

Received: March 12, 2024; Revised: July 8, 2024; Accepted: August 9, 2024

การออกแบบและการใช้งานระบบตรวจสอบมลพิษทางอากาศ Design and implementation of IoT based air pollution monitoring system

ปิยพัฒน์ พานเมือง^{1*}, จักรกฤษณ์ ศรีทอง¹, สุรกิจ อภิรักษากร¹ และกิตติ ทูลธรรม¹
Piyapat Panmuang^{1*}, Jakkis Srithong¹, Surakit Apiraksakorn¹ and Kitti Toontam¹

¹คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

¹Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Isan Khonkaen Campus, Khonkaen Province

*Corresponding Author E-mail Address: piyapat.pa@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

ปัญหามลพิษในอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อหลากหลายด้านรวมถึงสุขภาพของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น การรับรู้และการระบุคุณภาพของอากาศจึงมีความสำคัญต่อการวางแผนและการจัดการปัญหานี้อย่างเหมาะสม บทความนี้นำเสนอการออกแบบระบบตรวจวัดมลพิษในอากาศโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นด้วยเซ็นเซอร์ DHT11 และวัดปริมาณแก๊สพิษด้วย เซ็นเซอร์ MQ2 โดยระบบดังกล่าวควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Node MCU ในการควบคุมการทำงานของพัดลมเพื่อระบายอากาศเมื่ออุณหภูมิเกิน 36 องศาเซลเซียส และแสดงสัญญาณการเตือนเมื่อค่าความเข้มข้นของแก๊สมากกว่า 200 ส่วนต่อล้าน ผลการทดลองพบว่า ช่วงเวลาในการทดลองมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอยู่ที่ 33.48 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นเฉลี่ยที่ 47 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยของแก๊สที่ 262 ส่วนต่อล้าน โดยข้อมูลถูกแสดงผลบนแดชบอร์ดผ่านเว็บไซต์ของบลิงก์ และยังแสดงผลผ่านมือถือที่ติดตั้งแอปพลิเคชันบลิงก์ด้วย

คำสำคัญ: มลพิษทางอากาศ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ระบบตรวจสอบ

Abstract

Air pollution is an important factor that affects many aspects, including the health of humans and other living things. Recognition and identification of air quality are important to plan and manage this issue appropriately. This article presents the design of an air pollution measurement system using Internet of Things (IoT) technology to measure temperature and humidity with a DHT11 sensor and measure the amount of cooking gas, hydrogen gas, and butane gas with the sensor. MQ2 This system uses a Node MCU microcontroller to control the fan to ventilate when the temperature exceeds 36 degrees Celsius and display an alarm signal when the gas concentration value exceeds 200 parts per million. The results showed an average temperature of 33.48 degrees Celsius, an average humidity of 47 percent, an average gas of 262 parts per million. The results of the experiment found that the average temperature was 33.48 degrees Celsius, the average humidity was 47 percent and the gas level was 262 parts per million. The data was displayed on a dashboard via Blink's website. It is also displayed on mobile phones that have the Blink application installed.

Keywords : Air pollution, Internet of Things (IoT), Monitoring system

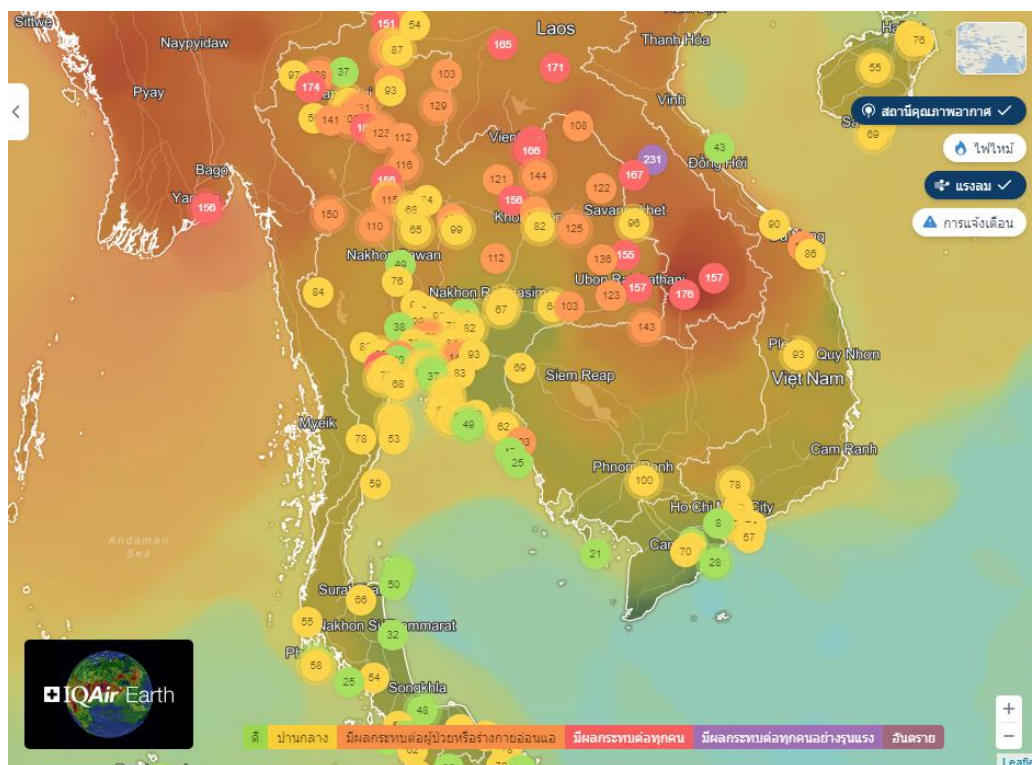
บทนำ

การพัฒนาเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วในตลอดหลายปีที่ผ่านมาได้ผลักดันให้เกิดการวิวัฒนาการอย่างไม่หยุดนิ่ง ซึ่งรวมถึงการก่อสร้างอุตสาหกรรมหลากหลายประเภทที่ส่งผลให้เกิดมลพิษทางอากาศและเป็นปัญหาร้ายแรงต่อโลก ซึ่งในสถานการณ์ปัจจุบันการรณรงค์ในการลดมลพิษทางอากาศเป็นภารกิจสำคัญทั่วโลก (Purbakawaca et al., 2022; Alekhyia et al., 2023) เนื่องจากมลพิษทางอากาศเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอื่น เช่น กระบวนการปนเปื้อนในน้ำซึ่งส่งผลกระทบต่อการใช้ทรัพยากรประมงจากการติดเชื้อจากของเสียจากมลพิษดังกล่าว กลายเป็นปัญหาที่สำคัญในหลายพื้นที่รวมถึงประเทศไทยอีกด้วย มลพิษทางอากาศประกอบด้วยสองประเภทคือ มลพิษทางอากาศจากธรรมชาติ และมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งเป็นสาเหตุส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน (Singh et al., 2020)

มลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) แอมโมเนีย (NH₃) และแก๊สมีเทน (CH₄) เป็นต้น เมื่อบางส่วนของมลพิษเหล่านี้ถูกปล่อยในอากาศและสภาพแวดล้อม จะเพิ่มความเป็นไปได้ของการเป็นโรคต่าง ๆ เช่น ปอดบวม มะเร็งปอด หลอดลมอักเสบเรื้อรัง หอบหืด โรคทางเดินหายใจเรื้อรัง และโรคหลอดเลือดหัวใจ เป็นต้น (ภาสินี และพูลทรัพย์, 2565) ซึ่งแก๊สข้างต้นมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก กลาง จนถึงขนาดใหญ่ นอกจากโรงงานอุตสาหกรรมแล้วยังมาจากที่พักอาศัย สถานที่ทำลายขยะ การเผาไหม้ที่เจือปนในอากาศ โดยมีอัตราส่วนค่อนข้างน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณของอากาศ ซึ่งมีหน่วยพาร์ทต่อล้าน (ppm) ซึ่งเป็นที่น่ากังวลเพราะแก๊สบางชนิด ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น จึงส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ป่วยรวมถึงคนทั่วไป ไม่ทันได้ป้องกันตัวจากมลพิษนั้น จากปัญหาดังกล่าวในตลอดหลายปีที่ผ่านมา ได้สร้างผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์โดยตรงต่อโรคทางเดินหายใจหลาย ๆ ประเภท (Liu et al., 2021) เช่น หอบหืด จากแก๊สมีเทนเป็นส่วนสำคัญของแก๊สธรรมชาติที่ประกอบด้วยอะตอมหนึ่งของคาร์บอนและสี่อะตอมของไฮโดรเจนจากกลุ่มฮาไลด์ โดยแก๊สถูกปล่อยจากอุตสาหกรรมน้ำมันและแก๊สธรรมชาติ กิจกรรมเกษตรกรรม การผลิตและขนส่ง ถ่านหิน การย่อยสลายของขยะ มีผลที่เสียหายในรูปแบบของแก๊สมีเทน ในกรณีที่ความเข้มข้นสูงของมีเทนอยู่ในอากาศ ซึ่งส่งผลกระทบต่อภาวะเคื่องฝืดหนืดและระบบหายใจซึ่งไม่ดีต่อสุขภาพสำหรับกลุ่มที่อ่อนไหว (Unhealthy for sensitive groups) แสดงในรูปที่ 1 แสดงช่วงดัชนีคุณภาพอากาศ Air Quality Index: AQI. (Roy and Singha, 2020) และจากค่าดัชนีคุณภาพของประเทศไทย พบว่า มีหลายพื้นที่ที่มีค่าดัชนีคุณภาพอากาศที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม Unhealthy for sensitive groups และในบางพื้นที่ที่มีค่าดัชนีสูงเกือบถึงช่วง Unhealthy (Ali et al., 2022) ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพ โดยแสดงค่าดัชนีคุณภาพอากาศแสดงในรูปที่ 2 แสดงค่าดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย

Air Quality Index Levels of Health Concern	Numerical Value	Meaning
Good	0 to 50	Air quality is considered satisfactory, and air pollution poses little or no risk
Moderate	51 to 100	Air quality is acceptable; however, for some pollutants there may be a moderate health concern for a very small number of people who are unusually sensitive to air pollution.
Unhealthy for Sensitive Groups	101 to 150	Members of sensitive groups may experience health effects. The general public is not likely to be affected.
Unhealthy	151 to 200	Everyone may begin to experience health effects; members of sensitive groups may experience more serious health effects.
Very Unhealthy	201 to 300	Health warnings of emergency conditions. The entire population is more likely to be affected.
Hazardous	301 to 500	Health alert: everyone may experience more serious health effects

รูปที่ 1 ช่วงดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index: AQI) (Roy and Singha, 2020)



รูปที่ 2 ค่าดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย เมื่อวันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2567 (IQAir Earth, 2567)

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีจากนวัตกรรมถึงนักวิจัย เพื่อใช้ในงานที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณภาพอากาศ ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เช่น งานวิจัยของ Ukadike et al. (2023) ได้ศึกษาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) และแอปพลิเคชันบลิงก์ เพื่อตรวจสอบสภาพอากาศ 3 เจียนไซ คือ วันที่มีฝนตก วันที่มีแดด และวันที่ตรวจพบค่าแก๊ส กัมมันตรังสี โดยข้อมูลถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลระบบคลาวด์ และแสดงผลผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชันบลิงก์ ผลการทดสอบพบว่า ในวันที่มีแดด ค่าความชื้นเป็น 70.7 เปอร์เซ็นต์ และค่าตรวจวัดแก๊สคือ 206 ส่วนต่อล้าน (ppm) ในวันที่มีฝนตก ค่าความชื้นเป็น 51.5 เปอร์เซ็นต์ และค่าตรวจวัดแก๊สที่ 198 ppm ในงานวิจัยของ Mohd et al. (2022) ได้นำเสนอระบบ IoT สำหรับตรวจสอบและตรวจวัดคุณภาพอากาศ ด้วยซอฟต์แวร์อาร์ดูโนเพื่อเก็บข้อมูลสำหรับระบบตรวจวัดระดับมลพิษในอากาศซึ่งจะถูกส่งตรงไปยังแอปพลิเคชันบลิงก์ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจะถูกนำเสนอในรูปแบบของการจัดอันดับ AQI และความเสี่ยงที่เกิดจากอากาศ งานวิจัยของ Okatavianto and Yuanda (2022) ได้สร้างอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพอากาศเพื่อแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับมลพิษในอากาศที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากมลภาวะจากยานพาหนะด้วยระบบออนไลน์ผ่านแพลตฟอร์ม IoT ของเว็บไซต์ Thingspeak โดยการแปลงค่าความต้านทานจากค่าสัญญาณเซ็นเซอร์ MQ135 เป็นค่า AQI จากการตรวจจับแก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ และแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Node MCU ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวสามารถใช้เป็นต้นแบบสำหรับการตรวจวัดในพื้นที่ทางหลวงที่มีการจราจรยานพาหนะสูงในหลายพื้นที่ได้ งานวิจัยของ Kharade et al. (2020) ได้สร้างอุปกรณ์ตรวจวัด AQI ในสภาพแวดล้อมของเมืองอุตสาหกรรมเพื่อวางแผนมาตรการรักษาความปลอดภัยจากเพลิงให้กับพนักงาน ด้วยการประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Node MCU โดยการรับค่าแก๊สจากเซ็นเซอร์ MQ135 รับค่าความชื้นและอุณหภูมิจากเซ็นเซอร์ DHT11 และตรวจจับเปลวไฟด้วยและเซ็นเซอร์ Infrared (IR) พร้อมแสดงผลผ่านจอแสดงผลแอลซีดี LCD I2C และแอปพลิเคชันบลิงก์ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากเวลาจริงมีประโยชน์ต่อการวางแผนการจัดการของพนักงานเป็นอย่างมาก งานวิจัยของ Hashim et al. (2023) สร้างเครื่องสำหรับการตรวจวัดสภาพแวดล้อมโดยการวัดความชื้น อุณหภูมิ และคุณภาพอากาศ ด้วยอุปกรณ์ที่ต้นทุนไม่สูง เช่น เซ็นเซอร์ความชื้น DHT11 เซ็นเซอร์อุณหภูมิ LM35 และเซ็นเซอร์แก๊ส MQ135 ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 และ ESP8266 ในการรับข้อมูลนำเข้าจากเซ็นเซอร์และแสดงผลผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านแอปพลิเคชันบลิงก์ โดยกำหนดเงื่อนไขเมื่อตรวจพบระดับแก๊สที่มีสูงกว่า 300 ppm จะส่งสัญญาณแจ้งเตือนผ่านมือถือ เพราะเป็นค่าการตรวจพบแก๊สที่สูงซึ่งส่งผลให้เกิดมลพิษในพื้นที่นั้นได้

งานวิจัยของ John et al. (2022) ได้นำเสนอระบบแจ้งเตือนมลพิษในอากาศและเสียงในเวลาจริงโดยใช้เทคโนโลยี IoT สำหรับผู้ป่วยเนื่องจากสามารถตรวจวัดคุณภาพอากาศและระดับเสียงโดยใช้เซ็นเซอร์เมื่อมีความเข้มข้นเกินกว่าระดับที่กำหนด โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU และเซ็นเซอร์แก๊สที่ใช้ ได้แก่ MQ7 MQ135 เซ็นเซอร์เสียง KY-037 โดยแสดงผลระดับมลพิษในอากาศและระดับเสียงถูกแสดงบนแอปพลิเคชันบลิงก์ ซึ่งระบบการตรวจวัดนี้จะสามารถนำไปช่วยเหลือทั้งหน่วยงานที่จำเป็นต้องดูแลรักษาผู้ป่วยหรือกลุ่มคนที่สุขภาพอ่อนไหวต่อสภาพอากาศได้เพื่อให้มีมาตรการป้องกันที่เหมาะสมในเวลาที่เหมาะสมที่สุดได้ งานวิจัยของ Murad et al. (2021) ได้นำเสนอการออกแบบระบบตรวจวัดมลพิษในอากาศที่ใช้เทคโนโลยี IoT เพื่อวัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สชีวเทน ค่าความชื้น และค่าอุณหภูมิ ด้วยเซ็นเซอร์แก๊ส MQ2 เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้น DHT22 ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โมดูล ESP8266 ด้วยกำหนดเงื่อนไขเมื่อค่า AQI น้อยกว่า 100 จะเป็นอากาศปลอดภัย และในกรณีค่ามากกว่า 200 เป็นค่าคุณภาพอากาศที่อันตราย โดยแสดงสัญญาณไฟ LED สีเขียวในกรณีไม่พบแก๊สที่อันตราย และในขณะเดียวกันเมื่อพบแก๊สชีวเทน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ สัญญาณไฟ LED สีแดงจะสว่าง และข้อมูลทั้งหมดถูกส่งผ่านเว็บไซต์ Thingspeak และแอปพลิเคชันบลิงก์โดยข้อมูลจะอัปเดตหลังจากตรวจจับโดยเซ็นเซอร์ทุก ๆ 15 วินาที ในแอปพลิเคชันบลิงก์ เมื่อตรวจจับแก๊สที่อันตรายจะส่งการแจ้งเตือนเพื่อแจ้งเตือนผู้ใช้งานที่งานวิจัยของ Srivastava (2022) ได้สร้างเครื่องตรวจจับมลพิษในอากาศ ด้วยการประมวลไมโครคอนโทรลเลอร์ Node MCU โดยรับค่าจากเซ็นเซอร์ MQ135 กำหนดเงื่อนไขตรวจสอบระดับมลพิษต่อมนุษย์ที่ระดับ 20 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับ PM2.5 และ 30 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับ PM10 โดยนำเสนอคุณภาพของอากาศในพื้นที่นั้นในหน่วย ppm ผ่านเว็บไซต์ของบลิงก์ งานวิจัยของ Gopi et al. (2022) ได้สร้างเครื่องตรวจวัดมลพิษในอากาศสำหรับการแจ้งเตือนเพื่อความปลอดภัยจากเหตุเพลิงไหม้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Node MCU ที่รับค่าสัญญาณจากเซ็นเซอร์ MQ135 เซ็นเซอร์ความชื้นและอุณหภูมิ DHT11 โดยรายงานผลของค่าพารามิเตอร์ต่างผ่านเว็บไซต์และแสดงผ่านแอปพลิเคชันบลิงก์ด้วยการศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า คุณภาพของอากาศเป็นเรื่องสำคัญและได้รับการพัฒนาและประยุกต์ใช้ในลักษณะงานที่แตกต่างกันเพื่อป้องกัน รวมถึงแจ้งเตือนให้ผู้เกี่ยวข้องเพื่อการจัดการหรือกลุ่มคนที่อ่อนไหวจากมลพิษ ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญอย่างมาก

งานวิจัยนี้ได้การออกแบบระบบตรวจสอบมลพิษทางอากาศพร้อมรายงานผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงก์ ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) และสามารถตรวจสอบผ่านแอปพลิเคชันบลิงก์ ที่สามารถแสดงผลผ่านเว็บไซต์บนแดชบอร์ด และสามารถตรวจสอบค่าผ่านสมาร์ตโฟนที่ติดตั้งแอปพลิเคชันบลิงก์

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุอุปกรณ์

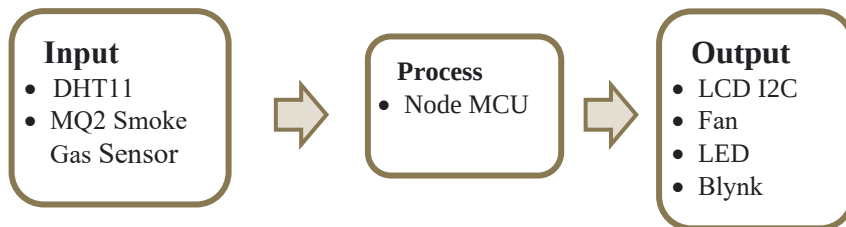
อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ ประกอบด้วย เซ็นเซอร์ ความชื้นและอุณหภูมิ DHT11 เป็นเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นมีความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิประมาณ $(0-50) \pm 2^{\circ}\text{C}$ ช่วงและความแม่นยำในการวัดความชื้นประมาณ $(20-90) \pm 5\% \text{ RH}$ และโมดูลตรวจวัดแก๊ส MQ2 โดยเซ็นเซอร์นี้มีช่วงในการตรวจจับแก๊ส ในกลุ่มแก๊สหุงต้ม (LPG) บิวเทน (Butane) โพรเพน (Propane) มีเทน (Methane) แอลกอฮอล์ (Alcohol) ไฮโดรเจน (Hydrogen) รวมถึงควันไฟ (Smoke) ที่เกิดจากการเผาไหม้ด้วย ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งสามารถตรวจจับระดับความเข้มข้นของแก๊สในช่วง 0-20,000 ส่วนในล้าน Part per Million (ppm) โดยทำการประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Node MCU ซึ่งบอร์ดคอนโทรลเลอร์ที่มีลักษณะการทำงานตามคำสั่งภาษาซีคล้าย Arduino ซึ่งมีลักษณะพิเศษกว่าตรงที่สามารถเชื่อมต่อกับ WiFi ได้ การควบคุมการทำงานสามารถใช้โปรแกรม Arduino IDE และสั่งการทำงานของอุปกรณ์ พัดลม หลอดแอลอีดี แสดงข้อมูลผ่านจอ LCD แบบ I2C

ตารางที่ 1 แสดงช่วงความเข้มข้นในการตรวจวัดค่าแก๊สแต่ละประเภทที่แตกต่างกันด้วยเซ็นเซอร์ MQ2

Range (ppm)	Detecting concentration scope
200-2000	Alcohol
200-5000	LPG and propane
300-5000	H2, Butane
5000-20000	Methane

แผนผังบล็อกการทำงาน

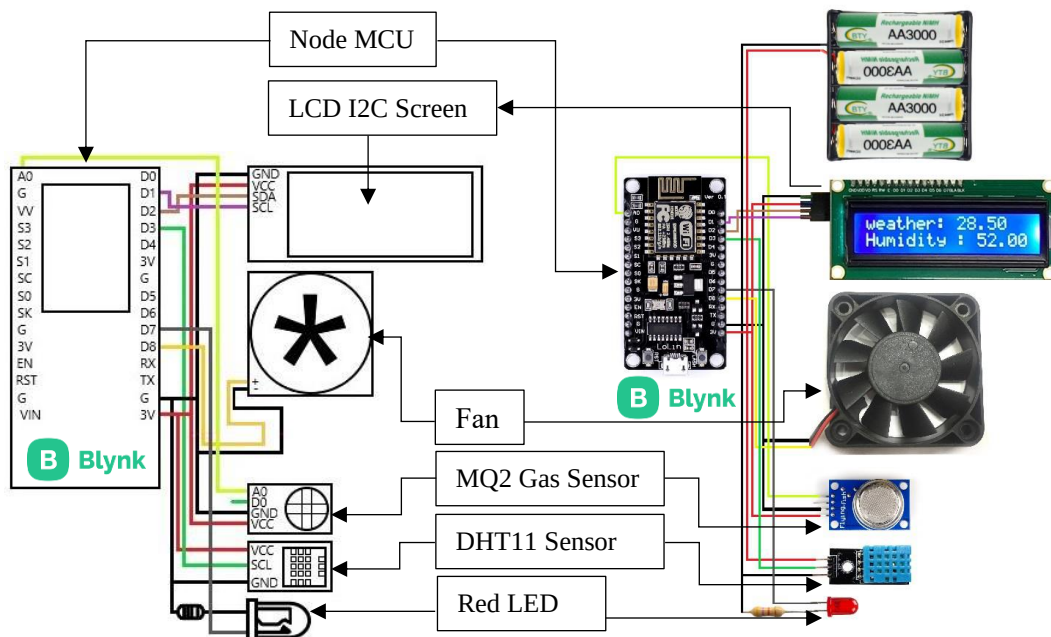
รูปที่ 3 แสดงแผนผังการทำงานของระบบ โดยระบบการทำงานแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นอุปกรณ์ส่งสัญญาณขาเข้า (Input) ประกอบด้วยเซ็นเซอร์ความชื้นและอุณหภูมิ DHT11 และ เซ็นเซอร์วัดค่าแก๊สและควัน (MQ2) โดยเซ็นเซอร์ทั้งสองจะส่งสัญญาณมายัง ส่วนที่ 2 ของระบบดำเนินการ (Process) ซึ่งประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (Node MCU) ที่รับสัญญาณขาเข้าเพื่อประมวลผลตามเงื่อนไขการโปรแกรม และส่งไปยังส่วนที่ 3 อุปกรณ์ขาออก (Output) ประกอบด้วย หน้าจอแสดงผล (LCD I2C) พัดลม (Fan) หลอดไฟแอลอีดี (LED) โดยระบบทั้ง 3 ส่วนเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ซึ่งสามารถแสดงผลผ่านแพลตฟอร์มของแอปพลิเคชันบลิงก์



รูปที่ 3 แผนผังการทำงานของระบบ

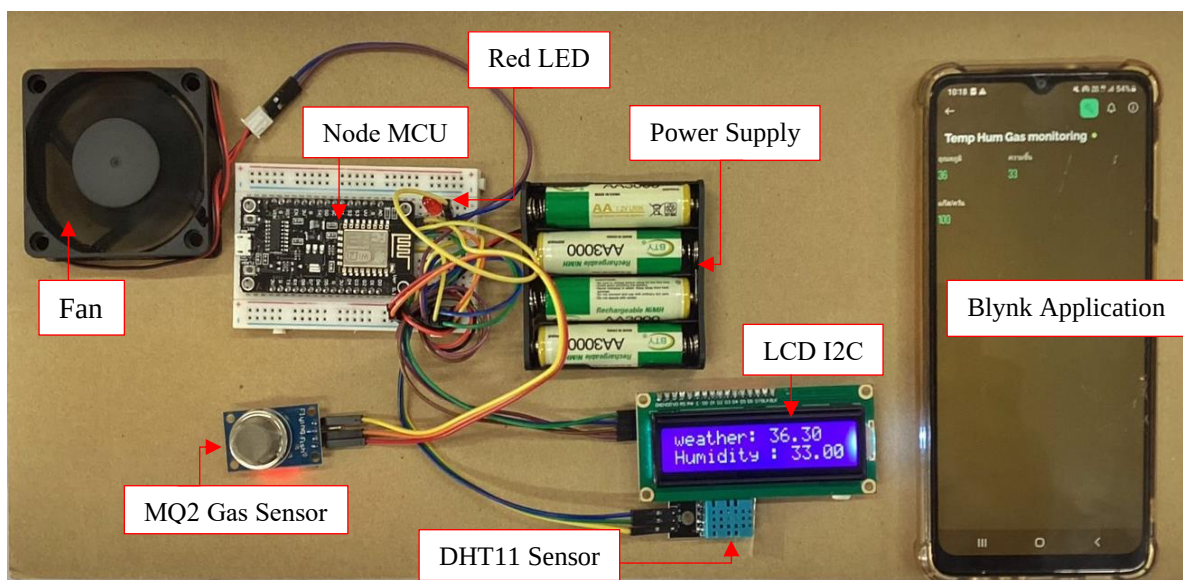
การออกแบบวงจร

รูปที่ 4 แสดงแผนภาพวงจรของอุปกรณ์ ประกอบด้วยรูปที่ 4ก. วงจรจำลองการต่อสายกับแผนภาพอุปกรณ์ โดย Input ของ DHT11 และ MQ2 ต่อกับขา D3 และ A0 ของ Node MCU ตามลำดับ โดยทำการประมวลผลและตรวจสอบเงื่อนไขการโปรแกรมด้วย Node MCU แล้วส่งสัญญาณไปยัง Output ที่ LCD I2C Fan และ LED ที่ขา D1 D8 และ D7 ของ Node MCU ตามลำดับ โดยระบบเชื่อมต่อ IoT พร้อมแสดงค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าแก๊ส ผ่านแอปพลิเคชันบลิงก์โดยตัวอย่างอุปกรณ์จริงและการเชื่อมต่อส่วน Input Process และ Output แสดงในรูปที่ 4ข. วงจรจำลองการต่อสายกับภาพอุปกรณ์จริง



การทำงานของวงจร

รูปที่ 5 แสดงการต่อวงจรกับอุปกรณ์จริง พร้อมแสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแก๊ส ผ่านแอปพลิเคชันบลิงก์ ซึ่งส่วนสัญญาณขาเข้าเซ็นเซอร์ MQ2 จะตรวจวัดค่าแก๊ส เซ็นเซอร์ DHT11 จะวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น แล้วส่งสัญญาณมายังไมโครคอนโทรลเลอร์ Node MCU โดยกำหนดเงื่อนไขถ้าอากาศตรวจสอบด้วยเซ็นเซอร์ MQ2 แล้วมีค่ามากกว่า 200 ppm จะสั่งให้หลอดแอลอีดีสีแดงแสดงสัญญาณแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบแก๊ส และในกรณีอุณหภูมิมากกว่า 36 องศาเซลเซียส จะสั่งให้พัดลมเริ่มทำงาน โดยสามารถตรวจสอบสถานะค่าคุณภาพอากาศ ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ได้บนเว็บไซต์และมีมือถือผ่านแอปพลิเคชันบลิงก์



ก.



ข.



ค.



ง.

รูปที่ 5 อุปกรณ์ ก. การต่อวงจรกับอุปกรณ์จริง พร้อมแสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแก๊ส ผ่านแอปพลิเคชันบลิงก์ ข. กล่องชุดตรวจวัดฯ ค. หน้าจอแอลซีดี ขณะตรวจวัดฯ ง. วงจรภายในกล่องชุดตรวจวัดฯ

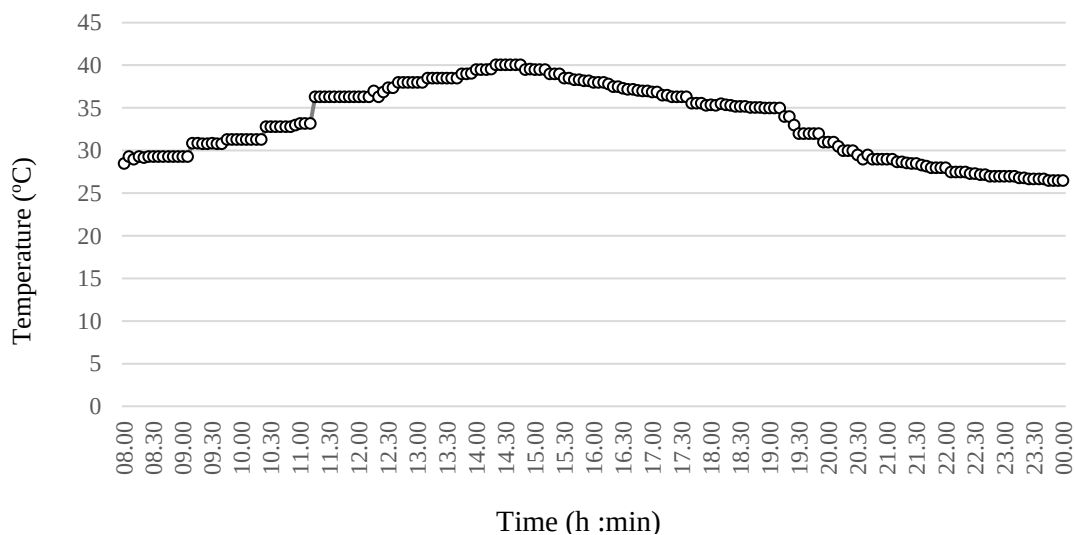
ผลการวิจัย

ผลการทดลองเกี่ยวกับคุณภาพอากาศ

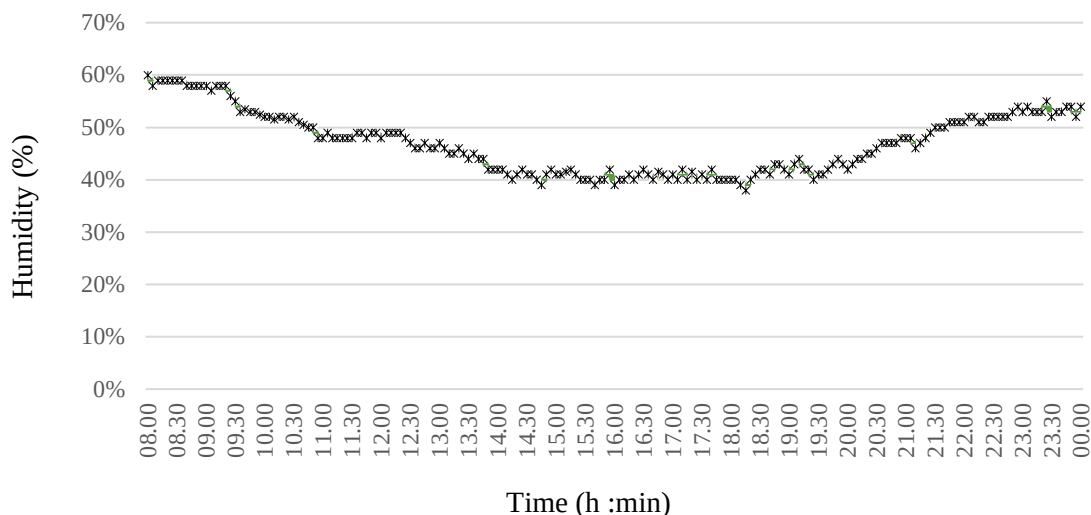
ผลการทดลองจากการวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแก๊สหรือควัน โดยอุปกรณ์ได้ทำการติดตั้งไว้บริเวณชั้นบนสุดของตึกทดลอง ตึก 13 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยมีสภาพแวดล้อมโดยรอบเป็นอาคารเรียนทฤษฎีและมีต้นไม้ระหว่างอาคารเรียน ซึ่งไม่ได้รับผลกระทบในการทดลอง เช่น ผลของค่าแก๊ส ควันต่าง ๆ โดยตรง จากการเรียนปฏิบัติของนักศึกษาที่อาคารเรียนอยู่ห่างออกไป โดยทำการทดลองเก็บข้อมูลเริ่มต้นเวลา 08.00 น. ถึงเวลา 00.00 น. โดยผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบผ่านเว็บไซต์บนแดชบอร์ด และโทรศัพท์มือถือ ผลการทดลองบันทึกข้อมูลในช่วงระยะเวลาการทดลองมีข้อมูล ดังนี้

การทดลองได้ทำการเก็บข้อมูลของค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น และค่าแก๊ส โดยเซ็นเซอร์ MQ2 และ DHT11 จะส่งข้อมูลมาทุก 15 วินาที โดยทำการทดลองตั้งแต่เวลา 08.00 น. ถึง 00.00 น. พบว่า ค่าอุณหภูมิเริ่มต้นและค่าอุณหภูมิสุดท้ายที่ 28.5 และ 26.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย ค่าอุณหภูมิสูงสุด และค่าอุณหภูมิต่ำสุดที่ 33.5 40.10 และ 26.50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ กรณีของค่าความชื้น มีค่าความชื้นเริ่มต้นและค่าความชื้นสุดท้ายที่ 60 และ 54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีค่าความชื้นเฉลี่ย ค่าความชื้นสูงสุด และค่าความชื้นต่ำสุดที่ 47 60 และ 38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในกรณีการตรวจจับค่าแก๊ส มีค่าแก๊สเริ่มต้นและค่าแก๊สสุดท้ายที่ 200 และ 230 ppm ตามลำดับ โดยมีค่าแก๊สเฉลี่ย ค่าแก๊สสูงสุด และค่าแก๊สต่ำสุดที่ 263 290 และ 200 ppm ตามลำดับ

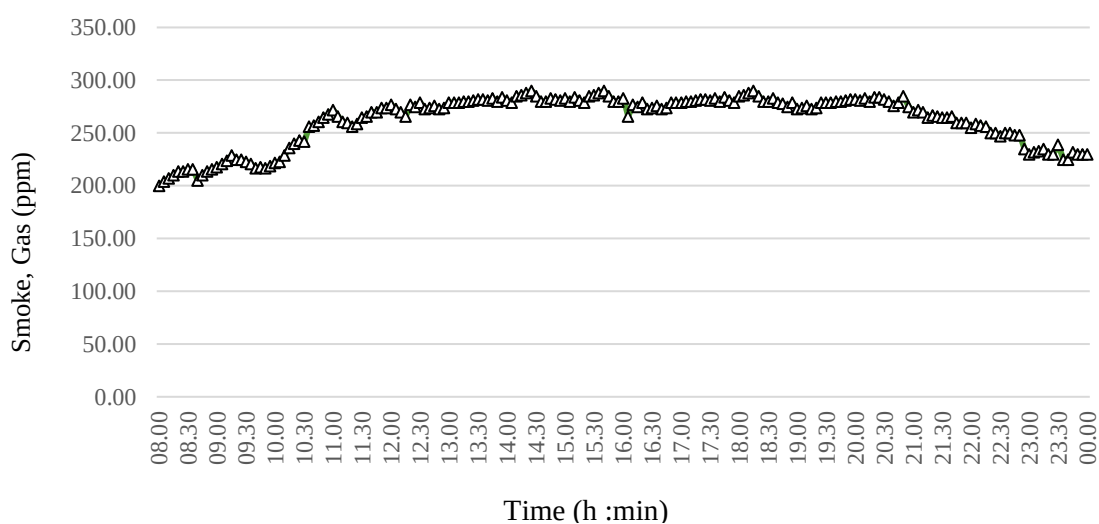
จากข้อมูลผลการทดลองการวัดค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น และค่าแก๊ส ข้างต้น ได้ถูกนำเสนอในรูปแบบกราฟเทียบกับเวลาตลอดระยะเวลาทำการทดลอง ซึ่งแสดงในรูปที่ 6 แสดงกราฟค่าอุณหภูมิเทียบกับเวลาจากการรับค่าของอุปกรณ์ส่งสัญญาณ DHT11 รูปที่ 7 แสดงกราฟค่าความชื้นเทียบกับเวลาจากการรับค่าของอุปกรณ์ส่งสัญญาณ DHT11 และ รูปที่ 8 แสดงกราฟค่าแก๊สเทียบกับเวลาจากการรับค่าของอุปกรณ์ส่งสัญญาณ MQ2 ตามลำดับ



รูปที่ 6 กราฟค่าอุณหภูมิเทียบกับเวลาจากการรับค่าของอุปกรณ์ส่งสัญญาณ DHT11



รูปที่ 7 กราฟค่าความชื้นเทียบกับเวลาจากการรับค่าของอุปกรณ์ส่งสัญญาณ DHT11



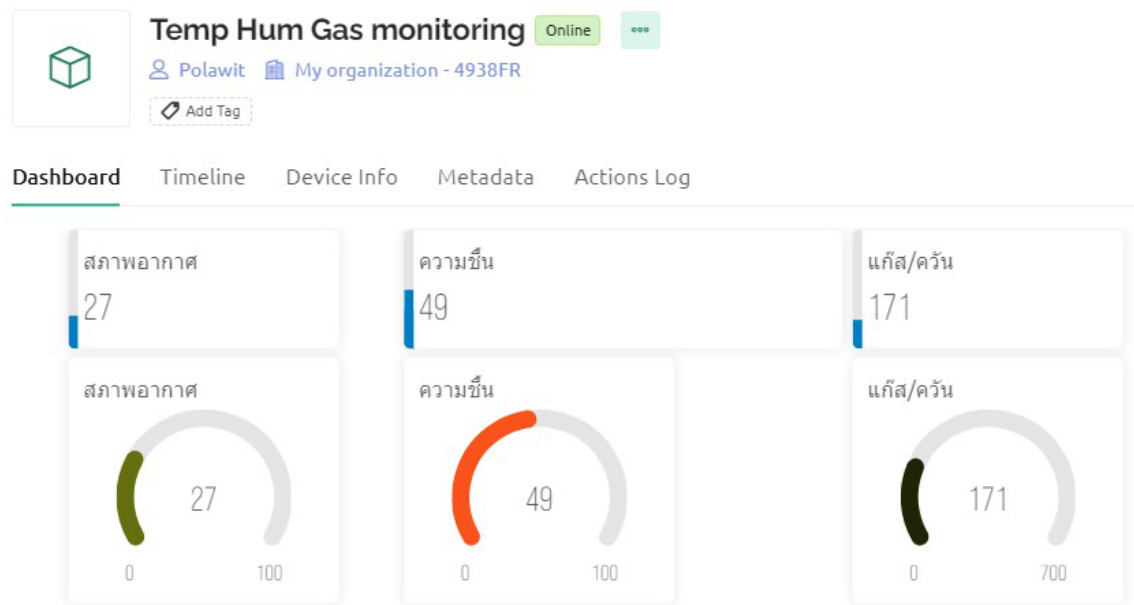
รูปที่ 8 กราฟค่าแก๊สเทียบกับเวลาจากการรับค่าของอุปกรณ์ส่งสัญญาณ MQ2

ผลการตรวจสอบบนแดชบอร์ดผ่านเว็บไซต์

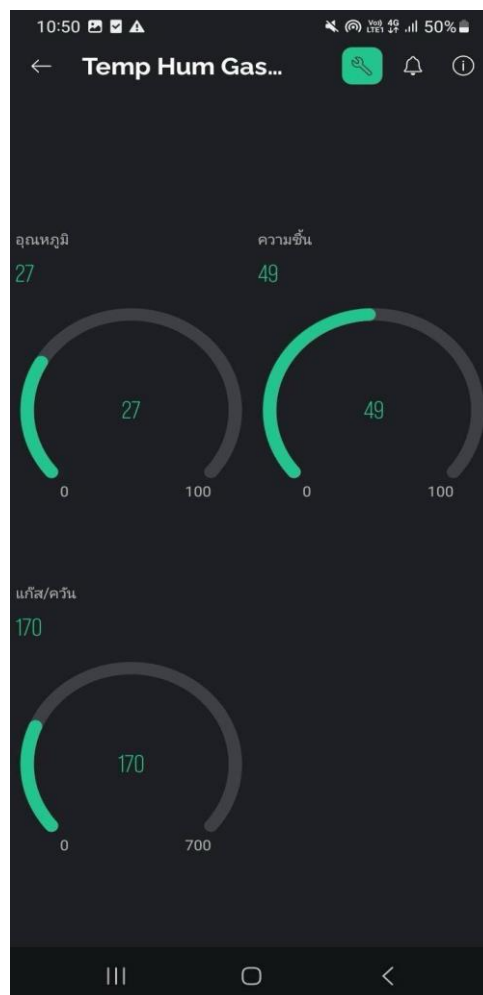
การตรวจสอบค่าอุณหภูมิ (Temp) ความชื้น (Hum) และแก๊ส (Gas) ถูกนำเสนอบนแดชบอร์ดผ่านเว็บไซต์ โดยนำเสนอในรูปแบบค่าตัวเลขและรูปแบบแผนภูมิแสดงในรูปที่ 9 ตัวอย่างการแสดงผลค่าอุณหภูมิ ความชื้น แก๊ส บนแดชบอร์ดผ่านเว็บไซต์ โดยข้อมูลที่แสดงและอัปเดตหลังจากตรวจจับโดยเซ็นเซอร์ทุก 15 วินาที โดยค่าระดับอุณหภูมิถูกนำเสนอในช่วง 0 ถึง 100 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นถูกนำเสนอในช่วง 0 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ และค่าแก๊สหรือควันถูกนำเสนอในช่วง 0 ถึง 700 ppm ตามลำดับ

ผลลัพธ์การตรวจสอบผ่านแอปพลิเคชันลิงก์

รูปที่ 10 แสดงตัวอย่างข้อมูลค่าอุณหภูมิ ความชื้น แก๊ส ผ่านแอปพลิเคชันลิงก์ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันสำเร็จรูปที่ใช้สำหรับงานที่เกี่ยวกับ (IoT) สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ส่งสัญญาณ อุปกรณ์ควบคุม และแสดงผล เข้ากับอินเทอร์เน็ตในลักษณะการเชื่อมต่อเครื่องแม่ข่ายไปยังอุปกรณ์ลูกข่าย โดยค่าพารามิเตอร์และรูปแบบการแสดงเดียวกันกับการแสดงผลบนแดชบอร์ดผ่านเว็บไซต์ ซึ่งสามารถแสดงผลผ่านอุปกรณ์มือถือหรือแท็บเล็ตได้



รูปที่ 9 ตัวอย่างการแสดงผลค่าอุณหภูมิ ความชื้น แก๊ส บนแดชบอร์ดผ่านเว็บไซต์



รูปที่ 10 ตัวอย่างข้อมูลค่าอุณหภูมิ ความชื้น แก๊ส ผ่านแอปพลิเคชันบลิงก์ด้วยมือถือ

การอภิปรายผล

การออกแบบเครื่องตรวจสอบอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแก๊สสำหรับการตรวจสอบพร้อมแสดงผลผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชันสามารถนำมาใช้ได้จริง และสามารถประยุกต์ใช้ในลักษณะของงานอื่น ๆ โดยงานวิจัยนำเสนอการแสดงผลสถานะผ่านหลอดแอลอีดีเพื่อเป็นการแจ้งเตือน แต่อย่างไรก็ตามสัญญาณไฟแอลอีดีอาจจะไม่เพียงพอต่อการแจ้งเตือน แต่สามารถเป็นแนวทางสำหรับนักวิจัยที่สนใจในการประยุกต์ใช้สัญญาณแจ้งเตือนในระบบที่ดีขึ้น เช่น เสียงการแจ้งเตือน จำนวนและขนาดหลอดไฟของการแจ้งเตือน และรูปแบบการแจ้งเตือนอื่น ๆ โดยสามารถใช้สัญญาณที่แอลอีดีสีแดงที่ได้รับนี้เป็นสัญญาณเข้าเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์แจ้งเตือนในการประยุกต์ใช้งานในลักษณะอื่นได้ ในการตรวจวัดคุณภาพอากาศได้อย่างไรก็ตาม ถ้าประยุกต์ใช้งานที่มีความเฉพาะในการตรวจจับแก๊สที่เฉพาะเจาะจง จำเป็นที่จะต้องเลือกใช้เซ็นเซอร์ในการตรวจจับแก๊สในแต่ละชนิดนั้น เพื่อผลลัพธ์ที่ได้จากเซ็นเซอร์ที่ใช้จะมีช่วงตรวจวัดที่แม่นยำและมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยสำหรับแก๊สแต่ละประเภท ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญในการนำไปวิเคราะห์หรือจัดการในลักษณะงานที่แตกต่างกัน เช่น ในงานวิจัยทางการแพทย์ การอุตสาหกรรม หรือการตรวจสอบคุณภาพอากาศในสถานที่ปิดอย่างยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพ

บทสรุป

มลพิษในอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบหลากหลายด้านรวมถึงสุขภาพของมนุษย์ การรับรู้คุณภาพของอากาศและการแจ้งเตือนจึงมีความสำคัญต่อการวางแผนและการจัดการปัญหานี้อย่างเหมาะสม บทความนี้เสนอการออกแบบระบบตรวจวัดมลพิษในอากาศโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น วัดปริมาณแก๊สหุงต้ม แก๊สไฮโดรเจน และแก๊สชีวเทนด้วยเซ็นเซอร์ที่แตกต่างกัน แล้วส่งสัญญาณมาประมวลผลและควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยพิจารณาตามเงื่อนไข อุณหภูมิที่สูงกว่ากำหนดจะควบคุมให้พัดลมทำงาน ค่าการตรวจจับแก๊สสูงกว่าค่าที่กำหนดจะแสดงสัญญาณเตือนด้วยหลอดแอลอีดีสีแดง พร้อมแสดงผลต่อเนื่องผ่านแดชบอร์ดของเว็บไซต์ และแอปพลิเคชันบนลินค เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบจากระบบต้นแบบนี้ สามารถเป็นแนวทางและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานตามความเหมาะสม เช่น บ้านพักอาศัย สถานที่เพื่อตรวจสอบมลพิษอากาศ รวมถึงหน่วยงานที่ต้องการตรวจวัดคุณภาพของอากาศได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- IQAir Earth (2567). ดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) ของประเทศไทย. ค้นเมื่อ 21 กุมภาพันธ์ 2567.
<https://www.iqair.com/th/air-quality-ap?lat=15.1181579418&lng=101.002881304&zoomLevel=6>.
 ภาสินี ม่วงใจเพชร และพูลทรัพย์ โพนสิงห์. (2565). การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนาการแผ่กระจายผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ 5 มิติ กรณีฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) เขตสุขภาพที่ 8 ปี พ.ศ. 2565.
 วารสารวิชาการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 8 จังหวัดอุดรธานี. 1(1): 28-43.
 Alekhy K., Sravya P.D., Naik N.C. and LakshmiNarayana B.J. (2023). Ambient air quality monitoring system. In 2023 International Conference for Advancement in Technology (ICONAT). Goa, India. 1-5. doi: 10.1109/ICONAT57137.2023.10080220.
 Ali S.Y., Mukherjee P., Sunar S., Saha S., Saha P., Dutta S. and Goswami S. (2022). Significant effect of COVID-19 induced lockdown on air quality of the Indian Metropolitan City Kolkata using air quality index and health air quality index. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal. 28(7): 762–782.
 Gopi. C, Pramodh V., Charan M.S., Reddy K.S.K. and SaiVamsi D. (2022). Cloud-based air quality monitoring through wireless sensor network using NodeMCU. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. 10(12): 911–915.

- Hashim H., Hazwan M.N., Saad P.S.M. and Harun Z. (2023). The real-time monitoring of air quality using IOT-based environment system. In 2023 19th IEEE International Colloquium on Signal Processing & Its Applications (CSPA), 3-4 Mar. 2023. Kedah. Malaysia. 54-58.
- John A.S., Thomas G., Zacharia S.S., Anu Raj Er. and Er. Agitha M.S. (2022). IoT based real time air and noise pollution alert system for asthma and angina patients. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). 9(5): 3427-3431.
- Kharade M., Katangle S., Kale G.M., Deosarkar S.B. and Nalbalwar S.L. (2020). A NodeMCU based fire safety and air quality monitoring device. In 2020 International Conference for Emerging Technology (INCET). Belgaum. India. 1-4. doi: 10.1109/INCET49848.2020.9153983.
- Liu Z., Wang G., Zhao L. and Yang G. (2021). Multi-points indoor air quality monitoring based on Internet of Things. IEEE Access. 9: 70479–70492.
- Mohd S.M.H., Sulaiman M.D.H., Jefree N.H. and Adan N.F. (2022). Multidisciplinary applied research and innovation. Multidisciplinary Applied Research and Innovation (MARI). 3(1): 381-389.
- Murad S.A.Z., Bakar F.A., Azizan A. and Shukri M.A.M. (2021). Design of Internet of Things based air pollution monitoring system using ThingSpeak and Blynk application. Journal of Physics: Conference Series. 1962(1): 012062. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1962/1/012062>.
- Purbakawaca R., Yuwono A.S., Subrata I.D.M., Supandi H. and Alatas H. (2022). Ambient air monitoring system with adaptive performance stability. IEEE Access. 10: 120086–120105.
- Roy S. and Singha N. (2020). Analysis of ambient air quality based on exceedance factor and air quality index for Siliguri City, West Bengal. Current World Environment. 15(2): 236–246.
- Singh A., Joshi H., Srivastava A., Kumar R. and Hasteer N. (2020). An analysis of polluted air consumption and hazards on human health: A study towards system design. In 2020. 10th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence). Noida. India. 532-539. doi: 10.1109/Confluence47617.2020.9057848.
- Srivastava A.K. (2022) Air pollution: facts, causes, and impacts. Asian Atmospheric Pollution. 39–54.
- Ukadike I.D., Akazue M., Omede E. and Akpoyibo T.P. (2023). Development of an IoT-based air quality monitoring system. FUPRE Journal of Scientific and Industrial Research. 7(4): 53-62.