเป็นค่าที่ถูกกำหนดไว้ในขั้นตอนการเขียนโปรแกรมของ Ardunio IDE จะส่งแจ้งเตือนไปยัง Line Notify เพื่อให้ผู้ใช้งานได้รับทราบปัญหา ติดตามและแก้ไขได้ทันที จากนั้นข้อมูลในฐานข้อมูลจะถูกเรียกมาแสดงบนหน้าเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน โดยการแสดงผลของบนหน้าเว็บไซต์ จะแสดงผลในรูปแบบของมอนิเตอร์และกราฟแบบเรียลไทม์ และการแสดงผลของบนแอพพลิเคชั่น จะแสดงผลในรูปแบบของมอนิเตอร์ ซึ่งจะแสดงค่าของความชื้นดินแบบเรียลไทม์เช่นเดียวกัน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware)

ชื่ออุปกรณ์	ความหมาย	รูปภาพอุปกรณ์
WeMos D1 R1	เป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) เป็นชิ้นส่วนหลัก ถูกนำมาประกอบร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ สามารถเชื่อมต่อ Internet เหมาะสำหรับนำไปพัฒนาด้าน Internet of Tings โดยในแต่ละรุ่นอาจมีความแตกต่างกัน เช่น จำนวนของขารับส่งสัญญาณ แรงดันไฟที่ใช้ประสิทธิภาพของ MCU เป็นต้น	
เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน	สามารถต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ขาอนาล็อกอินพุตอ่านค่าความชื้น เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เซนเซอร์ที่สามารถวัดความชิ้นในดินได้อย่างแม่นยำ	

LM2596S Module	สามารถนำไปใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่าแรงดันเอาต์พุต โดยสามารถนำไปลดแรงดันไฟฟ้าได้ เช่น แบตเตอรี่หม้อแปลงไฟฟ้าแหล่งจ่ายไฟที่สามารถปรับไฟ LED ยานยนต์มี 24V ถึง 12V ฯลฯ	
แผงควบคุมการเก็บประจุแบตเตอรี่	แผงควบคุมทำงานโดยจะดูว่าแรงดันไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่อยู่ในระดับใด เพื่อป้องกันการคลายประจุของแบตเตอรี่ที่มากเกินไปและอาจทำให้แบตเตอรี่เสื่อมเร็วขึ้น	
โซล่าเซลล์ (Solar Cell)	อุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ผลิตไฟฟ้าสูงที่สุดในช่วงเวลากลางวัน พลังงานไฟฟ้าที่เหลือจากการใช้ สามารถเก็บสะสมไว้ในแบตเตอรี่เพื่อไว้ใช้ในเวลากลางคืนได้ แผงโซล่าเซลล์ที่มีวัตต์สูงสามารถชาร์จได้เร็ว วัตต์ต่ำชาร์จได้ช้า	
แบตเตอรี่ (Battery)	อุปกรณ์ให้พลังงานสำหรับไฟฉาย โทรศัพท์ รถยนต์ เป็นต้น ภายในประกอบด้วยกลุ่มของเซลล์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 เซลล์ขึ้นไป ซึ่งต่อรวมกันอยู่แบบอนุกรมและแบบขนาน หรือทั้งสองแบบ	
สายไฟจัมเปอร์ (Jumper)	เป็นสายไฟประเภท Multicore คือมีสายไฟเส้นเล็กหลายๆเส้น พันเป็นเกลียวรวมกันอยู่ด้านในฉนวน โดยสายนี้จะต้องมีการเข้าหัวก่อนเพื่อรวมสายไฟเส้นเล็ก ๆให้เป็นหนึ่งเส้น เพื่อให้สามารถเสียบเข้ากับรูที่อยู่บน Breadboard ได้	

ตารางที่ 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร by Naresuan University

3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ส่วนของซอฟแวร์ (Software)

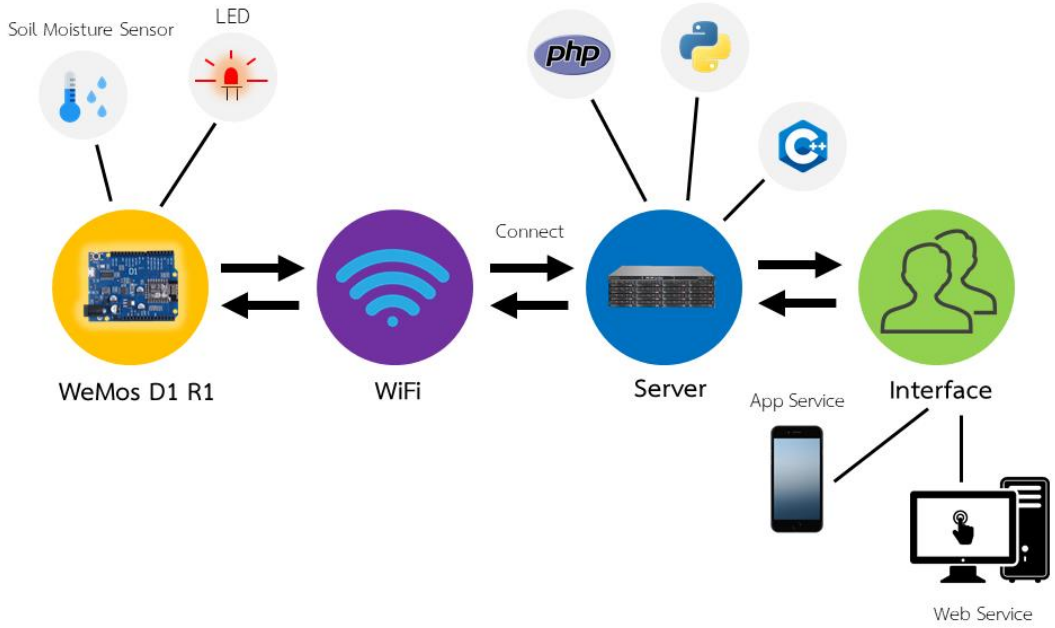
3.1.2.1 โปรแกรม Arduino IDE

3.1.2.2 โปรแกรม Oracle VM VirtualBox

3.3 การพัฒนาระบบเซนเซอร์

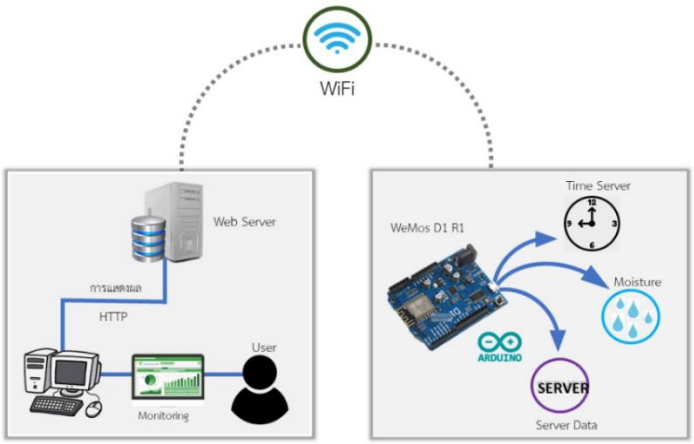
3.3.1 การออกแบบระบบ

การออกแบบระบบวิเคราะห์ข้อมูลจากเซนเซอร์แบบเรียลไทม์ เพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรแม่นยำด้วยบอร์ด WeMos D1 R1 จะออกแบบเพื่อให้ระบบสามารถรายงานผลค่าของความชื้นของดิน มาแสดงในรูปแบบเว็บเพจที่เป็นลักษณะของกราฟและมอนิเตอร์ และแสดงในรูปแบบของแอพพลิเคชั่น โดยจะแสดงเป็นลักษณะมอนิเตอร์แบบเรียลไทม์ทั้งหมด โดยมีเว็บเซิร์ฟเวอร์ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการรับค่าจากบอร์ด WeMos D1 R1 รวมทั้งมีการแสดงค่าความชื้นในรูปแบบ IDW ซึ่งสามารถออกแบบกระบวนการทำงานระบบ ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การออกแบบและแสดงองค์ประกอบของระบบ

3.3.2 การออกแบบทางด้านเครือข่าย



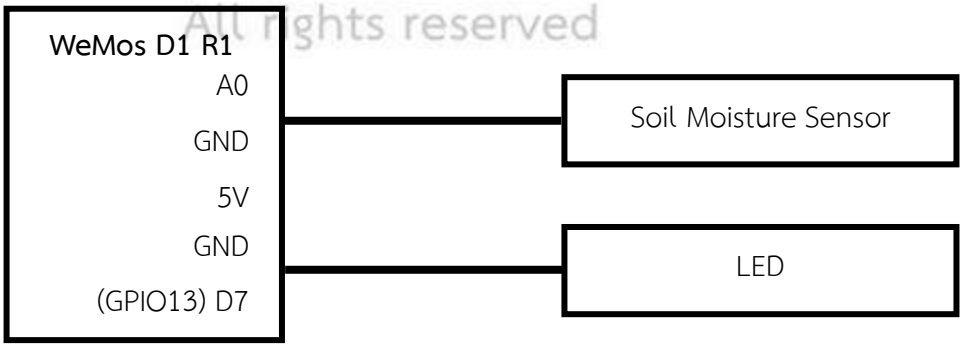
รูปที่ 3.4 แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่ายและอุปกรณ์ในระบบ

จากรูปที่ 3.4 ซึ่งแสดงรูปแบบการเชื่อมต่อกับเครือข่ายและอุปกรณ์ในระบบ สามารถออกแบบเครือข่ายได้ในลักษณะที่ไม่ซับซ้อน ทำให้การทดลองนั้นง่ายต่อการเชื่อมต่อ เมื่อระบบเชื่อมอินเทอร์เน็ตจะให้ให้อุปกรณ์ในระบบมีการเชื่อมต่อกันระหว่างเครือข่าย ส่งผลให้ข้อมูลแสดงออกไปยังผู้ใช้งานได้แบบเรียลไทม์

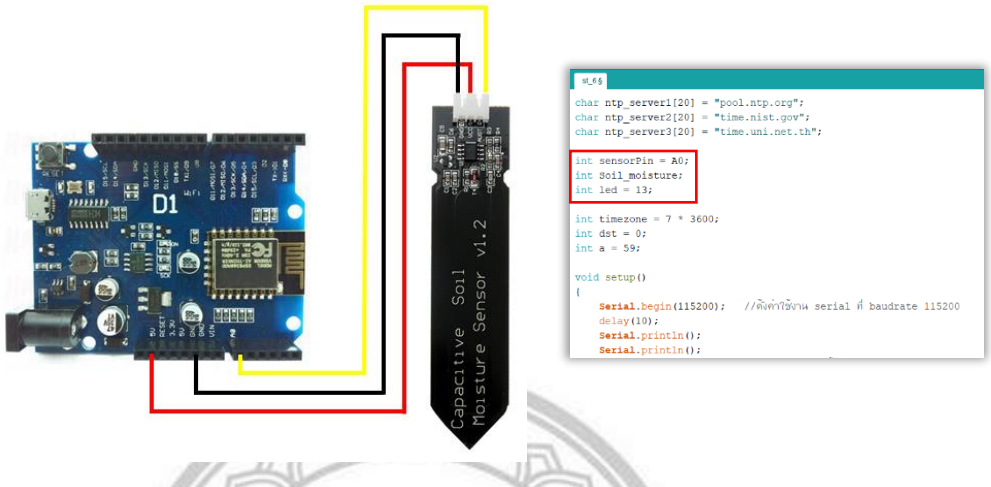
3.3.3 การออกระบบเซนเซอร์วัดค่าความชื้น

การออกแบบระบบ เพื่อให้ระบบเซนเซอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการตรวจสอบค่าความชื้นสัมพัทธ์ของดินและติดตามผลการตรวจวัดจากระยะไกล ตามเวลาจริงได้ โดยสามารถแสดงรูปแบบ ดังรูปที่ 3.5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



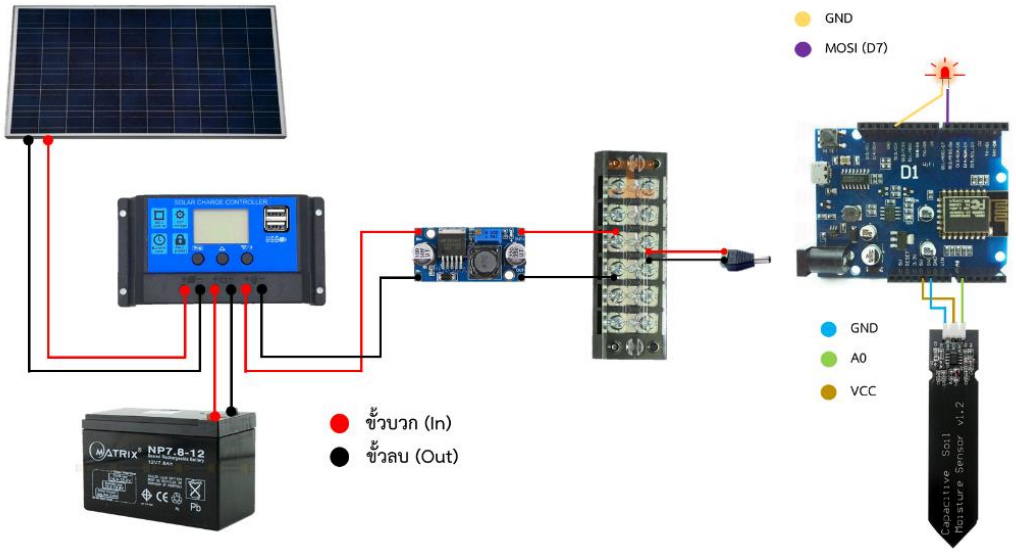
รูปที่ 3.5 แสดงแผนภาพการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ WeMos D1 R1



รูปที่ 3.6 การต่อวงจรระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ และเซนเซอร์วัดความชื้นดิน

จากรูปที่ 3.6 แสดงแผนภาพการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ WeMos D1 R1 ส่วนของเซนเซอร์ที่ใช้สำหรับแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์ในดินมีการต่อขา A0, Ground และสายไฟ 5V ของไมโครคอนโทรลเลอร์ WeMos D1 R1 และการต่อไฟ LED มีการต่อขา Ground และขาที่ 13 และ 5 ของของไมโครคอนโทรลเลอร์เช่นเดียวกัน เป็นการสื่อสารแบบอนุกรม

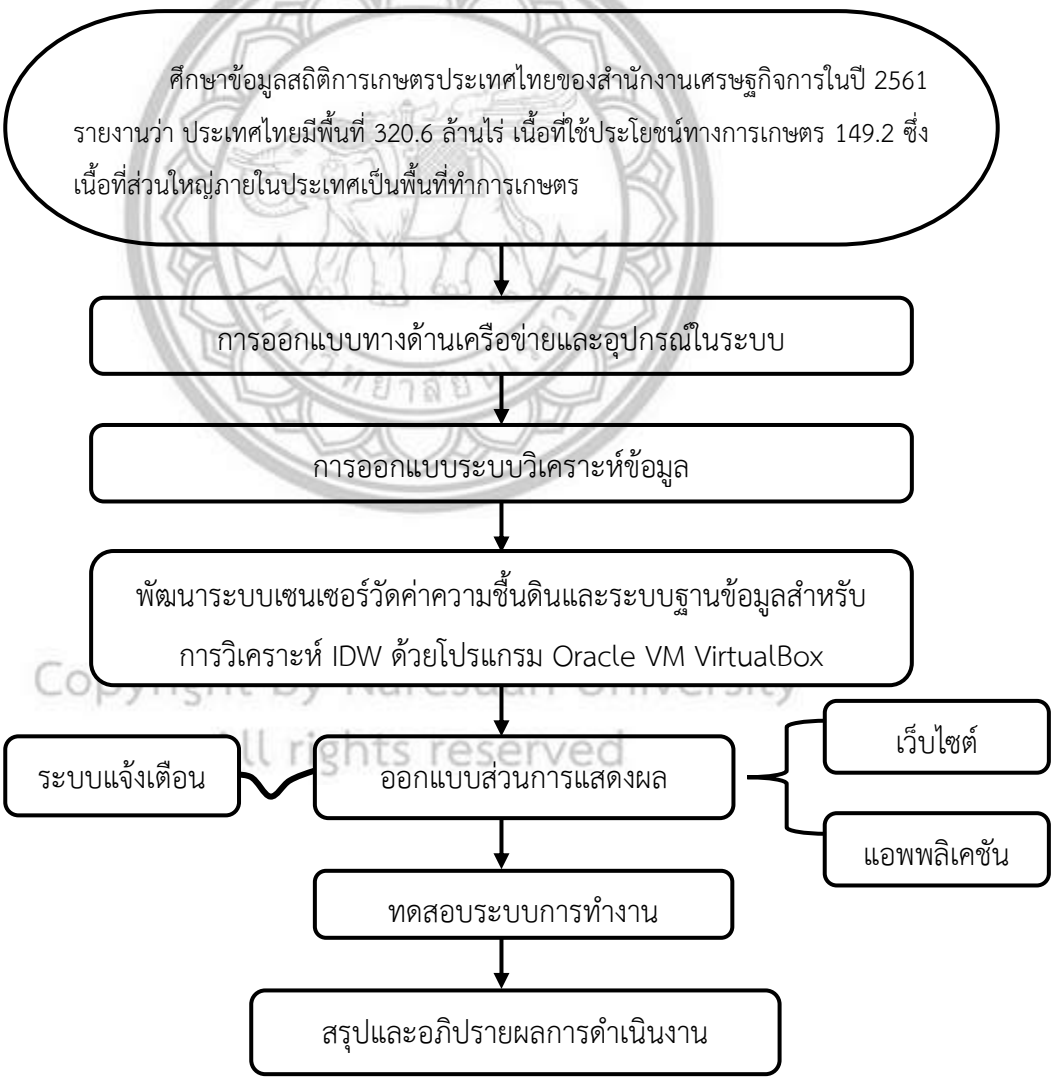
3.3.4 ภาพรวมของการต่อวงจรเซนเซอร์



รูปที่ 3.7 การต่อวงจรเซนเซอร์

3.4 ขั้นตอนการทำงาน

ขั้นตอนในการดำเนินงานเริ่มจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ “เซนเซอร์วัดค่าความชื้นดิน” ซึ่งในประเทศไทยส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทางการเกษตร โดยมีการทำการเกษตรสมัยดั้งเดิม โดยใช้การคาดการณ์ ทำให้มีความไม่แน่นอนในการตัดสินใจในการแก้ปัญหาหรือการติดตาม จึงนำข้อมูลที่ศึกษามาใช้ในการสนับสนุนการพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลจากเซนเซอร์แบบเรียลไทม์ ส่งผลทำให้เกษตรกรสามารถแก้ปัญหาได้ทันถ่วงที นอกจากนั้นยังติดตามค่าความชื้นของดินได้แบบเรียลไทม์ โดยทำการออกแบบการทำงานของระบบ โดยสามารถเรียงลำดับการขั้นตอนการทำงานได้ ดังภาพที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการทำงาน

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.5 การออกแบบและสร้างฐานข้อมูล

3.5.1 การออกแบบฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล (Database) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในที่ที่เดียวกัน โดยตัวอุปกรณ์จะต้องทำการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตเสียก่อน จึงจะสามารถส่งข้อมูลไปยังผู้ใช้งานได้ และเมื่อเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตจะรับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์สู่ฐานข้อมูลข้อมูลแบบ Realtime ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการออกแบบโครงสร้างและรูปแบบข้อมูลที่จัดเก็บบนฐานข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ID	MOISTURE	DATE	TIME	HOUR	MINUTE	SECOND
INTEGER	numeric(10,2)	date	time without time zone	numeric(10,2)	numeric(10,2)	numeric(10,2)

ตารางที่ 3.2 แสดงรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลเซนเซอร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

รูปที่ 3.9 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูล

จากภาพ 3.9 เป็นภาพแสดงโครงสร้างฐานข้อมูล สำหรับแสดงค่าข้อมูลเซนเซอร์แบบเรียลไทม์ และนำค่าที่ได้ไปแสดงบนเว็บไซต์ในรูปแบบของกราฟและมอนิเตอร์ โดยข้อมูลเหล่านี้จะอยู่ฐานข้อมูล Sensor ที่ภายใต้เทเบิล (Table) Palm_soilmois_1, Palm_soilmois_2, Palm_soilmois_3, Palm_soilmois_4, Palm_soilmois_5 และ Palm_soilmois_6 ที่ประกอบไปด้วยข้อมูล id, moisture, date, time, hour, minute และ second ซึ่งภายในประกอบด้วย value ดังตารางที่ 3.3

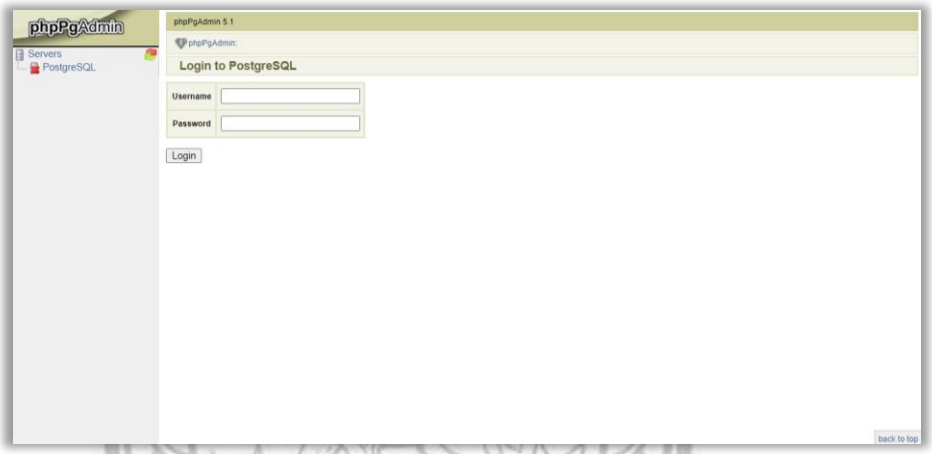
ชื่อตัวแปร	ความหมาย	รูปแบบการจัดเก็บ
id	จำนวนข้อมูลที่เข้าสู่ฐานข้อมูล	integer
moisture	ค่าความชื้นดินสัมพัทธ์จากเซนเซอร์	numeric(10,2)
date	วัน/เดือน/ปี/เวลา ที่ข้อมูลเข้า	date
time	เวลาที่ข้อมูลเข้า	time without time zone
hour	เวลาที่เป็นจำนวนชั่วโมงที่ข้อมูลเข้า	numeric(10,2)
minute	เวลาที่เป็นจำนวนนาทีที่ข้อมูลเข้า	numeric(10,2)
second	เวลาที่เป็นจำนวนวินาทีที่ข้อมูลเข้า	numeric(10,2)

ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดที่จัดเก็บค่าเซนเซอร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

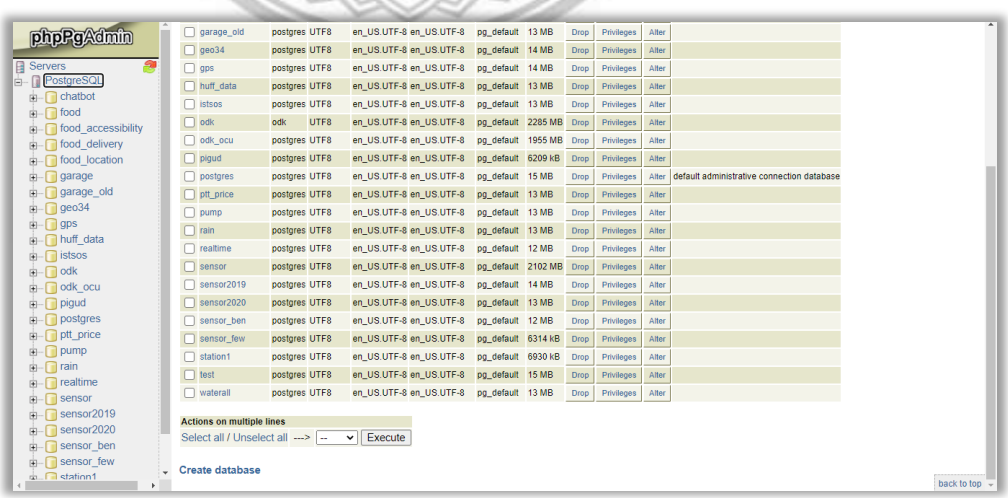
3.5.2 การสร้างฐานข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ทำการสร้างฐานข้อมูล ด้วย phpAdmin ซึ่งจะเป็นการเก็บข้อมูลที่เก็บค่าจากเซนเซอร์จะเก็บไว้ในส่วนของ Server ที่ทำการเชื่อมกับฐานข้อมูลด้วย php โดยจะมีรายละเอียดดังนี้



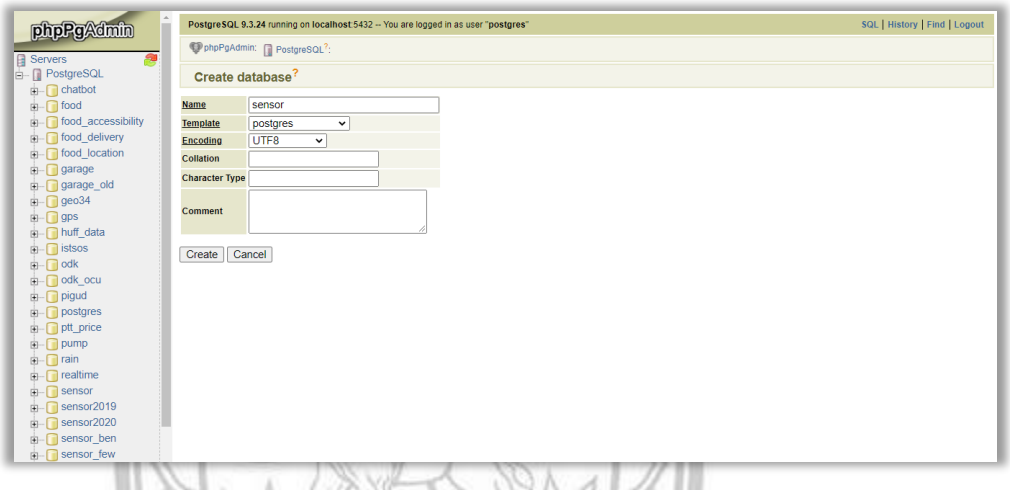
รูปที่ 3.10 เริ่มต้นการสร้างฐานข้อมูล

สร้างฐานข้อมูลด้วยการ Create database



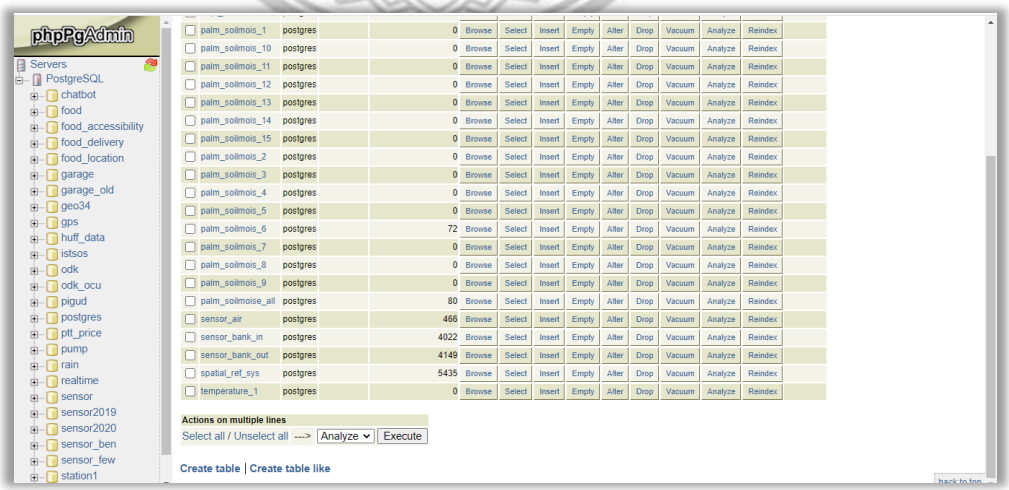
รูปที่ 3.11 สร้างฐานข้อมูล

การตั้งชื่อให้กับฐานข้อมูล โดยในที่นี้ตั้งว่า Sensor และกรอกรายละเอียดต่าง ๆ โดยจะมีการตั้งชื่อฐานข้อมูล รูปแบบของฐานข้อมูลและตั้งค่าตัวหนังสือ เมื่อกรอกรายละเอียดครบถ้วนให้ทำการสร้างฐานข้อมูล ดังรูปที่ 3.12



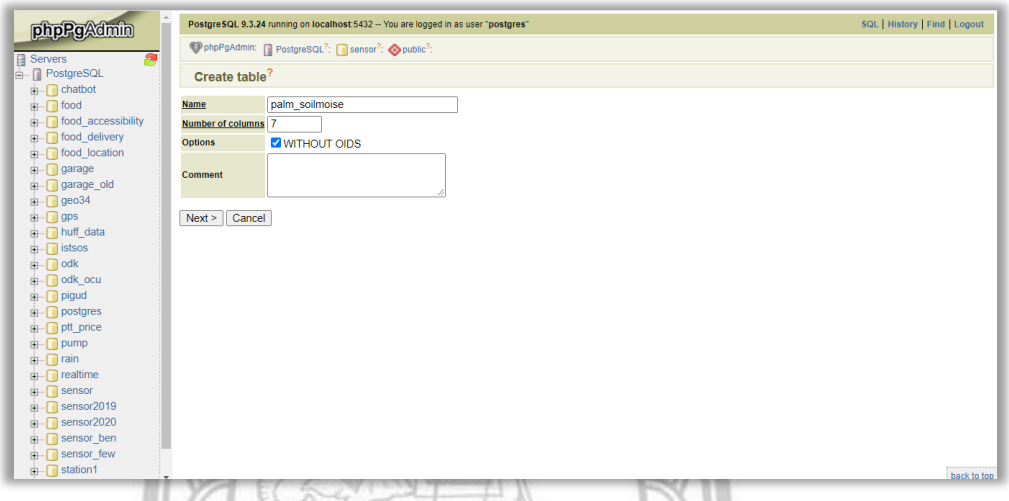
รูปที่ 3.12 สร้างฐานข้อมูล

เมื่อสร้างฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ในขั้นตอนต่อไปเป็นการสร้างเทเบิลให้กับฐานข้อมูล



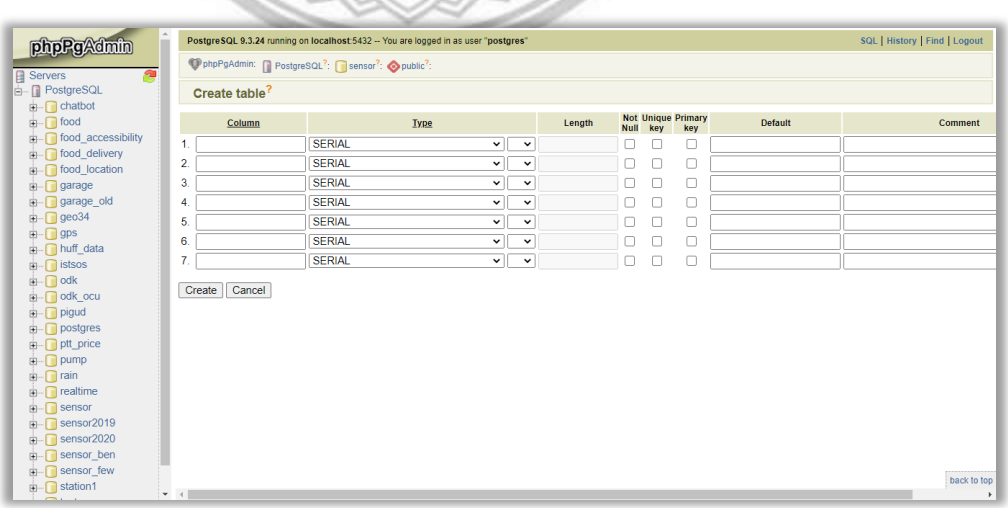
รูปที่ 3.13 สร้างตารางให้กับฐานข้อมูล

การตั้งชื่อเทเบิล โดยในที่นี้ตั้งว่า Palm_soilmois และกรอกรายละเอียดต่าง ๆ โดยจะมีการตั้งชื่อเทเบิลและกำหนดคอลัมน์ให้กับตาราง ดังรูปที่ 3.14 เมื่อกรอกรายละเอียดครบถ้วนให้ทำการสร้างเท

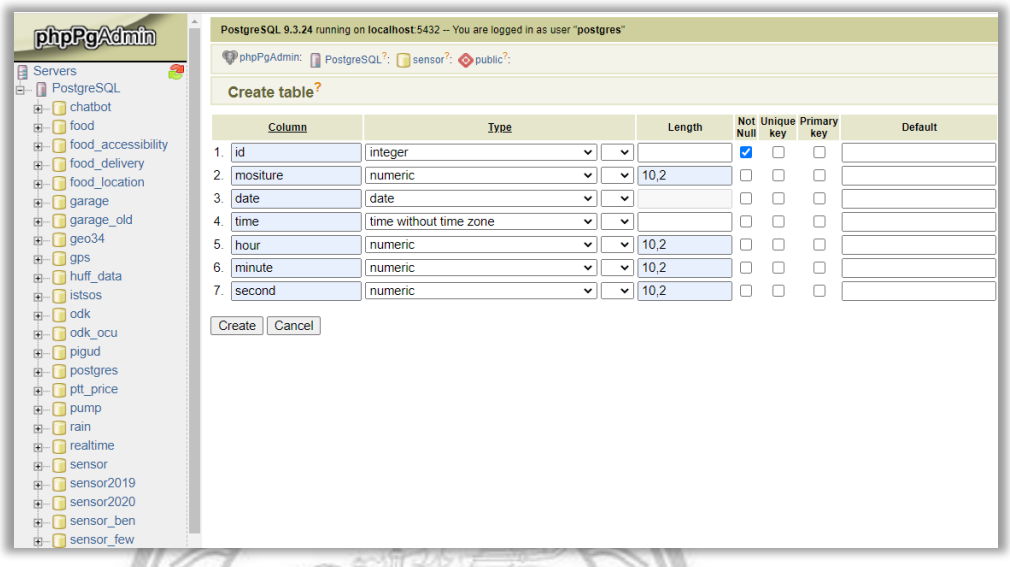


รูปที่ 3.14 สร้างตารางให้กับฐานข้อมูล

ในส่วนนี้ จะเป็นส่วนที่กำหนดรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลให้กับเทเบิล ดังตารางที่ 3.2 จะเป็นการกำหนดชื่อให้กับคอลัมน์ และเลือกประเภทให้กับคอมลัมน์ ดังภาพที่ 3.15

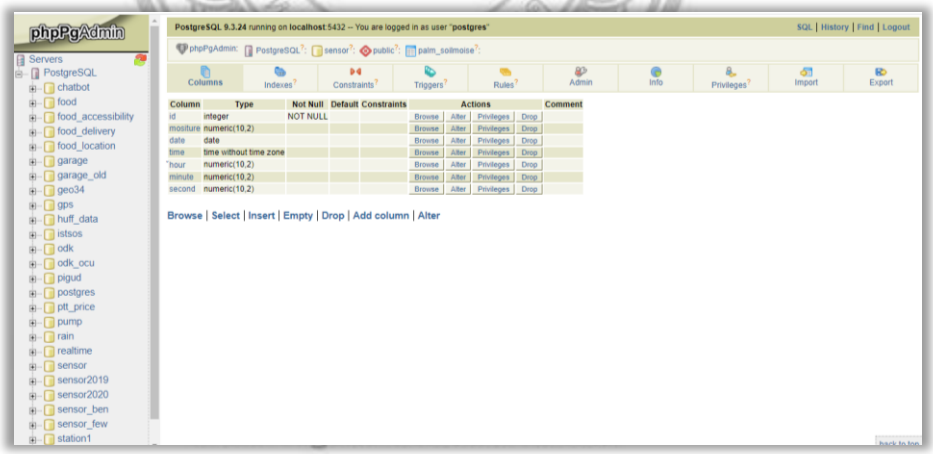


รูปที่ 3.15 สร้างตารางให้กับฐานข้อมูล



รูปที่ 3.16 สร้างตารางให้กับฐานข้อมูล

ผลที่ได้จากการสร้างตารางฐานข้อมูล



รูปที่ 3.17 สร้างตารางให้กับฐานข้อมูล

3.6 การเขียนโปรแกรมสำหรับ Sensor ด้วยโปรแกรม Arduino IDE

ในการใช้ชุดคำสั่งข้อมูลสำหรับการจัดการกับการทำงานของเซนเซอร์ โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับเขียนภาษา C เพื่อกำหนดคำสั่งและกำหนดเงื่อนไขการทำงานให้กับเซนเซอร์ ด้วยการอัปโหลดลดคำสั่งที่เขียนไปยังตัวบอร์ดและเซนเอร์ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3.18

หมายเหตุ ดูโค้ดเพิ่มเติมที่ภาคผนวก ข.

3.6.1 ขั้นตอนการใช้ชุดคำสั่งข้อมูล โดยโปรแกรม Arduino IDE

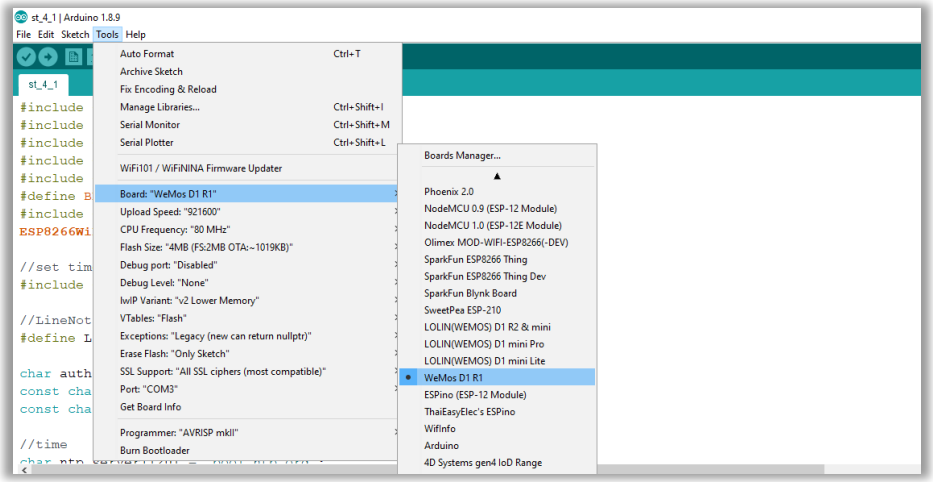
รูปที่ 3.18 ชุดคำสั่งที่ใช้สำหรับการทำงานชุดเซนเซอร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

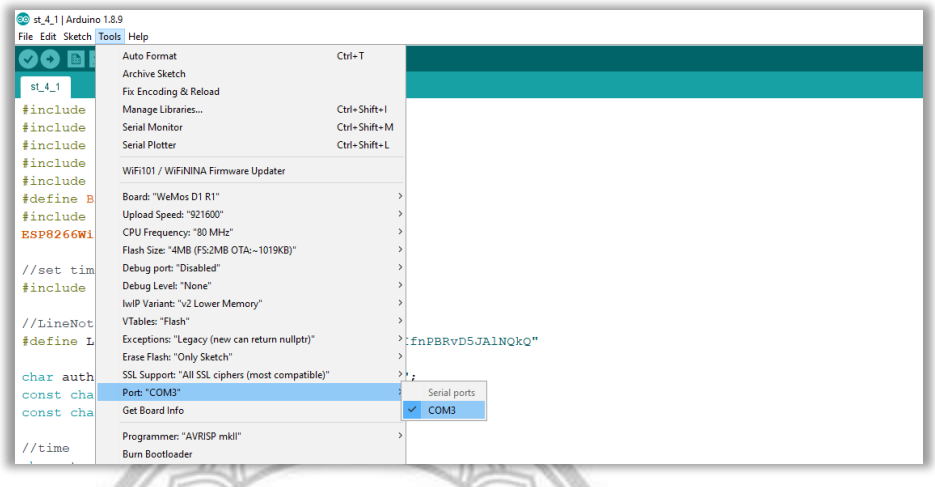
เมื่อป้อนโค้ดตามคำสั่งและกำหนดเงื่อนไขการทำงานของบอร์ด WeMos D1 R1 และเซนเซอร์ ทำการเช็คโค้ด เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของชุดคำสั่ง

รูปที่ 3.19 ตรวจสอบความถูกต้องของชุดคำสั่งที่เซนเซอร์

ในขั้นตอนต่อไปเป็นการเลือกบอร์ดให้ตรงกับบอร์ดที่ใช้งาน โดยในที่นี้ใช้บอร์ด “WeMos D1 R1” และเลือก COM Port โดยในที่นี่เลือก COM Port เป็น COM3 หรืออื่น ๆ

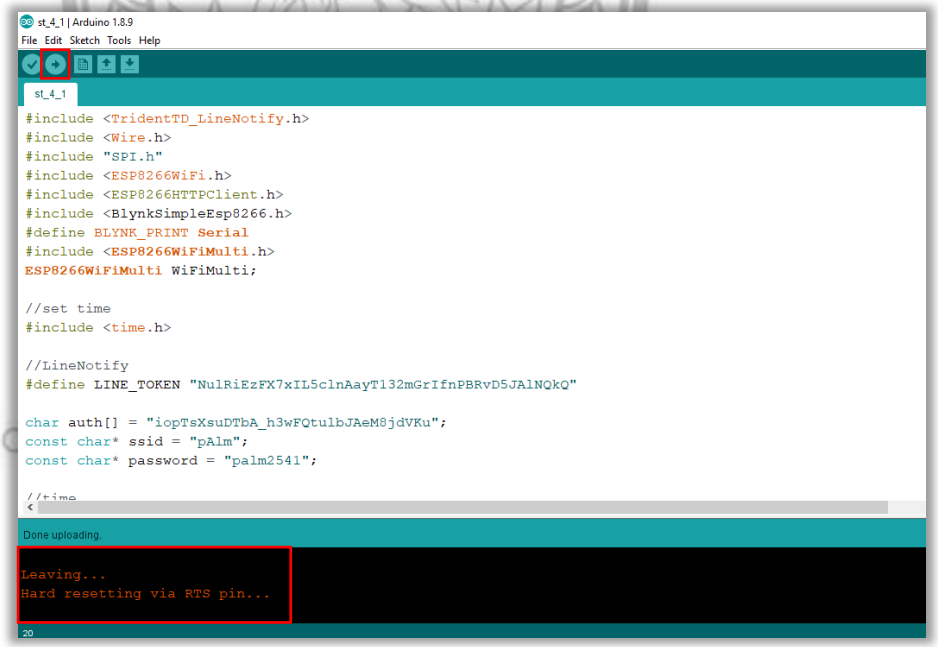


รูปที่ 3.20 เลือกบอร์ดให้กับโปรแกรมที่ใช้สำหรับชุดคำสั่ง



รูปที่ 3.21 เลือก COM Port ให้กับโปรแกรมที่ใช้สำหรับชุดคำสั่ง

เมื่อทำการเลือกบอร์ด และ COM Port เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการ Upload ข้อมูลเข้าสู่บอร์ด



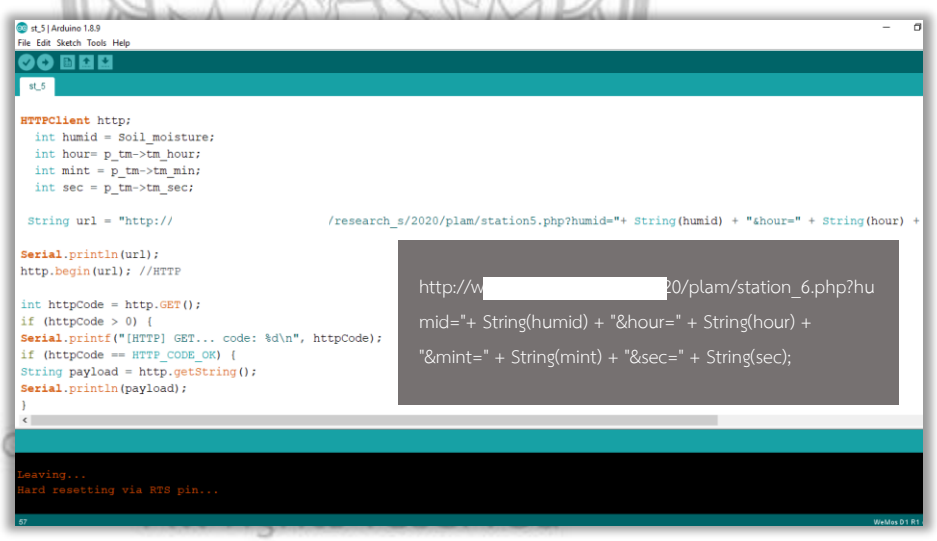
รูปที่ 3.22 สิ้นสุดการ Upload ข้อมูลเข้าสู่บอร์ด

3.6.2 ชุดคำสั่งการส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล

เป็นการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์เซนเซอร์แบบเรียลไทม์ เพื่อจัดเก็บข้อมูลเตรียมพร้อมสำหรับการนำข้อมูลไปทำในกระบวนการขั้นตอนต่อไป ประกอบด้วย 2 ข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นค่าความชื้นและเวลา เพื่อที่จะให้ได้เวลาเดียวกันที่จะไปสร้าง IDW และนำเสนอข้อมูลผ่านเว็บไซต์และแอพพลิเคชัน โดยการส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูลนั้น ทำการเขียนโค้ด php สำหรับใช้ในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล ส่งข้อมูลจากบอร์ด WeMos D1 R1 ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เซนเซอร์เข้าสู่ฐานข้อมูล โดยใช้ภาษา php เป็นส่วนในการเชื่อมกันระหว่างบอร์ดส่งข้อมูลและฐานข้อมูล เมื่อทำการเชื่อมต่อ Internet Wi-Fi โดยมีรายละเอียด ดังนี้

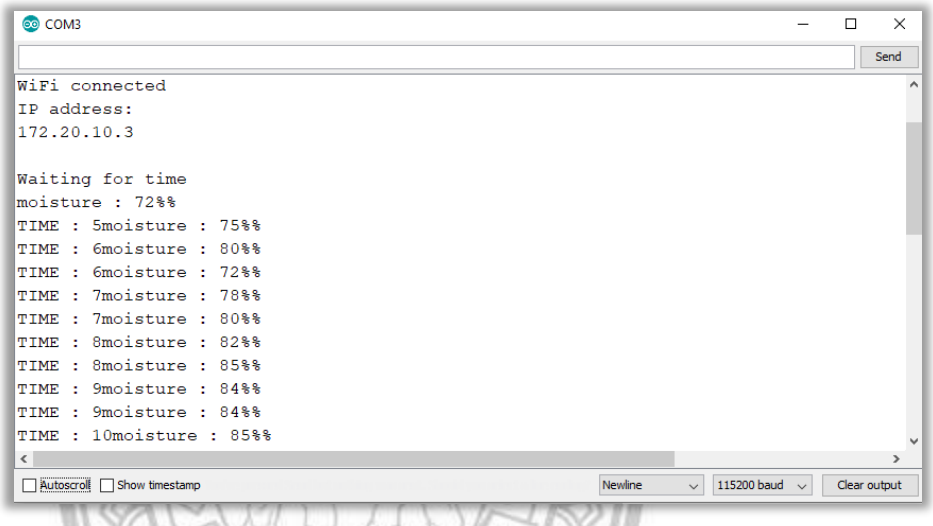
3.6.2.1 Arduino IDE

เป็นคำสั่งในการอ่านค่าของอุปกรณ์เซนเซอร์และคำสั่งในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล เมื่ออุปกรณ์เซนเซอร์เชื่อมต่อกับ Internet Wi-Fi จะมีการส่งค่าที่ได้เข้าสู่ฐานข้อมูล ดังรูปที่ 3.23

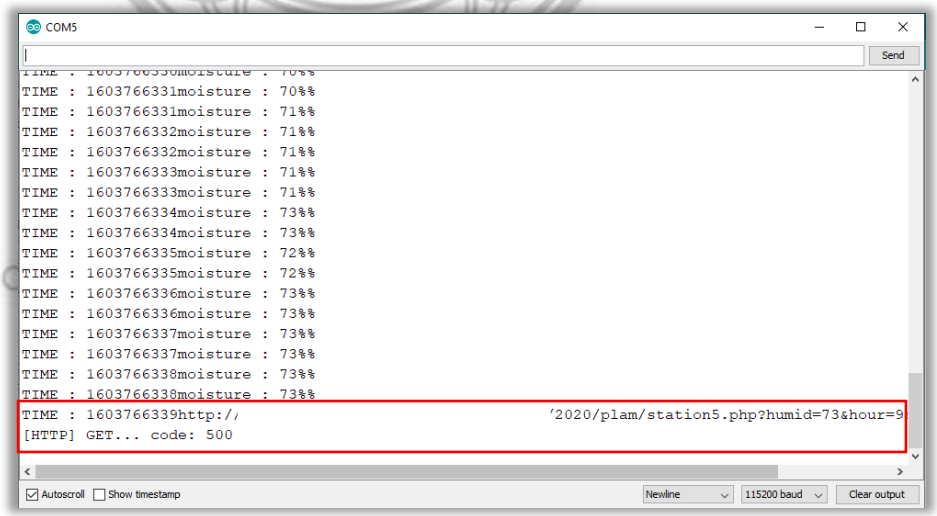


รูปที่ 3.23 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล

เมื่อโค้ดรันสำเร็จ จะแสดงสถานการณ์เชื่อมต่อกับ Internet WiFi และแสดงค่าความชื้นดินจากอุปกรณ์เซนเซอร์ ดังรูปที่ 3.24 นอกจากนั้นจะแสดงสถานะหรือข้อความในการส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล ดังรูปที่ 3.25



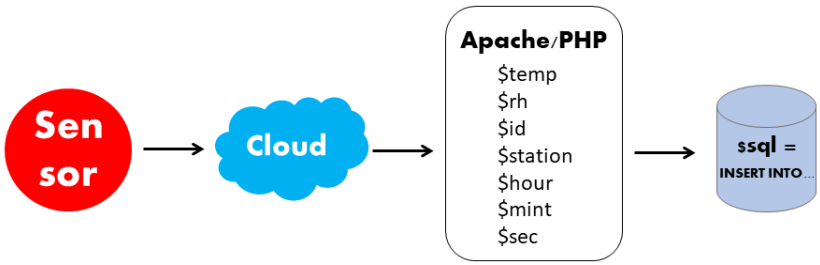
รูปที่ 3.24 แสดงสถานการณ์เชื่อมต่อ WiFi และแสดงค่าความชื้นดิน



รูปที่ 3.25 ส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล

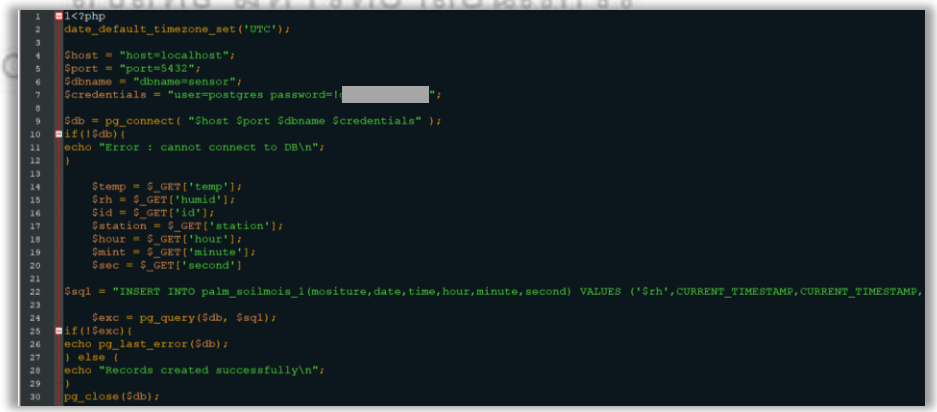
3.6.2.2 PHP

PHP เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ในลักษณะเซิร์ฟเวอร์-ไซด์ สคริปต์ (Server-side script) ใช้สำหรับจัดทำเว็บไซต์ และแสดงผลออกมาในรูปแบบ HTML โดยมีรากฐานโครงสร้างคำสั่งมาจากภาษาซีและภาษาจาวา ซึ่งการทำงานของการส่งข้อมูลเซนเซอร์ไปยังฐานข้อมูล เซนเซอร์จะถูกอ่านค่าโดยแสดงค่าความชื้นดิน % และ Cloud จะเป็นพื้นที่ที่รับฝากไฟล์บนอินเทอร์เน็ต โดยจะกำหนดค่าสตริง (String) หรือชุด (Array) ของตัวอักขระสำหรับการเก็บค่าคงที่ชนิดสตริงไว้ในตัวแปรสตริงภายในหน่วยความจำนั้นด้วยภาษา PHP และเพิ่มข้อมูลไปยังฐานข้อมูล



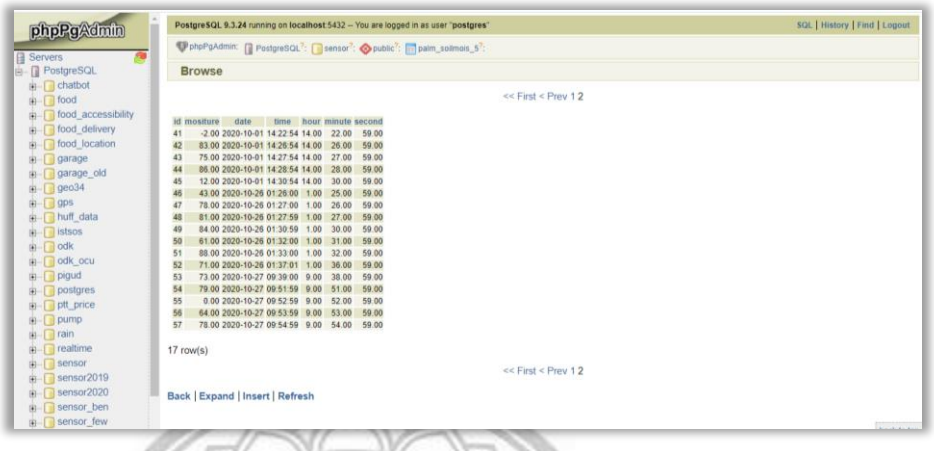
รูปที่ 3.26 การทำงานของการส่งข้อมูลเซนเซอร์ไปยังฐานข้อมูล

เป็นคำสั่งในการเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์เซนเซอร์และฐานข้อมูล โดยจะใช้ภาษา php ในการเชื่อมต่อและเพิ่มข้อมูลไปยังฐานข้อมูล เมื่ออุปกรณ์เซนเซอร์เชื่อมต่อกับ Internet Wi-Fi เช่นเดียวกันกับ Arduino IDE ดังรูปที่ 3.27



```
<?php
date_default_timezone_set('UTC');

$host = "host=localhost";
$port = "port=5432";
$dbname = "dbname=sensor";
$credentials = "user=postgres password=[redacted]";

$db = pg_connect( "$host $port $dbname $credentials" );
if(!$db){
echo "Error : cannot connect to DB\n";
}

    $temp = $_GET['temp'];
    $rh = $_GET['humid'];
    $id = $_GET['id'];
    $station = $_GET['station'];
    $hour = $_GET['hour'];
    $mint = $_GET['minute'];
    $sec = $_GET['second']

$sql = "INSERT INTO palm_soilmois_1(mositure,date,time,hour,minute,second) VALUES ('$rh',CURRENT_TIMESTAMP,CURRENT_TIMESTAMP,

    $exc = pg_query($db, $sql);
if(!$exc){
echo pg_last_error($db);
} else {
echo "Records created successfully\n";
}
pg_close($db);
```

รูปที่ 3.27 การเชื่อมต่อฐานข้อมูล

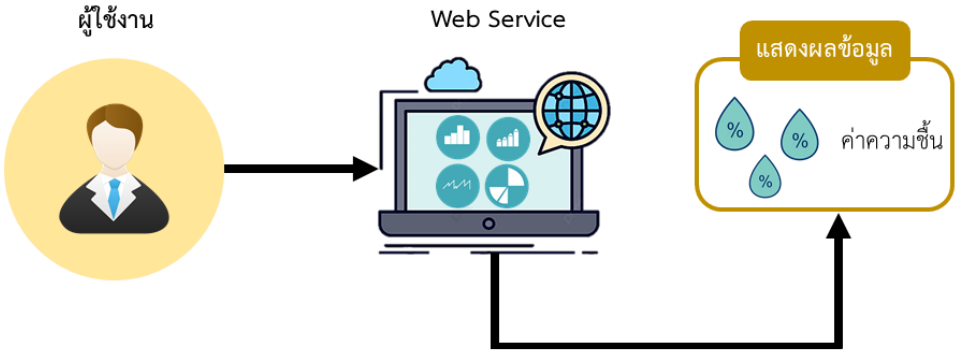


รูปที่ 3.28 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล

3.7 การพัฒนา Web Service และ Application Service

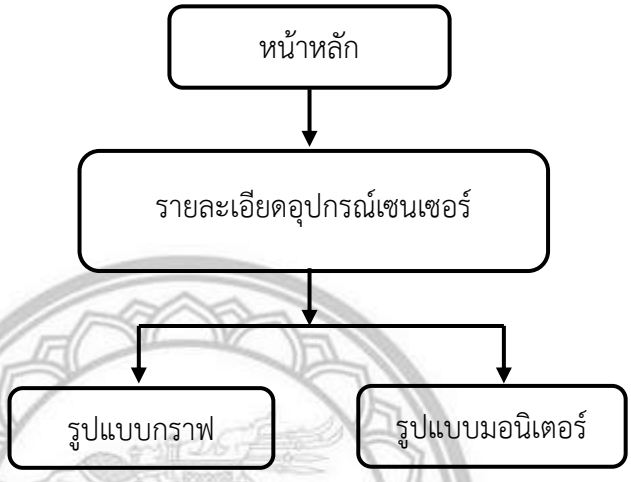
3.7.1 การออกแบบ Web Service

สำหรับการออกแบบ Web Service ในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบพัฒนาในการแสดงผลข้อมูลและติดตามตรวจสอบข้อมูลจากอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจวัดค่าความชื้นดินแบบเรียลไทม์ ซึ่งเป็นค่าความชื้นดินที่หน่วยเป็น % ณ ตำแหน่งที่อุปกรณ์ติดตั้งอยู่ ดังรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 โครงสร้างส่วนผู้ใช้งานของ Web Service

3.7.2 การออกแบบโครงสร้างส่วนติดตามและตรวจสอบของ Web Service



รูปที่ 3.30 โครงสร้างส่วนติดตามและตรวจสอบของ Web Service

จากรูปที่ 3.30 แสดงการออกแบบโครงสร้างส่วนการติดตามและตรวจสอบผลจากอุปกรณ์เซนเซอร์ โดยเมื่อทำการเปิดเว็บไซต์ จะเข้าสู่หน้าหลัก และในหน้าถัดไปจะแสดงข้อมูลรายละเอียดของอุปกรณ์เซนเซอร์ และในหน้าถัดไปจะเป็นส่วนของกราฟและมอนิเตอร์ ในการแสดงค่าข้อมูลความชื้นจากอุปกรณ์เซนเซอร์

3.7.3 การสร้างหน้า Web Service

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

เป็นหน้าเว็บเพจที่จัดทำขึ้น เพื่อนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ภาษา HTML ในการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ โดยเว็บเซอร์วิส (Web Service) จะมีหน้าอินเทอร์เฟส (Interface) ที่ใช้ในการนำเสนอและอธิบายข้อมูล ในงานวิจัยนี้จะเป็นการสร้างหน้าเว็บเพจขึ้นมา เพื่อแสดงข้อมูลค่าจากอุปกรณ์เซนเซอร์ โดยใช้ภาษา php ในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล ในรูปแบบของกราฟและมอนิเตอร์ ดังต่อไปนี้

ส่วนของภาษา PHP สำหรับเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลและการเรียกข้อมูลมาแสดงบน Web Service เป็นโค้ดที่ใช้แสดงค่าความชื้นดินจากอุปกรณ์เซนเซอร์ โดยจะเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลและเทเบิลที่ต้องการจะนำมาแสดงในรูปแบบของมอนิเตอร์ ดังรูปที่ 3.31 และรูปแบบของกราฟดัง รูปที่ 3.32

```php
<?php
    define("PG_DB"  , "sensor");
            define("PG_HOST", "localhost");
            define("PG_USER", "postgres");
            define("PG_PORT", "5432");
            define("PG_PASS", [redacted] ;
            define("TABLE",   "palm_soilmois_4");

   $con = pg_connect("dbname=".PG_DB." host=".PG_HOST." password=".PG_PASS." user=".PG_USER);

 $Day = array();
 $temp = array();

$sql = "SELECT * FROM palm_soilmois_4 ORDER BY id DESC LIMIT 1";

$result = pg_query($sql);
while($row=pg_fetch_array($result)) {

 array_push($time,$row[id]);
 array_push($temp,$row[mositure]);

    echo $json = json_encode( $result, JSON_NUMERIC_CHECK);
}
?>
```

รูปที่ 3.31 การเชื่อมต่อฐานข้อมูล รูปแบบของมอนิเตอร์

```php
<?php
           define("PG_DB"  , "sensor");
            define("PG_HOST", "localhost");
            define("PG_USER", "postgres");
            define("PG_PORT", "5432");
            define("PG_PASS", [redacted];
            define("TABLE",   "palm_soilmois_1");

$con = pg_connect("dbname=".PG_DB." host=".PG_HOST." password=".PG_PASS." user=".PG_USER);

$date = array();
$mositure = array();

$sql = "SELECT * FROM palm_soilmois_1 ORDER BY date DESC LIMIT 10 ";

$result = pg_query($sql);
while($row=pg_fetch_array($result)) {

    array_push($date,$row['date']);
    array_push($mositure,$row['mositure']);
    echo $json = json_encode( $result, JSON_NUMERIC_CHECK);

}
?>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright By Naresuan University
All rights reserved

รูปที่ 3.32 การเชื่อมต่อฐานข้อมูล รูปแบบของกราฟ

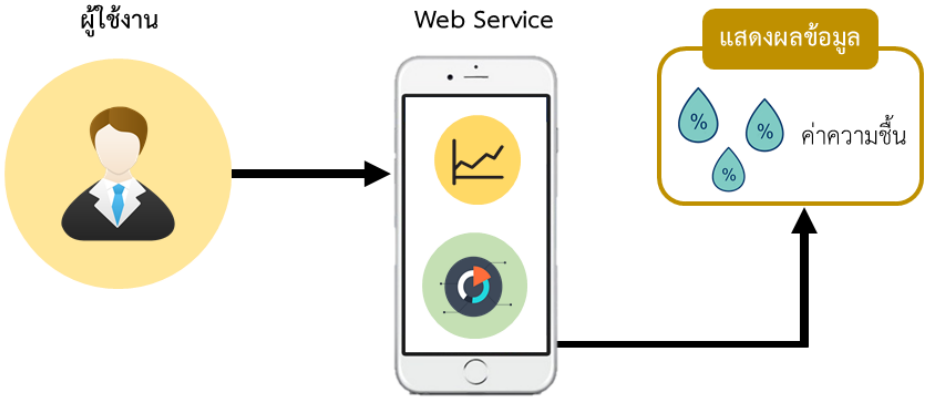
2. ส่วนของภาษา html เป็นภาษาที่ใช้ในการเขียนกำกับข้อมูลต่าง ๆ เพื่อใช้ในการแสดงไปยัง Web Browser ในงานวิจัยนี้เราได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนที่เป็นรายละเอียดของชุดอุปกรณ์เซนเซอร์และการแสดงผลค่าข้อมูลในรูปแบบมอนิเตอร์และกราฟแบบเรียลไทม์ ดังภาพที่ 3.33

```html
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
    <meta charset="utf-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1, shrink-to-fit=no">

    <!-- Title -->
    <title>NU - MOISTURE SENSOR MONITORING </title>
    <link rel="shortcut icon" type="image/png" href="images/favicon.png">

    <!-- Css -->
    <link href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Mitr:wght@300&display=swap" rel="stylesheet">
    <link href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Kanit:wght@600&display=swap" rel="stylesheet">
    <link href="https://fonts.googleapis.com/css?family=Montserrat:400,600,700" rel="stylesheet">
    <link href="https://fonts.googleapis.com/css?family=Open+Sans:400,400i,700,700i" rel="stylesheet">
    <link href="css/bootstrap.css" rel="stylesheet">
    <link href="css/fontawesome-all.css" rel="stylesheet">
    <link href="css/swiper.css" rel="stylesheet">
    <link href="css/magnific-popup.css" rel="stylesheet">
    <link href="css/styles.css" rel="stylesheet">

    <!-- Favicon  -->
    <link rel="icon" href="images/favicon.png">
</head>
<body data-spy="scroll" data-target=".fixed-top">

```

รูปที่ 3.33 ภาษา html ในการแสดงไปยัง Web Browser

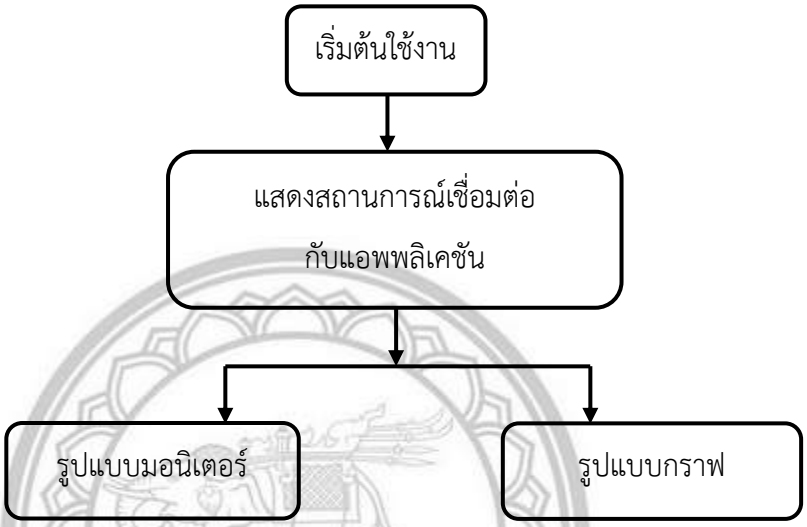
3.7.4 การออกแบบ App Service

สำหรับการออกแบบ App Service หรือแอพพลิเคชันในสมาร์ทโฟนสามารถทำงานได้ทั้งระบบแอนดรอยด์และระบบ IOS ในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบพัฒนาในการแสดงผลข้อมูลและติดตามตรวจสอบข้อมูลจากอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจวัดค่าความชื้นดินแบบเรียลไทม์ ซึ่งเป็นค่าความชื้นดินที่หน่วยเป็น % ณ ตำแหน่งที่อุปกรณ์ติดตั้งอยู่ดังรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.34 โครงสร้างส่วนผู้ใช้งานของ App Service

3.7.5 การออกแบบโครงสร้างส่วนติดตามและตรวจสอบของ Web Service



รูปที่ 3.35 โครงสร้างส่วนติดตามและตรวจสอบของ Web Service

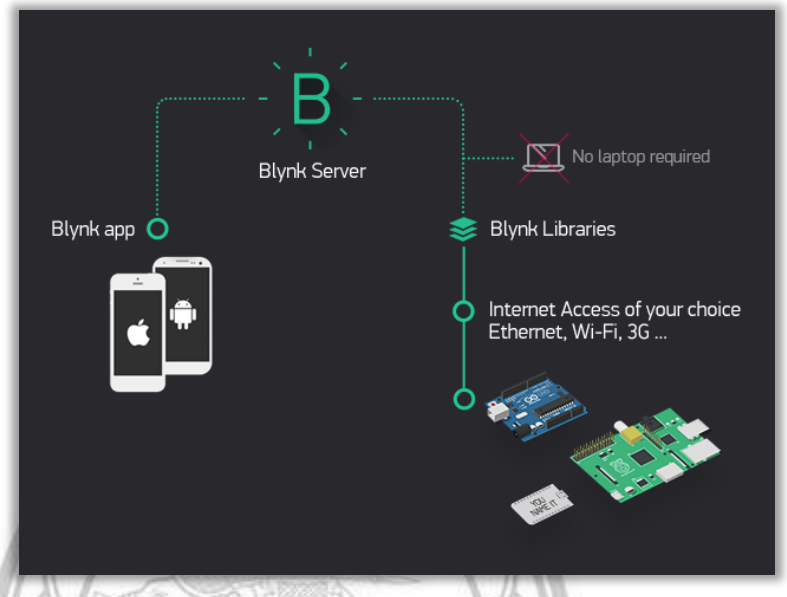
จากรูปที่ 3.35 แสดงการออกแบบโครงสร้างส่วนการติดตามและตรวจสอบผลจากอุปกรณ์เซนเซอร์ โดย เมื่อทำการเปิดแอพพลิเคชันเข้าสู่หน้าหลัก โดยในการเริ่มต้นใช้งานจะต้องเชื่อมต่อกับ Internet WiFi เพื่อแสดงสถานการณ์เชื่อมต่อกับแอพพลิเคชัน สำหรับการเชื่อมต่อกันระหว่างแอพพลิเคชันและอุปกรณ์เซนเซอร์ จากนั้นจะแสดงค่าความชื้นดินแบบเรียลไทม์ออกมาในรูปแบบของมอนิเตอร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.7.6 การสร้างหน้า App Service ด้วย Blynk

Blynk เป็นแพลตฟอร์มที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่อบอร์ดชนิดต่าง ๆ ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ ถูกพัฒนามาจากภาษา JAVA สามารถทำงานทั้งได้ทั้งระบบ Android และระบบ IOS นอกจากนั้นยังสามารถควบคุมการทำงานได้ ซึ่งการบริการของ Blynk มี 3 ส่วน คือ

1. Mobile App สำหรับควบคุมหรือดูข้อมูล
2. Cloud Service สำหรับเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์
3. Library สำหรับเขียนโค้ดเชื่อมต่อกับ Cloud Service



รูปที่ 3.36 โครงสร้างทำงานของ Blynk App

ในงานวิจัยนี้จะเป็นการสร้าง App Service ด้วย Blynk App เพื่อแสดงข้อมูลค่าความชื้นดินจากอุปกรณ์เซนเซอร์ มีการทำงานด้วยกัน 2 ส่วนคือ ส่วนของแอพพลิเคชันบนมือถือและโค้ดที่เขียนลงในบอร์ด WeMos D1 R1

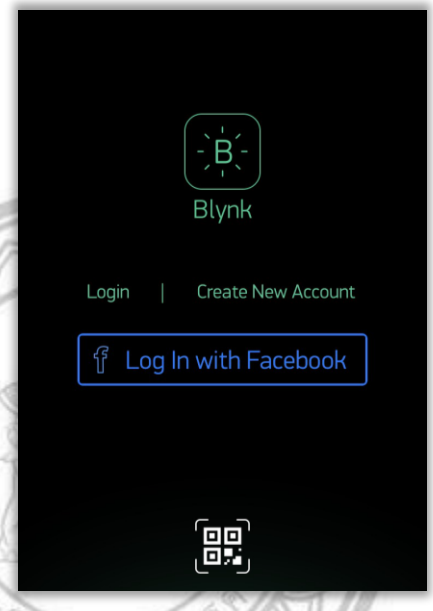
ส่วนของแอพพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน มีขั้นตอนดังนี้

1. ติดตั้งแอฟ Blynk ลงในสมาร์ทโฟน สำหรับระบบปฏิบัติการ IOS ให้เข้าไปที่ App Store ค้นหาแอพพลิเคชัน Blynk แล้วทำการติดตั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

รูปที่ 3.37 Blynk App

2. เปิด Blynk App ขึ้นมาและสร้างบัญชีใช้งานสำหรับการใช้งานครั้งแรก จะเป็นการ Create New Account ใหม่ โดยใช้ Email และ Password สำหรับการ login Email ควรใช้ Email จริง เนื่องจากโปรแกรมจะส่งรหัสการใช้งานของบอร์ดเข้าไปในอีเมล์เมื่อผู้ใช้งานสร้างโปรเจคใหม่



รูปที่ 3.38 สร้าง Account สำหรับเริ่มต้นใช้งาน

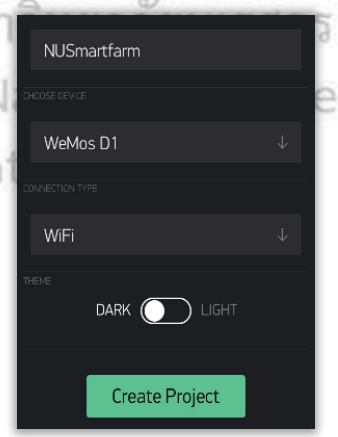
3. สร้างโปรเจคใหม่ เป็นการเริ่มต้นการใช้งาน Blynk จะมีการกำหนดรายละเอียดของโปรเจคดังต่อไปนี้

(1) ชื่อโปรเจค

(2) ชนิดของบอร์ดที่ใช้งาน

(3) ชนิดการเชื่อมต่อ

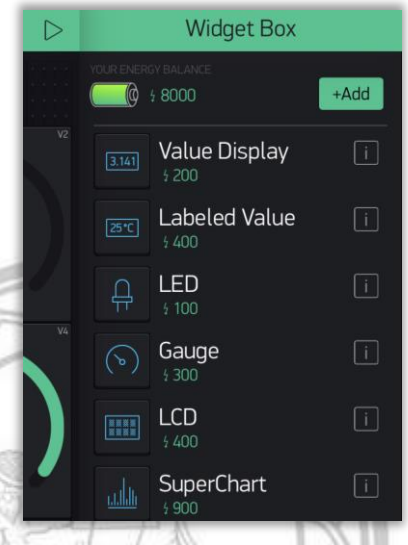
(4) ปุ่มสร้างโปรเจค



รูปที่ 3.39 รายละเอียดของโปรเจค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

4. ต่อไปเป็นการออกแบบแอพพลิเคชัน โดยใช้แถบเครื่องมือ Widget ในที่นี่ใช้เครื่องมือ Gauge ในการแสดงค่าความชื้นดิน



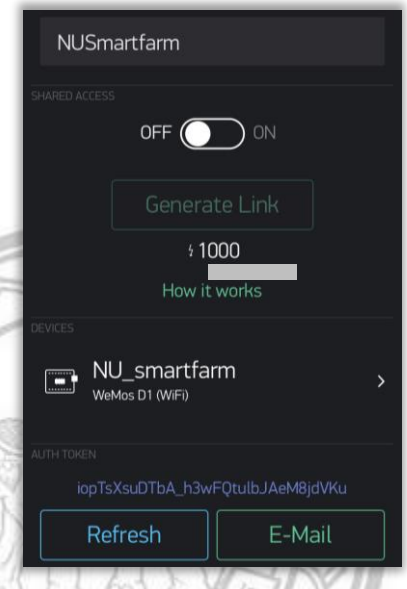
รูปที่ 3.40 ออกแบบแอพพลิเคชัน

5. เมื่อแตะที่ตัว Widget เพื่อตั้งค่าการใช้งาน สามารถแก้ไขชื่อปุ่มตามต้องการได้ แตะที่ PIN เพื่อกำหนดขาที่ต้องการใช้งานที่ใช้ในการเชื่อมต่อหว่างแอพพลิเคชันและโค้ดโปรแกรมในบอร์ด

รูปที่ 3.41 ตั้งค่า Widget

ลิขสิทธิ์ มห
Copyright by
All rig
sity

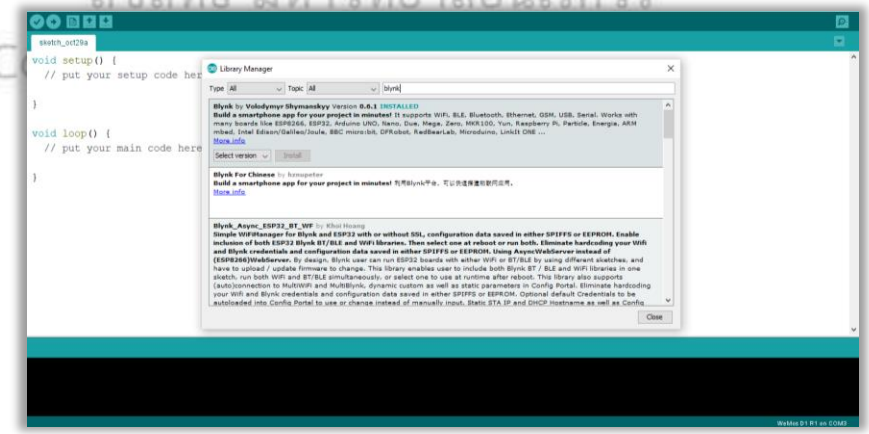
6. ซึ่งในการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรม Arduino IDE กับ Blynk จะใช้รหัส TOKEN สามารถดูได้ทั้งใน Email และใน Blynk App



รูปที่ 3.42 รหัส TOKEN

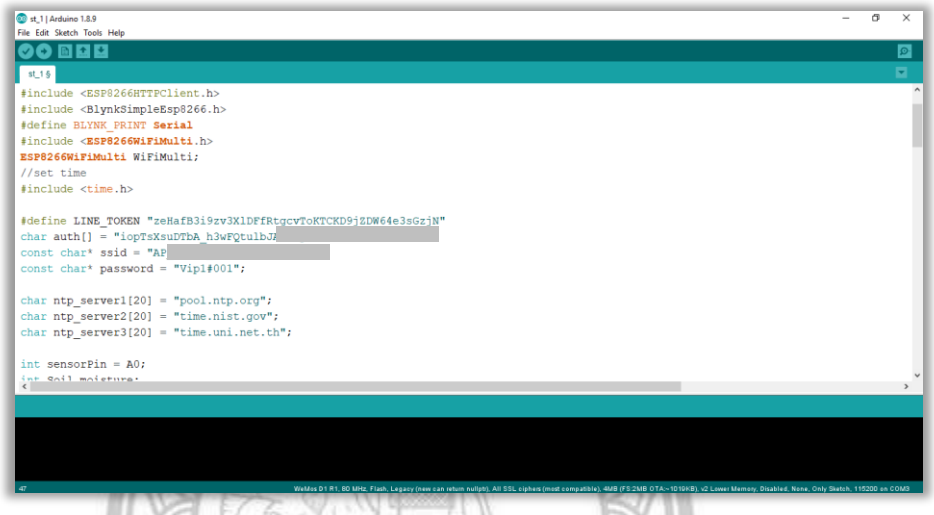
ส่วนของโค้ดโปรแกรม Arduino IDE ในบอร์ดทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

1. เริ่มต้นการใช้งานระหว่างโปรแกรม Arduino IDE กับ Blynk โดยการดาวน์โหลดไลเบอรี่ Blynk ในโปรแกรม Arduino IDE



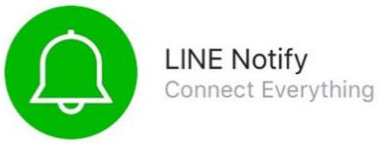
รูปที่ 3.43 ติดตั้งไลบรารี่

2. การเขียนโค้ดในโปรแกรม Arduino IDE เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อ โดยใช้รหัส TOKEN และแสดงค่าความชื้นดินแบบเรียลไทม์ไปยัง Blynk App



รูปที่ 3.44 โค้ดเชื่อมต่อกับ Blynk

3.8 การแจ้งเตือนผ่าน Line Notify



ลิขสิ
Copyright By Naresuan University
All rights reserved

รูปที่ 3.45 Line Notify

เป็นบริการที่สามารถได้รับข้อความแจ้งเตือนจาก Web Service ต่าง ๆ ที่สนใจได้ทาง LINE โดยหลังเสร็จสิ้นการเชื่อมต่อกับทาง Web Service แล้ว จะได้รับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการของ “LINE Notify” ซึ่งให้บริการโดย LINE สามารถที่จะเชื่อมต่อกับบริการที่หลากหลาย และยังสามารถรับการแจ้งเตือนทางกลุ่มได้อีกด้วย ซึ่งบริการหลักๆ ที่สามารถเชื่อมต่อได้แก่ GitHub, IFTTT หรือ Mackerel เป็นต้น

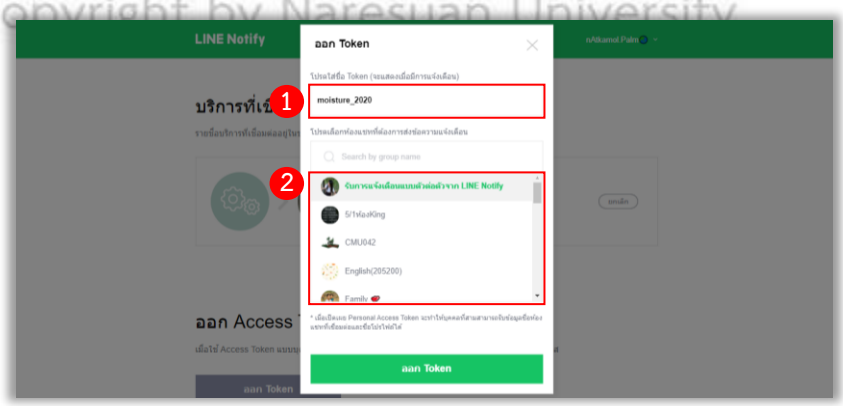
3.8.1 การขอ Access Token

ในการใช้งาน API ในทุก ๆ บริการ จะมีสิ่งที่เรียกว่า Access Token ไว้สำหรับเป็นรหัสที่ใช้ตอนจะเข้าใช้งาน API โดยรหัสนี้จะเป็นข้อความแทนอีเมล์และรหัสผ่าน ดังนั้นหาก Access Token ถูกเปิดเผยยังสามารถใช้งาน Accoun ได้ปกติ เข้าไปที่หน้าเว็บ https://notify-bot.line.me/my/ จากนั้นระบบจะให้ล็อกอินด้วย Account LINE โดยกรอกอีเมล์และรหัสผ่านที่ได้ตั้งไว้ลงไป

รูปที่ 3.46 การขอ Access Token

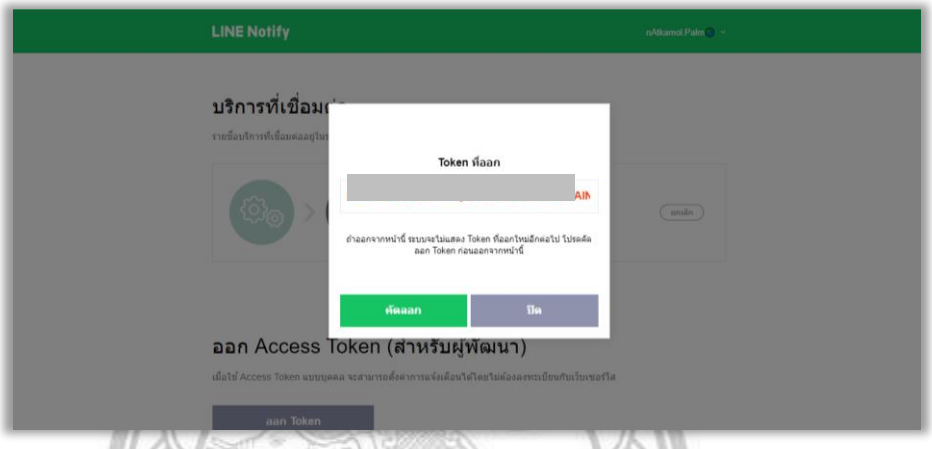
เมื่อถึงส่วนนี้ที่จะต้องการรับส่งการแจ้งเตือนข้อความจาก LINE Notify ซึ่งสามารถที่จะเลือกรับแจ้งเตือนแบบตัวต่อตัวและการเลือกรับแจ้งเตือนแบบกลุ่ม โดยให้ตั้งกลุ่มในไลน์ ดึงเพื่อนในไลน์ที่ต้องการได้รับการแจ้งเตือนในกลุ่มนี้ด้วย ในช่องที่ 1 เป็นการใส่ชื่อหรือกรอกข้อความเป็นใดก็ได้ และในช่องที่ 2 จะให้เลือกการส่งแจ้งเตือนไปยัง LINE ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น เมื่อกรอกครบแล้ว ให้กดปุ่ม ออก Token

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University



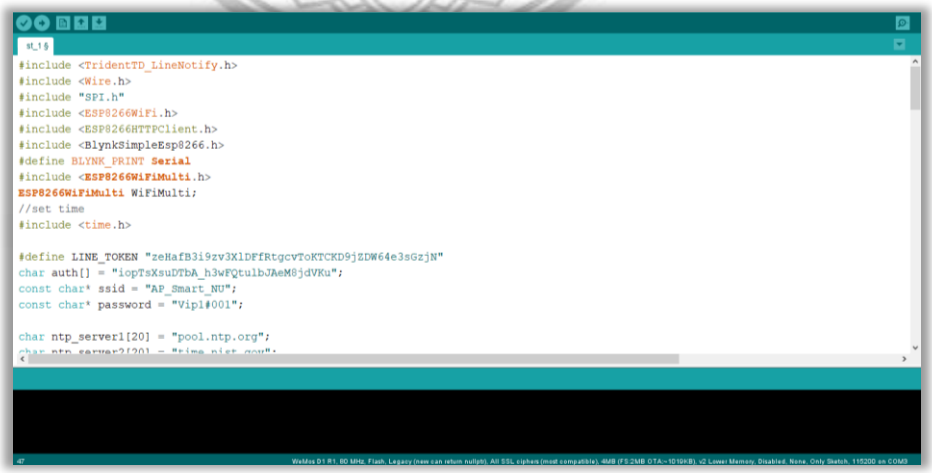
รูปที่ 3.47 การขอ Access Token

เมื่อกดปุ่มแล้วจะปรากฏรหัส Token ให้เก็บรหัสนี้ไว้ เพราะจะออกให้เพียงครั้งเดียว แต่หากลืม ท่านสามารถเริ่มต้นทำขั้นตอนใหม่เพื่อขอ Token



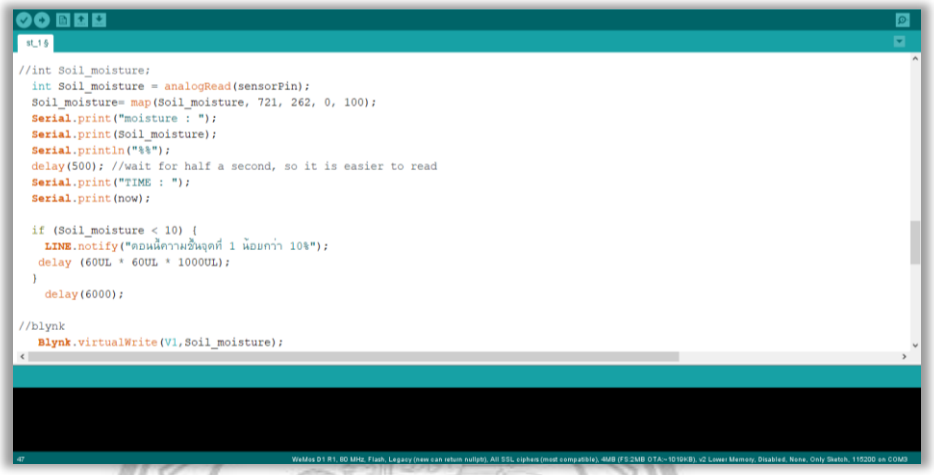
รูปที่ 3.48 การขอ Access Token

ขั้นตอนต่อไปเป็นส่วนของโปรแกรม Arduino IDE โดยจะใช้การเชื่อมต่อกันระหว่าง LINE Notify และบอร์ดด้วยรหัส Token



รูปที่ 3.49 การเชื่อมต่อกันระหว่าง LINE Notify และบอร์ดด้วยรหัส TOKEN

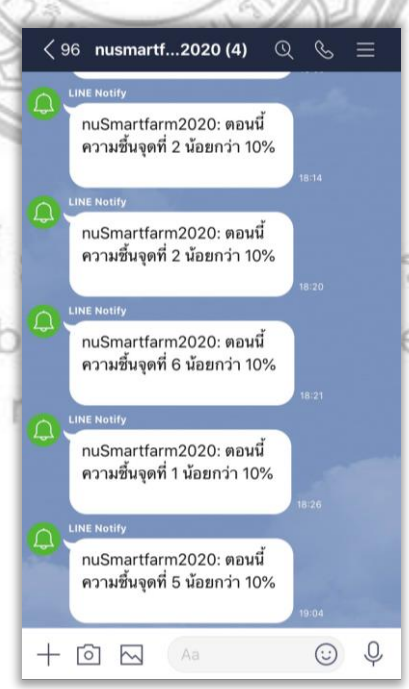
โดยให้แจ้งเตือนค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์เซนเซอร์ผ่าน Line ให้ส่งข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนด



```
//int Soil_moisture;
  int Soil_moisture = analogRead(sensorPin);
  Soil_moisture= map(Soil_moisture, 721, 262, 0, 100);
  Serial.print("moisture : ");
  Serial.print(Soil_moisture);
  Serial.println("%%");
  delay(500); //wait for half a second, so it is easier to read
  Serial.print("TIME : ");
  Serial.print(now);

  if (Soil_moisture < 10) {
    LINE.notify("ตอนนี้ความชื้นจุดที่ 1 น้อยกว่า 10%");
   delay (60UL * 60UL * 1000UL);
  }
    delay(6000);

//blynk
   Blynk.virtualWrite(V1,Soil_moisture);
```

รูปที่ 3.50 เงื่อนไขที่กำหนดให้ส่งไปยัง LINE Notify

ผลการแจ้งเตือนผ่านไลน์



รูปที่ 3.51 ผลการแจ้งเตือนไลน์ผ่าน ESP8266

ลิขสิทธิ์ Copyright b ersity All r

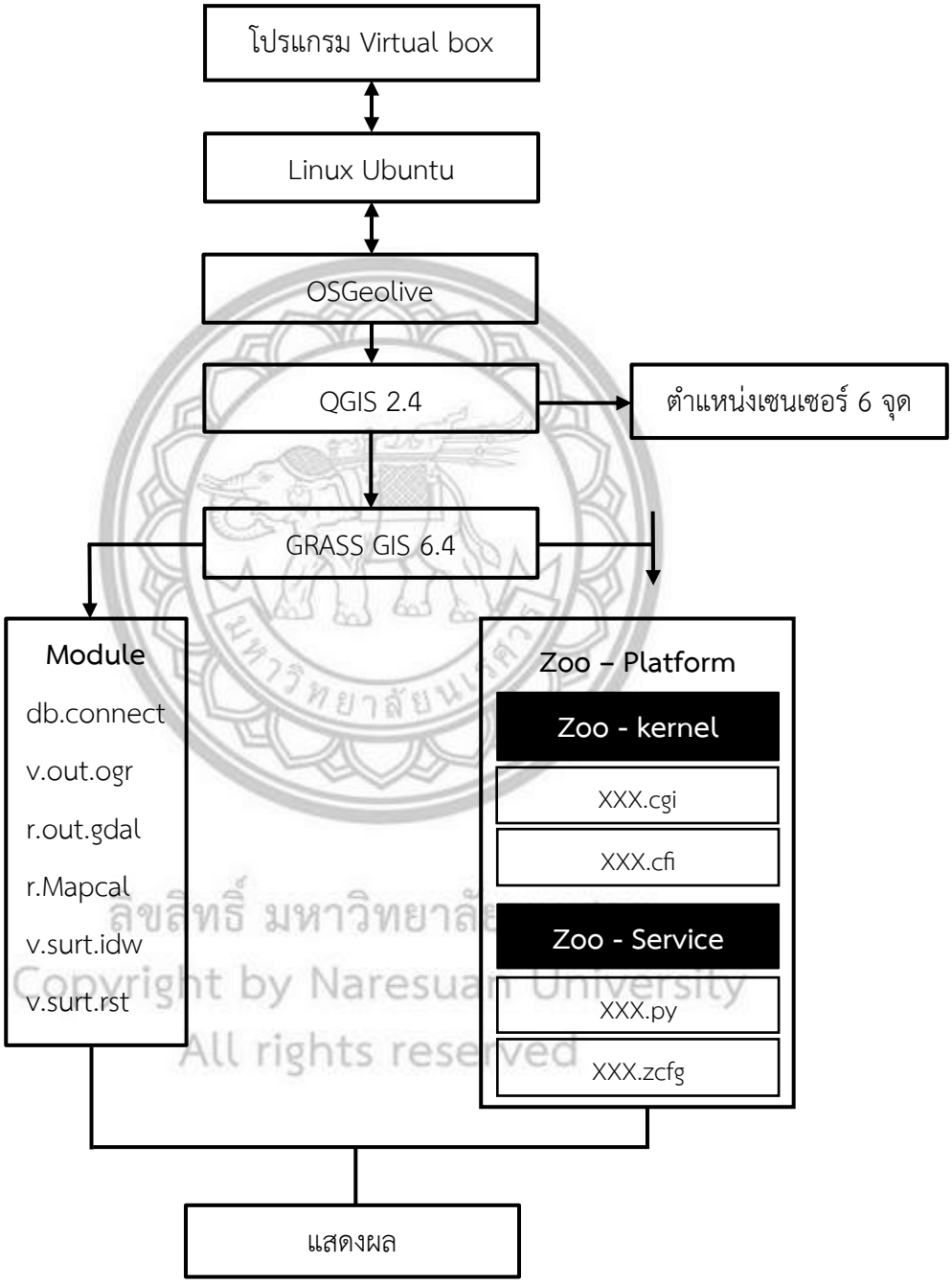
3.9 การสร้างการประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก

โปรแกรม Virtual box มีลักษณะการทำงานเป็นที่เอาไว้จำลองระบบปฏิบัติการได้หลากหลาย หรือจำลองคอมพิวเตอร์ เปรียบเหมือนมีคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่ง โดยใช้สำหรับการติดตั้ง Linux Ubuntu เป็นระบบปฏิบัติการ Linux ชนิดหนึงซึ่งลีนุกซ์ (Linux) เป็นระบบปฏิบัติการเช่นเดียวกับ Dos, Window หรือ Unix โดยลีนุกซ์นั้นจัดว่าเป็นระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ประเภทหนึ่ง ความสามารถของตัวระบบปฏิบัติการและโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนระบบลีนุกซ์ ซึ่งจะมีสองแบบหลัก ๆ คือ แบบ Desktop กับแบบ Server โดยแบบ Desktop จะเป็นการใช้งานแบบ GUI ที่ผู้ใช้ใช้งานโดยต่อจอกับเครื่องที่ลง Ubuntu Desktop โดยตรงและใช้งานคล้ายกับ Windows 10 คือใช้งานโปรแกรมที่เป็นกราฟิก ส่วน Ubuntu Server จะเป็นการใช้งานในลักษณะเครื่องให้บริการหรือเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งผู้ใช้งานไม่ได้ใช้งานผ่านการต่อจอกับเครื่อง Ubuntu Server โดยตรง แต่จะเป็นการใช้เซอร์วิส เช่น Web Server, FTP Server หรือ SSH เป็นต้น

งานวิจัยนี้ ใช้ OSGeolive ในการทำงาน ซึ่ง OSGeolive เป็นระบบปฏิบัติการด้านภูมิสารสนเทศ โดยรวมเอาโปรแกรมต่าง ๆ ทางด้าน GIS มารวมไว้ เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใช้งาน สามารถใช้งานโดยไม่ต้องติดตั้งผ่านอุปกรณ์ USB Thumb Drive สามารถใช้ได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Xubuntu, Microsoft, Windows, Apple OSX

รูปที่ 3.52 OSGeolive

3.9.1 หลักการทำงานของการสร้างการประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก



รูปที่ 3.53 หลักการทำงาน Inverse Distance Weight

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

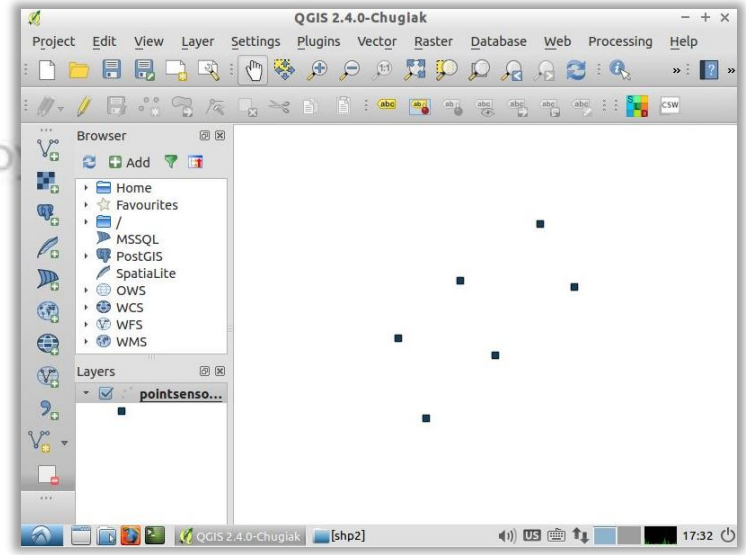
จากรูปที่ 3.53 แสดงหลักการทำงานของ Inverse Distance Weight เป็นการประมาณค่าโดยทำการสุ่มจุดตัวอย่างแต่ละจุดจากตำแหน่งที่สามารถส่งผลกระทบไปยังเซลล์ที่ต้องประมาณค่าได้ ซึ่งจะมีผลกระทบน้อยลงเรื่อย ๆ ตามระยะทางที่ไกลออกไปเหมาะกับตัวแปรที่อ้างอิงกับระยะทางในการคำนวณ โดยการใช้ OSGeolive ที่ติดตั้งในโปรแกรม Virtual Box การทำงานขั้นตอนแรกใช้โปรแกรม QGIS ในการสร้างตำแหน่งจริงของจุดเซนเซอร์ และนำข้อมูลที่เป็น Shapefiles ที่สร้างจากโปรแกรม QGIS โดยการรันด้วยโมดูลต่าง ๆ ที่ติดตั้งอย่างใน GRASS GIS จะได้ภาพที่เป็นไฟล์ .TIFF

3.9.2 การวิเคราะห์การประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนักด้วย OSGeolive

ในงานวิจัยนี้ เป็นการนำ OSGeolive มาใช้ในการสร้างการประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก (Inverse Distance Weight : IDW) ซึ่งจะมีระบบปฏิบัติการด้านภูมิสารสนเทศต่าง ๆ ที่ติดตั้งอยู่ภายในที่สามารถใช้ในการสร้าง IDW ทั้งสิ้น

3.9.2.1 ส่วนของโปรแกรม QGIS 2.4

ในงานวิจัยนี้ จะสร้างจุดด้วยโปรแกรม QGIS 2.4 ที่ถูกติดตั้งมาใน OSGeolive ในโปรแกรม Virtual box การสร้างจุดนี้เป็นจุดตำแหน่งจริงของเซนเซอร์วัดความชื้นดินทั้ง 6 จุด โดยจะมีค่าความชื้นเฉลี่ย 1 วันอยู่ภายใน Attribute



รูปที่ 3.54 สร้างจุดด้วยโปรแกรม QGIS 2.4

3.9.2.2 ส่วนของโปรแกรม GRASS GIS 6.4

GRASS GIS เป็นเครื่องมือที่สามารถจัดการได้ทั้งข้อมูลราสเตอร์ ข้อมูลเวกเตอร์ และเครื่องมือประมวลผลเชิงพื้นที่ ซึ่งรวบรวมชุดคำสั่งการวิเคราะห์ไว้อยู่ในชุดเดียวกันโดยครอบคลุมชุดคำสั่งด้านการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ แบบจำลองเชิงพื้นที่ การประมวลผลข้อมูลภาพ และการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่

ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ OSGeolive 8.0 ที่มีระบบปฏิบัติการด้านภูมิสารสนเทศโดยรวมเอาโปรแกรมต่าง ๆ ทางด้าน GIS มารวมไว้รวมไปถึงโปรแกรม GRASS GIS Version 6.4 ที่จะนำมาใช้งาน เนื่องจากว่าสามารถเรียกใช้โมดูลสำหรับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เช่น v.out.ogr เป็นโมดูลที่ส่งออกชั้นข้อมูลแผนที่ไปยังรูปแบบเวกเตอร์ เป็นต้น

ZOO Project เป็นแพลตฟอร์มการบริการประมวลผลบนเว็บไซต์แบบรหัสเปิด (Open Source) ZOO-Project จะประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ๆ นับตั้งแต่การสร้างซึ่งจะได้แก่ ZOO-Kernel และ ZOO-Services

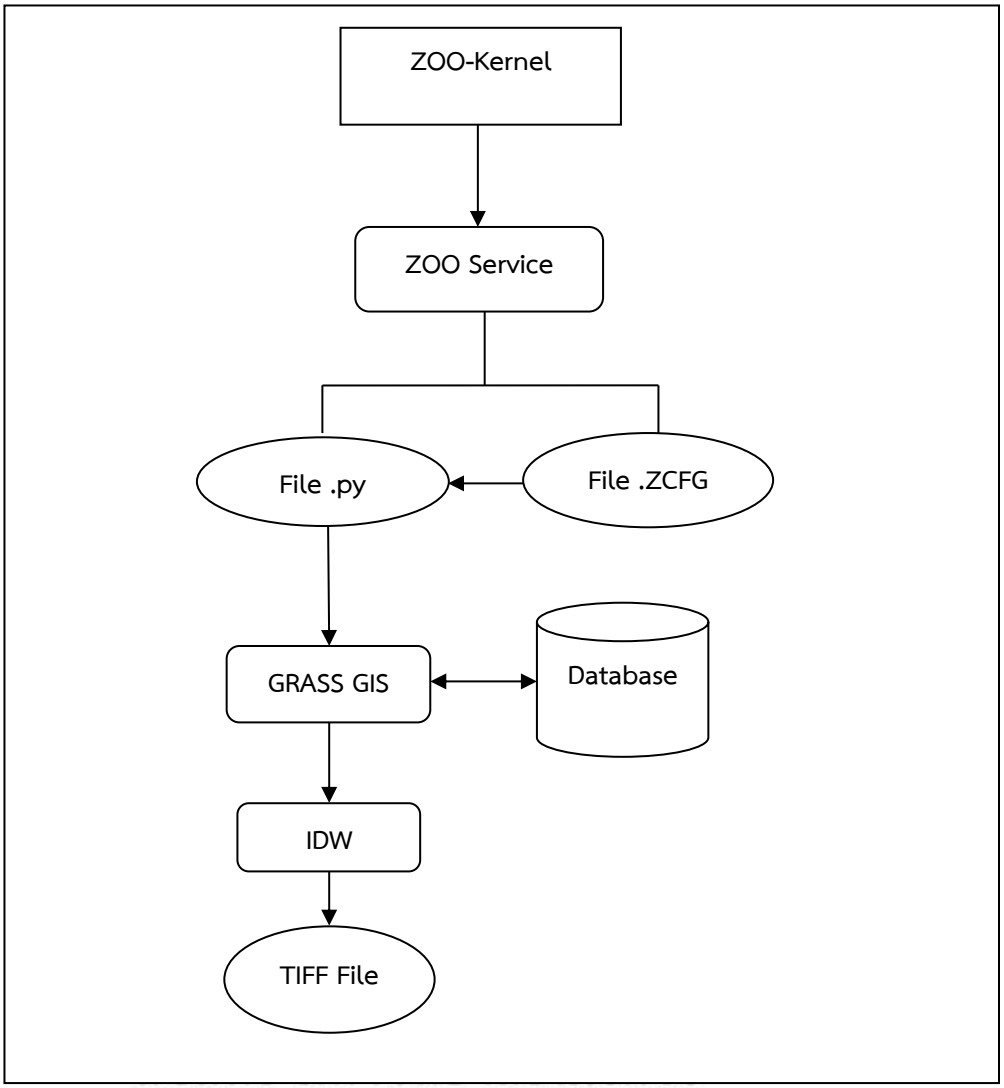
1. ZOO Kernel คือ WPS Server และเป็นหัวใจของ ZOO-Project ซึ่งดำเนินงานตามข้อกำหนดของ OGC WPS ที่เขียนด้วยภาษา C สามารถทำงานบน Linux, Mac OSX และ Windown ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับโปรแกรม CGI ซึ่งทำงานร่วมกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ เช่น Apache โดย ZOO-Kernel จะทำหน้าในการประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่ สามารถจัดการและ WPS ห่วงโซ่บริการโดยการโหลด libraries และ code ที่เขียนในภาษาการเขียนโปรแกรมที่แตกต่างกันแบบไดนามิกได้ จึงทำให้ ZOO-Kernel สามารถดำเนินการ WPS Services ที่เขียนได้หลายภาษา เช่น C/C++, Java, PHP, Python หรือ JavaScript

2. ZOO Services เป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาพัฒนา สำหรับการพัฒนาเป็นเซอร์วิสที่สามารถพร้อมใช้งานบริการการประมวลผลเว็บที่สร้างขึ้นโดยการเรียกใช้ไลบรารี่แบบรหัสเปิดซึ่งแหล่งที่มาที่สามารถเชื่อถือได้ เช่น GDAL, GRASS GIS, OrfeoToolbox (OTB), CGAL และ SAGA GIS

3. ZOO-API เป็น JavaScript API ที่รันบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์สำหรับการสร้างหรือผูกมัด (chaining) และกำกับการผูกมัด (orchestrating) ของการให้บริการ WPS ได้ และสามารถสร้าง Web Application ที่ง่ายแต่มีประสิทธิภาพ

4. ZOO-Client เป็นฝั่งผู้ใช้งานโดยเรียกใช้ JavaScript API สำหรับการโต้ตอบกับ WPS เซิร์ฟเวอร์ และการดำเนินการร้องขอบริการตามมาตรฐาน OGC จาก web application ในการพัฒนาระบบ WPS ที่เขียนด้วยภาษา C, Python และ JavaScript

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



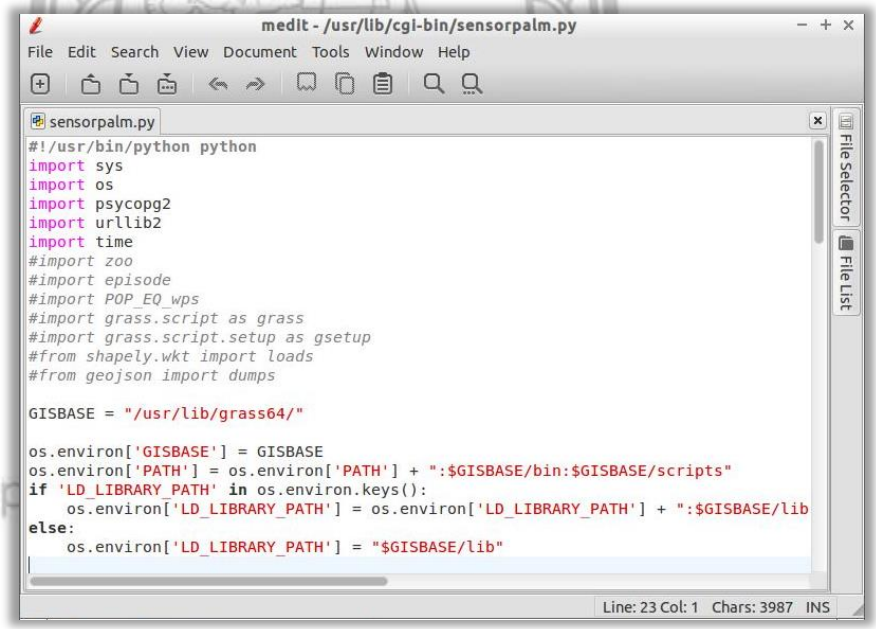
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

รูปที่ 3.55 หลักการทำงานของ ZOO-Project

จากรูปที่ 3.55 แสดงหลักการทำงานของ ZOO-Project เริ่มต้นด้วย Zoo Project ที่ประกอบด้วย ZOO Services โดยจะมีไฟล์ .py และไฟล์ .zcfg ที่ใช้ในการประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก (Inverse Distance Weight) ซึ่งไฟล์ .py จะใช้ในการเชื่อมต่อกับ GRASS GIS และไฟล์ .zcfg ใช้ในการเรียกใช้งานจากไฟล์ .py เพื่อใช้ในการประมวลผล มีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

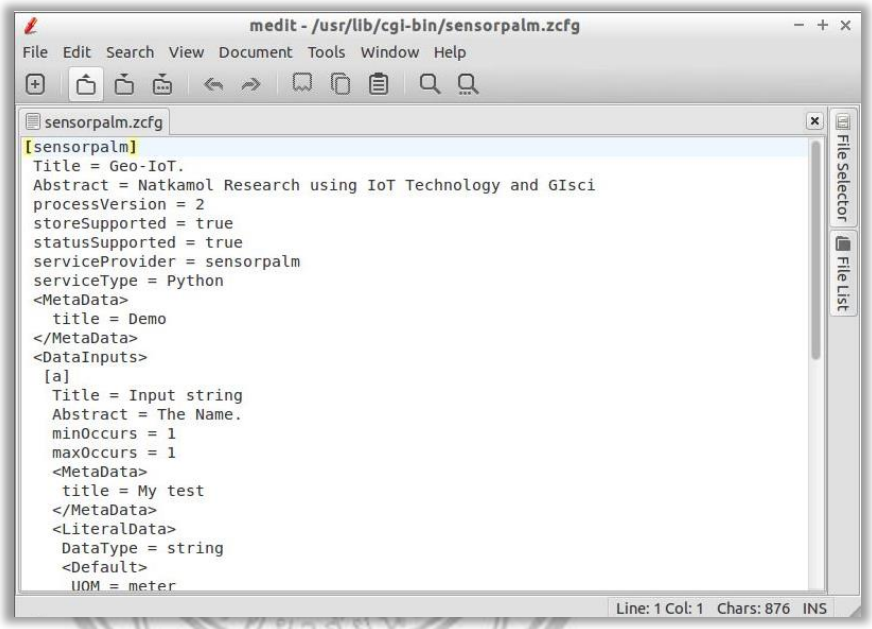
ส่วนของไฟล์ .py ใช้ในการเชื่อมต่อกับ GRASS GIS เพื่อเรียกโมดูลต่าง ๆ มาใช้สำหรับการประมวลผลการมาใช้งานการประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก โดยเรียกโมดูล ดังต่อไปนี้

1. db.connect เป็นโมดูลที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูล (DataBase)
2. v.out.ogr เป็นโมดูลที่ส่งออกชั้นข้อมูลแผนที่ไปยังรูปแบบเวกเตอร์ OGR ที่รองรับ โดยค่าเริ่มต้นชั้นข้อมูลแผนที่เวกเตอร์จะถูกส่งออกไปยังรูปแบบ OGC GeoPackage
3. r.out.gdal เป็นโมดูลที่ส่งออกแผนที่แบบแรสเตอร์ ซึ่งโมดูลนี้รองรับรูปแบบ GDAL
4. r.mapcalc เป็นโมดูลที่ใช้คำนวณแผนที่แบบแรสเตอร์ ในการแยกข้อมูลเวกเตอร์และข้อมูลแรสเตอร์
5. v.surf.idw เป็นโมดูลที่ใช้ในการจัดเตรียมการแก้ไขพื้นผิวจากข้อมูลจุดเวกเตอร์โดย Inverse Distance Squared Weighting
6. v.surf.rst เป็นโมดูลที่ใช้ดำเนินการแก้ไขพื้นผิวจากแผนที่จุดเวกเตอร์ด้วยการประมาณเชิงพื้นที่และการวิเคราะห์ภูมิประเทศจากจุดที่กำหนดหรือแยกข้อมูลในรูปแบบเวกเตอร์เป็นรูปแบบแรสเตอร์



รูปที่ 3.56 การเชื่อมต่อกับ GRASS GIS

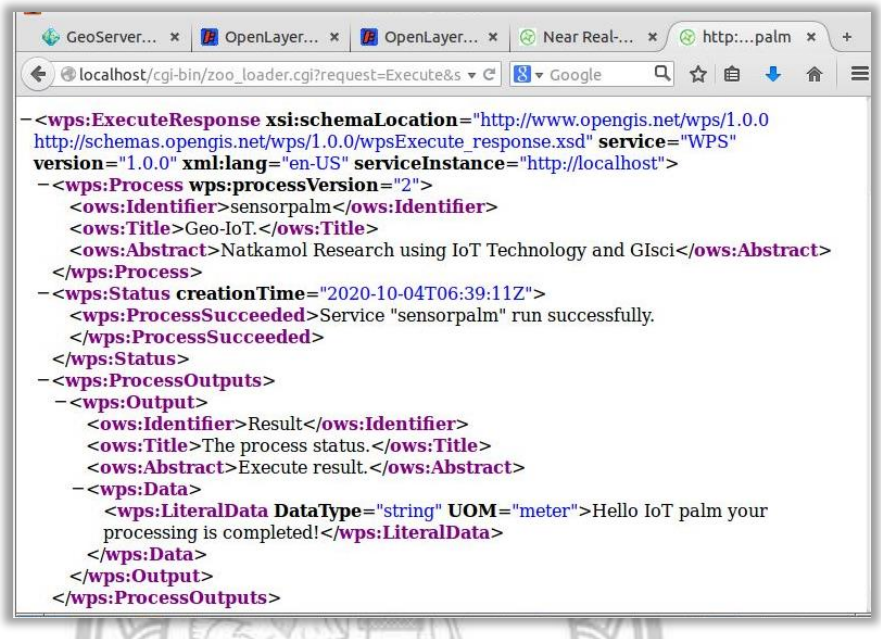
ส่วนของไฟล์ .zcfg ใช้ในการเรียกข้อมูลจากไฟล์ .py ที่ได้เชื่อมต่อเข้ากับ GRASS GIS และใช้ในการเรียกโมดูลต่าง ๆ ที่อยู่ภายใน Zoo Service มาประมวลผล เพื่อให้แสดงผลลัพธ์การประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก



รูปที่ 3.57 การเรียกข้อมูลมาแสดงผล

ในการประมวลผลการวิเคราะห์การประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก เป็นวิธีการประมาณค่าโดยทำการสุ่มจุดตัวอย่างแต่ละจุดจากตำแหน่งที่สามารถส่งผลกระทบไปยังจุดต้องการประมาณค่าได้ ซึ่งจะมีผลกระทบน้อยลงเรื่อย ๆ ตามระยะทางที่ไกลออกไปจากจุดที่ต้องการประมาณค่า ดังนั้นจุดที่อยู่ใกล้กับเซลล์ที่ต้องการคำนวณหาค่าจะมีน้ำหนักมากกว่าจุดที่อยู่ไกลออกไป โดยสามารถเจาะจงจำนวนจุด หรืออาจใช้ทุกจุดที่อยู่ในรัศมีที่กำหนดมาคำนวณหาให้เซลล์ผลลัพธ์ได้ โดยสามารถประมวลผลด้วย Website ด้วยคำสั่ง Execute ซึ่งเป็นการทำงานของ WPS (Web Processing Service) โดยจะ input ข้อมูลที่เป็น Shapefiles หรือข้อมูลจุดเซนเซอร์ จะใช้คำสั่ง GetCapabilities เป็นคำสั่งในการเรียกดูรายละเอียดต่าง ๆ จากนั้นใช้คำสั่ง Describe Process เป็นการเรียกข้อมูลในการประมวลผลโดยเรียก IDW/Isoline และเป็นการใช้ในการเชื่อมกับ GRASS โดยการ Get Point Data และสุดท้ายใช้คำสั่ง Execute ในการประมวลผลคำสั่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© By Naresuan University
All rights reserved



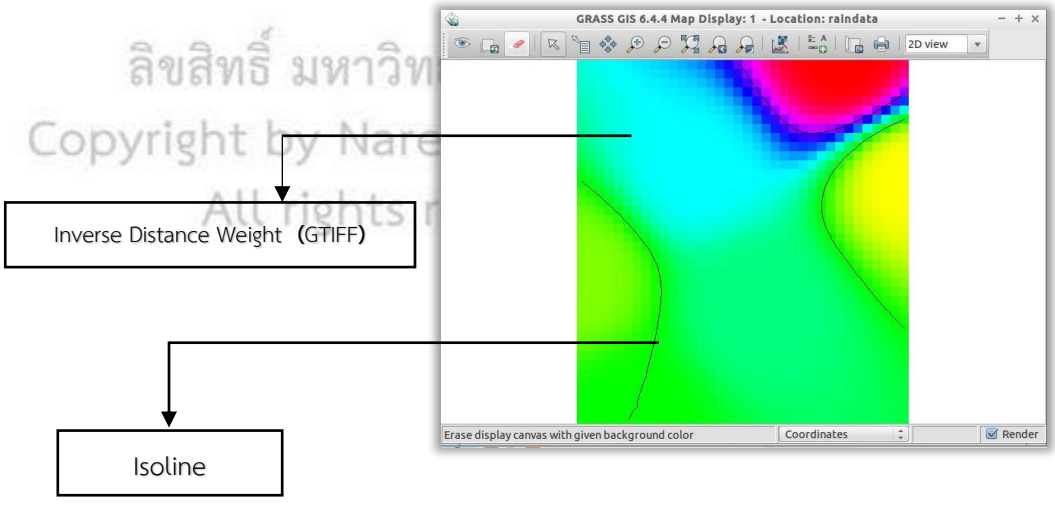
รูปที่ 3.58 การทำงานของ WPS ด้วยคำสั่ง Execute

ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล

Inverse Distance Weight ออกมาในรูปแบบของ GeoTIFF

Isoline ออกมาในรูปแบบของ Shapefiles

ลิขสิทธิ์ มหาวิท
Copyright by Nare
All rights



รูปที่ 3.59 ผลลัพธ์ที่ได้

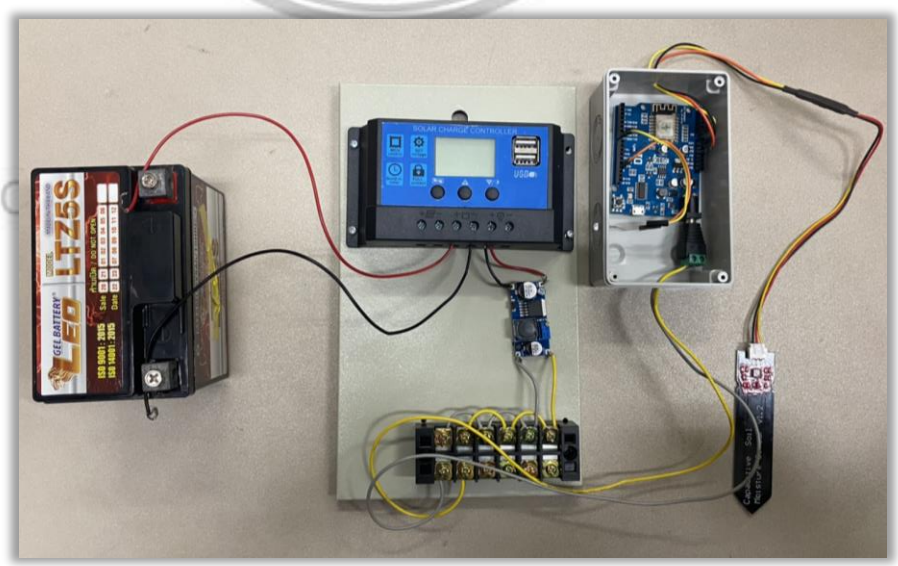
บทที่ 4

ผลการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยจากที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 เป็นการกล่าวถึงวิธีการดำเนินการวิจัยต่าง ๆ เป็นการพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลจากเซนเซอร์แบบเรียลไทม์ ซึ่งในงานวิจัยนี้สามารถที่จะใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ได้กล่าวไว้ โดยจะเป็นการพัฒนาระบบเซนเซอร์และพัฒนาระบบเครือข่ายทั้งระบบ Web Service และ App Service โดยทดสอบระบบการติดตามผลและตรวจสอบของการวัดค่าจากเซนเซอร์ นอกจากนี้ยังทดสอบการรับส่งค่าเซนเซอร์เข้าสู่ฐานข้อมูล และระบบแจ้งเตือนผ่านไลน์ ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการพัฒนาของชุดอุปกรณ์ตรวจวัดเซนเซอร์ สามารถแบ่งผลการวิจัยได้ ดังนี้

4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์

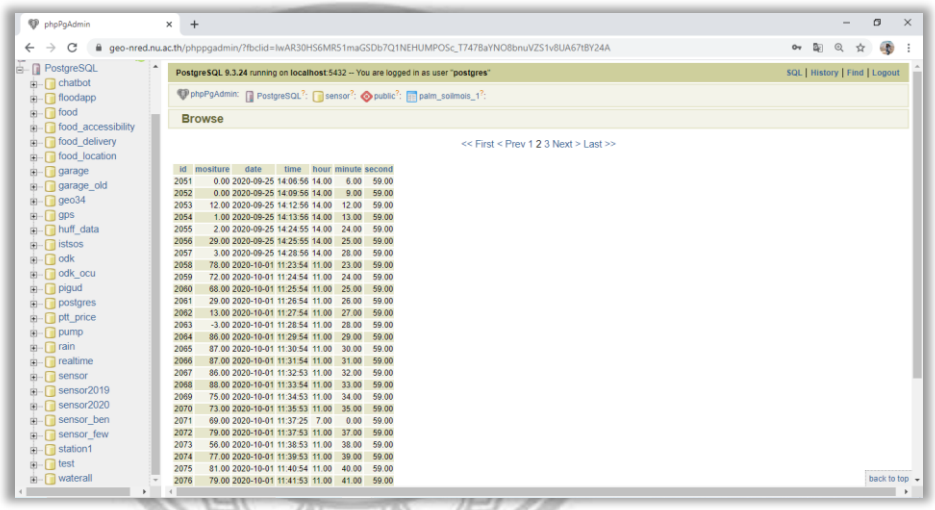
ชุดอุปกรณ์เซนเซอร์ลักษณะเป็นกล่องที่มีแผงวงจรอยู่ด้านใน ทำหน้าที่ตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติหรือลักษณะของสิ่งต่าง ๆ โดยรอบวัตถุเป้าหมาย และนำข้อมูลจำนวนที่ได้จากการตรวจวัดเข้าสู่กระบวนการ และวิเคราะห์ของการเปลี่ยนแปลง ซึ่งในตัวชุดอุปกรณ์เซนเซอร์สามารถใช้พลังงานจากแบตเตอร์รี่ที่ชาร์จได้โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 วงจรอุปกรณ์เซนเซอร์

4.2 ผลการส่งข้อมูลจากชุดอุปกรณ์เซนเซอร์เข้าสู่ฐานข้อมูล

การทดลองนี้ ทดลองเพื่อแสดงผลค่าความชื้นดิน โดยใช้เซนเซอร์วัดความชื้นดินเชื่อมต่อเข้ากับบอร์ด WeMos D1 R1 เมื่อบอร์ดเชื่อมต่อกับ Internet WiFi บอร์ดจะส่งข้อมูลไปสู่เข้าฐานข้อมูลและอัพเดตข้อมูลใหม่ทุก ๆ 1 นาที ซึ่งข้อมูลนั้นจะประกอบไปด้วยข้อมูลที่เป็นค่าความชื้นดินและเวลาตามจริงแบบเรียลไทม์ ดังรูปที่ 4.2



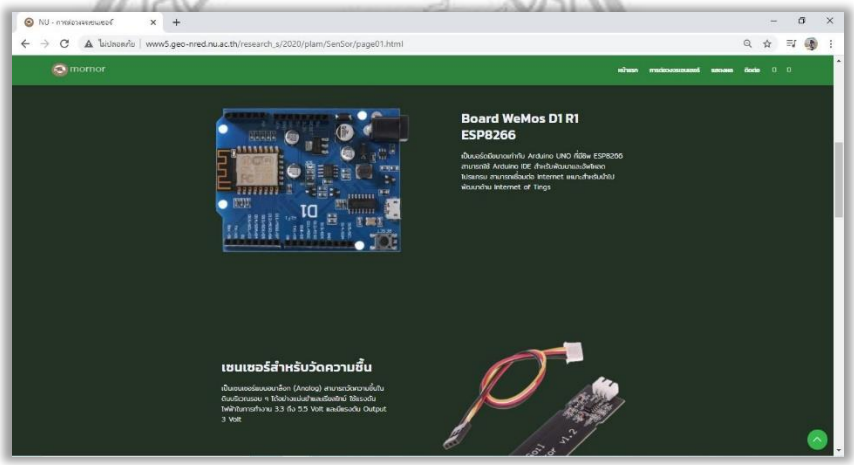
รูปที่ 4.2 ตารางแสดงผลค่าความชื้น

4.3 ผลการติดตามและตรวจสอบชุดอุปกรณ์เซนเซอร์ทั้ง Web Service และ App Service

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

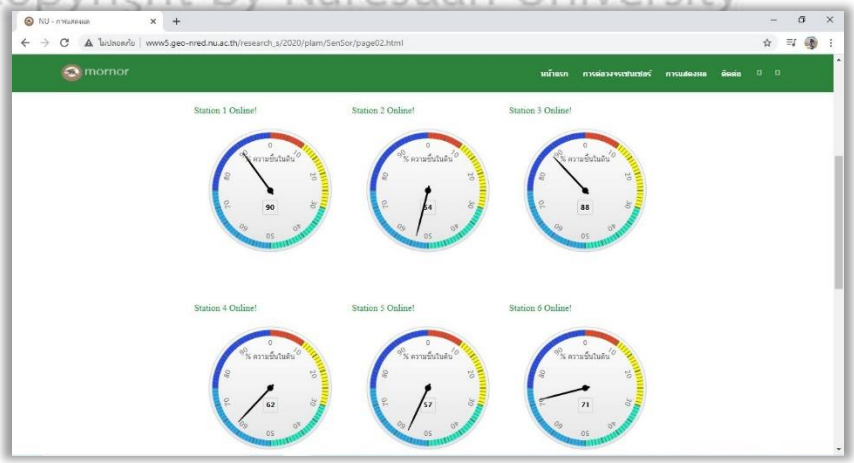
4.3.1 การติดตามและตรวจสอบผ่าน Web Service

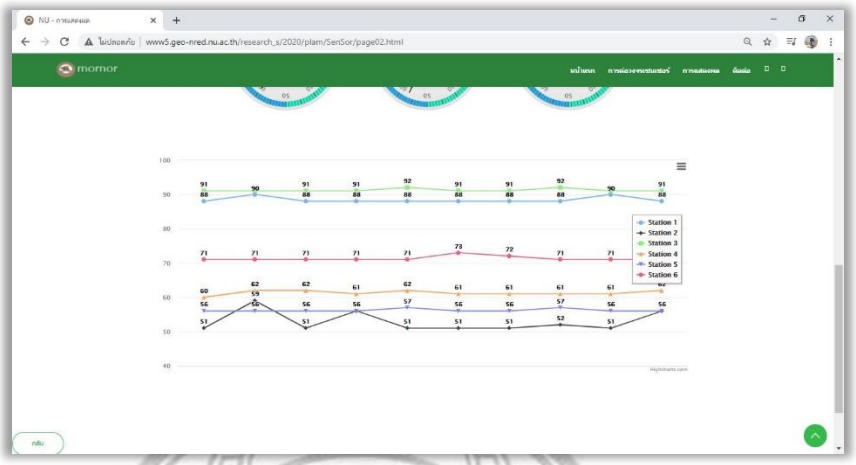
ส่วนของ Web Service เป็นส่วนที่แสดงผลของค่าเซนเซอร์วัดความชื้นดินแบบเรียลไทม์ จะมีส่วนที่เป็นหน้าแรกของเว็บที่แสดงข้อมูลเกี่ยวกับสมาร์ทฟาร์ม ในหน้าถัดไปจะแสดงข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์และวงจรเซนเซอร์ และส่วนสุดท้ายจะแสดงการติดตามและตรวจสอบค่าความชื้นของดินในรูปแบบของมอนิเตอร์และกราฟตามลำดับ สำหรับติดตามค่าที่วัดได้จริงของเซนเซอร์แต่ละตัว ซึ่งจะแสดงค่าของความชื้นของดินแบบเรียลไทม์ ดังรูปที่ 4.3



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University

ผลการทดลองผ่าน Web Map Application





รูปที่ 4.3 Web Service

4.3.2 การติดตามและตรวจสอบผ่าน App Service

ส่วนของ App Service เป็นส่วนที่ติดตามและแสดงผลของค่าเซนเซอร์วัดความชื้นดินแบบเรียลไทม์เช่นเดียวกันกับ Web Service ซึ่งมีขั้นตอนการใช้งานดังบทที่ 3 โดย App Service นั้นจะมีส่วนที่แสดงติดตามและแสดงผลของค่าเซนเซอร์วัดความชื้นดินที่เป็นในรูปแบบของกราฟและมอนิเตอร์ ดังรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 App Service ด้วย Blynk App

4.4 ผลการแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify

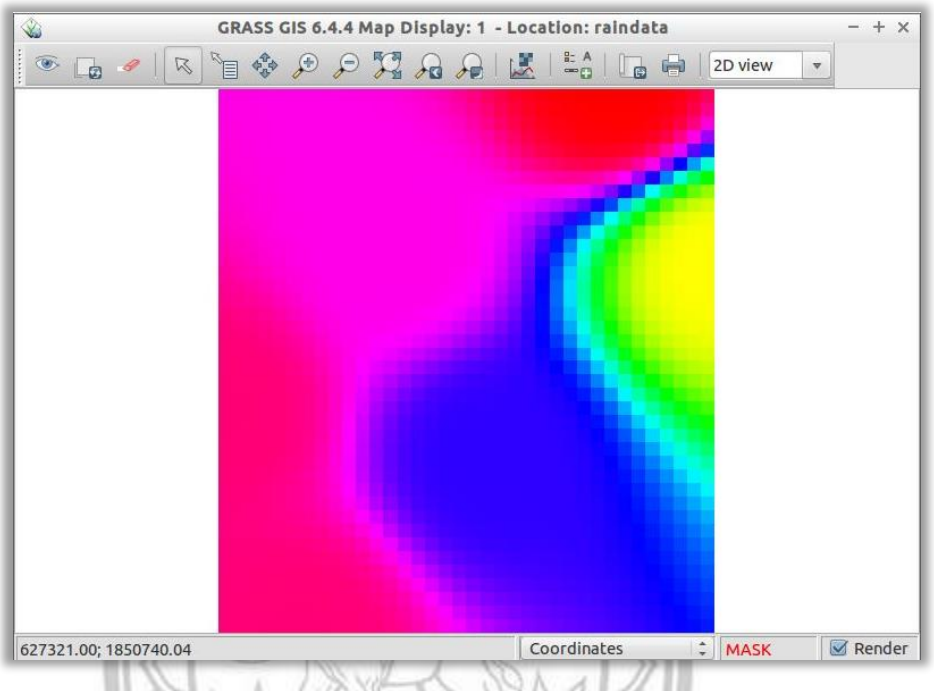
การทดลองนี้ เป็นการส่งการแจ้งเตือนเข้าสู่ LINE Notify ข้อมูลจะถูกส่งตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งมีเงื่อนไขว่า หากค่าความชื้นดินน้อยกว่า 10% ให้ส่งแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งาน โดยข้อมูลที่ส่งไปยังผู้ใช้งานจะเป็นข้อมูลของจุดสถานีเซนเซอร์และแจ้งเตือนค่าความชื้นดินตามเงื่อนไข ดังรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 App Service ด้วย Blynk App

4.5 ผลการวิเคราะห์การการประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

การพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลจากเซนเซอร์แบบเรียลไทม์ เพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรแม่นยำ เป็นการตรวจวัดค่าความชื้นของดินสัมพัทธ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทำให้มีการนำนวัตกรรมมาพัฒนาระบบให้มีความสามารถในการติดตาม เป็นกระบวนการของ WPS ใช้ในการประมวลผลข้อมูลในการพัฒนาการประมวลผลบนเว็บไซต์ โดยการใช้ระบบในการทำงานของ ZOO-Project เพื่อการทำงานบนซอฟต์แวร์รหัสเปิด และแสดงผลลัพธ์จากกระบวนการวิเคราะห์ที่แสดงให้เห็นถึงความหนาแน่นของสภาพแวดล้อมที่ทำการวิเคราะห์ด้วยซอฟต์แวร์ GRASS GIS การแสดงผลข้อมูลจากกระบวนการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมด้วยกระบวนการการประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก (IDW) ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาระบบเซนเซอร์สำหรับตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ เพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรแม่นยำด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งจากผลการดำเนินงาน ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบเซนเซอร์สำหรับการใช้งานในการส่งข้อมูลของค่าเซนเซอร์ที่วัดได้แบบเรียลไทม์ไปยังผู้ใช้งาน และพัฒนาระบบสำหรับติดตามและตรวจวัดค่าความชื้นของดิน นอกจากนั้นยังมีระบบแจ้งเตือนอีกด้วย ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาระบบเหล่านี้ขึ้นมาเพื่อใช้ในงานด้านเกษตรแม่นยำ โดยการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้งานให้เกิดประโยชน์ ส่งผลให้เกษตรกรหรือผู้ใช้งานสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าในการวางแผนเมื่อเกิดปัญหาได้อย่างถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ในงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบเซนเซอร์ โดยการนำเทคโนโลยี IoT เข้ามาช่วยในการตรวจวัดความชื้นของดินแบบเรียลไทม์และส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์ (Server) โดยมีวัตถุประสงค์พัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลจากเซนเซอร์แบบเรียลไทม์ในการตรวจวัดความชื้นของดินแบบเชิงพื้นที่ เพื่อติดตามปัญหาการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณผลผลิตของพืช นอกจากนั้นยังพัฒนาระบบแจ้งเตือนและติดตามด้วยการใช้คำสั่งในโปรแกรม Arduino IDE เมื่ออุปกรณ์เซนเซอร์เชื่อมต่อกับ Internet WiFi ค่าความชื้นดินจะไปส่งไปยังฐานข้อมูล แสดงค่าความชื้นดินแบบเรียลไทม์บน Web Service และ App Service และมีระบบแจ้งเตือนเมื่อค่าความชื้นดินตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ซึ่งในการทำงานของอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพดินนี้ สามารถบันทึกข้อมูลบน Server และติดตามตรวจวัดคุณภาพดินได้จริงตามวัตถุประสงค์แบบเรียลไทม์ ส่งผลให้มีความสะดวกรวดเร็วและสามารถทำงานได้ดีมากกว่าเครื่องตรวจวัดคุณภาพดินแบบทั่วไป โดยไม่จำเป็นต้องไปลงพื้นที่หรือใช้เครื่องมือแบบเดิมในกันตรวจวัด และอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพดินนี้สามารถวัดค่าได้แม่นยำมากกว่าเมื่อเทียบกับการตรวจวัดทั่วไปทำให้เกษตรกรลดความกังวลของปัญหาที่จะเกินขึ้นกับพืชได้และยังเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตได้

ซึ่งค่าความชื้นดินที่ถูกส่งเข้ามายังฐานข้อมูลบนเครือแม่ข่าย จะถูกนำไปใช้ในการคำนวณการประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนักด้วย Zoo – Platform ที่เป็นแพลตฟอร์มการบริการ

ประมวลผลที่ถูกติดตั้งอยู่บนระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ทั้งซอฟแวร์และไลบารี่ที่เป็นซอฟแวร์รหัสเปิด นอกจากนี้เครื่องมือที่ใช้สำหรับการสร้างบริการเว็บสะดวกและสามารถเข้าถึงเครือแม่ข่ายได้ง่ายในระยะไกล โดยแพลตฟอร์มนี้ดำเนินตามมาตรฐานข้อกำหนดขององค์กรความร่วมมือข้อมูลภูมิศาสตร์ (Open Geospatial Consortium : OGC) สำหรับในการประมวลผลเชิงพื้นที่และสามารถจัดการและการสร้าง WPS สำหรับการประมวลผลข้ามระบบ โดยไม่ยึดติดกับรูปแบบและชนิดของซอฟแวร์ GIS ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่กล่าวมานั่นคือ Zoo-Platform มีความสะดวกรวดเร็วในการประมวลผล ทั้งในส่วนขั้นตอนในการประมวลผลและการใช้ภาษาในการเขียนคำสั่งต่าง ๆ สามารถเข้าถึงปการประมวลผลข้อมูลเกือบทุกประเภทที่จัดเก็บในเครื่องหรือจากเครือแม่ข่าย

เทคโนโลยี IoT เข้ามาช่วยในการพัฒนาชุดอุปกรณ์เซนเซอร์ โดยสามารถเชื่อมต่อหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ด้วยเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งการเชื่อมต่อนี้ทำให้สามารถใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้สะดวกและรวดเร็วมากขึ้นและยังสามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านอินเทอร์เน็ตได้ รวมไปถึงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้ากับการใช้งานอื่น ๆ เพื่อในไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ จนเกิดเป็นนวัตกรรมต่าง ๆ ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้แม่นยำและยังสามารถทำงานได้ในทุกพื้นที่ที่มีอินเทอร์เน็ต นอกจากนั้นยังช่วยลดต้นทุนในหลายๆ ด้าน

สำหรับการติดตามตรวจสอบ และการแจ้งเตือนจาก LINE Notify ไปยังผู้ใช้งานสามารถรับรู้ข้อมูลเงื่อนไขที่กำหนดไว้ผ่านการแจ้งเตือนผ่าน App Service และการติดตามตรวจสอบผ่าน Web browser จะเป็นการแสดงค่าความชื้นดินแลลเรียลไทม์และการแสดงการประมวลผลค่า IDW ทำให้เพิ่มความสะดวกให้กับผู้ใช้งานได้ทุกสถานที่ ส่งผลช่วยในการคาดการณ์ได้อย่างแม่นยำมากขึ้น โดยสามารถติดตามได้จากรับรู้ข้อมูลได้รวดเร็ว และแก้ปัญหาได้ทันที

All rights reserved

5.2 ปัญหาการวิจัยในการพัฒนา

การพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลจากเซนเซอร์แบบเรียลไทม์ เพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรแม่นยำ ในการเริ่มต้นการใช้งานของอุปกรณ์เซนเซอร์ต้องอาศัย Internet WiFi ในการทำงาน ซึ่งส่วนใหญ่อุปกรณ์จะถูกติดตั้งในพื้นที่เกษตรกรรม ทำให้มีข้อจำกัดในเรื่องของ Internet WiFi ในกรณีบางพื้นที่ไม่มีสัญญาณ

ทำให้อุปกรณ์เซนเซอร์ไม่สามารถทำงานได้ และข้อจำกัดในเรื่องแผงโซล่าเซลล์ หากในบางวันมีสภาพอากาศไม่ดี หากแบตเตอรี่หมดทำให้แผงโซล่าเซลล์ ไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าไปยังแบตเตอรี่ได้

5.3 อภิปรายผล

ในงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบเซนเซอร์และการพัฒนาระบบติดตามตรวจวัด โดยเป็นการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเข้ามาช่วยในการเพาะปลูกและการจัดการ เพื่อควบคุมการดำเนินงานพัฒนาไปสู่การทำเกษตรแบบแม่นยำมากขึ้นด้วยอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง Internet of Things (IoT) โดยแสดงผลข้อมูลการติดตามและตรวจวัดออกมาในรูปแบบของ Web Service บนเว็บบราวเซอร์และ App Service บน Blynk App นอกจากนี้เกษตรกรที่ได้นำอุปกรณ์ชุดเซนเซอร์นี้ไปใช้จะมีต้นทุนในการพัฒนาระบบต่าง ๆ น้อยลง แต่มีการทำงานที่รวดเร็วมาก และการวิเคราะห์การประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนักสามารถคำนวณและจำแนกข้อมูลได้จริง

5.4 ข้อเสนอแนะ

1. การวิเคราะห์การประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนักรูปแบบ WPS
2. ควรจะมีการเรียกข้อมูลจาก API ซึ่งในการทำงานนี้เป็นการเรียกข้อมูลมากจาก PHP จะซับซ้อนมากกว่า API

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บรรณานุกรม

กฤตพร เอี่ยมสะอิ้ง. (2562). **การพัฒนาระบบเซนเซอร์สภาพแวดล้อมสำหรับการประเมินระบบการตรวจสอบคุณภาพของดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้ IoT และ FOSS4G**. ภาคทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. สืบค้นเมื่อ สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2563

พรนรินทร์ ต้นกระหาด และทรงวุฒิ แสงจันทร์. (2556). **โครงข่ายเซนเซอร์ความชื้นในดินสำหรับควบคุมการให้น้ำพืช**. คณะวิศวกรรมศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2563

ประโยชน์ คำสวัสดิ์. (2558). **การพัฒนาเครือข่ายเซนเซอร์สำหรับระบบชลประทานอัตโนมัติ**. สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2563

วรรณวิมล นาดี. (2561). **แนะนำ โปรแกรม Python เบื้องต้น.** มหาวิทยาลัยแม่โจ้. สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2563

ศศิมาภรณ์ มงคลพิทักษ์ และทวีพล ซื่อสัตย์. (2559). **ระบบควบคุมและติดตามสภาพแวดล้อมเพื่อการเกษตรผ่านสมาร์ทดีไวซ์.** กรุงเทพมหานครฯ ครั้งที่ 54. สาขาวิทยาศาสตร์, สาขาพันธุวิศวกรรม, สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์, สาขาอุตสาหกรรมเกษตรและสาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2563

สมหวัง อริสริยวงศ์. (2553). **ต้นแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับการตรวจวัดสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน.** ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2563

อุทัยและคณะ. (2557). **เน็ตเวิร์คเซนเซอร์แบบเรียลไทม์เพื่อตรวจสอบความชื้นพืชปาล์มน้ำมันกับผลผลิต**. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2563

ภาษา C/C++, http://marcuscode.com/lang/c (สืบค้นเมื่อวันที่ 7 สิงหาคม 2563)

SQL, https://www.mindphp.com/ (สืบค้นเมื่อวันที่ 7 สิงหาคม 2563)

Ubuntu, https://saixiii.com/linux-ubuntu/ (สืบค้นเมื่อวันที่ 7 สิงหาคม 2563)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาคผนวก ก.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพกิจกรรม

มหาวิทยาลัยนเรศวร
Naresuan University
All rights reserved

ภาคผนวก ข.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

โค้ดส่วนของเซนเซอร์ (.ino)

```
#include <TridentTD_LineNotify.h>
#include <Wire.h>
#include "SPI.h"
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFiMulti.h>
ESP8266WiFiMulti WiFiMulti;
//set time
#include <time.h>
#define LINE_TOKEN "zeHafB3i9zv3XlDFfRtgcvToKTCKD9jZDW64e3sGzjN"
char auth[] = "iopTsXsuDTbA_h3wFQtulbJAeM8jdVKu";
//const char* ssid = "pAlm";              // SSID is set
//const char* password = "pAlm2541";     // Password is set
const char* ssid = "AP_Smart_NU";
const char* password = "Vip1#001";
//time
char ntp_server1[20] = "pool.ntp.org";
char ntp_server2[20] = "time.nist.gov";
char ntp_server3[20] = "time.uni.net.th";
int sensorPin = A0;
int Soil_moisture;
int led = 13;
//set time
int timezone = 7 * 3600;
int dst = 0;
int a = 59;
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
void setup()
{
    Serial.begin(115200);   //ตั้งค่าใช้งาน serial ที่ baudrate 115200
    delay(10);
    Serial.println();
    Serial.println();
    Serial.print("Connecting to "); //แสดงข้อความ “Connecting to”
    Serial.println(ssid);       //แสดงข้อความ ชื่อ SSID
    WiFi.begin(ssid, password); // เชื่อมต่อไปยัง AP
   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)   //รอจนกว่าจะเชื่อมต่อสำเร็จ
{
            delay(500);
            Serial.print(".");
    }
     digitalWrite(led, HIGH);   // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
//delay(1000);
    Serial.println("");
    Serial.println("WiFi connected");   //แสดงข้อความเชื่อมต่อสำเร็จ
    Serial.println("IP address: ");
    Serial.println(WiFi.localIP());   //แสดงหมายเลข IP ของ ESP8266(DHCP)
    Blynk.begin (auth, ssid, password);
     LINE.setToken(LINE_TOKEN);
//configTime
  configTime(timezone, dst, ntp_server1, ntp_server2, ntp_server3);
  Serial.println("\nWaiting for time");
  while (!time(nullptr))
   Serial.println("Reading From the Sensor ...");
   delay(2000);
pinMode(led, OUTPUT);
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
}
void loop() {
//time
  time_t now = time(nullptr);
  struct tm* p_tm = localtime(&now);
//int Soil_moisture;
  int Soil_moisture = analogRead(sensorPin);
  Soil_moisture= map(Soil_moisture, 721, 262, 0, 100);
  Serial.print("moisture : ");
  Serial.print(Soil_moisture);
  Serial.println("%%");
  delay(500); //wait for half a second, so it is easier to read
  Serial.print("TIME : ");
  Serial.print(now);
  if (Soil_moisture < 10) {
    LINE.notify("ตอนนี้ความชื้นจุดที่ 1 น้อยกว่า 10%");
   //delay (60UL * 60UL * 1000UL);
  }
    delay(6000);
//blynk
   Blynk.virtualWrite(V1,Soil_moisture);
//time
  if (p_tm->tm_sec == a)
  {
  if ((WiFiMulti.run() == WL_CONNECTED)) {
HTTPClient http;
  int humid = Soil_moisture;
  int hour= p_tm->tm_hour;
  int mint = p_tm->tm_min;
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
  int sec = p_tm->tm_sec;

 String url = "http://[redacted]/2020/plam/station_1.php?humid="+
String(humid) + "&hour=" + String(hour) + "&mint=" + String(mint) + "&sec=" + String(sec);
Serial.println(url);
http.begin(url); //HTTP
int httpCode = http.GET();
if (httpCode > 0) {
Serial.printf("[HTTP] GET... code: %d\n", httpCode);
if (httpCode == HTTP_CODE_OK) {
String payload = http.getString();
Serial.println(payload);
}
} else {
Serial.printf("[HTTP] GET... failed, error: %s\n", http.errorToString(httpCode).c_str());
}
http.end();
}
delay(10000);
  }
}
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

โค้ดเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล (.php)

```
1<?php
date_default_timezone_set('UTC');
$host = "host=localhost";
$port = "port=5432";
$dbname = "dbname=sensor";
$credentials = "user=postgres password=[redacted]";
$db = pg_connect( "$host $port $dbname $credentials" );
if(!$db){
echo "Error : cannot connect to DB\n";
}
        $temp = $_GET['temp'];
        $rh = $_GET['humid'];
        $id = $_GET['id'];
    $station = $_GET['station'];
        $hour = $_GET['hour'];
        $mint = $_GET['minute'];
        $sec = $_GET['second']
$sql = "INSERT INTO palm_soilmois_1(mositure,date,time,hour,minute,second) VALUES
('$rh',CURRENT_TIMESTAMP,CURRENT_TIMESTAMP,'$hour','$mint','$sec'(0));";
        $exc = pg_query($db, $sql);
if(!$exc){
echo pg_last_error($db);
} else {
echo "Records created successfully\n";
}
pg_close($db);
$conn->close();
?>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

โค้ดเว็บไซต์ (.html)

1. โค้ดหน้าหลัก

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
    <meta charset="utf-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1, shrink-to-
fit=no">
    <!-- Title -->
    <title>NU - MOISTURE SENSOR MONITORING </title>
        <link rel="shortcut icon" type="image/png" href="images/favicon.png">
    <!-- Css -->
        <link
href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Mitr:wght@300&display=swap"
rel="stylesheet">
    <link href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Kanit:wght@600&display=swap"
rel="stylesheet">
    <link href="https://fonts.googleapis.com/css?family=Montserrat:400,600,700"
rel="stylesheet">
    <link href="https://fonts.googleapis.com/css?family=Open+Sans:400,400i,700,700i"
rel="stylesheet">
    <link href="css/bootstrap.css" rel="stylesheet">
    <link href="css/fontawesome-all.css" rel="stylesheet">
    <link href="css/swiper.css" rel="stylesheet">
        <link href="css/magnific-popup.css" rel="stylesheet">
        <link href="css/styles.css" rel="stylesheet">
        <!-- Favicon  -->
    <link rel="icon" href="images/favicon.png">
</head>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
<body data-spy="scroll" data-target=".fixed-top">
    <!-- Preloader -->
        <div class="spinner-wrapper">
        <div class="spinner">
            <div class="bounce1"></div>
            <div class="bounce2"></div>
            <div class="bounce3"></div>
        </div>
    </div>
    <!-- end of preloader -->
    <!-- Navbar -->
    <nav class="navbar navbar-expand-md navbar-dark navbar-custom fixed-top">
        <!-- Image Logo -->
        <a class="navbar-brand logo-image" href="index.html"><img src="images/logo4.png"
alt="alternative"></a>
          <button class="navbar-toggler" type="button" data-toggle="collapse" data-
target="#navbarsExampleDefault" aria-controls="navbarsExampleDefault" aria-
expanded="false" aria-label="Toggle navigation">
            <span class="navbar-toggler-awesome fas fa-bars"></span>
            <span class="navbar-toggler-awesome fas fa-times"></span>
        </button>
        <div class="collapse navbar-collapse" id="navbarsExampleDefault">
            <ul class="navbar-nav ml-auto">
                <li class="nav-item">
                    <a class="nav-link page-scroll" href="#header">หน้าแรก </a>
                </li>
                <li class="nav-item">
                    <a class="nav-link page-scroll" href="page01.html">การต่อวงจรเซนเซอร์</a>
                </li>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
            <li class="nav-item">
                <a class="nav-link page-scroll" href="page02.html">แสดงผล</a>
            </li>
        </ul>
        <span class="nav-item social-icons">
            <span class="fa-stack">
                <a href="tel:0918673383">
                    <i class="fas fa-circle fa-stack-2x"></i>
                    <i class="fas fa-phone fa-stack-1x"></i>
                </a>
            </span>
            <span class="fa-stack">
                <a href="mailto:palm.nkm2541@gmail.com">
                    <i class="fas fa-circle fa-stack-2x"></i>
                    <i class="fas fa-envelope fa-stack-1x"></i>
                </a>
            </span>
        </span>
    </div>
</nav>
<!-- end of navbar -->
<!-- Header -->
<header id="header" class="header">
    <div class="header-content">
        <div class="container">
            <div class="row">
                <div class="col-lg-6">
                    <div class="text-container">
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
                    <h1>MOISTURE <br>SENSOR <span id="js-
rotating">MONITORING</span></h1>
                    <p class="p-large">เปลี่ยนวิธีจาการปลูกพืชในลักษณะเดิม ๆ มาเป็นการทำ
เกษตรด้วยการใช้นำเทคโนโลยีและนวัตกรรม</p>
                    <a class="btn-solid-lg page-scroll" href="page01.html">การต่อวงจร
เซนเซอร์</a>
                    <a class="btn-solid-lg page-scroll" href="page02.html">แสดงผล</a>
                </div>
            </div>
            <div class="col-lg-6">
                <div class="image-container">
                    <img class="img-fluid" src="images/bg1.jpg" alt="alternative">
                </div>
            </div>
        </div>
    </div>
</header>
<!-- end of header -->
<!-- Features -->
<div id="features" class="tabs">
    <div class="container">
        <div class="row">
            <div class="col-lg-12">
                <h2>Smart Farming</h2>
                <p>ช่วงเกษตรกร 4.0 ได้เปลี่ยนวิธีจาการปลูกพืชในลักษณะเดิม ๆ มาเป็นการทำเกษตร
ด้วยการใช้นำเทคโนโลยีและนวัตกรรมเครื่องจักร ฯลฯ ที่มีความแม่นยำสูงเข้ามาช่วยในการทำงาน โดยให้
ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อม เป็นรูปแบบการทำเกษตรแบบใหม่ที่จะทำให้การปลูกพืชมีภูมิคุ้มกันต่อสภาพ
ภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป โดยการนำเอาข้อมูลของภูมิอากาศมาใช้ในการบริหารจัดการ ดูแลพื้นที่
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

เพาะปลูก เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพอากาศที่เกิดขึ้น รวมถึงการเตรียมพร้อมรับมือกับสภาพอากาศที่จะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต

ซึ่งเกษตรกรสามารถควบคุมทุกอย่างผ่านระบบอินเตอร์เน็ตได้ เป็นการนำเทคโนโลยีจำพวก Internet of Things (IoT) มาใช้ให้เกิดประโยชน์ ทำให้เกิดการใช้งานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศหรือด้านไอทีของผู้ใช้งานมากขึ้น มีการใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์มือถือ โน้ตบุ๊ค เป็นต้น กลายเป็นอุปกรณ์หลักที่คนทั่วไปใช้เข้าถึงข้อมูล ข่าวสารผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้ง่ายขึ้น

```
</p>
                </div>
            </div>
        </div>
    </div>
    <!-- end of features -->
    <!-- Contact -->
    <div id="contact" class="form">
        <div class="container">
            <div class="row">
                <div class="col-lg-12">
                    <h2>CONTACT</h2>
                                        <center><img src="images/img.png"
width="100"></center>
                                        <br>
                                        <h4><center>นัทกมล ผินนอก</center></h4>
                    <ul class="list-unstyled li-space-lg">
                        <li class="address">คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ,
สาขาภูมิศาสตร์.</li>
                        <li><i class="fas fa-map-marker-alt"></i>มหาวิทยาลัยนเรศวร , พิษณุโลก
</li>
                        <li><i class="fas fa-phone"></i><a class="blue"
href="tel:0918673383">0918673383</a></li>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
                    <li><i class="fas fa-envelope"></i><a class="blue"
href="mailto:natkamolp60@nu.ac.th">natkamolp60@nu.ac.th</a></li>
                </ul>
            </div>
        </div>
        <div class="row">
            <div class="col-lg-6 offset-lg-3">
            </div>
        </div>
    </div>
</div>
<!-- end of contact -->
<!-- Copyright -->
<div class="copyright">
    <div class="container">
        <div class="row">
            <div class="col-lg-12">
                <p class="p-small">Copyright © NU 2020 by <a
href="index.html#header">Natkamol</a></p>
            </div>
        </div>
    </div>
</div>
<!-- end of copyright -->
<!-- Scripts -->
<script src="js/jquery.min.js"></script>
<script src="js/popper.min.js"></script>
<script src="js/bootstrap.min.js"></script>
<script src="js/jquery.easing.min.js"></script>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
    <script src="js/morphext.min.js"></script>
    <script src="js/validator.min.js"></script>
    <script src="js/scripts.js"></script>
</body>
</html>
```

2. โค้ดเว็บแสดงการต่อวงจรเซนเซอร์

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
    <meta charset="utf-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1, shrink-to-
fit=no">
    <!-- Title -->
    <title>NU - การต่อวงจรเซนเซอร์      </title>
    <!-- Css -->
          <link
href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Mitr:wght@300&display=swap"
rel="stylesheet">
          <link
href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Kanit:wght@600&display=swap"
rel="stylesheet">
    <link
href="https://fonts.googleapis.com/css?family=Open+Sans:300,300i,400,400i,600,600i,700,
700i" rel="stylesheet">
    <link href="https://fonts.googleapis.com/css?family=Montserrat:600,700"
rel="stylesheet">
    <link href="css/bootstrap.css" rel="stylesheet">
    <link href="css/fontawesome-all.css" rel="stylesheet">
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
    <link href="css/swiper.css" rel="stylesheet">
        <link href="css/magnific-popup.css" rel="stylesheet">
    <link href="css/styles.css" rel="stylesheet">
        <!-- Favicon  -->
    <link rel="icon" href="images/favicon.png">
</head>
<body data-spy="scroll" data-target=".fixed-top">
    <!-- loader -->
        <div class="spinner-wrapper">
        <div class="spinner">
            <div class="bounce1"></div>
            <div class="bounce2"></div>
            <div class="bounce3"></div>
        </div>
    </div>
    <!-- end  -->
    <!-- Navbar -->
    <nav class="navbar navbar-expand-md navbar-dark navbar-custom fixed-top">
        <!-- Image Logo -->
        <a class="navbar-brand logo-image" href="index.html"><img src="images/logo4.png"
alt="alternative"></a>
        <!-- Button -->
        <button class="navbar-toggler" type="button" data-toggle="collapse" data-
target="#navbarsExampleDefault" aria-controls="navbarsExampleDefault" aria-
expanded="false" aria-label="Toggle navigation">
            <span class="navbar-toggler-awesome fas fa-bars"></span>
            <span class="navbar-toggler-awesome fas fa-times"></span>
        </button>
        <!-- button -->
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
<div class="collapse navbar-collapse" id="navbarsExampleDefault">
    <ul class="navbar-nav ml-auto">
        <li class="nav-item">
            <a class="nav-link page-scroll" href="index.html#header">หน้าแรก</a>
        </li>
        <li class="nav-item">
            <a class="nav-link page-scroll" href="page01.html">การต่อวงจรเซนเซอร์</a>
        </li>
        <li class="nav-item">
            <a class="nav-link page-scroll" href="page02.html">แสดงผล</a>
        </li>
        <li class="nav-item">
            <a class="nav-link page-scroll" href="index.html#contact">ติดต่อ</a>
        </li>
                    </ul>
        <span class="fa-stack">
            <a href="tel:0918673383">
                <i class="fas fa-circle fa-stack-2x"></i>
                <i class="fas fa-phone fa-stack-1x"></i>
            </a>
        </span>
        <span class="fa-stack">
            <a href="mailto:palm.nkm2541@gmail.com">
                <i class="fas fa-circle fa-stack-2x"></i>
                <i class="fas fa-envelope fa-stack-1x"></i>
            </a>
        </span>
    </span>
</div>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
    </nav>
    <!-- end of navbar -->
    <!-- Header -->
    <header id="header" class="ex-header">
        <div class="container">
            <div class="row">
                <div class="col-md-12">
                    <h1>The Sensor Connection   </h1>
                </div>
            </div>
        </div>
    </header>
    <!-- end of header -->
    <!-- Breadcrumbs -->
    <div class="ex-basic-1">
        <div class="container">
            <div class="row">
                <div class="col-lg-12">
                    <div class="breadcrumbs">
                        <a href="index.html">หน้าแรก</a><i class="fa fa-angle-double-
right"></i><span>การต่อวงจรเซนเซอร์</span>
                    </div>
                </div>
            </div>
        </div>
    </div>
    <!-- end of breadcrumbs -->
    <!-- Privacy Content -->
    <div class="ex-basic-2">
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
<div class="container">
    <div class="row">
        <div class="col-lg-10 offset-lg-1">
            <div class="text-container">
                <h3>การต่อวงจรเซนเซอร์</h3>
                <p>การต่อวงจรเซนเซอร์ โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการเขียน
โปรแกรมควบคุมการทำงานของบอร์ด ESP8266 เขียนด้วยภาษา C และเป็น Open Source ใช้งานได้
โดยไม่มีค่าใช้จ่าย และในส่วนของบอร์ด ESP8266 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์ที่มีจำนวนขาพอร์ต
อินพุตและเอาต์พุตมากพอสำหรับการนำไปใช้งาน สามารถต่อกับเซนเซอร์ได้ทั้งแบบดิจิตอลและแอน
นาล็อก และยังต่อเพื่อขับอุปกรณ์เอาต์พุตให้ทำงาน โดยที่จะต้องเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งงานให้บอร์ด
สามารถควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟหรือปั้มน้ำ เป็นต้น และเนื่องจากมีโมดูล
WiFi ในตัว จึงสามารถเชื่อมต่อเพื่อส่งข้อมูลหรือสั่งงานผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้ โดยไม่ต้องหาซื้ออุปกรณ์
มาต่อเพิ่ม นอกจากนั้นยังมีราคาถูก ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนลงเป็นอย่างมากหากต้องการนำบอร์ดไปใช้ในการ
พัฒนาอุปกรณ์ Internet of Things (IoT)</p>
                </br>
                                    <div class="image-container">
                <div class="video-wrapper">
                    <img class="img-fluid" src="imageslll/วงจร.jpg" alt="alternative">
                    <span class="video-play-button">
                        <span></span>
                    </span>
                </a>
                </div>
            </div>
        </br>
                <i><center>( ภาพแสดงการต่อวงจรระหว่างบอร์ด Wemos D1 R1 ESP8266  กับ
เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน  ) </center></i>
                                        <!-- Details 1 -->
            <div id="details" class="basic-2">
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
                    <div class="container">
                        <div class="row">
                            <div class="col-lg-6">
                                <img class="img-fluid" src="imageslll/11.png" alt="alternative">
                            </div>
                    <div class="col-lg-6">
                        <div class="text-container">
                            <h3>Board WeMos D1 R1 ESP8266</h3>
                            <p>เป็นบอร์ดมีขนาดเท่ากับ Arduino UNO ที่มีชิพ ESP8266 สามารถใช้
Arduino IDE สำหรับพัฒนาและอัพโหลดโปรแกรม สามารถเชื่อมต่อ Internet เหมาะสำหรับนำไปพัฒนา
ด้าน Internet of Tings</p>
                        </div>
                    </div>
                            </div>
                        </div>
                    </div> <!-- end of basic-2 -->
                <!-- Details 2 -->
                    <div class="basic-3">
                        <div class="second">
                            <div class="container">
                                <div class="row">
                                    <div class="col-lg-6">
                                        <div class="text-container">
                                            <h3>เซนเซอร์สำหรับวัดความชื้น</h3>
                                            <p>เป็นเซนเซอร์แบบอนาล็อก (Analog) สามารถวัดความชื้นใน
ดินบริเวณรอบ ๆ ได้อย่างแม่นยำและเรียลไทม์ ใช้แรงดันไฟฟ้าในการทำงาน 3.3 ถึง 5.5 Volt และมี
แรงดัน Output 3 Volt</p>
                                        </div>
                                    </div>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
                    <div class="col-lg-6">
                        <img class="img-fluid" src="imageslll/22.png" alt="alternative">
                    </div>
                        </div>
                    </div>
                </div>
                  <!-- end of details 2 -->
                 <!-- Details 1 -->
                <div id="details" class="basic-2">
                                        <div class="second">
                    <div class="container">
                        <div class="row">
                            <div class="col-lg-6">
                                <img class="img-fluid" src="imageslll/33.png"
alt="alternative">
                            </div>
                            <div class="col-lg-6">
                                <div class="text-container">
                                    <h3>Solar cell</h3>
                                    <p>ขนาดกำลังวัตต์ตามความพอเพียงต่อการใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่แผงโซล่าเซลล์ที่มีจำหน่ายทั่วไปเริ่มต้นที่ขนาด 10 วัตต์ 20 วัตต์ 40 วัตต์ 60 วัตต์ 80 วัตต์ 120-130 วัตต์ 200 วัตต์ 225-235 วัตต์ 240-245 วัตต์ และ 285 วัตต์</p>
                            </div>
                        </div>
                        </div>
                    </div>
                </div>
                                    </div> <!-- end of col-->
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
                    <!-- Details 2 -->
            <div class="basic-3">
                <div class="second">
                    <div class="container">
                        <div class="row">
                            <div class="col-lg-6">
                                <div class="text-container">
                                    <h3>แบตเตอรี่แห้ง</h3>
                                    <p>ใช้สำหรับเป็นแหล่งจ่ายและเก็บพลังงานให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า ใช้
เป็นแหล่งจ่ายและเก็บพลังงานสำหรับอุปกรณ์การเกษตร - ใช้พกพาสำหรับเป็นแหล่งเก็บพลังงานเพื่อใช้
งานนอกสถานที่ ใช้งานง่าย ไม่ต้องเติมน้ำกลั่นและดูแลรักษาง่ายกว่าแบตเตอรี่น้ำ</p>
                                </div>
                            </div>
                            <div class="col-lg-6">
                                <img class="img-fluid" src="imageslll/44.png" alt="alternative">
                            </div>
                        </div>
                    </div>
                </div>
            </div>
        <!-- end of details 2 -->
                    <!-- Details 1 -->
            <div id="details" class="basic-2">
                                    <div class="second">
                <div class="container">
                    <div class="row">
                        <div class="col-lg-6">
                            <img class="img-fluid" src="imageslll/55.png"
alt="alternative">
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
                    </div>
                <div class="col-lg-6">
                    <div class="text-container">
                        <h3>โมดูลแปลงไฟ</h3>
                        <p>โมดูลนี้จะสามารถนำไปใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่าแรงดันเอาท์พุท
โดยสามารถนำไปลดแรงดันไฟฟ้าได้ เช่น แบตเตอรี่หม้อแปลงไฟฟ้าแหล่งจ่ายไฟที่สามารถปรับ DIY, 24V
รถยนต์ T ของแหล่งจ่ายไฟ, ไฟ LED ยานยนต์มี 12V สลับ 3.3 V, 12V เปิด 5V, 24V เปิด 5V, 24V ถึง
12V ฯลฯ</p>
                    </div>
                </div>
                </div>
            </div>
                            </div> <!-- end of col-->
        <div class="basic-3">
            <div class="second">
                <div class="container">
                    <div class="row">
                        <div class="col-lg-6">
                            <div class="text-container">
                                <h3>แผงควบคุมการเก็บประจุแบตเตอรี่พลังงาน
แสงอาทิตย์</h3>
                                <p>แผงควบคุมทำงานโดยจะดูว่าแรงดันไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่อยู่
ในระดับใด เพื่อป้องกันการคลายประจุของแบตเตอรี่ที่มากเกินไปและอาจทำให้แบตเตอรี่เสื่อมเร็วขึ้น ส่วน
ใหญ่จะตั้งค่าแรงดันการปลดโหลดไว้ที่ประมาณ 11.5 โวลท์สำหรับแรงดันระบบที่ 12 โวลท์</p>
                            </div>
                        </div>
                    <div class="col-lg-6">
                        <img class="img-fluid" src="imageslll/66.png" alt="alternative">
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
                        </div>
                            </div>
                    </div>
                </div>
                </div>
                    <!-- end of details 2 -->
                </div> <!-- end of row -->
                <a class="btn-outline-reg back" href="index.html">กลับ</a>
            </div>
        </div>
    </div>
    <!-- end of privacy content -->
    <!-- Breadcrumbs -->
    <div class="ex-basic-1">
        <div class="container">
            <div class="row">
                <div class="col-lg-12">
                    <div class="breadcrumbs">
                        <a href="index.html">หน้าแรก</a><i class="fa fa-angle-double-
right"></i><span>การต่อวงจรเซนเซอร์</span>
                    </div>
                </div>
            </div>
        </div>
    </div>
    <!-- end of breadcrumbs -->
    <!-- Copyright -->
    <div class="copyright">
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
        <div class="container">
            <div class="row">
                <div class="col-lg-12">
                    <p class="p-small">Copyright © NU 2020 by <a
href="index.html#header">Natkamol</a></p>
                </div>
            </div>
        </div>
    </div>
    <!-- end of copyright -->
    <!-- Scripts -->
    <script src="js/jquery.min.js"></script>
    <script src="js/popper.min.js"></script>
    <script src="js/bootstrap.min.js"></script>
    <script src="js/jquery.easing.min.js"></script>
    <script src="js/swiper.min.js"></script>
    <script src="js/jquery.magnific-popup.js"></script>
    <script src="js/morphext.min.js"></script>
    <script src="js/validator.min.js"></script>
    <script src="js/scripts.js"></script>
</body>
</html>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3. หน้าเว็บแสดงผลแบบเรียลไทม์

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
    <meta charset="utf-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1, shrink-to-
fit=no">
    <!-- Title -->
    <title>NU - การแสดงผล</title>
    <!-- Css -->
        <link
href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Mitr:wght@300&display=swap"
rel="stylesheet">
    <link
href="https://fonts.googleapis.com/css?family=Open+Sans:300,300i,400,400i,600,600i,700,
700i" rel="stylesheet">
    <link href="https://fonts.googleapis.com/css?family=Montserrat:600,700"
rel="stylesheet">
    <link href="css/bootstrap.css" rel="stylesheet">
    <link href="css/fontawesome-all.css" rel="stylesheet">
    <link href="css/swiper.css" rel="stylesheet">
        <link href="css/magnific-popup.css" rel="stylesheet">
    <link href="css/styles.css" rel="stylesheet">
        <!-- Favicon  -->
    <link rel="icon" href="images/favicon.png">
</head>

<body data-spy="scroll" data-target=".fixed-top">
        <!-- loader -->
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
        <div class="spinner-wrapper">
        <div class="spinner">
            <div class="bounce1"></div>
            <div class="bounce2"></div>
            <div class="bounce3"></div>
        </div>
    </div>
    <!-- end  -->
    <!-- Navbar -->
    <nav class="navbar navbar-expand-md navbar-dark navbar-custom fixed-top">
        <!-- Image Logo -->
        <a class="navbar-brand logo-image" href="index.html"><img src="images/logo4.png"
alt="alternative"></a>
        <!-- Button -->
        <button class="navbar-toggler" type="button" data-toggle="collapse" data-
target="#navbarsExampleDefault" aria-controls="navbarsExampleDefault" aria-
expanded="false" aria-label="Toggle navigation">
            <span class="navbar-toggler-awesome fas fa-bars"></span>
            <span class="navbar-toggler-awesome fas fa-times"></span>
        </button>
        <!-- button -->

        <div class="collapse navbar-collapse" id="navbarsExampleDefault">
            <ul class="navbar-nav ml-auto">
                <li class="nav-item">
                    <a class="nav-link page-scroll" href="index.html#header">หน้าแรก</a>
                </li>
                <li class="nav-item">
                    <a class="nav-link page-scroll" href="page01.html">การต่อวงจรเซนเซอร์</a>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
            </li>
            <li class="nav-item">
                <a class="nav-link page-scroll" href="page02.html">การแสดงผล</a>
            </li>
            <li class="nav-item">
                <a class="nav-link page-scroll" href="index.html#contact">ติดต่อ</a>
            </li>
                        </ul>
            <span class="fa-stack">
                <a href="tel:0918673383">
                    <i class="fas fa-circle fa-stack-2x"></i>
                    <i class="fas fa-phone fa-stack-1x"></i>
                </a>
            </span>
            <span class="fa-stack">
                <a href="mailto:palm.nkm2541@gmail.com">
                    <i class="fas fa-circle fa-stack-2x"></i>
                    <i class="fas fa-envelope fa-stack-1x"></i>
                </a>
            </span>
        </span>
    </div>
</nav>
<!-- end -->
<!-- Header -->
<header id="header" class="ex-header">
    <div class="container">
        <div class="row">
            <div class="col-lg-12">
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
                                    <h3><a class="nav-link page-scroll"> แสดงผลการติดตามและ
ตรวจสอบความชื้นดินแบบเรียลไทม์ </a></h3>
                </div>
            </div>
        </div>
    </header>
    <!-- end of header -->
    <!-- แสดงผลข้อมูล -->
        <div class="ex-basic-1">
        <div class="container">
            <div class="row">
                <div class="col-lg-12">
                    <div class="breadcrumbs">
                        <a href="index.html">หน้าแรก</a><i class="fa fa-angle-double-
right"></i><span>แสดงผลข้อมูล </span>
                    </div>
                </div>
            </div>
        </div>
    </div>
    <!-- end -->
        <br><br><br>
                                                <div>
                        <div>
                            <div>
                                                        <h3 align = 'center'>
<iframe src="http://www5.geo-nred.nu.ac.th/research_s/2020/plam/SenSor/chart1.php"
width="250" height="250" frameborder="0" scrolling="no"></iframe>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
<iframe src="http://www5.geo-nred.nu.ac.th/research_s/2020/plam/SenSor/chart2.php"
width="250" height="250" frameborder="0" scrolling="no"></iframe>
<iframe src="http://www5.geo-nred.nu.ac.th/research_s/2020/plam/SenSor/chart3.php"
width="250" height="250" frameborder="0" scrolling="no"></iframe>          <br><br><br>
<iframe src="http://www5.geo-nred.nu.ac.th/research_s/2020/plam/SenSor/chart4.php"
width="250" height="250" frameborder="0" scrolling="no"></iframe>
<iframe src="http://www5.geo-nred.nu.ac.th/research_s/2020/plam/SenSor/chart5.php"
width="250" height="250" frameborder="0" scrolling="no"></iframe>
<iframe src="http://www5.geo-nred.nu.ac.th/research_s/2020/plam/SenSor/chart6.php"
width="250" height="250" frameborder="0" scrolling="no"></iframe>          <br><br><br>
<iframe src="graph_all.php" width="1000" height="500" frameborder="0"
scrolling="no"></iframe>
                                                                    </h3>
                                                                    </div>
                                    </div>
                                </div>
                    <a class="btn-outline-reg" href="index.html">กลับ</a>
                    </div>
                </div>
            </div>
        </div>
    </div>
    <!-- end -->
    <!-- แสดงผลข้อมูล -->
    <div class="ex-basic-1">
        <div class="container">
            <div class="row">
                <div class="col-lg-12">
                    <div class="breadcrumbs">
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
                    <a href="index.html">หน้าแรก</a><i class="fa fa-angle-double-
right"></i><span>แสดงผลข้อมูล</span>
                </div>
            </div>
        </div>
    </div>
    <!-- แสดงผลข้อมูล -->
    <!-- Copyright -->
    <div class="copyright">
        <div class="container">
            <div class="row">
                <div class="col-lg-12">
                    <p class="p-small">Copyright © NU 2020 by
<ahref="index.html#header">Natkamol</a></p>
                </div>
            </div>
        </div>
    </div>
    <!--end-->   <!-- Scripts -->
    <script src="js/jquery.min.js"></script>
    <script src="js/popper.min.js"></script>
    <script src="js/bootstrap.min.js"></script>
    <script src="js/jquery.easing.min.js"></script>
    <script src="js/morphext.min.js"></script>
    <script src="js/validator.min.js"></script>
    <script src="js/scripts.js"></script>
</body>
</html>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

โค้ดเรียกข้อมูลจากเซนเซอร์มาแสดงบนเว็บของส่วนแสดงผล (.php)

```
<?php
        define("PG_DB"  , "sensor");
         define("PG_HOST", "localhost");
         define("PG_USER", "postgres");
         define("PG_PORT", "5432");
         define("PG_PASS", "[redacted]");
         define("TABLE",   "palm_soilmois_3");
   $con = pg_connect("dbname=".PG_DB." host=".PG_HOST." password=".PG_PASS."
user=".PG_USER);
 $date = array(); // ตัวแปรแกน x
 $mositure = array(); //ตัวแปรแกน y
//sql สำหรับดึงข้อมูล จาก ฐานข้อมูล
$sql = "SELECT * FROM palm_soilmois_3 ORDER BY date DESC LIMIT 10 ";
//จบ sql
$result = pg_query($sql);
while($row=pg_fetch_array($result)) {
//array_push คือการนำค่าที่ได้จาก sql ใส่เข้าไปตัวแปร array
 array_push($date,$row['date']);
 array_push($mositure,$row['mositure']);
        echo $json = json_encode( $result, JSON_NUMERIC_CHECK);
}
?>
<html>
<head>
<meta charset="utf-8">
        <title>chart</title>
<script src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.11.3/jquery.min.js"></script>
<script src="https://code.highcharts.com/highcharts.js"></script>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
<script src="https://code.highcharts.com/modules/exporting.js"></script>
<!-- ตั้งค่า -->
<script type="text/javascript">
$(function () {
    $('#container').highcharts({
        //ชื่อกราฟ
        title: {
            text: 'SENSOR METER ',
            x: -20 //center
        },
        //แนวนอน
        xAxis: {
                categories: ['<?= implode("','", $date); ?>']
            },
        //ชื่อข้อมูลแนวตั้ง
        yAxis: {
                title: {
                    text: ''
                }
            },
            tooltip: {
                enabled: true,
                formatter: function() {
                    return '<b>'+ this.series.name +'</b><br/>'+
                                                        this.point.y; + ' ' +
this.point.name.toLowerCase();
                }
            },
        legend: {
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
                    layout: 'vertical',
                    align: 'right',
                    verticalAlign: 'top',
                    x: -10,
                    y: 100,
                                                floating: true,
                    borderWidth: 1,
                                                backgroundColor: ((Highcharts.theme
&& Highcharts.theme.legendBackgroundColor) || '#FFFFFF'),
      shadow: true
          },
          plotOptions: {
              line: {
                  dataLabels: {
                      enabled: true
                  },
                  enableMouseTracking: false
              }
          },
       series: [{
       //     name: 'Tokyo',
       //     data: [7.0, 6.9, 9.5, 14.5, 18.2, 21.5, 25.2, 26.5, 23.3, 18.3, 13.9, 9.6]
       // }, {
          name: 'mositure',
          data: [
              <?= implode(',', $mositure) // ข้อมูล array แกน y ?>
                ]
       } ]
    });
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
});
</script>
</head>
<body>
<div id="container" style="min-width: 310px; height: 400px; margin: 0 auto"></div>
</head>
<body>
<div id="container" style="min-width: 310px; height: 400px; margin: 0 auto"></div>
<script langauge="javascript">
setTimeout(location.reload.bind(location), 10800000);
</script>
</body>
</html>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ประวัติผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล นางสาวนัทกมล ผินนอก

วัน เดือน ปีเกิด 14 ตุลาคม 2541

ที่อยู่ปัจจุบัน 126 หมู่ 11 ตำบลประชาสุขสันต์ อำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร 62170

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2560 – ปัจจุบัน วท.บ (ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร เกรดเฉลี่ย 3.05

พ.ศ. 2554 – 2559 ระดับมัธยมศึกษา (วิทย์-คณิต) โรงเรียนมัธยมพัชรกิติยาภา 2 กำแพงเพชร เกรดเฉลี่ย 3.42

พ.ศ. 2547 – 2552 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนบ้านลานตาบัว ตำบลประชาสุขสันต์ อำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร

กิจกรรมที่เข้าร่วม

เข้าร่วมการอบรม “โครงการการสร้างเกษตรอัจฉริยะ โดยการประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง” ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

เข้าร่วมการอบรม “การพัฒนาเว็บแผนที่ออนไลน์ด้วยรหัสซอฟแวร์รหัสเปิด ในหัวข้อการจัดการฐานข้อมูลด้วย QGIS”

เข้าร่วมการอบรม “การประยุกต์ใช้ระบบ GIS กับการผลิตอ้อยและน้ำตาล” ณ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

เข้าร่วมโครงการเสวนา "ร่วมคืนป่าสู่อาชีพที่ยั่งยืน" ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยากรการฝึกอบรมโครงการฝึกอบรมอาชีพและยกระดับทักษะอาชีพแก่ผู้ได้รับผลกระทบจากสถาณการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVIC-19 หลักสูตร “การใช้โดรนเพื่อการเกษตรทางเลือกใหม่ในยุค 4.0 ในพื้นที่อำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย” ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร

เข้าร่วมโครงการร่วมคืนป่าให้ประชาชน โดยสำนักงานพัฒนาเทคโลโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

จัดนิทรรศการแสดงผลงานการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมด้าน Smart Farm ณ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

จัดทำแผนที่ภาษีโรงเรือนและที่ดินสำรวจและนำเข้าข้อมูลประเภทอาคารและสิ่งปลุกสร้างภายใต้ บริษัท กราฟเมติกซ์จำกัด

รางวัลที่ได้รับ

ได้รับรางวัลเกียรติบัตรนิสิตที่มีผลการเรียนดี สาขาภูมิศาสตร์ ประจำปี 2563

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved