EnviroSense: การพัฒนาระบบ PM2.5 แบบเรียลไทม์และระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมทางอากาศโดยใช้ Geo-IoT และ LoRa Gateway

EnviroSense: Development of the Real-Time PM2.5 and Air Environment Monitoring System Useing Geo-IoT and LoRa Gateway

ณัฐพร ทองหล่อ

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรีเสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาภูมิศาสตร์

ตุลาคม 2566

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์และหัวหน้าภาควิชา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้พิจารณา วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรีเรื่อง "EnviroSense: การพัฒนาระบบ PM2.5 แบบเรียลไทม์และระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมทางอากาศโดยใช้ Geo-IoT และ LoRa Gateway" (EnviroSense: Development of the Real-Time PM2.5 and Air Environment Monitoring System Useing Geo-IoT and LoRa Gateway) ของ ณัฐพร ทองหล่อ เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(อาจารย์ ธัญญาลัคน์ จันทร์สมบัติ)

ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต.ดร. รังสรรค์ เกตุอ๊อต)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เรื่อง “EnviroSense: การพัฒนาระบบ PM2.5 แบบเรียลไทม์และระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมทางอากาศโดยใช้ Geo-IoT และ LoRa Gateway” ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากบุคคลหลายท่าน ได้กรุณาและให้ความอนุเคราะห์ ช่วยในการดำเนินงานจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่า มาให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยแก้ไขปัญหาพร้อมกับชี้แนวทางการดำเนินงานตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ทั้งนี้ยังคอยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง และติดตามผลการศึกษาอยู่อย่างสม่ำเสมอตลอดจนช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่ เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาภูมิศาสตร์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ต่างๆ กับผู้วิจัย ให้สามารถนำ ความรู้ที่เรียนมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และให้คำแนะนำเพิ่มเติมจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจและคอยช่วยเหลือมาโดยตลอดเกี่ยวกับกำลังทรัพย์ตลอดจนสำเร็จการศึกษา รวมถึงเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ทุกท่านที่เป็นผู้สนับสนุนให้คำปรึกษา อย่างสม่ำเสมอเสมอและคอยให้กำลังใจตลอดจนงานวิจัยฉบับนี้เสร็จลุล่วงไปด้วยดี

ณัฐพร ทองหล่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ EnviroSense: การพัฒนาระบบ PM2.5 แบบเรียลไทม์และระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมทางอากาศโดยใช้ Geo-IoT และ LoRa Gateway

ผู้วิจัย ณัฐพร ทองหล่อ

ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง

ประเภทสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ วท.บ สาขาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร,2566

คำสำคัญ คุณภาพอากาศ, เซนเซอร์, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, เว็บแอพพลิเคชั่น, ลอร่า เกตเวย์

บทคัดย่อ

การศึกษามลพิษทางอากาศพบว่า อุณหภูมิ ความชื้น และฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 (PM2.5) เป็นมลพิษที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพมนุษย์ หากมีการรับสารเหล่านี้เข้าสู่ร่างกายมากเกินไป อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพในอนาคตได้ ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการติดตามรายงานสภาพอากาศเพื่อช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตาม ระบบนี้มักมีราคาสูงหรือบางระบบไม่สามารถแสดงข้อมูลแบบเรียลไทม์ได้ ทำให้มีข้อจำกัดในการติดตามสภาพอากาศ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบเฝ้าระวังและติดตามคุณภาพอากาศด้วยเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับใช้รายงานผลและ พัฒนาระบบแจ้งเตือนคุณภาพอากาศแบบเรียลไทม์ด้วยเซนเซอร์ที่มีต้นทุนต่ำ มีประสิทธิภาพในการใช้งาน ซึ่งเป็นการพัฒนาต่อยอดที่จะสามารถช่วยลดต้นทุนได้ หลักการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) ส่วนส่งข้อมูลจากเซนเซอร์ ส่วนรับข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล โดยเซนเซอร์จะทำการส่งข้อมูลไปยังส่วนของเซิร์ฟเวอร์ที่เป็นส่วนรับ และข้อมูลที่ถูกส่งจากเซนเซอร์จะถูกจัดเก็บในเซิร์ฟเวอร์เพื่อให้สามารถเรียกใช้งานและวิเคราะห์เมื่อจำเป็นตามเวลาที่ต้องการ รวมถึงการพัฒนาเว็บไซต์ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการนำเสนอข้อมูลที่เป็นระบบรายงานผลแบบออนไลน์ เพื่อให้ผู้รับข้อมูลเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ทันสถานการณ์ และ เข้าใจง่าย 2) ระบบนี้จะนำข้อมูลที่ถูกส่งมาจากเซนเซอร์และเซิร์ฟเวอร์มาแสดงผลในรูปแบบ Real-Time Dashboard ซึ่งเป็นหน้าแสดงผลข้อมูลแบบเรียลไทม์ร่วมกับบระบบแผนที่ออนไลน์ Web Map Application ที่สามารถแสดงข้อมูลแบบเรียลไทม์เป็นระบบแสดงผลแบบแผนที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเห็นข้อมูลที่สำคัญในรูปแบบทางภูมิศาสตร์และสถานที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Title	EnviroSense: Development of the Real-Time PM2.5 and Air Environment Monitoring System Useing Geo-IoT and LoRa Gateway
Author	Nattaporn Thonglor
Thesis advisors	Associate Professor Dr.Sittichai Choosumrong
Academic Paper	B.S. Thesis in Geography, Naresuan University, 2023
Keywords	air quality, sensors, internet of things, web applications, LoRa Gateway

Abstract

A study of air pollution found that temperature, humidity, and particulate matter 2.5 (PM2.5) are pollutants that may pose a risk to human health. If too much of these substances is taken into the body, it may affect your health in the future. Technology is now being used to track weather reports to help reduce this problem. However, these systems are often expensive or sometimes unable to provide real-time information. This causes limitations in tracking weather conditions.

Therefore, the researcher has developed an air quality monitoring system with a wireless sensor network for reporting results and Develop a real-time air quality alert system with low-cost sensors. Effective in use This is a further development that can help reduce costs. The working principle of the developed system is divided into two parts: 1) Data transmission from sensors Data receiving section and analyzing data The sensor will send the data to the server, which is the receiver. And the data sent from the sensors is stored on the server so that it can be retrieved and analyzed when needed at the desired time. Including the development of a website, which is an important part of presenting information in an online reporting system. To allow recipients of information to access information quickly, in a timely manner, and easily understood 2) This system takes data sent from sensors and servers and displays it in the form of a real-time dashboard, which is a page showing real-time data

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

together with an online map system, the Web Map Application, that can display information. Real-time map display is part of the system so that users can see important information in geographic format and location.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ

บทที่ **หน้า**

บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ความสำคัญของการวิจัย 2

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4.1 ขอบเขตด้านพื้นที่ 3

1.4.2 ขอบเขตด้านการศึกษา 3

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น 3

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ 4

1.7 สมมติฐานงานวิจัย 9

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

2.1 เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 12

2.1.1 อุณหภูมิ 12

2.1.2 ความชื้นในอากาศ 12

2.1.3 ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) 12

2.1.4 โรคลมแดด หรือ Heat stroke 14

2.1.5 LoRa IoT 14

2.1.6 MCU – ESP32 16

2.1.7 PostgreSQL 18

2.1.8 PostGIS 19

2.1.9 PHP 19

2.1.10 HTML 20

2.1.11 จาวาสคริปต์ (JavaScript) 21

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

2.1.12 ภาษา C++ 23

2.1.13 Structured Query Language (SQL) 23

2.1.14 GeoJSON 25

2.1.15 GeoServer 25

2.1.16 Leaflet 25

2.1.17 MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) 26

2.1.18 Node-RED 28

2.1.19 IDW (Inverse Distance Weight) 29

2.1.20 Arduino IDE 30

2.1.21 Python 30

2.1.22 visual studio 33

2.2 ความรู้เกี่ยวกับระบบการฐานข้อมูล 34

2.2.1 ข้อมูล 34

2.2.2 สารสนเทศ (Information) 34

2.2.3 ฐานข้อมูล (Database) 34

2.2.4 ระบบฐานข้อมูล (Database System) 34

2.2.5 ความสำคัญของการประมาลผลแบบระบบฐานข้อมูล 35

2.2.6 ลักษณะของข้อมูลในฐานข้อมูล 36

2.2.7 ภาษาที่ใช้ในระบบการจัดการฐานข้อมูล 37

2.2.8 องค์ประกอบของระบบจัดการฐานข้อมูล 39

2.2.9 หน้าที่ของระบบการจัดการฐานข้อมูล 41

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 46

วิธีดำเนินการวิจัย 52

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ **หน้า**

3.1 การทดสอบจากบอร์ด ESP32 DEVKIT V1 / NodeMCU 53

3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 53

3.1.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 53

3.1.1.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ 55

3.1.1.3 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ 55

3.1.2 การพัฒนาระบบเซนเซอร์ 55

3.1.2.1. การออกแบบและหลักการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพอากาศ 55

3.1.2.2. การออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัด 56

3.1.2.3. รูปแบบการต่อวงจรเซนเซอร์ 56

3.1.2.4. ชุดคำสั่งข้อมูล 57

3.1.3 การออกแบบและ สร้างฐานข้อมูล Real – Time Database 60

3.1.3.1. การออกแบบฐานข้อมูล 60

3.1.3.2. การสร้างฐานข้อมูล 61

3.1.4 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล 64

3.1.4.1 Arduino IDE และ MQTT 65

3.1.4.2 Node – red 66

3.1.4.3 คำสั่ง SQL สำหรับส่งข้อมูลเข้าฐานข้อมูล 67

3.2 การทดสอบจาก LoRa Gateway 69

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 69

3.2.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 69

3.2.2 การพัฒนาระบบเซนเซอร์ 72

3.2.2.1 การออกแบบและหลักการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพอากาศ 72

3.2.2.2 การออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัด 73

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ **หน้า**

3.2.2.3 การตรวจสอบเซนเซอร์ 74

3.2.2.3 การตรวจสอบการใช้งานของ LoRaSAMR34 75

3.2.2.3 เซิร์ฟเวอร์ 77

3.2.3 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล 77

3.2.3.1 ตรวจเช็ค Topic ในโปรแกรม MQTT.fx 77

3.2.3.2 Node-red 78

3.3 การพัฒนาระบบแสดงผลข้อมูล Real-Time Dashboard และ Web Map Application 80

3.3.1 ระบบแสดงผลข้อมูล Real-Time Dashboard 80

3.3.2 ระบบแสดงผลข้อมูล Web Map Application 81

3.3.2.1 การวิเคราะห์ IDW (Inverse Distance Weight) 81

ผลการวิจัย 86

4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์ 86

4.1.1 การทดสอบจากบอร์ด ESP32 DEVKIT V1 / NodeMCU 86

4.1.2 การทดสอบจาก LoRa Gateway 87

4.2 ผลการเชื่อมต่อฐานข้อมูล 88

4.3 ผลการทดลองจากระบบ Real-Time Dashboard และ Web Map Application 90

บทสรุป 91

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 91

5.2 อภิปรายผล 92

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาต่อไป 92

บรรณานุกรม 93

ภาคผวก ก. 95

ขั้นตอนการติดตั้งระบบ 95

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ **หน้า**

ภาคผวก ข. 106

ชุดคำสั่งที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 106

ประวัติผู้วิจัย 122

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 1.1 แผนที่มหาวิทยาลัยนเรศวร.....3

ภาพที่ 1.2 หลักการของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....4

ภาพ 1.3 Wireless Sensor Network.....6

ภาพ 1.4 WSN Nodes.....7

ภาพ 1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย.....10

ภาพ 2.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ของ LoRa.....15

ภาพ 2.2 Development of applications for ESP32.....17

ภาพ 2.3 ตัวอย่าง Board ESP32 Develop kit ที่นิยมใช้งาน.....18

ภาพ 2.4 Command ในการส่งไปยัง Broker.....27

ภาพ 2.5 การนำ MQTT มาใช้ในงาน IoT.....28

ภาพ 2.6 Schematic data flow from sensor (machine) to devise (machine).....28

ภาพ 2.7 ตัวอย่างการคำนวณ IDW (Inverse Distance Weight) จุดที่ทราบจะถ่วงน้ำหนักตามค่าผกผันของระยะห่างจากจุดแก้ไข และนำมารวมกันจากนั้นผลรวมจะถูกหารด้วยผลรวมของน้ำหนัก.....30

ภาพ 2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมประยุกต์กับระบบจัดการฐานข้อมูล.....38

ภาพ 2.9 องค์ประกอบของระบบการจัดการฐานข้อมูล.....41

ภาพที่ 3.1 การพัฒนาระบบเซนเซอร์โดยใช้บอร์ด ESP32 DEVKIT V1 / NodeMCU.....56

ภาพที่ 3.2 รูปแบบการต่อวงจรเซนเซอร์.....57

ภาพ 3.3 ชุดคำสั่งเซนเซอร์.....58

ภาพที่ 3.4 ตรวจสอบความถูกต้องของชุดคำสั่ง.....58

ภาพที่ 3.5 เลือก Port ให้ตรงกับคอมพิวเตอร์ที่รองรับ.....59

ภาพที่ 3.6 อัปโหลดชุดคำสั่ง.....59

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 3.7 ผลของการรันชุดคำสั่ง....60

ภาพที่ 3.8 การสร้างฐานข้อมูล....61

ภาพที่ 3.9 การเขียนคำสั่งเพื่อสร้าง Table....62

ภาพที่ 3.10 ผลจากการ Create Table....62

ภาพที่ 3.11 การเข้าไปส่วนของหน้า phpPgAdmin....63

ภาพที่ 3.12 การสร้างตาราง....63

ภาพที่ 3.13 การกำหนดชื่อและคอลัมน์ของฐานข้อมูล....64

ภาพที่ 3.14 ผลลัพธ์ที่ได้สร้างฐานข้อมูลบนระบบ Linux....64

ภาพที่ 3.15 การเขียนคำสั่ง Arduino IDE เพื่อส่งค่าเซนเซอร์ไปยัง mqtt....65

ภาพที่ 3.16 ผลลัพธ์ของ mqtt....66

ภาพที่ 3.17 การทำงานของ node-red....66

ภาพที่ 3.18 คำสั่ง SQL สำหรับส่งข้อมูลเข้าฐานข้อมูล....68

ภาพที่ 3.19 ผลลัพธ์เมื่อค่าเซนเซอร์ถูกส่งไปเก็บไว้ยังฐานข้อมูล....68

ภาพที่ 3.20 ผลลัพธ์เมื่อค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 แจ้งเตือนในไลน์....69

ภาพที่ 3.21 การพัฒนาระบบเซนเซอร์ด้วย LoRa Gateway....73

ภาพที่ 3.22 รูปแบบการต่อวงจรเซนเซอร์....73

ภาพที่ 3.23 การตรวจสอบเซนเซอร์โดยUSB To RS232/485/TTL....74

ภาพที่ 3.24 ผลลัพธ์การตรวจสอบเซนเซอร์ด้วยโปรแกรม Modbus Poll....74

ภาพที่ 3.25 การตรวจสอบการใช้งานของ LoRaSAMR34....75

ภาพที่ 3.26 ผลลัพธ์การตรวจสอบการใช้งานของ LoRaSAMR34 ร่วมกับโปรแกรม Microchip Studio....76

ภาพที่ 3.27 ผลลัพธ์การตรวจเช็ค devEUI และ Appkey โดยโปรแกรม Tera Term....76

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 3.28 ผลลัพธ์เมื่อเพิ่ม devEUI และ Appkey สำเร็จ....77

ภาพที่ 3.29 ผลลัพธ์ของ MQTT.fx....78

ภาพที่ 3.30 การทำงานของ node-red....78

ภาพที่ 3.31 ผลลัพธ์เมื่อค่าเซนเซอร์ส่งไปเก็บไว้ยังฐานข้อมูล....80

ภาพที่ 3.32 ผลลัพธ์ของหน้า Dashboard....81

ภาพที่ 3.33 คำสั่ง python ในการวิเคราะห์ IDW (Inverse Distance Weight)....82

ภาพที่ 3.34 ผลลัพธ์การวิเคราะห์ IDW (Inverse Distance Weight)....82

ภาพที่ 3.35 ผลลัพธ์เมื่อนำข้อมูลไปเก็บไว้ใน Geosever....83

ภาพที่ 3.36 styles ของสีข้อมูลในโปรแกรม Qgis....83

ภาพที่ 3.37 การใส่ styles ใน Geoserver....84

ภาพที่ 3.38 ผลลัพธ์ที่ได้จากใส่ ใส่ styles ใน Geoserver....84

ภาพที่ 3.39 ผลลัพธ์แผนที่ที่ทำการวิเคราะห์ IDW (Inverse Distance Weight)....85

ภาพที่ 3.40 ระบบแสดงผลข้อมูล Real-Time Dashboard และ Web Map Application....85

ภาพที่ 4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์ จากบอร์ด ESP32 DEVKIT V1 / NodeMCU....87

ภาพที่ 4.2 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์จาก LoRa Gateway....87

ภาพที่ 4.3 ตารางฐานข้อมูลบนปฏิบัติการ Window ของสถานีตรวจวัดอากาศที่ 1-5....88

ภาพที่ 4.4 ตารางฐานข้อมูลบนปฏิบัติการ Window ของสถานีตรวจวัดอากาศที่ 6-10....88

ภาพที่ 4.5 ตารางฐานข้อมูลบนปฏิบัติการ Linux ของสถานีตรวจวัดอากาศที่ 1-5....89

ภาพที่ 4.6 ตารางฐานข้อมูลบนปฏิบัติการ Linux ของสถานีตรวจวัดอากาศที่ 6-10....89

ภาพที่ 4.7 ระบบ Real-Time Dashboard และ Web Map Application....90

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 1 เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย.....13

ตารางที่ 2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ.....53

ตารางที่ 3 ไลบรารี่ที่ต้องทำการติดตั้ง.....57

ตารางที่ 4 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลส่วนจัดเก็บข้อมูลเซนเซอร์.....60

ตารางที่ 5 แสดงรายละเอียดชื่อตัวแปรที่จัดเก็บข้อมูลเซนเซอร์.....61

ตารางที่ 6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ.....69

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากในปัจจุบันนี้ปัญหามลพิษเกิดจากกิจกรรมที่มีการปล่อยสารพิษหรือสารเคมีที่เป็นอันตรายลงในสิ่งแวดล้อม เช่น สารเคมีอุตสาหกรรม ปศุสัตว์ เสียดสีหรือการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง มลพิษสามารถกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ได้ในหลายมิติ ดังนั้นปัญหามลพิษมีความสำคัญมากเนื่องจากผลกระทบที่อาจมีความรุนแรงต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพมนุษย์ได้

การเกิดมลพิษสามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ในหลายๆระดับทั้งระดับโลกและระดับท้องถิ่น ที่มาของมลพิษสามารถเป็นได้หลากหลาย เช่น

กิจกรรมอุตสาหกรรม: การผลิตและใช้งานอุตสาหกรรมส่งผลให้ปล่อยสารเคมีต่าง ๆ ออกมา เช่น ก๊าซโอโซน, ก๊าซเรือนกระจก, สารเคมีที่เป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศและสิ่งมีชีวิตในท้องถิ่นนั้น ๆ

กิจกรรมเกษตรกรรม: การใช้สารเคมีเพื่อควบคุมแมลงหรือวัชพืชในการเกษตรกรรม สารเคมีเหล่านี้ค่อนข้างที่จะมีพิษและสะสมในสัตว์และพืช เมื่อมีการใช้งานที่ไม่ถูกต้องหรือไม่ระมัดระวัง สารเคมีจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศน์ และอาจมีผลต่อคุณภาพน้ำและดินในพื้นที่เกษตรกรรมนั้น ๆ

การจัดการขยะ: การกำจัดขยะที่ไม่เหมาะสมหรือการจัดการขยะที่ไม่ถูกต้องอาจทำให้เกิดมลพิษ อย่างเช่น การทิ้งขยะในสถานที่ต่างๆ การเผาไหม้ขยะที่ผิดกฎหมาย หรือการกำจัดขยะเคมีโดยไม่ถูกต้อง

การใช้เชื้อเพลิง: การใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานอาจส่งผลให้ปล่อยก๊าซเสียสำคัญออกมา เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นส่วนผสมของมลพิษที่สำคัญในภาวะโลกร้อน

ปัญหามลพิษส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ มลพิษสามารถทำลายสิ่งแวดล้อมได้ ทำลายป่าไม้ ลดความหลากหลายทางชีวภาพ ทำลายชุมชนทางท้องถิ่น และมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจในระยะยาว นอกจากนี้ มลพิษอาจทำให้เกิดปัญหาทางสุขภาพ เช่น การเป็นสาเหตุของโรคเช่น โรคระบบทางเดินหายใจ โรคเกี่ยวกับสารเคมี หรือการมีผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ถ้าหากเราออกกำลังกายอย่างหนัก หรือมาทำกิจกรรมกลางแจ้งในช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิสูงอยู่ในขณะนั้น อาจจะเสี่ยงต่อการเกิดโรคลมแดด หรือโรคลมร้อนได้ซึ่งกลุ่มคนที่มีโอกาศเป็นโรคลมแดดได้มากกว่าผู้อื่นอาทิ เด็กเล็ก และผู้สูงอายุ (อายุเกิน 65 ปี) มีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงได้ช้า และเสี่ยงต่อภาวะขาดน้ำได้ง่าย, ทหารที่ต้องฝึกหนัก หรือ นักกีฬาที่ต้องเล่นกีฬาในที่ที่อุณหภูมิร้อนจัด, ผู้ที่ไม่คุ้นเคยกับอากาศร้อน (ที่มา : http://healthydee.moph.go.th)

ในขณะเดียวกัน นิสิตและบุคคลากรภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรยังต้องเผชิญกับปัญหามลพิษจากสภาวะหมอกควัน ที่มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นบ่อยครั้งและขยายวงกว้างมากขึ้น ปัญหาฝุ่นควันต่างๆ เหล่านี้อาจมาจากทั้งของเสียที่ปล่อยออกมาจากยานพาหนะต่างๆ การก่อสร้างอาคารภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร หรืออาจเกิดจากการเผาป่าหรือเผานาของเกษตรกรที่อยู่ภายนอกของมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยปัญหาต่างๆ เหล่านี้อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของนิสิตและบุคคลากรในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรทั้งในระยะสั้น และในระยะยาว โดยฝุ่นละอองขนาดเล็กนั้นก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของ นิสิตและบุคลากร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กับคนที่ออกกำลังกายภายในมหาวิทยาลัย เช่น การวิ่งออกกำลังกายตอนเย็นที่เป็นที่นิยมและมีทั้งนิสิตบุคลากรจำนวนมากในแต่ละวัน ทั้งระบบทางเดินหายใจ โรคปอดติดเชื้อ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคมะเร็ง และสุขภาพอนามัยแม่และเด็ก เช่น เด็ก ผู้สูงอายุ เป็นกลุ่มที่ต้องได้รับการดูและเป็นพิเศษ

การวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาระบบเฝ้าระวังและ การติดตามค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (pm2.5) รวมถึงการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อให้นิสิตหรือ บุคคลากรต่างๆ ได้ทราบถึงคุณภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรได้ ณ ขณะนั้น สำหรับเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการดูแลสุขภาพสำหรับผู้ที่อาศัยอยู่ในมหาวิทยาลัย รวมถึงผู้ที่นิยมออกกำลังกาย โดยตรวจสอบจากฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งาน ที่แสดงข้อมูลจากผลการวิเคราะห์จากเซนเซอร์ที่ติดตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร และแผนที่ที่แสดงการประมาณค่าความเหมาะสมของจุดต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบเซนเซอร์ติดตามคุณภาพอากาศต้นทุนต่ำแบบ Real-Time สำหรับการเฝ้าระวังและติดตามปัญหาสภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรด้วยเทคโนโลยี IoT และการสื่อสารไร้สาย Wireless Sensor Network (WSN) และ LoRaWan

2. เพื่อพัฒนาระบบแสดงผลข้อมูลสภาพอากาศในรูปแบบ Real-Time Dashboard ร่วมกับระบบแผนที่ออนไลน์ Web Map Application

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

1.3 ความสำคัญของการวิจัย

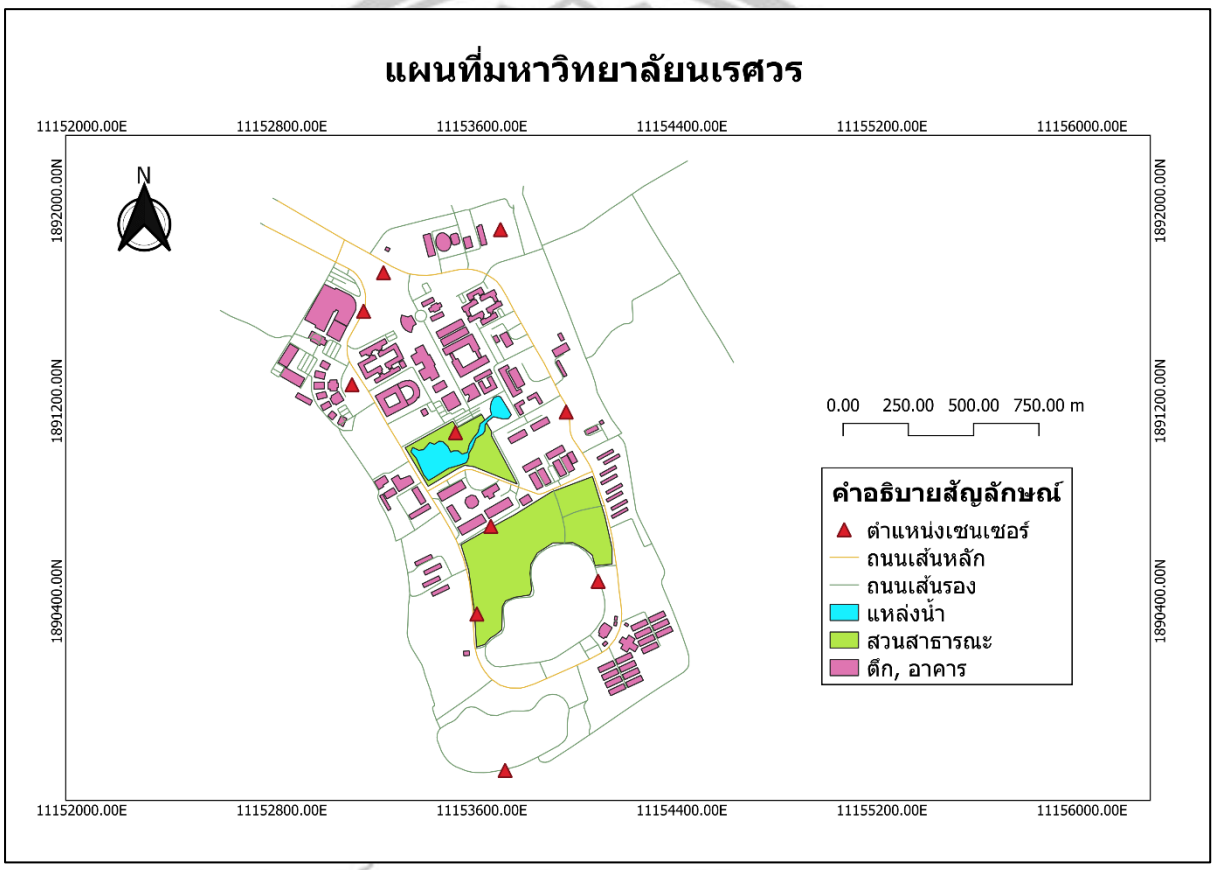
การนำเทคโนโลยีระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายเข้ามาช่วยในการประเมินตรวจสอบสภาพอากาศภายในบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวรเนื่องจากระบบเซนเซอร์ไร้สายสามารถติดตามการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้น ค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก ได้ในแบบระบบ Real – Time ซึ่งค่าที่วัดได้จะบ่งชี้ถึงคุณภาพของอากาศ

ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรว่ามีความอันตรายต่อนิสิต และบุคคลากรมากน้อยเพียงใด เพื่อช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับนิสิต หรือบุคลากรที่จะออกมาทำกิจกรรมกลางแจ้ง

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านพื้นที่

พื้นที่บริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยจะใช้เซนเซอร์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้น และเซนเซอร์ตรวจจับค่าฝุ่นละออง PM 2.5



ภาพที่ 2.1 แผนที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

1.4.2 ขอบเขตด้านการศึกษา

ในงานวิจัยนี้จัดทำอุปกรณ์เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรแบบ Real – Time เพื่อทดสอบการรับส่งค่า และแสดงผลข้อมูลสภาพอากาศในรูปแบบ Real-Time Dashboard **ร่วมกับระบบแผนที่ออนไลน์ Web Map Application โดยใช้เซนเซอร์ทั้งหมดจำนวน 10 ชุด**

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

การศึกษาครั้งนี้ใช้ระบบเซนเซอร์ในการตรวจวัดคุณภาพอากาศเป็นปัจจัยหลักที่ใช้สำหรับทำระบบการติดตามสภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

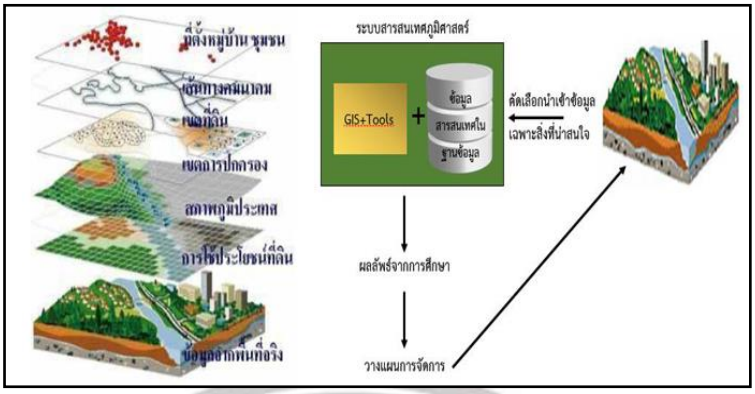
มลพิษทางอากาศ หมายถึง ภาวะอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติเป็นเวลา นานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช หรือทรัพย์สินต่าง ๆ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฝุ่นละอองจากลมพายุ ภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว ไฟไหม้ป่า ก๊าซธรรมชาติอากาศเสียที่เกิดขึ้น โดย ธรรมชาติเป็นอันตรายต่อมนุษย์น้อยมาก เพราะแหล่งกำเนิดอยู่ไกลและปริมาณที่เข้าสู่สภาพ แวดล้อม ของมนุษย์และสัตว์มีน้อย กรณีที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ มลพิษจากท่อไอเสีย ของรถยนต์จาก โรงงานอุตสาหกรรมจากขบวนการผลิตจากกิจกรรมด้านการเกษตรจากการระเหย ของก๊าซบางชนิด ซึ่ง เกิดจากขยะมูลฝอยและของเสีย เป็นต้น

คุณภาพอากาศ คือ อากาศสะอาดที่ไม่มีมลพิษปนเปื้อน ซึ่งในที่นี้ เราจะแบ่งออกเป็น คุณภาพอากาศภายนอกอาคาร หรือในสิ่งแวดล้อม คุณภาพอากาศภายในอาคาร

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System : GIS คือกระบวนการทางานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศ ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เช่น ที่อยู่ บ้านเลขที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่ง เส้นรุ้ง เส้นแวง ข้อมูลและแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูล และฐานข้อมูลที่มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลาได้ เช่น การแพร่ขยายของโรคระบาด การเคลื่อนย้าย ถิ่นฐาน การบุกรุกทาลาย การเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้ เมื่อปรากฏบนแผนที่ทำให้สามารถแปลและสื่อความหมาย ใช้งานได้ง่าย

GIS เป็นระบบข้อมูลข่าวสารที่เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ แต่สามารถแปลความหมายเชื่อมโยงกับสภาพภูมิศาสตร์อื่นๆ สภาพท้องที่ สภาพการทำงานของระบบสัมพันธ์กับสัดส่วนระยะทางและพื้นที่จริงบนแผนที่ ข้อแตกต่างระหว่าง GIS กับ MIS นั้นสามารถพิจารณาได้จากลักษณะของข้อมูล คือ ข้อมูลที่จัดเก็บใน GIS มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ที่แสดงในรูปของภาพ (graphic) แผนที่ (map) ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) หรือฐานข้อมูล (Database)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพที่ 1.2 หลักการของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสองประเภทเข้าด้วยกัน จะทำให้ผู้ใช้สามารถที่จะแสดงข้อมูลทั้งสองประเภทได้พร้อมๆ กัน เช่นสามารถจะค้นหาตำแหน่งของจุดตรวจวัดคุณภาพน้ำได้โดยการระบุชื่อจุดตรวจ หรือในทางตรงกันข้าม สามารถที่จะสอบถามรายละเอียดของ จุดตรวจจากตำแหน่งที่เลือกขึ้นมา ซึ่งจะต่างจาก MIS ที่แสดง ภาพเพียงอย่างเดียว โดยจะขาดการเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงกับรูปภาพนั้น เช่นใน CAD (Computer Aid Design) จะเป็นภาพเพียงอย่างเดียว แต่แผนที่ใน GIS จะมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ คือค่าพิกัดที่แน่นอน ข้อมูลใน GIS ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย สามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกได้โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geocode) ซึ่งจะสามารถอ้างอิงได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ข้อมูลใน GIS ที่อ้างอิงกับพื้นผิวโลกโดยตรง หมายถึง ข้อมูลที่มีค่าพิกัดหรือมีตำแหน่งจริงบนพื้นโลกหรือในแผนที่ เช่น ตำแหน่งอาคาร ถนน ฯลฯ สำหรับข้อมูล GIS ที่จะอ้างอิงกับข้อมูลบนพื้นโลกได้โดยทางอ้อมได้แก่ ข้อมูลของบ้าน (รวมถึงบ้านเลขที่ ซอย เขต แขวง จังหวัด และรหัสไปรษณีย์) โดยจากข้อมูลที่อยู่ เราสามารถทราบได้ว่าบ้านหลังนี้มีตำแหน่งอยู่ ณ ที่ใดบนพื้นโลก เนื่องจากบ้านทุกหลังจะมีที่อยู่ไม่ซ้ำกัน

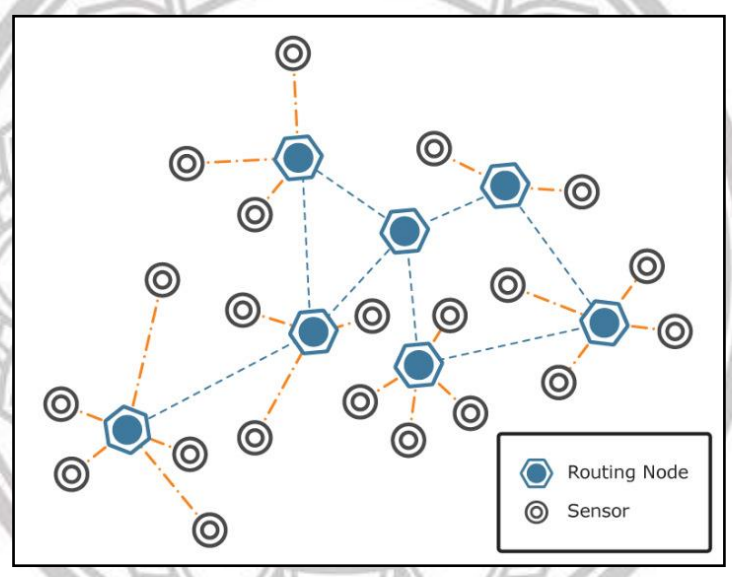
เซนเซอร์ (Sensor) อุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับปริมาณทางฟิสิกส์ โดยอาศัยหลักการทำงานที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของเซนเซอร์ สามารถกำเนิดสัญญาณที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณของสิ่งที่ต้องการตรวจจับได้ โดยการแปลงสัญญาณทางด้านอินพุตซึ่งเป็นคุณสมบัติทางฟิสิกส์ให้เป็นสัญญาณทางด้านเอาต์พุตซึ่งเป็นคุณสมบัติทางไฟฟ้า เพื่อป้อนให้กับระบบหรือกระบวนการ แล้วนำไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไป อาจกล่าวได้ว่าเซนเซอร์ คือ ทรานสดิวเซอร์ (Transducer) ประเภทหนึ่งที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานรูปแบบหนึ่งให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ในบางครั้งจึงมีการเรียกเซนเซอร์ว่าทรานสดิวเซอร์หรือเรียกทรานสดิวเซอร์ว่าเซนเซอร์ ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และลักษณะการประยุกต์ใช้งานที่ต้องการวัด

Internet of Things (IoT) คือ “อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง" หมายถึง การที่อุปกรณ์ต่างๆ สิ่งต่างๆ ได้ถูกเชื่อมโยงสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า (การสั่งการเปิดไฟฟ้าภายในบ้านด้วยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุม เช่น มือถือ ผ่านทางอินเทอร์เน็ต) รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องมือทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

การเกษตร เป็นต้น เทคโนโลยี IoT มีความจำเป็นต้องทำงานร่วมกับอุปกรณ์ประเภท RFID และ Sensors เข้ามาใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เซนเซอร์ตรวจค่า pH (PH Sensor) เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor) เซนเซอร์วัดความขุ่น (Turbidity Sensor) เป็นต้น เซนเซอร์เหล่านี้สามารถนำมาวางเป็นระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless Sensor Network) โดยนำไปตรวจวัดเพื่อเก็บข้อมูลต่างๆ ที่กล่าวไว้ข้างต้น เพื่อวางแผนการแก้ปัญหาอย่างแม่นยำ

Wireless Sensor Network (WSN) ในที่นี้ คือ Sensor node ต่างๆ จำนวนมากที่ทำให้เกิด WSN ให้อุปกรณ์ต่างๆสามารถเชื่อมต่อกันได้ ซึ่ง WSN นั้นสามารถนำมาใช้ตรวจสอบ ตรวจจับปรากฏการณ์ต่างๆ ได้ ตัวอย่าง เช่น การเคลื่อนไหว ความชื้น อุณหภูมิ เพื่อส่งค่าไปยังระบบให้ทำงานตามเงื่อนไขที่ได้ตั้งค่าเอาไว้

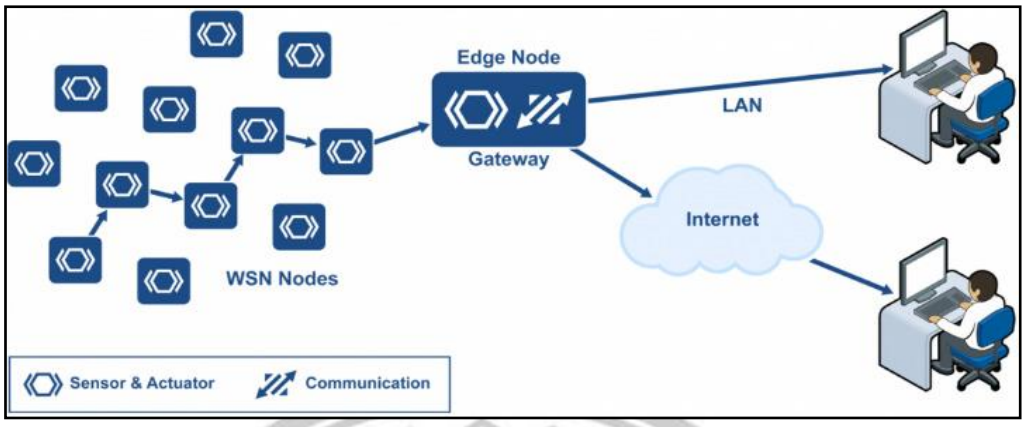


ภาพ 1.3 Wireless Sensor Network

Access Technology การพัฒนา Internet of Things นั้นนอกจากจะพัฒนาเทคโนโลยีในฝั่ง Hardware ได้แก่ processors, radios และ sensors ซึ่งจะถูกรวมเข้าด้วยกันเรียกว่า a single chip หรือ system on a chip (SoC) แล้วก็ยังพัฒนา WSN ไปพร้อมๆกันด้วย และเมื่อพูดถึงการเชื่อมต่อปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการเชื่อมต่อสำหรับ Internet of Things หรือ Access technology

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Gateway Sensor Nodes เมื่อมีโครงข่าย Sensor nodes แล้วก็จำเป็นจะต้องมี Gateway Sensor Nodes เพื่อจะเชื่อมต่อไป ยังโลกอินเทอร์เน็ตด้วย โดยตัว Gateway นี้จะทำหน้าที่เชื่อมต่อไปยังเครือข่าย Internet ให้อุปกรณ์ทั้งหมด ในโครงข่าย Sensor nodes ทั้งหมดส่งข้อมูลเข้าสู่อินเทอร์เน็ตได้นั่นเอง และ Gateway ที่ว่านี้ก็จะอยู่ภายใต้ Local network ซึ่งจะมีการกำหนดกันต่อไปว่า Gateway ภายใต้ Local network ที่ว่านั้นจะให้เชื่อมต่อไปยัง Internet ได้ด้วยหรือไม่ถ้าไม่ได้อุปกรณ์ที่เชื่อมเข้ามาใน Gateway ก็อาจจะสื่อสารกันได้เฉพาะ ภายใน Local network เองได้เท่านั้น



ภาพ 1.4 WSN Nodes

WSN Nodes ทั้งนี้ WSN แบ่งได้ 2 กลุ่ม ได้แก่

1. Commercial IoT คือแบ่งจาก local network ที่มีหลายเทคโนโลยีที่แตกต่างกันในโครงข่าย Sensor nodes โดยตัวอุปกรณ์ IoT Device ในกลุ่มนี้จะเชื่อมต่อแบบ IP network เพื่อเข้าสู่อินเทอร์เน็ต

2. Industrial IoT คือแบ่งจาก local communication ทีเป็น Bluetooth หรือ Ethernet (wired or wireless) โดยตัวอุปกรณ์ IoT Device ในกลุ่มนี้จะสื่อสารภายในกลุ่ม Sensor nodes เดียวกันเท่านั้นหรือเป็นแบบ local devices เพียงอย่างเดียวอาจไม่ได้เชื่อมสู่อินเทอร์เน็ต

Web GIS / Web Map Application

WebGIS เป็นระบบสารสนเทศแบบกระจายซึ่งประกอบด้วยเซิร์ฟเวอร์และไคลเอ็นต์อย่างน้อย เซิร์ฟเวอร์เป็นเซิร์ฟเวอร์ GIS และไคลเอ็นต์เป็นเว็บเบราเซอร์แอพพลิเคชันเดสก์ท็อปหรือแอพพลิเคชันบนมือถือ ในรูปแบบที่เรียบง่ายของเว็บ GIS สามารถกำหนดเป็น GIS ใด ๆ ที่ใช้เทคโนโลยีเว็บเพื่อสื่อสารระหว่างเซิร์ฟเวอร์และไคลเอ็นต์

Web GIS นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะ การพัฒนาระบบข้อมูล สารสนเทศ ผ่านทางอินเทอร์เน็ต Web GIS นั้นเป็นระบบ GIS ที่ใช้เทคโนโลยีเว็บเพื่อการสื่อสารของระบบต่างๆ ดังนั้น Web GIS จึงประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บ เรียกค้น จัดการ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งอย่างน้อยที่สุด Web GIS ต้องมีหนึ่งลูกข่าย และหนึ่งเซิร์ฟเวอร์ ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการที่เป็น desktop app. หรือ web browser app. ที่ให้ผู้ใช้สามารถสื่อสารผ่าน server และ server จะทาหน้าที่เป็น Web server app. ด้วย

Map Application เป็นระบบ Web GIS ที่ผู้ใช้งานสามารถใช้งานผ่านเว็บบราว์เซอร์ เช่น Internet explorer Mozilla หรือ Netscape โดยผู้ใช้ไม่จาเป็นต้องติดตั้ง ซอฟต์แวร์ลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ตัวอย่าง Web Map Application ได้แก่ Google Map API Map Server ข อ ง CAT-GIFT (Government Information For Thailand) เป็นต้น ซึ่งข้อดีของระบบ Web GIS แบบ Web Map Application คือสามารถ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ทำงานได้กับ เครื่องคอมพิวเตอร์ทุก Platform และประหยัดค่าใช้จ่ายในการจัดหาซอฟต์แวร์ แต่ข้อเสียคือในการใช้งานต้อง เชื่อมต่อกับ อินเทอร์เน็ตตลอดเวลา

ต่อไปนี้เป็นองค์ประกอบสำคัญบางอย่างที่จำเป็นสาหรับเว็บ GIS

เซิร์ฟเวอร์มี URL เพื่อให้ลูกค้าสามารถค้นหาได้ทางเว็บลูกค้าอาศัยข้อกาหนด HTTP เพื่อส่งคาขอไปยังเซิร์ฟเวอร์เซิร์ฟเวอร์จะทาการดาเนินการ GIS ที่ร้องขอและส่งการตอบกลับไปยังไคลเอ็นต์ผ่านทาง HTTP รูปแบบของการตอบกลับที่ส่งไปยังไคลเอ็นต์สามารถอยู่ในรูปแบบต่างๆเช่น HTML, ภาพไบนารี, XML (Extensible Markup Language) หรือ JSON (JavaScript Object Notation)

ข้อดีของเว็บ GIS

การใช้อินเทอร์เน็ตในการเข้าถึงข้อมูลผ่านทางเว็บโดยไม่คำนึงถึงว่าเซิร์ฟเวอร์และไคลเอ็นต์อาจแตกต่างกันอย่างไร GIS บนเว็บแนะนาข้อดีที่แตกต่างจาก GIS เดสก์ท็อปแบบเดิมซึ่ง ได้แก่ สิ่งต่อไปนี้:การเข้าถึงทั่วโลก:ในฐานะผู้ใช้ ArcGIS คุณสามารถนาเสนอแอปพลิเคชันเว็บ GIS ไปทั่วโลกและสามารถเข้าถึงได้จากคอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์มือถือ ลักษณะทั่วโลกของเว็บ GIS สืบทอดมาจาก HTTP ซึ่งได้รับการสนับสนุนโดยทั่วไป เกือบทุกองค์กรเปิดไฟร์วอลล์ของพวกเขาที่พอร์ตเครือข่ายบางอย่างเพื่อให้คาขอ HTTP และการตอบสนองผ่านเครือข่ายท้องถิ่นของพวกเขาซึ่งจะช่วยเพิ่มการเข้าถึงผู้ใช้จานวนมากโดยทั่วไป GIS แบบเดสก์ท็อปแบบดั้งเดิมจะถูกใช้โดยผู้ใช้เพียงรายเดียวในขณะที่ GIS เว็บ สามารถใช้งานได้หลายสิบหรือหลายร้อยคนพร้อมกัน ดังนั้น GIS บนเว็บจาเป็นต้องมีประสิทธิภาพและความสามารถในการปรับขยายได้ดีกว่าเดสก์ท็อป GIS ความสามารถข้ามแพลตฟอร์มที่ดีขึ้น:ลูกค้าเว็บ GIS ส่วนใหญ่เป็นเว็บเบราเซอร์: Internet Explorer, Mozilla Firefox, Apple Safari, Google Chrome และอื่น ๆ เนื่องจากเว็บเบราเซอร์เหล่านี้ส่วนใหญ่ปฏิบัติตามมาตรฐาน HTML และ JavaScript GIS บนเว็บที่อาศัยไคลเอ็นต์ HTML มักจะสนับสนุนระบบปฏิบัติการต่างๆเช่น Microsoft Windows, Linux และ Apple Mac OS

ค่าใช้จ่ายต่างๆโดยเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้เนื้อหาทางอินเทอร์เน็ตส่วนใหญ่ไม่เสียค่าใช้จ่ายสำหรับผู้ใช้ปลายทางและนี่เป็นความจริงของ GIS บนเว็บ โดยทั่วไปคุณไม่จำเป็นต้องซื้อซอฟต์แวร์หรือจ่ายเงินเพื่อใช้ GIS บนเว็บ องค์กรที่ต้องการให้บริการ GIS แก่ผู้ใช้จำนวนมากสามารถลดต้นทุนของพวกเขาผ่านทางเว็บ GIS แทนที่จะจัดซื้อ GIS เดสก์ท็อปสาหรับผู้ใช้ทุกคนองค์กรสามารถตั้ง GIS เพียงหนึ่งเดียวและระบบเดียวนี้สามารถใช้ร่วมกันได้โดยผู้ใช้จำนวนมาก: จากที่บ้านที่ทำงานหรือในสนามใช้งานง่าย: Desktop GIS เหมาะสาหรับผู้ใช้มืออาชีพที่มีเดือนฝึกอบรมและมีประสบการณ์ใน GIS Web GIS มีไว้สาหรับผู้ชมทั่วไปรวมทั้งผู้ใช้สาธารณะที่อาจไม่รู้อะไรเกี่ยวกับ GIS พวกเขาคาดว่า GIS เว็บจะง่ายเหมือนกับการใช้เว็บไซต์ปกติ Web GIS ได้รับการออกแบบมาเพื่อความเรียบง่ายปรีชาญาณและความสะดวกสบายทาให้ใช้งานได้ง่ายกว่าเดสก์ท็อป GIS

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

การปรับปรุงแบบครบวงจรสำหรับเดสก์ท็อป GIS ที่จะได้รับการอัปเดตเป็นเวอร์ชันใหม่การอัปเดตต้องได้รับการติดตั้งในคอมพิวเตอร์ทุกเครื่อง สาหรับ GIS เว็บหนึ่งการอัปเดตจะใช้ได้ผลกับลูกค้าทั้งหมด ความสะดวกในการบารุงรักษานี้ทำให้ GIS เว็บสมบูรณ์แบบสาหรับการส่งมอบข้อมูลแบบเรียลไทม์แอพพลิเคชันที่หลากหลายแตกต่างจาก GIS บนเดสก์ท็อปซึ่งจำกัด เฉพาะผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศภูมิสารสนเทศหลายแห่งเว็บเซอร์วิส GIS สามารถใช้งานได้กับทุกคนในองค์กรหรือสาธารณชนทั่วไป ผู้ชมกลุ่มนี้มีความต้องการที่หลากหลาย แอปพลิเคชันเช่นการทำแผนที่ที่อยู่อาศัยที่มีชื่อเสียงการติดแท็กรูปถ่ายส่วนตัวการค้นหาเพื่อน ๆ และการแสดงจุดร้อน Wi-Fi เป็นตัวอย่างเว็บที่เป็นปัจจุบันของ GIS จานวนมาก

ลักษณะเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงข้อดีและความท้าทายที่ GIS เว็บต้องเผชิญ ตัวอย่างเช่นลักษณะการใช้งานง่ายของ GIS บนเว็บช่วยกระตุ้นการมีส่วนร่วมของประชาชน แต่ยังเป็นการเตือนให้คุณคำนึงถึงผู้ใช้อินเทอร์เน็ตที่ไม่มีภูมิหลัง GIS ตรงกันข้ามการสนับสนุนผู้ใช้จำนวนมากต้องการให้ GIS เว็บสามารถปรับขนาดได้

Web Application (เว็บแอพพลิเคชั่น) คือ แอปพลิเคชันประเภทหนึ่งที่เขียนขึ้นเพื่อใช้งาน โดยสามารถแสดงผลผ่าน Browser หรือเว็บบราวเซอร์ได้โดยไม่ต้องติดตั้งแอป จึงทำให้ Web App นั้นใช้เพียงแค่อุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและเปิด Browser ก็สามารถเริ่มใช้งานได้ทันที โดยปัจจุบัน Web Application นั้นก็ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากเลยทีเดียว เพราะใช้งานง่าย ไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมให้วุ่นวาย

ระบบเรียลไทม์ (Real-Time System) คือระบบที่สามารถให้การตอบสนองทันทีทันใดเมื่อได้รับ Input เข้าไป ในทางอุดมคติระบบเรียลไทม์นี้จะเป็นระบบที่ไม่เสียเวลาในการประมวลผล หรืออาจจะกล่าวได้ว่าเวลาในการประมวลเป็นศูนย์ แต่ในทางปฏิบัติเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำงานแบบเรียลไทม์นี้ไม่สามารถผลิตขึ้นมาได้ เราทำได้เพียงการลดเวลาการประมวลผลให้น้อยที่สุด จนไม่สามารถเห็นความแตกต่างของช่วงเวลาที่ป้อน Input เข้าไปและได้รับ Output ออกมา เวลาของความแตกต่างนี้เรียกว่า “เวลาตอบสนอง” (response time) ซึ่งผู้ใช้งานทั่วไปต้องการเวลาตอบสนองให้น้อยที่สุดเพื่อประสิทธิภาพของระบบเรียลไทม์นิยมนำไปใช้ในการควบคุมกระบวนการในทางอุตสาหกรรม ซึ่งปัจจุบันสามารถควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัยให้ค่าเวลาตอบสนองที่ยอมรับได้ สำหรับในวงการคอมพิวเตอร์ระบบเรียลไทม์เข้าใกล้อุดมคติมากขึ้นเนื่องจากความเร็วในการประมวลผลของซีพียู

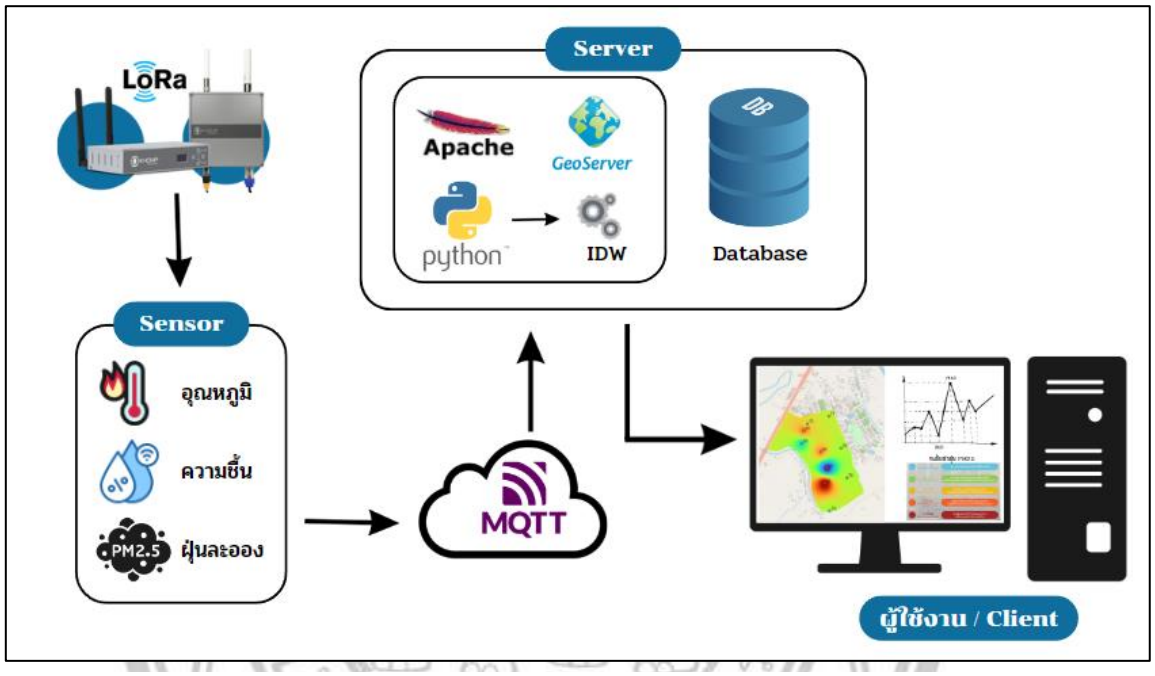
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

1.7 สมมติฐานงานวิจัย

การพัฒนาระบบเซนเซอร์สภาพแวดล้อมสำหรับการประเมินระบบการตรวจสอบค่าอุณหภูมิ ความชื้นและฝุ่นละอองขนาดเล็ก(pm2.5) ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ทำให้ทราบค่าที่วัดได้ และสามารถติดตามค่าอุณหภูมิความชื้น และฝุ่นละอองขนาดเล็ก ผ่านการแสดงผลข้อมูลสภาพอากาศในรูปแบบ Real-Time

Dashboard ร่วมกับระบบแผนที่ออนไลน์ Web Map Application ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ทำให้นิสิตและบุคคลากรได้วางแผนในการป้องกันตัวเองจากมลพิษทางอากาศที่ไม่เอื้ออำนวย

1.8 กรอบแนวคิด



ภาพ 1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

การทำงานของระบบประกอบด้วย

1. รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีวิจัยเชิงคุณภาพด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึกจากบุคลากร นิสิต รวมถึงผู้ที่ออกกำลังกายในมหาวิทยาลัยนเรศวรเกี่ยวกับคุณภาพอากาศ และข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้อง จำนวน 50 ราย

2. ส่วนการศึกษาวิจัยหาข้อมูลภาคสนาม สำรวจเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

3. ส่วนของการพัฒนาเซนเซอร์ต้นทุนต่ำในการตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบเรียลไทม์

4. การพัฒนาระบบ Real-Time Dashboard สำหรับแสดงผลข้อมูลคุณภาพอากาศร่วมกับระบบแผนที่ออนไลน์

5. ลงพื้นที่สำรวจข้อมูลคุณภาพอากาศแบบเก็บตัวอย่างมลพิษไปวัดค่าด้วยเครื่องมือในห้องปฏิบัติการและจากอุปกรณ์เซนเซอร์ที่พัฒนาขึ้น เช่นค่า อุณหภูมิความร้อน ความชื้น ฝุ่นละอองขนาดเล็ก2.5ฯลฯ และทำการเปรียบเทียบค่าระหว่างค่าที่ได้จากเครื่องมือในห้องปฏิบัติการและค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์ว่าเท่ากันหรือไม่ หากไม่เท่าก็จะทำการพัฒนาชุดคำสั่ง สมการในการคำนวนค่าจนกว่าจะได้ค่าที่เท่าหรือเทียบเท่ากับเครื่องมือในห้องปฏิบัติการเพื่อใช้เป็นต้นแบบ Smart Air Quality Monitoring System ต้นทุนต่ำต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

6. พัฒนาชุดอุปกรณ์ IoT สำหรับนำไปติดตั้งและตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่ศึกษา โดยระบบไฟที่ใช้จะใช้ไฟจาก Solar cell ผ่านตัว solar charger เข้าแบตเตอร์รี่ขนาด 12V จากนั้นทำการแปลงไฟให้ลดลงเหลือ 5V เพื่อป้อนเข้าสู่ไฟเลี้ยง controller

7. พัฒนาระบบ Real-time Dashboard สำหรับแสดงผลตำแหน่งจุดตรวจและค่าของคุณภาพอากาศแบบเรียลไทม์บน Web Map Application

8. ทดลองใช้งานกับกลุ่มตัวอย่าง เจ้าหน้าที่ บุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อคิดเห็นในการพัฒนาระบบต่อไป

9. จัดอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี

10. จัดทำรายงานสรุปผลการวิจัยและเขียนบทความทางวิชาการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากปัญหาที่มาและความสำคัญ ทำให้ผู้วิจัยให้ความสนใจในที่มาและปัญหา ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้าแนวคิดทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงเทคนิคต่าง ๆที่เกี่ยวข้องเพื่อประยุกต์ใช้กับงานวิจัย ซึ่งผู้วิจัย ได้ทำการศึกษาวิทยานิพนธ์ บทความงานวิจัย แนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ มาใช้เป็นแนวทางงานวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบตรวจวัดคุณภาพอากาศสาหรับการประเมินและตรวจสอบคุณภาพ อากาศภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

2.1 เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิ คือ คุณสมบัติทางกายภาพของสสารที่แสดงปริมาณทางความร้อนและความเย็น หรือระดับของความร้อนหรือความเย็นของวัตถุ เมื่อเราพูดถึงบางสิ่งที่รู้สึกร้อน (เช่นน้ำแกงจืดที่เราดื่มเมื่อไม่สบาย) หรือเย็น (เช่นหิมะโดยเฉพาะถ้าคุณไม่สวมถุงมือ) เมื่อเรากำลังพูดถึงระดับความร้อนซึ่งหมายถึงเป็นการรวมตัวกันของพลังงานที่มีอยู่ในสสารซึ่งเป็นที่มาของการเกิดขึ้นของความร้อน และเกิดการไหลของพลังงานเมื่อร่างกายสัมผัสกับวัตถุอีกสิ่งหนึ่งที่เย็นกว่า

2.1.2 ความชื่นในอากาศ

ความชื้น คือ ความเข้มข้นของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ ยิ่งน้ำระเหยมากเท่าไหร่ความชื้นในอากาศมากขึ้นเท่านั้นและMoistureในบริเวณนั้นก็ยิ่งสูงขึ้น สถานที่ร้อนมักจะชื้นมากกว่าสถานที่เย็นเพราะความร้อนทำให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้น humidityหมายถึงโอกาสที่จะเกิดฝน น้ำค้างหรือหมอก ปริมาณของไอน้ำที่จำเป็นต่อการเพิ่มความอิ่มตัวเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิของอากาศลดลงมันจะไปถึงจุดอิ่มตัวในที่สุดโดยไม่ต้องเพิ่มหรือสูญเสียมวลน้ำ ปริมาณของไอน้ำในอากาศอาจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

2.1.3 ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5)

ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) เป็นฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้ทั้งจากยานพาหนะ การเผาวัสดุการเกษตร ไฟป่า และกระบวนการอุตสาหกรรม สามารถเข้าไปถึงถุงลมในปอดได้ เป็นผลทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจ และโรคปอดต่างๆ หากได้รับในปริมาณมากหรือเป็นเวลานานจะสะสมในเนื้อเยื่อปอด ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง ทำให้หลอดลมอักเสบ มีอาการหอบหืด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ตั้งแต่ 0 ถึง 201 ขึ้นไป ซึ่งแต่ละระดับจะใช้สีเป็นสัญญลักษณ์เปรียบเทียบระดับของผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย (ตารางที่ 1) โดยดัชนีคุณภาพอากาศ 100 จะมีค่าเทียบเท่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป หากดัชนีคุณภาพอากาศมีค่าสูงเกินกว่า 100 แสดงว่าค่าความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศมีค่าเกินมาตรฐานและคุณภาพอากาศในวันนั้นจะเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

AQI	ความหมาย	สีที่ใช้	คำอธิบาย
0 - 25	คุณภาพอากาศดีมาก	ฟ้า	คุณภาพอากาศดีมาก เหมาะสำหรับกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยว
26 - 50	คุณภาพอากาศดี	เขียว	คุณภาพอากาศดี สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยวได้ตามปกติ
51 - 100	ปานกลาง	เหลือง	ประชาชนทั่วไป : สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งได้ตามปกติ ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ : หากมีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง
101 - 200	เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ	ส้ม	ประชาชนทั่วไป : ควรเฝ้าระวังสุขภาพ ถ้ามีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ : ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น ถ้ามีอาการทางสุขภาพ เช่น ไอ หายใจลำบาก ตาอักเสบ แน่นหน้าอก ปวดศีรษะ หัวใจเต้นไม่เป็นปกติ คลื่นไส้ อ่อนเพลีย ควรปรึกษาแพทย์
201 ขึ้นไป	มีผลกระทบต่อสุขภาพ	แดง	ทุกคนควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมกลางแจ้งหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น หากมีอาการทางสุขภาพควรปรึกษาแพทย์

ตารางที่ 1 เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย

ที่มา: http://air4thai.pcd.go.th/webV2/aqi_info.php

2.1.4 โรคลมแดด หรือ Heat stroke

โรคลมแดด คือ ภาวะที่อุณหภูมิในร่างกายสูงเกิน 40.5 องศาเซลเซียส เกิดจากการที่อยู่ในสถานที่ที่อุณหภูมิร้อนมากๆ และร่างกายไม่สามารถปรับตัวลดอุณหภูมิให้อยู่ในเกณฑ์ปกติได้ ส่งผลเสียต่อระบบประสาท หัวใจ และไต เป็นเหตุให้เสียชีวิตได้

ส่วนสาเหตุของโรคลมแดดนั้นมาจากการอยู่ในสถานที่ที่อากาศร้อนจัด โดยเฉพาะขณะที่อากาศร้อนชื้น หรือการออกกำลังกายอย่างหนัก โดยเฉพาะเมื่อออกกำลังกายในสถานที่ที่อากาศร้อน อาจมีปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ ที่กระตุ้นให้เป็นโรคลมแดดได้ง่ายขึ้น เช่น การสวมใส่เสื้อผ้าที่หนาเกินไปจะทำให้เหงื่อระบายได้ยาก การดื่มแอลกอฮอล์ ร่างกายอยู่ในภาวะขาดน้ำ ทานน้ำน้อย เป็นต้น

กลุ่มคนที่มีโอกาศเป็นโรคลมแดดได้มากกว่าผู้อื่นอาทิ เด็กเล็ก และผู้สูงอายุ (อายุเกิน 65 ปี) มีการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงได้ช้า และเสี่ยงต่อภาวะขาดน้ำได้ง่าย, ทหารที่ต้องฝึกหนัก หรือ นักกีฬาที่ต้องเล่นกีฬาในที่ที่อุณหภูมิร้อนจัด, ผู้ที่ไม่คุ้นเคยกับอากาศร้อน เช่น ต้องเดินทางไปประเทศที่อุณหภูมิอากาศร้อนกว่าหรือเจอมรสุมพายุฤดูร้อน, ผู้ที่ทานยาบางชนิด ได้แก่ ยาลดความดันโลหิตบางประเภท ยาขับปัสสาวะ ยารักษาโรคจิตเวช ยาแก้แพ้ ยาลดน้ำมูก ยาระบาย ยาบ้า โคเคน และผู้ที่มีโรคหัวใจ โรคปอด โรคอ้วน หรือเคยเป็นโรคลมแดดมาก่อน

อาการของโรคลมแดดที่คุณอาจสังเกต หรือตรวจเช็คได้ง่ายๆ เช่น อุณหภูมิร่างกายสูงเกิน 40.5 องศาเซลเซียส มีอาการผิดปกติทางระบบประสาท ได้แก่ ลุกลี้ลุกลน พูดช้า สับสน ชัก เพ้อ หมดสติ ต่อมเหงื่อทำงานผิดปกติไป เช่น อยู่ในสถานที่ร้อนจัด แต่ไม่มีเหงื่อออก คลื่นไส้ อาเจียน ผิวหนังและหน้าเปลี่ยนเป็นสีออกแดงเหนื่อย หายใจเร็ว ใจสั่น ชีพจรเต้นเร็วผิดปกติ ปวดศีรษะ หรือไตวาย ปัสสาวะสีเข้มผิดปกติ เอนไซม์ในกล้ามเนื้อสูงผิดปกติ

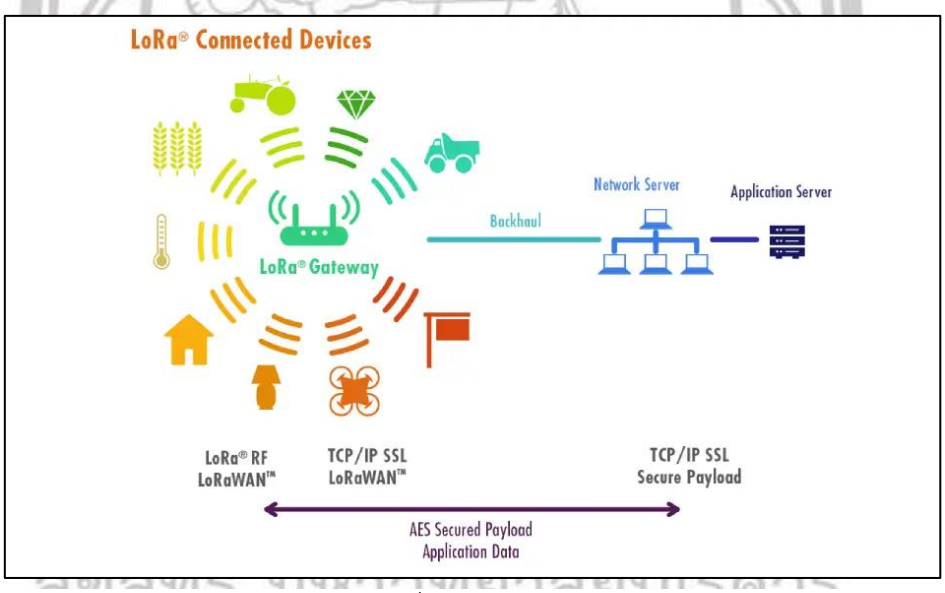
2.1.5 LoRa IoT

LoRa คือเทคโนโลยีไร้สายที่ได้รับการพัฒนาเพื่อทำการสื่อสารที่มีอัตราข้อมูลต่ำในระยะไกลโดยเซนเซอร์และแอคทูเอเตอร์สำหรับการใช้งาน M2M และ Internet of Things ระบบจะใช้สเปกตรัมวิทยุในช่วงคลื่นไม่ลงทะเบียนทางอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ และการแพทย์ (ISM) เพื่อทำการสื่อสารในบริเวณกว้างที่พลังงานต่ำระหว่างเซนเซอร์ระยะไกลและเกตเวย์ที่เชื่อมต่อกับเครือข่าย โดยใช้เทคโนโลยีกระจายสเปกตรัมที่มีช่วงคลื่นกว้างกว่า สัญญาณมอดูเลตความถี่จะใช้เกนเข้ารหัสเพื่อเพิ่มความไวของตัวรับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

LoRaWAN คือโปรโตคอลโครงสร้าง LPWAN ชนิดโอเพนซอร์สที่ใช้เทคโนโลยี LoRa ซึ่งพัฒนาโดย LoRa Alliance ที่ให้บริษัทอื่นสร้างเครือข่าย IoT ของตัวเองโดยใช้ข้อกำหนดของเทคโนโลยีนี้ได้ แนวทางมาตรฐานสำหรับสร้าง LPWAN ช่วยให้ติดตั้งเครือข่าย IoT ทั้งแบบส่วนตัวและสาธารณะได้อย่างรวดเร็วในทุกที่โดยใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่มีความปลอดภัยทั้งสองทาง ใช้งานร่วมกันได้ และมีความคล่องตัว ซึ่งทำให้ตรงต่อความต้องการปลายทางและทำงานได้อย่างที่ต้องการ

เครือข่าย LoRa สามารถให้การครอบคลุมในแบบเดียวกับเครือข่ายมือถือได้ ซึ่งแน่นอนว่าผู้ให้บริการ LoRa จะเป็นผู้ให้บริการเครือข่ายมือถือที่สามารถใช้เสาสัญญาณที่มีอยู่เพื่อติดตั้งเสาอากาศ LoRa ได้ ในบางครั้ง เสาอากาศ LoRa อาจผสานรวมกับเสาอากาศเครือข่ายมือถือได้เนื่องจากมีความถี่ใกล้กัน การรวมเสาอากาศทั้งสองเข้าด้วยกันจะช่วยลดต้นทุนได้อย่างมาก คุณสมบัติของ LoRa คือระยะการครอบคลุมที่กว้างถึง 15, 20 กม. และสามารถเชื่อมต่อเข้ากับโหนดนับล้าน อีกทั้งยังมีอายุการใช้งานแบตเตอรี่นานกว่า 10 ปีด้วย การใช้งานเทคโนโลยีไร้สายรวมถึงมิเตอร์อัจฉริยะ การติดตามสินค้าคงคลัง เครื่องขายสินค้า ข้อมูลและการตรวจสอบ อุตสาหกรรมยานยนต์ การใช้งานสาธารณูปโภคที่ต้องการการรายงานและควบคุมข้อมูล



ภาพ 2.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ของ LoRa

ที่มา: https://www.mokolora.com/th/what-is-lora-iot/

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ข้อดีและข้อเสียของระบบ LoRa IoT

ข้อดี: เครือข่าย LoRa IoT มีลักษณะระยะการส่งข้อมูลที่ยาวนาน, ใช้พลังงานในการทำงานต่ำ, โหนดเครือข่ายจำนวนมาก, ความสามารถในการป้องกันการรบกวนที่แข็งแกร่ง, และต้นทุนต่ำ

- ระยะการส่งข้อมูลยาว: ความไว -148dBm, ระยะการสื่อสารถึง 15 กิโลเมตร
- ใช้พลังงานในการทำงานต่ำ: วิธี Aloha เชื่อมต่อเมื่อมีข้อมูลเท่านั้น, และแบตเตอรี่ใช้งานได้หลายปี

- โหนดเครือข่ายหลายตัว: โหมดเครือข่ายที่ยืดหยุ่น, สามารถเชื่อมต่อได้หลายโหนด
- ป้องกันการรบกวนที่แข็งแกร่ง: โปรโตคอลมีฟังก์ชันของ LBT, ตามวิถีอโลฮ่า, พร้อมฟังก์ชั่นปรับความถี่และปรับอัตราอัตโนมัติ
- ราคาถูก: สเปกตรัมที่ไม่มีใบอนุญาต, ต้นทุนโหนด/เทอร์มินัลต่ำ

ข้อเสีย: เครือข่าย LoRa IoT มีข้อดีมากมาย, แต่ก็มีข้อเสียอยู่บ้าง.

- การรบกวนคลื่นความถี่: ด้วยการพัฒนาอย่างต่อเนื่องของ LoRa อุปกรณ์ LoRa และการปรับใช้เครือข่ายเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และการรบกวนคลื่นความถี่บางอย่างจะเกิดขึ้นระหว่างกัน
- ต้องสร้างเครือข่ายใหม่: ระหว่างกระบวนการปรับใช้ LoRa ผู้ใช้จำเป็นต้องสร้างเครือข่ายของตนเอง
- น้ำหนักบรรทุกขนาดเล็ก: เพลย์โหลดของข้อมูลการส่ง LoRa ค่อนข้างเล็กและมีขีดจำกัด ไบต์

2.1.6 MCU – ESP32

MCU – ESP32 เป็น Micro Controller ที่รองรับการเชื่อมต่อ WiFi , Bluetooth – BLE ในตัว ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคือ ภาษา C หรือ Python ภาษา Python ต้องทำการอัพเกรดเฟิร์มแวร์ให้รองรับ Python การพัฒนาโปรแกรมขึ้นอยู่กับผู้ที่พัฒนา โปรแกรม IDE ที่ใช้พัฒนาคือ Arduino IDE หรือ Visual Studio สำหรับ Visual Studio จำเป็นต้องติดตั้ง Plugin Espressif IDF หรือ PlatformIO IDE และต้อง Enable (Arduino)

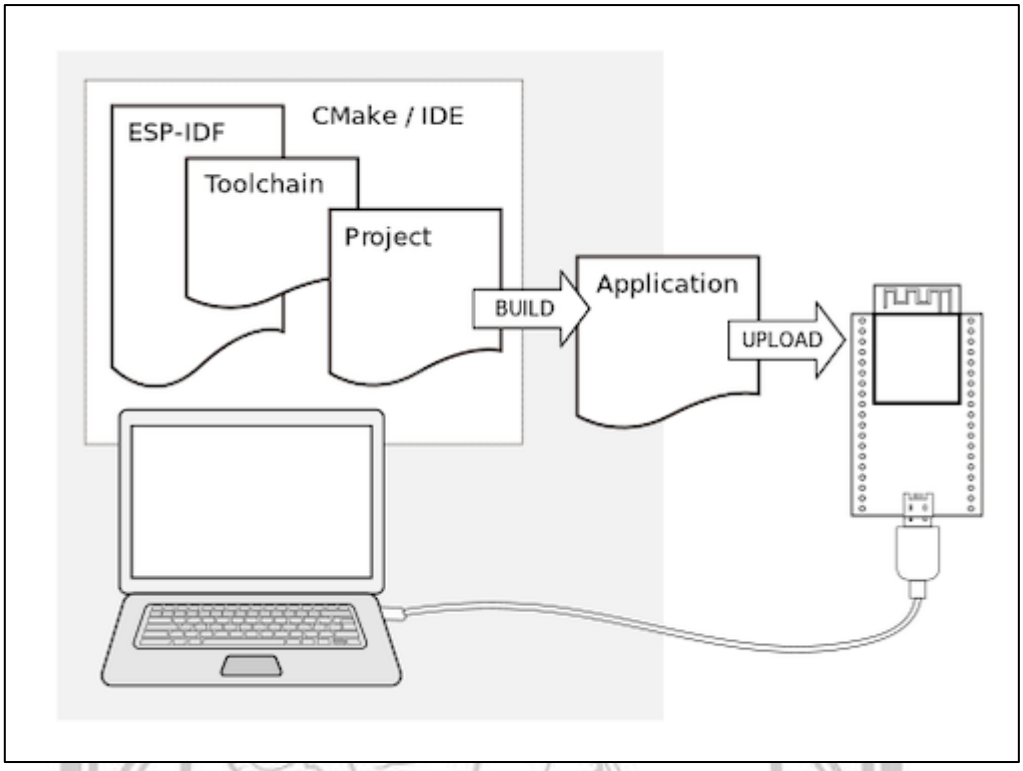
ESP32 รองรับการเชื่อมต่อ WiFi และ BLE หรือ Bluetooth ได้โดยไม่ต้องซื้อโมดูลเพิ่มเติม บอร์ด ESP32 เองยังมีการทำงานที่แบ่งเป็น 2 Core และ Pin I/O เลือกฟังก์ชั่นการทำงานได้ใน Pin เดียวกัน เช่น การแปลง Analog to Digital หรือ Digital to Analog การเชื่อมต่อ SD Card Camera PWD RTC และ Touch เป็นต้น

การทำงานของโปรแกรม

- Toolchain หรือเครื่องมือที่ใช้พัฒนา เช่น การเขียนโปรแกรมภาษา C ที่สร้างมาเป็นโปรเจค
- Build tools เป็นเครื่องมือที่แปลงให้เป็นภาษากลางที่เหมาะสำหรับบอร์ด MCU ESP32
- ESP-IDF เป็นเครื่องมือพื้นฐานที่แปลงโปรเจค Toolchain ให้เป็นภาษาของเครื่อง

ทั้งหมดนี้จะรวมอยู่ในโปรแกรมที่ชื่อว่า integrated development environments (IDE) รายละเอียดของโปรแกรมจะอยู่ในเอกสาร Eclipse Plugin (installation link) – VS Code Extension (setup) – Arduino IDE + Plugin ESP32

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพ 2.2 Development of applications for ESP32

ที่มา: https://v89infinity.com/esp32/

บอร์ด ESP32 ที่มีการผลิตและใช้งานในปัจจุบัน

ในแต่ละรุ่นสามารถคลิกดูรายละเอียดของแต่ละรุ่นได้ ดังนี้

- ESP32-DevKitC
- ESP-WROVER-KIT
- ESP32-PICO-KIT
- ESP32-Ethernet-Kit
- ESP32-DevKit-S(-R)
- ESP32-PICO-KIT-1
- ESP32-PICO-DevKitM-2
- ESP32-DevKitM-1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพ 2.3 ตัวอย่าง Board ESP32 Develop kit ที่นิยมใช้งาน

ที่มา: https://v89infinity.com/esp32/

2.1.7 PostgreSQL

PostgreSQL เป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์แบบโอเพ่นซอร์สระดับธุรกิจที่ทรงพลัง อนุญาตให้ใช้ข้อมูลและแบบสอบถาม SQL เชิงสัมพันธ์และ JSON ที่ไม่ใช่เชิงสัมพันธ์ PostgreSQL มีชุมชนที่แข็งแกร่งอยู่เบื้องหลัง PostgreSQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาก พร้อมการสนับสนุน ความปลอดภัย และความแม่นยำในระดับดีเยี่ยม โทรศัพท์มือถือและเว็บแอปพลิเคชันจำนวนมากใช้ PostgreSQL เป็นฐานข้อมูลเริ่มต้น โซลูชันเชิงพื้นที่และการวิเคราะห์จำนวนมากใช้ประโยชน์จาก PostgreSQL เวอร์ชันล่าสุดคือ PostgreSQL 15

PostgreSQL รองรับประเภทข้อมูลที่ซับซ้อน ในความเป็นจริง ฐานข้อมูลถูกสร้างขึ้นโดยคำนึงถึงประเภทข้อมูลจำนวนมาก ประสิทธิภาพของฐานข้อมูลนั้นใกล้เคียงกับของคู่แข่งเช่น Oracle และ SQL Server AWS ให้บริการฐานข้อมูลที่ได้รับการบำรุงรักษาอย่างสมบูรณ์สำหรับ PostgreSQL ด้วยบริการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ของ Amazon PostgreSQL ยังใช้ในการสร้าง Amazon Aurora อีกด้วย

คุณสมบัติที่สำคัญของ PostgreSQL

หนึ่งในเหตุผลที่ PostgreSQL ได้รับความนิยมมากเนื่องจากชุดคุณลักษณะ ฐานข้อมูลช่วยในการพัฒนาแอปพลิเคชัน โดยการรักษาความสมบูรณ์ของข้อมูล ช่วยให้ผู้ดูแลระบบสามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่ทนต่อความผิดพลาดได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ข้ามแพลตฟอร์มที่หลากหลายและใช้ประโยชน์จากภาษาโปรแกรมทั่วไปทั้งหมด เราจะเห็นรายชื่อที่แน่นอนในภายหลัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ฐานข้อมูลยังมีระบบล็อคขั้นสูงมาก นอกจากนี้ยังมีการควบคุมการทำงานพร้อมกันหลายเวอร์ชัน เซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูล PostgreSQL ยังมีฟังก์ชันการทำงานสำหรับการเขียนโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์สำหรับผู้ใหญ่ อีกด้วย เป็นไปตามข้อกำหนด ANSI SQL และรองรับสถาปัตยกรรมเครือข่ายไคลเอ็นต์-เซิร์ฟเวอร์อย่างสมบูรณ์

PostgreSQL ยังมีความพร้อมใช้งานสูงและเซิร์ฟเวอร์สำรอง สอดคล้องกับ ANSI-SQL2008 และเชิงวัตถุ ความสามารถในการเชื่อมต่อกับคลังข้อมูลอื่นๆ เช่น NoSQL ซึ่งทำหน้าที่เป็นฮับแบบครบวงจรสำหรับระบบหลายภาษา สามารถทำได้ผ่านการสนับสนุน JSON ของฐานข้อมูล ข้อมูลของคลัสเตอร์ฐานข้อมูลเดียวจะได้รับการจัดการโดยอินสแตนซ์ PostgreSQL หนึ่งอินสแตนซ์เสมอ คลัสเตอร์ของฐานข้อมูลคือกลุ่มของเร็กคอร์ดที่เก็บไว้ในที่เดียวกันบนระบบไฟล์

ประโยชน์ของการใช้ PostgreSQL

PostgreSQL มีข้อดีหลักๆ หลายอย่างที่ทำให้น่าสนใจสำหรับผู้ใช้ ตั้งแต่ชุมชนโอเพ่นซอร์สไปจนถึงความน่าเชื่อถือ ซอร์สโค้ดของ PostgreSQL สามารถเข้าถึงได้ฟรีผ่านใบอนุญาตโอเพ่นซอร์ส ด้วยเหตุนี้ คุณจึงได้รับอนุญาตให้ใช้ ดัดแปลง และใช้งานได้ตามที่บริษัทของคุณต้องการ คุณไม่ต้องการคำแนะนำมากมายในการทำความเข้าใจ PostgresSQL เพราะมันใช้งานง่าย ฐานข้อมูลนั้นง่ายต่อการบำรุงรักษาและจัดการสำหรับการใช้งานทั้งแบบรวมและแบบองค์กร นี่คือประโยชน์หลักบางประการที่ฐานข้อมูลมอบให้

2.1.8 PostGIS

PostGIS คือส่วนขยายเพิ่มเติมที่ทำให้ฐานข้อมูล PostgreSQL สามารถรองรับข้อมูลด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) คือสนับสนุนข้อมูลที่สัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial) มีการเพิ่มเติมในส่วนฐานข้อมูลเชิงวัตถุสัมพันธ์ (Object – ReletionnalDatabaseSystem) ของ PostgreSQL ให้มีการรองรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS Object) เข้ามาเก็บไว้ในฐานข้อมูล (Database) PostGIS สนับสนุน GiST indexs กับ R-tree indexs และฟังก์ชัน เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ GIS Object

ส่วนในการเขียนโปรแกรมและคอมไพล์ลงบอร์ด โดยขนาดของโปรแกรม Arduino โดยปกติแล้วจะใหญ่กว่าโค้ด AVR ปกติเนื่องจากโค้ด AVR เป็นการเข้าถึงจากรีจิสเตอร์โดยตรง แต่โค้ด Arduino เข้าถึงผ่านฟังก์ชั่น เพื่อให้สามารถเขียนโค้ดได้ง่ายมากกว่าการเขียนโค้ดแบบ AVR หรือเวอร์ชั่นอื่นๆ ของ Arduino

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.1.9 PHP

PHP ย่อมาจาก PHP Hypertext Preprocessor แต่เดิมย่อมาจาก Personal Home Page Tools PHP คือภาษาคอมพิวเตอร์จำพวก scripting language ภาษาจำพวกนี้คำสั่งต่างๆจะเก็บอยู่ในไฟล์ที่เรียกว่า script และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปรชุดคำสั่ง ตัวอย่างของภาษาสคริปก็เช่น JavaScript , Perl เป็นต้น ลักษณะของ PHP ที่แตกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่นๆ คือ PHP ได้รับการพัฒนาและออกแบบมา เพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถสอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงกล่าวว่า PHP

เป็นภาษาที่เรียกว่า server-side หรือ HTML-embedded scripting language นั้นคือในทุกๆ ครั้งก่อนที่เครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งให้บริการเป็น Web server จะส่งหน้าเว็บเพจที่เขียนด้วย PHP ให้เรา มันจะทำการประมวลผลตามคำสั่งที่มีอยู่ให้เสร็จเสียก่อน แล้วจึงค่อยส่งผลลัพธ์ที่ได้ให้เรา ผลลัพธ์ที่ได้นั้นก็คือเว็บเพจที่เราเห็นนั่นเอง ถือได้ว่า PHP เป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดหนึ่งที่ช่วยให้เราสามารถสร้าง Dynamic Web pages (เว็บเพจที่มีการโต้ตอบกับผู้ใช้) ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีลูกเล่นมากขึ้น

PHP เป็นผลงานที่เติบโตมาจากกลุ่มของนักพัฒนาในเชิงเปิดเผยรหัสต้นฉบับ หรือ OpenSource ดังนั้น PHP จึงมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ร่วมกับ Apache Web server ระบบปฏิบัติอย่างเช่น Linuxหรือ FreeBSD เป็นต้น ในปัจจุบัน PHP สามารถใช้ร่วมกับ Web Server หลายๆตัวบนระบบปฏิบัติการอย่างเช่น Windows 95/98/NT เป็นต้น

ลักษณะเด่นของ PHP

1.ใช้ได้ฟรี

2.PHP เป็นโปร แกรมวิ่งข้าง Sever ดังนั้นขีดความสามารถไม่จำกัด

3.Conlatfun นั่นคือPHP วิ่งบนเครื่อง UNIX,Linux,Windows ได้หมด

4.เรียนรู้ง่าย เนื่องจาก PHP ฝังเข้าไปใน HTML และใช้โครงสร้างและไวยากรณ์ภาษาง่ายๆ

5.เร็วและมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะเมือใช้กับ Apach Xerve เพราะไม่ต้องใช้โปรแกรมจากภายนอก

6.ใช้ร่วมกับ XML ได้ทันที

7.ใช้กับระบบแฟ้มข้อมูลได้

8.ใช้กับข้อมูลตัวอักษรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

9.ใช้กับโครงสร้างข้อมูล แบบ Scalar,Array,Associative array

10.ใช้กับการประมวลผลภาพได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.1.10 HTML

HTML ย่อมาจาก Hyper Text Markup Language คือภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการแสดงผลของเอกสารบน website หรือที่เราเรียกกันว่าเว็บเพจ ถูกพัฒนาและกำหนดมาตรฐานโดยองค์กร World Wide Web Consortium (W3C) และจากการพัฒนาทางด้าน Software ของ Microsoft ทำให้ภาษา HTML เป็นอีกภาษาหนึ่งที่ใช้เขียนโปรแกรมได้ หรือที่เรียกว่า HTML Application HTML เป็นภาษาประเภท Markup

สำหรับการการสร้างเว็บเพจ โดยใช้ภาษา HTML สามารถทำโดยใช้โปรแกรม Text Editor ต่างๆ เช่น Notepad, Editplus หรือจะอาศัยโปรแกรมที่เป็นเครื่องมือช่วยสร้างเว็บเพจ เช่น Microsoft FrontPage, Dream Weaver ซึ่งอำนวยความสะดวกในการสร้างหน้า HTML ส่วนการเรียกใช้งานหรือทดสอบการทำงานของเอกสาร HTML จะใช้โปรแกรม web browser เช่น IE Microsoft Internet Explorer (IE), Mozilla Firefox, Safari, Opera, และ Netscape Navigator เป็นต้น

คำที่ศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับ HTML

- **Internet** เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ใหญ่ที่สุดในโลก เกิดจากการเชื่อมโยงของเครือข่ายต่างๆ เข้าด้วยกัน
- **Hypertext** รูปแบบเอกสารที่บรรจุการเชื่อมโยงไปยังเอกสารอื่นๆ ซึ่งสามารถใช้ข้อความหรือรูป เป็นจุดเชื่อมโยง
- **WWW** ย่อจาก World Wide Web เป็นการสื่อสารด้วยการเชื่อมโยงเครือข่ายข่าวสารแบบใยแมงมุม (Web) แสดงผลด้วยเอกสารไฮเปอร์เท็กซ์
- **HTTP** ย่อมาจาก Hypertext Transfer Protocol เป็นรูปแบบการสื่อสารที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลไฮเปอร์เท็กซ์ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- **Web Browser** โปรแกรมสำหรับแสดงผลหน้าเว็บ เช่น Internet Explorer, Mozilla Firefox และ Google Chrome เป็นต้น
- **Web Page** หน้าเอกสารที่อยู่ในรูปของไฮเปอร์เท็กซ์
- **Web Site** กลุ่มของหน้าเว็บหลายๆ หน้ารวมเข้าด้วยกัน
- **Home Page** หน้าเว็บ หน้าแรกของเว็บไซต์
- **Web Site** เครื่องให้บริการที่เป็นที่เก็บข้อมูลของ เว็บไซต์

2.1.11 จาวาสคริปต์ (JavaScript)

JavaScript คือ ภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ต ที่กำลังได้รับความนิยมอย่างสูง Java JavaScript เป็น ภาษาสคริปต์เชิงวัตถุ (ที่เรียกกันว่า "สคริปต์" (script) ซึ่งในการสร้างและพัฒนาเว็บไซต์ (ใช่ร่วมกับ HTML) เพื่อให้เว็บไซต์ของเราดูมีการเคลื่อนไหว สามารถตอบสนองผู้ใช้งานได้มากขึ้น ซึ่งมีวิธีการทำงานในลักษณะ "แปลความและดำเนินงานไปทีละคำสั่ง" (interpret) หรือเรียกว่า อ็อบเจ็กโอเรียลเต็ด (Object Oriented Programming) ที่มีเป้าหมายในการ ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้เขียนด้วยภาษา HTML สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ โดยทำงานร่วมกับ ภาษา HTML และภาษา Java ได้ทั้งทางฝั่งไคลเอนต์ (Client) และ ทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server)

อิสริยะ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

JavaScript ถูกพัฒนาขึ้นโดย เน็ตสเคปคอมมิวนิเคชันส์ (Netscape Communications Corporation) โดยใช้ชื่อว่า Live Script ออกมาพร้อมกับ Netscape Navigator2.0 เพื่อใช้สร้างเว็บเพจโดยติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์แบบ Live Wire ต่อมาเน็ตสเคปจึงได้ร่วมมือกับ บริษัทซันไมโครซิสเต็มส์ปรับปรุงระบบของบราวเซอร์เพื่อให้สามารถติดต่อใช้งานกับภาษาจาวาได้ และได้ปรับปรุง LiveScript ใหม่เมื่อ ปี 2538 แล้วตั้งชื่อใหม่ว่า JavaScript JavaScript สามารถทำให้ การสร้างเว็บเพจ มีลูกเล่น ต่าง ๆ มากมาย และยังสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างทันที เช่น การใช้เมาส์คลิก หรือ การกรอกข้อความในฟอร์ม เป็นต้น

เนื่องจาก JavaScript ช่วยให้ผู้พัฒนา สามารถสร้างเว็บเพจได้ตรงกับความต้องการ และมีความน่าสนใจมากขึ้น ประกอบกับเป็นภาษาเปิด ที่ใครก็สามารถนำไปใช้ได้ ดังนั้นจึงได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง รวมทั้งได้ถูกกำหนดให้เป็นมาตรฐานโดย ECMA การทำงานของ JavaScript จะต้องมีการแปลความคำสั่ง ซึ่งขั้นตอนนี้จะถูกจัดการโดยบราวเซอร์ (เรียกว่าเป็น client-side script) ดังนั้น JavaScript จึงสามารถทำงานได้ เฉพาะบนบราวเซอร์ที่สนับสนุน ซึ่งปัจจุบันบราวเซอร์เกือบทั้งหมดก็สนับสนุน JavaScript แล้ว อย่างไรก็ดี สิ่งที่ต้องระวังคือ JavaScript มีการพัฒนาเป็นเวอร์ชั่นใหม่ๆออกมาด้วย (ปัจจุบันคือรุ่น 1.5) ดังนั้น ถ้านำโค้ดของเวอร์ชั่นใหม่ ไปรันบนบราวเซอร์รุ่นเก่าที่ยังไม่สนับสนุน ก็อาจจะทำให้เกิด error ได้

JavaScript ทำอะไรได้บ้าง

1. JavaScript ทำให้สามารถใช้เขียนโปรแกรมแบบง่ายๆได้ โดยไม่ต้องพึ่งภาษาอื่น

2. JavaScript มีคำสั่งที่ตอบสนองกับผู้ใช้งาน เช่นเมื่อผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม หรือ Checkbox ก็สามารถสั่งให้เปิดหน้าใหม่ได้ ทำให้เว็บไซต์ของเรามีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานมากขึ้น นี่คือข้อดีของ JavaScript เลยก็ว่าได้ที่ทำให้เว็บไซต์ดังๆทั้งหลายเช่น Google Map ต่างหันมาใช้

3. JavaScript สามารถเขียนหรือเปลี่ยนแปลง HTML Element ได้ นั่นคือสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบการแสดงผลของเว็บไซต์ได้ หรือหน้าแสดงเนื้อหาสามารถซ่อนหรือแสดงเนื้อหาได้แบบง่ายๆนั่นเอง

4. JavaScript สามารถใช้ตรวจสอบข้อมูลได้ สังเกตว่าเมื่อเรากรอกข้อมูลบางเว็บไซต์ เช่น Email เมื่อเรากรอกข้อมูลผิดจะมีหน้าต่างฟ้องขึ้นมาว่าเรากรอกผิด หรือลืมกรอกอะไรบางอย่าง เป็นต้น

5. JavaScript สามารถใช้ในการตรวจสอบผู้ใช้ได้เช่น ตรวจสอบว่าผู้ใช้ ใช้ web browser อะไร

6. JavaScript สร้าง Cookies (เก็บข้อมูลของผู้ใช้ในคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้เอง) ได้

การทำงานของ JavaScript เกิดขึ้นบนบราวเซอร์ (เรียกว่าเป็น client-side script) ดังนั้นไม่ว่าคุณจะใช้เซิร์ฟเวอร์อะไร หรือที่ไหน ก็ยังคงสามารถใช้ JavaScript ในเว็บเพจได้ ต่างกับภาษาสคริปต์อื่น เช่น Perl,

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

PHP หรือ ASP ซึ่งต้องแปลความและทำงานที่ตัวเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (เรียกว่า server-side script) ดังนั้นจึงต้องใช้บนเซิร์ฟเวอร์ ที่สนับสนุนภาษาเหล่านี้เท่านั้น อย่างไรก็ดี จากลักษณะดังกล่าวก็ทำให้ JavaScript มีข้อจำกัดคือไม่สามารถรับและส่งข้อมูลต่างๆ กับเซิร์ฟเวอร์โดยตรง เช่น การอ่านไฟล์จากเซิร์ฟเวอร์ เพื่อนำมาแสดงบนเว็บเพจ หรือรับข้อมูลจากผู้ชม เพื่อนำไปเก็บบนเซิร์ฟเวอร์ เป็นต้น ดังนั้นงานลักษณะนี้ จึงยังคงต้องอาศัยภาษา server-side script อยู่ (ความจริง JavaScript ที่ทำงานบนเซิร์ฟเวอร์เวอร์ก็มี ซึ่งต้องอาศัยเซิร์ฟเวอร์ที่สนับสนุนโดยเฉพาะเช่นกัน แต่ไม่เป็นที่นิยมนัก)

2.1.12 ภาษา C++

C++ คือ ภาษา C programming language รุ่นใหม่ เป็นภาษาในการเขียนโปรแกรม ถูกพัฒนาโดย Dr.Bjarne Stroustrup ซึ่งเป็นนักวิจัยอยู่ที่ห้องปฏิบัติการ Bell Labs ประเทศสหรัฐอเมริกาในระหว่างปี พ.ศ. 2525-2528 ภาษา C++ เกิดจากแนวคิดในการเพิ่มประสิทธิภาพภาษา CC โดยได้นำความสามารถของ ภาษา C มาพัฒนา ให้เป็นโปรแกรมภาษาที่มีความเป็น Object Oriented Programming (โปรแกรมเชิงวัตถุ) และนี้เองคือที่มาของภาษา C++ จากการพัฒนานี้ทำให้ทุกสิ่งที่ภาษา C ทำได้ ภาษา C++ ก็จะสามารถทำได้ แต่สิ่งที่ภาษา C++ ทำได้ ภาษา C อาจจะทำไม่ได้

ภาษา C++ ถูกออกแบบมาสำหรับการทำงานภายใต้สิ่งแวดล้อมระบบปฏิบัติการ UNIX ด้วยภาษา C++ ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้การเขียนโปรแกรมเพื่อให้สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ (reusability) ก็สามารถทำได้ง่ายขึ้น

ข้อดีของภาษา C++

1.ภาษา C++ จะมีการทำงานที่ค่อนข้างเร็วมากเมื่อเทียบกับภาษาอื่น และยังสามาถดำเนินการกับ Hardware ได้ โดยที่โปรแกรมภาษาบางโปรแกรมอาจจะไม่สนับสนุนคุณลักษณะนี้

2.ภาษา C++ มีความเป็น Object Oriented Programming และยังเป็น Structure Programming ซึ่งเหมาะที่จะใช้ ศึกษาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมสำหรับผู้เริ่มต้น และนอกจากนั้นถ้าหากเราจะเรียนเรื่อง Data Structure หรือ ทางด้านอัลกอริทึ่ม ในต่างประเทศจะนิยมใช้ C++ ในการสอน รวมถึงการเรียนรู้ถึงระบบการทำงานของระบบปฏิบัติการ ตำราส่วนใหญ่ก็จะใช้ C++ ในการสอน ซึ่งถ้าเราสามารถอ่าน Source code C++ รู้เรื่องก็จะทำให้เราเรียนรู้เกี่ยวกับการเป็นโปรแกรมเมอร์ได้ง่ายขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.1.13 Structured Query Language (SQL)

Structured Query Language (SQL) เป็นภาษาโปรแกรมสำหรับจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลในฐานข้อมูลแบบเชิงสัมพันธ์ ฐานข้อมูลแบบเชิงสัมพันธ์เก็บข้อมูลในรูปแบบตารางที่มีแถวและคอลัมน์ที่เป็นตัวแทนของหมวดข้อมูลที่แตกต่างกันและความสัมพันธ์ต่างๆ ระหว่างค่าข้อมูล สามารถใช้คำสั่ง SQL ในการ

จัดเก็บ ปรับปรุง ลบ ค้นหา และดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล นอกจากนี้ยังสามารถใช้ SQL ในการรักษาและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของฐานข้อมูล

ความสำคัญของการใช้งาน SQL

เมื่อพูดถึงการจัดการข้อมูลในบริษัท การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปอย่าง Microsoft Exel หรือ Google Spreadsheet มักเป็นเรื่องธรรมดา แต่ถ้ามีข้อมูลใน Exel 1,000 ไฟล์ หรือการใช้งานข้อมูลในระดับ Big Data แล้วต้องค้นหาข้อมูลเพียง 1 ประเภทจากไฟล์เหล่านั้น ย่อมเป็นเรื่องที่เสียเวลาเป็นอย่างมาก

การเปลี่ยนมาใช้ SQL ภายใต้ระบบฐานข้อมูลอื่นๆ จะช่วยเสริมให้การทำงานทั้งหมดมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้ใช้งานสามารถทำการดึงข้อมูล คำนวณข้อมูล ไปจนถึงหาความเชื่อมโยงข้อมูลที่เหมือนกันในฐานข้อมูล (Relational Database) ได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องเปิดและใส่สูตรทีละไฟล์ ซึ่งตัว SQL เป็นภาษาที่ไม่ซับซ้อน เรียนแล้วใช้ได้ยาวๆ จึงเปิดโอกาสให้คนที่ไม่ใช่สายเขียนโปรแกรมเข้าใจภาษานี้ได้ง่าย

ที่สำคัญที่สุด หากเรามีความเข้าใจ SQL และฐานข้อมูลอย่างถ่องแท้ ผู้ใช้สามารถสร้าง Dashboard และตารางต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลนับพันนับหมื่นจาก Database ได้เลย ไม่จำเป็นต้องแปลงไฟล์เป็น Exel หรือ Spreadsheet แต่อย่างใด

การทำงานของ SQL

SQL ถือเป็นภาษาที่ไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย สามารถใช้ทำงานได้หลายรูปแบบ โดยจะมีการทำงานหลักๆ ด้วยกัน 4 ประเภท ดังนี้

1.Select query ใช้สำหรับเลือกข้อมูล

2.Update query ใช้สำหรับเปลี่ยนแปลงข้อมูล

3.Insert query ใช้สำหรับการเพิ่มข้อมูล

4.Delete query ใช้สำหรับการลบข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

นอกเหนือจากคำสั่งหลัก 4 ประเภท ยังมีคำสั่ง SQL เพิ่มเติมอีก 3 ประเภท

1.Data Definition Language (DDL) คำสั่งสำหรับการสร้างฐานข้อมูล เช่น CREATE, DROP

2.Data Manipulation Language (DML) คำสั่งสำหรับการจัดการฐานข้อมูล เช่น SELECT INSERT

3.Data Control Language (DCL) คำสั่งสำหรับการอนุมัติและกำหนดสิทธิต่างๆ ในฐานข้อมูล เช่น GRANT, REVOKE

2.1.14 GeoJSON

GeoJSON เป็นรูปแบบตาม JSON ที่ออกแบบมาเพื่อแสดงคุณลักษณะทางภูมิศาสตร์ด้วยแอตทริบิวต์ที่ไม่ใช่เชิงพื้นที่ รูปแบบนี้กำหนดออบเจกต์ JSON (JavaScript Object Notation) ที่แตกต่างกันและรูปแบบการรวม รูปแบบ JSON แสดงถึงข้อมูลโดยรวมเกี่ยวกับลักษณะทางภูมิศาสตร์ ขอบเขตเชิงพื้นที่ และคุณสมบัติต่างๆ ออบเจกต์ของไฟล์นี้อาจระบุรูปทรงเรขาคณิต (Point, LineString, Polygon) คุณลักษณะหรือชุดคุณลักษณะ คุณลักษณะนี้แสดงที่อยู่และสถานที่เป็นถนนของจุด ถนนสายหลัก และเส้นขอบเป็นสตริงเส้น และประเทศ จังหวัด และภูมิภาคเป็นรูปหลายเหลี่ยม เมื่อใช้ GeoJSON แอปพลิเคชันการกำหนดเส้นทางและการนำทางบนมือถือต่างๆ สามารถระบุความครอบคลุมของบริการของตนได้ ส่วนขยายของ GeoJSON คือ TopoJSON ที่มีขนาดเล็กกว่าและเข้ารหัสโทโพโลยีเชิงพื้นที่

2.1.15 GeoServer

GeoServer เป็นแม่ข่ายแผนที่แบบopen source ที่รองรับมาตรฐาน ISO/OGC ทั้ง WMS WFS และ WCS นอกจากนั้นยังรองรับการกำหนดการแสดงผลด้วย Style Layer Description (SLD) และการคัดกรองการเข้าถึงข้อมูลด้วย มาตรฐาน Filter Encoding ขีดความสามารถนี้เกิดจากการผนวกรวมความสามารถของซอฟต์แวร์ GeoTools GeoServer พัฒนาด้วย Java ดังนั้น GeoServer จึงเป็น Serverlet การใช้งาน GeoServer สามารถเชื่อมต่อกับข้อมูลภูมิศาสตร์ได้หลากหลาย ทั้งในรูปแบบของ Vector ที่เป็น file based เช่น Shapefile หรือ Geospatial Database เช่น PostGIS, Oracle, ArcSDE, DB2, MySQL และ SQL Server เป็นต้นหรือเชื่อมต่อกับข้อมูลที่เป็น Raster เช่น ArcGrid และ GeoTIFF เป็นต้น การเรียกใช้และปรับแต่ง Map Service โดยใช้ GeoServer สามารถทำงานผ่านทาง Web Browser ได้ทั้งสิ้น

2.1.16 Leaflet

ในปัจจุบันหลาย ๆ คนน่าจะคุ้นเคยกับแผนที่ออนไลน์จากผู้ให้บริการต่าง ๆ เช่น Google Map, BingMap หรือจะเป็นแผนที่แบบ Vector ด้วย Highmap (https://www.highcharts.com/maps/demo) เป็นต้น แต่สำหรับ Leaflet ซึ่งเป็น JavaScript library ที่นำมาใช้พัฒนาแผนที่ออนไลน์ได้อย่างง่ายดายและสามารถปรับแต่งแผนที่ได้ตามความต้องการผู้ใช้งาน มีลักษณะการทำงานคล้ายๆกับการเขียนโค้ดใน OpenLayers ไม่ว่าจะเป็นการนำข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ มาแสดงบน เช่น Point Line Polygon หรือการทำ Heatmap ก็สามารถทำได้เช่นกันโดยในปัจจุบัน Leaflet ก็พัฒนาให้เราใช้งานฝั่ง JavaScript ในรูปแบบ CDN โดยเราไม่จำเป็นต้อง Download ไฟล์มาติดตั้งใน Folder อีกต่อไปสามารถเรียกใช้งานผ่านทางออนไลน์ได้เลย การแสดงข้อมูลแผนที่บน Leaflet นั้นก็สามารถทำได้เช่นเดียวกับ OpenLayers รายละเอียดเพิ่มเติมสามารถ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ดูได้ที่ http://leafletjs.com/ ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับ OpenLayers ก็จะคล้ายๆกับการเปรียบเทียบระหว่าง GeoServer กับ MapServer หรือกล้อง Cannon VS Nikon คือมีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายภาพ จะต่างกันก็ตรงลูกเล่นในการถ่าย Leaflet และ OpenLayers ก็เช่นเดียวกับ มีวัตถุประสงค์เหมือนกันคือเพื่อสร้างนำเสนอแผนที่บนเว็บ ต่างกันก็ตรงฟังก์ชัน หน้าตา ลูกเล่น ฯลฯ นอกจาก Leaflet และ OpenLayers ปัจจุบันยังมี API อื่นที่สามารถนำมาเขียน พัฒนาแผนที่บนเว็บได้อีกเช่น Mapbox, Google Map API และ D3 เป็นต้น

2.1.17 MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) เป็นโปรโตคอลสำหรับใช้ส่งข้อความระหว่างอุปกรณ์ โดยใช้โมเดลเน็ตเวิร์คแบบ publish-subscribe ซึ่งจะแตกต่างจากโปรโตคอลอื่นๆโดยส่วนมากที่ใช้โมเดล Server-Client ในการรับส่งข้อมูล ตัวโปรโตคอลรันอยู่บนเทคโนโลยี TCP/IP จึงทำให้การส่งข้อมูลนั้นไม่มีการ loss ระหว่างทาง MQTT ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลจากที่ห่างไกลซึ่งใช้แบนด์วิธของเน็ตเวิร์คน้อยมาก

หลักการทำงานของ MQTT

โปรโตคอล MQTT แบ่งบทบาทของอุปกรณ์ในเน็ตเวิร์คออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ Message Broker และ Client

MQTT Broker เป็นเซิฟเวอร์ซึ่งทำหน้าที่รับ Message ที่ส่งจาก Client ตัวหนึ่งและนำส่ง (Route) ไปยัง Client อีกตัวหนึ่ง MQTT Broker สามารถรันได้หลาย Platform ไม่ว่าจะเป็น Window, MAC OS, Linux, Ubuntu และ Raspberry Pi โดยที่เราสามารถสร้าง Broker ขึ้นใช้งานเอง (On-premises) เนื่องจากเป็น Open Source เช่น ในบทความนี้จะใช้ตัวติดตั้งจาก https://mosquitto.org/download/ หรือจะเช่าบริการจากผู้ให้บริการบนอินเตอร์เน็ต (On cloud) ก็ได้

MQTT Client เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งข้อความไปยัง Broker และในขณะเดียวกันก็สามารถรับข้อความจาก Broker ได้ด้วย โดย Client นั้น อาจจะเป็นอุปกรณ์ประเภทใดก็ได้ เช่น Micro controller, PLC, Arduino, โทรศัพท์มือถือ รวมไปถึงคอมพิวเตอร์ด้วย ขอให้มี Library สำหรับรัน MQTT Client ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ด้วยโมเดลการเชื่อมต่อแบบ Publish-Subscribe ทำให้การวางเน็ตเวิร์คสำหรับ MQTT นั้นไม่จำเป็นต้องให้อุปกรณ์ทุกตัวอยู่บนเน็ตเวิร์ควงเดียวกัน หรือทำ VPN กัน เพียงแต่ทำให้ MQTT Broker อยู่บน IP Address ที่เป็น Public เพียงตัวเดียว ส่วน Client ตัวอื่นๆ ไม่จำเป็นต้องเป็น Public IP ขอเพียงแค่สามารถเข้าถึง Internet ได้ เพียงเท่านี้ Client1 ก็จะสามารถส่งข้อความหา Client2 ได้โดยที่ Client1 ไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกับ Client2 โดยตรง แต่ใช้วิธีส่งหา Broker ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการรับ-ส่งข้อมูลแทนนั่นเอง

การทำงานของ MQTT Client

MQTT Client นั้นจะมี Command ในการส่งไปยัง Broker ทั้งหมด 5 Command ได้แก่

Command	Description
Connect	เป็นการร้องขอการเชื่อมต่อไปยัง Broker ในขั้นตอนนี้ Client จะต้องระบุ Address ของ Broker, Port ที่ใช้ ซึ่งโดยปกติจะใช้ Port 1883 เป็น Default รวมถึง User/Password หรือ Certificate ในการเชื่อมต่อ (ถ้ามี)
Disconnect	เป็นการร้องขอให้ตัดการเชื่อมต่อจาก Broker
Publish	เป็นการส่งข้อความจาก Client ขึ้นไปที่ Broker โดยการกำหนดตัวแปร บน Broker จะใช้สิ่งที่เรียกว่า Topic เป็นตัวกำหนด คล้ายกับ Tag ใน PLC เช่น Topic : temperature/floor temperature/roof temperature/room ในที่นี้ temperature จะมีลักษณะคล้ายกับ categories name หรือ folder ในการเก็บ tag ต่างๆ
Subscribe	Client จะสามารถ Subscribe Topic ที่อยู่บน Broker ได้ และเมื่อมี Client อื่นทำการ publish ค่าใหม่ไปที่ Topic ที่กำลัง Subscribe อยู่ เมื่อนั้นตัว Client จะได้รับข้อความใหม่ทันทีโดยไม่ต้องร้องขอ เช่น ClientA subscribe Topic: temperature/floor อยู่ จากนั้น ClientB ทำการ Publish ค่าอุณหภูมิล่าสุดมาที่ Topic นี้ ClientA จะได้รับค่าอุณหภูมิล่าสุดทันที
Unsubscribe	คือคำสั่งยกเลิกการ Subscribe จาก Topic ใด Topic หนึ่ง โดยที่สถานะยัง Connect กับ Broker อยู่

ภาพ 2.4 Command ในการส่งไปยัง Broker

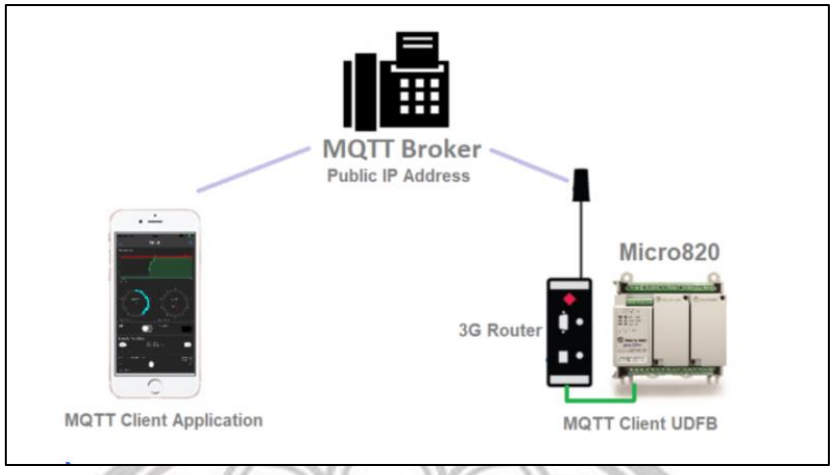
ที่มา: https://sonicautomation.co.th/mqtt-for-iiot-application/

การนำ MQTT มาใช้ในงาน IoT

ตัวอย่างหนึ่งของการนำเอา MQTT มาใช้ นั่นคือ การทำระบบ Monitor / Control ระบบควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ต ในตัวอย่างนี้จะใช้ PLC รุ่น Micro820 ซึ่งเป็น PLC ราคาย่อมเยาว์จากแบรนด์ Allen Bradley โดยที่ Rockwell Automation ได้พัฒนา Library ที่ทำให้ PLC ทำหน้าที่เป็น MQTT Client ได้ และ PLC ทำการต่ออินเตอร์เน็ตด้วย 3G Router ในส่วนของ User Interface ที่ใช้ Monitor / Control จะใช้แอพพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ ชื่อ IoT On OFF ซึ่งสามารถโหลดมาใช้งานได้ฟรี ทั้งใน iOS และ Android

ส่วน MQTT Broker ใช้ตัวติดตั้งจาก mosquito ติดตั้งบนคอมพิวเตอร์ที่ใช้ Window10 Pro

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



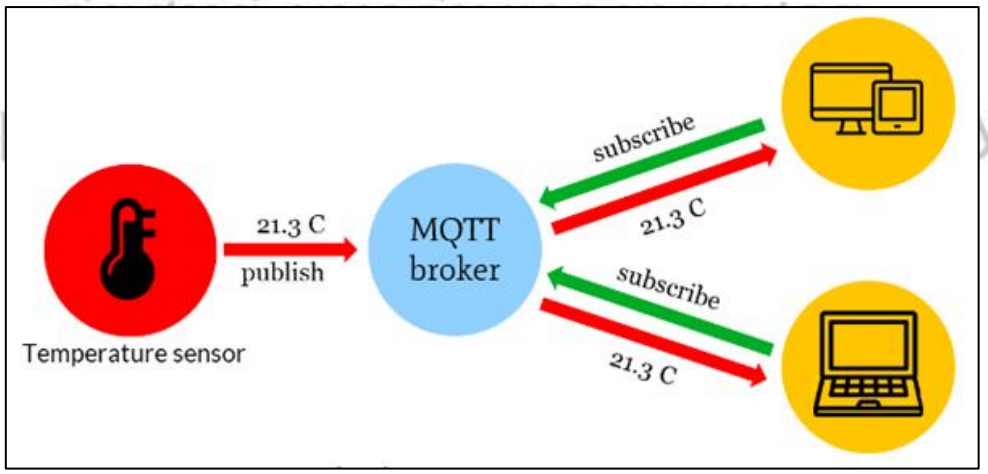
ภาพ 2.5 การนำ MQTT มาใช้ในงาน IoT

ที่มา: https://sonicautomation.co.th/mqtt-for-iiot-application/

2.1.18 Node-RED

Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) เป็น Protocol ที่ออกแบบมาเพื่อการเชื่อมต่อแบบ M2M (machine-to-machine) คือ อุปกรณ์ติดต่อหรือสื่อสารกับอุปกรณ์ โดยเป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยี IoT (Internet of Things) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่อินเทอร์เน็ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ โทรทัศน์ ตู้เย็น เข้ากับอินเทอร์เน็ตทำให้สามารถเชื่อมโยงสื่อสารกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะทำให้มนุษย์สามารถ ควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ จากที่อื่นได้ เช่นการสั่งปิดเปิดไฟในบ้านจากที่อื่น ๆ

ซึ่ง MQTT เป็นชื่อเรียกสำหรับโปรโตคอลนี้เท่านั้น โดยหลักการทำงานของ MQTT จริง ๆนั้นมีส่วนประกอบ 3 อย่างคือ ผู้ส่ง (publish) , ผู้รับ (subscribe) และ ตัวกลาง (MQTT broker) โดยผู้รับหรือผู้ส่งจะใช้อุปกรณ์ชนิดไหนก็ได้ ขอเพียงมีแอพพลิเคชั่นหรือโปรแกรมที่รองรับโปรโตคอล MQTT ก็เพียงพอแล้ว



ภาพ 2.6 Schematic data flow from sensor (machine) to devise (machine)

ที่มา: https://medium.com/mmp-li/

2.1.19 IDW (Inverse Distance Weight)

IDW หรือ Inverse Distance Weight อาศัยหลักการที่ว่าตำแหน่งใกล้เคียงกันย่อมมีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ในการคำนวณค่า ณ ตำแหน่งที่ต้องการ ตำแหน่งสถานีที่อยู่ใกล้ที่สุดมีน้ำหนักความสำคัญมากกว่าตำแหน่งที่อยู่ห่างไกล จึงเป็นการประมาณค่าให้กับจุดที่ไม่ทราบค่าจากผลรวมเชิงเส้นของค่าที่ทราบแล้วถ่วงน้ำหนักจุดให้ถูกจำกัดด้วยระยะทาง ค่าถ่วงน้ำหนักนี้จะเปลี่ยนแปลงตามระยะทางจากจุดที่ไม่ทราบค่าไปยังจุดที่ทราบค่าจุดต่อไป ซึ่งจุดที่ทราบค่าที่อยู่ใกล้ที่สุดจะมีความสำคัญหรือมีค่าน้ำหนักมากที่สุดในการประมาณค่าจุดที่ไม่ทราบค่านั้น

สมการการคำนวณของ IDW (Inverse Distance Weight)

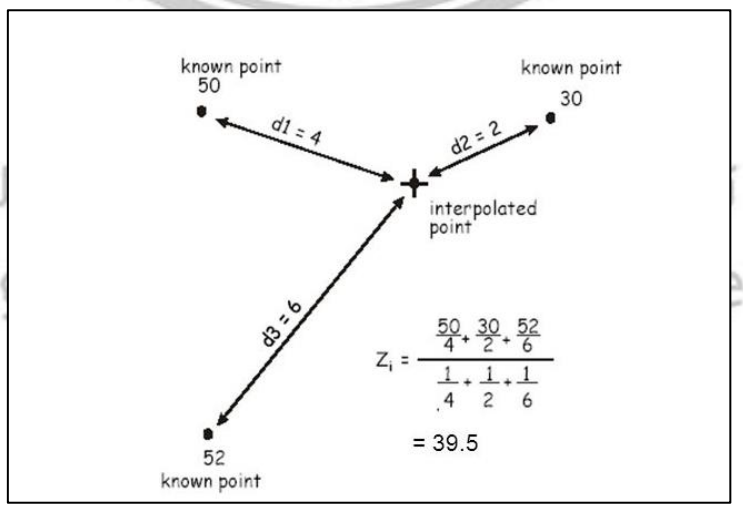
$$Z_j = \frac{\sum i\left(\frac{Z_i}{d_{ij}^n}\right)}{\sum i\left(\frac{1}{d_{ij}^n}\right)}$$

โดย Z_i = เป็นค่าของจุดที่ทราบค่า

D_{ij} = เป็นระยะทางจากจุดที่ทราบค่า

Z_j = เป็นจุดที่ไม่ทราบค่า

n = เป็นเลขยกกำลังที่ผู้ใช้เลือก (มักจะเป็น 1, 2, 3)



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright © by Naresuan University

ภาพ 2.7 ตัวอย่างการคำนวณ IDW (Inverse Distance Weight) จุดที่ทราบจะถ่วงน้ำหนักตามค่าผกผันของระยะห่างจากจุดแก้ไข และนำมารวมกันจากนั้นผลรวมจะถูกหารด้วยผลรวมของน้ำหนัก

ที่มา: https://slideplayer.com/slide/10557813/

2.1.20 Arduino IDE

Arduino IDE เป็นโปรแกรมที่ “แจกฟรี” ในการใช้งานลักษณะ Open source ซึ่ง Arduino IDE จะทำหน้าที่ ติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นระบบWindows, Mac OS X หรือ Linux กับ บอร์ด Arduino ซึ่งโปรแกรมนี้ออกแบบให้ง่ายต่อการเขียนโค้ดและอัปโหลดโปรแกรมที่เราเขียนเข้าสู่บอร์ด Arduino

Arduino IDE ส่วน IDE ย่อมาจก (Integrated Development Environment) คือ ส่วนเสริมของระบบการพัฒนา หรือตัวช่วยต่าง ๆ ที่จะคอยช่วยเหลือ Developer หรือช่วยเหลือคนที่พัฒนา Application เพื่อเสริมให้เกิดความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบที่จัดทำได้ ทำให้การพัฒนางานต่าง ๆ เร็วมากขึ้น

2.1.21 Python

Python เป็นภาษาการเขียนโปรแกรมที่ใช้อย่างแพร่หลายในเว็บแอปพลิเคชัน การพัฒนาซอฟต์แวร์ วิทยาศาสตร์ข้อมูล และแมชชีนเลิร์นนิง (ML) นักพัฒนาใช้ Python เนื่องจากมีประสิทธิภาพ เรียนรู้ง่าย และสามารถทำงานบนแพลตฟอร์มต่างๆ ได้มากมาย ทั้งนี้ซอฟต์แวร์ Python สามารถดาวน์โหลดได้ฟรี ผสานการทำงานร่วมกับระบบทุกประเภทและเพิ่มความเร็วในการพัฒนา

Python มีข้อดีใดบ้าง

ข้อดีต่างๆ ของ Python ได้แก่

- นักพัฒนาสามารถอ่านและทำความเข้าใจโปรแกรม Python ได้อย่างง่ายดาย เนื่องจากมีไวยากรณ์พื้นฐานเหมือนภาษาอังกฤษ
- Python ทำให้นักพัฒนาทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากพวกเขาสามารถเขียนโปรแกรม Python ได้โดยใช้โค้ดน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับภาษาอื่นๆ อีกมากมาย
- Python มีไลบรารีมาตรฐานขนาดใหญ่ที่มีโค้ดที่ใช้ซ้ำได้สำหรับเกือบทุกงาน ด้วยเหตุนี้นักพัฒนาจึงไม่ต้องเขียนโค้ดขึ้นใหม่ทั้งหมด
- โดยนักพัฒนาสามารถใช้ Python ร่วมกับภาษาการเขียนโปรแกรมยอดนิยมอื่นๆ เช่น Java, C และ C++ ได้อย่างง่ายดาย
- ทั้งนี้ชุมชน Python ในปัจจุบันมีนักพัฒนาที่พร้อมให้การสนับสนุนหลายล้านคนทั่วโลก หากประสบปัญหา คุณสามารถรับการสนับสนุนอย่างรวดเร็วได้จากชุมชน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

- โดยมีแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์มากมายบนอินเทอร์เน็ต หากคุณต้องการเรียนรู้ Python ตัวอย่างเช่น คุณสามารถค้นหาวิดีโอ บทแนะนำสอนการใช้งาน เอกสารประกอบ และคู่มือนักพัฒนาได้อย่างง่ายดาย
- Python สามารถใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ต่างๆ เช่น Windows, macOS, Linux และ Unix

Python มีการใช้งานอย่างไร

ภาษา Python มีกรณีการใช้งานหลายอย่างในการพัฒนาแอปพลิเคชัน ซึ่งรวมถึงตัวอย่างดังต่อไปนี้:

การพัฒนาเว็บฝั่งเซิร์ฟเวอร์

การพัฒนาเว็บฝั่งเซิร์ฟเวอร์ประกอบด้วยฟังก์ชันแบ็คเอนด์ที่ซับซ้อนซึ่งเว็บไซต์ดำเนินการเพื่อแสดงข้อมูลต่อผู้ใช้ ตัวอย่างเช่น เว็บไซต์ต้องโต้ตอบกับฐานข้อมูล สื่อสารกับเว็บไซต์อื่น และปกป้องข้อมูลเมื่อส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย

Python มีประโยชน์สำหรับการเขียนโค้ดฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เนื่องจากมีไลบรารีจำนวนมากที่ประกอบด้วยโค้ดที่เขียนไว้ล่วงหน้าสำหรับฟังก์ชันแบ็คเอนด์ที่ซับซ้อน นักพัฒนายังใช้เฟรมเวิร์ก Python ที่หลากหลายซึ่งมีเครื่องมือที่จำเป็นทั้งหมดเพื่อสร้างเว็บแอปพลิเคชันได้เร็วขึ้นและง่ายขึ้นอีกด้วย ตัวอย่างเช่น นักพัฒนาสามารถสร้างโครงสร้างเว็บแอปพลิเคชันได้ภายในไม่กี่วินาที เนื่องจากไม่จำเป็นต้องเขียนขึ้นใหม่ทั้งหมด จากนั้นนักพัฒนาสามารถทดสอบได้โดยใช้เครื่องมือทดสอบของเฟรมเวิร์ก โดยไม่ต้องพึ่งพาเครื่องมือทดสอบภายนอก

ระบบอัตโนมัติด้วยสคริปต์ Python

ภาษาการเขียนสคริปต์คือภาษาการเขียนโปรแกรมที่ทำให้งานที่มนุษย์ทำตามปกติเป็นไปโดยอัตโนมัติ โปรแกรมเมอร์จึงใช้สคริปต์ Python อย่างแพร่หลายเพื่อทำให้งานประจำวันหลายอย่างดังต่อไปนี้เป็นไปโดยอัตโนมัติ:

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

- การเปลี่ยนชื่อไฟล์จำนวนมากพร้อมกัน
- การแปลงไฟล์เป็นไฟล์ประเภทอื่น
- การลบคำที่ซ้ำกันในไฟล์ข้อความ
- การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
- การส่งข้อความอีเมล
- การดาวน์โหลดเนื้อหา

- การดำเนินการวิเคราะห์บันทึกพื้นฐาน
- การค้นหาข้อผิดพลาดในหลายไฟล์

วิทยาศาสตร์ข้อมูลและแมชชีนเลิร์นนิง

วิทยาศาสตร์ข้อมูลดึงความรู้อันมีคุณค่าจากข้อมูล และแมชชีนเลิร์นนิง (ML) จะสอนคอมพิวเตอร์ให้เรียนรู้จากข้อมูลโดยอัตโนมัติและทำนายได้อย่างแม่นยำ นักวิทยาศาสตร์ข้อมูลใช้ Python สำหรับงานด้านวิทยาศาสตร์ข้อมูลต่างๆ ดังต่อไปนี้:

- การแก้ไขและลบข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งเรียกว่าการทำความสะอาดข้อมูล
- การแยกและเลือกคุณสมบัติต่างๆ ของข้อมูล
- การระบุประเภทข้อมูล ซึ่งเป็นการเพิ่มชื่อที่มีความหมายสำหรับข้อมูล
- การค้นหาสถิติต่างๆ จากข้อมูล
- การแสดงข้อมูลด้วยภาพโดยใช้แผนภูมิและกราฟ เช่น แผนภูมิเส้น กราฟแท่ง ฮิสโทแกรม และแผนภูมิวงกลม

นักวิทยาศาสตร์ข้อมูลใช้ไลบรารี Python ML เพื่อฝึกฝนโมเดล ML และสร้างตัวจำแนกที่จำแนกประเภทข้อมูลได้อย่างแม่นยำ บุคคลในแวดวงต่างๆ ใช้ตัวจำแนกแบบ Python เพื่อทำงานด้านการจำแนกประเภท เช่น การจำแนกประเภทรูปภาพ ข้อความ และการรับส่งข้อมูลทางเครือข่าย การรู้จำเสียง และการจดจำใบหน้า นักวิทยาศาสตร์ข้อมูลยังใช้ Python สำหรับดีปเลิร์นนิ่ง ซึ่งเป็นเทคนิค ML ขั้นสูง

การพัฒนาซอฟต์แวร์

นักพัฒนาซอฟต์แวร์มักใช้ Python สำหรับงานด้านการพัฒนาและการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ต่างๆ ดังนี้:

- การติดตามบักในโค้ดของซอฟต์แวร์
- การสร้างซอฟต์แวร์โดยอัตโนมัติ
- การดูแลการจัดการโครงการด้วยซอฟต์แวร์
- การพัฒนาต้นแบบซอฟต์แวร์
- การพัฒนาแอปพลิเคชันบนเดสก์ท็อปโดยใช้ไลบรารีส่วนติดต่อผู้ใช้แบบกราฟิก (Graphical User Interface หรือ GUI)
- การพัฒนาเกมที่ใช้ข้อความแบบง่ายๆ ไปจนถึงวิดีโอเกมที่ซับซ้อนมากขึ้น

ระบบทดสอบซอฟตแวร์อัตโนมัติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

การทดสอบซอฟต์แวร์เป็นกระบวนการตรวจสอบว่าผลลัพธ์จริงจากซอฟต์แวร์ตรงกับผลลัพธ์ที่คาดหวังหรือไม่ เพื่อให้แน่ใจว่าซอฟต์แวร์ไม่มีข้อผิดพลาด

- โดยนักพัฒนาใช้เฟรมเวิร์กการทดสอบหน่วย Python เช่น Unittest, Robot และ PyUnit เพื่อทดสอบการทำงานที่เขียนขึ้น
- ผู้ทดสอบซอฟต์แวร์ใช้ Python เพื่อเขียนกรณีที่ใช้ในการทดสอบสำหรับสถานการณ์การทดสอบต่างๆ ตัวอย่างเช่น ผู้ทดสอบใช้เพื่อทดสอบอินเทอร์เฟซผู้ใช้ของเว็บแอปพลิเคชัน ส่วนประกอบซอฟต์แวร์หลายตัว และคุณสมบัติใหม่

นักพัฒนาสามารถใช้เครื่องมือหลายอย่างเพื่อเรียกใช้สคริปต์ทดสอบได้โดยอัตโนมัติ โดยเครื่องมือเหล่านี้เรียกว่าเครื่องมือรวบรวม/ปรับใช้อัตโนมัติ (Continuous Integration/Continuous Deployment หรือ CI/CD) ทั้งนี้ผู้ทดสอบและนักพัฒนาซอฟต์แวร์ใช้เครื่องมือ CI/CD เช่น Travis CI และ Jenkins เพื่อทำให้การทดสอบเป็นไปโดยอัตโนมัติ เครื่องมือ CI/CD จะเรียกใช้สคริปต์ทดสอบ Python โดยอัตโนมัติ และรายงานผลการทดสอบทุกครั้งที่นักพัฒนานำการเปลี่ยนแปลงโค้ดใหม่มาใช้

2.1.22 visual studio

ในการทำธุรกิจในปัจจุบัน ได้มีการนำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยในการทำงาน เนื่องจากสามารถทำงานได้รวดเร็ว และผิดพลาดน้อย สามารถทำงานได้ดีกว่าพนักงานบางคน ดังนั้นนักธุรกิจหรือกิจการส่วนใหญ่จึงได้นำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยในการทำงาน รวมถึงระบบของคอมพิวเตอร์ต่างๆ เพื่อช่วยให้อำนวยความสะดวกในการทำงานให้แก่พนักงาน และลดข้อผิดพลาดต่างๆ ลงไป ซึ่งระบบการทำงานต่างๆ นั้น ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยนักโปรแกรมเมอร์ ซึ่งผู้พัฒนาจะต้องรู้จักกับภาษาของคอมพิวเตอร์ หรือพูดคุยกับคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งคอมพิวเตอร์นั้นมีหลายภาษา เช่น C++ , C# , Java, VB, VB.NET, PHP, PYTHON, GROOVY และภาษาอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งภาษาแต่ละภาษาก็มีความสามารถและการใช้งานที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับระบบที่ต้องการพัฒนา ในปัจจุบันได้มีเครื่องมือหรือโปรแกรมที่เข้ามาช่วยให้ผู้พัฒนาไม่จำเป็นต้องเขียนภาษาพูดคุยกับคอมพิวเตอร์เองทั้งหมด แต่โปรแกรมจะช่วยพูดคุยกับคอมพิวเตอร์ให้ในระดับหนึ่งแล้ว ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกและลดเวลาการทำงานให้แก่ผู้พัฒนาได้เป็นอย่างมาก ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้ก็มีเป็นจำนวนมากเช่นกัน ขึ้นอยู่กับว่าจะใช้ภาษาใดเขียน และโปรแกรมใดที่เหมะสมกับภาษานั้น ซึ่งจะขอแนะนำโปรแกรมอีกตัวหนึ่งที่ชื่อว่า Visual Studio

Visual Studio (วิชวลสตูดิโอ) คือ โปรแกรมตัวหนึ่งที่เป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาซอฟต์แวร์และระบบต่างๆ ซึ่งสามารถติดต่อสื่อสารพูดคุยกับคอมพิวเตอร์ได้ในระดับหนึ่งแล้ว แต่ยังไม่สามารถพัฒนาเป็นระบบเองได้ เหมาะสมสำหรับภาษา VB และ VB.NET เนื่องจากไมโครซอฟต์ได้พัฒนาโปรแกรมและภาษาขึ้นมาควบคู่กัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

เพื่อให้ใช้งานได้ซึ่งกันและกัน ซึ่งนักโปรแกรมเมอร์จะนำเครื่องมือมาใช้ในการพัฒนาต่อยอดให้เกิดเป็นระบบต่างๆ หรือเป็นเว็บไซต์ และแอพพลิเคชั่นต่างๆ

ดังนั้น วิชวลสตูดิโอจึงเป็นโปรแกรมตัวหนึ่งที่เป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาซอฟต์แวร์และระบบต่างๆ ซึ่งโปรแกรมได้มีการติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ในระดับหนึ่งแล้ว แต่ไม่สามารถพัฒนาเป็นระบบได้ด้วยตนเอง นักพัฒนาจะนำเครื่องมือของโปรแกรมมาใช้พัฒนาต่อให้เกิดเป็นซอฟต์แวร์หรือระบบต่างๆ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวก และลดเวลาการทำงานและข้อผิดพลาดได้เป็นอย่างมาก

2.2 ความรู้เกี่ยวกับระบบการฐานข้อมูล

2.2.1 ข้อมูล

ข้อมูล (Data) คือ ข้อเท็จจริงหรือเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ เช่น คน สัตว์ สิ่งของสถานที่ ฯลฯ โดยอยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการสื่อสาร การแปลความหมาย และการประมวลผล ซึ่งข้อมูลอาจจะได้มาจากการสังเกต การรวบรวม การวัดข้อมูล เป็นได้ทั้งข้อมูลตัวเลข ภาพ เสียง หรือสัญญลักษณ์ใด ๆ ที่สำคัญจะต้องมีความเป็นจริง และต่อเนื่อง ซึ่งตัวอย่างของข้อมูล เช่น คะแนนสอบ ชื่อนักเรียน เพศ อายุ เป็นต้น

2.2.2 สารสนเทศ (Information)

สารสนเทศ (Information) คือ ข้อมูลที่ได้ผ่านกระบวนการประมวลผล อาจใช้วิธีง่าย ๆ เช่น หาค่าเฉลี่ยหรือใช้เทคนิคขั้นสูง เช่น การวิจัยดำเนินงาน เป็นต้น เพื่อเปลี่ยนแปลงสภาพข้อมูลทั่วไปให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์หรือมีความเกี่ยวข้องกัน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจให้ตอบปัญหาต่าง ๆ ได้ ซึ่งสารสนเทศประกอบด้วยข้อมูลเอกสาร เสียง หรือรูปภาพต่าง ๆ แต่จัดเนื้อเรื่องให้อยู่ในรูปที่มีความหมาย

โดยข้อมูลที่เราพบเห็นทุกวันนี้ มีหลายรูปแบบ เช่น เป็นตัวเลข ข้อความ รูปภาพ เสียงต่าง ๆ เราสามารถรับรู้ข้อมูลได้จากส่วนต่าง ๆ ไม่ว่าจะรับรู้ข้อมูลทางตา ทางหู ทางมือ ทางจมูก และทางปาก

2.2.3 ฐานข้อมูล (Database)

ฐานข้อมูล คือ ที่เก็บและรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้ทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นคำ ตัวเลข รูปภาพ วิดีโอ และไฟล์ คุณสามารถใช้ซอฟต์แวร์ที่เรียกว่าระบบการจัดการฐานข้อมูล (DBMS) เพื่อจัดเก็บ กู้คืน และแก้ไขข้อมูล ในระบบคอมพิวเตอร์คำว่า ฐานข้อมูล ยังสื่อถึง DBMS ใด ๆ และรวมถึงระบบฐานข้อมูล หรือโปรแกรมประยุกต์ที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูล

2.2.4 ระบบฐานข้อมูล (Database System)

ระบบฐานข้อมูล (Database System) คือ ระบบที่รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบมีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ที่ชัดเจน ในระบบฐานข้อมูลจะประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลหลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

แฟ้มที่มีข้อมูล เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันเข้าไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบและเปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถใช้งานและดูแลรักษาป้องกันข้อมูลเหล่านี้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีซอฟต์แวร์ที่เปรียบเสมือนสื่อกลางระหว่างผู้ใช้และโปรแกรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูล เรียกว่า ระบบจัดการฐานข้อมูล หรือ DBMS (data base management system) มีหน้าที่ช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลได้ง่ายสะดวกและมีประสิทธิภาพ การเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้อาจเป็นการสร้างฐานข้อมูล การแก้ไขฐานข้อมูล หรือการตั้งคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลมา โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรับรู้เกี่ยวกับรายละเอียดภายในโครงสร้างของฐานข้อมูล

2.2.5 ความสำคัญของการประมาลผลแบบระบบฐานข้อมูล

จากการจัดเก็บข้อมูลรวมเป็นฐานข้อมูลจะก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1. สามารถลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลได้

การเก็บข้อมูลชนิดเดียวกันไว้หลาย ๆ ที่ ทำให้เกิดความซ้ำซ้อน (Redundancy) ดังนั้นการนำข้อมูลมารวมเก็บไว้ในฐานข้อมูล จะชาวยลดปัญหาการเกิดความซ้ำซ้อนของข้อมูลได้ โดยระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System : DBMS) จะช่วยควบคุมความซ้ำซ้อนได้ เนื่องจากระบบจัดกาฐานข้อมูลจะทราบได้ตลอดเวลาว่ามีข้อมูลซ้ำซ้อนกันอยู่ที่ใดบ้าง

2. หลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูลได้

หากมีการเก็บข้อมูลชนิดเดียวกันไว้หลาย ๆ ที่และมีการปรับปรุงข้อมูลเดียวกันนี้ แต่ปรับปรุงไม่ครบทุกที่ที่มีข้อมูลเก็บอยู่ก็จะทำให้เกิดปัญหาข้อมูลชนิดเดียวกัน อาจมีค่าไม่เหมือนกันในแต่ละที่ที่เก็บข้อมูลอยู่ จึงก่อให้เกิดความขัดแย้งของข้อมูลขึ้น (Inconsistency)

3. สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้

ฐานข้อมูลจะเป็นการจัดเก็บข้อมูลรวมไว้ด้วยกัน ดังนั้นหากผู้ใช้ต้องการใช้ข้อมูลในฐานข้อมูลที่มาจากแฟ้มข้อมูลต่างๆ ก็จะทำได้โดยง่าย

4. สามารถรักษาความถูกต้องเชื่อถือได้ของข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บางครั้งพบว่าการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลอาจมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น เช่น จากการที่ผู้ป้อนข้อมูลป้อนข้อมูลผิดพลาดคือป้อนจากตัวเลขหนึ่งไปเป็นอีกตัวเลขหนึ่ง โดยเฉพาะกรณีมีผู้ใช้หลายคนต้องใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลร่วมกัน หากผู้ใช้คนใดคนหนึ่งแก้ไขข้อมูลผิดพลาดก็ทำให้ผู้อื่นได้รับผลกระทบตามไปด้วย ในระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) จะสามารถใส่กฎเกณฑ์เพื่อควบคุมความผิดพลาดที่เกดขึ้น

5. สามารถกำหนดความปันมาตรฐานเดียวกันของข้อมูลได้

การเก็บข้อมูลร่วมกันไว้ในฐานข้อมูลจะทำให้สามารถกำหนดมาตรฐานของข้อมูลได้รวมทั้งมาตรฐานต่าง ๆ ในการจัดเก็บข้อมูลให้เป็นไปในลักษณะเดียวกันได้ เช่นการกำหนดรูปแบบการเขียนวันที่ ในลักษณะ วัน/เดือน/ปี หรือ ปี/เดือน/วัน ทั้งนี้จะมีผู้ที่คอยบริหารฐานข้อมูลที่เราเรียกว่า ผู้บริหารฐานข้อมูล (Database Administrator : DB4) เป็นผู้กำหนดมาตรฐานต่างๆ

6. สามารถกำหนดระบบความปลอดภัยของข้อมูลได้

ระบบความปลอดภัยในที่นี้ เป็นการป้องกันไม่ให้ผู้ใช้ที่ไม่มีสิทธิมาใช้ หรือมาเห็นข้อมูลบางอย่างในระบบ ผู้บริหารฐานข้อมูลจะสามารถกำหนดระดับการเรียกใช้ข้อมูลของผู้ใช้แต่ละคนได้ตามความเหมาะสม

7. เกิดความเป็นอิสระของข้อมูล

ในระบบฐานข้อมูลจะมีตัวจัดการฐานข้อมูลที่ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงกับฐานข้อมูล โปรแกรมต่าง ๆ อาจไม่จำเป็นต้องมีโครงสร้างข้อมูลทุกครั้ง ดังนั้นการแก้ไขข้อมูลบางครั้ง จึงอาจกระทำเฉพาะกับโปรแกรมที่เรียกใช้ข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงเท่านั้น ส่วนโปรแกรมที่ไม่ได้เรียกใช้ข้อมูลดังกล่าว ก็จะเป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลง

2.2.6 ลักษณะของข้อมูลในฐานข้อมูล

ลักษณะของข้อมูลในฐานข้อมูล ฐานข้อมูลจะมีแฟ้มข้อมูล แต่ละแฟ้มข้อมูลจะมีข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน นำมาเก็บรวบรวมเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบ ข้อมูลในแฟ้มเดียวกันจะไม่ซ้ำซ้อนกันแต่หากอยู่ต่างแฟ้มก็อาจซ้ำซ้อนกันได้ และข้อมูลที่ประกอบกันจะเป็นฐานข้อมูล ต้องตรงตามวัตถุประสงค์การใช้งานขององค์กรด้วยเช่นกัน ข้อมูลนั้นอาจเกี่ยวกับบุคคล สิ่งของ สถานที่ หรือเหตุการณ์ใดๆ ก็ได้ที่เราสนใจที่จะศึกษา หรืออาจได้มาจากการสังเกต การนับหรือการวัดก็ได้ รวมทั้งข้อมูลที่เป็นตัวเลข ข้อความ และรูปภาพต่างๆ สามารถจัดเก็บเป็นข้อมูลในฐานข้อมูลได้เช่นกัน ดังนั้น ลักษณะของข้อมูลในฐานข้อมูลจึงเป็นได้ทั้งตัวอักษร ตัวเลขหรืออาจเป็นรูปภาพ และที่สำคัญข้อมูลทุกอย่างจะต้องมีความสัมพันธ์กัน โดยจะมีการกำหนดระบบความปลอดภัยของข้อมูลขึ้นฐานข้อมูลในรูปแบบต่างๆ มีดังนี้

1. ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) เป็นการเก็บข้อมูลในรูปแบบที่เป็นตาราง (Table) หรือเรียกว่ารีเลชั่น (Relation) มีลักษณะเป็น 2 มิติ คือเป็นแถว (row) และเป็นคอลัมน์ (column) การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตาราง จะเชื่อมโยงโดยใช้แอททริบิวต์ (attribute) หรือคอลัมน์ที่เหมือนกันทั้งสองตารางเป็นตัวเชื่อมโยงข้อมูลรูปแบบของฐานข้อมูลนี้นิยมใช้ในปัจจุบัน

2. ฐานข้อมูลแบบเครือข่าย (Network Database) ฐานข้อมูลแบบเครือข่ายจะเป็นการรวมระเบียนต่าง ๆซึ่งฐานข้อมูลแบบเครือข่าย จะแสดงความสัมพันธ์อย่างชัดเจน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3. ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น (Hierarchical Database) ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้นเป็นโครงสร้างที่จัดเก็บข้อมูลในลักษณะความสัมพันธ์แบบพ่อ-ลูก (Parent-Child Relationship Type : PCR Type) หรือเป็นโครงสร้างรูปแบบต้นไม้ (Tree) ข้อมูลที่จัดเก็บในที่นี้ คือ ระเบียน (Record) ซึ่งประกอบด้วยค่าของเขตข้อมูล (Field) ของเอนทิตี้หนึ่ง ๆฐานข้อมูลแบบลำดับชั้นนี้คล้ายคลึงกับฐานข้อมูลแบบเครือข่ายแต่ต่างกันที่ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น มีกฎเพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งประการ คือในแต่ละกรอบจะมีลูกศรวิ่งเข้าหาได้ไม่เกิน 1 หัวลูกศร

2.2.7 ภาษาที่ใช้ในระบบการจัดการฐานข้อมูล

ภาษา SQL (Structured Query Language) เป็นภาษาที่ได้รับความนิยมสำหรับ ใช้ในการจัดการหรือ ใช้ในการติดต่อกับฐานข้อมูล เป็นภาษามาตรฐานบนระบบ ฐานข้อมูลที่ใช้ในการสั่งให้ฐานข้อมูลกระทำการใด ๆ ตามคำสั่ง เช่นการสร้าง การ แก้ไข การบำรุงรักษา การจัดการ การควบคุม และการเข้าถึงฐานข้อมูล ภาษา SQL เป็นภาษาที่มีลักษณะคล้าย ๆ กับภาษาอังกฤษ เป็นภาษาที่เป็นที่ยอมรับโดยหน่วยงานมาตรฐาน เช่น ISO (International Standards Organization) และ ANSI (American National Standards Institute) เช่นเดียวกับภาษาคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ในการติดต่อฐานข้อมูล ไม่ว่าจะเป็น Microsoft Access, SQL Server, MySQL, DB2 หรือ Oracle ก็จะต้องใช้คำสั่งภาษา SQL ในการควบคุม

ภาษา SQL เป็นส่วนประกอบหนึ่งของ ระบบจัดการฐานข้อมูล มักพบในฐานข้อมูล เชิงสัมพันธ์ (relational database) เป็นภาษาที่นิยมใช้กันมาก เพราะง่ายต่อการเรียนรู้ และในการใช้ภาษา SQL ผู้ใช้เพียงแค่รู้ว่าต้องการจะ “ทำอะไร” เท่านั้นไม่จำเป็นจะต้องทราบว่า “ทำอย่างไร” ผู้ผลิตซอฟท์แวร์ได้นำภาษา SQL มาพัฒนาด้านระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์จนเป็นที่นิยมกันอย่าแพร่หลายในปัจจุบันตั้งแต่ระดับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กไปจนถึงระดับเมนเฟรม การใช้งานในภาษา SQL แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ภาษา SQL ที่โต้ตอบได้ (Interactive SQL) และภาษา SQL ที่ฝังในโปรแกรม (Embedded SQL)

ภาษา SQL สามารถนำไปใช้ได้ในหลายรูปแบบของธุรกิจ หรือองค์กรที่ใช้เทคโนโลยีฐานข้อมูล (Database Technologies) ใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในธุรกิจขนาดใหญ่ ธุรกิจขนาดเล็ก โรงพยาบาล ธนาคาร สถานศึกษา ซึ่งจริง ๆ แล้ว คอมพิวเตอร์แทบจะทุกชนิดหรือคอมพิวเตอร์แบบพกพาต่าง ๆ จะมีโปรแกรมที่ใช้ภาษา SQL แทบทั้งสิ้น เช่น โทรศัพท์แอนดรอยด์ (Android Phone) และไอโฟน (Iphone) รวมถึงโมบายแอพลิเคชั่น (Mobile Applications) ที่พัฒนาโดย Google, Skype และ Dropbox ก็ยังใช้ภาษา SQL โดยตรงอีกด้วย

ใน ปีค.ศ. 1968 สถาบันมาตรฐานแห่งชาติอเมริกัน หรือ ANSI ได้กำหนดมาตรฐานของภาษา SQL ขึ้น โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.1 ภาษาสำหรับการนิยามข้อมูล (Data Definition Language: DDL) ภาษาสำหรับการนิยามข้อมูล หรือ ภาษา DDL ประกอบด้วยกลุ่มคำสั่ง เช่น CREATE, ALTER และ DROP เป็นต้น ใช้สำหรับกำหนดโครงสร้างของตารางในฐานข้อมูล การกำหนดโครงสร้างข้อมูลว่าคอลัมน์ใด ประเภทข้อมูลเป็นประเภทใดรวมทั้งการจัดการด้านการเพิ่ม การแก้ไข การลบ คอลัมน์ต่างๆ ในตารางข้อมูล

3.2 ภาษาสำหรับการจัดการข้อมูล (Data Manipulation Language: DML) ภาษาสำหรับการจัดการข้อมูล หรือ ภาษา DML ประกอบด้วยคำสั่ง เช่น INSERT UPDATE และ SELECT เป็นต้น ที่ใช้ในการจัดการข้อมูลภายในตารางในฐานข้อมูลรวมถึงการเปลี่ยนแปลงข้อมูล เช่น การลบข้อมูล และการเพิ่มเติมข้อมูล

3.3 ภาษาสำหรับการควบคุมข้อมูล (Data Control Language: DCL) ภาษาสำหรับการควบคุมข้อมูล หรือ ภาษา DCL ประกอบด้วยคำสั่ง GRANT และ REVOKE เป็นต้น ที่ใช้ในการควบคุมระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูลด้วยการกำหนดสิทธิของผู้ใช้ที่แตกต่างกัน

ระบบจัดการฐานข้อมูล ส่วนใหญ่แล้วจะมีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ส่วนของ ภาษา SQL พจนานุกรมข้อมูล โปรแกรมอำนวยความสะดวก โปรแกรมช่วยในการสร้างโปรแกรมประยุกต์ และโปรแกรมช่วยจัดทำรายงาน ฐานข้อมูล แต่ละตัวจะมีคุณสมบัติในการทำงานที่แตกต่างกัน การที่จะพิจารณาว่าจะเลือกใช้ ระบบจัดการฐานข้อมูล ตัวใดนั้นจะต้องพิจารณาคุณสมบัติของ ระบบจัดการฐานข้อมูล แต่ละตัวว่ามีความ สามารถตรงตามที่ต้องการหรือไม่ ประเด็นในเรื่องราคาก็เป็นเรื่องสำคัญ เช่นกัน เพราะราคาของ ฐานข้อมูล แต่ละตัวไม่เท่ากัน นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงความเข้ากันได้กับฮาร์ดแวร์ และซอฟท์แวร์ระบบปฏิบัติการที่มีอยู่ด้วย

ภาพ 2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมประยุกต์กับระบบจัดการฐานข้อมูล

ที่มา: https://www.9experttraining.com/articles/

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.8 องค์ประกอบของระบบจัดการฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลทุก ๆ ประเภทจะมีสิ่งที่เป็นองค์ประกอบเพื่อให้ระบบฐานข้อมูลทำงานได้สัมพันธ์กันอย่างครบถ้วน องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูลหลัก ๆ มีอยู่ด้วยกัน 5 อย่างด้วยกัน คือ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ บุคลากร กระบวนความ และข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ฮาร์ดแวร์

ฮาร์ดแวร์ หมายถึง ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์รอบข้าง ที่สามารถมองเห็นได้อาจจะเป็นเครื่องเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ เครื่องมินิคอมพิวเตอร์ หรือเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ก็ได้ รวมทั้งอุปกรณ์นำเข้าและอุปกรณ์แสดงผลต่าง ๆ ตลอดจนอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลซึ่งในระบบฐานข้อมูลประเภทองค์การขนาดใหญ่ที่มีสาขาในต่างประเทศจำเป็นต้องใช้

2. ซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์ หมายถึง โปรแกรมหรือชุดคำสั่งที่ใช้สำหรับให้เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลประกอบด้วย 3 ประเภทด้วยกัน ได้แก่ ระบบปฏิบัติการ ระบบจัดการฐานข้อมูล และโปรแกรมประยุกต์และโปรแกรมอัตถประโยชน์ (utility)

2.1 ระบบปฏิบัติการ เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์เริ่มต้นการทำงานทำหน้าที่จัดการฮาร์ดแวร์ นำเข้า และแสดงผล การบันทึกไปยังแหล่งจัดเก็บข้อมูล ตัวอย่างซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการที่ใช้สำหรับฐานข้อมูลผู้ใช้คนเดียว เช่น Microsoft windows XP แต่ถ้าหากเป็นฐานข้อมูลที่ใช้กับองค์การขนาดใหญ่จะใช้ระบบปฏิบัติการ Linux, FreeBSD, หรือ UNIX เป็นต้น

2.2 ระบการจัดการฐานข้อมูล ซอฟต์แวร์ที่เป็นระบบการจัดการฐานข้อมูลจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้กับข้อมูลในกรณีที่ผู้ใช้มีความชำนาญ หรือถ้าผู้ใช้ที่ไม่ชำนาญจะต้องผ่านโปรแกรมประยุกต์สั่งผ่านระบบการจัดการฐานข้อมูลเพื่อจัดการข้อมูล ตัวอย่าง ซอฟต์แวร์ระบบการจัดการฐานข้อมูล ได้แก่Microsoft Access, Microsoft SQL Server 2005, Oracle, DB2, MySQL เป็นต้น โปรแกรมมอร์เพื่อให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลและจัดการข้อมูลตลอดจนพิมพ์รายงานผลสารสนเทศออกมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.3 โปรแกรมประยุกต์และโปรแกรมอัตถประโยชน์ เป็นโปรแกรมที่เกิดจากการเขียนชุดคำสั่งโดยในส่วนของโปรแกรมอัตถประโยชน์มีไว้เพื่อให้ผู้บริหารฐานข้อมูลใช้ในการจัดการฐานข้อมูลให้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น

3. บุคลากร

บุคลากร หมายถึง บุคคลผู้ที่มีหน้าที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับระบบฐานข้อมูล ตั้งแต่ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบจนกระทั่งถึงการใช้งานจริง ผู้ที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลจำแนกได้ 6 กลุ่ม ได้แก่

3.1 ผู้บริหารระบบ เป็นผู้ทำหน้าที่ติดตั้งตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ ติดตั้งซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ โปรแกรมระบบสารสนเทศที่ได้พัฒนาเสร็จแล้วหรือที่ได้จัดซื้อมา รวมทั้งติดตั้งซอฟต์แวร์ระบบจัดการฐานข้อมูล มีหน้าที่เพิ่มรายชื่อผู้มีสิทธิ์เป็นผู้บริหารฐานข้อมูลเข้าสู่ซอฟต์แวร์ระบบการจัดการฐานข้อมูลที่ได้ติดตั้งเอาไว้ นอกจากนี้ผู้บริหารระบบ ยังทำหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นเครื่องลูกข่ายด้วย

3.2 ผู้บริหารฐานข้อมูล เป็นผู้ทำหน้าที่บริหารฐานข้อมูล กำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลให้ผู้ใช้แต่ละคนหรือเป็นกลุ่มก็ได้ กำหนดสิทธิ์ให้ผู้ใช้คนใดหรือกลุ่มใดใช้คำสั่งใดได้บ้าง เช่น คำสั่ง ลบข้อมูล คำสั่งแก้ไขข้อมูล เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีหน้าที่บำรุงรักษาฐานข้อมูลให้มีเสถียรภาพ มีประสิทธิภาพสูง เช่น กรณีที่มีข้อมูลเป็นจำนวนมากจะทำให้การเข้าถึงข้อมูลช้า ผู้บริหารฐานข้อมูลจะต้องปรับแต่งฐานข้อมูลให้ระบบฐานข้อมูลทำงานได้อย่างรวดเร็ว ยิ่งขึ้น เป็นต้น

3.3 ผู้ออกแบบฐานข้อมูล เป็นผู้ทำหน้าที่ออกแบบฐานข้อมูลให้ถูกต้องตามหลักการออกแบบฐานข้อมูล สิ่งที่ผู้ออกแบบระบบจะต้องคำนึงถึง ได้แก่ การไม่ให้มีข้อมูลซ้ำซ้อนกันหรือถ้ามีให้มีได้น้อยที่สุด ความสอดคล้องของข้อมูลจะต้องสอดคล้องกัน ข้อมูลไม่ขัดแย้งกัน และความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูล ถ้าหากการออกแบบมีข้อผิดพลาด แม้ว่าโปรแกรมจะเขียนได้ถูกต้องดีเลิศ ก็จะส่งผลให้สารสนเทศที่ได้ไม่ถูกต้องตามไปด้วยผู้ใช้ไม่อยากใช้

3.4 นักวิเคราะห์และออกแบบระบบ ทำหน้าที่วิเคราะห์และออกแบบระบบให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ระบบ หรือผู้ว่าจ้าง นักวิเคราะห์ทำหน้าที่ประสานงานระหว่างผู้ใช้หรือผู้ว่าจ้างกับโปรแกรมเมอร์ หลังจากนั้นจึงเขียนกระบวนการทำงาน ผังงาน หรือไดอะแกรมประเภทต่าง ๆ ออกแบบการแสดงผลจอภาพ ออกแบบรายงาน และสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งให้โปรแกรมเมอร์เป็นผู้เขียนชุดคำสั่งต่อไป

3.5 โปรแกรมเมอร์ มีหน้าที่เขียนชุดคำสั่งตามที่ผู้ออกแบบฐานข้อมูลและนักวิเคราะห์ระบบได้กำหนดขึ้น โดยเลือกโปรแกรมภาษาที่สอดคล้องกับระบบฐานข้อมูลที่ต้องการ เมื่อเขียนชุดคำสั่งในแต่ละโมดุลจะต้องทดสอบการทำงานของโปรแกรมที่เขียนไม่ให้มีข้อผิดพลาด ถ้ามีข้อผิดพลาดจะต้องแก้ไขให้ถูกต้องก่อนที่จะนำไปใช้จริง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

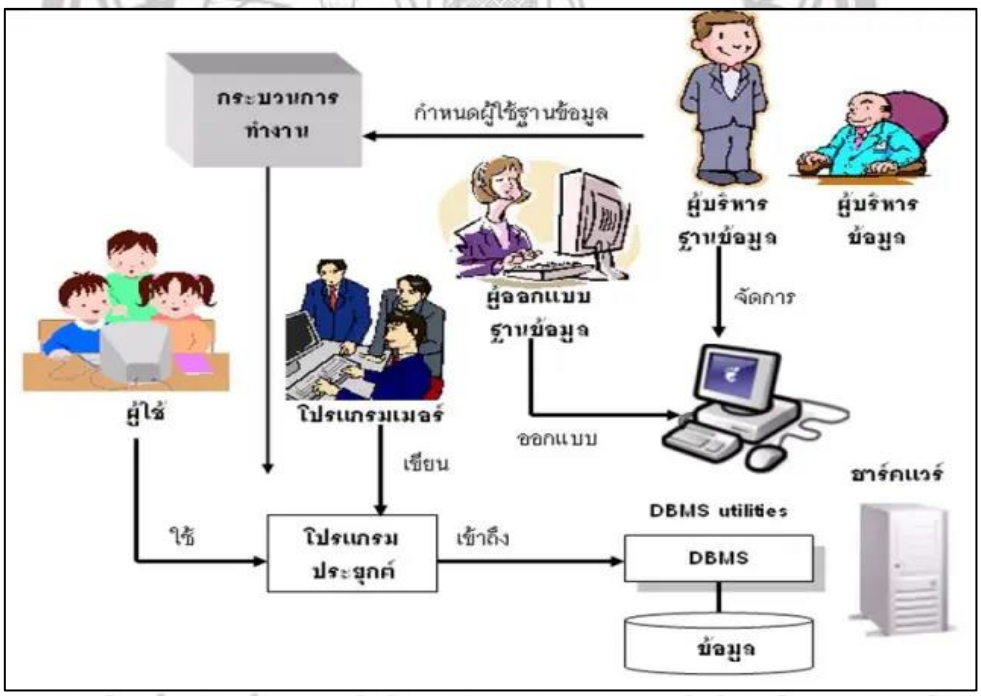
3.6 ผู้ใช้ระบบสารสนเทศ (end user) มีหน้าที่ใช้ระบบฐานข้อมูล หรือระบบสารสนเทศที่ได้พัฒนาหน้าที่ต่าง ๆ ของผู้ใช้ ได้แก่ ป้อนข้อมูลเข้าสู่ระบบ ปรับปรุง แก้ไข และสอบถามข้อมูลสารสนเทศที่ต้องการ บางครั้งผู้ใช้ที่มีความชำนาญมาก จะสามารถใช้คำสั่งเพื่อประมวลผลสารสนเทศได้ตามความต้องการ

4. กระบวนการ

กระบวนการ หมายถึง คำสั่งและกฎที่มีไว้สำหรับการออกแบบระบบฐานข้อมูลให้ได้ตามความต้องการของผู้ใช้หรือผู้ว่าจ้าง กระบนการมีบทบาทสำคัญต่อองค์กร เพราะว่าองค์กรจำเป็นต้องสร้างมาตรฐานทางธุรกิจระหว่างองค์กรกับลูกค้า บางครั้งกระบวนการยังใช้สำหรับตรวจสอบเพื่อต้องการยืนยันว่าข้อมูลที่ป้อนเข้าไปกับสารสนเทศที่ได้ถูกต้องตรงกัน

5. ข้อมูล

ข้อมูล หมายถึง สิ่งที่จัดเก็บในระบบฐานข้อมูล ประกอบด้วย ข้อเท็จจริง ข้อมูลดิบ เนื่องจากข้อมูลที่จะต้องจัดเก็บในระบบฐานข้อมูลเป็นรูปแบบกายภาพ เพราะฉะนั้นผู้ที่ทำหน้าที่ออกแบบฐานข้อมูลจะต้องให้ความสำคัญกับสิ่งนี้เป็นอย่างมากจากนั้นวิทยากรได้สอนการออกแบบฐานข้อมูล โดยให้หัดใช้โปรแกรมฐานข้อมูล Oracle ซึ่งเป็นที่นิยมในท้องตลาด และเป็นที่ยอมรับในระดับโลก โดยมีการทดลองเขียนคำสั่งเพื่อ Query ข้อมูลต่างๆ การออกรายงาน เป็นตัน และยังได้ใช้ Casestudy ของแต่ละงานมาเพื่อเขียน R-Diagram สำหรับการออกแบบฐานข้อมูลต่อไปในอนาคต



ภาพ 2.9 องค์ประกอบของระบบการจัดการฐานข้อมูล

ที่มา: Rob, Peter and Coronel, Carlos, 2002, p.19.

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.2.9 หน้าที่ของระบบการจัดการฐานข้อมูล

หน้าที่ระบบจัดการฐานข้อมูลหลัก ๆ คือการเก็บข้อมูลลงไว้ในฐานข้อมูล และการดึงข้อมูลเหล่านั้นออกมาจากฐานข้อมูล ที่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสะดวกสบาย ทำให้ผู้ใช้เกิดความมั่นใจในความถูก

ต้อง สอดคล้องกัน (Consistency) ของข้อมูลต่าง ๆ ภายในฐานข้อมูล สามารถสรุปหน้าที่หลักของระบบจัดการฐานข้อมูลได้ดังนี้

1. การจัดการพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary Management) พจนานุกรมข้อมูลเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดเก็บรายละเอียดของข้อมูลทั้งหมด หรือที่เรียกกันว่า meta data ไว้อย่างเป็นระบบ เมื่อมีการเข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูล ๆ จะทำการค้นหาโครงสร้างข้อมูลและรายละเอียดของข้อมูลนั้น ๆ ในพจนานุกรมข้อมูลนี้ก่อนและใช้ข้อมูลนี้ในการเข้าถึงข้อมูลจริง ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลใด ๆ เกิดขึ้นกับข้อมูลในฐานข้อมูล ก็จะมีการปรับปรุงพจนานุกรมข้อมูลนี้ด้วย

2. การจัดการเก็บข้อมูลและการแปลงข้อมูล (Data Storage Management and Transformation) ระบบจัดการฐานข้อมูล จะทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบจัดหมวดหมู่ข้อมูลและแปลงคำสั่งที่ใช้จัดการกับข้อมูลภายในฐานข้อมูล ให้อยู่ในรูปแบบที่ฐานข้อมูลเข้าใจ ซึ่งจะทำให้ผู้จัดเก็บทำงานได้สะดวกมากขึ้น และป้องกันความผิดพลาดได้

3. การจัดการด้านความปลอดภัย (Security Management) ระบบฐานข้อมูลที่มีการใช้งานฐานข้อมูลร่วมกันจะสร้างระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล โดยกำหนดรายชื่อผู้มีสิทธิ์เข้าใช้ระบบ ระบบจัดการฐานข้อมูล จัดการเรื่องนี้โดยการเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับผู้ใช้งานแต่ละคนไว้ในพจนานุกรมข้อมูล เช่น มีใครบ้างที่สามารถเข้ามาใช้งานฐานข้อมูลได้ มีรหัสผ่านอย่างไร สามารถใช้งานได้ในระดับใด ด้วยวิธีการดังกล่าวจะทำให้มั่นใจได้ว่าเมื่อมีผู้ใช้หลาย ๆ คนเข้าถึงข้อมูลพร้อมกัน จะยังคงความถูกต้องของข้อมูลในฐานข้อมูลได้

4. การจัดการความคงสภาพของข้อมูล (Data Integrity Management) เนื่องจากมีการเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ ไว้ในพจนานุกรมข้อมูลทั้งหมด การบันทึกหรือแก้ไขข้อมูลใด ๆ แต่ละครั้ง ระบบจัดการฐานข้อมูล จะทำการตรวจสอบและยอมรับให้มีการบันทึกหรือแก้ไขข้อมูลนั้นในขอบเขตที่กำหนด

5. การจัดการสำรองข้อมูลและการกู้คืนข้อมูล (Backup and Recovery Management) ระบบจัดการฐานข้อมูล จะมีโปรแกรมหรือเครื่องมืออำนวยความสะดวกให้กับฐานข้อมูลเพื่อช่วยในการสำรองข้อมูลและการกู้คืนข้อมูล เพื่อควบคุมความปลอดภัยหรือความมั่นคงและความคงสภาพของข้อมูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

6. ภาษาที่ใช้ในการเข้าถึงฐานข้อมูลและการเชื่อมต่อกับโปรแกรมประยุกต์ระบบการจัดการฐานข้อมูลสนับสนุนหรือเลือกเส้นทางการเข้าถึงข้อมูลโดยผ่านภาษาสำหรับสอบถาม ซึ่งเป็นภาษาหรือคำสั่งเข้าใจง่ายในการค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูล

7. การควบคุมการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้หลายคน (Multi User Access Management) ระบบการจัดการฐานข้อมูลจะใช้หลักการออกแบบโปรแกรมที่เหมาะสมเพื่อให้แน่ใจว่าผู้ใช้หลายคนสามารถเข้าใช้ฐานข้อมูลพร้อมกันได้ในเวลาเดียวกัน โดยไม่ทำให้เกิดความขัดข้องของข้อมูลและข้อมูลมีความถูกต้องสมบูรณ์

8. การติดต่อสื่อสารกับฐานข้อมูล (Database Communication) ระบบการจัดการฐานข้อมูลที่ทันสมัยจะต้องสนับสนุนการใช้งานฐานข้อมูลผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเขียนคำสั่งด้วยโปรแกรมที่ทำงานบน Website เช่น Browser ของ Internet Explorer เป็นต้น

9. การพัฒนาระบบงานได้รวดเร็ว (High Productivity Tools) ระบบการจัดการฐาน ข้อมูล เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบงานได้รวดเร็วในเวลาอันสั้น ช่วยลดค่าใช้จ่ายในพัฒนาได้ แต่อาจจะไม่ลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

2.2.10 ข้อดีและข้อเสียระบบการจัดการฐานข้อมูล

ข้อดีของการระบบจัดการฐานข้อมูล

จากการจัดเก็บข้อมูลรวมกันเป็นฐานข้อมูลจะก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1. ความเป็นอิสระของโปรแกรมและข้อมูล (Program and Data Independence) เนื่องจากโปรแกรมที่ใช้ในแต่ละไฟล์ข้อมูล มักจะมีรูปแบบและรายละเอียดของข้อมูลที่เก็บภายในฐานข้อมูลเอง ข้อมูลกับโปรแกรมประยุกต์จะแยกกัน ทำให้เกิดความอิสระของโปรแกรมและข้อมูล เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในระดับใดระดับหนึ่งก็จะไม่ส่งผลกระทบต่อข้อมูลในระดับอื่น ความเป็นอิสระของโปรแกรมและข้อมูล จะเป็นการลดค่าใช้จ่ายใน การบำรุงรักษา ความเป็นอิสระของ ข้อมูลแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ

1.1 ความเป็นอิสระของข้อมูลเชิงกายภาพ (Physical Data Independence) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อมูลในระดับภายใน ไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างของข้อมูลในระดับแนวคิดหรือระดับตรรกะ เช่น การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลจากหรืออุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแบบอื่น จะไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างข้อมูลในฐานข้อมูล

1.2 ความเป็นอิสระของข้อมูลเชิงตรรกะ (Logical Data Independence) เป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อมูลในระดับแนวคิดหรือระดับตรรกะ แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างของข้อมูลในระดับภายนอก เช่น โปรแกรมจัดการข้อมูลร้านขายของสะดวกซื้อ ได้มีการปรับปรุงข้อมูลของสินค้า โดยการเพิ่มฟิลด์บางฟิลด์เข้าไปในโครงสร้างข้อมูลสินค้า จะไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

2. ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล (Minimal Data Redundancy) การจัดเก็บข้อมูลแบบแฟ้มข้อมูล ทำให้ข้อมูลประเภทเดียวกันถูกเก็บไว้ในหลายแหล่ง เพราะมีผู้ใช้หลายคน การจัดเก็บแบบนี้ก่อให้เกิดความซ้ำซ้อน การแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลทำได้ไม่สะดวก วัตถุประสงค์หลักของการจัดทำระบบฐานข้อมูลคือลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล โดยจัดเก็บข้อมูลให้รวมอยู่ในที่ ๆ เดียวกัน โดยมีความสัมพันธ์กันของแต่ละตารางที่เกี่ยวข้องกันโดยข้อมูลของระเบียนหนึ่ง ๆ จะไม่ซ้ำซ้อนในอีกตารางหนึ่ง ทำให้การปรับปรุง แก้ไข หรือการควบคุมข้อมูลกระทำได้ง่าย และสามารถแบ่งข้อมูลกันใช้ได้ระหว่างผู้ใช้หลาย ๆ คน รวมทั้งการใช้ข้อมูลเดียวกันในเวลาพร้อม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ๆ กันได้อีกด้วย ดังนั้นการที่นำข้อมูลทั้งหมดมาเก็บไว้ที่เดียวกันภายในระบบการจัดการเดียวกันจะเป็นการ “ลด” ความซ้ำซ้อนลงไปได้

3. การใช้ข้อมูลร่วมกัน (Improved Data Sharing) ระบบการจัดการฐานข้อมูล ได้ถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถแบ่งปันการใช้งาน โดยจัดเก็บข้อมูลไว้ด้วยกันที่แหล่งเดียวกัน ผู้ใช้งานหลาย ๆ คน สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันในเวลาเดียวกันได้ รายละเอียดที่แสดงจะมีเพียงบางส่วนสำหรับผู้ใช้คนหนึ่งเท่านั้น หรือข้อมูลที่แสดงนั้นมาจากตารางต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งตารางต่าง ๆ จะเก็บไว้ในแหล่งเดียวกันเพื่อใช้งานร่วมกัน ดังนั้นผู้ใช้ไม่ว่าจะอยู่ที่แผนกใด ต่างก็สามารถเข้ามาใช้ข้อมูลต่าง ๆ ในฐานข้อมูลได้

4. การใช้ข้อมูลร่วมกัน (Improved Data Sharing) ระบบการจัดการฐานข้อมูล ได้ถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถแบ่งปันการใช้งาน โดยจัดเก็บข้อมูลไว้ด้วยกันที่แหล่งเดียวกัน ผู้ใช้งานหลาย ๆ คน สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันในเวลาเดียวกันได้ รายละเอียดที่แสดงจะมีเพียงบางส่วนสำหรับผู้ใช้คนหนึ่งเท่านั้น หรือข้อมูลที่แสดงนั้นมาจากตารางต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งตารางต่าง ๆ จะเก็บไว้ในแหล่งเดียวกันเพื่อใช้งานร่วมกัน ดังนั้นผู้ใช้ไม่ว่าจะอยู่ที่แผนกใด ต่างก็สามารถเข้ามาใช้ข้อมูลต่าง ๆ ในฐานข้อมูลได้ ทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องเสมอ และระบบการจัดการฐานข้อมูลจะตรวจสอบความเป็นไปได้ของข้อมูลก่อนที่จะเก็บลงในฐานข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องตรงตามกฎเกณฑ์ ผู้ออกแบบระบบฐานข้อมูลสามารถใส่กฎเกณฑ์เพื่อควบคุมดูแลให้ข้อมูลดังกล่าวถูกต้องตามกฎเกณฑ์ และยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการพัฒนาระบบงานเนื่องจากกฎเกณฑ์ต่าง ๆ จะเก็บไว้ในฐานข้อมูล ไม่ได้เก็บไว้ในโปรแกรม

5. ความเป็นมาตรฐานเดียวกัน (Enforcement of Standards) การเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลเดียวกันจะทำให้สามารถ กำหนดมาตรฐานรวมทั้งมาตรฐานต่าง ๆ ในการจัดเก็บข้อมูล ให้เป็นไปในลักษณะเดียวกัน หรือให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลทำให้ข้อมูลนั้น ๆ นำไปใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบได้ เช่น การกำหนดรูปแบบ ให้เป็นไปในลักษณะเดียวกัน เช่น วัน/เดือน/ปี หรือ ปี/เดือน/วัน ทั้งนี้ จะมีผู้บริหารฐานข้อมูล (Database Administrator : DBA) ทำหน้าที่ในการกำหนดสิทธิการใช้งาน และเป็นผู้กำหนดมาตรฐานต่าง ๆ รวมทั้งการบังคับใช้ให้เป็นไปตามมาตรฐาน

นเรศวร มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

6. ข้อมูลมีคุณภาพมากขึ้น (Improved Data Quality) การประมวลผลในระบบฐานข้อมูล จะมีเครื่องมือ หรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องที่ทำให้ข้อมูลมีคุณภาพมากขึ้น คือ

6.1 ผู้ออกแบบฐานข้อมูล (database designers) เป็นผู้ที่สามารถกำหนดหรือบังคับใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล โดยไม่ให้ผู้ที่ไม่มีสิทธิใช้งานเข้าไปทำลายข้อมูลการจัดการดังกล่าวทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องและมีความปลอดภัยมากขึ้น

6.2 คลังข้อมูล (data warehouse) ถือเป็นแหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ที่จัดเก็บไว้เพื่อใช้ในการประกอบการตัดสินใจ ก่อนที่จะนำข้อมูลเข้าไปจัดเก็บไว้ในคลังข้อมูล จะต้องมีการคัดกรองข้อมูลก่อน ทำให้ข้อมูลที่จัดเก็บในคลังข้อมูล เป็นข้อมูลที่มีคุณภาพ ทำให้การนำเสนอข้อมูลที่ต้องการนำมาวิเคราะห์มีความชัดเจนและน่าเชื่อถือ

7. เพิ่มคุณประโยชน์ในการพัฒนาและบ ารุงรักษาโปรแกรม (Increased Productivity of Program Development and Maintenance) ข้อมูลที่จัดเก็บมักมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ทั้งการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือ รูปแบบของข้อมูล เช่น ธนาคารเดิมมีเพียงการดำเนินการในการรับฝาก-ถอนเงิน และการกู้เงินเป็นหลัก แต่ในปัจจุบันมีการดำเนินการในเรื่องของการทำธุรกรรมด้านประกันภัยเข้ามาด้วย ทำให้ต้องมีการปรับเปลี่ยนแก้ไขฐานข้อมูลไปพร้อม ๆ กับพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ดำเนินงาน

จะเห็นได้ว่าถ้าการเก็บข้อมูลใช้วิธีเก็บแบบแฟ้มข้อมูลจะมีความยุ่งยากมากในการเขียนโปรแกรมเพื่อพัฒนาหรือปรับปรุง แต่สำหรับการเก็บข้อมูลโดยวิธีแบบฐานข้อมูล การเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างข้อมูลจะเป็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในระดับความคิด เช่น การเพิ่มฟิลด์ หรือการเปลี่ยนแปลงชนิดของข้อมูลในฟิลด์ จะไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้าง การท างานของโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง ทำให้โปรแกรมเมอร์สามารถที่จะทำการแก้ไขปรับปรุงหรือพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติม โดยไม่ต้องกังวลกับการออกแบบข้อมูล

ข้อเสียของระบบฐานข้อมูล

1. ต้นทุนระบบจัดการฐานข้อมูลมีราคาสูง (Cost of DBMS) ต้นทุนจากการนำระบบจัดการฐานข้อมูลมาใช้ จะขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ราคาของระบบจัดการฐานข้อมูล จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนเครื่องลูกข่ายที่ให้บริการ ระบบฐาน ข้อมูลขนาดใหญ่จะมีค่าใช้จ่ายในการการซ่อมบำรุงรักษามากกว่าระบบฐานข้อมูลขนาดเล็ก รวมทั้งฮาร์ดแวร์ ซอฟท์แวร์ที่ใช้ในการจัดการระบบฐานข้อมูล ค่าจ้างบุคลากร ในการปฏิบัติงาน เป็นต้น

2. ความซับซ้อน (Complexity) การทำงานของระบบจัดการฐานข้อมูลมีความซับซ้อนมากกว่าการจัดการข้อมูลแบบแฟ้มข้อมูล ยิ่งฐานข้อมูลมีขนาดใหญ่ การวิเคราะห์ การออกแบบและการใช้งานก็จะมีความยุ่งยากและซับซ้อนมากขึ้นตามไปด้วย

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3. ผลกระทบต่อความเสียหายสูง (Higher Impact of a Failure) ฐานข้อมูลมีการทำงานแบบศูนย์กลาง (Centralize Database) คือข้อมูลจัดเก็บรวมไว้ที่เดียวกัน หากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น จะทำให้การทำงานของระบบหยุดชะงัก อาจจะทำให้สูญเสียข้อมูลทั้งหมดในฐานข้อมูล ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถเข้ามาใช้ข้อมูลในขณะนั้นได้ ดังนั้นการจัดทำฐานข้อมูลที่ดีจึงต้องมีการสำรองข้อมูลไว้เสมอ

4. ขนาดความจุเพิ่มขึ้น (Increased Size) ระบบจัดการฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูง ความซับซ้อนของระบบจัดการฐาน ข้อมูลนั้นก็จะมีความซับซ้อนมากขึ้นตามไปด้วย เช่น ต้องการขนาดของ ฮาร์ดดิสก์ใน

การติดตั้งระบบจัดการฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ขึ้น รวมถึงความต้องการใช้ขนาดของแรม เพิ่มขึ้นตามไปด้วย เป็นต้น

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Popoola et al., (2018) “**Use of networks of low cost air quality sensors toquantify air quality in urban settings**” ได้ศึกษาการใช้เครือข่ายของเซนเซอร์ต้นทุนต่ำเพื่อวัดคุณภาพอากาศ ได้ศึกษาและวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นในอากาศด้วยเซนเซอร์ตรวจวัดฝุ่นละออง โดยทาการติดตั้งเซ็นเซอร์ต้นทุนต่ำสาหรับตรวจวัดมลพิษโดยรอบสนามบิน London Heathrow Airport (LHR)เพื่อแยกแยะการปล่อยมลพิษบริเวณนั้นและจากนั้นก็นำข้อมูลที่ได้มาทำแบบจาลองคุณภาพอากาศ และมีการทำนายผลกระทบในอนาคต ผลจากงานวิจัยคือการแยกความแตกต่างระหว่างปริมาณในพื้นที่กับพื้นที่รอบนอกซึ่งมีความแตกต่างกัน ปริมาณที่วัดได้จากพื้นที่รอบนอกซึ่งมีการสัญจรของรถบนท้องถนนมีค่ามากกว่าพื้นที่ภายในสนามบิน

HanGyeol Song et al., (2023) “**Estimating vehicular emission factors and vehicle-induced turbulence: Application of an air quality sensor array for continuous multipoint monitoring in a tunnel**” ได้ศึกษาการใช้โหนดตรวจวัดคุณภาพอากาศ (ติดตั้งสารมลพิษ (NO, NO 2 , CO และ PM 2.5) เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้น) ถูกนำไปใช้งานที่ตำแหน่งเจ็ดแห่งภายในอุโมงค์ถนนสำหรับการตรวจสอบการปล่อยมลพิษจากการจราจรแบบหลายจุดอย่างต่อเนื่อง ในขณะเดียวกัน วัดความปั่นป่วนในอุโมงค์ด้วยเครื่องวัดความเร็วลม 3 มิติที่กลางอุโมงค์เพื่อประเมินความปั่นป่วนที่เกิดจากยานพาหนะ (VIT) ปัจจัยการปล่อยมลพิษ (EFs) ของสารมลพิษทั้งหมดที่ประเมินจากการวัดแบบสองจุดแบบดั้งเดิมนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างคู่ของตำแหน่งการวัดที่เลือกโดยพลการ (โดยมีช่วง 53–193% เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย) การค้นพบนี้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการเฝ้าติดตามแบบหลายจุดเพื่อการประมาณค่า EF ที่สามารถสรุปได้ทั่วไปมากขึ้น ผลลัพธ์ของเราบ่งชี้ว่าการติดตั้งอาร์เรย์เซ็นเซอร์ในอุโมงค์สามารถเปิดใช้งานการตรวจสอบหลายจุดอย่างต่อเนื่องในระยะยาวสำหรับมลพิษที่เกี่ยวข้องกับการจราจรด้วยทรัพยากรที่จำกัด คำอธิบายหนึ่งที่เป็นไปได้สำหรับความไม่สอดคล้องกันนี้คือการประเมินตัวปล่อยสูงต่ำเกินไปในคลังการปล่อยมลพิษ นอกจากนี้ เรายังประเมิน VIT เป็นฟังก์ชันของอัตราการไหลของการจราจรทั้งหมดและเศษส่วนของรถดีเซลที่ใช้งานหนักในกองเรือ เราคาดว่าผลลัพธ์ของเราจะถูกใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้าสำหรับแบบจำลองคุณภาพอากาศในท้องถิ่นและภูมิภาค ซึ่งสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของแบบจำลองได้ นอกจากนี้ เรายังคาดหวังว่าการตรวจสอบมลพิษทางอากาศอย่างต่อเนื่องในระยะยาวในอุโมงค์ที่มีโหนดเซ็นเซอร์หลายโหนดจะช่วยประเมินประสิทธิภาพของนโยบายการลดมลพิษทางอากาศโดยการติดตามการเปลี่ยนแปลงของการปล่อยมลพิษจากการจราจร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

I. Heimann et al., (2015) “**Source attribution of air pollution by spatial scale separation using high spatial density networks of low cost air quality sensors**”ได้ศึกษาการดำเนินการระบุแหล่งที่มาโดยละเอียดสำหรับการประเมินคุณภาพอากาศ จำเป็นต้องแยกแยะการก่อมลพิษที่เกิดขึ้นจากการปล่อยมลพิษในท้องถิ่นออกจากแหล่งที่มาของการปล่อยมลพิษนอกท้องถิ่นหรือภูมิภาค บ่อยครั้งที่ต้องใช้แบบจำลองที่ซับซ้อนและวิธีการผกผัน ความรู้หรือข้อสันนิษฐานก่อนหน้านี้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่เป็นมลพิษ ในบทความนี้ เราแสดงให้เห็นว่าการวัดความหนาแน่นเชิงพื้นที่สูงและการตอบสนองที่รวดเร็วจากเครือข่ายเซ็นเซอร์ต้นทุนต่ำอาจช่วยให้การแยกนี้ง่ายขึ้นได้อย่างไร นำเสนอแนวทางการตรวจวัดอย่างหมดจดเพื่อแยกระดับมลพิษพื้นฐาน (เส้นฐาน) จากการตรวจวัด โดยใช้ประโยชน์จากความถี่สัมพัทธ์ที่แตกต่างกันของการเปลี่ยนแปลงมลพิษในท้องถิ่นและพื้นหลัง บทความนี้แสดงให้เห็นว่าหากมีการตรวจวัดคุณภาพอากาศในเชิงพื้นที่และเชิงพื้นที่สูง การมีส่วนร่วมที่แตกต่างกันในระดับมลพิษทั้งหมด ได้แก่ สัญญาณระดับภูมิภาคตลอดจนแหล่งที่มาในพื้นที่ใกล้และไกลสามารถวัดได้ ประโยชน์ของการใช้การสังเกตการณ์ ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงซึ่งให้บริการโดยเครือข่ายเซ็นเซอร์ต้นทุนต่ำ อยู่ในข้อเท็จจริงที่ว่าไม่จำเป็นต้องมีสมมติฐานล่วงหน้าเกี่ยวกับระดับมลพิษที่ไซต์การติดตั้งใช้งานแต่ละแห่ง วิธีการที่เรานำเสนอในที่นี้ใช้การวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) นำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง รวมถึงสปีชีส์ของก๊าซเพิ่มเติมและการวัดที่ได้รับโดยใช้เครือข่ายอ้างอิง แม้ว่าจะมีการศึกษาในลักษณะเดียวกันนี้ แต่นี่เป็นการศึกษาครั้งแรกที่ใช้เครือข่ายที่ความหนาแน่นนี้ หรือใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์ที่มีต้นทุนต่ำ

Amirhossein Hassani et al., (2023) “**Citizen-operated mobile low-cost sensors for urban PM2.5 monitoring: field calibration, uncertainty estimation, and application**”ได้ทำการศึกษาการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างแบบคงที่หรือการทดสอบระหว่างจักรยานเพื่อประเมินประสิทธิภาพของชุดเซ็นเซอร์ Snifferbike ในการวัด PM2.5 กลางแจ้ง (ฝุ่นละออง < 2.5 ไมครอน) เราสร้างเครือข่ายเซ็นเซอร์ Snifferbike ที่ดำเนินการโดยพลเมืองในเมืองคริสเตียนแซนด์ ประเทศนอร์เวย์ และสอบเทียบการวัดโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อประเมินความเข้มข้นของ PM 2.5ตามถนนในเมือง นอกจากนี้ เรายังเสนอวิธีการประเมินจำนวนการวัดค่า PM 2.5 ขั้นต่ำ ที่จำเป็นสำหรับแต่ละส่วนของถนนเพื่อให้มั่นใจว่าเป็นตัวแทนของข้อมูล ตำแหน่งร่วมของชุดอุปกรณ์ Snifferbike สามชุด (Sensirion SPS30) ที่สถานีตรวจสอบ พบRMSD ที่ 7.55 μg m −3 เราประมาณว่า การเพิ่มความเร็วของจักรยานยนต์หนึ่ง km h −1 จะเพิ่ม 0.03 - 0.04 μg m −3 ให้กับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ การวัด ค่า PM 2.5ของ Snifferbike เราประเมินว่าต้องมีการวัดอย่างน้อย 27 ครั้งต่อส่วนถนน (50 ม. ที่นี่) หากข้อมูลกระจายเพียงพอเมื่อเวลาผ่านไป เราขอแนะนำให้ปรับเทียบเซ็นเซอร์เคลื่อนที่เมื่อตรงกับสถานีตรวจสอบอ้างอิง

Yanan Liu et al., (2023) **“Fine particulate matter (PM2.5) induces inhibitory memory alveolar macrophages through the AhR/IL-33 pathway”**ได้ทำการศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละออง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

ขนาดเล็ก (PM2.5) ลดลงในทศวรรษที่ผ่านมา ผลเสียของการสัมผัส PM2.5 เฉียบพลันต่อโรคระบบทางเดินหายใจเป็นที่ทราบกันดี ในการสำรวจผลกระทบระยะยาวของการสัมผัส PM2.5 ต่อโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (COPD) หนูทดลองสัมผัสกับ PM2.5 เป็นเวลา 7 วันและพักเป็นเวลา 21 วัน ตามด้วยการทดสอบ lipopolysaccharide (LPS) และ porcine pancreatic elastase (อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล). โดยไม่คาดคิด การสัมผัส PM2.5 และการพักผ่อนช่วยบรรเทาความรุนแรงของโรคและการตอบสนองต่อการอักเสบของทางเดินหายใจในหนูที่มีอาการปอดอุดกั้นเรื้อรัง แม้ว่าการสัมผัส PM2.5 แบบเฉียบพลันจะเพิ่มการอักเสบของทางเดินหายใจ แต่การพักเป็นเวลา 21 วันกลับทำให้การตอบสนองการอักเสบของทางเดินหายใจกลับ ซึ่งสัมพันธ์กับการเหนี่ยวนำของหน่วยความจำ alveolar macrophages ที่ยับยั้งทำนองเดียวกัน สารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) ในการสัมผัส PM2.5 และการพักผ่อนจะลดการอักเสบของปอด พร้อมด้วยการยับยั้งหน่วยความจำ AMs เมื่อ AMs หมดลง การอักเสบของปอดก็รุนแรงขึ้น PAHs ใน PM2.5 ส่งเสริมการหลั่งของ IL-33 จากเซลล์เยื่อบุผิวทางเดินหายใจผ่านทาง aryl hydrocarbon receptor (AhR)/ทางเดิน ARNT การจัดลำดับ mRNA ความเร็วสูงเผยให้เห็นว่าการสัมผัส PM2.5 และส่วนที่เหลือเปลี่ยนแปลงโปรไฟล์ mRNA ใน AMs อย่างมาก ซึ่งได้รับการช่วยเหลือส่วนใหญ่ใน IL-33 – / – หนู โดยรวมแล้ว ผลลัพธ์ของเราบ่งชี้ว่า PM2.5 อาจบรรเทาการอักเสบของปอด ซึ่งถูกสื่อกลางโดยการยับยั้ง AMs ที่ผ่านการฝึกอบรมผ่านการผลิต IL-33 จากเซลล์เยื่อบุผิวผ่านทาง AhR/ARNT เราให้เหตุผลว่า PM2.5 มีบทบาทซับซ้อนในโรคระบบทางเดินหายใจ

นิพัทธ์ จงสวัสดิ์, อนุชา ตุงคัษฐาน (2022) **“การพัฒนาอุปกรณ์วัดคุณภาพอากาศแบบเคลื่อนที่และระบบติดตามบนคลาวด์แบบเวลาจริง”**ได้ทำการศึกษาพัฒนาชุดอุปกรณ์วัดคุณภาพอากาศแบบเคลื่อนที่ที่มีขนาดเล็กที่สามารถวัดข้อมูลคุณภาพอากาศและค่าก๊าซต่าง ๆ ได้อย่างแม่นยำ สามารถพกพาไปกับรถยนต์หรือหน่วยเคลื่อนที่ได้ สามารถวัดข้อมูลคุณภาพอากาศในพื้นที่เฉพาะจุดและรายงานข้อมูลได้แบบเวลาจริง ผ่านเครือข่ายไร้สายไปยังระบบคลาวด์ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลคุณภาพอากาศที่วัดได้จากในพื้นที่ที่เจาะจง พื้นที่ที่มีความเสี่ยงมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์ที่มีมาตรฐาน พัฒนาระบบทั้งส่วน Front-End และ Back-End ที่รองรับการจัดเก็บข้อมูล การเชื่อมต่อข้อมูลและการแสดงผลข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นการพัฒนาทั้งระบบที่เป็นข้อแตกต่างจากงานวิจัยอื่นที่ผ่านมา ระบบที่พัฒนานี้มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับสถานีวัดคุณภาพอากาศที่มีมาตรฐาน และรองรับการนำใช้ประโยชน์ด้าน (1) การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านภูมิอากาศ (2) พัฒนาแพลตฟอร์มข้อมูลเปิดสำหรับการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน และ (3) ส่งเสริมระบบสาธารณสุขของประเทศ

พัชรินทร แก้วคุณ , พรพรรณ สกุลคู (2021) **“การหาความสัมพันธ์ปริมาณความเข้มข้น PM2.5 ของเครื่องวัดคุณภาพอากาศแบบเรียลไทม์กับเครื่องมือมาตรฐาน”**การวิจัยนี้หาความสัมพันธ์ระหว่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

เครื่องวัดคุณภาพอากาศแบบเรียลไทม์ (CKDPM) กับเครื่องมือมาตรฐาน โดยเครื่องมือทั้งคู่ใช้หลักการกระเจิงแสง (Light scattering) ซึ่งเครื่องมือมาตรฐานที่ใช้อ้างอิงคือ Dust Trak 8533 ในการเก็บตัวอย่างปริมาณความเข้มข้นของ PM2.5 ใน 3 สถานที่ ได้แก่ บริเวณคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น บริเวณสถานีตำรวจภูธร อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น และบริเวณโรงงานน้ำตาลแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น เก็บตัวอย่าง 12 วัน โดยทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 30 นาที ตั้งแต่เวลา 8.00 น. ถึง 8.00 น. ของอีกวัน วันละ 24 ชั่วโมง พบว่าการอ่านค่า PM2.5 โดยเครื่องวัดคุณภาพอากาศแบบเรียลไทม์ (CKDPM) กับเครื่อง Dust Trak 8533 ในแต่ละสถานที่มีความสัมพันธ์กันอย่างสูงโดยมีค่า r เท่ากับ 0.9350, 0.9347, และ 0.8711 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณความเข้มข้นที่ได้จากเครื่องวัดคุณภาพอากาศแบบเรียลไทม์ (CKDPM) มีค่าต่ำกว่าเครื่อง Dust Trak 8533 แต่อย่างไรก็ตามเครื่องมือทั้งสองที่ทำการติดตั้งคู่กันมีความสัมพันธ์กันอย่างสูงร้อยละ 93 ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการทำนายปริมาณความเข้มข้นที่ได้จากเครื่องวัดคุณภาพอากาศแบบเรียลไทม์ (CKDPM) โดยใช้สมการถดถอยอย่างง่าย (Simple Linear Regression) พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของ PM2.5 ที่ได้จากเครื่อง CKDPM ที่เพิ่มขึ้น 1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณความเข้มข้นของ PM2.5 ที่ได้จากเครื่อง Dust Trak 8533 เพิ่มขึ้น 2.354646 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความแม่นยำของปริมาณความเข้มข้นที่ได้จากเครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบเรียลไทม์ (CKDPM) มีค่าความเข้มข้นของ PM2.5 ใกล้เคียงกับเครื่อง Dust Trak 8533

วรงค์ บุญเชิดชู, อนุชัย ถนอมสินรัตน์ (2022) **“การพัฒนากระบวนการแก้ไขความถูกต้อง สำหรับเซ็นเซอร์วัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5) ต้นทุนต่ำ”** ได้ทำการศึกษาการพัฒนากระบวนการแก้ไขความถูกต้องของเซ็นเซอร์วัดฝุ่นละอองขนาดเล็กต้นทุนต่ำ โดยใช้แบบจำลองหาอัตราการดูดความชื้นควบคู่กับการใช้สมการถดถอยแบบโพลีโนเมียลลำดับที่ 4 ทำการเก็บข้อมูลรายชั่วโมง 571 ชุด จากการวัดค่าด้วยเซ็นเซอร์ต้นทุนต่ำรุ่น PMS5003 และรุ่น SDS021 อย่างละ 2 ตัว แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าจากเครื่องมือวัดที่ผ่านการรับรองมาตรฐานรุ่น MetOne BAM 1020 และ Teledyne Beta Plus 620 ผลการวิจัยพบว่า PMS5003 ทำงานใกล้เคียงกับเครื่องมือวัดที่ผ่านการรับรองมากกว่า SDS021 ข้อจำกัดการวัด คือต้องมีระดับความเข้มข้นฝุ่นไม่น้อยกว่า 15 µg/m3 การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของเซ็นเซอร์ใช้ค่า Mean Absolute Error (MAE) พบว่า MAE ก่อนแก้ไขของ PMS5003 และ SDS021 คือ 20.3 และ 11.1 ตามลำดับ ค่า MAE ลดลงอย่างมากหลังปรับแก้ด้วยโมเดลของ Petters and Kreidenweis โดยมีค่า 10.5 และ 7.5 และค่า MAE มีค่าหลังปรับแก้ด้วยโมเดล Crilley คือ 9.24 และ 10.9 ตามลำดับ การใช้การวิเคราะห์ถดถอยแบบโพลีโนเมียลลำดับที่ 4 เพื่อเพิ่มค่าความถูกต้องของการวัดจากเซ็นเซอร์ โดยค่าของ Root Mean Square Error (RMSE) สะท้อนผลการทดสอบจากการใช้โมเดล Petters ได้ผลลัพธ์ดีกว่าโมเดล Crilley คือ 8.312 และ 9.256 ตามลำดับ นำมาสร้างสมการปรับแก้ค่าการวัดฝุ่นโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของโพลีโนเมียลลำดับที่ 4 มาใช้ และนำมาใช้กับต้นแบบสถานีวัดความเข้มข้นฝุ่นขนาดเล็กด้วยเซ็นเซอร์ PMS5003 และแสดงให้เห็นว่ามีการทำงานสอดคล้องกับเครื่องมือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

วัดที่ผ่านการรับรอง และมีความแม่นยำของการวัดเพิ่มสูงขึ้นด้วย ผลลัพธ์ดังกล่าวจึงสามารถนำไปช่วยในการพัฒนาการวัดของเครื่องวัดฝุ่นขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพได้

ดอนสัน ปงผาบ, Pakorn Santakij (2021) **"เครื่องวัดฝุ่น PM2.5 แจ้งเตือนทางแอพพลิเคชันไลน์"** ได้ทำการศึกษาการสร้างเครื่องวัดฝุ่น PM 2.5 และมีการแจ้งเตือนผลผ่านทางแอพพลิเคชันไลน์หลักการทำงานของเครื่องจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO เป็นตัวควบคุมการอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM 2.5 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ ในส่วนของการแจ้งเตือนจะแสดงบนจอแสดงผลและแจ้งเตือนเป็นสถานะไฟกระพริบสีเขียว สีเหลืองและสีแดง เพื่อให้สามารถแจ้งเตือนและมองเห็นในระยะไกลได้ จากนั้นจะส่งค่าปริมาณฝุ่นที่วัดได้ให้กับ NodeMCUesp8266 เพื่อแจ้งเตือนปริมาณฝุ่นทางแอพพลิเคชันไลน์ตามเวลาที่กำหนดหรือเมื่อมีปริมาณฝุ่นในอากาศเกินค่ามาตรฐานความปลอดภัยคือ 100 ไมครอนหรือไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยใช้เซ็นเซอร์วัดฝุ่นแบบเลเซอร์รุ่น PMS5003 หลักการวัดปริมาณฝุ่นจะมีพัดลมขนาดเล็กดูดอากาศเข้ามาในตัวเซ็นเซอร์แล้วฉายแสงเลเซอร์ผ่านอนุภาคฝุ่นในอากาศ เมื่อแสงเลเซอร์กระทบกับฝุ่นทำให้แสงเกิดการกระเจิงจึงสามารถวัดปริมาณของละอองฝุ่นได้โดยสามารถวัดฝุ่นขนาด PM 1.0 PM 2.5 และ PM 10 ได้ในชุดเดียวกันมีหน่วยวัดเป็นไมครอน ซึ่งเซ็นเซอร์วัดฝุ่นใช้เวลาในการตรวจวัดน้อยกว่า 3 วินาที มีความละเอียดในการวัดอนุภาคที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางที่มากกว่า 0.5 ไมครอน มีประสิทธิภาพ 98% ในช่วงการวัด 0-500 ไมครอน จากการทดสอบและติดตั้งในอาคารฝึกปฏิบัติการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง เครื่องวัดฝุ่นแจ้งเตือนทางแอพพลิเคชันไลน์สามารถใช้งานได้จริงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้คือสามารถวัดค่าฝุ่น PM 2.5 ได้สามารถแจ้งเตือนทางแอพพลิเคชันไลน์และสามารถมองเห็นสัญญาณไฟเตือนในระยะไกลได้ถึง 20 เมตร โดยมีผลการวัดปริมาณฝุ่นเทียบกับเครื่องวัดฝุ่นของ Dust Boy ได้ค่าที่ใกล้เคียงกันไปในทิศทางเดียวกันและมีค่าผิดพลาดประมาณ 4.09%

นงเยาว์ สอนจะโปะ (2021) **"การศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้องและแม่นยำของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิสภาพอากาศ สำหรับงาน IoT ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน"** การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้องและแม่นยำของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิสภาพอากาศสำหรับงาน IoT ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน วิธีดำเนินงานวิจัยใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์จำนวน 8 ชนิด ได้แก่ DHT11, DHT12, DHT21/AM2301, DHT22, DHT22/AM2302, DS3231, LM35, MLX90614 มาทดสอบโดยใช้งานร่วมกับบอร์ด NodeMCU ESP8266 และเขียนโค้ดด้วยภาษา C เพื่อหาผลลัพธ์ และนำไปทดสอบในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ระหว่างพื้นที่ปิดคือห้องเซิร์ฟเวอร์มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี และพื้นที่โล่งแจ้ง ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบการตรวจจับอุณหภูมิของเซ็นเซอร์แต่ละชนิดในห้องเซิร์ฟเวอร์จะเปรียบเทียบกับเครื่องวัดอุณหภูมิภายในห้องเซิร์ฟเวอร์ ส่วนการตรวจจับอุณหภูมิในพื้นที่โล่งแจ้งใช้เปรียบเทียบค่ากับเครื่องวัดอุณหภูมิ Hetaida รุ่น HTD8808E เพื่อเทียบเคียงความถูกต้องและแม่นยำในการตรวจจับอุณหภูมิของเซ็นเซอร์ที่นำมาทดสอบ พบว่าการตรวจจับอุณหภูมิในพื้นที่ห้องปิดคือห้องเซิร์ฟเวอร์ของมหาวิทยาลัย ศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี อุปกรณ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

เซ็นเซอร์ที่ตรวจจับอุณหภูมิได้ถูกต้องและแม่นยำกว่าชนิดอื่นคือ DHT11 มีความถูกต้องและแม่นยำคิดเป็นร้อยละ 98.11 และมีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 0.4 ° C และการทดสอบการตรวจจับอุณหภูมิในพื้นที่โล่งแจ้ง พบว่า เซ็นเซอร์ที่ตรวจจับอุณหภูมิได้ถูกต้องและแม่นยำกว่าชนิดอื่นมี 2 ชนิด ได้แก่ DHT11 และ DS3231 ให้ค่าความถูกต้องและแม่นยำคิดเป็นร้อยละ 98.22 มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 0.5 ° C และผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยสรุปได้ว่า อุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิที่ให้ค่าความถูกต้องและแม่นยำเมื่อนำมาตรวจจับอุณหภูมิในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ยังสามารถตรวจจับอุณหภูมิได้ถูกต้องและแม่นยำเหมือนเดิม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่3

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานในการพัฒนาระบบเซนเซอร์ตรวจวัดสภาพอากาศสำหรับการประเมินระบบการตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรสามารถแบ่งเป็นสามส่วนดังนี้ ส่วนที่หนึ่ง คือ การพัฒนาระบบเซนเซอร์โดยใช้ภาษา PHP โดยเริ่มต้นด้วยการเตรียมเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจวัดสภาพอากาศและเชื่อมต่อเซนเซอร์กับระบบคอมพิวเตอร์หรือเซิร์ฟเวอร์ของมหาวิทยาลัยเพื่อส่งข้อมูลสภาพอากาศไปยังระบบฐานข้อมูล จากนั้นใช้ภาษา PHP เพื่อเชื่อมต่อระบบเซนเซอร์กับระบบฐานข้อมูลบน PhpPgAdmin โดยจะต้องมีการเชื่อมต่อฐานข้อมูล (database connection) เพื่อบันทึกข้อมูลที่เซนเซอร์ตรวจวัดได้ เมื่อเสร็จแล้วทำการสร้างหน้าเว็บเพจโดยใช้ภาษา HTML เพื่อแสดงข้อมูลที่วัดได้จากเซนเซอร์ และส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล ส่วนที่สอง คือ การพัฒนาระบบแสดงผลข้อมูล Real-Time Dashboard และ Web Map Application จะทำการสร้าง Real-Time Dashboard เพื่อแสดงข้อมูลสภาพอากาศที่ได้จากเซนเซอร์ในรูปแบบเรียลไทม์ (real-time) ซึ่งสามารถใช้ภาษา JavaScript หรือไลบรารีและเครื่องมือที่เหมาะสมเพื่อแสดงข้อมูลในรูปแบบกราฟและสร้าง Web Map Application เพื่อแสดงข้อมูลสภาพอากาศบนแผนที่ออนไลน์ ส่วนที่สาม คือ การนำข้อมูลที่วัดได้จากเซนเซอร์ไปประมาณค่าเชิงพื้นที่ โดยนำข้อมูลที่เซนเซอร์ตรวจวัดได้จากฐานข้อมูลซึ่งเก็บอยู่บน PhpPgAdmin นำวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Inverse Distance Weighting (IDW)) เพื่อประมาณค่าสภาพอากาศในพื้นที่ที่ไม่มีข้อมูลเซนเซอร์ จากนั้นแสดงผลลัพธ์ที่ประมาณค่าเชิงพื้นที่ในรูปแบบกราฟหรือแผนผังบน Real-Time Dashboard หรือแผนที่ออนไลน์ Web Map Application

3.1 การทดสอบจากบอร์ด ESP32 DEVKIT V1 / NodeMCU

3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.2 การพัฒนาระบบเซนเซอร์

3.1.3 การออกแบบฐานข้อมูล

3.1.4 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล

3.2 การทดสอบจาก LoRa Gateway

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.2 การพัฒนาระบบเซนเซอร์

3.2.3 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

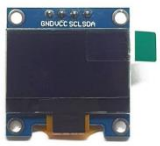
3.3 การพัฒนาระบบแสดงผลข้อมูล Real-Time Dashboard และ Web Map Application

3.1 การทดสอบจากบอร์ด ESP32 DEVKIT V1 / NodeMCU

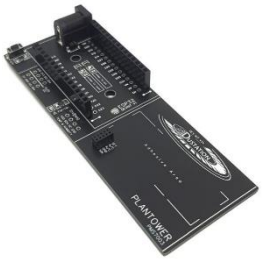
3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.1.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ตารางที่ 2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ภาพ	ชื่อ	รายละเอียด	ราคา (บาท)
	โมดูล PMS7003 Laser Dust Sensor วัดฝุ่น PM2.5 และคุณภาพอากาศ	อุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ถูกออกแบบมาเพื่อวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ๆ ในอากาศ โดยเฉพาะยิ่ง PM2.5 (Particulate Matter 2.5) ซึ่งเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็กมากที่มีขนาดน้อยกว่า 2.5 ไมครอน (ไมครอนคือหน่วยวัดขนาดละอองขนาดเล็กมาก 1/1000 มิลลิเมตร) และ PM10 (Particulate Matter 10) ที่มีขนาดน้อยกว่า 10 ไมครอน	720
	ESP32 DEVKIT V1 / NodeMCU	เป็นบอร์ดพัฒนาและเป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาโปรเจคที่ใช้ชิพ ESP32 ที่เป็นโมดูลการสื่อสารไร้สายและควบคุมที่สามารถเชื่อมต่อกับ Wi-Fi และ Bluetooth ได้พร้อมกัน	210
	OLED Display Module 0.96″ 128 × 64 px IIC SSD1306	เป็นโมดูลหน้าจอแสดงผล OLED (Organic Light-Emitting Diode) ที่มีขนาด 0.96 นิ้วและความละเอียด 128x64 พิกเซล โมดูลนี้มาพร้อมกับชิพควบคุม SSD1306 ซึ่งเป็นชิพควบคุม OLED แบบ I2C (Inter-Integrated Circuit) ที่ช่วยในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์หรือบอร์ดพัฒนาโดยใช้สายสัญญาณเดียวเท่านั้น	120

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights

	Dustation Dev Kit V1.4 บอร์ดพัฒนาชุดวัดคุณภาพอากาศ	บอร์ดพัฒนาที่ออกแบบมาเพื่อช่วยในการพัฒนาและทดสอบระบบวัดคุณภาพอากาศ โดยเฉพาะการวัดคุณภาพอากาศเชิงสิ่งแวดล้อมเช่น คุณภาพอากาศที่เป็นมลพิษ, ฝุ่นละออง, ความชื้น, อุณหภูมิ, และค่าความดันในอากาศ ส่วนมาก Dustation Dev Kit V1.4 จะมีคุณสมบัติต่อการเชื่อมต่อสื่อสารไร้สายเช่น Wi-Fi เพื่อส่งข้อมูลคุณภาพอากาศไปยังระบบออนไลน์หรือการเก็บข้อมูล	270
	AM2302/DHT22 Digital	เป็นเซนเซอร์ความชื้นและอุณหภูมิแบบดิจิทัล (Digital Humidity and Temperature Sensor) ที่ใช้สำหรับการวัดความชื้นและอุณหภูมิในสภาพแวดล้อม เป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์ในแอพลิเคชันที่ต้องการวัดและตรวจวัดสภาพอากาศภายในอุปกรณ์หรือสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ	165
	DC-JACK 5.5x2.1mm	แจ็คแบบเอกซ์เทอนสำหรับการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง (Direct Current - DC) เข้ากับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ซึ่งมักใช้เพื่อให้ไฟเข้าสู่อุปกรณ์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	6
	Power supply 12V 2A 24W	อุปกรณ์หรืออแดปเตอร์ที่ให้แรงดันไฟฟ้า (Voltage) ที่ระดับ 12 โวลต์ (12V) และกระแสไฟฟ้า (Current) ที่ระดับ 2 แอมป์ (2A) ซึ่งรวมถึงกำลังไฟฟ้า (Power) ทั้งหมดที่ระดับ 24 วัตต์ (24W) คุณสมบัตินี้เป็นค่าที่ระบุขนาดของกำลังไฟฟ้าที่อุปกรณ์สามารถให้ได้	165

Copyright by Naresuan University All rights

	ตู้พลาสติกกันน้ำ	ตู้ที่ทำจากวัสดุพลาสติกหรือพลาสติกชนิดพิเศษที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันน้ำเข้าสู่ภายในตู้ หรือป้องกันภายในตู้จากความเสียหายที่เกิดจากน้ำ การป้องกันน้ำเป็นสิ่งสำคัญในการปกป้องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์, อุปกรณ์ไฟฟ้า, หรือสิ่งของอื่น ๆ ภายในตู้	75

3.1.1.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์

1. Arduino IDE

2. PhpPgAdmin

3. Visual Studio Code

4. Node-red

5.pgAdmin4

3.1.1.3 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. อุณหภูมิ

2. ความชื้น

3. ฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 (PM 2.5)

3.1.2 การพัฒนาระบบเซนเซอร์

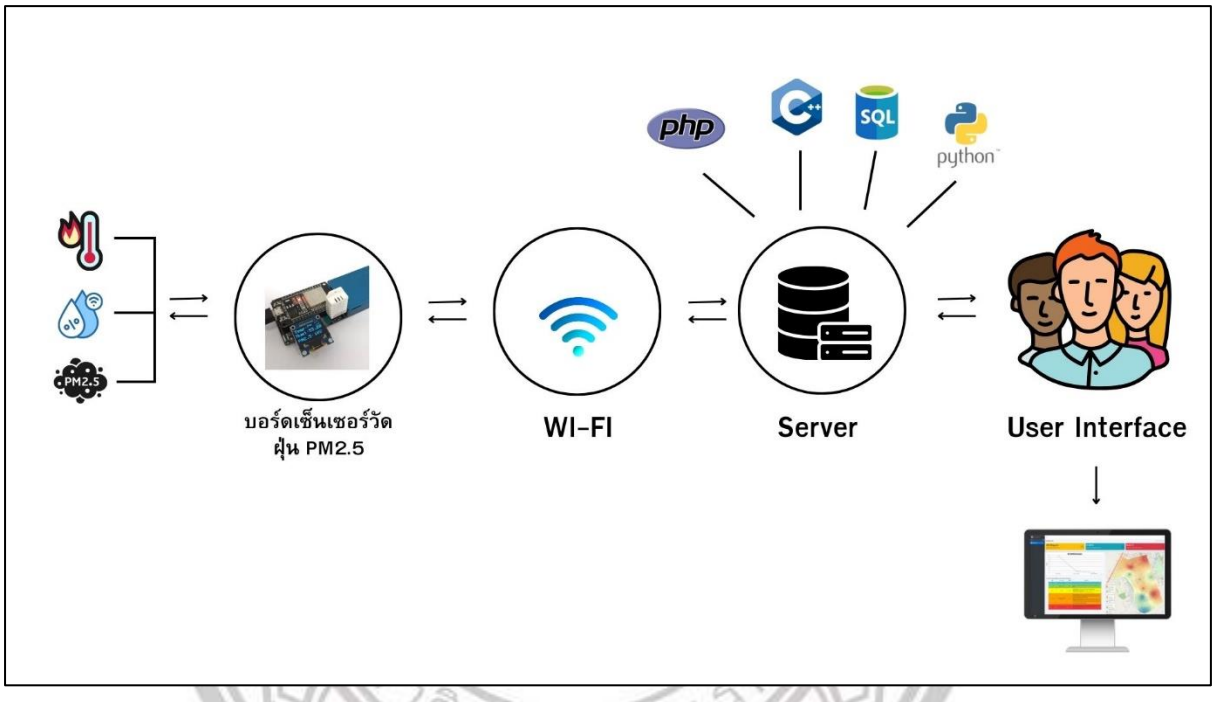
3.1.2.1. การออกแบบและหลักการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพอากาศ

การออกแบบอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพอากาศสำหรับการประเมินและติดตามคุณภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งเป็นการออกแบบสำหรับการตรวจวัดและติดตามตามเวลาจริงโดยใช้เทคโนโลยีเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย โดยส่วนของอุปกรณ์ตรวจวัดประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำหน้าที่รับค่าจากเซนเซอร์ต่างๆ ซึ่งสามารถส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สาย โดยผู้ใช้สามารถติดตามผลการตรวจวัดของแต่ละเซนเซอร์แต่ละชนิดได้จากระบบแสดงผลข้อมูลสภาพอากาศในรูปแบบ Real-Time Dashboard ร่วมกับระบบแผนที่ออนไลน์ Web Map Application

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.1.2.2. การออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัด

การออกแบบอุปกรณ์เซนเซอร์จำนวนหลายตัวที่ใช้ในการตรวจวัดคุณภาพอากาศ และติดตามผลแบบ Real – Time ร่วมกับระบบแผนที่ออนไลน์ Web Map Application โดยสามารถแสดงรูปแบบ ดังรูปที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 การพัฒนาระบบเซนเซอร์โดยใช้บอร์ด ESP32 DEVKIT V1 / NodeMCU

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.1.2.3. รูปแบบการต่อวงจรเซนเซอร์

ภาพที่ 3.2 รูปแบบการต่อวงจรเซนเซอร์

3.1.2.4. ชุดคำสั่งข้อมูล

ขั้นตอนแรกในการจัดการกับการทำงานของเซนเซอร์คือโปรแกรม Arduino IDE ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับเขียนภาษา C เพื่อกำหนดคำสั่งเงื่อนไขในการทำงานให้กับเซนเซอร์ด้วยการอัพโหลดคำสั่งที่เขียนไปยังตัวเซนเซอร์ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ไลบรารี่ที่ใช้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 3 ไลบรารี่ที่ต้องทำการติดตั้ง

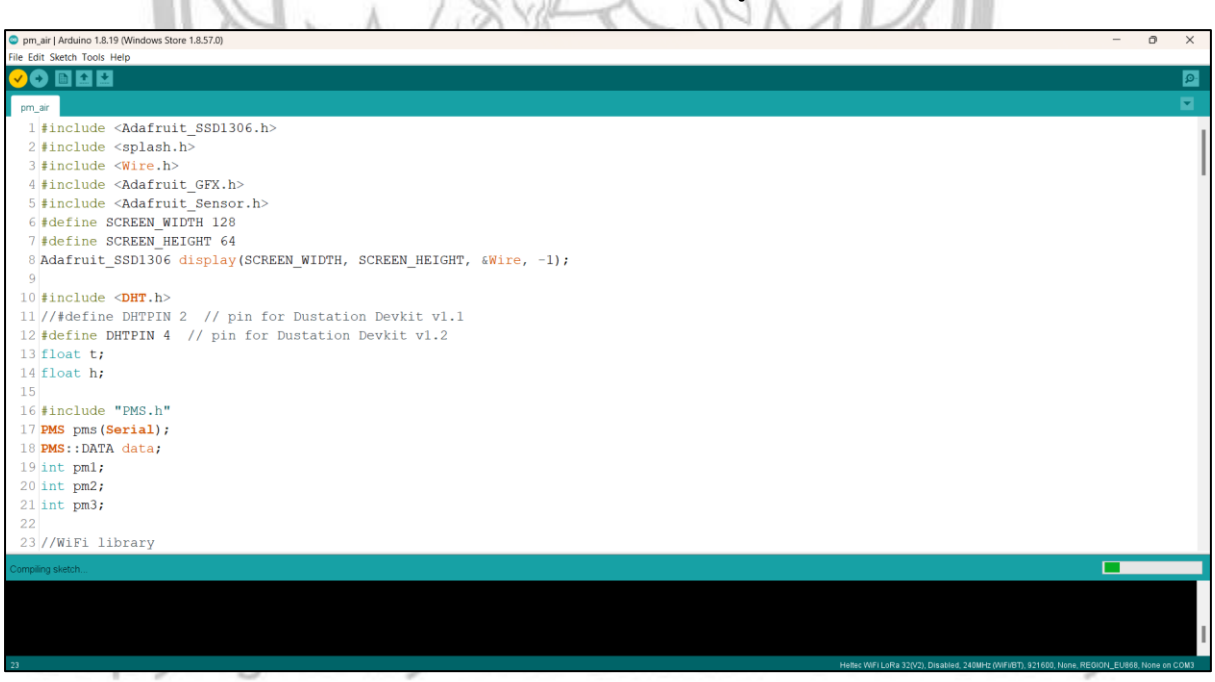
ไลบรารี่ OLED Display	adafruit_SSD1306
	adafruit_GFX
	adafruit_BusIO
ไลบรารี่ DHT / AM2302 Sensor	DHT Sensor Library by Adafruit
	Adafruit Unified Sensor by adafruit
ไลบรารี่ Plantower PMS7003	PMS Library

ทำการเพิ่มโค้ดเพื่อให้เซนเซอร์ทำการอ่านค่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

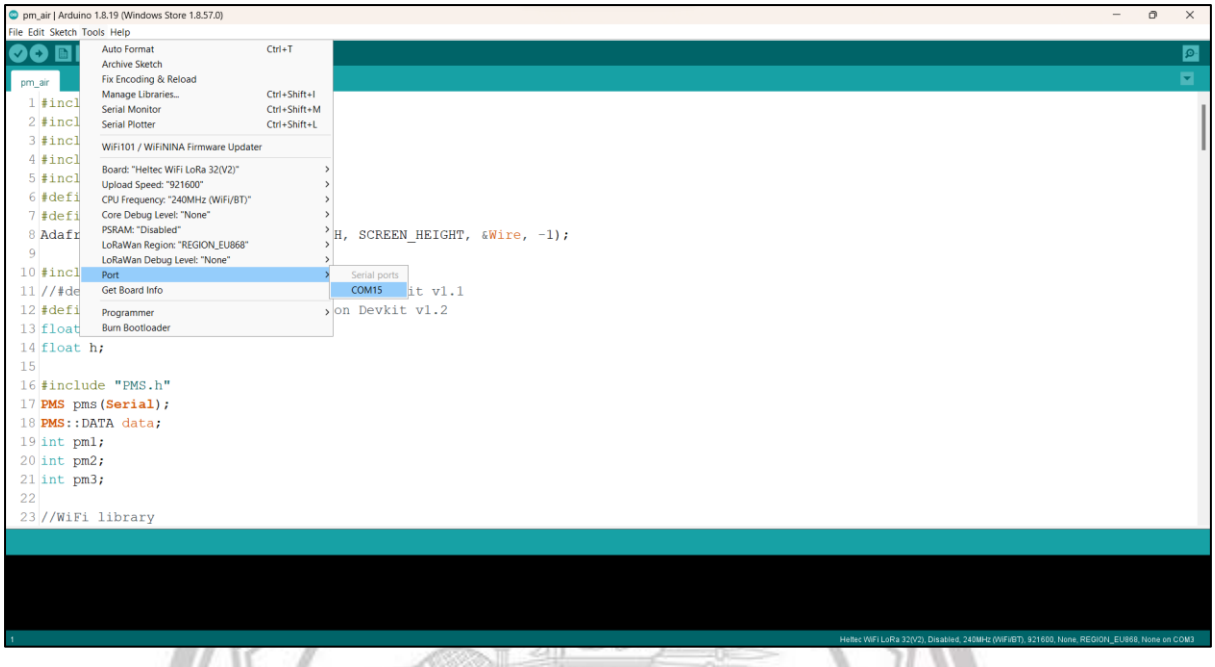
ภาพ 3.3 ชุดคำสั่งเซนเซอร์

เมื่อทำการป้อนโค้ดเสร็จแล้ว ให้ทำการเช็คโค้ดเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง



ภาพที่ 3.4 ตรวจสอบความถูกต้องของชุดคำสั่ง

ทำการเลือกบอร์ดและport



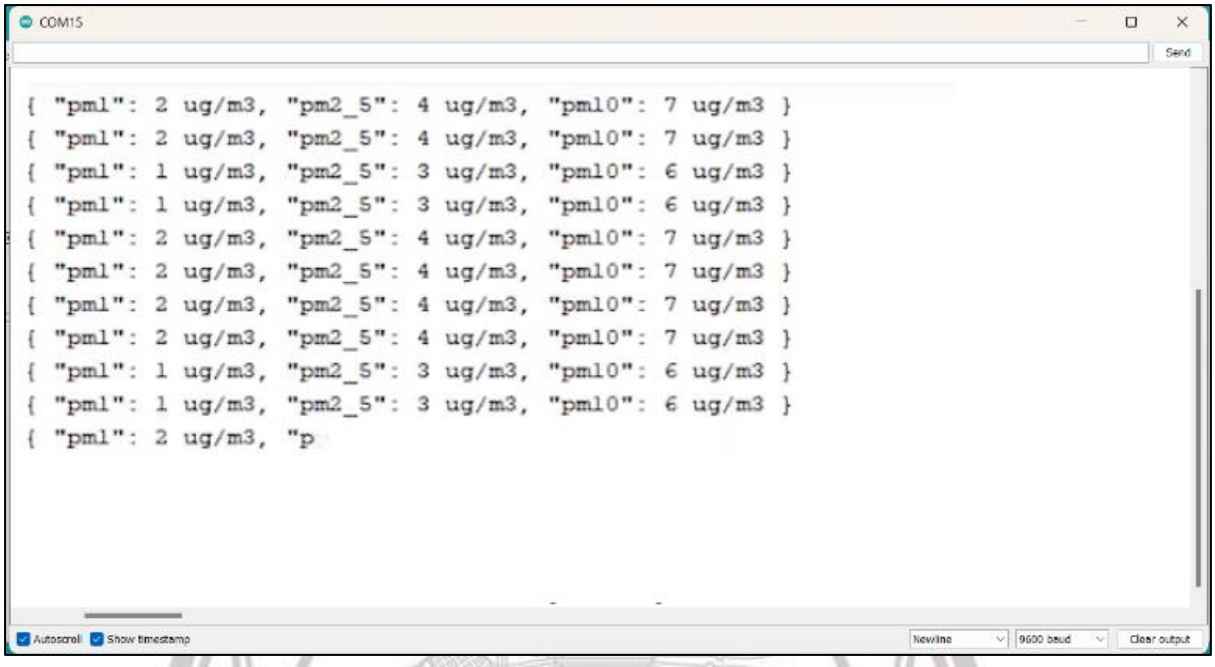
ภาพที่ 3.5 เลือก Port ให้ตรงกับคอมพิวเตอร์ที่รองรับ

ทำการอัปโหลด

ภาพที่ 3.6 อัปโหลดชุดคำสั่ง

All rights reserved

เมื่อทำการอัปโหลดสำเร็จจะแสดงหน้าต่างเพื่อตรวจสอบค่าที่วัดได้



ภาพที่ 3.7 ผลของการรันชุดคำสั่ง

3.1.3 การออกแบบและ สร้างฐานข้อมูล Real – Time Database

3.1.3.1. การออกแบบฐานข้อมูล

PostgreSQL เป็นระบบฐานข้อมูลแบบเสมือนส่วนรูปแบบ (RDBMS) ที่เป็นซอฟต์แวร์อันเสถียรและฟรีและเปิดรหัส (open source) ที่มีความยืดหยุ่นและมีฟีเจอร์ที่มากมาย ซึ่งถูกพัฒนาและรับการดูแลโดยชุมชนทางการและผู้พัฒนาอิสระทั่วโลก. PostgreSQL มีความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่และความสามารถในการจัดการข้อมูลฐานข้อมูลที่ซับซ้อน โดยเฉพาะในโครงการและแอปพลิเคชันที่ต้องการความเสถียรและประสิทธิภาพ ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการออกแบบโครงสร้างและรูปแบบข้อมูลที่จัดเก็บบน PgAdmin ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลส่วนจัดเก็บข้อมูลเซนเซอร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

pm25	humid	temp	date	time
numeric	numeric	numeric	date	timestamp without timezone

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากตารางที่ 3 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลส่วนจัดเก็บฐานข้อมูล จะประกอบไปด้วย pm25, humid, temp, date และ time ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง

ตารางที่ 5 แสดงรายละเอียดชื่อตัวแปรที่จัดเก็บข้อมูลเซนเซอร์

ชื่อตัวแปร	ความหมาย	รูปแบบการจัดเก็บ
pm25	ค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5	numeric
humid	ความชื้น	numeric
temp	อุณหภูมิ	numeric
date	วันที่	date
time	เวลา	timestamp without timezone

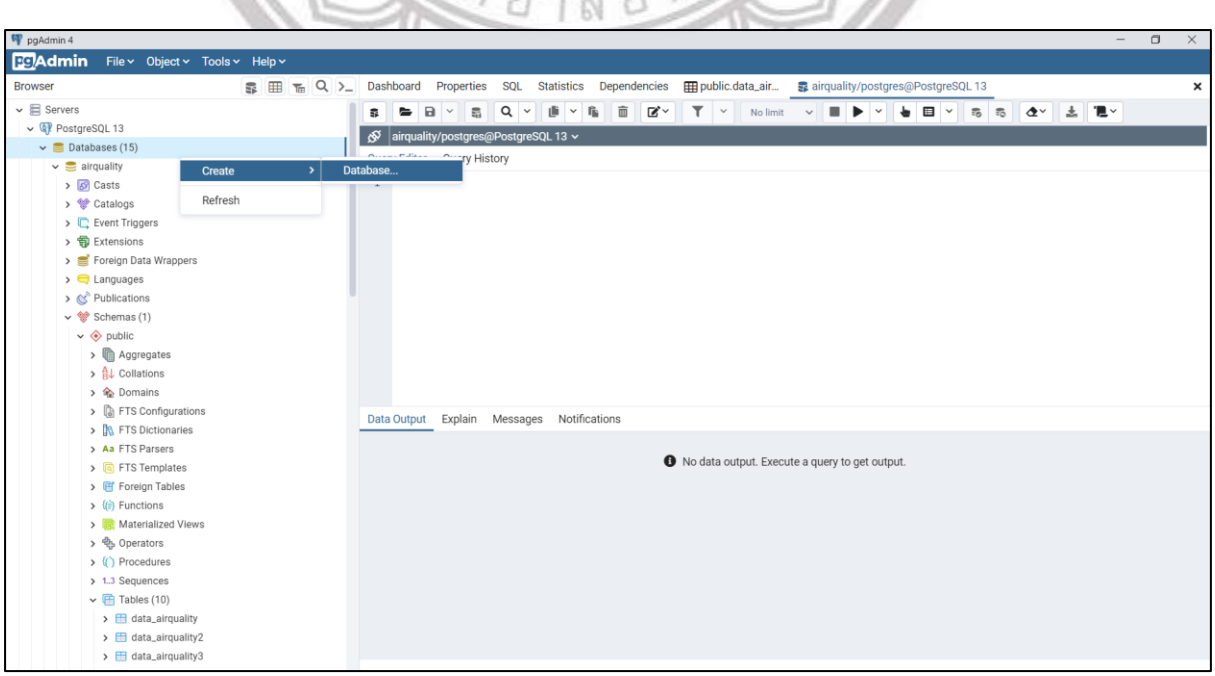
จากตารางที่ 4 แสดงรายละเอียดชื่อตัวแปรที่จัดเก็บค่าจากเซนเซอร์แบบ Real – Time ตัวอย่างเช่น ตัวแปร pm25 มีหน้าที่จัดเก็บค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ณ ปัจจุบันของเซนเซอร์ตรวจวัดค่าค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 มีรูปแบบการจัดเก็บเป็นแบบเลข (numeric) เป็นต้น

3.1.3.2. การสร้างฐานข้อมูล

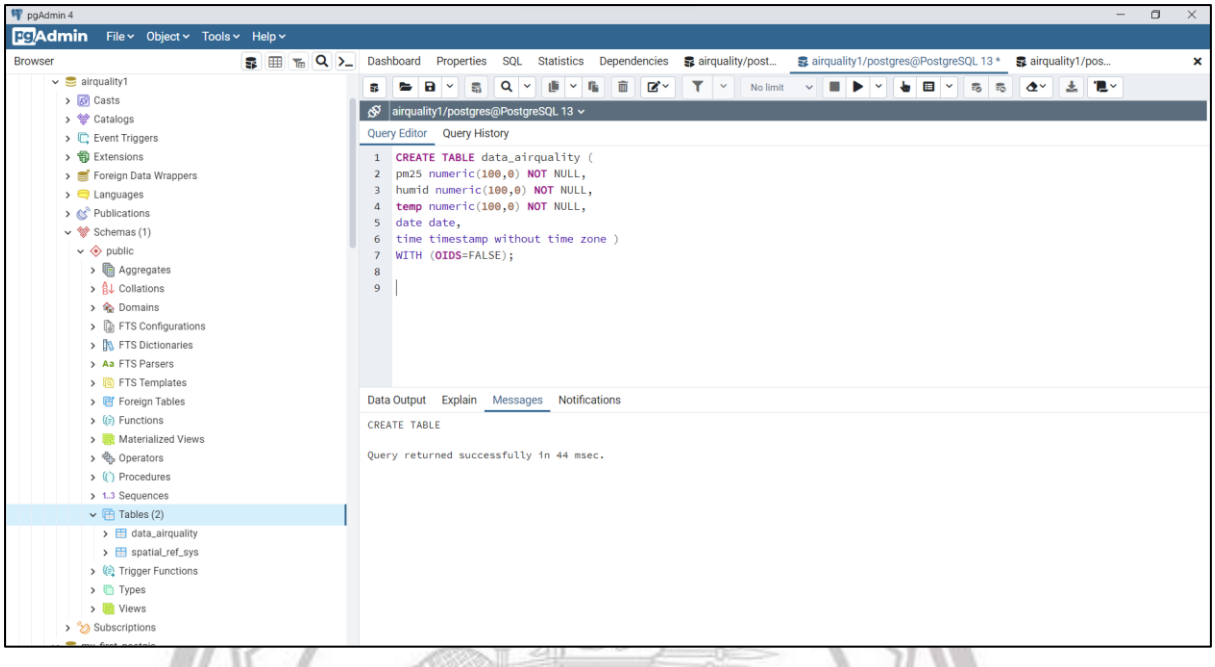
ในงานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างบนข้อมูล 2 ระบบคือ ส่วนของ windows และ ในส่วนของ Linux โดยจะสร้าง Tables ทั้งหมด 10 Tables

1. การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ windows

ทำการสร้างตารางโดยใช้คำสั่ง Create database จากนั้นสร้างคอลัมตามที่ต้องการ

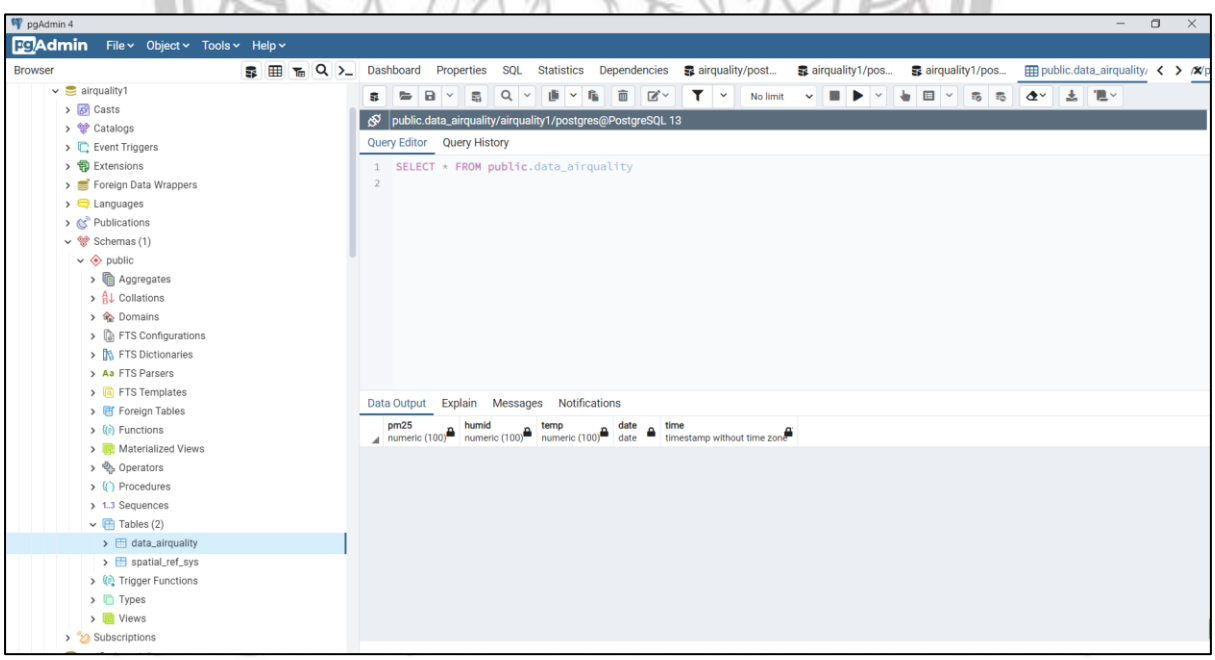


ภาพที่ 3.8 การสร้างฐานข้อมูล



ภาพที่ 3.9 การเขียนคำสั่งเพื่อสร้าง Table

เมื่อทำเสร็จจะตารางที่ได้ไว้สำหรับการเก็บข้อมูลจากเซนเซอร์



ภาพที่ 3.10 ผลจากการ Create Table

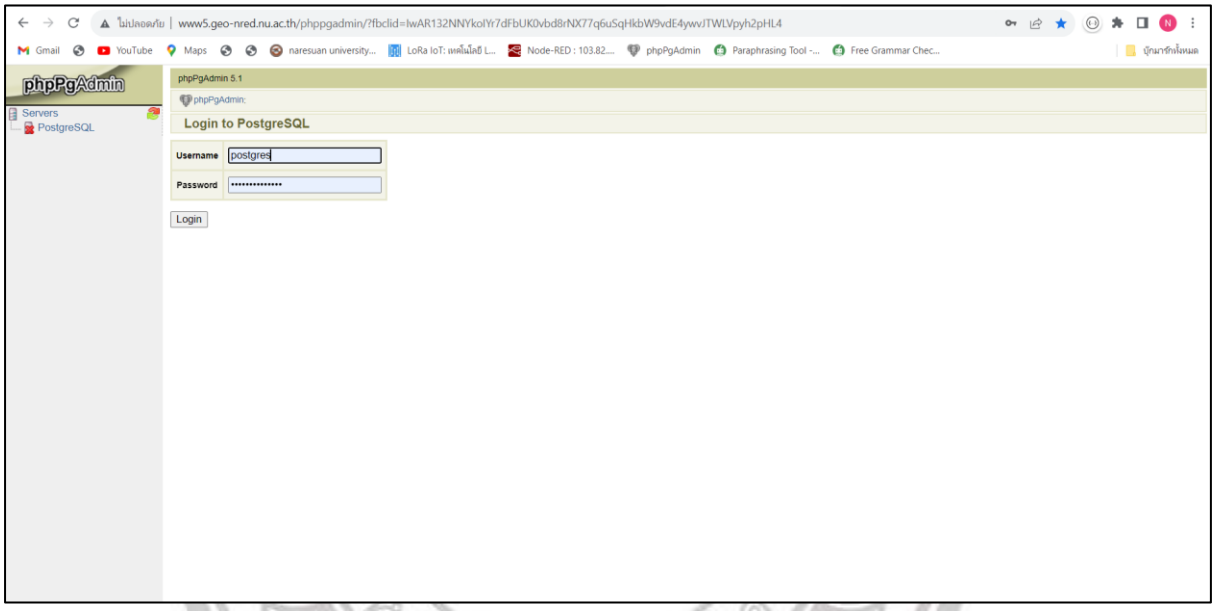
All rights reserved

2.การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Linux

ระบบ Linux คือ ระบบปฏิบัติการ (Operating System) ประเภทหนึ่งเช่นเดียวกับ Windows หรือ Unix และระบบอื่นๆ ตามความหมายของ Linux แล้วจริงๆหมายถึง Linux kernel หรือ operating system kernel ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางเชื่อต่อระหว่าง Hardware และ application เพื่อบริหารจัดการ

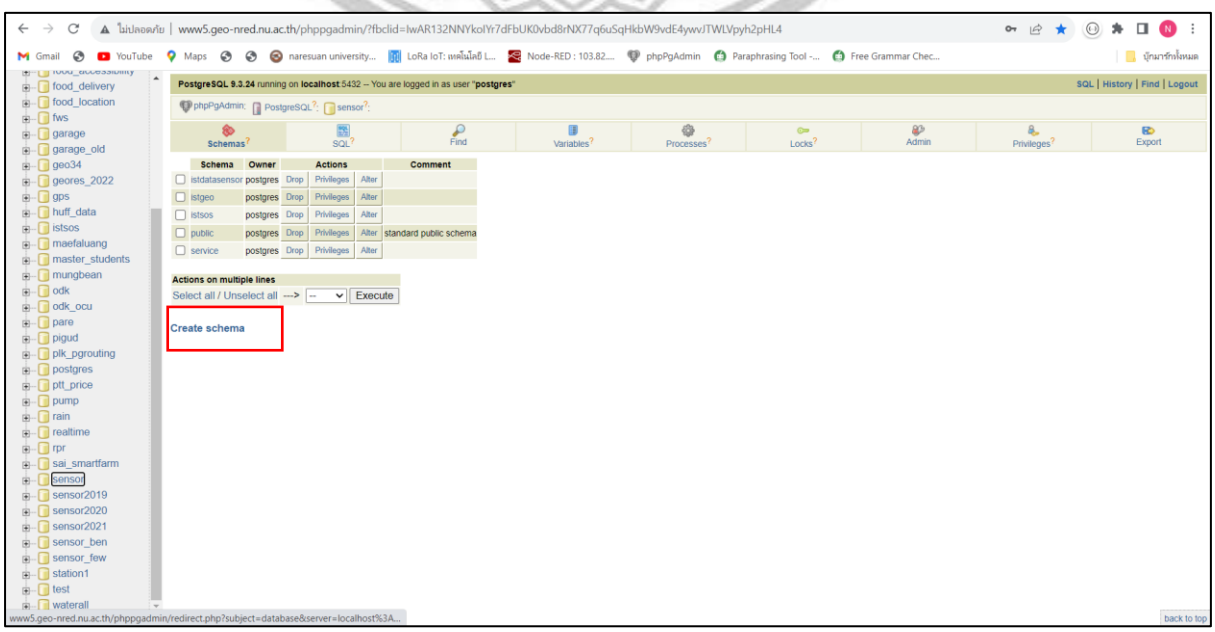
resource ที่มีอยู่ให้เหมาะสม พูดสั้นๆมันก็คือระบบปฏิบัติการหนึ่งที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตั้งแต่เครื่องคอมพิวเตอร์ไปจนถึงอุปกรณ์ LOT ขนาดเล็ก โดยระบบปฏิบัติการ ถูกออกแบบมาให้เป็น open source กล่าวคือ เป็นระบบที่เปิดเผยโค้ด ใครๆก็สามารถเข้าถึงโค้ดและเข้าร่วมพัฒนาได้ ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการออกแบบโครงสร้างและรูปแบบข้อมูลที่จัดเก็บบน phpPgAdmin

ทำการเข้า phpPgAdmin จากนั้นทำการเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล



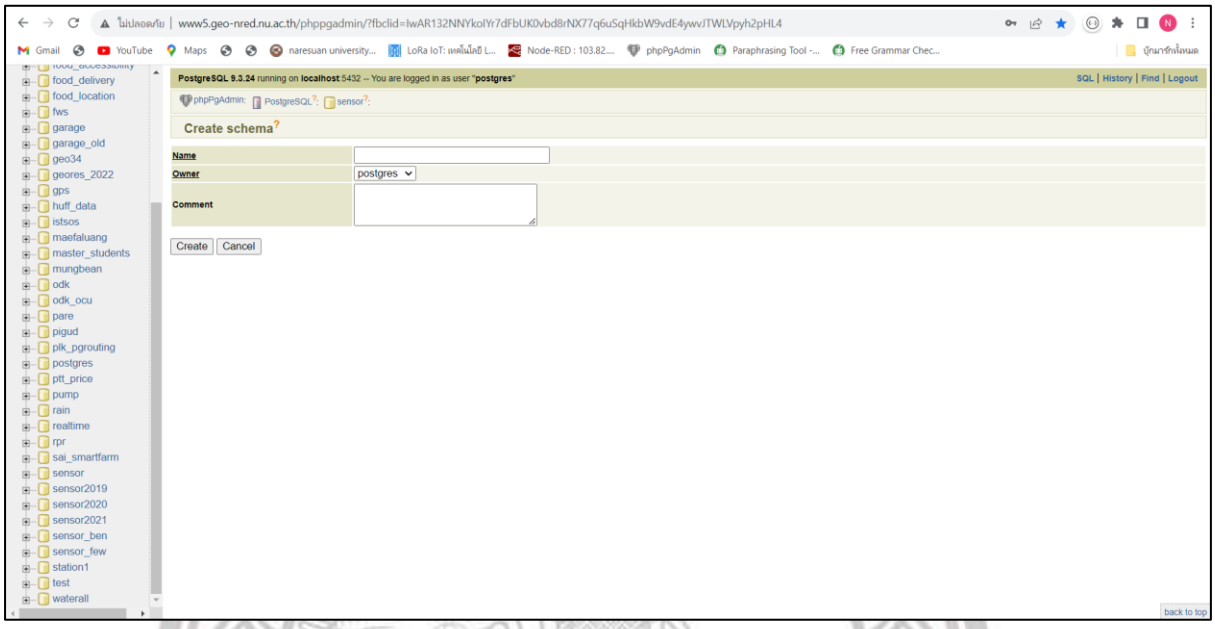
ภาพที่ 3.11 การเข้าไปส่วนของหน้า phpPgAdmin

เลือกฐานข้อมูลจากนั้นทำการสร้างตาราง



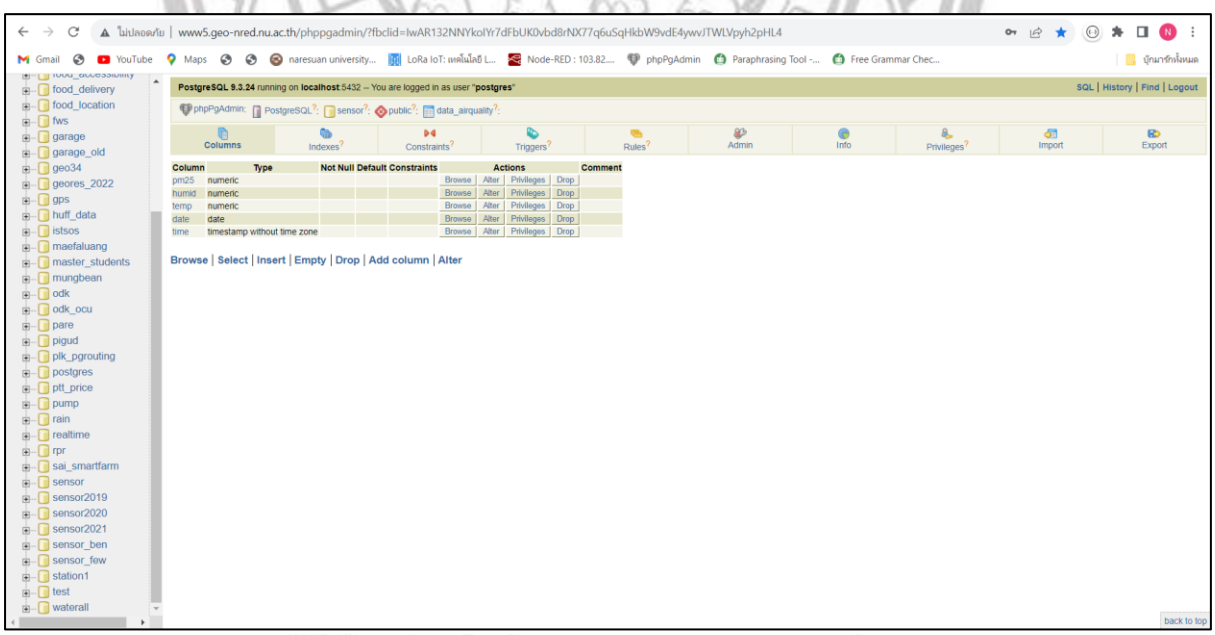
ภาพที่ 3.12 การสร้างตาราง

ตั้งชื่อตารางฐานข้อมูล และกรอกจำนวนคอลัมน์



ภาพที่ 3.13 การกำหนดชื่อและคอลัมน์ของฐานข้อมูล

ตั้งชื่อคอลัมน์และกำหนดรูปแบบของข้อมูลเมื่อเสร็จแล้วจะได้ดังภาพ



All rights reserved

ภาพที่ 3.14 ผลลัพธ์ที่ได้สร้างฐานข้อมูลบนระบบ Linux

3.1.4 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล

ในส่วนนี้เมื่อเซนเซอร์เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตแล้ว จะมีการส่งค่าที่ได้จากการอ่านของเซนเซอร์แต่ละชนิดเข้าสู่ฐานข้อมูลโดยการใช้ mqtt เป็นตัวกลางในการส่งค่าไปยัง node-red จากนั้น node-red จะเป็นตัวส่งค่าของเซนเซอร์ไปเก็บไว้ยังฐานข้อมูลและมีส่วนของ PHP ที่ช่วยในการเพิ่มข้อมูล

3.1.4.1 Arduino IDE และ MQTT

```
//MQTT
#include <PubSubClient.h>
WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);
const char* mqtt_server = [redacted]
const char* mqttUsername = [redacted]
const char* mqttPassword = [redacted]
const int mqttPort = 18954;


// Data MQTT Topics
const char* pubTopictemp = "airqualitynutemp"; // publish/username/apiKeyIn
const char* pubTopichumid = "airqualitynuhumid";
const char* pubTopicsoilmoise = "airqualitynupm25";
//const unsigned int writeInterval = 25000;


  //connecting to a mqtt broker
   client.setServer(mqtt_server, mqttPort);
   client.setCallback(callback);
 while (!client.connected()) {
    Serial.print("Attempting MQTT connection...");
    // Create a random client ID
    String clientId = "gistnu_utt_nu";
    //clientId += String(random(0xffff), HEX);
    // Attempt to connect
    //if (client.connect(clientId.c_str())) {
      if (client.connect("gistnu_utt_nu")) {
      Serial.println("connected");
      //digitalWrite(LEDmqtt,HIGH);
      // Once connected, publish an announcement...
      client.publish("nu/sayhi", "Hello Green University");
      // ... and resubscribe
      client.subscribe("nu/sayhi");
    } else {
      //digitalWrite(LEDmqtt,LOW);
      Serial.print("failed, rc=");
      Serial.print(client.state());
      Serial.println(" try again in 5 seconds");
      // Wait 5 seconds before retrying


      delay(5000);

  }
 }
}

//MQTT callback
void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
Serial.print("Message arrived in topic: ");
Serial.print(topic);
Serial.print(" ");
for (int i = 0; i < length; i++) {
Serial.print((char)payload[i]);
}
Serial.println();
}
```

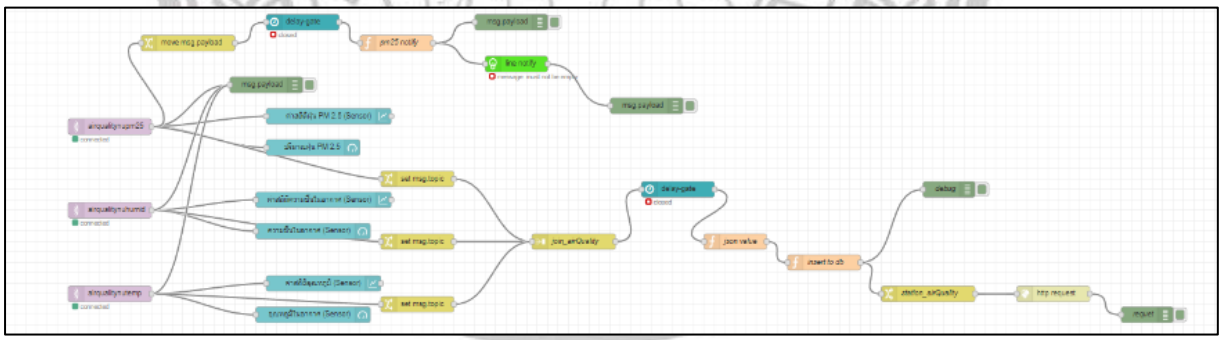
ภาพที่ 3.15 การเขียนคำสั่ง Arduino IDE เพื่อส่งค่าเซนเซอร์ไปยัง mqtt

เมื่อทำเสร็จแล้วจะได้ผลลัพธ์ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพที่ 3.16 ผลลัพธ์ของ mqtt

3.1.4.2 Node – red



ภาพที่ 3.17 การทำงานของ node-red

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ใน Node-RED สามารถดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้เพื่อทำให้การทำงานสมบูรณ์

1. เชื่อมต่อ Node-RED กับ MQTT Broker

Copyright by Naresuan University

- ใช้โหนด MQTT-in เพื่อตรวจสอบค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5, ค่าความชื้น, และค่าอุณหภูมิจาก MQTT broker และส่งไปยัง Node-RED

All rights reserved

2. รวมค่าและแปลงเป็น JSON

- ใช้โหนด "function" เพื่อรวมค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5, ความชื้น, และอุณหภูมิให้เป็น JSON object และเพิ่มโครงสร้าง JSON

- ตั้งค่าโหนด "function" เพื่อส่งข้อมูล JSON ไปยังฟังก์ชันถัดไป

3. เพิ่มฟังก์ชันให้ค่าส่งไปเก็บไว้ยังฐานข้อมูล

- ใช้โหนดที่เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลที่ต้องการ (เช่น MongoDB, MySQL) เพื่อเขียนข้อมูล JSON ลงในฐานข้อมูล จะต้องกำหนดการเชื่อมต่อและการบันทึกข้อมูลในโหนดนี้

4. เพิ่มฟังก์ชันสำหรับการแจ้งเตือนถ้าค่าฝุ่นเกินมาตราฐาน

- ใช้โหนด "function" เพื่อตรวจสอบค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 และส่งการแจ้งเตือนไปยัง Line Notify หากค่าเกินมาตราฐานที่กำหนด

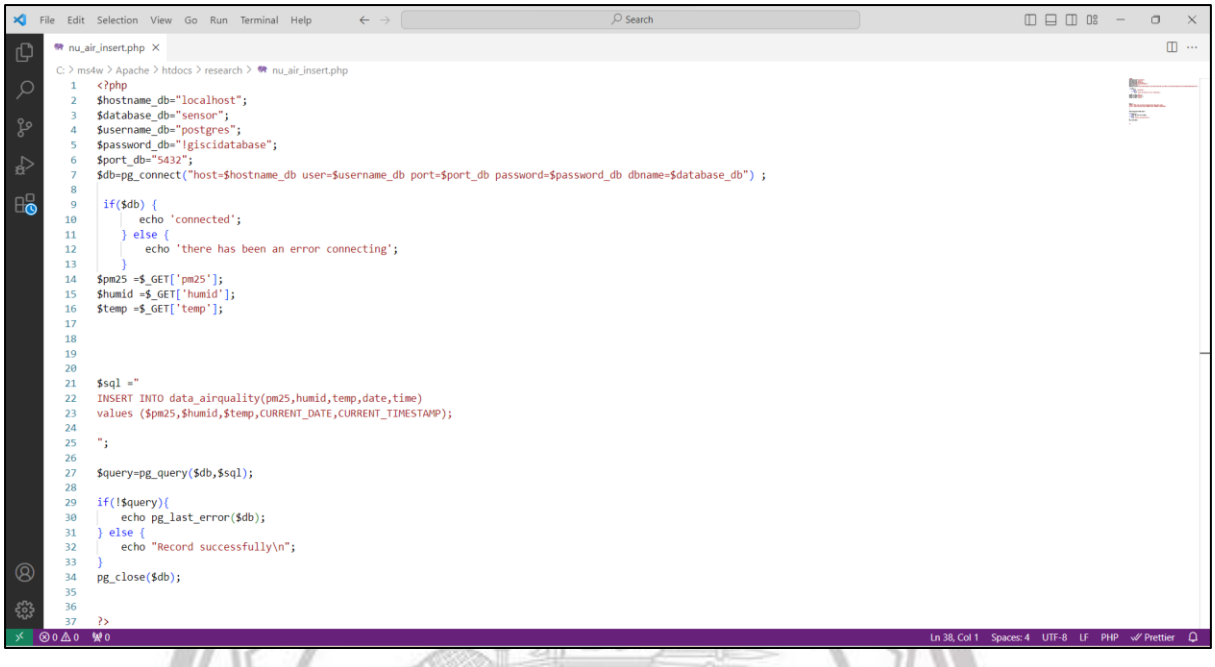
5. เชื่อมต่อและทดสอบ

- ตรวจสอบว่าการเชื่อมต่อ MQTT และการเขียนลงในฐานข้อมูล และการแจ้งเตือน Line Notify ทำงานถูกต้องโดยใช้การรันของ Node-RED

- ทดสอบการส่งค่าเกินมาตราฐานเพื่อดูว่าการแจ้งเตือน Line Notify ทำงานได้อย่างถูกต้อง

3.1.4.3 คำสั่ง SQL สำหรับส่งข้อมูลเข้าฐานข้อมูล

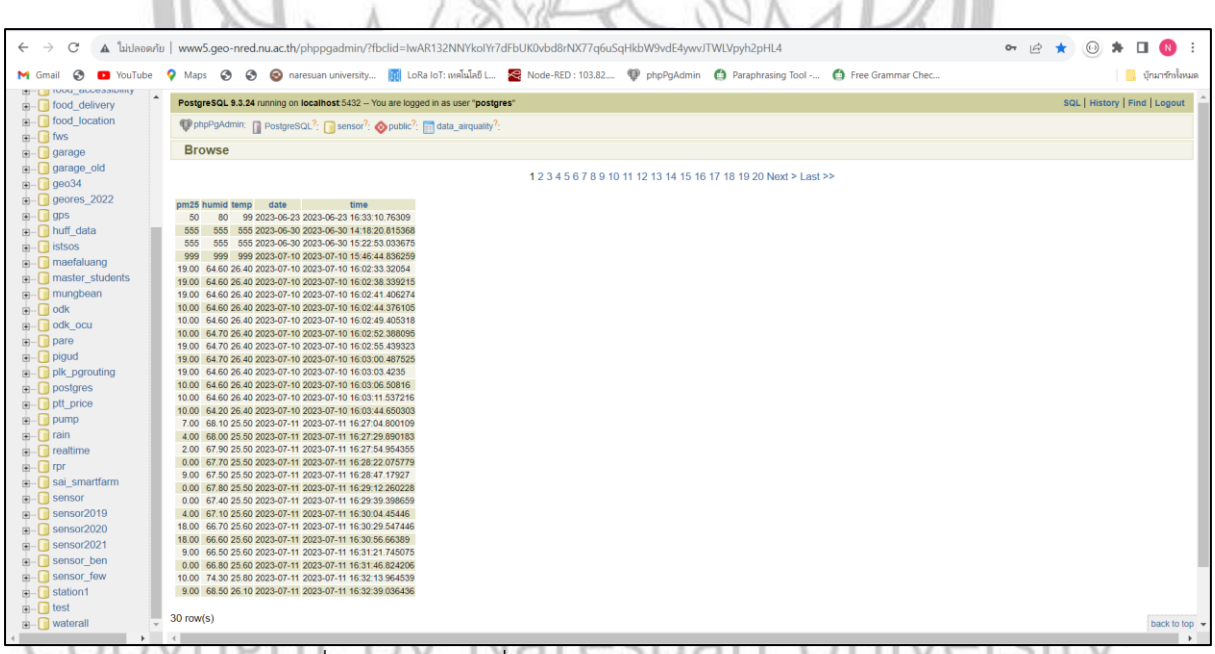
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



```php
<?php
$hostname_db="localhost";
$database_db="sensor";
$username_db="postgres";
$password_db="!giscidatabase";
$port_db="5432";
$db=pg_connect("host=$hostname_db user=$username_db port=$port_db password=$password_db dbname=$database_db") ;

 if($db) {
      echo 'connected';
    } else {
       echo 'there has been an error connecting';
    }
$pm25 =$_GET['pm25'];
$humid =$_GET['humid'];
$temp =$_GET['temp'];



$sql ="
INSERT INTO data_airquality(pm25,humid,temp,date,time)
values ($pm25,$humid,$temp,CURRENT_DATE,CURRENT_TIMESTAMP);

";

$query=pg_query($db,$sql);

if(!$query){
    echo pg_last_error($db);
} else {
    echo "Record successfully\n";
}
pg_close($db);


?>
```

ภาพที่ 3.18 คำสั่ง SQL สำหรับส่งข้อมูลเข้าฐานข้อมูล

เมื่อทำทุกขั้นตอนแล้วจะได้ผลลัพธ์ดังภาพ



ภาพที่ 3.19 ผลลัพธ์เมื่อค่าเซนเซอร์ถูกส่งไปเก็บไว้ยังฐานข้อมูล

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพที่ 3.20 ผลลัพธ์เมื่อค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 แจ้งเตือนในไลน์

3.2 การทดสอบจาก LoRa Gateway

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

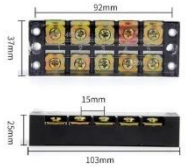
ตารางที่ 6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ภาพ	ชื่อ	รายละเอียด	ราคา (บาท)
	เซนเซอร์ตรวจสอบคุณภาพอากาศ (Temp, Hum, PM2.5)	เซนเซอร์ตรวจสอบคุณภาพอากาศ (Temp, Hum, PM2.5) คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและตรวจสอบคุณภาพของอากาศในสถานที่หรือสภาพแวดล้อมที่ติดตั้ง โดยสามารถวัดค่าต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพของอากาศ เซนเซอร์เหล่านี้มักมีความสามารถในการวัดและรายงานค่าอุณหภูมิ (Temperature), ความชื้น (Humidity), และความเสี่ยงต่อฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 (Particulate Matter 2.5)	๔,๒๐๐

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

	LoRa SAMR34 EVA MODBUS Evaluation Kit	เป็นชุดทดลอง (evaluation kit) ที่ใช้สำหรับการทดสอบและพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้เทคโนโลยี LoRa (Long Range) ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ SAMR34 ที่สร้างโดย Microchip Technology Inc.	๒,๐๐๐
	เบรกเกอร์ HACO รุ่น H7-16/2C AC	เซอร์กิตเบรกเกอร์ HACO รุ่น H7-16/2C สำหรับป้องกันไฟช็อตไฟเกิน และตัดวงจรไฟฟ้า ติดตั้งและต่อสายได้ง่ายเข้ากับตู้คอนโทรล ตู้คอนซูเมอร์ยูนิต แบบเกาะรางปีกนก DIN Rail พร้อมผ่านการรับรองมาตรฐานจาก CE เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน	๓๕๐
	AC/DC 24W DIN-Rail Power Supply 12V 2A	เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมหรือการใช้งานที่ต้องการความเสถียรและน่าเชื่อถือในการจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์หรือระบบอิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ	๕๒๐
	Pramming and Debuging Box	เป็นอุปกรณ์แปลงอินเตอร์เฟส USB ของเครื่องคอมพิวเตอร์หรือบอร์ด Embedded OS ให้เป็นอินเตอร์เฟส RS-232 RS-485 หรือ TTL เพื่อให้รองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์หรือเซ็นเซอร์ที่มีอินเตอร์เฟสดังกล่าว ออกแบบให้เป็น Isolation ช่วยป้องกันการรบกวนกันของอุปกรณ์แต่ละฝั่ง ในส่วนของแรงดัน TTL สามารถเลือกเป็น 3.3 หรือ 5 โวลต์ได้ มี LED แสดงสถานะไฟเลี้ยงและรับ-ส่งข้อมูล	๙,๐๐๐
	LED AD16-22DS AC 220V 20mA	เป็น LED ที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในระบบไฟฟ้าสลับ AC และสามารถใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220V โดยจะทำงานเมื่อกระแสไฟฟ้าถูกส่งผ่านและมีกระแสไฟฟ้าประมาณ 20mA ไหลผ่าน. LED ในรุ่นนี้	๕๐

ลิขสิทธิ์ มหาวิ
Copyright by Nar ity
All rights

		อาจถูกใช้เพื่อแสดงสถานะหรือสัญญาณต่าง ๆ ในงานอุตสาหกรรมหรือระบบอื่น ๆ ตามความต้องการ	
	ตู้เหล็กกันน้ำ 20x35x35 ซม.	ตู้ที่ถูกออกแบบและสร้างมาเพื่อป้องกันอุปกรณ์หรือวัสดุภัณฑ์ภายในตู้จากน้ำ สภาวะอากาศ ฝุ่น หรือสิ่งแวดล้อมภายนอกที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งที่อยู่ข้างใน	๗๘๐
	เสาอากาศ LoRa AS923	อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบสื่อสารไร้สายโดยใช้เทคโนโลยี LoRa (Long Range) ในช่วงความถี่ AS923 หรือ Asian 923 MHz ซึ่งเป็นหนึ่งในช่วงความถี่ที่ใช้ในการสื่อสารของเทคโนโลยี LoRa ในภูมิภาคเอเชีย การใช้ความถี่ AS923 ช่วยให้การสื่อสารไร้สาย LoRa มีประสิทธิภาพในพื้นที่และสภาพแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจงในภูมิภาคนี้	๒๐๐
	Terminal Patch	การทำการเชื่อมต่อสายสัญญาณหรือเส้นสายใหม่หรือทำการตรวจสอบและปรับปรุงการเชื่อมต่อที่มีอยู่แล้วที่จุดสิ้นสุดของสายสัญญาณหรือเส้นสายที่เรียกว่า "เทอร์มินัล"	๑๐๐
	AC Outlet Box	กล่องหรือตู้ที่ใช้ในระบบไฟฟ้าเพื่อป้องกันและให้การเชื่อมต่อที่ปลอดภัยของเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อื่น ๆ กับแหล่งจ่ายไฟไฟฟ้า. AC ในชื่อนี้หมายถึง "Alternating Current" ซึ่งเป็นกระแสไฟฟ้าสลับ ซึ่งเป็นไปตามที่มีการใช้งานและต้องการการเชื่อมต่อที่สามารถรองรับไฟฟ้าสลับได้อย่างปลอดภัย	๑๕๐

มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

	สายไฟ 12V (ดำ แดง เหลือง เขียว)	สายไฟที่มีสีดำ, แดง, เหลือง, และเขียว มักถูกใช้ในระบบไฟฟ้าเพื่อติดต่อและให้ข้อมูลเกี่ยวกับการเชื่อมต่อและการใช้งานของสายไฟ. สีของสายไฟมักถูกใช้เป็นรหัสสีเพื่อระบุประเภทและความปลอดภัยของการใช้งานของสายไฟ	๖๐๐

3.2.1.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์

1. Modbus Poll
2. Microchip Studio
3. Tera Term
4. MQTT.fx
5. node-red

3.2.1.3 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. อุณหภูมิ
2. ความชื้น
3. ฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 (PM 2.5)

3.2.2 การพัฒนาระบบเซนเซอร์

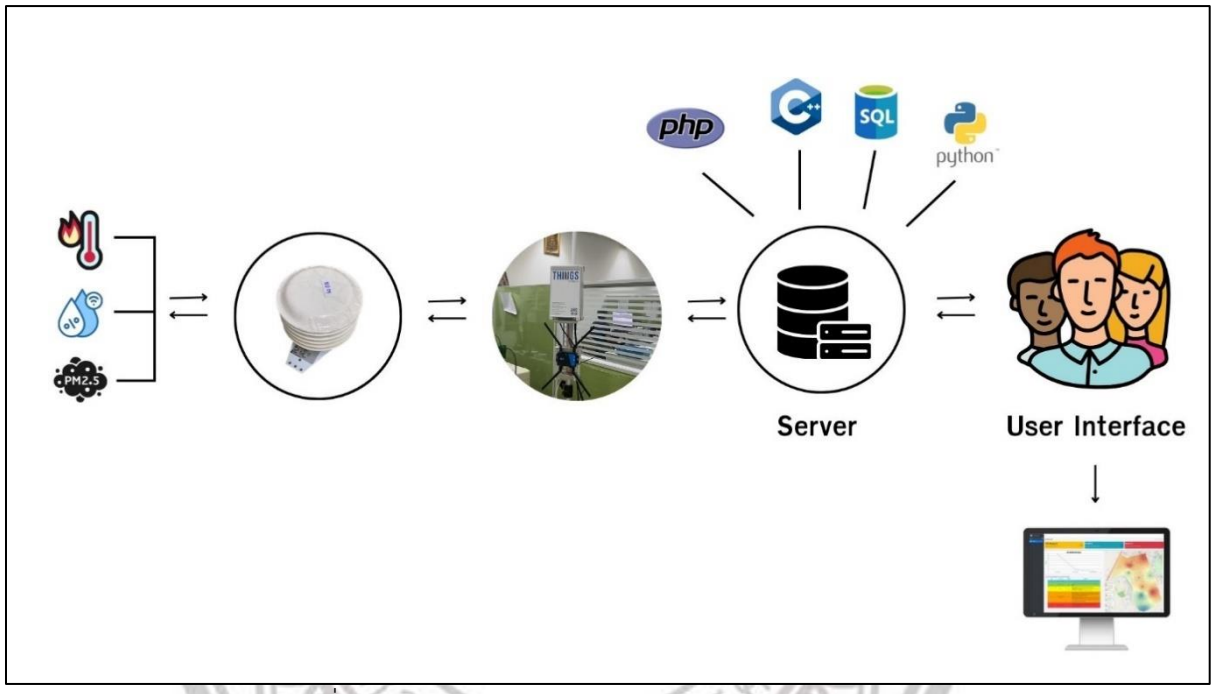
3.2.2.1 การออกแบบและหลักการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพอากาศ

การออกแบบอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพอากาศสำหรับการประเมินและติดตามคุณภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งเป็นการออกแบบสำหรับการตรวจวัดและติดตามตามเวลาจริงโดยใช้ อุปกรณ์ LoRa เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต สามารถตรวจสอบช่องสัญญาณ LoRa ที่แตกต่างกันหลายช่องและส่งต่อแพ็กเก็ตข้อมูลระหว่าง backhaul ของเครือข่าย (เช่น MOKO) และอุปกรณ์โหนดปลายทางได้ โดยผู้ใช้สามารถติดตามผลการตรวจวัดของแต่ละเซนเซอร์แต่ละชนิดได้จากระบบแสดงผลข้อมูลสภาพอากาศในรูปแบบ Real-Time Dashboard ร่วมกับระบบแผนที่ออนไลน์ Web Map Application

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.2.2.2 การออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัด

การออกแบบอุปกรณ์เซนเซอร์จำนวนหลายตัวที่ใช้ในการตรวจวัดคุณภาพอากาศ และติดตามผลแบบ Real – Time ร่วมกับระบบแผนที่ออนไลน์ Web Map Application โดยสามารถแสดงรูปแบบ ดังรูปที่ 3.20



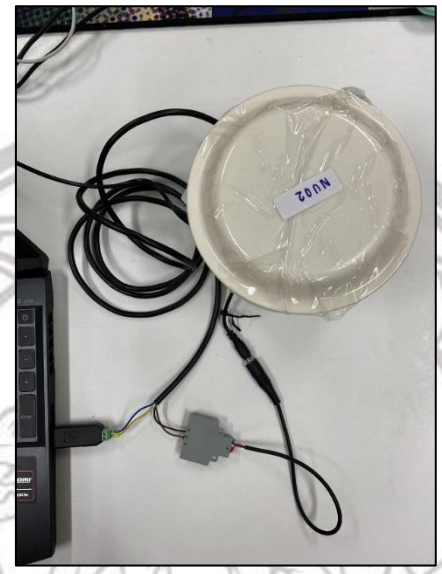
ภาพที่ 3.21 การพัฒนาระบบเซนเซอร์ด้วย LoRa Gateway

3.2.2.3 รูปแบบการต่อวงจรเซนเซอร์

ภาพที่ 3.22 รูปแบบการต่อวงจรเซนเซอร์

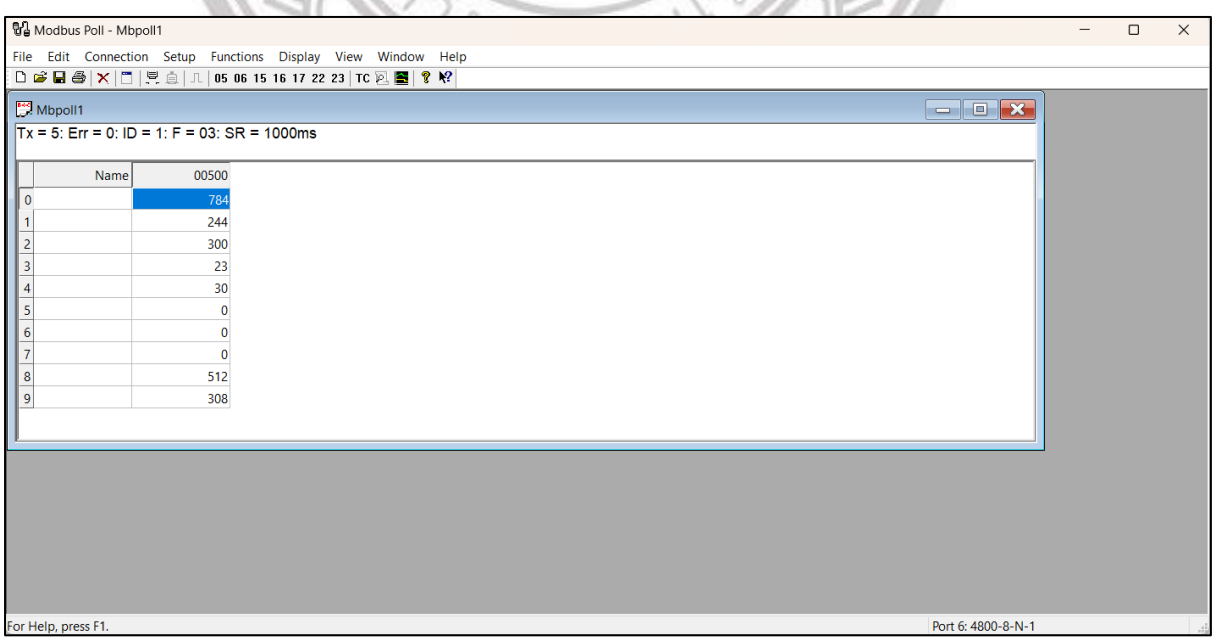
3.2.2.3 การตรวจสอบเซนเซอร์

การตรวจสอบเซนเซอร์โดยการใช้ USB To RS232/485/TTL ร่วมโปรแกรม Modbus Poll เพื่อเป็นการตรวจสอบหรือเริ่มต้นกับการเชื่อมต่อเซนเซอร์ที่ต้องการให้ LoRaSAMR34 มองเห็นและอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์นั้น เช่น เซนเซอร์อุณหภูมิ, ความชื้น, ฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 เป็นต้น



ภาพที่ 3.23 การตรวจสอบเซนเซอร์โดยUSB To RS232/485/TTL

เมื่อตรวจสอบเสร็จแล้วจะได้ผลลัพธ์ดังภาพ



ภาพที่ 3.24 ผลลัพธ์การตรวจสอบเซนเซอร์ด้วยโปรแกรม Modbus Poll

หมายเหตุ หมายเลข 0 หมายถึง ค่าความชื้น

หมายเลข 1 หมายถึง ค่าอุณหภูมิ

หมายเลข 2 หมายถึง noise

หมายเลข 3 หมายถึง ค่า PM 2.5

หมายเลข 4 หมายถึง ค่า PM .10

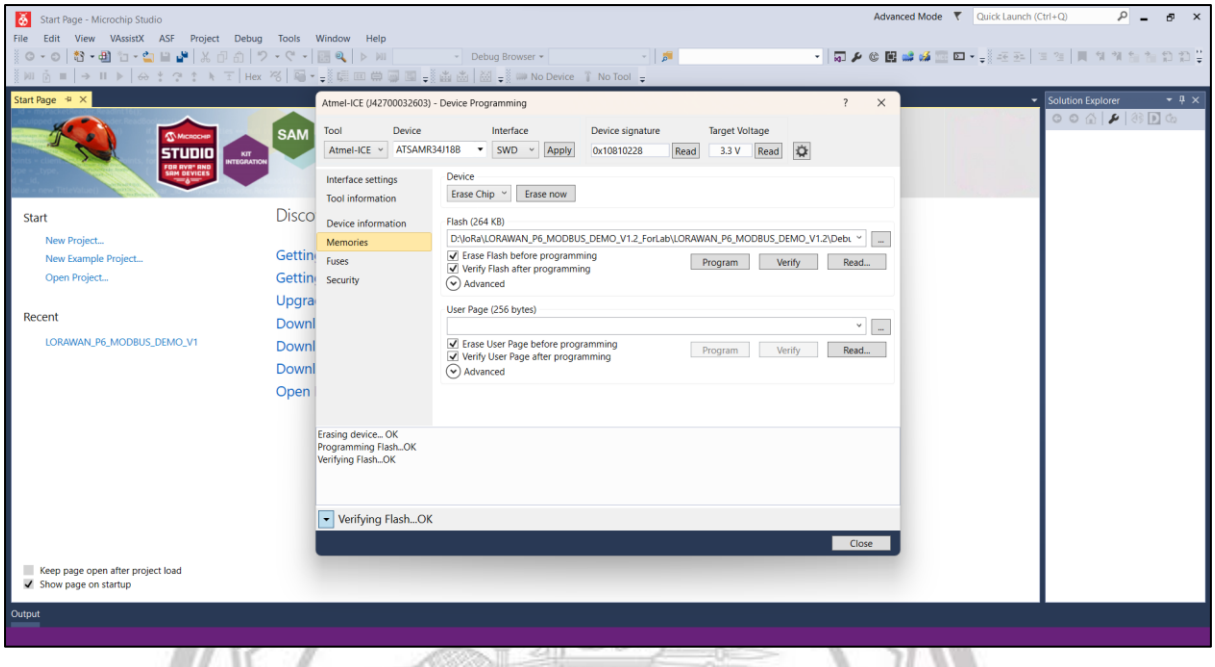
3.2.2.3 การตรวจสอบการใช้งานของ LoRaSAMR34

ทำการตรวจสอบการใช้งานของ LoRaSAMR34 ร่วมกับโปรแกรม Microchip Studio เพื่อตรวจเช็คว่า LoRaSAMR34 ถูกกำหนดค่าต่างๆ อย่างถูกต้อง รวมถึงตรวจสอบว่ามีการกำหนดค่า DevEUI และ AppKeyให้กับอุปกรณ์ LoRaSAMR34 ให้ถูกต้อง เนื่องจาก DevEUI และ AppKey เป็นสิ่งสำคัญในการติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์ LoRaWAN

ภาพที่ 3.25 การตรวจสอบการใช้งานของ LoRaSAMR34

ขั้นตอนแรกให้ไปที่ Tool เลือก Device Programming จากนั้นคลิกที่ Apply ต่อด้วย Read เมื่อทำเสร็จแล้วให้ไปที่ Memories คลิก Program 1 ทีเพื่อเป็นการฟรัช เสร็จแล้วจะได้ผลลัพธ์ดังภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพที่ 3.26 ผลลัพธ์การตรวจสอบการใช้งานของ LoRaSAMR34 ร่วมกับโปรแกรม Microchip Studio

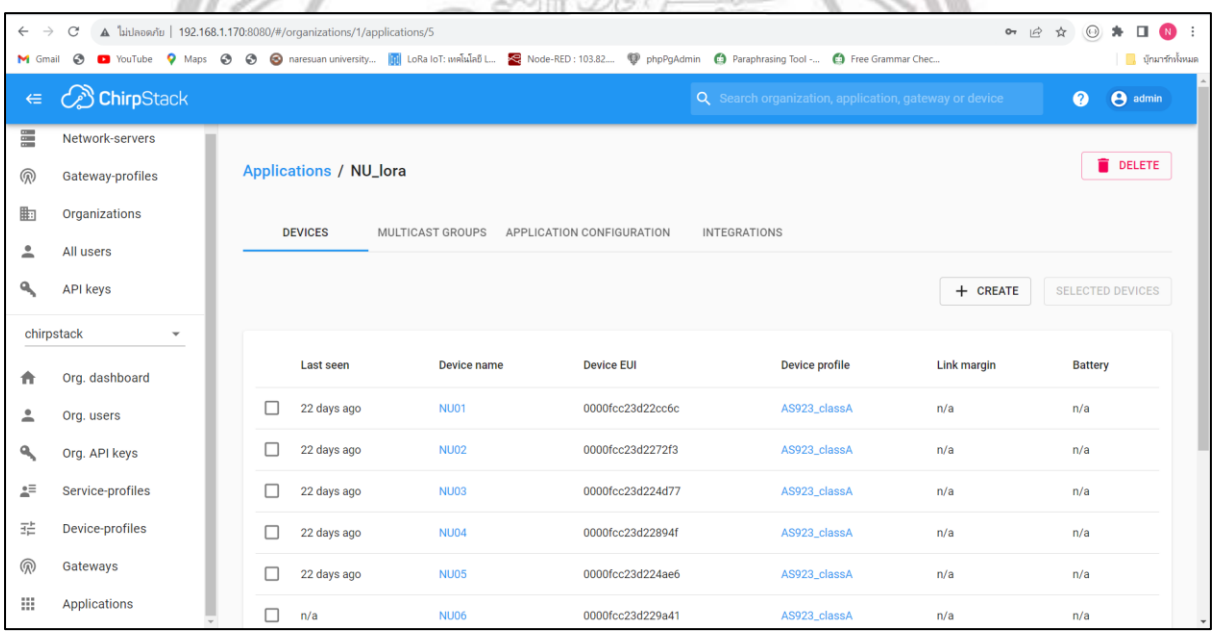
จากนั้นให้ทำการตรวจเช็ค devEUI และ Appkey ด้วยโปรแกรม Tera Term โดยเริ่มจากการไปที่ setup เลือก teminal ทำการตั้งค่า transmit ให้เป็น CR + LF จากนั้นไปที่ setup อีกครั้งเลือก serial port ปรับ speed ให้เท่ากับ 4800 แล้วกดรีเซตที่ตัว LoRaSAMR34 จะได้ผลลัพธ์ดังภาพ

ภาพที่ 3.27 ผลลัพธ์การตรวจเช็ค devEUI และ Appkey โดยโปรแกรม Tera Term

3.2.2.3 เซิร์ฟเวอร์

การตั้งค่าเซิร์ฟเวอร์ LoRaWAN ที่ LoRaSAMR34 จะใช้ในการสื่อสาร รวมถึงระบุคีย์ (AppKey) ที่จะถูกใช้ในการเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูล การสื่อสารผ่าน Gateway นั้นเมื่อ LoRaSAMR34 กำหนดค่า DevEUI, AppKey และตั้งค่า LoRaWAN ให้ถูกต้องแล้ว อุปกรณ์จะส่งข้อมูลไปยังตัว Gateway ที่ใกล้เคียง Gateway จะรับข้อมูลและส่งต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ LoRaWAN ที่เซ็ตอัพเรียบร้อย การเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์ LoRaWAN จะทำให้เซิร์ฟเวอร์ LoRaWAN จะรับข้อมูลจาก Gateway และถอดรหัสข้อมูลที่ถูกส่งจาก LoRaSAMR34 โดยใช้ AppKey และ DevEUI เพื่อทำให้ส่งข้อมูลได้ เซิร์ฟเวอร์นี้จะจัดเก็บข้อมูลหรือทำการประมวลผลตามที่เราต้องการ จากนั้น เซิร์ฟเวอร์จะทำการตอบรับ LoRaWAN ก็จะสามารถส่งข้อมูลกลับไปยัง LoRaSAMR34 ผ่าน Gateway ในกรณีที่เราต้องการทำการควบคุม LoRaSAMR34 หรือให้โต้ตอบกับอุปกรณ์

เมื่อเข้า เซิร์ฟเวอร์ แล้วทำการเพิ่มข้อมูลโดยการกด CREATE แล้วกรอก DevEUI และ AppKey



ภาพที่ 3.28 ผลลัพธ์เมื่อเพิ่ม devEUI และ Appkey สำเร็จ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

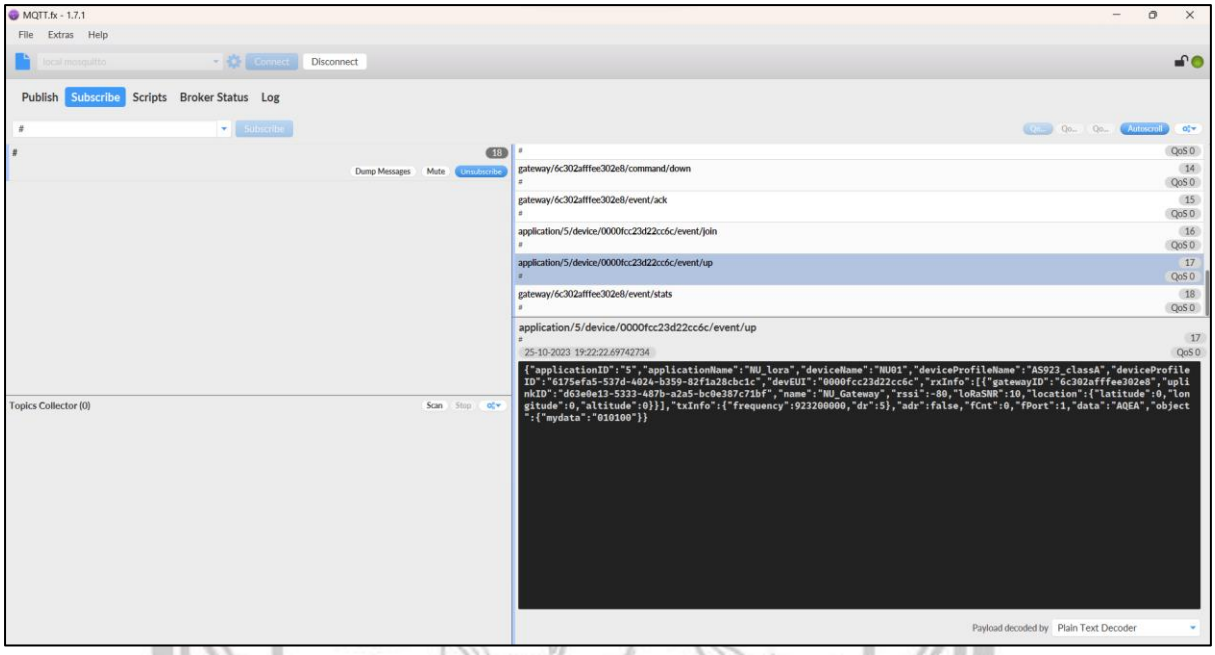
3.2.3 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล

3.2.3.1 ตรวจเช็ค Topic ในโปรแกรม MQTT.fx

เปิด MQTT.fx และเชื่อมต่อกับ MQTT broker โดยใช้ข้อมูลที่เซ็ตอัพไว้, เช่น IP และพอร์ตของ broker, ข้อมูลการเชื่อมต่อ (เช่น ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน) และคลิกที่ "Connect" หากยังไม่ได้เชื่อมต่อ

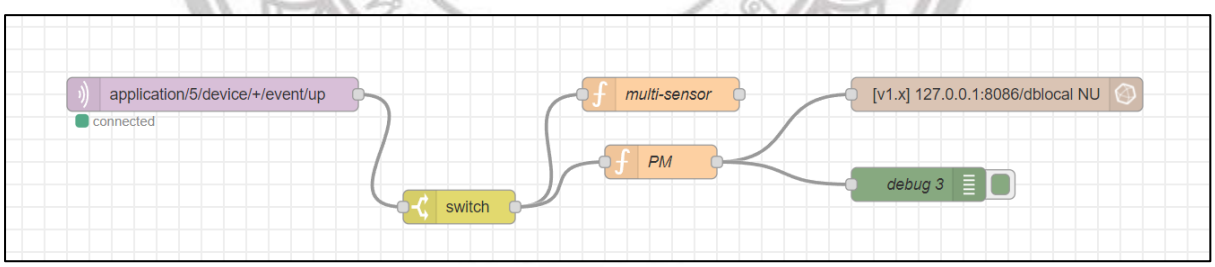
ตรวจสอบ Topic ที่มีอยู่ คลิกที่ "Subscribe" และจากนั้นป้อนชื่อ Topic ที่ต้องการตรวจสอบในช่อง "Topic." หรือใช้ # เพื่อต้องการรับทุก Topic ใน broker นั้น ๆ คลิกที่ "Subscribe" เพื่อเริ่มตรวจสอบ Topic

ที่ต้องการรับ จะเห็นข้อมูลที่เป็นข้อความที่ส่งไปยัง Topic ที่ต้องการรับในส่วนของ "Received Messages" ในหน้าต่าง MQTT.fx.



ภาพที่ 3.29 ผลลัพธ์ของ MQTT.fx

3.2.3.2 Node-red



ภาพที่ 3.30 การทำงานของ node-red

การเชื่อมต่อ Node-RED กับ MQTT broker และสร้างฟังก์ชันเพื่อส่งค่าจากเซนเซอร์ไปยังฐานข้อมูล มีขั้นตอนหลายขั้นตอนที่คุณต้องทำตาม ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

1.เชื่อมต่อ Node-RED กับ MQTT Broker

- เปิด Node-RED และเริ่มโปรเจคใหม่หรือเปิดโปรเจคที่มีอยู่
- เพิ่ม node MQTT-in ลงในการสร้างกระบวนการ (flow) ของคุณใน Node-RED คอนฟิกผ่านการตั้งค่า MQTT broker ที่ต้องการใช้
- กำหนด Topic ที่คุณต้องการตรวจสอบใน node MQTT-in

2.เพิ่มฐานข้อมูลใน Node-RED

- สร้างฐานข้อมูลเช่น MongoDB, MySQL, InfluxDB, SQLite หรือใด ๆ ตามที่ต้องการเก็บข้อมูล โมดูลเสริม (Node-RED nodes) สามารถใช้เพื่อเชื่อมต่อกับหลายฐานข้อมูลและเขียนข้อมูลลงไป

3. เขียนฟังก์ชันใน Node-RED

- เพิ่มโหนด "function" ลงในกระบวนการ Node-RED

- ในโหนด "function," สามารถดึงค่าจากข้อมูลที่มาจาก MQTT broker โดยอ้างถึง msg.payload หรือ msg.topic ตามความเหมาะสม

- จากนั้น, คุณสามารถใช้โมดูลเสริมหรือรหัส JavaScript เพื่อเขียนข้อมูลไปยังฐานข้อมูล

4. เชื่อมต่อและตั้งค่าการเขียนข้อมูลไปยังฐานข้อมูล

- ใช้โมดูลเสริมที่เหมาะกับฐานข้อมูลของคุณ (เช่น node-red-node-mysql, node-red-contrib-mongodb, node-red-contrib-influxdb, หรืออื่น ๆ)

- ตั้งค่าโมดูลเสริมเพื่อเขียนข้อมูลจากฟังก์ชันลงในฐานข้อมูล โดยใช้ค่าที่คุณดึงมาจาก MQTT broker

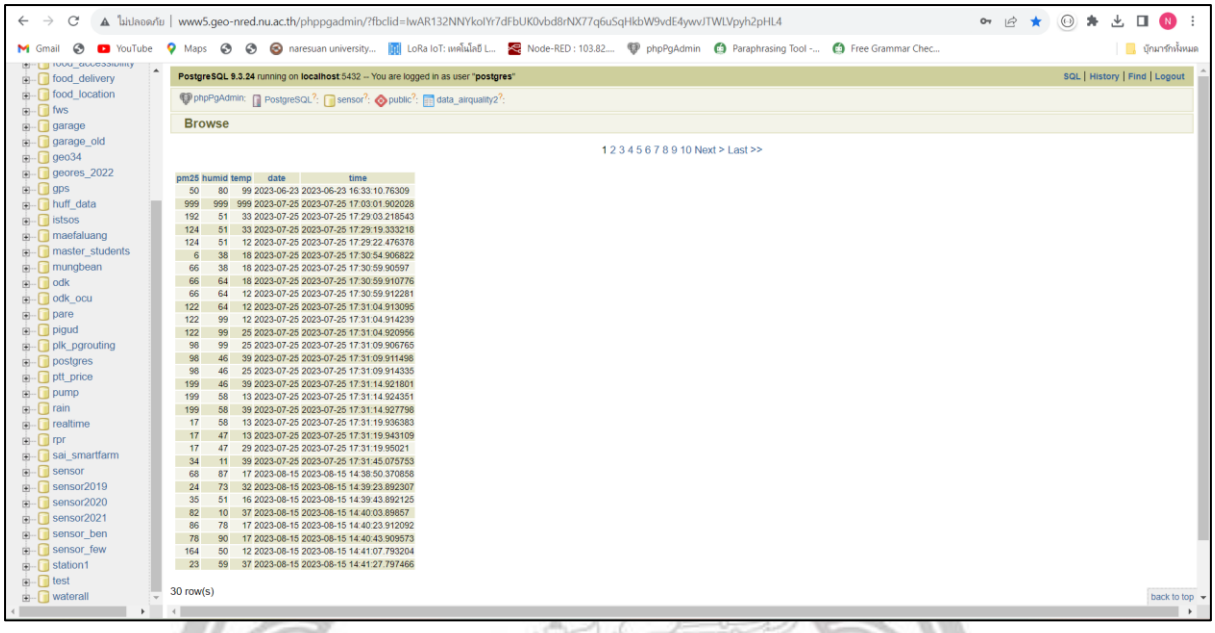
5. เชื่อมต่อและทดสอบ

- ตรวจสอบว่าการเชื่อมต่อ MQTT และการเขียนลงในฐานข้อมูลทำงานถูกต้องโดยใช้การรันของ Node-RED.

- ทดสอบการส่งข้อมูลจาก MQTT broker ไปยังฐานข้อมูล โดยเรียกใช้ฟังก์ชันที่สร้าง

เมื่อทำทุกขั้นตอนเสร็จแล้วจะได้ผลดังภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



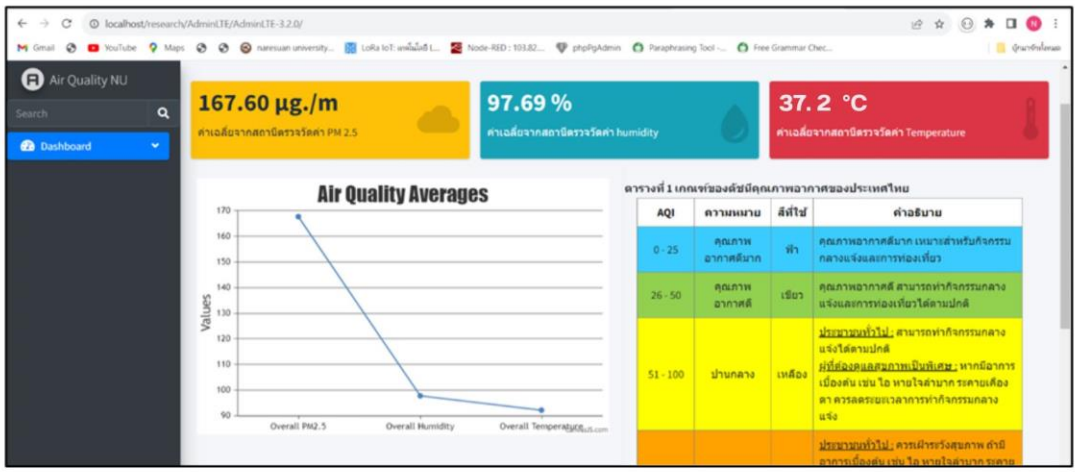
ภาพที่ 3.31 ผลลัพธ์เมื่อค่าเซนเซอร์ส่งไปเก็บไว้ยังฐานข้อมูล

3.3 การพัฒนาระบบแสดงผลข้อมูล Real-Time Dashboard และ Web Map Application

3.3.1 ระบบแสดงผลข้อมูล Real-Time Dashboard

Bootstrap คือชุดคำสั่งที่ประกอบด้วยภาษา CSS, HTML และ Javascript เป็นชุดคำสั่งที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อกำหนดกรอบหรือรูปแบบการพัฒนาเว็บไซต์ในส่วนของการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานเว็บไซต์ (User Interface) เราจึงสามารถเรียก Bootstrap ว่าเป็น Front-end framework คือใช้สำหรับ พัฒนาเว็บไซต์ส่วนการแสดงผล ในหัวข้อนี้จะนะเอา Bootstrap มาช่วยในการออกแบบหน้า Dashboard โดยหน้า Dashboard จะประกอบไปด้วย ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดเล็ก ความชื้น และอุณหภูมิ, กราฟแสดงค่าเฉลี่ย และตารางค่าดัชนีคุณภาพอากาศ ดังภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพที่ 3.32 ผลลัพธ์ของหน้า Dashboard

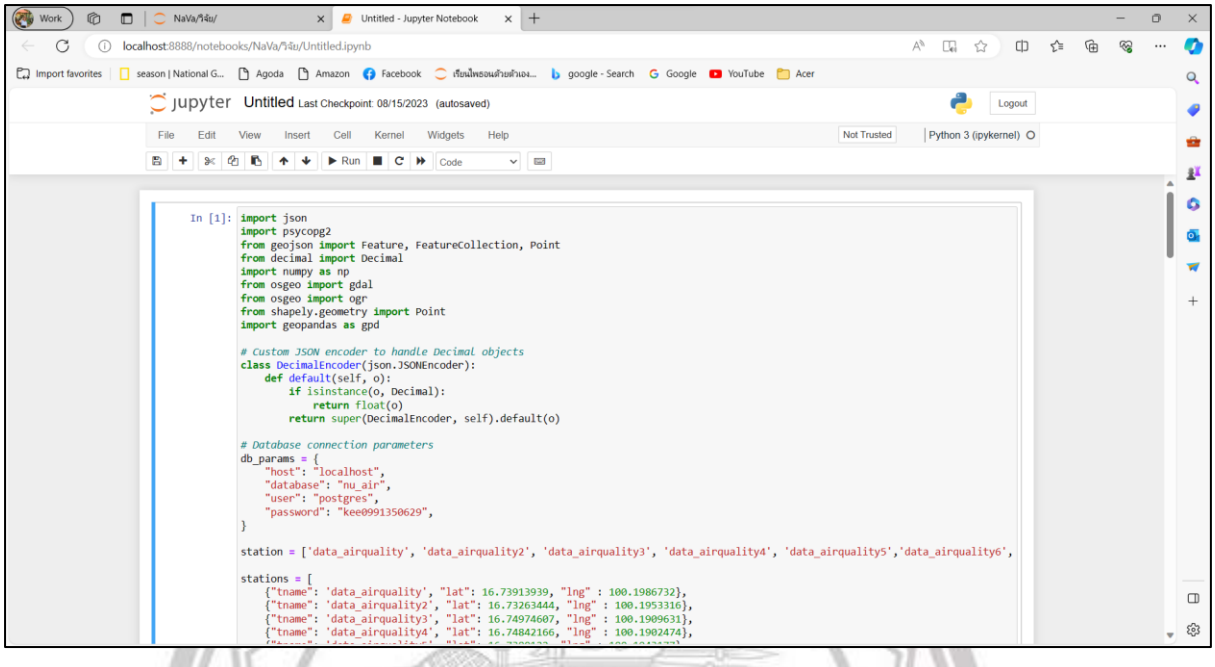
3.3.2 ระบบแสดงผลข้อมูล Web Map Application

Leaflet เป็นไลบรารี JavaScript โอเพ่นซอร์สที่ใช้สร้างแอปพลิเคชันการทำแผนที่เว็บ เปิดตัวครั้งแรกในปี 2011 รองรับแพลตฟอร์มมือถือและเดสก์ท็อปส่วนใหญ่ รองรับ HTML5 และ CSS3 ในหมู่ผู้ใช้ ได้แก่ FourSquare, Pinterest และ Flickr ในหัวข้อนี้จะนำเอา Leaflet เข้ามาช่วยในการจัดทำแผนที่ออนไลน์ โดยจะแสดงผลการวิเคราะห์เชิงพื้น (IDW (Inverse Distance Weight)) ของค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ค่าความชื้น และค่าอุณหภูมิ ในรูปแบบของแผนที่

3.3.2.1 การวิเคราะห์ IDW (Inverse Distance Weight)

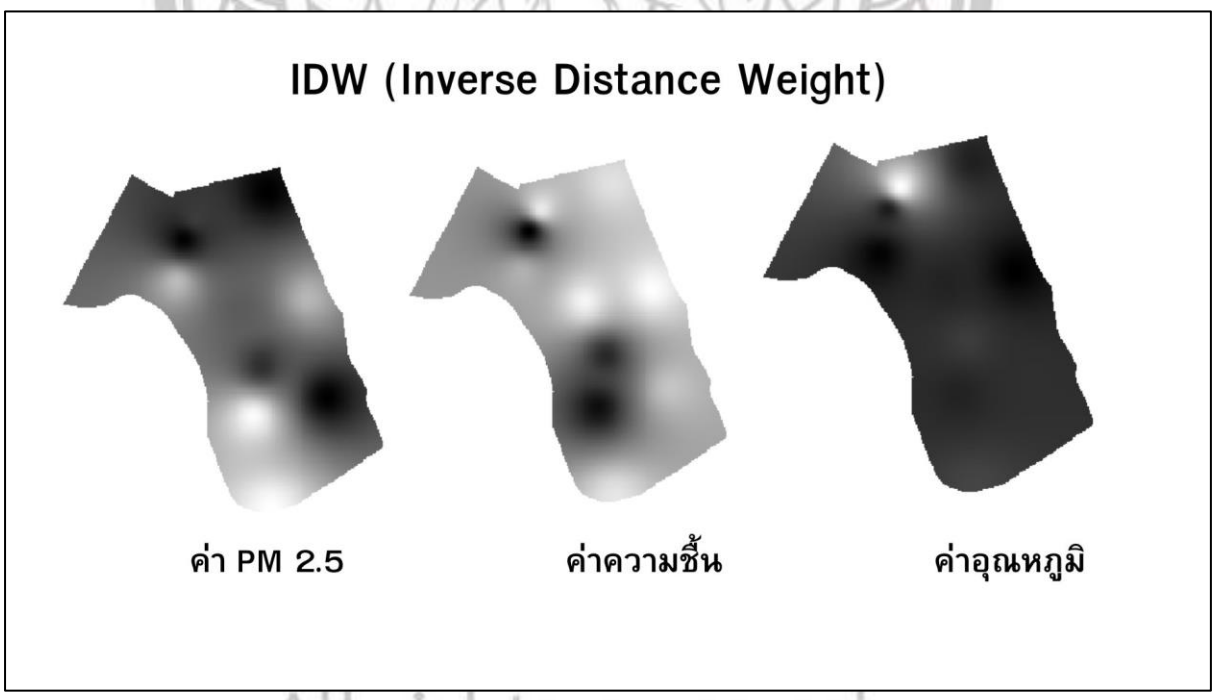
การวิเคราะห์ IDW (Inverse Distance Weight) จะนำ Python มาช่วยในการวิเคราะห์และส่งข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ไปเก็บไว้ยัง Geosever เพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้ในการทำแผนที่แบบ real – time

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพที่ 3.33 คำสั่ง python ในการวิเคราะห์ IDW (Inverse Distance Weight)

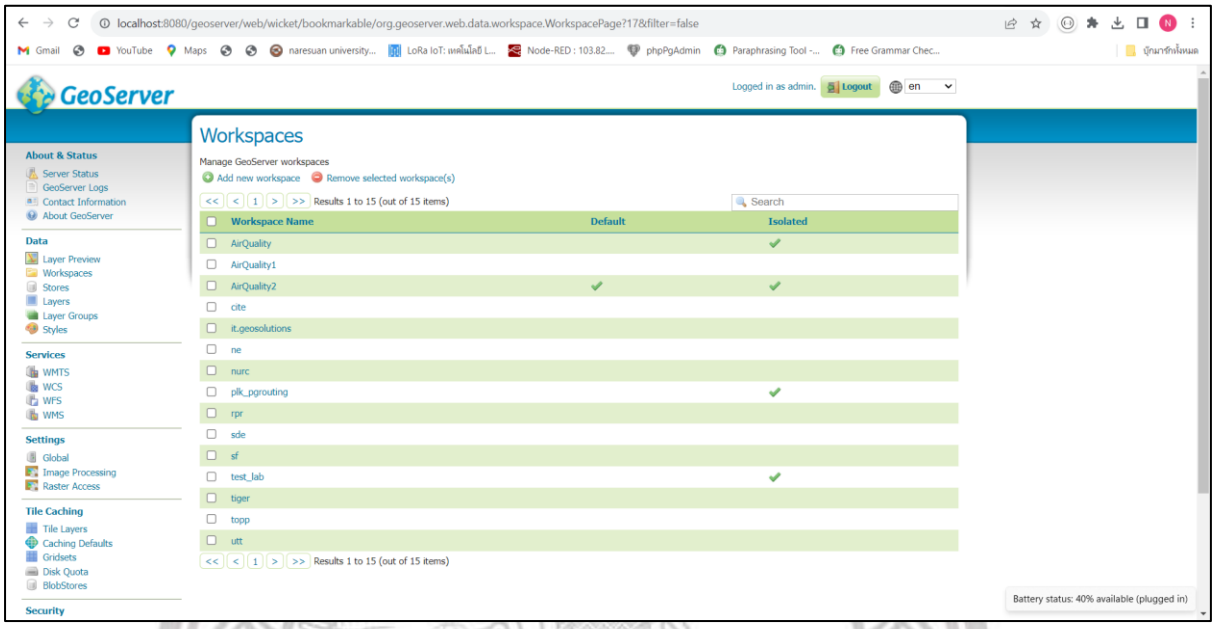
เมื่อทำการวิเคราะห์เสร็จแล้วจะได้ผลลัพธ์ดังรูป



All rights reserved

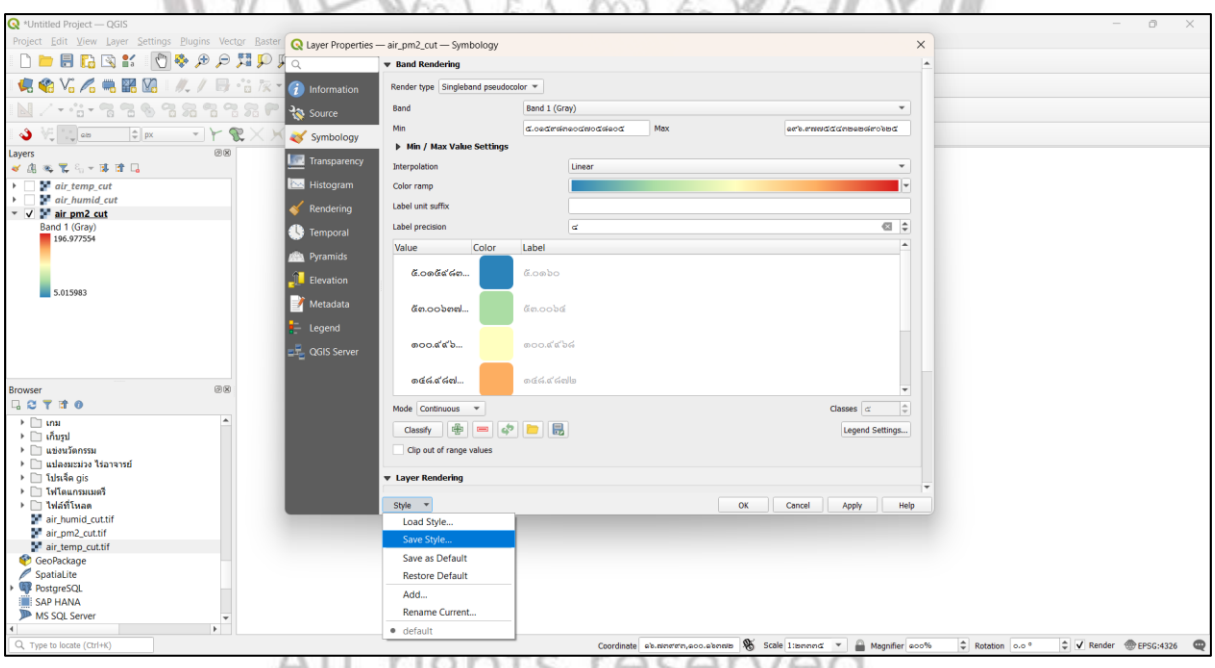
ภาพที่ 3.34 ผลลัพธ์การวิเคราะห์ IDW (Inverse Distance Weight)

จากนั้นข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ไปเก็บไว้ยัง Geosever



ภาพที่ 3.35 ผลลัพธ์เมื่อนำข้อมูลไปเก็บไว้ใน Geosever

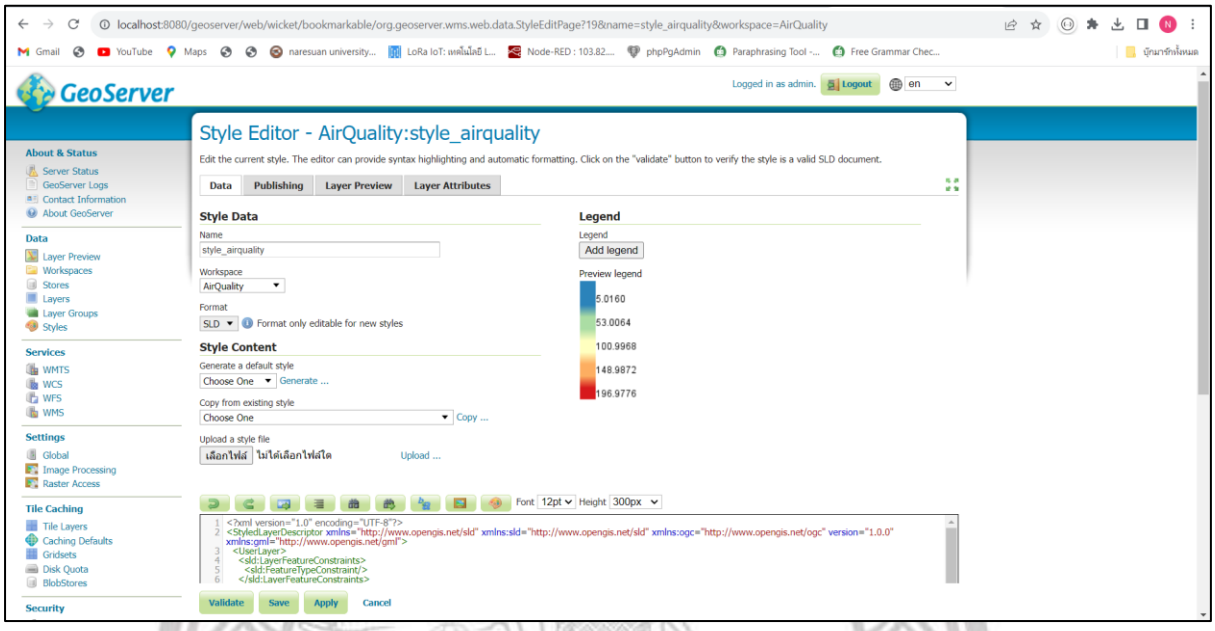
เสร็จแล้วนำ styles ที่ได้จากโปรแกรม Qgis มาใส่ให้กับข้อมูลที่วิเคราะห์มาแล้ว



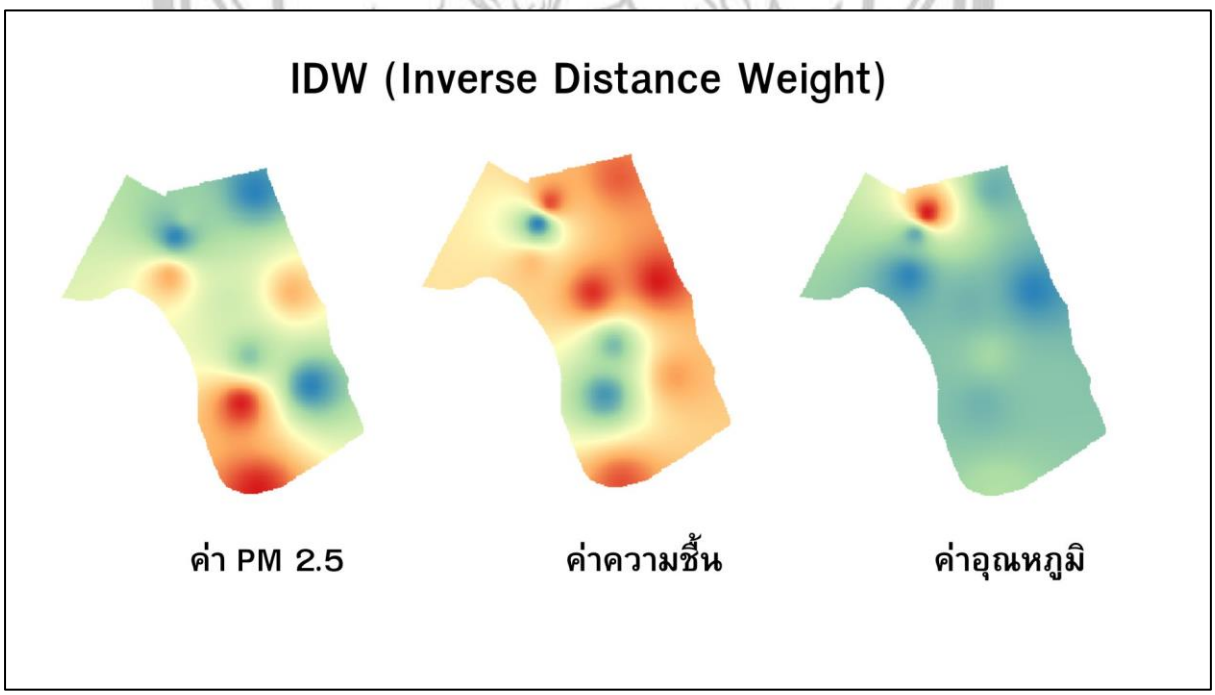
ภาพที่ 3.36 styles ของสีข้อมูลในโปรแกรม Qgis

All rights reserved

เมื่อใส่ styles เสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะได้ผลลัพธ์ดังภาพ



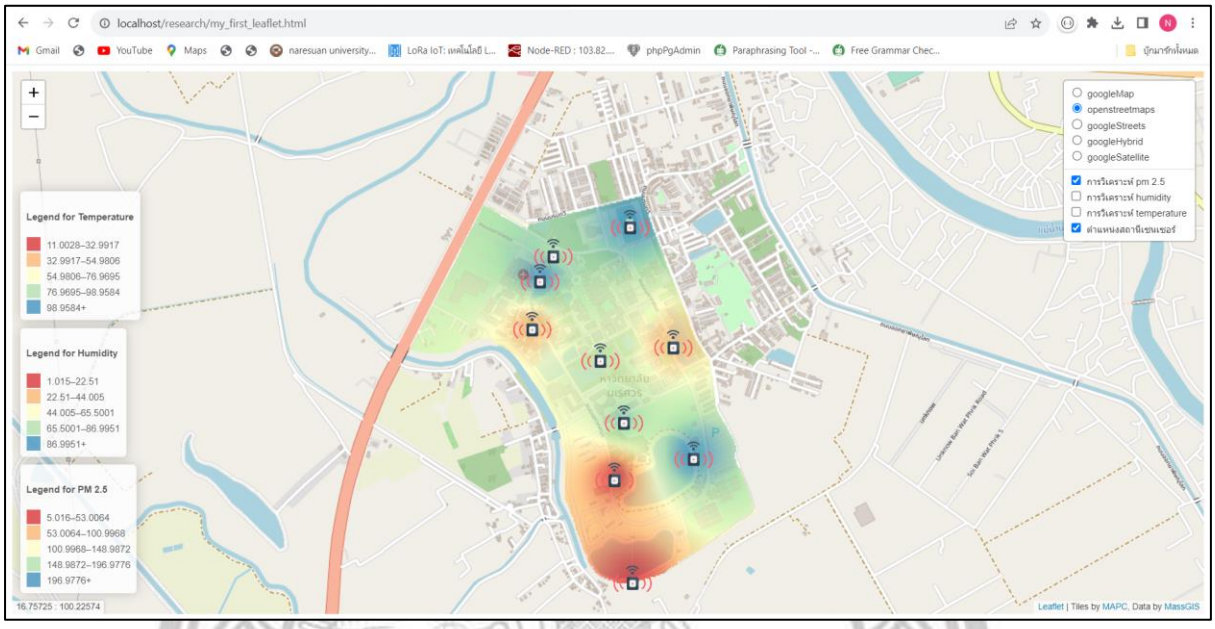
ภาพที่ 3.37 การใส่ styles ใน Geoserver



ภาพที่ 3.38 ผลลัพธ์ที่ได้จากใส่ ใส่ styles ใน Geoserver

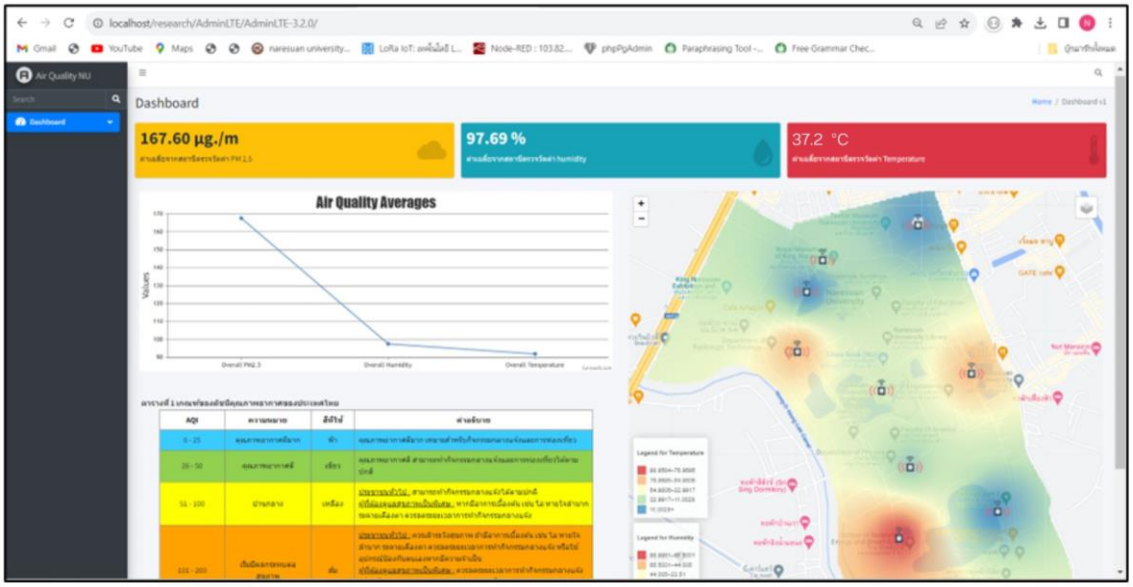
All rights reserved

3.3.2.2 การแผนที่



ภาพที่ 3.39 ผลลัพธ์แผนที่ที่ทำการวิเคราะห์ IDW (Inverse Distance Weight)

3.3.3 ระบบแสดงผลข้อมูล Real-Time Dashboard และ Web Map Application



ภาพที่ 3.40 ระบบแสดงผลข้อมูล Real-Time Dashboard และ Web Map Application

ภาพที่ 3.40 แสดงระบบ Real-Time Dashboard และ Web Map Application ที่ใช้แสดงข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศอย่างต่อเนื่อง มี 3 ค่าหลักที่ระบบนี้จะแสดงผลแบบ Real-Time คือ ค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5, ค่าความชื้น และค่าอุณหภูมิ

All rights reserved

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาการพัฒนาเซนเซอร์เพื่อช่วยในการตรวจสอบสภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยได้มีการพัฒนาระบบแสดงผลข้อมูลแบบเรียลไทม์ในรูปแบบ Real-Time Dashboard ร่วมกับระบบแผนที่ออนไลน์ Web Map Application เพื่อติดตามผลของการวัดค่า และมีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อตรวจสอบคุณภาพอากาศที่อยู่บริเวณใกล้เคียง โดยผลการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดเวลาจริงสำหรับการตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยแบ่งออกเป็น

1. ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์
2. ผลการเชื่อมต่อฐานข้อมูล
3. ผลการทดลองจากระบบ Real-Time Dashboard และ Web Map Application

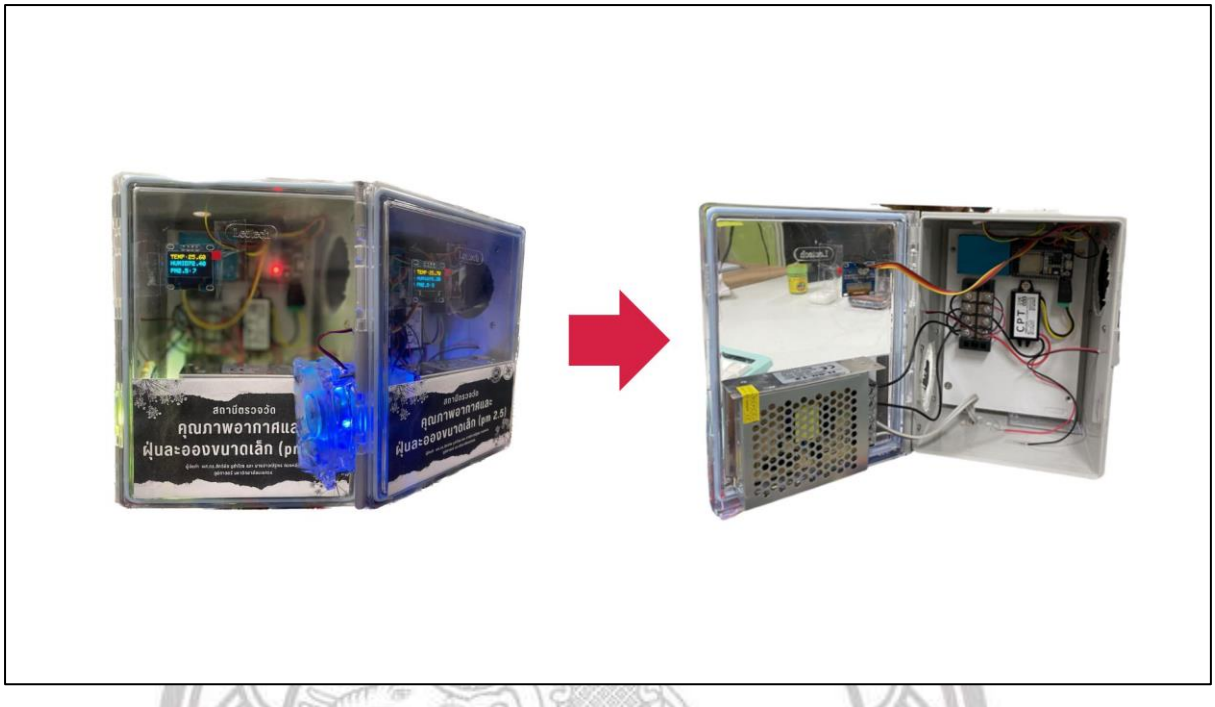
4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์

การพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์ได้ทำการทดสอบทั้งหมด 2 แบบคือ การทดสอบจากบอร์ด ESP32 DEVKIT V1 / NodeMCU และการทดสอบจาก LoRa Gateway

4.1.1 การทดสอบจากบอร์ด ESP32 DEVKIT V1 / NodeMCU

อุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพมีลักษณะเป็นกล่องพลาสติกที่สามารถป้องกันน้ำได้ ภายในกล่องจะมีเซนเซอร์ที่ตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 การทำงานของตัวเซนเซอร์พัดลมตัวแรกจะทำการดูดอากาศเข้ามาในตัวกล่องจากนั้นตัวเซนเซอร์จะทำการตรวจวัด เมื่อตรวจวัดเรียบร้อยแล้วพัดลมตัวที่สองจะทำการดูดอากาศออกไป ส่วนภายนอกกล่องนั้นจะมีเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นอยู่ หน้ากล่องจะมีจอ LCD สำหรับแสดงข้อมูลของ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ความชื้น และ อุณหภูมิ

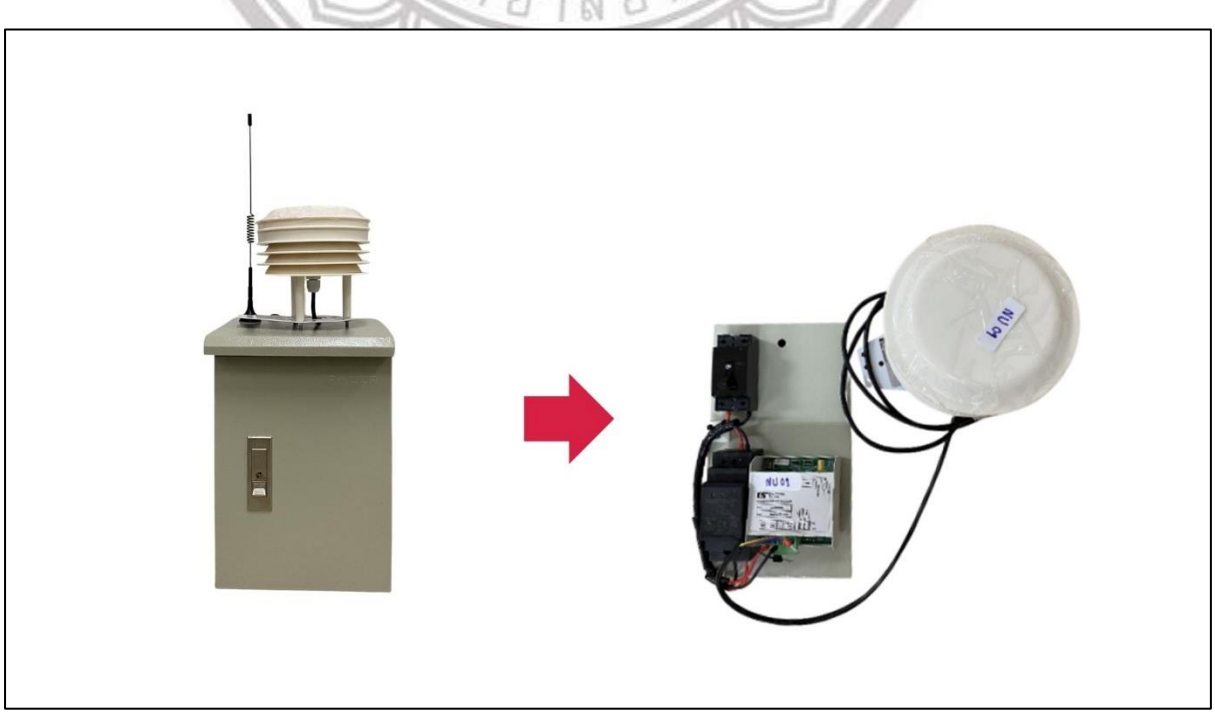
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพที่ 4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์ จากบอร์ด ESP32 DEVKIT V1 / NodeMCU

4.1.2 การทดสอบจาก LoRa Gateway

อุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพมีลักษณะเป็นกล่องเหล็กที่สามารถป้องกันน้ำได้ ภายในกล่องจะมี LoRaSAMR34 เป็นตัวรับส่งข้อมูลจากเซนเซอร์ หัวพลาสติกด้านบนจะเป็นหัวเซนเซอร์ที่ตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ความชื้น และอุณหภูมิ ส่วนเสาอากาศเอาไว้รับส่งสัญญาณกับ IoT Gateway

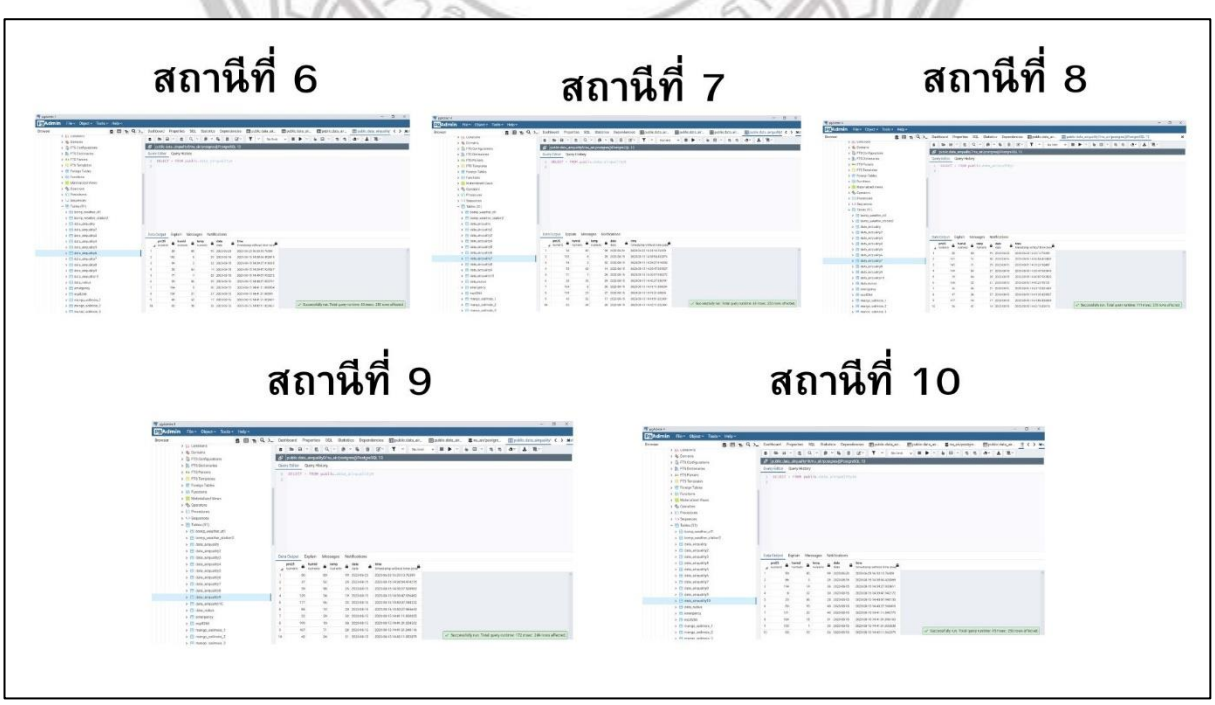


ภาพที่ 4.2 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์จาก LoRa Gateway

4.2 ผลการเชื่อมต่อฐานข้อมูล

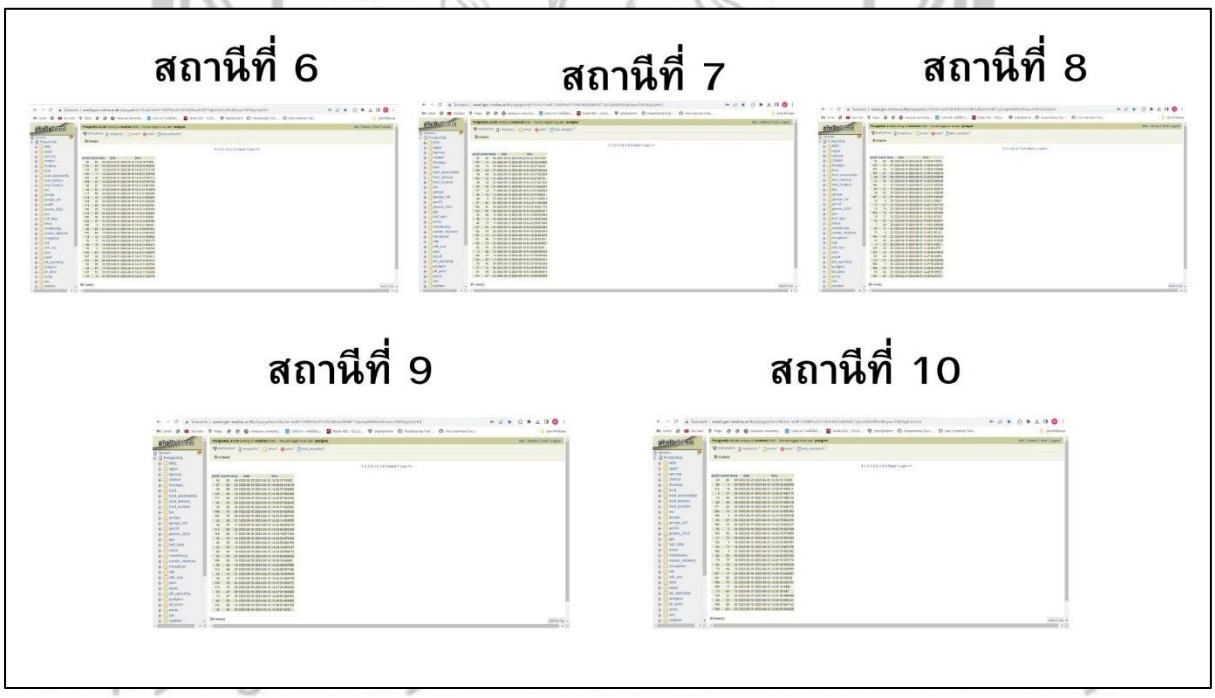
สถานีตรวจวัดอากาศทั้งหมด 10 จุด

ภาพที่ 4.3 ตารางฐานข้อมูลบนปฏิบัติการ Window ของสถานีตรวจวัดอากาศที่ 1-5



ภาพที่ 4.4 ตารางฐานข้อมูลบนปฏิบัติการ Window ของสถานีตรวจวัดอากาศที่ 6-10

ภาพที่ 4.5 ตารางฐานข้อมูลบนปฏิบัติการ Linux ของสถานีตรวจวัดอากาศที่ 1-5



ภาพที่ 4.6 ตารางฐานข้อมูลบนปฏิบัติการ Linux ของสถานีตรวจวัดอากาศที่ 6-10

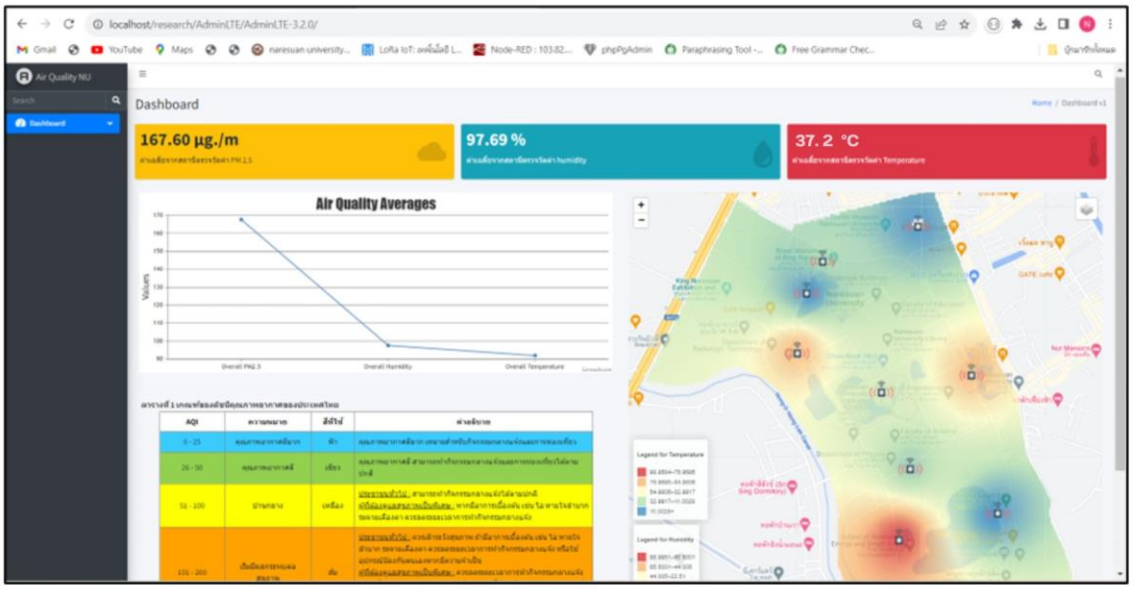
จากภาพที่ 4.3 – 4.6 แสดงตารางข้อมูลในฐานข้อมูลตามเวลาจริงของสถานีตรวจวัดอากาศทั้ง 10 ตัว โดยจะมีการส่งค่าข้อมูลมาจากเซนเซอร์ทุกๆ 1 นาที โดยค่าที่ได้นี้เป็นค่าจากอุปกรณ์เซนเซอร์ที่มีการเชื่อมต่อกับสัญญาณอินเทอร์เน็ตหรือ IoT Gateway โดยจะทำการส่งค่าที่วัดได้เข้าฐานข้อมูล และข้อมูลที่ได้

All rights reserved

ส่วนแรกนั้นจะเตรียมพร้อมสำหรับการนำแสดงผลตามเวลาจริงผ่านหน้า Real-Time Dashboard ส่วนที่สองจะนำไปวิเคราะห์เชิงพื้นที่ก่อนแล้วจะแสดงผลผ่านหน้า Web Map Application

4.3 ผลการทดลองจากระบบ Real-Time Dashboard และ Web Map Application

ในส่วนนี้จะเป็นส่วนของการแสดงค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ค่าเฉลี่ยของความชื้น และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิทั้ง 10 จุด รอบๆ มหาวิทยาลัยนเรศวร ต่อมาจะเป็นกราฟแสดงค่าเฉลี่ย ด้านล่างจะเป็นเกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทยโดยจะอธิบายเกี่ยวกับค่าฝุ่นละอองถ้าค่าประมาณเท่าไรถึงจะเป็นอันตรายและจะมีความหมายของค่าฝุ่นละอองในแต่ละระดับ ด้านข้างจะเป็นแผนที่ที่ได้ทำการวิเคราะห์ IDW (Inverse Distance Weight) จากค่าที่ได้มากจากเซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพอากาศจะมีคำอธิบายสัญลักษณ์และตำแหน่งของเซนเซอร์



ภาพที่ 4.7 ระบบ Real-Time Dashboard และ Web Map Application

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 5

บทสรุป

การพัฒนาระบบตรวจวัดคุณภาพอากาศสำหรับการประเมินและตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ระบบนี้จะตรวจวัดค่า ฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ความชื้น และอุณหภูมิ โดยได้นำเทคโนโลยีเซนเซอร์มาประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นการส่งค่าที่ตรวจวัดได้และแสดงผลออกมาผ่านระบบ Real-Time Dashboard และ Web Map Application ซึ่งอุปกรณ์เครื่องมือชุดนี้มีการใช้งานที่สะดวก โดยผลที่ได้จากการตรวจวัดคุณภาพอากาศสามารถแสดงผลได้อย่างรวดเร็ว ทำให้นิสิตและบุคคลากรได้รับรู้ถึงคุณภาพอกาศภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรได้ ณ ขณะนั้น จากการทดสอบทั้ง 2 แบบ ได้แก่ การทดสอบจากบอร์ด ESP32 DEVKIT V1 / NodeMCU และการทดสอบจาก LoRa Gateway สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

การพัฒนาเซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยใช้ Geo-IoT (Geospatial Internet of Things) โดยการใช้บอร์ด ESP32 DEVKIT V1 / NodeMCU เป็นบอร์ดพัฒนาที่มี Wi-Fi และ Bluetooth ในตัวมีความสามารถในการเชื่อมต่อกับเซนเซอร์และสื่อสารข้อมูลไร้สาย สามารถใช้พวกนี้เพื่อเชื่อมต่อกับเซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพอากาศ ส่วน LoRa Gateway เป็นเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายที่เหมาะสำหรับการส่งข้อมูลระยะไกล โดยมีความสามารถในการรวบรวมข้อมูลและส่งข้อมูลไปยังศูนย์ควบคุมหรือฐานข้อมูลที่ตำแหน่งห่างไกลในการใช้ LoRa Gateway ช่วยลดการใช้งานของเครือข่ายเซลลูลาร์และเพิ่มระยะการสื่อสารไร้สาย จากนั้นเริ่มศึกษาและเก็บข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวกับมลพิษทางอากาศและได้หาแนวทางในการแก้ไขปัญหาด้วยการพัฒนาและออกแบบเซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพอากาศขึ้นมา มีภาษาที่ใช้ในการพัฒนาได้แก่ ภาษา C++ เป็นภาษาหลักที่ทำการพัฒนาเซนเซอร์ โดยคำสั่งที่ใช้ในจะมีการใส่เงื่อนไขการทำงานของเซนเซอร์เอาไว้ และใช้โปรแกรม Arduino IDE สำหรับเชื่อมต่อเซนเซอร์กับคอมพิวเตอร์ เพื่อเขียนคำสั่งการทำงานให้กับเซนเซอร์และมีการส่งข้อมูลค่าที่วัดได้ไปเก็บไว้ยังเซิร์ฟเวอร์ เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่และจัดทำเว็บไซต์ขึ้นมา โดยใช้ภาษา HTML และมีการเชื่อมต่อระหว่างเว็บไซต์และเซิร์ฟเวอร์โดยใช้ภาษา PHP ทำให้ผลรับที่ได้นั้นสามารถติดตามคุณภาพอากาศได้แบบเรียลไทม์อีกทั้งยังได้มีการพัฒนาระบบ Real-time Dashboard เพื่อให้ผู้ใช้งาน เข้าใจง่าย และสะดวกสบาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

การพัฒนาระบบติดตามคุณภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรแบบเรียลไทม์ ได้มีการทดลองระบบในพื้นที่จริง เพื่อตรวจสอบวัดค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ความชื้น และอุณหภูมิ ซึ่งสามารถรับค่าได้แบบเรียลไทม์ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเตรียมตัวรับมือกับสภาพลมฟ้าอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาได้

5.2 อภิปรายผล

การพัฒนาระบบและชุดอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยใช้ Geo-IoT (Geospatial Internet of Things) และ LoRa Gateway เป็นการสร้างระบบการตรวจวัดคุณภาพอากาศและการสื่อสารไร้สายระยะไกลที่มีความสามารถในการรวบรวมข้อมูลอากาศและส่งข้อมูลออกไปยังศูนย์ควบคุมหรือฐานข้อมูลที่ตำแหน่งห่างไกล จากกระบวนการการพัฒนาชุดอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ผ่านมาสอดคล้องกับงานวิจัยของ สายชล สุขโนนจารย์. (2563). โดยได้มีการพัฒนาระบบตรวจวัดคุณภาพอากาศสำหรับการประเมินและตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรด้วยเทคนิค IoT และ GIS โดยมีการพัฒนาระบบเฝ้าระวังและติดตามคุณภาพอากาศด้วยเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับใช้รายงานผลและ พัฒนาระบบแจ้งเตือนคุณภาพอากาศแบบเรียลไทม์ด้วยเซนเซอร์ที่มีต้นทุนต่ำ มีประสิทธิภาพในการใช้งาน

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาต่อไป

1.บางพื้นที่ที่เลือกในการติดตั้งเซนเซอร์อาจจะไม่มีไฟฟ้าหรือไฟฟ้าเข้าไม่ถึงควรตรวจสอบและวางแผนให้ดีก่อนเลือกบริเวณที่ติดตั้ง

2. ควรปรับข้อมูลกราฟที่แสดงผลในหน้า Real-Time Dashboard ให้ละเอียดและเข้าใจง่าย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2558). **คลังความรู้ อากาศ : มลพิษทางอากาศ**. สืบค้น 15 มิถุนายน 2566. จาก https://datacenter.deqp.go.th/knowledge/

กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. (2565). **การศึกษาเพื่อหาแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองในพื้นที่เขตควบคุมมลพิษ ตำบลหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี และพื้นที่โดยรอบเขตควบคุมมลพิษในรัศมีไม่เกิน 10 กิโลเมตร**. สำนักงานศูนย์วิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ดอนสัน ปงผาบ, และ ปกรณ์ สันตกิจ.(2021). **เครื่องวัดฝุ่น PM2.5 แจ้งเตือนทางแอพพลิเค**ชันไลน์. วารสารวิจัย มทร. กรุงเทพ

นิพัทธ์ จงสวัสดิ์, อนุชา ตุงคัษฐาน. (2022). **การพัฒนาอุปกรณ์วัดคุณภาพอากาศแบบเคลื่อนที่และระบบติดตามบนคลาวด์แบบเวลาจริง.** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

นงเยาว์ สอนจะโปะ. (2021). **การศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้องและแม่นยำของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ สภาพอากาศ สำหรับงาน IoT ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน.** วารสารวิชาการศรีประทุม. ชลบุรี

พัชรินทร แก้วคุณ , พรพรรณ สกุลคู. (2021)**. การหาความสัมพันธ์ปริมาณความเข้มข้น PM2.5 ของเครื่องวัดคุณภาพอากาศแบบเรียลไทม์กับเครื่องมือมาตรฐาน.** มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วรงค์ บุญเชิดชู, and อนุชัย ถนอมสินรัตน์. **การพัฒนากระบวนการแก้ไขความถูกต้อง สำหรับเซ็นเซอร์วัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5) ต้นทุนต่ำ**.(2022).วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมมลพิษ. (2563)**. รู้รอบทิศมลพิษทางอากาศ**.กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ส่วนมลพิษจากอุตสาหกรรม กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. (2549). **คู่มือการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากปล่องปล่อยทิ้งอากาศเสีย ฉบับที่ 2**. พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม. กรมควบคุมมลพิษ

สิทธิชัย ชูสำโรง และ ชัชพงศ์ ท้าววิราษ. (2018). **การพัฒนาเซนเซอร์ระบบระบุตำแหน่งต้นทุนต่ำสำหรับระบบบันทึกและติดตามแบบเรียลไทม์ด้วย pgRouting และ IoT**. วารสารภูมิศาสตร์สมาคม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์). ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2561 หน้า 26-37

สิทธิชัย ชูสำโรง และ พงศกร ช่วยพรม. (2018). **การพัฒนาระบบแจ้งเตือนจุดเสี่ยงอุบัติเหตุสำหรับผู้ขับขี่พื้นที่การศึกษาพิษณุโลก-เขาค้อ**. วารสารภูมิศาสตร์สมาคมภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์). ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2561 หน้า 26-37

Amirhossein Hassani et al (2023). **Citizen-operated mobile low-cost sensors for urban PM2.5 monitoring: field calibration, uncertainty estimation, and application**. IVL Swedish Environmental Research Institute, Valhallavägen 81, Stockholm 11428, Sweden

HanGyeol Song et al. (2023). **Estimating vehicular emission factors and vehicle-induced turbulence: Application of an air quality sensor array for continuous multipoint monitoring in a tunnel**.Division of Earth and Environmental System Sciences, Pukyong National University, Busan, Republic of Korea

I. Heimann et al. (2015). **Source attribution of air pollution by spatial scale separation using high spatial density networks of low cost air quality sensors**. Atmos. Environ

Popoola et al. (2018). **Use of networks of low cost air quality sensors toquantify air quality in urban settings**. Atmos. Environ

Yanan Liu et al. (2023). **Fine particulate matter (PM2.5) induces inhibitory memory alveolar macrophages through the AhR/IL-33 pathway.** NHC Key Laboratory of Antibody Technique, Department of Immunology, Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu Province, China

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

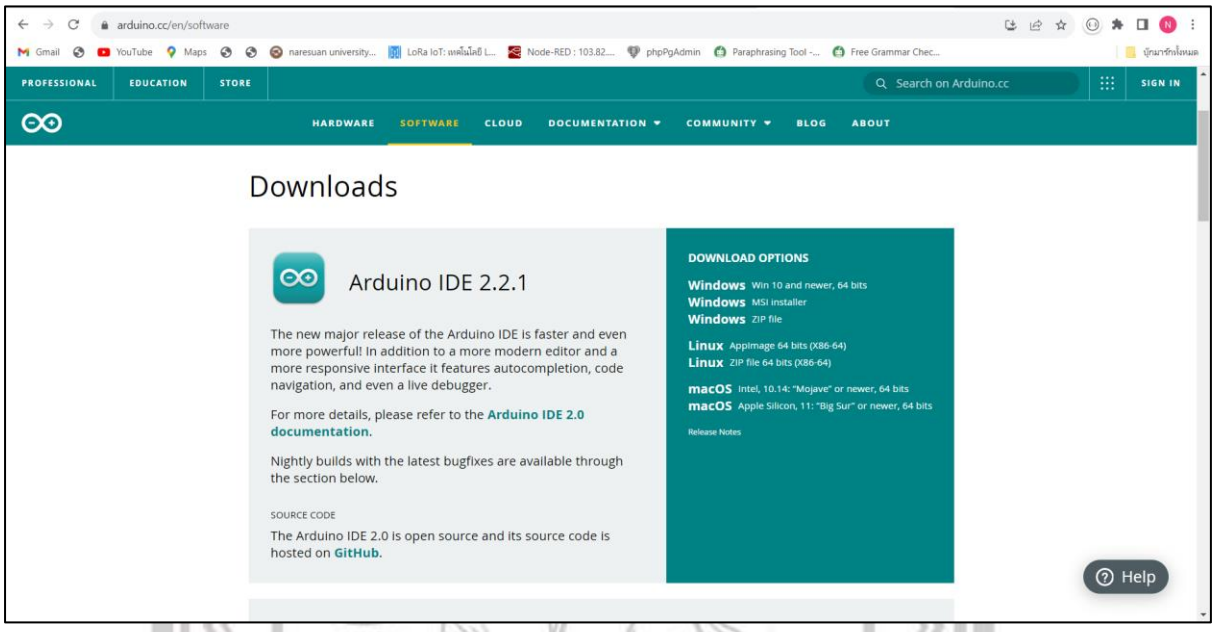
ภาคผวก ก.

ขั้นตอนการติดตั้งระบบ

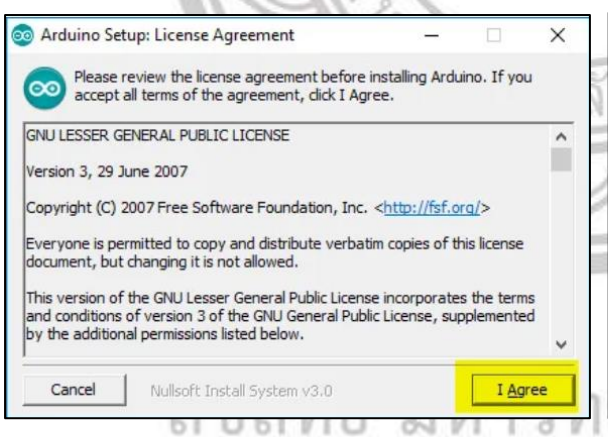
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

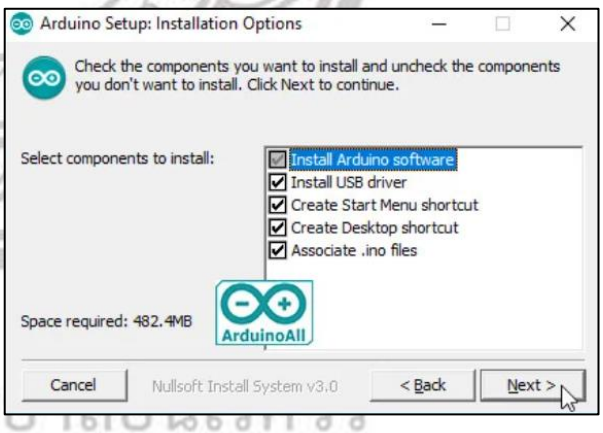
1.วิธีติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE

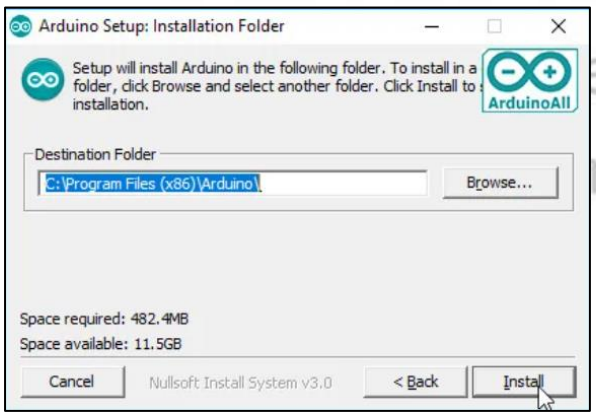
- ดาวน์โหลด Arduino IDE จาก www.arduino.cc จากนั้นเลือก Windows Installer

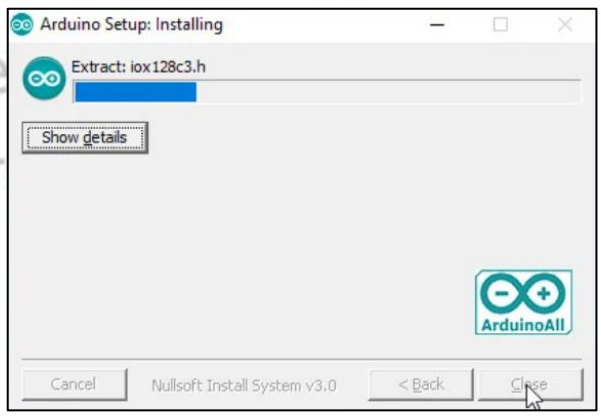


- เมื่อดาวน์โหลดเสร็จแล้ว ก็กดเปิดไฟล์ arduino-xxx.exe เพื่อติดตั้งโปรแกรม กด Next ไปเรื่อย ๆ

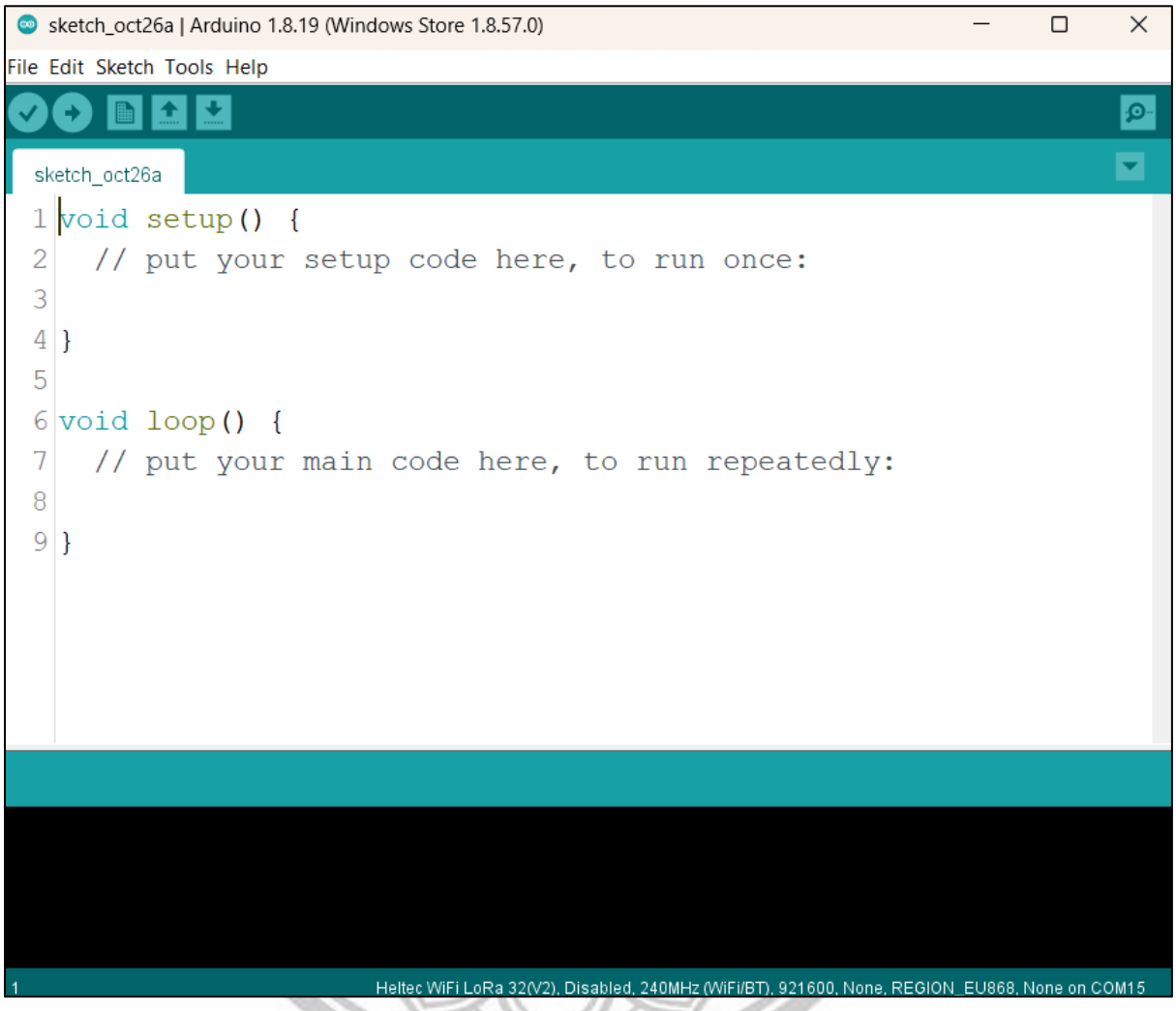






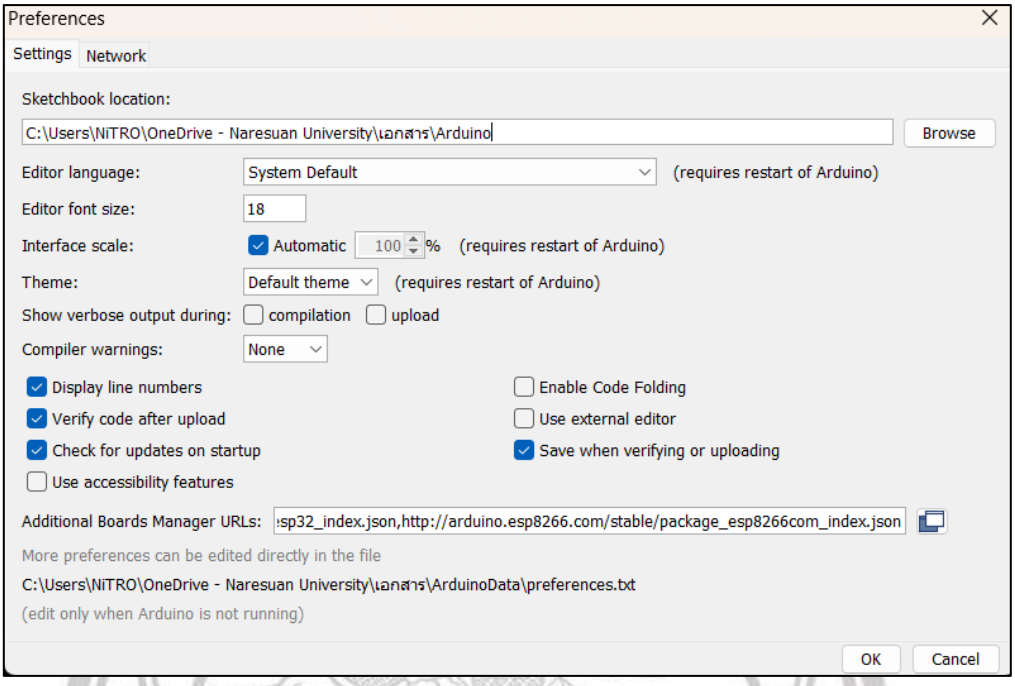


- ค้นหาและดับเบิ้ลคลิกบนไฟล์arduino.exe เรียกเข้าสู่โปรแกรม จะปรากฏจอภาพดังรูปข้างล่างนี้

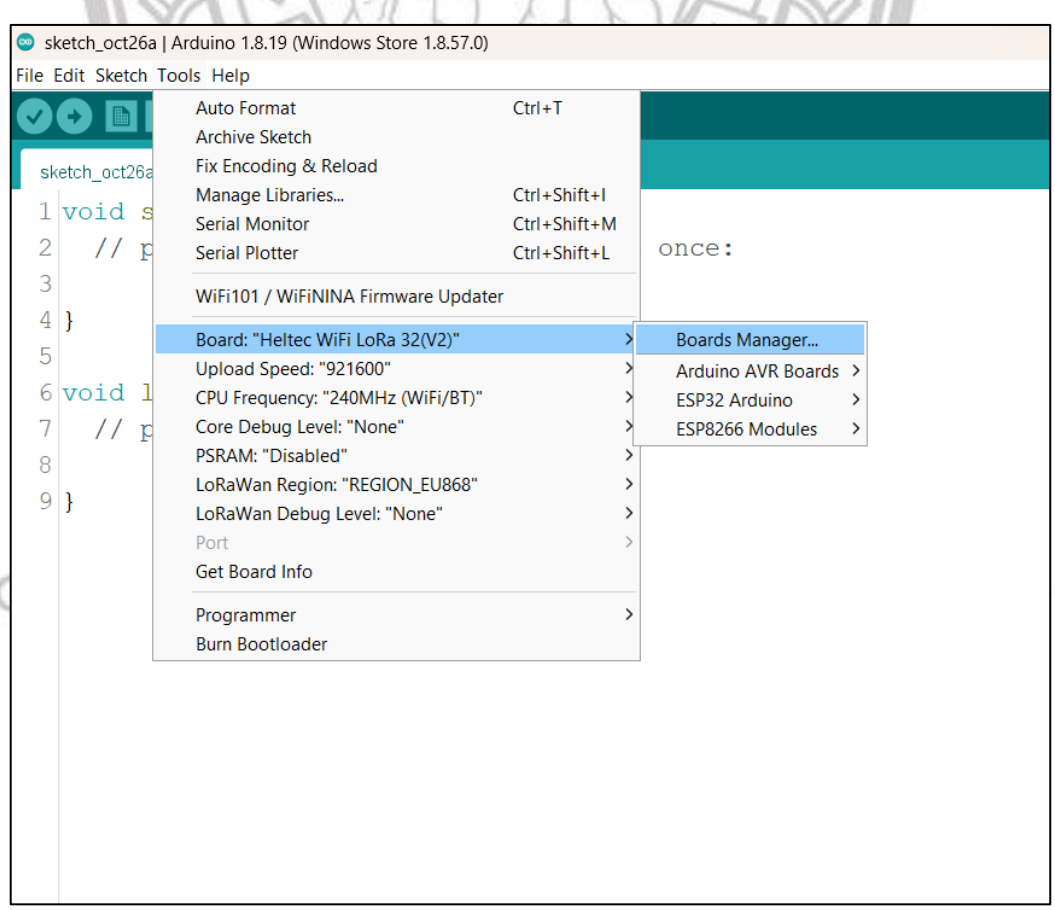


- ตั้งค่าเริ่มต้น เพื่อดาวน์โหลดไลบรารี่ ESP32 โดยใช้คำสั่ง File=>Preferences เมื่อปรากฏหน้าต่าง Preferences ให้คัดลอกลิงค์นี้ https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json ไปวางในช่อง Additional Boards Manager URLs: แล้วคลิกปุ่ม OK

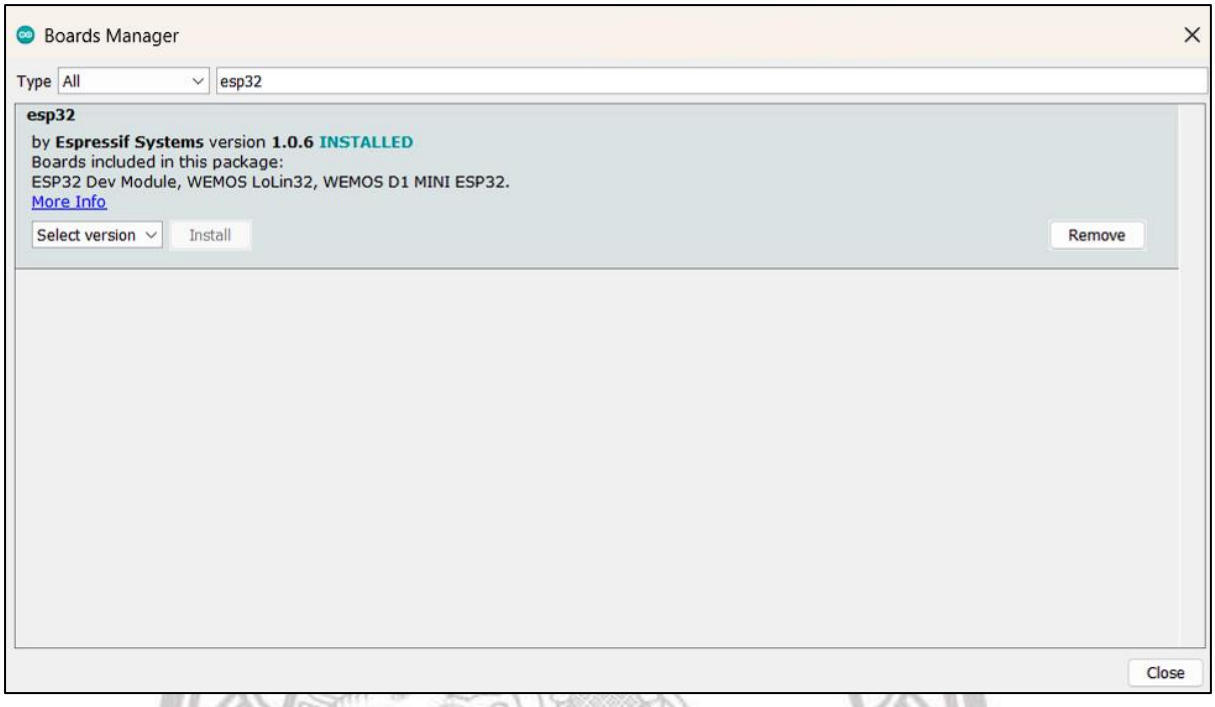
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



- เริ่มดาวน์โหลด ESP32 บอร์ดและไลบรารี่ โดยใช้คำสั่ง Tools =>Board: “Arduino/Genuino Uno” =>Board Manager ดังรูปข้างล่าง

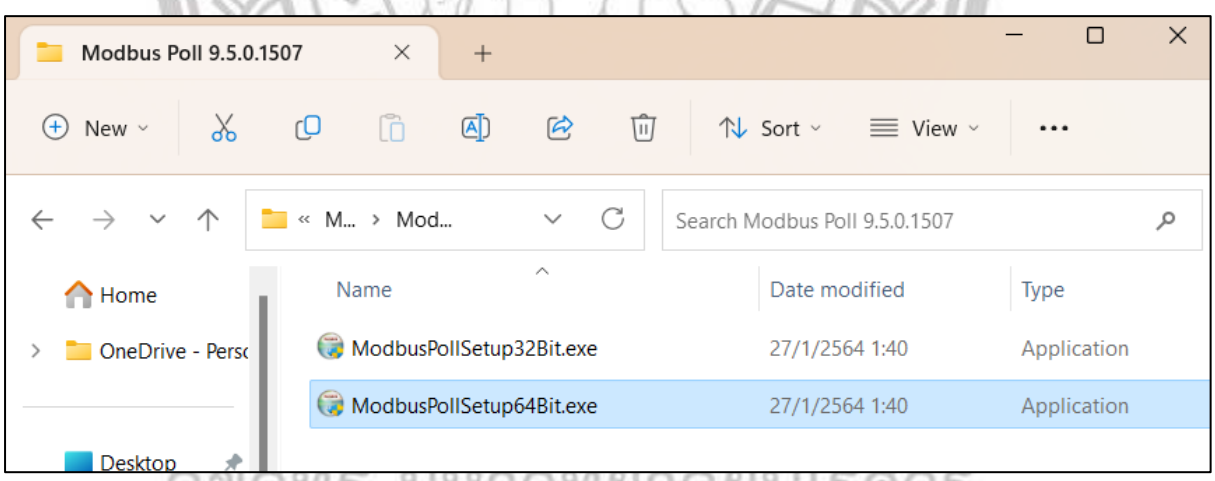


- เลือก esp32 แล้วคลิกปุ่ม Install



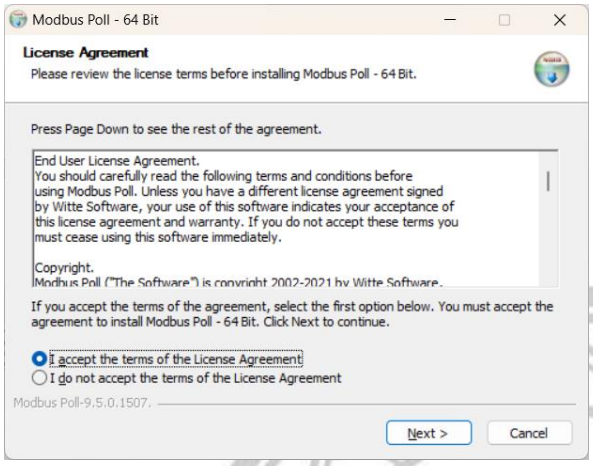
2.วิธีติดตั้งโปรแกรม Modbus Poll

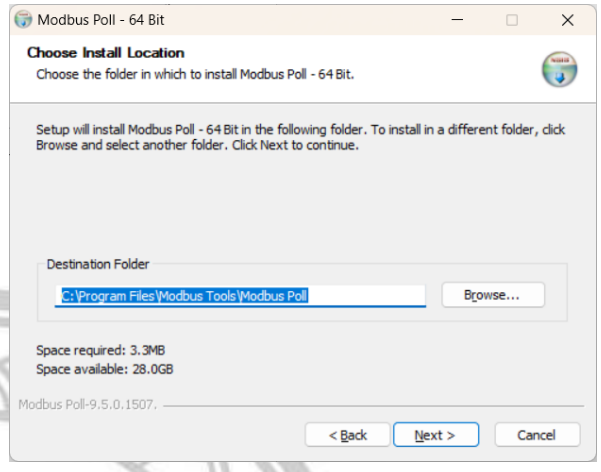
- เลือกไฟล์ ModbusPollSetup64Bit.exe

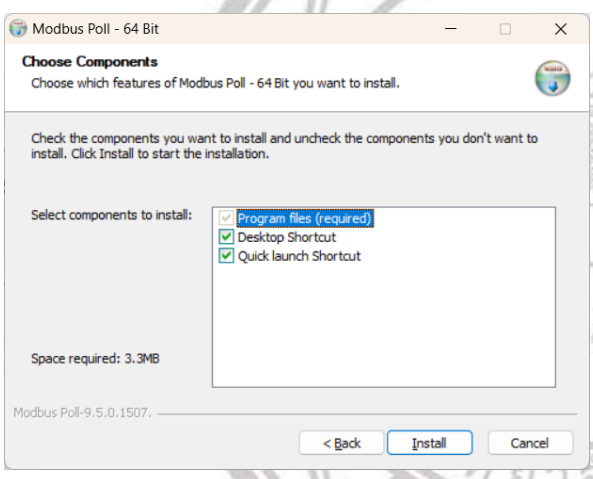


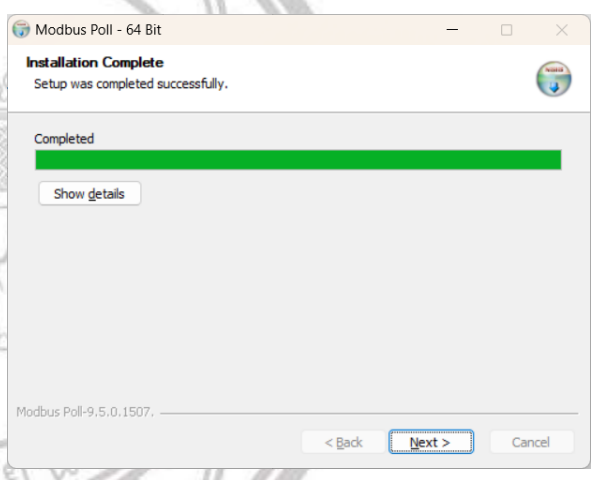
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

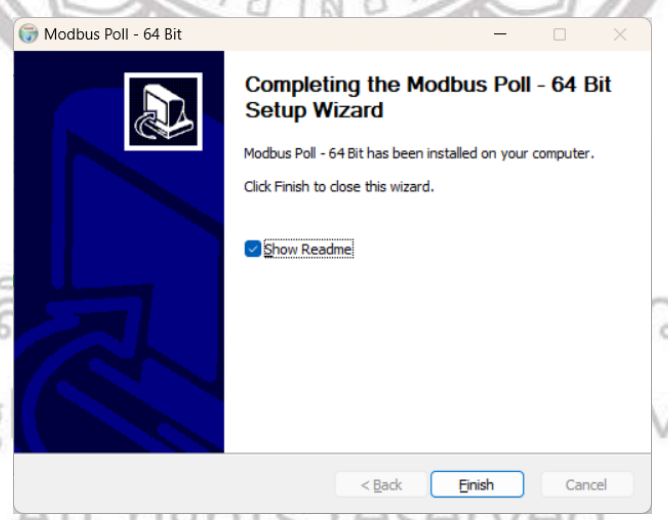
- ทำการติดตั้ง ModbusPollSetup64Bit.exe โดยการคลิก next ไปเรื่อยๆ







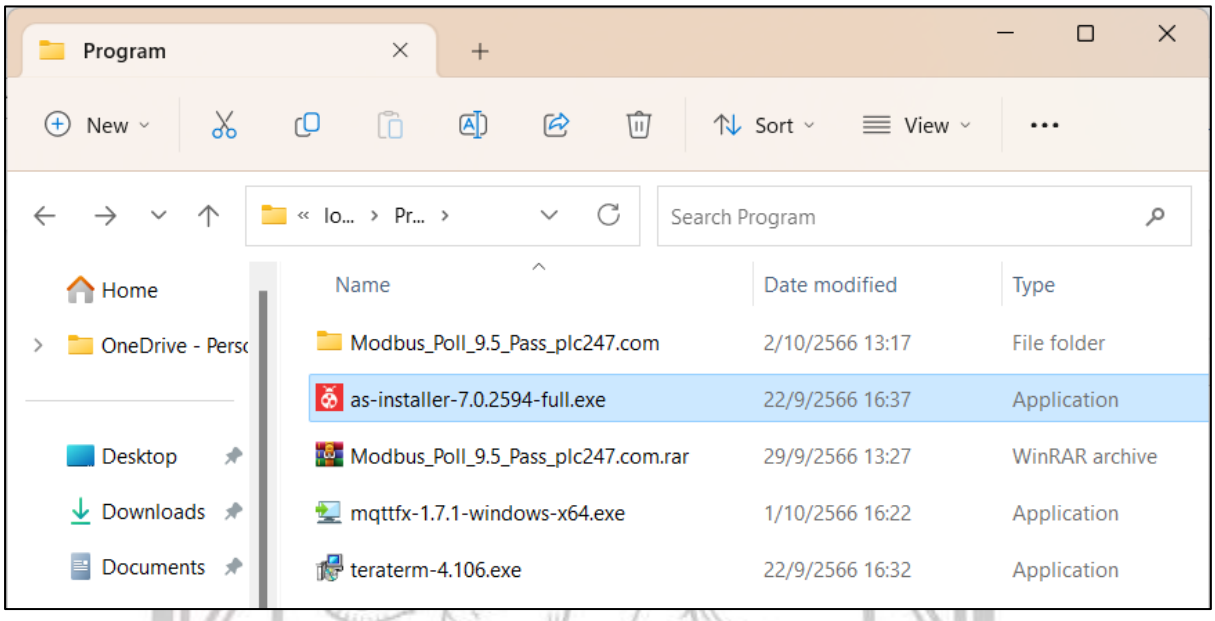




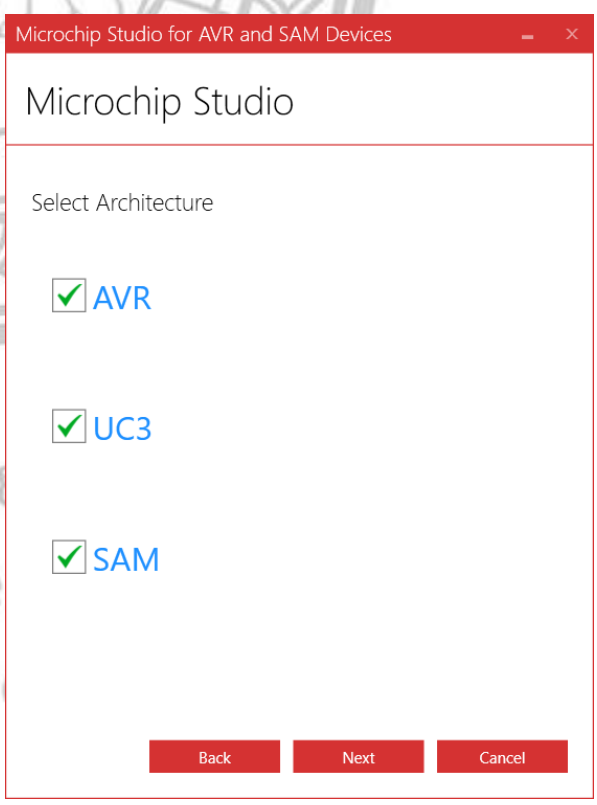
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

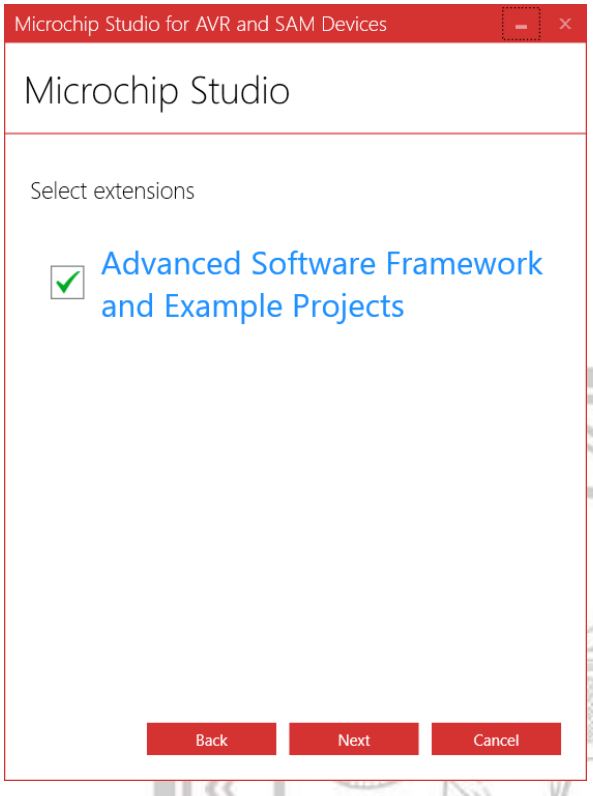
3.วิธีติดตั้งโปรแกรม Microchip Studio

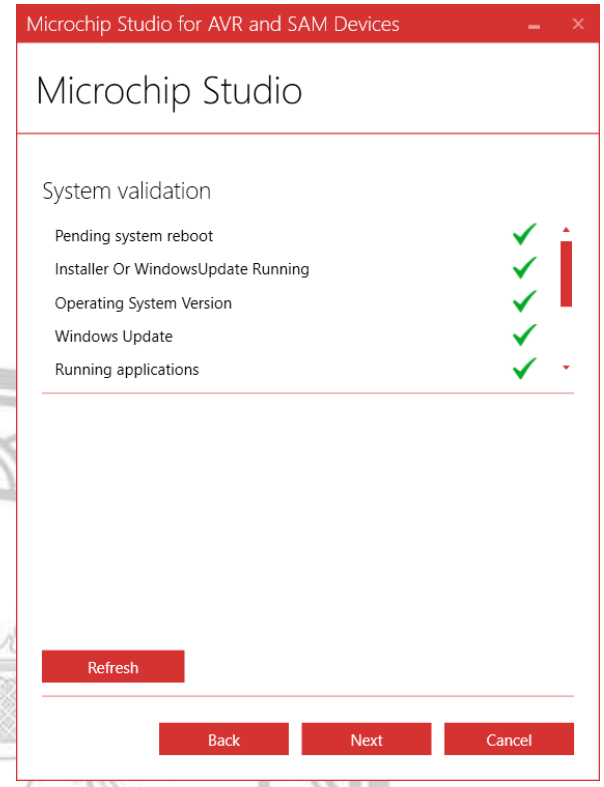
- เลือกไฟล์ as-installer-7.0.2594.full.exe

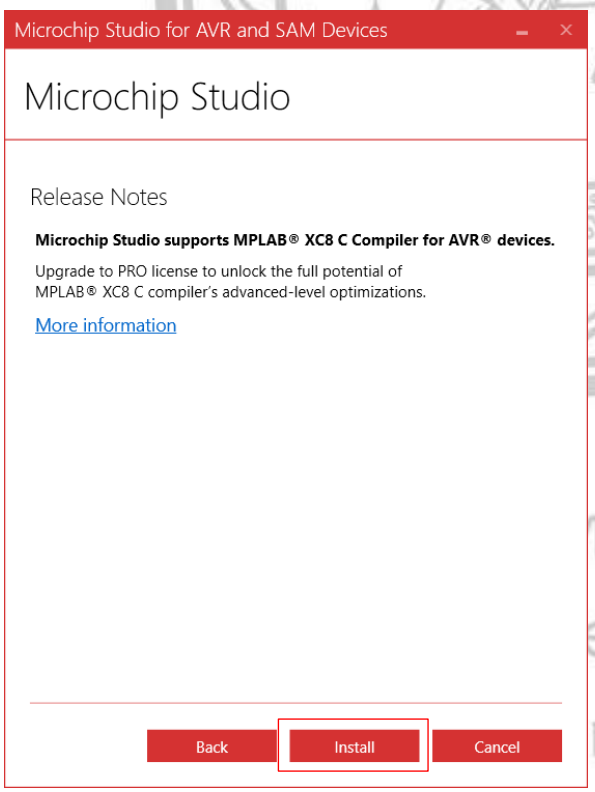


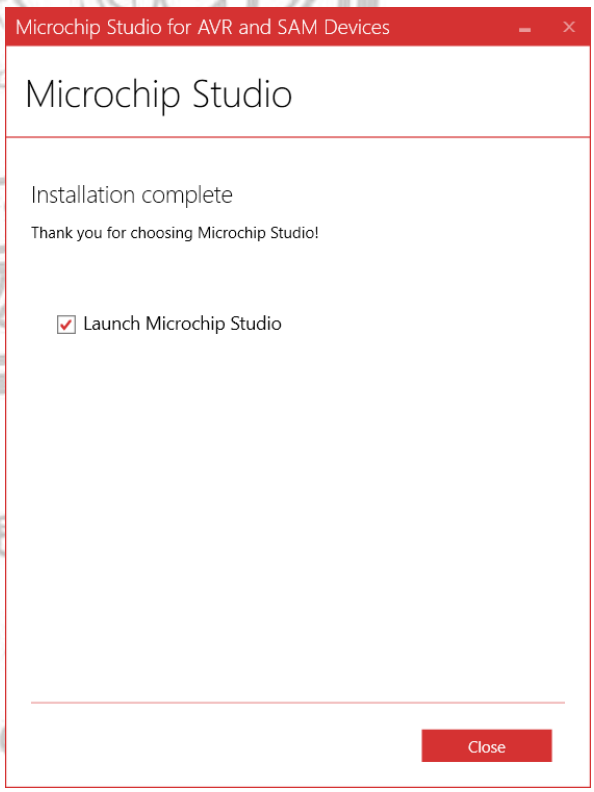
- ทำการติดตั้ง Microchip Studio โดยการคลิก next ไปเรื่อยๆ




Microchip Studio for AVR and SAM Devices
Microchip Studio
Select extensions
Advanced Software Framework and Example Projects
Back
Next
Cancel

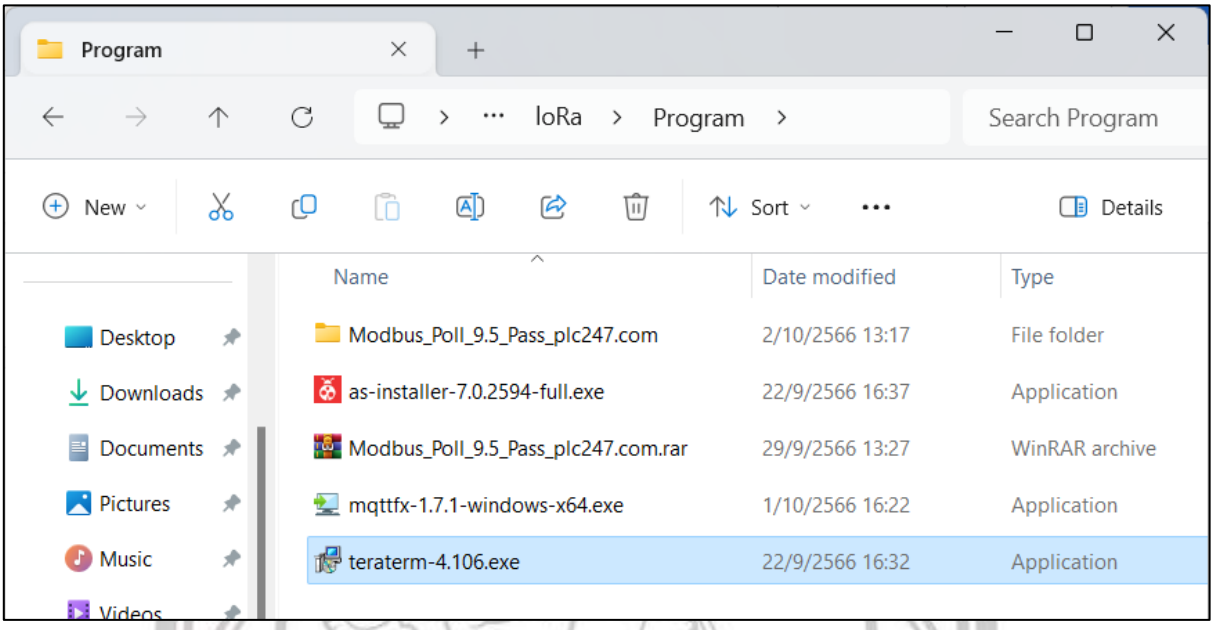

Microchip Studio for AVR and SAM Devices
Microchip Studio
System validation
Pending system reboot
Installer Or WindowsUpdate Running
Operating System Version
Windows Update
Running applications
Refresh
Back
Next
Cancel


Microchip Studio for AVR and SAM Devices
Microchip Studio
Release Notes
Microchip Studio supports MPLAB® XC8 C Compiler for AVR® devices.
Upgrade to PRO license to unlock the full potential of
MPLAB® XC8 C compiler's advanced-level optimizations.
More information
Back
Install
Cancel

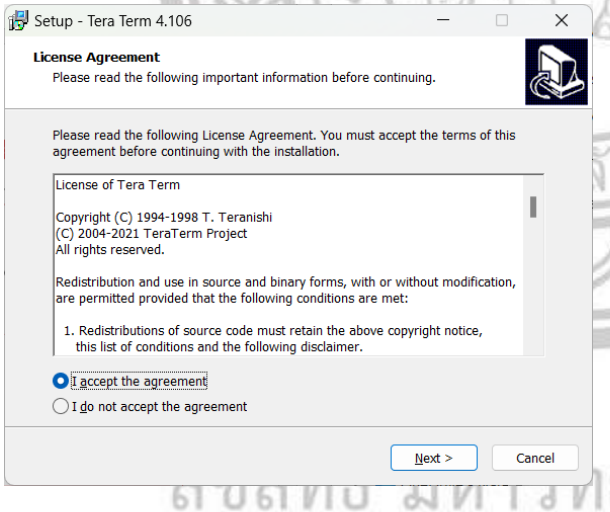

Microchip Studio for AVR and SAM Devices
Microchip Studio
Installation complete
Thank you for choosing Microchip Studio!
Launch Microchip Studio
Close

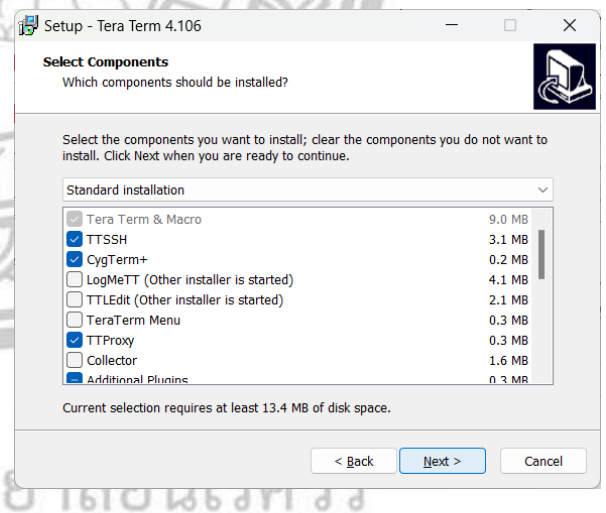
4.วิธีติดตั้งโปรแกรม Tera Term

- เลือกไฟล์ teraterm-4.106.exe

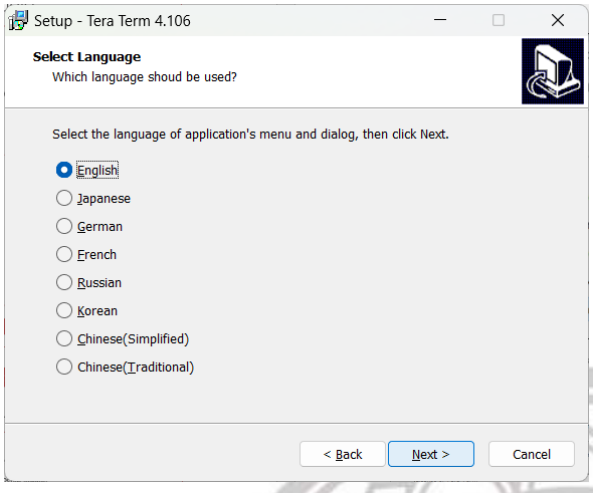


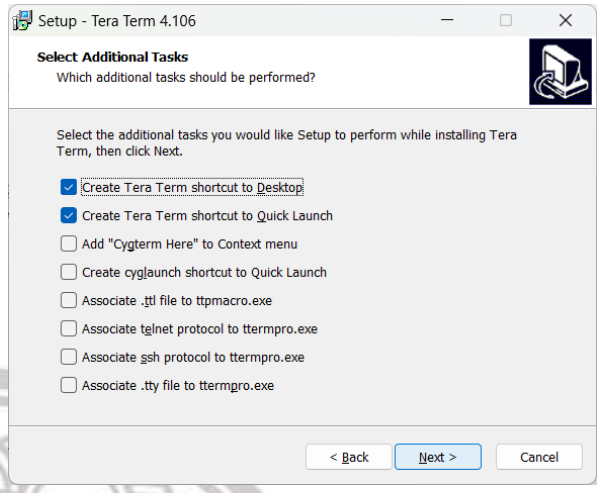
- ทำการติดตั้ง Tera Term โดยการคลิก next ไปเรื่อยๆ

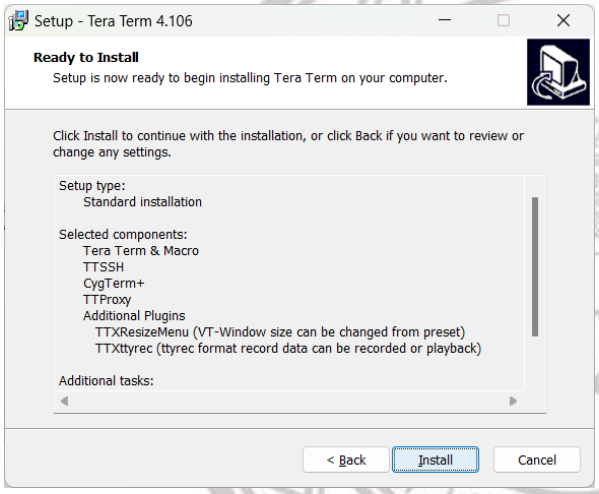


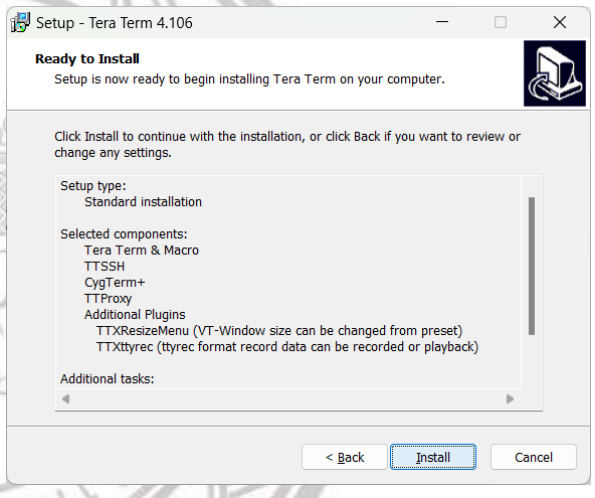


Copyright by Naresuan University
All rights reserved



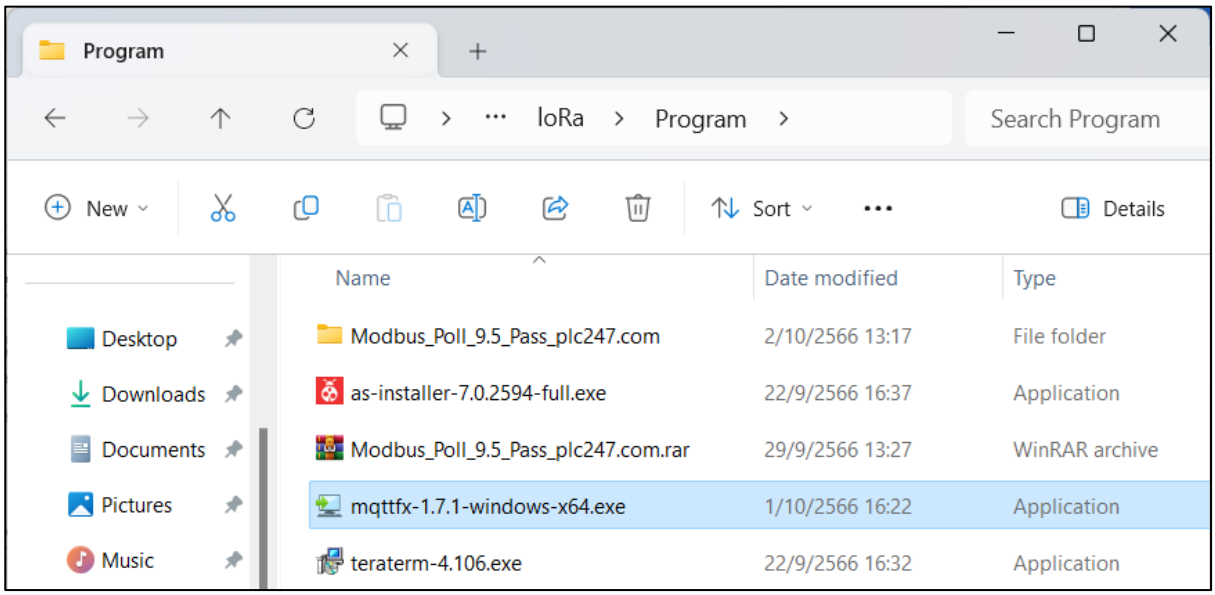




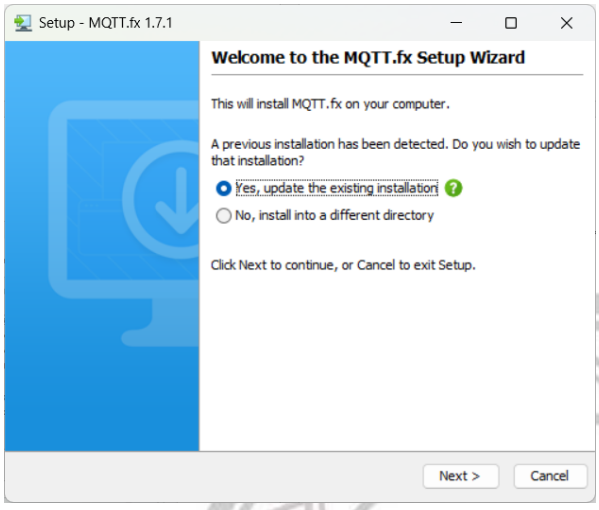


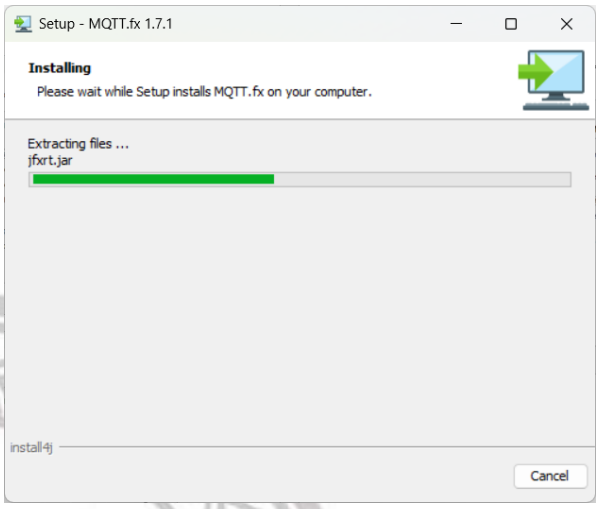
5.วิธีติดตั้งโปรแกรม MQTT.fx

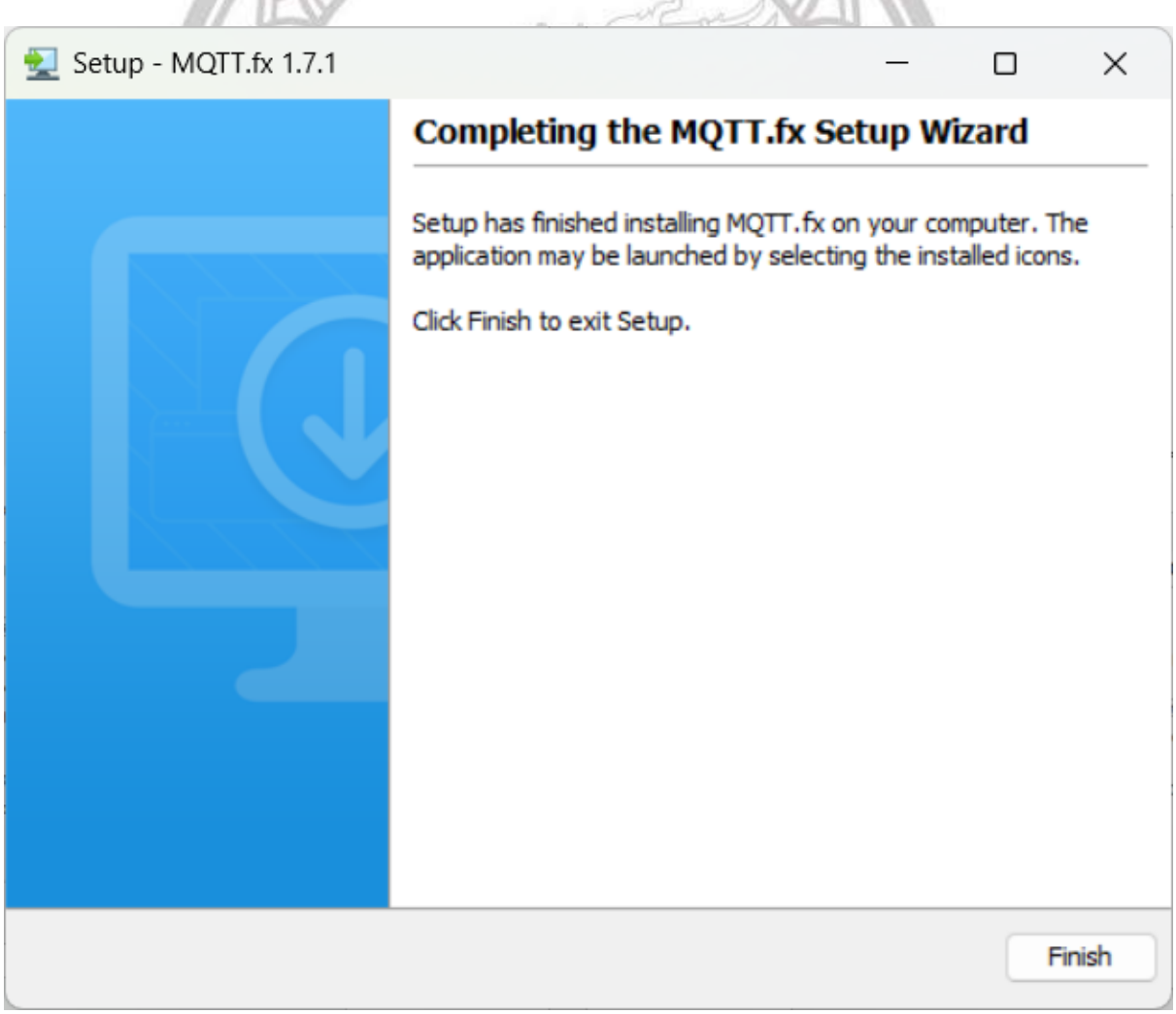
- เลือกไฟล์ mqttfx-1.7.1-windows-x64.exe



- ทำการติดตั้ง MQTT.fx โดยการคลิก next ไปเรื่อยๆ







ภาคผวก ข.

ชุดคำสั่งที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ชุดคำสั่งเซนเซอร์ในโปรแกรม Arduino IDE

```
#include <Adafruit_SSD1306.h>

#include <splash.h>

#include <Wire.h>

#include <Adafruit_GFX.h>

#include <Adafruit_Sensor.h>

#define SCREEN_WIDTH 128

#define SCREEN_HEIGHT 64

Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, -1);

#include <DHT.h>

//#define DHTPIN 2  // pin for Dustation Devkit v1.1

#define DHTPIN 4  // pin for Dustation Devkit v1.2

float t;

float h;

#include "PMS.h"

PMS pms(Serial);

PMS::DATA data;

int pm1;

int pm2;

int pm3;


//WiFi library

#include<WiFi.h>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
const char* ssid = "Kikee";

const char* password = "1234567890";

//#define DHTTYPE    DHT11     // DHT 11

#define DHTTYPE    DHT22     // DHT 22 (AM2302)

//#define DHTTYPE    DHT21     // DHT 21 (AM2301)

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

//MQTT

#include <PubSubClient.h>

WiFiClient espClient;

PubSubClient client(espClient);

const char* mqtt_server = "driver.cloudmqtt.com";

const char* mqttUsername = "cjnanxpi";

const char* mqttPassword = "YxtqFeFuvWgV";

const int mqttPort = 18954;

// Data MQTT Topics

const char* pubTopictemp = "airqualitynutemp"; // publish/username/apiKeyIn

const char* pubTopichumid = "airqualitynuhumid";

const char* pubTopicsoilmoise = "airqualitynupm25";

//const unsigned int writeInterval = 25000;

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  dht.begin();

  if(!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
  Serial.println(F("OLED failed"));
  for(;;);
}
delay(2000);
display.clearDisplay();
display.setTextColor(WHITE);
//wi-fi
 Serial.println("Starting...");
 WiFi.begin(ssid, password);
 while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
 {
    delay(250);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("WiFi connected");
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
//connecting to a mqtt broker
 client.setServer(mqtt_server, mqttPort);
 client.setCallback(callback);
while (!client.connected()) {
  Serial.print("Attempting MQTT connection...");
  // Create a random client ID
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
    String clientId = "gistnu_utt_nu";
    //clientId += String(random(0xffff), HEX);
    // Attempt to connect
    //if (client.connect(clientId.c_str())) {
      if (client.connect("gistnu_utt_nu")) {
      Serial.println("connected");
      //digitalWrite(LEDmqtt,HIGH);
      // Once connected, publish an announcement...
      client.publish("nu/sayhi", "Hello Green University");
      // ... and resubscribe
      client.subscribe("nu/sayhi");
    } else {
      //digitalWrite(LEDmqtt,LOW);
      Serial.print("failed, rc=");
      Serial.print(client.state());
      Serial.println(" try again in 5 seconds");
      // Wait 5 seconds before retrying
      delay(5000);
  }
 }
}
//MQTT callback
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
Serial.print("Message arrived in topic: ");
Serial.print(topic);
Serial.print(" ");
for (int i = 0; i < length; i++) {
Serial.print((char)payload[i]);
}
Serial.println();
}
void loop() {
  //delay(5000);
  if (pms.read(data))
  {
    pm1 = data.PM_AE_UG_1_0;
    pm2 = data.PM_AE_UG_2_5;
    pm3 = data.PM_AE_UG_10_0;
    Serial.print("PM 1.0 (ug/m3): ");
    Serial.println(data.PM_AE_UG_1_0);
    Serial.print("PM 2.5 (ug/m3): ");
    Serial.println(data.PM_AE_UG_2_5);
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
    Serial.print("PM 10.0 (ug/m3): ");
    Serial.println(data.PM_AE_UG_10_0);


    Serial.println();
    am2302();
    oled();
  }
}
  void am2302() {
  //read temperature and humidity
  t = dht.readTemperature();
  h = dht.readHumidity();
  if (isnan(h) || isnan(t)) {
    Serial.println("AM2302 Failed");
  }
}
  void oled() {
  delay(2000);
  // clear display
  display.clearDisplay();
  // display temperature
  display.setTextSize(2);
  display.setCursor(0,0);
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
  display.print("TEMP: ");
  display.setTextSize(2);
  display.setCursor(60,0);
  display.print(t);
  // display humidity
  display.setTextSize(2);
  display.setCursor(0, 20);
  display.print("HUMID: ");
  display.setTextSize(2);
  display.setCursor(60, 20);
  display.print(h);
  // display pm2.5
  display.setTextSize(2);
  display.setCursor(0, 45);
  display.print("PM2.5: ");
  display.setTextSize(2);
  display.setCursor(75, 45);
  display.print(pm2);
  display.display();
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
char temp[8];
    dtostrf(t, 1, 2, temp);
    client.publish("airqualitynutemp", temp);
```

```
    delay(3000);
char humid[8];
    dtostrf(h, 1, 2, humid);
    client.publish("airqualitynuhumid", humid);
    delay(3000);
char pm25[8];
    dtostrf(pm2, 1, 2, pm25);
    client.publish("airqualitynupm25", pm25);
    delay(3000);
    }
```

ชุดคำสั่ง Python ในการวิเคราะห์ IDW (Inverse Distance Weight)

```
import json
import psycopg2
from geojson import Feature, FeatureCollection, Point
from decimal import Decimal
import numpy as np
from osgeo import gdal
from osgeo import ogr
from shapely.geometry import Point
import geopandas as gpd


# Custom JSON encoder to handle Decimal objects
class DecimalEncoder(json.JSONEncoder):
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
    def default(self, o):
        if isinstance(o, Decimal):
            return float(o)
        return super(DecimalEncoder, self).default(o)

# Database connection parameters
db_params = {
    "host": "localhost",
    "database": "nu_air",
    "user": "postgres",
    "password": "kee0991350629",
}

station = ['data_airquality', 'data_airquality2', 'data_airquality3', 'data_airquality4',
'data_airquality5','data_airquality6', 'data_airquality7', 'data_airquality8', 'data_airquality9',
'data_airquality10']

stations = [
    {"tname": 'data_airquality', "lat": 16.73913939, "lng" : 100.1986732},
    {"tname": 'data_airquality2', "lat": 16.73263444, "lng" : 100.1953316},
    {"tname": 'data_airquality3', "lat": 16.74974607, "lng" : 100.1909631},
    {"tname": 'data_airquality4', "lat": 16.74842166, "lng" : 100.1902474},
    {"tname": 'data_airquality5', "lat": 16.7380122, "lng" : 100.1943177},
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
    {"tname": 'data_airquality6', "lat": 16.7512313, "lng" : 100.1951662},
    {"tname": 'data_airquality7', "lat": 16.74589503, "lng" : 100.1898321},
    {"tname": 'data_airquality8', "lat": 16.74425234, "lng" : 100.1935482},
    {"tname": 'data_airquality9', "lat": 16.74495807, "lng" : 100.197525},
    {"tname": 'data_airquality10', "lat": 16.74102593, "lng" : 100.1948193},
]


# Connect to the PostgreSQL database
try:
    connection = psycopg2.connect(**db_params)
    cursor = connection.cursor()

    # Initialize an empty list to store JSON data for all tables
    all_table_data = []

    # Loop through each table in the list
    for table_name in stations:
        # Construct the SQL query to fetch the latest row from each table
        sql = f"SELECT pm25, humid, temp FROM {table_name['tname']} ORDER BY time  DESC
LIMIT 1;"  # Replace timestamp_column with your actual timestamp column name

        # Execute the SQL query
        cursor.execute(sql)
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
        # Fetch the latest row from the result set
        row = cursor.fetchone()

        # Convert the data to a dictionary
        if row:
            row_dict = {
                'pm25': row[0],
                'humid': row[1],
                'temp': row[2],
                'table_name': table_name['tname'],
                'lat': table_name['lat'],
                'lng': table_name['lng']
            }
            all_table_data.append(row_dict)

    # Convert the data to JSON format using the custom encoder
    json_data = json.dumps(all_table_data, cls=DecimalEncoder)

    # Print the JSON data or do whatever you want with it
    print(json_data)

except (Exception, psycopg2.Error) as error:
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
    print("Error while connecting to PostgreSQL or executing the query:", error)


finally:
    # Close the database connection
    if connection:
        cursor.close()
        connection.close()
keyname = ['pm25', 'humid', 'temp']
#for k in all_table_data[0]:
#    keyname.append(k)


data = {}
for k in keyname:
    a = []
    for i in all_table_data:
        #print(i[k])
#    for k in keyname:
        a.append(float(i[k]))
    data[k] = a
#print(data)
point = []
for i in all_table_data:
    p = Point(i['lng'], i['lat'])
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
    point.append(p)
    data['geometry'] = point
print(data)
gdf = gpd.GeoDataFrame(data, crs="EPSG:4326")
gdf.to_json()
gdf


# PM 2.5
#  แปลง geodataframe ไปเป็น shapefile
gdf.to_file('air_quality.shp')
# กำหนดขอบเขตในการ clip
parcel = ogr.Open("./nu_shape.shp")
ly = parcel.GetLayer()
ext = ly.GetExtent()
ulx = ext[0]
# Interpolate ข้อมูลจาก air_quality.shp ไปเป็น tiff ชื่อ air_pm2.tif
nn = gdal.Grid("air_pm2.tif", 'air_quality.shp',
            zfield='pm25', algorithm='invdist:power=2.0',
            noData=-1, outputBounds=[ext[0],ext[3],ext[1], ext[2]])
nn = None #เพื่อปิดไฟล์ที่สร้างขึ้น


# clip ภาพ air_pm2.tif โดยใช้ขอบเขตของแปลง
mm = gdal.Warp("D:/air_pm2_cut.tif", "air_pm2.tif",
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
                cutlineDSName='nu_shape.shp',
                cropToCutline=True,
                dstNodata = 0)
mm = None #เพื่อปิดไฟล์ที่สร้างขึ้น


# humid
#  แปลง geodataframe ไปเป็น shapefile
gdf.to_file('air_quality.shp')
# กำหนดขอบเขตในการ clip
parcel = ogr.Open("./nu_shape.shp")
ly = parcel.GetLayer()
ext = ly.GetExtent()
ulx = ext[0]
# Interpolate ข้อมูลจาก air_quality.shp ไปเป็น tiff ชื่อ air_pm2.tif
nn = gdal.Grid("air_humid.tif", 'air_quality.shp',
            zfield='humid', algorithm='invdist:power=2.0',
            noData=-1, outputBounds=[ext[0],ext[3],ext[1], ext[2]])
nn = None #เพื่อปิดไฟล์ที่สร้างขึ้น
# clip ภาพ air_pm2.tif โดยใช้ขอบเขตของแปลง
mm = gdal.Warp("D:/air_humid_cut.tif", "air_humid.tif",
                cutlineDSName='nu_shape.shp',
                cropToCutline=True,
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
                dstNodata = 0)
mm = None #เพื่อปิดไฟล์ที่สร้างขึ้น


# temp
#  แปลง geodataframe ไปเป็น shapefile
gdf.to_file('air_quality.shp')
# กำหนดขอบเขตในการ clip
parcel = ogr.Open("./nu_shape.shp")
ly = parcel.GetLayer()
ext = ly.GetExtent()
ulx = ext[0]
# Interpolate ข้อมูลจาก air_quality.shp ไปเป็น tiff ชื่อ air_pm2.tif
nn = gdal.Grid("air_temp.tif", 'air_quality.shp',
            zfield='temp', algorithm='invdist:power=2.0',
            noData=-1, outputBounds=[ext[0],ext[3],ext[1], ext[2]])
nn = None #เพื่อปิดไฟล์ที่สร้างขึ้น
# clip ภาพ air_pm2.tif โดยใช้ขอบเขตของแปลง
mm = gdal.Warp("D:/air_temp_cut.tif", "air_temp.tif",
                cutlineDSName='nu_shape.shp',
                cropToCutline=True,
                dstNodata = 0)
mm = None #เพื่อปิดไฟล์ที่สร้างขึ้น
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล ณัฐพร ทองหล่อ

วัน เดือน ปีเกิด 28 มิถุนายน 2544

ที่อยู่ปัจจุบัน 61/5 ม.7 ต.แสนตอ อ.น้ำปาด จ.อุตรดิตถ์ 53110

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2563 - ปัจจุบัน	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สาขาภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง พิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก 65000 เกรดเฉลี่ย 3.44
พ.ศ. 2560 – 2562	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนน้ำปาดชนูปถัมภ์ อ.น้ำปาด จ. อุตรดิตถ์ 53110
พ.ศ. 2557 – 2559	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนน้ำปาดชนูปถัมภ์ อ.น้ำปาด จ.อุตรดิตถ์ 53110

กิจกรรมที่ข้าร่วม

1) โครงการอบรมเผยแพร่องค์ความรู้ด้านอุตุนิยมวิทยาและการใช้ข้อมูลดาวเทียมในการวิเคราะห์สภาพ อากาศ โดย กรมอุตุนิยมวิทยา จังหวัดพิษณุโลก ประจำปีการศึกษา 2565

2) เข้าร่วมการแข่งขันเทคโนโลยีและนวัตกรรมการเกษตรพลังงานสมัยใหม่ ณ ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ วันที่ 21 เมษายน 2566 ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

3) ผู้ช่วยเวิร์คช็อปเรื่อง "การประยุกต์ใช้งาน GIS ร่วมกับ Drone Multi-spectral camera สำหรับ Smart Farming" 12 กรกฎาคม 2566 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร

4) ผู้ช่วยฝึกอบรมและควบคุมการแข่งขันเพื่อสร้างแผนที่ภูมิศาสตร์บนอินเทอร์เน็ต มัธยมศึกษาตอนปลายเกษตรนเรศวร วันที่ 18 กรกฎาคม 2566 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร

5) โครงการผู้ช่วยวิจัย "การวิเคราะห์การเกิดโรคใบด่างในแปลงถั่วเขียว" โครงการจากมหาวิทยาลัยนเรศวรทำงานร่วมกับศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท วันที่ 7 มกราคม 2566 จังหวัดชัยนาท

6) นำเสนอการปฏิบัติการในหัวข้อ "บูรณาการ GIS และกล้อง Multi-Spectral ของโดรน RTK สำหรับการทำฟาร์มอัจฉริยะ" ไร่กำนันจุล จังหวัดเพชรบูรณ์ วันที่ 23 ธันวาคม 2565 ณ กำนันจุล เพชรบูรณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

7) เข้าร่วมกิจกรรมการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม และความสำเร็จ วันที่ 26 มกราคม 2566 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร

8) เข้าร่วมโครงการพัฒนาองค์ความรู้ตลอดชีวิต 10 กุมภาพันธ์ 2566 ณ อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า จังหวัดพิษณุโลก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved