



การพัฒนาเครื่องวัดสภาพอากาศพื้นฐานอัตโนมัติ เพื่อรองรับการตัดสินใจเชิงพื้นที่จากการเปลี่ยนแปลงด้านสภาพภูมิอากาศ DEVELOPMENT OF AUTOMATED BASIC WEATHER STATION TO SUPPORT SPATIAL DECISION-MAKING FROM CLIMATE CHANGE

อมรชัย ประกอบยา^{1*} สิงหา มีหัวโชน¹ ธนพงษ์ สมควร² ณัฐนจี ศรีสมัย³
วรารณ แสงหา³ วราเมธ ป้องทอง³

¹สำนักเครือข่ายองค์ความรู้ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

²คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

³คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Amornchai Prakobya^{1*} Singha Meehuathon¹ Thanaphong Somkhuan² Natnaje Srisamai³
Waraporn Sawangha³ Waramet Pongthong³

¹Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization)

²Faculty of Engineering, Kasem Bundit University

³Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

*Corresponding author e-mail: amornchai.pra@gistda.or.th

บทคัดย่อ

การติดตามสภาพภูมิอากาศเป็นภารกิจหนึ่งที่สำคัญของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ สภาพภูมิอากาศเป็นตัวแปรหนึ่งที่สำคัญต่อการจัดการพื้นที่เกษตรกรรม รวมถึงการคาดการณ์ผลผลิตที่มีประสิทธิภาพ ข้อมูลลักษณะภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงมีประโยชน์มากสำหรับการเตรียมรับมือผลกระทบของความแห้งแล้ง ปัญหาภัยพิบัติทางธรรมชาติที่จะส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตของประชาชนโดยรวม การศึกษาพัฒนาเครื่องวัดสภาพอากาศพื้นฐานอัตโนมัติเพื่อรองรับการตัดสินใจเชิงพื้นที่จากการเปลี่ยนแปลงด้านสภาพภูมิอากาศนี้ มุ่งเน้นเพื่อสร้างต้นแบบอุปกรณ์เครื่องวัดสภาพอากาศอย่างง่ายต้นทุนต่ำแบบอัตโนมัติและพัฒนาเชื่อมต่อกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ มือถือ และสมาร์ตโฟน (Internet of Thing) ข้อมูลภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ทิศทางลม และปริมาณน้ำฝน ถือเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปใช้ประโยชน์สำหรับวิเคราะห์ความเสี่ยงภัย และคาดการณ์ของปัญหาเชิงสิ่งแวดล้อมต่างๆ ปัจจุบันมีการพัฒนาเครื่องมือระบบเฝ้าระวังสภาพอากาศ และออกแบบสถานีตรวจวัดอากาศแบบอัตโนมัติที่อาศัยโมดูลสัญญาณมือถือ ซึ่งมีจำหน่ายทั่วไปหลากหลายชนิด ทั้งนี้บางชิ้นส่วนมีราคาสูง และนำเข้าจากต่างประเทศ การพัฒนาเครื่องวัดสภาพอากาศพื้นฐานอัตโนมัติสามารถส่งสัญญาณไปเป็นข้อมูลตัวเลข ใช้แหล่งพลังงานจากไฟฟ้าหรือเซลล์แสงอาทิตย์ ประกอบด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ทิศทางลมและปริมาณน้ำฝน โดยส่งข้อมูลผ่านระบบประมวลผลและควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วบันทึกและจัดเก็บให้อยู่ในรูปแบบข้อมูล เชื่อมโยงอุปกรณ์ และออกแบบหน้าจอแสดงผลผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ และสมาร์ตโฟน ได้แก่ การออกแบบหน้าจอสรุปผลข้อมูลรวม (Dashboard) การประเมินความเสี่ยงจากข้อมูลสภาพอากาศเบื้องต้น และสามารถจัดเก็บ ข้อมูลย้อนหลัง เพื่อนำไปวิเคราะห์ร่วมกับแบบจำลองสภาพภูมิอากาศแบบอื่น เพื่อใช้เป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจให้ดีขึ้น

คำสำคัญ: เครื่องวัดอากาศ, การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

Abstract

Climate tracking is one of the key missions of the Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. Climate is one of the key variables for agricultural land management, including effective yield forecasting. Climate change data is very useful for preparing for the effects of droughts and natural disasters that will affect people's livelihoods. The study on the development of automated basic weather meters to support spatial decision-making from climate change focuses on the prototype of automated low-cost, simple weather meters and the development of integration with computer, mobile and smartphone devices (Internet of Thing), climate data includes temperature, relative humidity, wind speed, wind direction, and precipitation. This information is considered as the basis to be used for risk analysis and predictions of various environmental problems. At present, we have developed weather surveillance equipment and designed an automatic weather station based on mobile signal modules, which are widely available in a variety of places, some of which are expensive and imported from overseas. The development of this automatic basic weather meter can send signals into numerical data. It comprises sensors to measure temperature, relative humidity, wind speed, wind direction and rainfall by transmitting data through a microcontroller processing and control system and then recording and storing it in a database. This includes designing dashboards, assessing risks from preliminary weather data, and storing historical data for analysis in conjunction with other climate models to serve as a better decision support system.

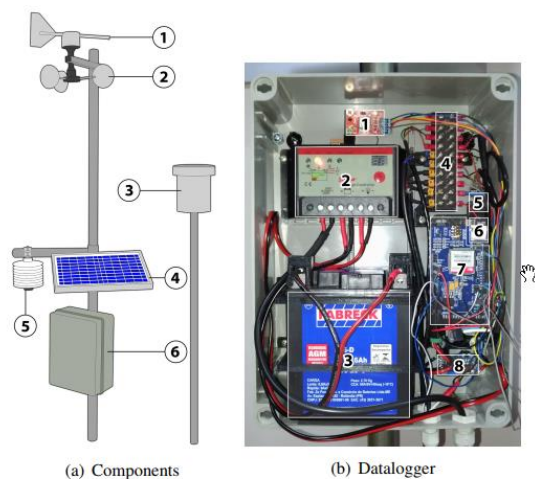
Keywords: Weather, Climate Change

1. บทนำ

การติดตามสภาวะอากาศเป็นภารกิจหนึ่งที่สำคัญที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะในด้านการติดตามพื้นที่เกษตรกรรม การคาดการณ์ผลผลิต การติดตามการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศโลกที่เปลี่ยนแปลงไป อุณหภูมิโลกที่สูงและต่ำลง ปริมาณฝนที่สูงผิดปกติ ความแห้งแล้งที่ยาวนานต่อเนื่อง ทำให้เกิดผลกระทบต่อกิจกรรมการเพาะปลูกพืชส่งผลต่ออุปสงค์และอุปทานต่อภาคเกษตรกรรมของประเทศไทย ข้อมูลสภาพอากาศเป็นอีกข้อมูลที่ใช้สำหรับการวางแผนตัดสินใจ ติดตามการเปลี่ยนแปลงและการประมาณการณ์ผลผลิตในภาคเกษตรกรรมได้ หากมีเครื่องมือวัดหรือสถานีตรวจวัดเก็บข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องที่น่าเชื่อถือและถูกต้อง และสามารถส่งผ่านข้อมูลจากระยะไกลจากแหล่งพื้นที่ศึกษาที่เราสนใจ เพื่อเฝ้าระวังและติดตามการเปลี่ยนแปลงของสภาวะอากาศได้ครอบคลุมและรวดเร็ว การติดตามสภาพอากาศอัตโนมัติเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการทำงานภูมิสารสนเทศ เพราะสภาพอากาศมีผลต่อการดำเนินงาน และการเตรียมความพร้อมก่อนเกิดภัยพิบัติ เช่น พายุ ฝนตกหนัก ดังนั้น การติดตามสภาพอากาศอัตโนมัติจะช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการดูแลและติดตามสภาพอากาศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและสนับสนุนการตรวจวัดของสถานีตรวจวัดอากาศขนาดใหญ่ (Professional Weather Stations) ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ สทอภ. ที่ประกอบไปด้วยเซ็นเซอร์ตรวจวัด (Sensor) เช่น ฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม อุณหภูมิ และความกดอากาศ เป็นต้น แม้ว่าสถานีตรวจวัดอากาศขนาดใหญ่จะมีความน่าเชื่อถือสูงก็ตามงบประมาณสำหรับสร้าง พัฒนา และการซ่อมบำรุงค่อนข้างสูงตามไปด้วย ดังนั้นเพื่อที่จะลดปัญหาดังกล่าว



เครื่องตรวจวัดอากาศต้นทุนต่ำจึงเป็นเป้าหมายการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัด และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยส่งข้อมูลถึงกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ต (Internet of Thing: IoT) การเชื่อมโยงนี้ทำให้เราสามารถสั่งการ ควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และเชื่อมโยงใช้งานกับมือถือและสมาร์ทโฟน เป็นต้น ซึ่งเป็นการช่วยลดต้นทุนการสร้าง การซ่อมบำรุง และสามารถขยายพื้นที่ตรวจวัดอากาศได้เพิ่มมากขึ้นได้ในอนาคต Bradicich (2015) ได้อธิบายหลักการสำคัญของ Internet of Things คือ ข้อมูล หมายถึง สิ่งที่มีอยู่ทั่วไปรอบตัวเรามีอยู่ทั่วโลกจำนวนมาก เรียกว่า Big Analog Data เช่น แสง เสียง อุณหภูมิแรงดันไฟฟ้า สัญญาณวิทยุ ความชื้น การสั่นสะเทือนความเร็วลม การเคลื่อนไหว อัตราเร่ง อนุภาค คลื่นแม่เหล็ก ความดัน เวลาและสถานที่ การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นกระบวนการที่มีระบบขั้นตอน การดำเนินการวิจัยเพื่อให้ได้ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพจากแหล่งข้อมูลที่กำหนดไว้ที่จะนำมาวิเคราะห์ในการตอบปัญหาการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ Kerlinger (1986) และ Singh (2006) ระบุว่า การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นการแปลงตัวแปรเพื่อให้ข้อมูลสามารถวิเคราะห์ทางสถิติและให้ผลลัพธ์การวิจัยที่เหมาะสม โดย Wawire และ Okelo (2014) ระบุว่า การเก็บรวบรวมข้อมูล คือ กระบวนการรวบรวมข้อมูลเพื่อวัตถุประสงค์ในการวิจัย ข้อมูลเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพ โดยข้อมูลเชิงปริมาณจะแสดงในรูปแบบของตัวเลขและข้อมูลเชิงคุณภาพจะเป็นการอธิบายปรากฏการณ์ ซึ่ง Fellows และ Liu (2008) กำหนดว่าการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นกระบวนการสื่อสารและถ่ายโอนข้อมูลจากผู้ตอบข้อมูลไปยังนักวิจัย ในทางเดียวกัน Sapsford และ Jupp (2006) อธิบายว่าการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลซึ่งต้องมีความระมัดระวัง เกิดความบิดเบือนของข้อมูลน้อยที่สุด วิวัฒน์ พัฒนา (2553) การวิเคราะห์และออกแบบระบบ คือ วิธีการที่ใช้สร้างระบบสารสนเทศขึ้นมาใหม่ในธุรกิจใดธุรกิจหนึ่งหรือระบบย่อยของธุรกิจ ผลงานวิจัยของ Bernardes, Ishibashi, Ivo, Rosset, and Kimura (2022) เกี่ยวกับการออกแบบเครื่องตรวจวัดอากาศชนิดต้นทุนต่ำแบบอัตโนมัติ ซึ่งมีแนวคิดมาจาก Shaout, Li, Zhou, and Awad (2014) และ Devaraju, Suhas, Mohana, and Patil (2015) โดยพบว่าเครื่องตรวจวัดในงานวิจัยที่ผ่านมานั้นยังขาดเรื่องการเก็บข้อมูล การรับส่งข้อมูลแบบอัตโนมัติ เพื่อลดปัญหาและการทำงานได้อย่างรวดเร็วในภาระกิจของการติดตามภัยพิบัติทางธรรมชาติ ในด้านการเกษตรจึงได้เสนอสร้างต้นแบบและแผงเชื่อมวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้ ดังภาพที่ 1

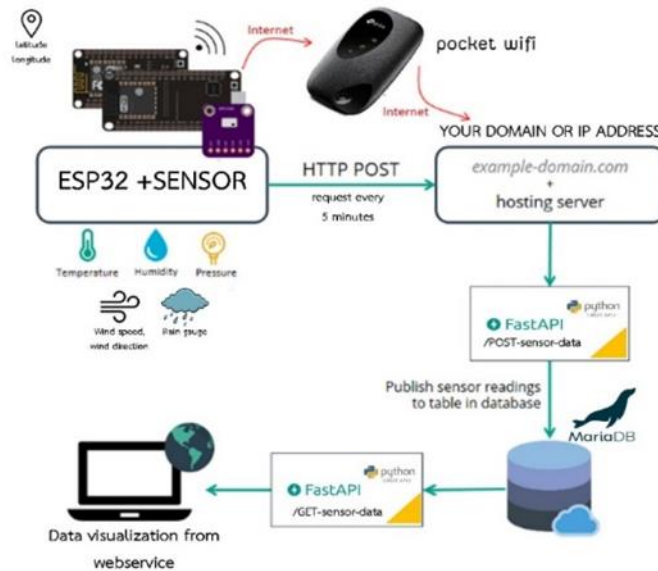


Component	Description
① Wind vane:	Wind vane magnetic sensor (reed switch) of 45° resolution (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW).
② Anemometer:	Wind speed magnetic sensor (reed switch) of one pulse per full rotation of 75 mm diameter aluminum cups, 147 mm radius to cup center.
③ Rain gauge:	Tipping bucket rain gauge with magnetic sensor (reed switch) of 0.25 mm precipitation per pulse. 150 mm diameter collector.
④ Solar panel:	Yingli YL055P-17b 55 W peak power solar panel used to charge the battery.
⑤ Sensor housing:	Bosch BME280 combined digital sensors of air temperature, atmospheric pressure, and relative humidity.
⑥ Datalogger:	
.1 GPS receiver:	u-blox Neo-6M GPS receiver module.
.2 Charge controller:	Generic 12 V/24 V 10 A Charge controller.
.3 Battery:	12 V 6 Ah AGM lead-acid battery.
.4 Terminal block:	Generic terminal block for cable connections.
.5 Internal sensors:	Bosch BME280.
.6 Storage:	2 GB MicroSD card.
.7 Processing & Telemetry:	Arduino Mega 2560.
	Epalsite GPRS Shield V1.0 (SIM900).
.8 Voltage regulator:	DC-DC step-down voltage regulator.

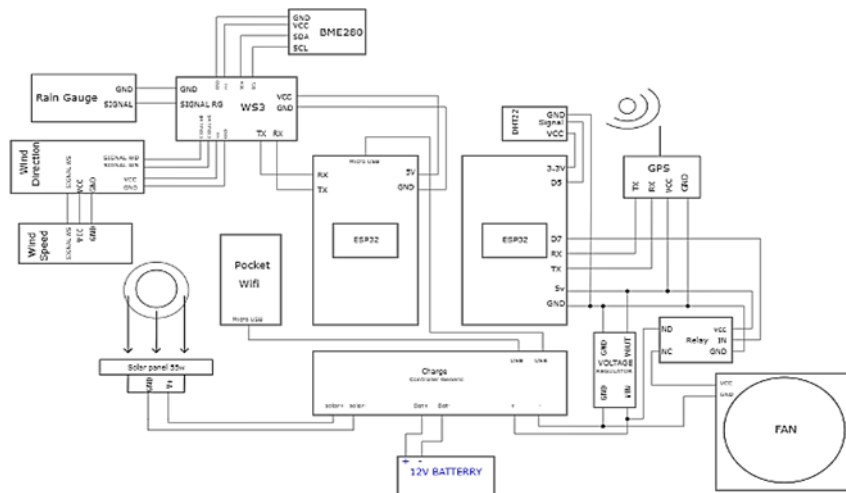
ภาพที่ 1 แนวคิดการพัฒนาอุปกรณ์เครื่องวัดสภาพอากาศอัตโนมัติ (Devaraju, Suhas, Mohana, and Patil, 2015)

2. วิธีการวิจัย

การศึกษานี้มีแนวคิดการออกแบบอยู่บนพื้นฐานการพัฒนาบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์สำหรับประมวลผล NodeMCU ESP32 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้เฟิร์มแวร์ LUA Programming Language ซึ่งเฟิร์มแวร์ดังกล่าวถูกออกแบบให้ใช้กับโมดูล ESP8266 ESP-12E WiFi ทำให้ตัวบอร์ดเหมาะที่จะนำไปพัฒนาและใช้งานในลักษณะของ IoT Applications ผู้พัฒนายังสามารถเขียนควบคุมผ่านโปรแกรม Arduino IDE ซึ่งง่ายต่อการพัฒนา ร่วมกับเซ็นเซอร์อื่น ๆ คุณสมบัติของบอร์ด NodeMCU ใช้โมดูล ESP8266-12E จะมีหน่วยความจำ 4 เมกกะไบต์ ใช้ชิพ USB to UART เบอร์ CP2102 ของบริษัท SILICON LABS ทำให้ไม่มีปัญหากับระบบปฏิบัติการอื่น ระดับสัญญาณลอจิกของสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต (GPIO) มีขนาด 3.3 โวลต์ สามารถใช้ไฟเลี้ยงบอร์ดจากพอร์ตไฟฟ้า กระแสตรงเชื่อมต่อ USB ขนาด 5 โวลต์ หรือจากแหล่งจ่ายไฟภายนอกกระแสตรง 5-10 โวลต์ งานวิจัยได้นำบอร์ดนี้มาใช้งานในการติดตามสภาพอากาศอัตโนมัติและเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลผ่านส่วนประสานของโปรแกรม (Application Program Interface: API) การนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ติดตามและจัดเก็บข้อมูล สามารถช่วยลดเวลาและความล่าช้า ในการดูแลและติดตามสภาพอากาศได้ นอกจากนี้ NodeMCU ยังสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อใช้งานร่วมกันได้ เช่น เซ็นเซอร์ตรวจวัดคุณภาพอากาศ หรือหน้าจอแสดงผลสถานะเครือข่ายไร้สาย เป็นต้น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตรวจวัดอุณหภูมิความชื้น AHT20 (ASAIR, 2566) คือ เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นรุ่นใหม่มีความสามารถอัจฉริยะ ถูกฝังอยู่ในแพ็คเกจแบบไม่มีขาจ่ายไฟ (Double Row Flat No-Lead Package) เหมาะสำหรับการเชื่อมต่อ ยึดเข้ากับบอร์ด (Reflow Soldering) มีขนาดพื้นผิวด้านล่างขนาด 3 x 3 มม. และความสูง 1.0 มม. เซ็นเซอร์ส่งสัญญาณดิจิทัลสัมผัสกับมาตรฐาน IIC ได้รับการแปลงสัญญาณสอดคล้องกับมาตรฐานดังกล่าววัดอากาศระหว่าง 300 ถึง 1,100 hPa ความเที่ยงตรง ± 1 hPa ใช้งานได้ที่แรงดันไฟฟ้า 1.8V ถึง 3.6V เชื่อมต่อผ่าน I2C เซ็นเซอร์ DHT22 รุ่นเซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นอีกแบบที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้ ปรับปรุง เพื่อให้สามารถทำงานได้ดีในสภาวะแวดล้อมอากาศเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง และเซ็นเซอร์ BMP280 ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์และคำนวณวัดอุณหภูมิและความกดอากาศไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล การวัดความเร็วของลม (Wind Speed Sensor) เซ็นเซอร์ที่ใช้มีหลักการทำงาน คือ ใช้เซ็นเซอร์ความเคลื่อนไหว (Motion Sensor) หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) หรือไมล์ต่อชั่วโมง (mph) งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์และคำนวณปริมาณพลังงานที่ได้จากลม นำมาคาดการณ์สภาพอากาศและความเสี่ยงในการเกิดฝนหรือพายุได้ วิเคราะห์ความเร็วลม การเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาต่างๆ หลักการทำงานของเซ็นเซอร์ใช้ทิศทางของลมที่ผ่านมา (Direction Sensor) มีหน่วยเป็นองศา (Degree) หรือจะใช้เทคโนโลยีการวัดระยะทางแบบคลื่น เสียง คลื่น ความถี่สูงเพื่อวัดทิศทางของลมได้เช่นกัน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตรวจวัดปริมาณน้ำฝน (Rain Gauge) วัดปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาบนพื้นผิววัดจำนวนน้ำฝนที่เกิดขึ้นตามความสูงของระดับน้ำในส่วนของถังหรือถ้วยวัดมีการเก็บน้ำฝนอยู่ภายใน งานวิจัยนี้ใช้อุปกรณ์วิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนรับและส่ง คลื่นสัญญาณ SIM900 GSM/GPRS โมดูลสื่อสาร GSM/GPRS เคลื่อนที่ SIM900 เป็นชิ้นส่วนประมวลผล ตอบสนองได้รวดเร็ว โมดูลนี้สามารถติดตั้งบนบอร์ด Arduino หรือบอร์ดอื่นๆ เพื่อสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์มือถือและส่งข้อมูลผ่านสัญญาณ GPRS ได้โดยตรง หลักการทำงานของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจวัดสภาพอากาศแบบอัตโนมัติ เครือข่ายการเชื่อมต่ออุปกรณ์ (IoT) แผนผังไดอะแกรมวงจร เซ็นเซอร์ สรุปไว้ดังภาพที่ 2 ละ 3



ภาพที่ 2 หลักการทำงานของเครื่องวัดสภาพอากาศอัตโนมัติ



ภาพที่ 3 แผนผังไดอะแกรมวงจรเซ็นเซอร์

3. ผลการวิจัย

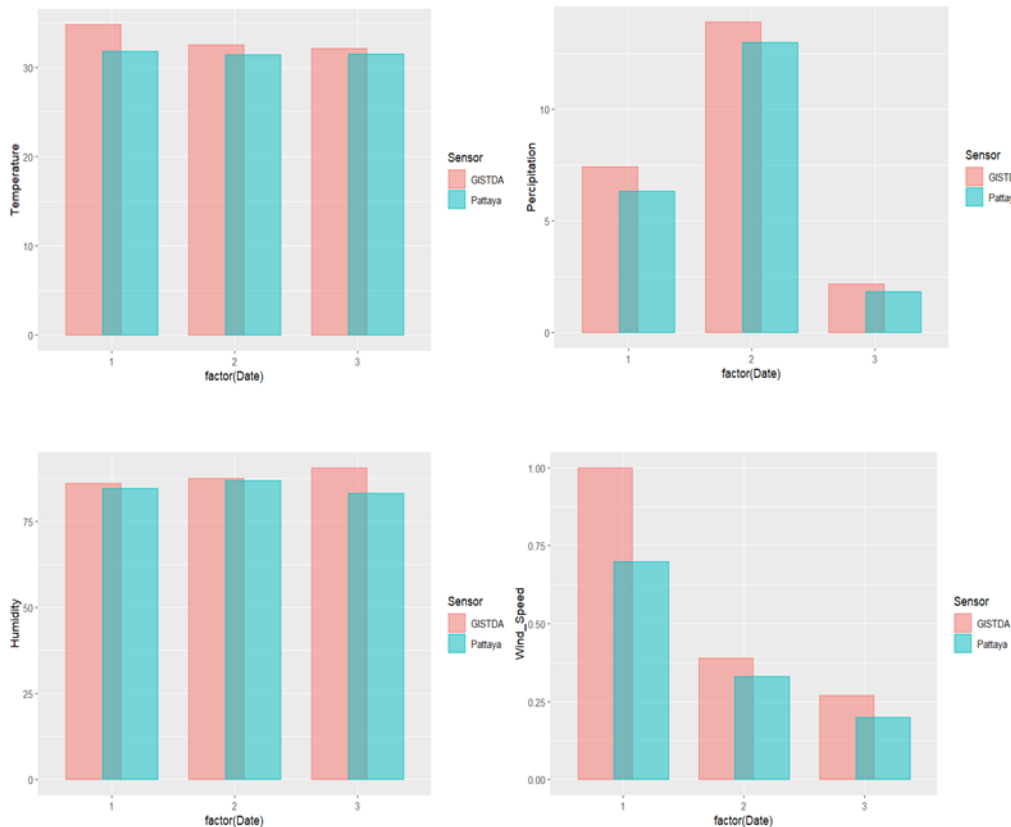
ผลการศึกษา สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ ส่วนที่ 1 การทดสอบการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซ็นเซอร์ ส่วนที่ 2 การทดสอบการเชื่อมต่อระบบฐานข้อมูล และส่วนที่ 3 คือ การเปรียบเทียบความถูกต้องข้อมูลที่ได้จากเครื่องตรวจวัดสภาพอากาศ การออกแบบและพัฒนาในรูปแบบให้เครื่องตรวจวัดสภาพอากาศมีประสิทธิภาพในการทำงาน อุปกรณ์วัดความเร็ว ทิศทางลม ปริมาณน้ำฝน ความชื้น ระบบแบตเตอรี่ ไมโครคอนโทรลเลอร์และแผงวงจรอยู่ที่อยู่ในภายใน ทำการติดตั้งอุปกรณ์ไว้ในพื้นที่อุทยานรังสรรค์นวัตกรรม สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี เป็นเวลา 2 เดือน พบว่าสามารถรับส่งข้อมูลสภาพอากาศได้อย่างต่อเนื่อง พลังงานจากแบตเตอรี่ที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์มีเพียงพอต่ออุปกรณ์ควบคุมทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง ทดสอบเชื่อมต่อข้อมูลจากเครื่องวัดกับระบบฐานข้อมูล เป็นกระบวนการสำคัญรองรับความต้องการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้ ผู้วิจัยทั่วไป สนับสนุนแพลตฟอร์มทางด้านการเกษตร และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย เช่น แพลตฟอร์มการคาดการณ์ผลผลิต การติดตามความแห้งแล้งของประเทศไทย เป็นต้น ตัวอย่างในภาพที่ 4 คือ ฐานข้อมูลที่ออกแบบภายใต้

โปรแกรมฐานข้อมูลแบบเปิด PostgreSQL ค่าที่ได้แสดงไว้บนฐานข้อมูล ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ทิศทางลม ความเร็วลม ปริมาณน้ำฝน และพิกัดละติจูด ลองจิจูด การเข้าถึงระบบฐานข้อมูลจัดทำอย่างเป็นระเบียบและเข้าใจง่าย

sensor_id	temperature	humidity	wind_speed	wind_direction	rain_fall	time_stamp	gps_id	gps_latitude	gps_longitude	altitude
595	26.11	57	0.45	90	0	2023-04-26 23:39:11	1	13.10301	100.929236	210.56
596	26.11	57	0.45	90	0	2023-04-26 23:39:08	1	13.10301	100.929236	210.56
597	26.11	57	0.45	90	0	2023-04-26 23:39:06	1	13.10301	100.929236	210.56
598	26.11	57	0.45	90	0	2023-04-26 23:39:02	1	13.10301	100.929236	210.56
599	26.11	57	1.79	90	0	2023-04-26 23:39:40	1	13.10301	100.929236	210.56
600	26.11	58	1.79	90	0	2023-04-26 23:39:39	1	13.10301	100.929236	210.56
601	26.11	58	1.79	90	0	2023-04-26 23:39:38	1	13.10301	100.929236	210.56
602	26.11	58	1.79	90	0	2023-04-26 23:39:38	1	13.10301	100.929236	210.56
603	26.11	58	1.79	90	0	2023-04-26 23:39:37	1	13.10301	100.929236	210.56
604	26.11	58	1.79	90	0	2023-04-26 23:39:37	1	13.10301	100.929236	210.56
605	26.11	58	1.79	90	0	2023-04-26 23:39:36	1	13.10301	100.929236	210.56
606	26.11	54	1.79	90	0	2023-04-26 23:39:00	1	13.10301	100.929236	210.56
607	26.11	54	1.79	90	0	2023-04-26 23:38:58	1	13.10301	100.929236	210.56
608	26.11	54	2.24	90	0	2023-04-26 23:38:58	1	13.10301	100.929236	210.56
609	26.11	54	2.24	90	0	2023-04-26 23:38:57	1	13.10301	100.929236	210.56
610	26.11	54	2.24	90	0	2023-04-26 23:38:57	1	13.10301	100.929236	210.56
611	26.11	54	2.24	90	0	2023-04-26 23:38:55	1	13.10301	100.929236	210.56
612	26.67	53	2.24	90	0	2023-04-26 23:38:17	1	13.10301	100.929236	210.56
613	26.67	53	2.24	90	0	2023-04-26 23:38:16	1	13.10301	100.929236	210.56
614	26.67	53	2.24	90	0	2023-04-26 23:38:53	1	13.10301	100.929236	210.56
615	26.67	53	2.24	90	0	2023-04-26 23:38:52	1	13.10301	100.929236	210.56
616	26.67	53	2.24	90	0	2023-04-26 23:38:52	1	13.10301	100.929236	210.56
617	26.67	53	2.24	90	0	2023-04-26 23:38:51	1	13.10301	100.929236	210.56
618	26.67	53	1.79	90	0	2023-04-26 23:38:51	1	13.10301	100.929236	210.56
619	26.67	53	1.79	90	0	2023-04-26 23:38:50	1	13.10301	100.929236	210.56
620	26.67	53	1.79	90	0	2023-04-26 23:38:49	1	13.10301	100.929236	210.56
621	26.67	53	1.79	90	0	2023-04-26 23:38:49	1	13.10301	100.929236	210.56
622	26.67	53	1.79	90	0	2023-04-26 23:38:48	1	13.10301	100.929236	210.56
623	26.67	55	2.24	90	0	2023-04-26 23:38:47	1	13.10301	100.929236	210.56
624	26.67	55	2.24	90	0	2023-04-26 23:38:46	1	13.10301	100.929236	210.56
625	26.67	55	2.24	90	0	2023-04-26 23:38:45	1	13.10301	100.929236	210.56
626	26.67	54	2.24	90	0	2023-04-26 23:39:29	1	13.10301	100.929236	210.56
627	26.67	54	2.24	90	0	2023-04-26 23:39:29	1	13.10301	100.929236	210.56

ภาพที่ 4 ตัวอย่างข้อมูลที่ถูกรับส่งเข้าไปยังฐานข้อมูล

การเปรียบเทียบความถูกต้องของข้อมูลสถานีวัดอากาศที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยา ตำบลหนองปรือ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี เป็นระยะเวลา 3 วัน ซึ่งสรุปออกมาเป็นกราฟ ดังรูปที่ 5 พบว่าจากกราฟข้อมูลอากาศที่วัดได้จากสถานี สทอภ. มีค่าที่สูงกว่าข้อมูลของสถานีอุตุนิยมวิทยา เช่น ค่าอุณหภูมิมีค่าแตกต่างอยู่ระหว่าง 1 – 2 องศา ปริมาณน้ำฝนประมาณ 0.5 – 2 มิลลิเมตร ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 3 – 4 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วลม 0.5 – 1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ



ภาพที่ 5 แสดงเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ (C°) ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตรต่อชั่วโมง) ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) และความเร็วลม (กิโลเมตรต่อชั่วโมง) จากซ้ายไปขวา

4. อภิปรายผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาเครื่องตรวจวัดสภาพอากาศ สำหรับการติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และประยุกต์ใช้ร่วมกับงานวิจัยด้านการเกษตร พัฒนาเครื่องตรวจวัดสภาพอากาศตรวจสอบ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม ทิศทางลม ปริมาณน้ำฝน และมีเป้าหมายในการพัฒนาอุปกรณ์ให้รับส่งข้อมูลอัตโนมัติ เชื่อมโยงกับระบบฐานข้อมูล และได้พัฒนาหน้าเว็บเพจสรุป (Dashboard) สำหรับวางแผนและตัดสินใจ ซึ่งระบบสามารถใช้งานบนมือ หรือสมาร์ตโฟนได้อีกด้วย และมีแนวทางต่อยอดพัฒนาสู่ชุมชน เพิ่มมากขึ้นในอนาคต

โครงการนี้เป็นการพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์ทดสอบตรวจวัดสภาพอากาศ และทดสอบการรับส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล ซึ่งงานวิจัยนี้พัฒนาตามมาตรฐาน และความละเอียดของอุปกรณ์นั้น ๆ ยังไม่ได้ผ่านการปรับเทียบค่ามาตรฐานของการวัดค่าตามหลักวิชาการด้านอุตุนิยมวิทยา ซึ่งเหมาะกับการใช้งานทั่วไปที่ไม่ต้องการความละเอียดมากนัก การเลือกอุปกรณ์ที่มีค่าตรวจวัดอย่างละเอียด และมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง เป็นปัจจัยหนึ่งที่ควรคำนึงถึง ตามแนวทางหรือการนำไปประยุกต์ใช้งานภูมิสารสนเทศ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณงบประมาณวิจัยภายใต้กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) คณาจารย์ และนักศึกษาจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ และนักศึกษาวิจัยจากมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต เป็นอย่างสูง

6. เอกสารอ้างอิง

- วิวัฒน์ พัฒนา. (2553). *การวิเคราะห์และออกแบบระบบ*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- Bernardes, G. F. L. R., Ishibashi, R., Ivo, A. A. S., Rosset, V., & Kimura, B. Y. L. (2022). Prototyping low-cost automatic weather stations for natural disaster monitoring. *Digital Communications and Networks*, 9(4), 941-956.
- Bradicich, T. (2015). The 7 Principles of the Internet of Things (IoT). Retrieved June 12, 2023, from <https://www.iiconsortium.org/2015/07/the-7-principles-of-the-internet-of-things-iot/>
- Devaraju, J. T., Suhas, K. R., Mohana, H. K., & Patil, V. A. (2015). Wireless Portable Microcontroller based Weather Monitoring Station. *Measurement*, 76, 189-200.
- Fellows, R., & Liu, A. (2008). *Research methods for construction* (3rd edition). Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell.
- Kerlinger, F. N. (1986). *Foundations of Behavioral Research* (3rd edition). New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Sapsford, R., & Jupp, V. (2006). *Data collection and analysis* (2nd edition). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Shaout, A., Li, Y., Zhou, M., & Awad, S. (2014). Low cost embedded weather station with intelligent system. *2014 10th International Computer Engineering Conference (ICENCO)* (pp. 100-106). Giza, Cairo: Egypt.
- Singh, Y. K. (2006). *Fundamental of research methodology and statistics*. New Delhi: New Age International.
- Wawire, N. N. H., and Okelo, P. A. O. (2014). *ECO 300: research methods*. Kenya: Kenyatta University Press.