



อุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 แบบเคลื่อนที่

Mobile PM 2.5 Dust Measure

ธนากร ภิรณคำ^{1*}, พิมพ์ลภัส มีภู¹, ศุภนิดา พลมาศ¹ และกิตติพงษ์ สุวรรณราช²

Thanakon Phirunkham^{1*}, Pimrapus Meepoo¹, Supanida Polamat¹

and Kittipong Suwannaraj²

¹ นักศึกษาระดับปริญญาตรี, หลักสูตรสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

¹ Undergraduate, Department of Information Technology, Pibulsongkram Rajabhat University.

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

² Assistant Professor, Department of Information Technology, Pibulsongkram Rajabhat University.

*Corresponding author, E-mail: Pimrapus.m@psru.ac.th

บทคัดย่อ

พัฒนาอุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 แบบเคลื่อนที่ขึ้นมาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องวัดฝุ่นละออง PM 2.5 แบบเคลื่อนที่กับเครื่องวัดฝุ่น PM 2.5 I QAir และเพื่อติดตามตรวจสอบสภาพปัญหามลพิษทางอากาศประเภทฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนตามจุดลึกๆ โดยได้พัฒนาอุปกรณ์วัดค่าฝุ่น โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และหน้าแสดงผล Dashboard โดยใช้ Google Data Studio จากนั้นทดลองเปรียบเทียบและนำไปประเมินผลความพึงพอใจทั้ง 2 ด้านคือ ด้านการใช้งานอุปกรณ์ และการใช้งาน Dashboard ได้ผลว่าผลการประเมินความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 แบบเคลื่อนที่มีผลรวมอยู่ในระดับ มาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.38 และประเมินความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพการทำงานของหน้า Dashboard ในการแสดงผลมีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.54

คำสำคัญ: ฝุ่นละออง, วัดค่าฝุ่น, เคลื่อนที่

Abstract

Developed a mobile PM 2.5 dust meter to compare the performance of a mobile PM 2.5 dust meter with PM 2.5 I-QAir dust meter and to track the level of air pollution problems caused by dust sizes up to 2.5 microns at the deep point. By developing a dust-measuring device using a microcontroller as a controller. Google Data Studio was used to create a dashboard display. After that, compare and assess satisfaction in both the device and dashboard elements. The results of the satisfaction assessment of the device's

performance were found to be quite high, with a total average of 4.38, and the satisfaction with the Dashboard page's performance was also assessed. With an overall average of 4.54, the overall average for impressions was at its greatest point.

Keywords: Dust, Dust Measure, Mobile

บทนำ

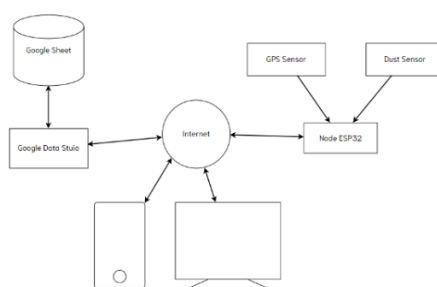
ฝุ่น PM 2.5 คือคือฝุ่นละอองในอากาศที่มีขนาดอนุภาคเล็กโดยมีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน หรือไมโครเมตรด้วยขนาดที่เล็กมาก ๆ เราจึงมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า แต่ถ้าฝุ่นนี้มีปริมาณสูงมาก ๆ ในอากาศจะดูคล้ายกับมีหมอกหรือควัน ซึ่งฝุ่น PM 2.5 นี้ยังสามารถรวมตัวกับสารมลพิษ เช่น สารไฮโดรคาร์บอน และโลหะหนักและด้วยขนาดที่เล็กมากจึงสามารถลอดผ่านการกรองของขนจมูก ไปยังหลอดลม และลงลึกจนถึงถุงลมปอดและซึมเข้าสู่กระแสเลือด และทำให้เกิดผลเสียต่อร่างกาย (World Medical Hospital, 2022) ในช่วงหน้าหนาวจนถึงฤดูแล้งของทุกปีซึ่งมีสภาวะอากาศแห้งและนิ่ง มักพบการเพิ่มสูงขึ้นของฝุ่นละอองในหลายพื้นที่ของประเทศไทย (Chairattanawan, K., 2020) ทำให้บุคคลทั่วไปที่ไม่สามารถรับรู้ถึงอันตรายของฝุ่นสามารถที่จะล้มเจ็บป่วยได้ เนื่องจากไม่มีเครื่องวัดฝุ่น PM 2.5 ที่ทั่วถึงและสามารถเคลื่อนที่ได้จึงทำให้ไม่สามารถที่จะวัดค่าของฝุ่นได้อย่างหลากหลายสถานที่และแม่นยำเที่ยงตรง

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องวัดฝุ่น PM 2.5 ที่มีขนาดเล็ก สามารถที่จะพกพาและเคลื่อนที่ไปยังสถานที่ต่าง ๆ ได้ ซึ่งใช้งบที่ไม่สูงมากและมีประสิทธิภาพ โดยได้พัฒนาโดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP 32, ฐานข้อมูล Google Sheet, เซนเซอร์ PMS5003 มีการส่งข้อมูลโดยใช้ IFTTT

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องวัดฝุ่นละออง PM 2.5 แบบเคลื่อนที่กับเครื่องวัดฝุ่น PM 2.5 I QAir
2. เพื่อติดตามตรวจสอบสภาพปัญหาหมอกพิษทางอากาศประเภทฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน

กรอบแนวคิด



ภาพประกอบที่ 1 กรอบความคิด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Pongphab, D., & Santakij, P, (2021) ได้พัฒนาเครื่องวัดฝุ่น PM2.5 และมีการแจ้งเตือนผลผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ โดยมีการใช้ NodeMCUesp8266 ที่มีเซ็นเซอร์วัดฝุ่นแบบเลเซอร์รุ่น PMS5003 หลักการวัดปริมาณฝุ่นจะมีพัดลมขนาดเล็กดูดอากาศเข้ามาในตัวเซ็นเซอร์แล้วฉายแสงเลเซอร์ผ่านอนุภาคฝุ่นในอากาศ เมื่อแสงเลเซอร์กระทบกับฝุ่นทำให้แสงเกิดการกระเจิงจึงสามารถวัดปริมาณของละอองฝุ่นได้โดยสามารถวัดฝุ่นขนาด PM2.5 และ PM10 โดยใช้โมเดลการวิเคราะห์ถดถอยโพลีโนเมียลและการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น

เศรษฐ์ สัมภิตตะกุล, (2018) ได้มีการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล PM2.5 และ PM10และทำการพัฒนาระบบฐานข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งวิเคราะห์ประสิทธิภาพการจำแนกขนาดฝุ่นละอองด้วยการสังเกตจากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนหรือ SEM จากอนุภาคที่ตกสะสมตัวอยู่บนแผ่นตกกระทบและได้จัดเก็บในฐานข้อมูลและส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย

บงกช สุขอนันต์, (2021) ได้พัฒนาระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมของโรงเรือนเกษตรแบบปิดโดยใช้เซ็นเซอร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการรายงานผลผ่านระบบ IoT ในการส่งสัญญาณระหว่างเซ็นเซอร์และบอร์ด ได้มีการพิจารณาใช้การสื่อสารไร้สายโดยใช้ zigbee ซึ่งการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศใช้อิเล็กทรอนิกส์เซ็นเซอร์เบอร์ SHT15 และการวัดความชื้นในดินใช้อิเล็กทรอนิกส์เซ็นเซอร์เบอร์ SHT10

ยุติธรรม ปรมะ, (2021) ได้พัฒนาเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้ NodeMCU V.2 มีการออกแบบใน 2 ฟังก์ชันคือการควบคุมด้วยตนเองและระบบอัตโนมัติโดยแอปพลิเคชันป้อนอาหารปลา สื่อทั้งสองสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยเซิร์ฟเวอร์ Blynk

Sukcharoen, W, (2020) ได้กล่าวว่าฝุ่น PM 2.5 ครอบคลุมของสารอนุมูลอิสระและกระตุ้นให้เกิดการสูญเสียการทำงานของเซลล์ส่งผลให้เซลล์ตายและก่อให้เกิดกระบวนการอักเสบเกิดขึ้น เซลล์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการอักเสบจะเคลื่อนที่มายังบริเวณที่มีการตายของเซลล์ปอดและปลดปล่อยสารสื่อกลางของกระบวนการอักเสบยิ่งไปกว่านั้นการสัมผัสกับฝุ่น PM 2.5 ระหว่างตั้งครรภ์มีส่วนเกี่ยวข้องกับผลลัพธ์อันไม่พึงประสงค์ระหว่างการตั้งครรภ์ เช่น การคลอดทารกก่อนกำหนด การคลอดทารกที่มีน้ำหนักตัวต่ำกว่าเกณฑ์ อัตราการเสียชีวิตของทารกหลังคลอด โดยคาดว่าเกิดจากกลไกทางชีววิทยา เช่น ภาวะไม่สมดุลของการเกิดอนุมูลอิสระ เป็นต้น

วิธีดำเนินการวิจัย

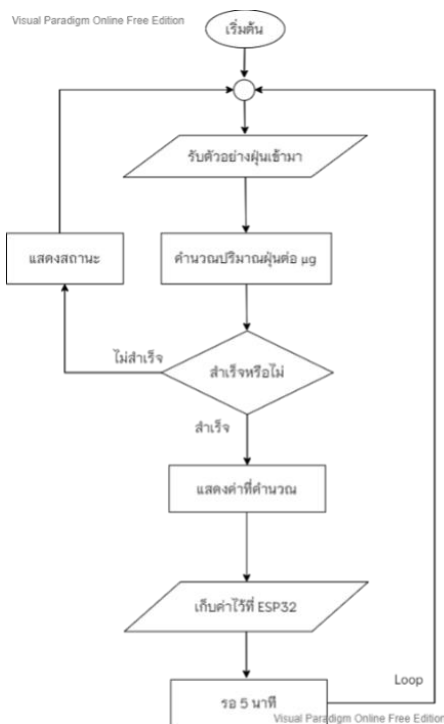
มีการประยุกต์ใช้หลักการวิจัยและพัฒนา (กิตติยา วงษ์ขันธุ์, 2561 อ้างอิง ยุติธรรม ปรมะ, 2021) สามารถแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนการศึกษาข้อมูล ขั้นตอนการออกแบบระบบ ขั้นตอนการพัฒนาและขั้นตอนการทดลองประเมินผล

1. ขั้นตอนการศึกษาข้อมูล

จากการศึกษาแบบลงพื้นที่ตรวจสอบและศึกษาเครื่องวัดฝุ่น PM 2.5 ในจังหวัดพิษณุโลกพบว่า เครื่องวัดฝุ่น PM 2.5 I QAir ในจังหวัดพิษณุโลกมีทั้งหมด 30 จุด โดยเป็นแบบตั้งอยู่กับที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้โดยจะสามารถที่จะวัดค่าฝุ่น PM 2.5 และ PM 10 ได้และมีการรายงานสถานะแก่ผู้ใช้งานผ่านเว็บไซต์ I QAir แต่เนื่องมาจากเครื่องวัดฝุ่นนั้นไม่สามารถเคลื่อนที่ได้จึงทำให้ไม่สามารถบันทึกค่าหรือวัดค่าฝุ่น PM 2.5 ในเชิงลึกตามสถานที่ต่าง ๆ ได้ ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเครื่องวัดฝุ่น PM 2.5 ที่สามารถเคลื่อนที่ได้และมีประสิทธิภาพการวัดเทียบเท่ากับเครื่องวัดฝุ่น PM 2.5 I QAir ที่ใช้ในจังหวัดพิษณุโลก เพื่อให้สามารถที่จะเคลื่อนที่และพกพาไปยังสถานที่ต่าง ๆ ได้สะดวก

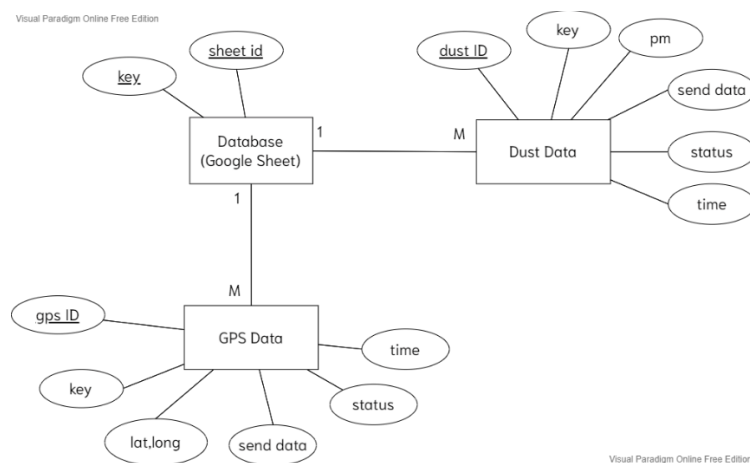
2. การออกแบบระบบ

ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบโดยใช้แผนภาพอธิบายการทำงานของระบบ (Flow Chart) แผนภาพการทำงานของผู้ใช้ระบบ (Use Case Diagram) และการออกแบบฐานข้อมูล (ER-Diagram) ซึ่งสอดคล้องกับการออกแบบระบบของ (Phonrit, O., 2020)



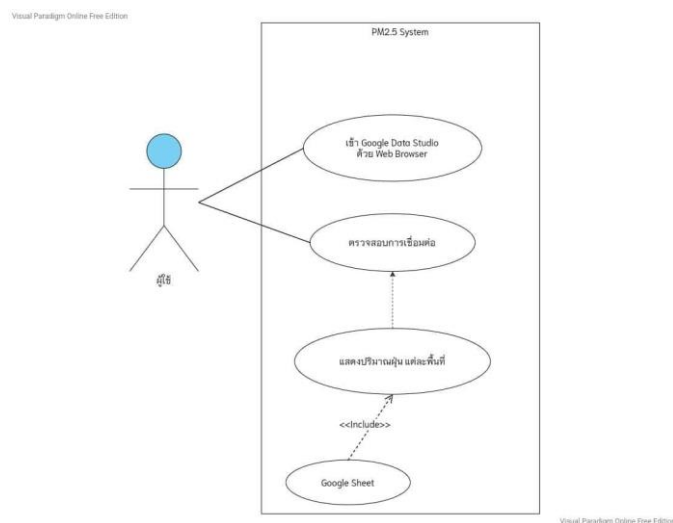
ภาพประกอบที่ 2 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของโมดูลวัดค่าฝุ่น PM2.5

โดยภาพประกอบที่ 2 แสดงถึงการทำงานของอุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 โดยประกอบไปด้วยการเริ่มต้นจากอุปกรณ์รับค่าฝุ่นเข้ามาพิจารณาเข้ามาแสดงผลจากนั้นอุปกรณ์จะคำนวณปริมาณฝุ่นโดยมีหน่วยวัดเป็น μg จากนั้นระบบจะพิจารณาการทำงานว่าฝุ่นนั้นมากกว่าหรือไม่ถ้ามากกว่าค่าที่กำหนดไว้จะให้ระบบแสดงค่าที่คำนวณออกมาและเก็บค่าไว้ที่ ESP32 โดยจะดึงค่าสองรอบเพื่อตรวจสอบความแม่นยำใช้เวลา 1-2 นาทีจากนั้นรอ 5 นาทีระบบถึงจะเริ่มใหม่อีกครั้ง หากระบบค่าน้อยกว่าที่กำหนดไว้ให้แสดงสถานะและเริ่มการทำงานใหม่อีกครั้ง



ภาพประกอบที่ 3 แผนภาพแสดง ER-Diagram ของระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละออง

จากภาพประกอบที่ 3 แสดงถึงการเชื่อมต่อระหว่างข้อมูลในฐานข้อมูล Google sheet โดยมี Dust Data ที่ประกอบไปด้วย Dust ID, Key, PM, send data, status, time และมี GPS Data ที่ประกอบไปด้วย gps ID, key, lat-long, send data, status, time

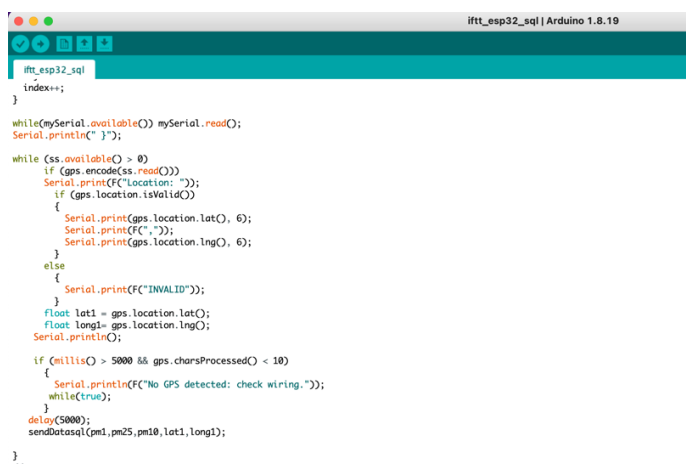


ภาพประกอบที่ 4 แผนภาพการทำงานของผู้ใช้ระบบ

ภาพประกอบที่ 4 เป็นการอธิบายให้เห็นถึงการตอบสนองของระบบต่อผู้ใช้งาน โดยสามารถอธิบายการทำงานของระบบ เมื่อผู้ใช้งานต้องการดู ค่าปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ ซึ่งสามารถเลือกดูวันที่ตามที่ผู้ใช้งานต้องการได้ผ่าน google data studio

3. การพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบโดยใช้ Arduino ESP32 ประกอบไปด้วยเซนเซอร์โมดูล GPS Module GY-NEO6MV2 Ublox ที่สำหรับระบุตำแหน่งต่าง ๆ บนโลกเป็นค่า ละติจูด ลองจิจูด และเซนเซอร์โมดูล PMS5003 PM SENSOR เป็นชุด SENSOR ใช้สำหรับตรวจจับอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็ก โดยมีการส่งค่าไปยังฐานข้อมูล Google Sheet ที่อยู่บนเว็บไซต์โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับค่า GPS เข้ามาประมวลผลจากนั้นจะดึงค่าของฝุ่น PM จากตัวเซนเซอร์ PMS5003 PM SENSOR โดยค่าที่เข้ามาจะประกอบไปด้วย ค่าฝุ่น PM 2.5, ค่าฝุ่น PM 10 โดยหลังจากนั้นจะเก็บค่าไว้ในตัวแปรและส่งค่าไปยังเซิร์ฟเวอร์ IFTTT โดยใช้ Get Method หลักจากที่ IFTTT รับค่ามาจากไมโครคอนโทรลเลอร์แล้ว โดยประกอบไปด้วยค่าการยืนยันตัวตน ค่าที่อยู่ลองจิจูดละติจูด ค่าฝุ่น PM 2.5 และ PM 10 และหลักจากนั้น IFTTT จะส่งค่าเข้าไปเก็บที่ฐานข้อมูล Google Sheet และหลังจากที่ผู้ใช้งานเข้า Dashboard ก็จะทำให้การดึงข้อมูลจาก Google Sheet มาแสดงผล



```

ifft_esp32_sql | Arduino 1.8.19

ifft_esp32_sql
index++;
}

while(mySerial.available()) mySerial.read();
Serial.println(" ");

while (ss.available() > 0)
{
  if (gps.encode(ss.read()))
  {
    Serial.print(F("Location: "));
    if (gps.location.isValid())
    {
      Serial.print(gps.location.lat(), 6);
      Serial.print(F(", "));
      Serial.print(gps.location.lng(), 6);
    }
    else
    {
      Serial.print(F("INVALID"));
    }
    float lat1 = gps.location.lat();
    float long1 = gps.location.lng();
    Serial.println();

    if (millis() > 5000 && gps.charsProcessed() < 10)
    {
      Serial.println(F("No GPS detected: check wiring."));
      while(true);
    }
    delay(5000);
    sendDataSql(pm1, pm25, pm10, lat1, long1);
  }
}
// -----

```

ภาพประกอบที่ 5 ภาพซอร์สโค้ดการดึงข้อมูล GPS

การดึงข้อมูลจาก GPS โดยใช้โมดูล GPS Module GY-NEO6MV2 Ublox โดยดึงค่า Lat หรือ ละติจูด และ Lng หรือลองจิจูด ไปเก็บไว้ในตัวแปรโดยตัวแปร lat1 ใช้เก็บตัวแปรละติจูด และ long1 ใช้เก็บตัวแปรลองจิจูด

```

iftt_esp32_sql | Arduino 1.8.19

iftt_esp32_sql
void sendDataToSheet1(unsigned int value,unsigned int value2,unsigned int value3){

  unsigned int string_pm1 = value;
  unsigned int string_pm25 = value2;
  unsigned int string_pm10 = value3;

  String url = server + "/trigger/" + eventName + "/with/key/" + IFTTT_Key + "?value1=" + String((int)value) + "&value2=" + String((int)value2) + "&value3=" + String((int)value3);
  Serial.println(url);
  Serial.println("-----");
  //Start to send data to IFTTT
  HTTPClient http;
  Serial.print("HTTP begin...\n");
  http.begin(url); //HTTP
  Serial.print("HTTP GET...\n");
  // start connection and send HTTP header
  int httpCode = http.GET();
  // httpCode will be negative on error
  if(httpCode > 0) {
    // HTTP header has been send and Server response header has been handled
    Serial.print("HTTP GET... code: %d\n", httpCode);
    // File found at server
    if(httpCode == HTTP_CODE_OK) {
      String payload = http.getString();
      Serial.println(payload);
    }
  } else {
    Serial.print("HTTP GET... failed, error: %s\n", http.errorToString(httpCode).c_str());
  }
  http.end();
  Serial.println("-----");
  Serial.println();
  Serial.println("Void Loop about to Start");
  delay(5000);
  loop();
}
//-----

```

ภาพประกอบที่ 6 ภาพซอร์สโค้ดการส่งข้อมูลไปที่ IFTTT

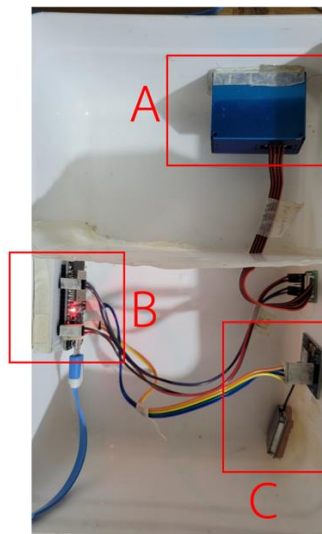
จากภาพประกอบที่ 6 คือส่วนที่ไม่โครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลไปยัง IFTTT โดยมีการส่งข้อมูลผ่าน HTTP ไปที่ <http://maker.ifttt.com> ซึ่งประกอบไปด้วย Event name = data_PM, IFTTT Key = dLuhCCWkV8bt2HbyfnHO- โดยส่งค่า PM 2.5 และ PM 10 ซึ่งเก็บไว้ในตัวแปร Value, Value2 และ Value3 ตามลำดับ เมื่อส่งไปแล้ว IFTTT จะตรวจสอบ Key และค่าเพื่อป้อนเข้าสู่ฐานข้อมูล Google Sheet ต่อไป

4. การทดลองและประเมินผล

อุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 แบบเคลื่อนที่ที่มีการทดลองและประเมินผลโดยการเปรียบเทียบการทำงานระหว่างอุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 แบบเคลื่อนที่ และอุปกรณ์วัดค่าฝุ่น I QAir ที่มีมาตรฐานต่าง ๆ ในจังหวัดพิษณุโลก โดยเก็บตัวอย่างค่าสูงสุดในแต่ละวันและนำมาเปรียบเทียบตามดัชนีความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ โดยมีการทดลองทั้งหมด 7 วัน โดยเก็บข้อมูลตลอด 24 ชั่วโมง จากนั้นประเมินผลโดยการวัดระดับการทำงานและระดับความพึงพอใจของผู้ใช้อุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 แบบเคลื่อนที่โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ค่าเฉลี่ย 5 ระดับโดยหลักการลิเคิร์ต

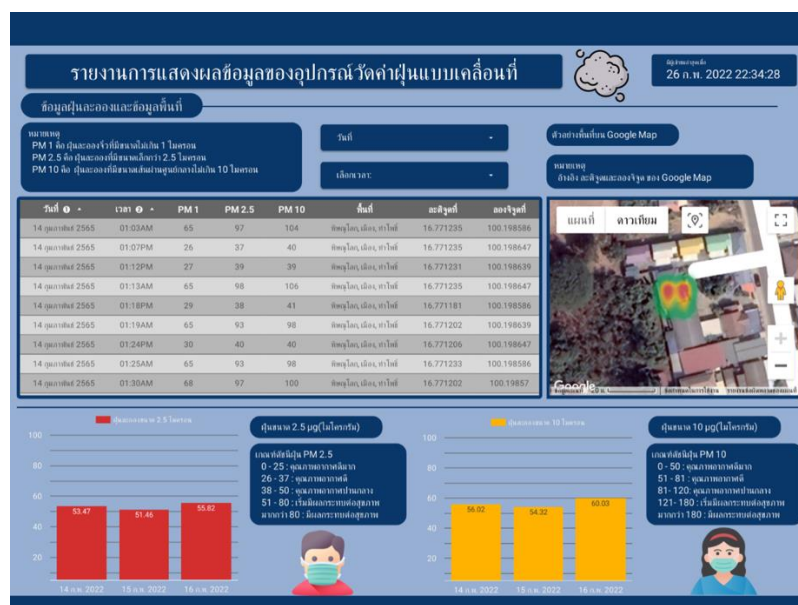
ผลการวิจัย

ในการพัฒนาอุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 แบบเคลื่อนที่ได้ระบบที่แบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ ส่วนของอุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 แบบเคลื่อนที่และส่วนของ Dashboard ผ่าน Google Data Studio



ภาพประกอบที่ 7 ภาพอุปกรณ์วัดฝุ่น PM 2.5 แบบเคลื่อนที่

ในส่วนของอุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 ได้ระบบที่สามารถวัดค่าฝุ่น PM 2.5, PM 10 โดยมีการทำงานคือหลังจากที่เสียบไฟเลี้ยง อุปกรณ์ทุกอย่างจะเริ่มทำงานจากนั้น GPS (ภาพประกอบที่ 7 ส่วน C) กับ โมดูล PMS5003 (ภาพประกอบที่ 7 ส่วน A) จะเริ่มตรวจจับและวัดค่าและส่งไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (ภาพประกอบที่ 7 ส่วน B) พิจารณากันหลังจากที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ตรวจสอบค่าเสร็จสิ้นแล้ว จะส่งค่าไปยัง IFTTT ผ่าน Http โดยประกอบไปด้วย Key ค่าละติจูด ลองติจูด ค่าฝุ่น PM 2.5, PM 10 โดยใช้ method get หลังจาก that IFTTT ได้รับค่าและข้อมูลการยืนยันตัวตนเรียบร้อยแล้ว IFTTT ก็จะส่งค่าเข้าไปเก็บในส่วนของ Google Sheet โดยผู้ใช้งานสามารถที่จะดูข้อมูลผ่าน Dashboard ได้



ภาพประกอบที่ 8 ภาพแสดงข้อมูลผ่าน Dashboard

จากภาพประกอบที่ 8 คือข้อมูลในหน้า Dashboard ที่รายงานผลแก่ผู้ใช้งาน โดยประกอบไปด้วยช่วง วัน เวลา ข้อมูลค่าของฝุ่น PM 2.5, PM 10 สถานที่ละจุดจุดและลองติจูด ชื่อพื้นที่ โดยมีผลรวมค่าของฝุ่นในแต่ละวันได้แก่ ฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน และ 10 ไมครอน และ จากการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ในอากาศต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 15 - 21 กุมภาพันธ์ 2565 โดยทดลองและเปรียบเทียบผลที่ได้กับดัชนี PM 2.5 5 ระดับ (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ, 2564) ดังนี้

ค่าดัชนี 0 – 25 สภาพอากาศดีมาก

ค่าดัชนี 26 – 37 สภาพอากาศดี

ค่าดัชนี 38 – 50 สภาพอากาศปานกลาง

ค่าดัชนี 51 – 80 สภาพอากาศมีผลกระทบต่อสุขภาพ

ค่าดัชนี มากกว่า 80 สภาพอากาศมีผลต่อสุขภาพมาก

โดยพบว่าข้อมูลมีแนวโน้มใกล้เคียงกันกับข้อมูลคุณภาพอากาศจาก IQAir เป็น บริษัท เทคโนโลยีคุณภาพอากาศของสวิสที่เชี่ยวชาญด้านการป้องกันมลพิษในอากาศ บริเวณพื้นที่ตำบลบึงพระ อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลกดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยฝุ่นละออง PM 2.5 24 ชั่วโมง ระหว่าง 15-21 กุมภาพันธ์ 2565

แหล่งข้อมูล	15 ก.พ.	16 ก.พ.	17 ก.พ.	18 ก.พ.	19 ก.พ.	20 ก.พ.	21 ก.พ.
IQAir วัดบริเวณ ต.บึงพระ อ.เมือง จ.พิษณุโลก	26.5	30.4	26.8	32.9	49.6	42.1	39.4
อุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 แบบเคลื่อนที่ ใน พื้นที่ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก	27.3	26.5	28.3	32.1	47.3	43.5	41.9

จากตารางที่ 1 พบว่าข้อมูลของ IQAir และอุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 แบบเคลื่อนที่ มีผลที่วัดใกล้เคียงกัน โดยวันที่ 15 – 21 ก.พ. อุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 แบบเคลื่อนที่สามารถวัดค่าได้ใกล้เคียงกับเครื่องวัดฝุ่น IQAir และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ดัชนี PM 2.5 เฉลี่ย 24 ชั่วโมงต่อเนื่อง 5 ระดับ ได้พบว่าวันที่ 15 - 17 ก.พ. มีสภาพอากาศอยู่ในดัชนี ภาพอากาศดี และในวันที่ 19 - 21 ก.พ. มีสภาพอากาศอยู่ในดัชนี สภาพอากาศปานกลาง

หลังจากทดลองแล้วผู้วิจัยได้ทำการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานอุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 แบบเคลื่อนที่โดยประเมินตามรายหัวข้อและนำมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 5 ระดับ(บุญชม ศรีสะอาด, 2554) ดังตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 ตารางประเมินความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 แบบเคลื่อนที่

หัวข้อ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ระดับ
สามารถที่จะทำงานได้อย่างแม่นยำ	3.98	0.146	มาก
อุปกรณ์การวัดสามารถวัดได้อย่างเที่ยงตรง	4.38	0.527	มาก
มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	4.74	0.931	มากที่สุด
สามารถวัดได้รวดเร็วและเสถียรภาพ	4.59	0.940	มากที่สุด
อุปกรณ์สามารถใช้งานง่าย	4.21	0.387	มาก
รวม	4.38	0.586	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่าการประเมินความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 แบบเคลื่อนที่มีผลรวมอยู่ในระดับ มาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.38 ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.586 และพบว่าประเมินความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 แบบเคลื่อนที่มีผลระดับ มากที่สุด อยู่ 2 ลำดับได้แก่ มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย และสามารถวัดได้อย่างรวดเร็วและเสถียรภาพตามลำดับ

ตารางที่ 3 ตารางประเมินความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพการทำงานของหน้า Dashboard ในการแสดงผล

หัวข้อ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ระดับ
รูปแบบการนำเสนอมีความน่าสนใจและดึงดูด	4.22	0.185	มาก
รูปแบบการนำเสนอมีความเหมาะสม	4.39	0.223	มาก
คุณภาพเนื้อหาสามารถเข้าใจได้ง่าย	4.75	0.102	มากที่สุด
เนื้อหามีความถูกต้อง แม่นยำ	4.61	0.682	มากที่สุด
เนื้อหาที่มีประโยชน์สามารถนำไปใช้ได้	4.98	0.599	มากที่สุด
คุณภาพเนื้อหาที่มีความสมบูรณ์และครบถ้วน	4.30	0.193	มาก
รวม	4.54	0.330	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า ตารางประเมินความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพการทำงานของหน้า Dashboard ในการแสดงผลมีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.54 และค่าเฉลี่ยส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.330 และพบว่า การประเมินความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพการทำงานของหน้า Dashboard ในการแสดงผลมีผลระดับ มากที่สุด อยู่ 3 หัวข้อได้แก่ เนื้อหา มีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ คุณภาพเนื้อหาสามารถเข้าใจง่าย และเนื้อหา มีความถูกต้องแม่นยำตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผล

จากการพัฒนาอุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 แบบเคลื่อนที่ ได้ระบบที่แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของ อุปกรณ์การวัดค่า และส่วนของ Dashboard การแสดงผล โดยมีเป้าหมายเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ของเครื่องวัดฝุ่นละออง PM 2.5 แบบเคลื่อนที่กับเครื่องวัดฝุ่น PM 2.5 I QAir และเพื่อติดตามตรวจสอบ สภาพปัญหามลพิษทางอากาศประเภทฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน โดยจากการทดลองการ เปรียบเทียบใน 1 สัปดาห์ พบว่าข้อมูลของ IQAir และ อุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 แบบเคลื่อนที่โดยใช้ดัชนี PM 2.5 เฉลี่ย 24 ชั่วโมงต่อเนื่อง 5 ระดับ (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ, 2564) โดยมีผลที่วัดใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Phonrit, O., 2020) และมีผลการประเมินความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพ การทำงานของอุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM 2.5 แบบเคลื่อนที่ที่มีผลรวมอยู่ในระดับ มาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.38 และ ประเมินความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพการทำงานของหน้า Dashboard ในการแสดงผล มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.54 สอดคล้องกับงานวิจัยของ (ยุติธรรม ประม, 2021)

เอกสารอ้างอิง

- บงกช สุขอนันต์, มงคล ปุษยตานนท์, จูติมา คำหาร, ณัฐชา พิสุราช, & อภิสิทธิ์ ชาวไทย. (2021). การ พัฒนาโรงเรือนปลูกพืชและระบบตรวจวัดสำหรับโรงเรือนปลูกพืชด้วย IoT. UBU Engineering Journal, 14(3), 132-143.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *หลักการวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ยุติธรรม ประม. (2021). การพัฒนาต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง. SCIENCE AND TECHNOLOGY NAKHON SAWAN RAJABHAT UNIVERSITY JOURNAL, 13(18), 75-88.
- เศรษฐ์ สัมภิตตะกุล. (2018). การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล PM2. 5 และ PM10 ในบรรยากาศ ด้วยเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองไร้สายในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย. Journal of Innovative Technology Research, 2(1), 59-78.
- สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ, (2564). ดัชนีคุณภาพอากาศ. สืบค้นจาก https://pm2_5.nrct.go.th/definition



- Chairattanawan, K., & Patthirasinsiri, N. (2020). แหล่งกำเนิดผลกระทบและแนวทางการจัดการฝุ่นละออง PM 2.5 บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย. *Journal of the Association of Researchers*, 25(1), 432-446.
- Phonrit, O., Arnansanti, N., Laotrakulngam, N., & Wattana, N. (2020). ระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศบนอุปกรณ์สมาร์ทโฟน. *JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 10(1), 1-9.
- Pongphab, D., & Santakij, P. (2021). เครื่องวัดฝุ่น PM2. 5 แจ้งเตือนทางแอปพลิเคชันไลน์. *UTK RESEARCH JOURNAL*, 15(2), 45-57.
- Sukcharoen, W., Tangaromsuk, P., Sontiatchara, M., Waithayakul, K., Savedkairop, C., Pooongpet, J., ... & Lapmanee, S. (2020). การศึกษามาตรการจัดการปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนของประเทศไทยตามแนวทางองค์การอนามัยโลก. *Vajira Medical Journal: Journal of Urban Medicine*, 64(5), 345-356.
- World Medical Hospital, 2022, ฝุ่น PM 2.5 ภัยร้ายใกล้ตัวเรา, สืบค้นจาก https://theworldmedicalcenter.com/th/new_site/health_article/detail/?page=ฝุ่น-pm-25-ภัยร้ายใกล้ตัวเรา