



การพัฒนาระบบไอโอทีตรวจวัดคุณภาพอากาศและลดฝุ่นละอองภายในบ้าน

Development of an IoT Indoor

Air Quality Monitoring and Decreases

นายอภินันท์ แสงคำ

เตรียมโครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ปีการศึกษา 2563

การพัฒนาระบบไอโอทีตรวจวัดคุณภาพอากาศและลดฝุ่นละอองภายในบ้าน

Development of an IoT Indoor
Air Quality Monitoring and Decreases

นายอภิรักษ์ แสงคำ

เตรียมโครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ปีการศึกษา 2563

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 วิธีการดำเนินโครงการ	4
1.5 แผนการดำเนินงาน	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับค่าฝุ่นละอองในอากาศ	8
2.2 แนวทางการวิเคราะห์ออกแบบระบบ	13
2.3 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบและเว็บไซต์	14
2.4 อุปกรณ์ IoT ที่ใช้ในการพัฒนา	16
2.5 เครื่องมือ หรือ โปรแกรม ที่นำมาใช้ในการพัฒนา	19
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ	29
3.1 Use case diagram	30
3.2 Sequence diagram	31
3.3 Flow chart	32
3.4 ER diagram	34
3.5 User Interface	35
บรรณานุกรม	

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ปัญหาจากฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) เป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศไทย เนื่องจาก เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่ทุกปีและส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนเป็นอย่างมาก ส่วนใหญ่เกิดขึ้นในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน กรุงเทพมหานครและปริมณฑล พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางบางพื้นที่ในช่วงฤดูแล้งของทุกปี ซึ่งสาเหตุมาจากปัญหาไฟป่า และการเผาในที่โล่ง เช่น การเผาเศษวัชพืชและเศษวัสดุทางการเกษตร การจราจร ภูมิประเทศและภาวะความกดอากาศสูงทำให้เกิดสภาวะอากาศปิด จึงทำให้ความรุนแรงของปัญหาเพิ่มขึ้น และนอกจากนี้ยังมีปัญหา หมอกควันข้ามแดนในพื้นที่ทางภาคใต้ซึ่งมักเกิดขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายนถึงตุลาคมของทุกปี ซึ่งหากประชาชนได้รับผลกระทบจาก PM2.5 จะทำให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพด้วยโรคระบบทางเดินหายใจและโรคระบบหัวใจ และหลอดเลือดเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในประชาชนกลุ่มเสี่ยงทั้งเด็ก หญิงตั้งครรภ์ ผู้สูงอายุและผู้ที่มีโรคประจำตัว เช่น โรคระบบทางเดินหายใจ หอบหืด เป็นต้น เมื่อร่างกายได้รับปริมาณฝุ่นละอองในปริมาณมาก ๆ และติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน จะส่งผลกระทบต่อร่างกาย ดังนี้

- แสบตา ตาแดง
- ผิวหนังอักเสบ ผื่นภูมิแพ้ผิวหนัง
- สมอมีพัฒนาการช้า สมาธิสั้น
- ภูมิแพ้กำเริบ หอบหืด
- มีไข้ ตัวร้อน
- แสบจมูก มีน้ำมูก ไอจาม
- อาจเป็นโรคร้ายแรงถึงขั้นเสียชีวิต เช่น มะเร็งปอด หัวใจขาดเลือด ปอดอักเสบ เป็นต้น

ในยุคที่ทุก ๆ สิ่งได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วและไม่หยุดยั้ง เทคโนโลยี Internet of Things หรือ IoT คือเทคโนโลยีสำคัญที่เข้ามามีบทบาทในการพัฒนาและช่วยแก้ปัญหาการดำเนินชีวิตของทุกคน โดยเทคโนโลยี IoT จะทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ สามารถเชื่อมโยงและรับส่ง

ข้อมูลระหว่างกันและสามารถสั่งการเพื่อควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น Smart Device, Smart Home, Smart Network ผ่านทางแอปพลิเคชัน หรือเว็บไซต์ ซึ่งการเชื่อมโยงนั้น สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ นอกจากนี้แล้ว ยังมีระบบคลาวด์ที่จัดเก็บประมวลผลข้อมูลผ่านออนไลน์ โดยที่เราสามารถควบคุมหรือกำหนดความเป็นส่วนตัวและสามารถเข้าถึงข้อมูลผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ตลอดเวลา

จากเหตุผลข้างต้น ทางผู้จัดทำจึงได้มีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยี IoT Smart Device เข้ามาประยุกต์ใช้ในการจัดการปัญหาฝุ่นละอองในอากาศที่ลอยอยู่ในบ้าน เพราะในปัจจุบันอุปกรณ์และเซ็นเซอร์ที่สามารถวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศนั้นมีราคาที่ถูกลง สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ซึ่งตัวระบบมีความสามารถตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศ หากมีค่าเกินมาตรฐานจะสั่งการให้ระบบทำการลดฝุ่นให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม และสามารถตรวจสอบคุณภาพอากาศผ่านเว็บไซต์ โดยจะแสดงในรูปแบบ Dashboard

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อแก้ปัญหาค่าฝุ่นละอองในอากาศที่เกินค่ามาตรฐาน ภายในบ้าน

1.2.2 เพื่อพัฒนาระบบ IoT Indoor Air Quality Monitoring and Decreases

1.3 ขอบเขตของโครงการ

ในระบบไอโอทีที่ตรวจวัดคุณภาพอากาศและลดฝุ่นละอองภายในบ้านนี้ ผู้จัดทำได้กำหนดขอบเขตของการดำเนินงานโดยแบ่งระบบออกเป็น 2 ส่วน คือ

1.3.1 เว็บไซต์แสดงผลข้อมูลคุณภาพอากาศแบบ กราฟ (Dashboard)

1.3.1.1 ผู้ใช้งานต้องทำการลงชื่อเข้าใช้ ซึ่งใช้อีเมลและรหัสผ่านที่ลงทะเบียนไว้ก่อน เพื่อสามารถเข้าไปตรวจสอบคุณภาพอากาศในบ้าน จากหน้าเว็บไซต์

1.3.1.2 แสดงข้อมูลคุณภาพอากาศภายในบ้าน

1.3.1.3 สามารถดูข้อมูลคุณภาพอากาศในบ้านย้อนหลังได้แบบรายวัน

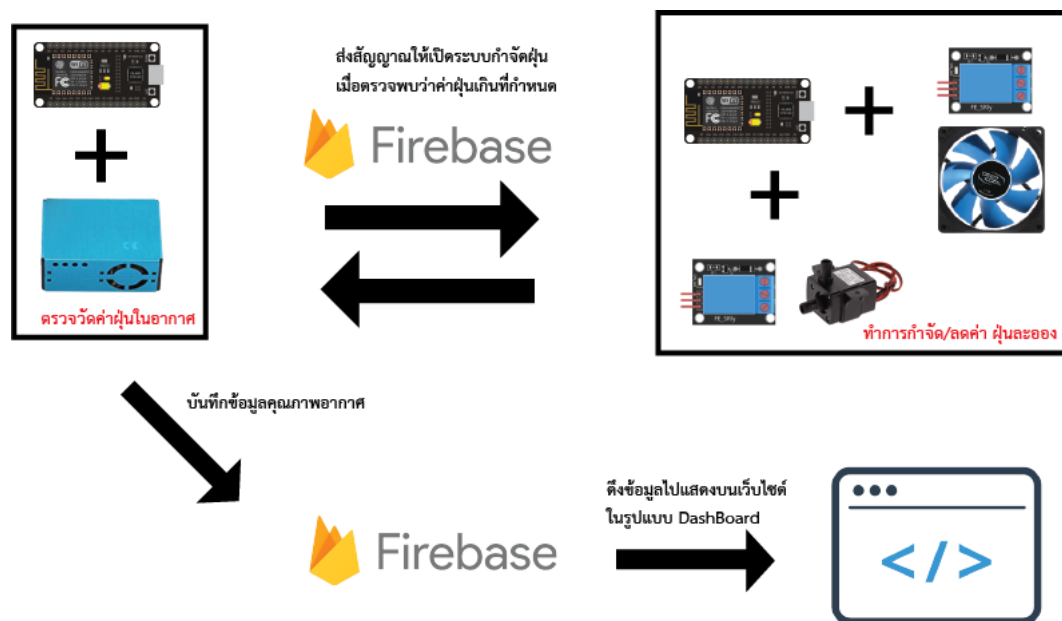
1.3.1.4 สามารถสั่งเปิด/ปิดระบบลดค่าฝุ่นละอองได้ หากไม่ต้องการให้ระบบทำงาน

1.3.2 อุปกรณ์ IoT ตรวจวัดและกำจัดฝุ่นละออง

1.3.2.1 ผู้ใช้งานต้องจัดการการเชื่อมต่อระบบไร้สายก่อนที่จะเปิดให้ระบบทำงาน ซึ่งสามารถทำได้ด้วยการเชื่อมต่อไวไฟจากอุปกรณ์ที่ปล่อยออกมา และทำการตั้งค่า SSID และ Password ของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายที่ต้องการเชื่อมต่อผ่านหน้าเว็บไซต์ (ในครั้งแรกที่ทำการติดตั้งเท่านั้น)

1.3.2.2 ตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศและส่งข้อมูลไปจัดเก็บฐานข้อมูล Firebase

1.3.2.3 เมื่อระบบตรวจพบค่าฝุ่นละอองเกินค่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ จะส่งคำสั่งเปิดระบบของอุปกรณ์ลดค่าฝุ่นละอองโดยอัตโนมัติ



รูปที่ 1.1 กระบวนการทำงานของระบบ








จากรูปที่ 1.1 แสดงกระบวนการทำงานของระบบ IoT Indoor Air Quality Monitoring and Decreases Dust โดยการทำงานจะเริ่มจากอุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่นละอองทำการตรวจค่าฝุ่นละอองในอากาศและบันทึกข้อมูลคุณภาพอากาศที่วัดได้ไปยังฐานข้อมูล Firebase จากนั้นจะนำข้อมูลไปแสดงผลผ่านเว็บไซต์ หากอุปกรณ์พบว่าค่าฝุ่นละอองที่วัดได้เกินค่ามาตรฐาน จะทำการส่งคำสั่งควบคุม เปิด-ปิด ระบบลดค่าฝุ่นละอองผ่าน Firebase Realtime Database

1.4 วิธีการดำเนินโครงการ

- 1.4.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการค่าฝุ่นละอองในอากาศ และกำหนดหัวข้อโครงการที่จะจัดทำ
- 1.4.2 วิเคราะห์และจัดการรวบรวมข้อมูลความต้องการด้านต่าง ๆ ทั้งในด้านอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา
- 1.4.3 ออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ และดีไซน์หน้าเว็บไซต์
- 1.4.4 ดำเนินการพัฒนาระบบตามที่ออกแบบ
- 1.4.5 ทำการทดสอบระบบหลังจากดำเนินการพัฒนาเสร็จสิ้น
- 1.4.6 นำระบบที่พัฒนาสำเร็จไปติดตั้งและเปิดระบบเพื่อใช้งานจริง

1.5 แผนการดำเนินงาน

ตาราง 1.1 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินการ	ระยะเวลาดำเนินงาน (พ.ศ. 2564)											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1. ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง												
2. นำเสนอหัวข้อ												
3. ศึกษาออกแบบหน้า UI ของเว็บไซต์ และการเชื่อมต่ออุปกรณ์												
4. วางแผนและออกแบบ												
5. นำเสนอการออกแบบ หน้าเว็บไซต์ และการเชื่อมต่ออุปกรณ์												
6. ดำเนินการพัฒนาระบบ IoT และ พัฒนาหน้าเว็บไซต์แสดงผล												
7. ทดสอบและปรับปรุงการทำงานของระบบอุปกรณ์และหน้าเว็บไซต์												

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

Dashboard คือ การนำข้อมูลต่างๆที่อาจจะเป็นข้อมูลใน report อยู่แล้วหรือข้อมูลใหม่ๆมาสรุปให้สามารถเห็นภาพได้ในหน้าเดียว และเป็นข้อมูลที่อัปเดตสม่ำเสมอ เพื่อให้ทางธุรกิจสามารถตัดสินใจได้ทันเวลา

Internet of Things : IoT หมายถึง อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง วัตถุ อุปกรณ์ พาหนะ สิ่งของ เครื่องใช้ และสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตอื่น ๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยมีการฝังตัวของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ เซนเซอร์ และการเชื่อมต่อกับเครือข่าย ซึ่งวัตถุสิ่งของเหล่านี้ สามารถเก็บ บันทึกและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ อีกทั้ง สามารถรับรู้สภาพแวดล้อมและถูกควบคุมได้จากระยะไกลผ่านโครงสร้างพื้นฐานการเชื่อมต่อเข้ากับสมาร์ทโฟนเท่านั้น แต่ IoT สามารถประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ทุกอย่างที่ถูกออกแบบมาให้เชื่อมโยงกันได้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อที่จะสามารถสื่อสารกันได้

Smart Device เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ หรือเครือข่ายไร้สายผ่านทางโปรโตคอลที่แตกต่างกันได้ ที่สามารถตอบโต้ร่วมกันได้หลายชนิด

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ช่วยลด ควบคุม ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศภายในบ้าน ให้อยู่ในค่ามาตรฐาน

1.4.2 ช่วยให้ทราบข้อมูลปริมาณค่าฝุ่นละอองภายในบ้าน ในแต่ละวัน

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวทางของการพัฒนาระบบในโครงการเรื่อง ระบบตรวจวัดและกำจัดฝุ่นละอองในอากาศภายในบ้าน ด้วยการนำเอาอุปกรณ์ IoT : Internet of Thing มาประยุกต์ใช้ ทางผู้พัฒนาได้ทำการศึกษาค้นคว้า รวบรวมแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วย

- 2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับค่าฝุ่นละอองในอากาศ
- 2.2 แนวทางการวิเคราะห์ออกแบบระบบ
- 2.3 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบและเว็บไซต์
- 2.4 อุปกรณ์ IoT ที่ใช้ในการพัฒนา
- 2.5 เครื่องมือ หรือ โปรแกรม ที่นำมาใช้ในการพัฒนา
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับค่าฝุ่นละอองในอากาศ

2.1.1 ฝุ่นละอองขนาดเล็ก

กระทรวงสาธารณสุข. (2562). คู่มือการดำเนินงานด้านการแพทย์และสาธารณสุข กรณีฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ปี 2563 อนุภาคของแข็งหรือหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยในบรรยากาศ ซึ่งมีขนาด แตกต่างกันไปตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา เกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ และเกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ บางชนิดมีขนาดใหญ่จนมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น ฝุ่นจากโรงโม่หิน ฝุ่นจากโรงไม้ แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจน มองไม่เห็น ซึ่งฝุ่นละอองขนาดเล็ก แบ่งย่อยออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

(1) PM2.5 ตามคำจำกัดความของ US.EPA : United States Environmental Protection Agency (สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐ) หมายถึง ฝุ่นละเอียด (Fine Particle) เป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ฝุ่นละเอียดมีแหล่งกำเนิดจากควันเสียของรถยนต์ โรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม ควันที่เกิดจากหุงต้มอาหารโดยใช้ฟืน นอกจากนี้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) จะทำ ปฏิกิริยากับสารอื่นในอากาศทำให้เกิดเป็นฝุ่นละเอียดได้ ซึ่ง PM2.5 มีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน

(2) PM10 ตามคำจำกัดความของ US.EPA : United States Environmental Protection Agency (สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐ) หมายถึง ฝุ่นหยาบ (Course Particle) เป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 - 10 ไมครอน มีสภาพได้ทั้งของแข็งและของเหลวที่มีความดันและอุณหภูมิ ปกติ มีแหล่งกำเนิดจากการจราจรบนถนนที่ไม่ได้ลาดยางจากการขนส่งวัสดุฝุ่นจากกิจกรรมบด ย่อย หิน เป็นต้น

เมื่อร่างกายของผู้ที่แข็งแรงได้รับฝุ่น PM2.5 อาจจะไม่ส่งผลกระทบให้เห็นในช่วงแรกๆ แต่หากได้รับติดต่อกันเป็นเวลานาน หรือสะสมในร่างกาย สุดท้ายก็จะก่อให้เกิดอาการผิดปกติของร่างกายในภายหลัง โดยแบ่งได้เป็น

1) ผลกระทบทางสุขภาพ

- เกิดอาการไอ จาม หรือภูมิแพ้

- ผู้ที่เป็นภูมิแพ้ฝุ่นอยู่แล้ว จะยิ่งถูกกระตุ้นให้เกิดอาการมากขึ้น
- เกิดโรคทางเดินหายใจเรื้อรัง
- เกิดโรคหลอดเลือดและหัวใจเรื้อรัง
- เกิดโรคปอดเรื้อรัง หรือมะเร็งปอด

2) ผลกระทบทางผิวหนัง

- มีผื่นคันตามตัว
- ปวดแสบปวดร้อน มีอาการระคายเคือง
- เป็นลมพิษ ถ้าเป็นหนักมากอาจเกิดลมพิษบริเวณใบหน้า ข้อพับ ขาหนีบ
- ทำร้ายเซลล์ผิวหนัง ทำให้ผิวอ่อนแอ เสียหายง่าย

2.1.2 ดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index : AQI)

กระทรวงสาธารณสุข. (2562). คู่มือการดำเนินงานด้านการแพทย์และสาธารณสุข กรณีฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ปี 2563 เป็นการรายงานข้อมูลคุณภาพอากาศในรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจของประชาชนทั่วไป เพื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้สาธารณชนได้รับทราบถึงสถานการณ์มลพิษทางอากาศในแต่ละพื้นที่ว่าอยู่ในระดับใด มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยหรือไม่ ดัชนีคุณภาพอากาศ 1 ค่า ใช้เป็นตัวแทนค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ 6 ชนิด ได้แก่

- 1) ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) เป็นฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้ทั้งจากยานพาหนะ การเผาวัสดุการเกษตร ไฟป่า และกระบวนการอุตสาหกรรม
- 2) ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) เป็นฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง การเผาในที่โล่ง กระบวนการอุตสาหกรรม การบด การโม่ หรือการทำให้เป็นผงจากการก่อสร้าง
- 3) ก๊าซโอโซน (O3) เป็นก๊าซที่ไม่มีสีหรือมีสีฟ้าอ่อน มีกลิ่นฉุน ละลายน้ำได้เล็กน้อย เกิดขึ้นได้ทั้งในระดับบรรยากาศชั้นที่สูงจากผิวโลก และระดับชั้นบรรยากาศผิวโลกที่ใกล้พื้นดิน ก๊าซโอโซนที่เป็นสารมลพิษทางอากาศคือก๊าซโอโซนในชั้นบรรยากาศ

ผิวโลก เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน และสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

4) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี กลิ่น และรส เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ

5) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) เป็นก๊าซที่ไม่มีสีและกลิ่น ละลายน้ำได้เล็กน้อย มีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ หรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงต่าง ๆ อุตสาหกรรมบางชนิด

6) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี หรืออาจมีสีเหลืองอ่อนๆ มีรสและกลิ่นที่ระดับความเข้มข้นสูง เกิดจากธรรมชาติและการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถัน (ซัลเฟอร์) เป็นส่วนประกอบ สามารถละลายน้ำได้ดี สามารถรวมตัวกับสารมลพิษอื่นแล้วก่อตัวเป็นอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กได้

ตาราง 2.1 เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย

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	ทุกคนควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมกลางแจ้ง หลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น หากมีอาการทางสุขภาพควรปรึกษาแพทย์

หมายเหตุ. จาก คู่มือการดำเนินงานด้านการแพทย์และสาธารณสุขกรณีฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ปี 2563

http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/downloads/do_manual_PM2.5.pdf

ตาราง 2.2 ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศ

AQI	PM _{2.5} (มคก./ลบ.ม.)	PM ₁₀ (มคก./ลบ.ม.)	O ₃ (ppb)	CO (ppm)	NO ₂ (ppb)	SO ₂ (ppb)
	เฉลี่ย 24 ชั่วโมงต่อเนื่อง : $\mu\text{g}/\text{m}^3$		เฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อเนื่อง : 1/1,000,000,000		เฉลี่ย 1 ชั่วโมง : 1/1,000,000,000	
0 - 25	0 - 25	0 - 50	0 - 35	0 - 4.4	0 - 60	0 - 100
26 - 50	26 - 37	51 - 80	36 - 50	4.5 - 6.4	61 - 106	101 - 200
51 - 100	38 - 50	81 - 120	51 - 70	6.5 - 9.0	107 - 170	201 - 300
101 - 200	51 - 90	121 - 180	71 - 120	9.1 - 30.0	171 - 340	301 - 400
มากกว่า 200	91 ขึ้นไป	181 ขึ้นไป	121 ขึ้นไป	30.1 ขึ้นไป	341 ขึ้นไป	401 ขึ้นไป

หมายเหตุ. จาก คู่มือการดำเนินงานด้านการแพทย์และสาธารณสุขกรณีฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ปี 2563

http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/downloads/do_manual_PM2.5.pdf

2.2 แนวทางการวิเคราะห์ออกแบบระบบ

2.2.1 Use case Diagram

ธนวิษฐ์ บุตรโคตร (2561) use case diagram คืออะไร ใช้ทำอะไร use case diagram เป็นแผนภาพที่ใช้แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบงานและสิ่งที่ยอยู่นอกระบบงาน และแสดงให้เห็นถึงส่วนประกอบทั้งหมด หรือ ภาพรวมของระบบ เป็นรากฐานในการเริ่มต้นการวิเคราะห์ระบบ โดยค้นหาคำว่าระบบทำอะไร โดยไม่สนใจกลไกการทำงานหรือเทคนิคการทำงาน โดยสัญลักษณ์ที่ใช้ใน Use case Diagram จะประกอบด้วย

- Use Case คือ หน้าที่หรืองานต่าง ๆ ในระบบ
- Actor คือ ผู้ที่กระทำกับระบบ อาจเป็นผู้ที่ทำการส่งข้อมูล, รับข้อมูล หรือ แลกเปลี่ยนข้อมูลกับระบบนั้น ๆ
- Relationship คือ ความสัมพันธ์ระหว่าง Use Case กับ Actor

2.2.2 Sequence Diagram

Maria (2563) Sequence Diagram เป็นแผนภาพที่แสดงรายละเอียดความสัมพันธ์ของการดำเนินงาน หรือการทำงานของระบบโดย Sequence Diagram ตามลำดับของเวลาที่เกิดเหตุการณ์ขึ้นจากน้อยไปมาก โดยจะมีสัญลักษณ์แสดงให้เห็นลำดับของการส่ง Message ตามเวลาส่งอย่างชัดเจน โดยสัญลักษณ์ที่ใช้ใน Sequence Diagram จะประกอบด้วย

- Actor คือ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบ
- Object คือ อ็อบเจกต์ที่ต้องทำหน้าที่
- Lifeline คือ เส้นแสดงชีวิตของอ็อบเจกต์หรือคลาส
- Focus of Control / Activation คือ จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของแต่ละกิจกรรมในระหว่างที่มีชีวิตอยู่
- Message คือ คำสั่งหรือฟังก์ชันที่คลาสหนึ่งส่งให้อีกคลาสหนึ่ง ซึ่งสามารถส่งกลับได้ด้วย

2.2.3 Flow Chart

Tiger (2563) Flow Chart คืออะไร – การเขียนผังงาน Flow Chart เป็นแผนภาพแสดงลำดับการเคลื่อนไหวหรือการกระทำของคนหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องในระบบต่างๆ ข้อดีของ Flow Chart คือการแสดงภาพรวมและช่วยจัดลำดับขั้นตอนการทำงานในระบบได้อย่างเป็นระเบียบและถูกต้อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน โดยสัญลักษณ์ที่ใช้ใน Flow Chart จะประกอบด้วย

- Start/End คือ จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของระบบงาน
- Input/Output คือ ข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบ และข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากระบบ
- Process คือ กระบวนการทำงาน
- Flow Line คือ ทิศทางขั้นตอนการดำเนินงาน
- Decision คือ ทางเลือกในการตัดสินใจ ใช่ หรือ ไม่ใช่ (Yes or No)

2.3 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบและเว็บไซต์

2.3.1 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

2.3.1.1 C++

thiti.dev (2560) Arduino ตอน4 ภาษา C++ สำหรับ Arduino ใช้ในการเขียนควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์จะเรียกใช้ฟังก์ชันและไลบรารีที่ทาง Arduino ได้พัฒนาขึ้น ช่วยทำให้ผู้ที่ไม่มีความรู้ด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ในเชิงลึก สามารถเขียนโปรแกรมสั่งงานได้ ซึ่งการเขียนโปรแกรมใน Arduino แบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ

1) setup() ฟังก์ชันนี้จะเขียนที่ส่วนต้นของโปรแกรม ทำงานเมื่อโปรแกรมเริ่มต้นเพียงครั้งเดียว ใช้กำหนดค่าของตัวแปร กำหนดโหมดการทำงานของขาต่าง ๆ บนบอร์ด

2) loop() เขียนถัดจากฟังก์ชัน setup() ซึ่งในส่วนนี้จะทำงานวนซ้ำต่อเนื่องตลอดเวลา ภายในนี้จะใช้เขียนโปรแกรมสำหรับสั่งควบคุมอุปกรณ์ผ่านขาต่าง ๆ บนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

2.3.2 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์

2.3.2.1 React.js (JavaScript Framework)

desihnil (2564) React คืออะไร? เป็น JavaScript Library ที่ถูกสร้างโดย Facebook มีระบบแคชในตัวทำให้หน้าเว็บมีการตอบสนองที่เร็ว สามารถแยกองค์ประกอบของหน้าเว็บออกเป็นส่วนๆ เรียกว่าเป็น component แล้วนำมาประกอบกันเป็นหน้าเว็บได้ ซึ่งทำให้สามารถนำ component ไปใช้ซ้ำที่อื่นได้ ไม่ต้องเสียเวลาเขียนใหม่

ข้อดีของ React

React เป็นเครื่องมือที่มีแนวคิดการทำงานที่เข้าใจได้ง่ายโดยมีเครื่องมือที่ช่วยให้การเรียนรู้รวดเร็วขึ้นอยู่มากมายและ React ยังเป็นอนาคตที่ดีของการทำเว็บไซต์อยู่ด้วยการพัฒนาแอฟมือถือได้ และเนื่องจากเป็นที่นิยม React จึงมีชุมชนที่แข็งแกร่งและกว้างขวาง จึงทำให้ปัญหาของนักพัฒนา React มีการถามและมีคนตอบเป็นจำนวนมาก

ข้อเสียของ React

React ยังเป็นเรื่องที่ใหม่สำหรับหลายคนและยังมี Documentation ยังไม่ดีในเว็บไซต์หลัก และการที่จะมีคนที่ทำ React ได้ยังชำนาญอาจจะหายากในระดับหนึ่ง

2.3.2.2 HTML (Hypertext Markup Language)

mindphp (2560) HTML คืออะไร เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการแสดงผลของเอกสารบน website หรือที่เรียกกันว่าเว็บเพจ 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

2.3.2.3 CSS (Cascading Style Sheet)

mindphp (2560) CSS คืออะไร เป็นภาษาที่ใช้เป็นส่วนของการจัดรูปแบบการแสดงผลเอกสาร HTML โดยที่ CSS กำหนดกฎเกณฑ์ในการระบุรูปแบบของเนื้อหาในเอกสาร ได้แก่ สีของข้อความ สีพื้นหลัง ประเภทตัวอักษร และการจัดวางข้อความ ซึ่งการกำหนดรูปแบบ หรือ Style นี้ใช้หลักการของการแยกเนื้อหาเอกสาร HTML ออกจากคำสั่งที่ใช้ในการจัดรูปแบบการแสดงผล กำหนดให้รูปแบบของการแสดงผลเอกสาร ไม่ขึ้นอยู่กับเนื้อหาของเอกสาร เพื่อให้ง่ายต่อการจัดรูปแบบการแสดงผลลัพท์ของเอกสาร HTML โดยเฉพาะในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาเอกสารบ่อยครั้ง หรือต้องการควบคุมให้รูปแบบการแสดงผลเอกสาร HTML มีลักษณะของความสม่ำเสมอทั่วกันทุกหน้าเอกสารภายในเว็บไซต์เดียวกัน โดยกฎเกณฑ์ในการกำหนดรูปแบบเอกสาร HTML ถูกเพิ่มเข้ามาครั้งแรกใน HTML 4.0 เมื่อปีพ.ศ. 2539 ในรูปแบบของ CSS level 1 Recommendations ที่กำหนดโดย องค์กร World Wide Web Consortium หรือ W3C

2.4 อุปกรณ์ IoT ที่ใช้ในการพัฒนา

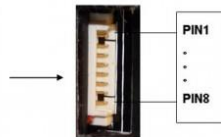
2.4.1 NodeMCU ESP8266

robotsiam (2562) การใช้งาน NodeMCU V2 ESP8266 ESP-12E Module เป็นบอร์ดที่ใช้ ESP8266 เป็น CPU สำหรับประมวลผลโปรแกรมต่างๆ มีข้อดีกว่า Arduino ตรงที่มีขนาดเล็กกว่า มีพื้นที่เขียนโปรแกรมลงไปมากกว่า และสามารถเชื่อมต่อกับ Wi-Fi ได้ บอร์ดรุ่นนี้ใช้ ESP8266 12e มีพื้นที่หน่วยความจำรวม 4MB ซึ่งเพียงพอสำหรับการเขียนโปรแกรมขนาดใหญ่ อีกทั้งภายในยังเป็น ARM ขนาดย่อมๆ ใช้ความถี่ 40MHz ทำให้สามารถประมวลผลโค้ดโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว

2.4.2 เซ็นเซอร์ตรวจจับฝุ่นละออง (PlanTower PMS5003 G5)

Zhou Yong. (2559). PMS5003 series data manual ชุดเซ็นเซอร์ขนาดเล็กใช้สำหรับตรวจจับอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็ก ให้ผลการวัดเป็นข้อมูลแบบดิจิทัล สามารถใช้ตรวจจับจำนวนอนุภาคแขวนลอยในอากาศ เช่น ความเข้มข้นของอนุภาคและให้ผลการวัดออกมาในรูปแบบของข้อมูลแบบดิจิทัล ตรวจวัดอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็กทั้ง ระดับ PM1.0, PM2.5 และ PM10 เซ็นเซอร์นี้สามารถนำไปประยุกต์ ติดตั้ง ใช้งานร่วมกับเครื่องมือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัดความเข้มข้นของอนุภาคแขวนลอยในอากาศหรืออุปกรณ์ปรับปรุงสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เพื่อให้ได้ค่าข้อมูลความเข้มข้นที่ถูกต้องทันเวลาในสภาวะแวดล้อมจริง

Connection



Sensor Pin	Arduino Pin	Function Description
Pin 1	VCC	Positive Power
Pin 2	GND	Negative Power
Pin 3	SET	Mode setting (More hereof later)
Pin 4	RXD	receive serial port pin (3.3V level)
Pin 5	TXD	Transferring serial port pin (3.3V level)
Pin 6	RESET	Reset
Pin 7/ 8	NC	NULL

NOTE:

- SET:
 - SET = 1, the module works in continuous sampling mode, it will upload the sample data after the end of each sampling. (The sampling response time is 1S)
 - SET = 0, the module enters a low-power standby mode.
- RESET: leave it empty is OK.

รูปที่ 3.1 ข้อมูลขาเชื่อมต่อ (PIN)) ของ PMS5003 G5

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลรายละเอียดของ เซ็นเซอร์ตรวจจับฝุ่นละออง (PMS5003 G5)

Parameter	Index	unit
Range of measurement	0.3~1.0 ; 1.0~2.5 ; 2.5~10	Micrometer (μm)
Counting Efficiency	50% @ 0.3 μm 98% @ >= 0.5 μm	
Effective Range ZPM2.5 standard)	0~500	μg/m ³
Maximum Range	≥1000	μg/m ³
Resolution	1	μg/m ³
Maximum Consistency Error	±10% @ 100 ~ 500 μg/m ³ ±10 μg/m ³ @ 0 ~ 100 μg/m ³	
Standard Volume	0.1	Litre (L)
Single Response Time	< 1	Second (s)
Total Response Time	≤10	Second (s)
DC Power Supply	Typ: 5.0 Min: 4.5 Max: 5.5	Volt (V)
Active Current	≤100	Milliampere (mA)
Standby Current	≤200	Microampere (μA)
Interface Level	L <0.8 @3.3 H >2.7@3.3	Volt (V)
Working Temperature Range	-10 ~ +60	°C
Working Humidity Range	0 ~ 99%	
Storage Temperature Range	-40 ~ +80	°C
MTTF	≥3	Year (Y)
Physical Size	50×38×21	Millimeter (mm)

ที่มา : Zhou Yong. (2559). PMS5003 series data manual สืบค้นจาก

http://www.ett.co.th/productSensor/PMS5003_PM_SENSOR/plantower-pms5003-manual_v2-3.pdf

2.4.3 รีเลย์ (Relay)

psptech (2557) รีเลย์ (Relay) คืออะไร? เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์

2.5 เครื่องมือ หรือ โปรแกรม ที่นำมาใช้ในการพัฒนา

2.5.1 Figma

designil (2564) Figma Design Tool for Teamwork สายดีไซน์ต้องลอง! Figma เป็นเครื่องมือสำหรับดีไซน์เนอร์ที่ทำงานแบบทีม หรือทำงานออนไลน์ซึ่งการใช้งานก็ง่ายมาก สามารถใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์หรือจะติดตั้งโปรแกรมลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ก็ได้ ซึ่ง Figma มาพร้อมกับฟีเจอร์ต่าง ๆ ดังนี้

- 1) Share with team realtime ทำให้คนในทีมสามารถ แก้ไขงานและทำงานร่วมกันได้แบบ REALTIME ช่วยให้ประหยัดเวลาในการหาส่วนประกอบต่าง ๆ ของงานไปได้อย่างมาก แต่ในเวอร์ชันฟรี ยังจำกัดการใช้งานแค่ 3 โปรเจค
- 2) Prototype สิ่งสำคัญสำหรับดีไซน์เนอร์คือการออกแบบงานให้ผู้ใช้งานรู้สึกดีเมื่อใช้งาน ความเข้าใจง่ายในการใช้งานนั้นสำคัญเป็นอย่างมาก ซึ่ง Figma มีฟีเจอร์ที่เข้ามาช่วยสร้างเส้นทาง ให้การออกแบบนั้นง่ายขึ้นทำให้สะดวกทั้งผู้พัฒนาและผู้ใช้งาน
- 3) CSS Code Figma สามารถดู CSS Code ได้ในตัวโปรเจค ไม่จำเป็นต้อง Export งานให้ซับซ้อน
- 4) Auto save งานดีไซน์นั้นเป็นงานที่ต้องอาศัยความชอบเป็นพิเศษ บางคนอยู่กับงานเป็นเวลานานมากจนเบลอ และเป็นปัญหาเล็ก ๆ น้อย ๆ ของนักออกแบบหลายคน ที่ทำงานแล้วลืมเซฟงาน แต่ Figma เข้าใจปัญหานี้ดีจึงมีฟีเจอร์ AUTO SAVE เข้ามา

2.5.2 Visual Studio Code

mindphp (2560) รู้จักกับ Visual Studio Code (วิซวล สตูดิโอ โค้ด) โปรแกรมฟรี จากค่ายไมโครซอฟท์ Visual Studio Code เป็นโปรแกรม Code Editor ที่ใช้ในการแก้ไข และปรับแต่งโค้ด จากค่ายไมโครซอฟท์ มีการพัฒนาออกมาในรูปแบบของ Open Source จึงสามารถนำมาใช้งานได้แบบฟรี

ซึ่ง Visual Studio Code นั้น เหมาะสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการใช้งานข้ามแพลตฟอร์ม รองรับการใช้งานทั้งบน Windows, macOS และ Linux สนับสนุนทั้ง ภาษา JavaScript, TypeScript และ Node.js สามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ นำมาใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน มีเครื่องมือส่วนขยายต่าง ๆ ให้เลือกใช้อย่างมาก ไม่ว่าจะเป็น

- 1) การเปิดใช้งานภาษาอื่น ๆ ทั้ง ภาษา C++, C#, Java, Python, PHP หรือ Go
- 2) Themes
- 3) Debugger
- 4) Commands

2.5.3 Arduino IDE

mindphp (2560) Arduino IDE อาศัยอินโน ไอดีอี คืออะไร เป็นเครื่องมือการเขียนโปรแกรมที่มีใช้งานได้กับ Arduino ได้ทุกรุ่น โดยภายในจะมีเครื่องมือที่จะเป็นสำหรับติดต่อ Arduino เช่น การค้นหา Arduino ที่ติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ การเลือกรุ่น Arduino ที่ต่ออยู่เพื่อนตรวจสอบว่าขนาดของโปรแกรมที่เขียน หรือไบนารีต่างๆซัพพอร์ตกับ Arduino รุ่นนั้นๆไหม อีกทั้งยังมีโปรแกรมติดต่อผ่านซีเรียลโดยตรงสำหรับคอมพิวเตอร์

เป็นโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้ฟรี ภายใต้เงื่อนไขในการใช้งานลักษณะ Open source ซึ่ง Arduino (IDE) จะทำหน้าที่ ติดต่อ ระหว่าง คอมพิวเตอร์ ของเรา (Windows, Mac OS X และ Linux) กับ บอร์ด Arduino ซึ่งโปรแกรมนี้ออกแบบให้ง่ายต่อการเขียนโค้ด และอัปโหลดโปรแกรมที่เขียน เข้าสู่บอร์ด Arduino

2.5.4 Firebase

เจษฎา แสงโกว (2561) [Firebase] คืออะไร มาดูวิธีสร้าง Project และทำความเข้าใจกับ Firebase เป็น Platform ที่รวบรวมเครื่องมือต่าง ๆ สำหรับการจัดการในส่วน Backend หรือ Server side ซึ่งทำให้สามารถ Build Mobile Application ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังลดเวลาและค่าใช้จ่ายของการทำ Server side หรือการวิเคราะห์ข้อมูลให้อีกด้วย โดยมีทั้งเครื่องมือที่ฟรี และเครื่องมือที่มีค่าใช้จ่าย

รูปแบบฐานข้อมูลที่ใช้ใน Firebase จะเป็นแบบ NoSQL โดยจะไม่ใช้ภาษา SQL ในการจัดการข้อมูล แต่ออกแบบให้มีความยืดหยุ่นและเน้นความเร็วในการใช้งาน โดย NoSQL ที่นิยมใช้งานมากที่สุดในปัจจุบันคือ MongoDB ซึ่งมีการเก็บข้อมูลแบบ JSON โดยที่มีตารางเหมือนกับ SQL แต่ไม่มีคอลัมน์ ในหนึ่งแถวสามารถเก็บข้อมูลได้ทั้งข้อความ (String) ตัวเลข (Number) และอื่นๆ รวมไปถึงอาร์เรย์และ Object

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยภายในประเทศ

จิณนุติ เจียตระกูล, จุฬาลักษณ์, อรณิชา ทิพย์ชัย (2561) เครื่องตรวจจับควันและฝุ่นละออง มีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะทำให้ประชาชนอำเภอสบเมยปลอดภัยจากควันและฝุ่นละอองที่มี ปัญหามากมายไม่ว่าจะเป็น ส่งผลต่อระบบทางเดินหายใจ เศรษฐกิจ และทำให้คนเป็นโรคกันมากขึ้น ประสิทธิภาพในการทำงานย่อมลดลง จึงทำให้ภาคเศรษฐกิจสูญเสียรายได้จากการหยุดงาน และยังมีค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลเพิ่มขึ้น แต่ปัญหาหลักที่สุดคือปัญหาด้านสุขภาพพบว่ามลพิษเหล่านี้ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจและมักทำให้เสียชีวิตก่อนวัยอันควร โรคที่เกี่ยวกับทางเดินหายใจ เช่น หอบหืด หลอดลมอักเสบ โรคที่เกี่ยวกับปอด หัวใจ ติดเชื้อจากสิ่งสกปรกที่ลอยมาในอากาศ และ โรคภูมิแพ้ เป็นโรคที่พบบ่อย และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย เนื่องจากเยื่อจมูกต้องต่อสู้กับฝุ่นละออง จำนวนมากต่อวัน จึงมีความไวต่อการกระตุ้นมากผิดปกติ ด้วยเหตุนี้จึงได้คิดค้นพัฒนาเครื่องตรวจจับ ควันและฝุ่นละอองโดยแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ โดยนำอุปกรณ์คือ NodeMCU ESP8266, Optical Dust Sensor PM2.5 module GP2Y1010AU0F, จอLCD เพื่อให้ประชากรสามารถป้องกันตัวเองได้อย่างทันท่วงที และจะสามารถลดอัตราโรคที่เกิดจากปัญหาคันและฝุ่นละออง

จากงานวิจัยสรุปได้ว่า การพัฒนาระบบตรวจวัดและแจ้งเตือนค่าฝุ่นละอองที่เกินค่ามาตรฐานผ่านแอปพลิเคชัน Line ช่วยให้ประชาชนในพื้นที่ที่ทราบข้อมูลคุณภาพอากาศ และหาวิธีการรับมือกับคุณภาพอากาศที่ส่งผลเสียต่อสุขภาพได้อย่างทันที่ แต่ก็มีความคลาดเคลื่อนในเรื่องของเซ็นเซอร์ และไม่มีการเก็บบันทึกข้อมูลเพื่อใช้เรียกดูย้อนหลัง

วนิดา กล่าศรีทอง, ภาพิมล แก้วโลก, กัญญารัตน์ จิตรานนท์ (2563) เครื่องวัด แจ้งเตือนและลดปริมาณฝุ่นละออง (PM 2.5) ควบคุมด้วยระบบ IOT มีจุดมุ่งหมายในการทำสิ่งประดิษฐ์เพื่อแจ้งเตือนมลพิษจากควันและฝุ่นละอองในอากาศ ซึ่งสามารถเตือนนักเรียน และผู้คนในชุมชนบริเวณโรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๓๗ จังหวัดกระบี่ ให้ทราบว่ามียมลพิษทางอากาศไม่ปลอดภัยต่อร่างกาย ต้องสวมใส่หน้ากากเพื่อป้องกันและมีการเก็บสถิติสภาพอากาศที่เกิดมลพิษในชุมชน ว่ามากน้อยเพียงใดเพื่อที่จะได้แจ้งเตือนไปยังหน่วยงานที่รับผิดชอบ และตรวจสอบโรงงานปาล์มน้ำมันต่อไป เพื่อที่จะได้จัดการบริหารโรงงานไม่ให้ปล่อยมลพิษทางอากาศต่อไปในอนาคต ซึ่งสามารถวัด และแจ้งเตือนฝุ่นละอองในบริเวณที่ติดตั้ง โดยวัดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ ถ้ามีดัชนีคุณภาพอากาศที่อยู่ในระดับเสี่ยงเครื่องวัดจะแจ้งเตือนในรูปแบบแสงสีส้ม และสามารถเลือกที่จะพ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่นละอองผ่านสมาร์ตโฟนได้ แต่ถ้าดัชนีคุณภาพของอากาศที่อยู่ในระดับอันตราย เครื่องวัดจะแจ้งเตือนในรูปแบบแสงสีแดง เพื่อให้นักเรียนและบุคลากรในโรงเรียนได้ทราบว่าไม่สามารถออกกำลังกายได้เนื่องจากมีปริมาณฝุ่นละอองมากเกินไป พร้อมทั้งแจ้งเตือนไปยัง Line Applications ของคุณครูที่รับผิดชอบ และยังสามารถเก็บพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานทดแทนเวลาที่ไฟดับ

จากงานวิจัยสรุปได้ว่า ห้วพ่นหมอกละอองน้ำสามารถช่วยลดค่าฝุ่นละอองลงได้ แต่ถ้านำไปใช้ในพื้นที่ขนาดใหญ่ ควรติดตั้งให้ครอบคลุมพื้นที่ จึงจะสามารถลดค่าฝุ่นละอองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุดจิต ครุจิต, นเรศ เชื้อสุวรรณ (2553) โครงการเรื่อง ระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการระยะที่ 2 มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการของโครงการที่ดำเนินการมาก่อนแล้วในระยะแรกให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น และประเมินผลการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของพื้นที่ศึกษา โดยตรวจวัดใน 10 ชุมชน ครอบคลุมพื้นที่ของจังหวัดนครราชสีมา อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 1 ปี และสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชนที่ประกอบด้วยตัวแทนจากเทศบาลและ อบต. เพื่อให้มีบทบาทในการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของท้องถิ่นด้วยตนเอง และสร้างความเข้มแข็งในการดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ผลเป็นวิธีอย่างง่าย เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้จริงในทางปฏิบัติ

จากงานวิจัยสรุปได้ว่า คุณภาพอากาศบริเวณรอบโรงงานอุตสาหกรรม ส่งผลกระทบต่อสุขภาพมาก เนื่องจากมีโลหะหนักที่จากการปล่อยควันในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเดือนที่มีค่าฝุ่นละอองสูงสุดคือเดือนพฤษภาคม และควรออกแบบแพคเกจจัดเก็บอุปกรณ์ ให้สามารถป้องกันอุปกรณ์ด้านในให้สามารถใช้งานได้ยาวนาน

อรรถธรณ พลฤทธิ, ณัฐฤทธิ อานันท์สันติ, ณัฐวัตร เหล่าตระกูลงาม และนวลรัตน์ วัฒนา (2563) ระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศบนอุปกรณ์สมาร์ตโฟน มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาระบบสำหรับตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศบนอุปกรณ์สมาร์ตโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เนื่องจากคณะผู้วิจัยเล็งเห็นปัญหาของคุณภาพอากาศที่สามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่จังหวัดตรังจากภาวะควันไฟป่าจากประเทศอินโดนีเซียในปี พ.ศ.2562 จึงเป็นที่มาของเหตุผลในการพัฒนาระบบดังกล่าว โดยอาศัยแนวคิดการพัฒนาระบบ การออกแบบฐานข้อมูล และการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ อุปกรณ์สำหรับตรวจวัดค่าฝุ่น (dust sensor) ซึ่งทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่นละออง ณ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง ตรัง และนำเสนอค่าปริมาณฝุ่นผ่านแอปพลิเคชัน Dust@SDU จากการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 จากอุปกรณ์ Dust Sensor โดยทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง PM2.5 ในอากาศต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 20-22 กันยายน 2562 โดยในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่จังหวัดตรังได้เผชิญกับปัญหาหมอกควันไฟป่าจากประเทศอินโดนีเซีย พบว่า ข้อมูลมีแนวโน้มใกล้เคียงกันกับข้อมูลจากกรมควบคุมคุณภาพซึ่งวัดคุณภาพอากาศในบริเวณพื้นที่ตำบลบ้านควนอำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง โดยค่าที่วัดจากอุปกรณ์ Dust sensor มีค่าสูงกว่าเล็กน้อย

จากงานวิจัยสรุปได้ว่า การวัดค่าของเซ็นเซอร์รุ่น PMS3003 มีความแม่นยำแตกต่างจากค่าจริงเล็กน้อย ตัวระบบทำได้เพียงวัดค่าฝุ่นละออง และไม่ได้มีนำข้อมูลที่ได้นำมาใช้แสดงผลเปรียบเทียบระหว่างค่าที่วัดได้ในอดีตและปัจจุบัน

ไชยพัฒน์ ทวีทรัพย์พิทักษ์ และ เพชรรัตน์ ลิ้มสุปรียารัตน์ (2563) การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดฝุ่นส่วนบุคคลสำหรับกิจกรรมก่อสร้าง มีจุดมุ่งหมายพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดฝุ่นส่วนบุคคลสำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานก่อสร้างหรือปรับปรุงสิ่งก่อสร้าง โดยอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นต้องมีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน มีราคาถูกกว่าอุปกรณ์ที่มีขายอยู่ทั่วไป และสามารถแจ้งเตือนผู้ปฏิบัติงานให้ออกจากพื้นที่ที่มีฝุ่นละอองเกินค่ามาตรฐาน วิธีการดำเนินงานวิจัยเริ่มจากศึกษาข้อมูลฝุ่นละอองและอุปกรณ์ตรวจวัดฝุ่นในปัจจุบัน จากนั้นทำการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดฝุ่นส่วนบุคคลสำหรับกิจกรรมก่อสร้าง โดยพิจารณาจากความสามารถและราคาของอุปกรณ์ เมื่อพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบ

แล้วจึงนำมาทดสอบอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับอุปกรณ์วัดฝุ่นละอองที่ได้มาตรฐาน โดยข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษได้กำหนดมาตรฐานค่าเฉลี่ยที่ 24 ชั่วโมงของฝุ่นละออง PM 2.5 จะต้องไม่เกิน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ผลการทดลองพบว่าต้นแบบอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถวัดค่าฝุ่นละอองได้ เมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์วัดฝุ่นที่ได้มาตรฐานและสามารถแจ้งเตือนแก่ผู้ปฏิบัติงานได้ เพื่อให้สามารถหลีกเลี่ยงกิจกรรมก่อสร้างที่เกิดฝุ่นละอองที่เกินค่ามาตรฐานในสถานที่ปฏิบัติกิจกรรมงานก่อสร้างและมีราคาถูกกว่าอุปกรณ์ที่มีขายอยู่ทั่วไป

จากงานวิจัยสรุปได้ว่า การนำเอาอุปกรณ์ IoT มาประยุกต์ใช้ ทำให้มีต้นทุนที่ถูกกว่าอุปกรณ์ที่ขายตามท้องตลาด และมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน แต่ปัญหาจะอยู่ตรงที่การทำความสะอาดที่ยากลำบาก หากไม่ทำความสะอาดจะทำให้มีอายุการใช้งานที่น้อยลงไป

2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Anindya Ananda Hapsari, Asif Iqbal Hajamydeen, Muhammad Irsyad Abdullah (2561) การตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคารโดยใช้ IoT ในสภาพแวดล้อมของวิทยาเขตการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบตรวจสอบ IAQ (Indoor Air Quality) สรุปการศึกษาที่มีอยู่และแนะนำการวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบ IAQ ที่ใช้ Internet of Things (IoT) ในการทบทวนอย่างเป็นระบบนี้ผู้เขียนจะวิเคราะห์และสรุปบทความเกี่ยวกับ IAQ โดยใช้ IoT ซึ่งได้มาจากฐานข้อมูลสามฐาน ซึ่งเป็นรากฐานตามเกณฑ์มีการศึกษา 36 ชิ้นที่เลือกซึ่งกล่าวถึง IAQ 24 เรื่องเป็นการพัฒนาระบบหาคือบทความประเมินผลและบทความเปรียบเทียบการศึกษาสามเรื่องเสนอวิธีการและอีกสามบทความเป็นบทความทบทวน จากบทความนี้นักวิจัยเพียงหกคนเท่านั้นที่ได้ดำเนินการวิจัยสภาพแวดล้อมในมหาวิทยาลัย งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องได้รับการทบทวนและจัดเตรียมเอกสารการอภิปรายเกี่ยวกับระบบการตรวจสอบเซ็นเซอร์อุปกรณ์ที่ใช้และอินเทอร์เน็ตของสิ่งต่าง ๆ เพื่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร

จากงานวิจัยสรุปได้ว่า งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับนักวิจัยในการสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคารโดยใช้ Internet of Things ใช้เซ็นเซอร์ก๊าซ MQ, DHT, SHT โปรโตคอลและ Internet of Things สำหรับระบบตรวจสอบ IAQ งานวิจัยนี้ยังพิสูจน์ให้เห็นว่าบางประเทศพูดถึงความจำเป็นในการติดตั้งเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพอากาศสำหรับพื้นที่ภายในอาคาร

JunHo Jo, ByungWan Jo, JungHoon Kim, SungJun Kim, and WoonYong Han (2562) การพัฒนาแพลตฟอร์มการตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคารโดยใช้ IoT ในบทความนี้คือแพลตฟอร์มการตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ใช้ IoT ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจจับคุณภาพอากาศที่เรียกว่า "Smart-Air" และเว็บเซิร์ฟเวอร์แสดงให้เห็น แพลตฟอร์มนี้อาศัย IoT และเทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคารได้ทุกที่ทุกเวลา Smart-Air ได้รับการพัฒนาโดยใช้เทคโนโลยี IoT เพื่อตรวจสอบคุณภาพอากาศและส่งข้อมูลไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ผ่าน LTE แบบเรียลไทม์ อุปกรณ์ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เซ็นเซอร์ตรวจจับมลพิษและโมเด็ม LTE ในการวิจัยอุปกรณ์ดังกล่าวได้รับการออกแบบมาเพื่อวัดความเข้มข้นของละอองลอย, VOC, CO, CO₂ และอุณหภูมิ - ความชื้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพอากาศ จากนั้นอุปกรณ์ได้รับการทดสอบความน่าเชื่อถือเรียบร้อยแล้วโดยทำตามไฟล์ขั้นตอนที่กำหนดจากกระทรวงสิ่งแวดล้อมเกาหลี นอกจากนี้ระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ยังรวมอยู่ในเว็บเซิร์ฟเวอร์สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลจากอุปกรณ์ เพื่อจำแนกและแสดงภาพคุณภาพอากาศภายในอาคารตามมาตรฐานจากกระทรวง แอปพลิเคชันได้รับการพัฒนาเพื่อช่วยในการตรวจสอบคุณภาพอากาศ ดังนั้นบุคลากรที่ได้รับการรับรองสามารถตรวจสอบคุณภาพอากาศได้ทุกเมื่อและจากทุกที่ผ่านทางเว็บเซิร์ฟเวอร์หรือแอปพลิเคชัน เว็บเซิร์ฟเวอร์จัดเก็บข้อมูลทั้งหมดในระบบคลาวด์ เพื่อให้แหล่งข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพอากาศภายในอาคารเพิ่มเติม นอกจากนี้แพลตฟอร์มดังกล่าวยังได้รับการปรับใช้อย่างประสบความสำเร็จในมหาวิทยาลัยฮันยาง ประเทศเกาหลี

จากงานวิจัยสรุปได้ว่า เราสามารถออกแบบกล่องจัดเก็บอุปกรณ์ให้มีความสวยงามนำไปวางไว้เพื่อตรวจวัดค่าฝุ่นละอองและเป็นของตกแต่งบ้านได้ และสามารถนำข้อมูลไปประมวลผลบนคลาวด์ผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้

Eun-Min Cho , Hyung Jin Jeon , Dan Ki Yoon , Si Hyun Park , Hyung Jin Hong , Kil Yong Choi , Heun Woo Cho , Hyo Chang Cheon and Cheol Min Lee (2562) ความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่นค่าฝุ่นละอองราคาประหยัด สำหรับตรวจวัดคุณภาพอากาศ ในปัจจุบันอุปกรณ์ตรวจวัดฝุ่นละอองแบบใช้เซ็นเซอร์ราคาประหยัดมีวางจำหน่ายทั่วไปในเกาหลีใต้ การศึกษานี้ ประเมินความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์ดังกล่าวสามชนิด ได้แก่ Yi Shan A4, PlantowerPMS7003 และ Plantower PMS7003 - เมื่อเปรียบเทียบกับระบบการตรวจสอบติดต่อกันในระยะยาวสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกในการระบายและการป้องกันเกี่ยวกับการควบคุมฝุ่นอย่างละเอียด ประสิทธิภาพของอุปกรณ์เหล่านี้สำหรับช่วงความเข้มข้นในช่วงเวลาหนึ่งถูก

ตรวจสอบผ่านการเปรียบเทียบแบบเรียลไทม์โดยใช้ GRIMM(แบบจำลอง: 11-A, สเปกโตรมิเตอร์ฝุ่น จาก Grimm Technologies) เป็นข้อมูลอ้างอิง; ซึ่งรวมถึงการแก้ไขแฟคเตอร์ (C-Factor) คำนวณ โดยวิธีการวิเมตริกและการทดสอบความเทียบเท่า สำหรับการเปรียบเทียบไฟล์อ้างอิงและเป้าหมาย ของอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในห้องที่มีความเข้มข้นฝุ่น $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, โดยรักษาอุณหภูมิและความชื้นไว้ที่ 20°C และ 40% ตามลำดับ PM_{2.5} แบ่งออกเป็น 5 ช่วง: $\leq 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $40-80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $80-120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $120-160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และ $200-230 \mu\text{g}/\text{m}^3$ การวิเคราะห์ทางสถิติดำเนินการโดยใช้ข้อมูลที่ได้รับจากสถานีตรวจสอบและควบคุมฝุ่นละอองที่ปล่อยออกมาจากโรงงานภายใต้ค่าปรับระดับสูง เงื่อนไขการโหลดฝุ่น ผลการศึกษาพบว่าการวัดของอุปกรณ์เป้าหมายทั้งหมดซึ่งมีแก้ไขตามอุปกรณ์ อ้างอิงโดยให้ค่าที่ถูกต้องที่ความเข้มข้น $\text{PM}_{2.5} \geq 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติชี้ให้เห็นว่า อุปกรณ์ที่ประเมินมีความน่าเชื่อถือมากกว่าระบบตรวจสอบตามการวิเคราะห์ตัวเลขแบบเดิม

จากงานวิจัยสรุปได้ว่า การเลือกใช้อุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่นละอองที่มีราคาต่ำ สามารถนำมาใช้ ในการทำงานได้จริง แต่ต้องทำการศึกษาข้อมูลอุปกรณ์ให้เข้าใจรายละเอียดว่าตัวอุปกรณ์มีการ ทำงานอย่างไร สามารถวัดค่าฝุ่นละอองระดับไหนได้บ้าง

ตาราง 2.4 การเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชื่อโครงการ/งานวิจัย	ความสามารถของระบบ		
	ตรวจวัดค่าฝุ่นละออง	ลดค่าฝุ่นละออง	เก็บและแสดงผล ข้อมูลค่าฝุ่นละออง
เครื่องตรวจจับควัน และฝุ่นละออง	✓	x	x
เครื่องวัด แสงแดดและลดปริมาณฝุ่นละออง (PM 2.5) ควบคุมด้วยระบบ IOT	✓	✓	x
ระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศ แบบบูรณาการระยะที่ 2	✓	x	✓
ระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศบนอุปกรณ์สมาร์ทโฟน	✓	x	✓

การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดฝุ่นส่วนบุคคลสำหรับกิจกรรมก่อสร้าง มี จุดมุ่งหมายพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดฝุ่นส่วนบุคคลสำหรับผู้ ปฏิบัติงานก่อสร้างหรือปรับปรุงสิ่งก่อสร้าง	✓	x	x
การตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคารโดยใช้ IoT ใน สภาพแวดล้อมของวิทยาเขต	✓	x	✓
การพัฒนาแพลตฟอร์มการตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยใช้ IoT	✓	x	✓
ความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่นค่าฝุ่นละอองราคา ประหยัด สำหรับตรวจวัดคุณภาพอากาศ	x	x	x

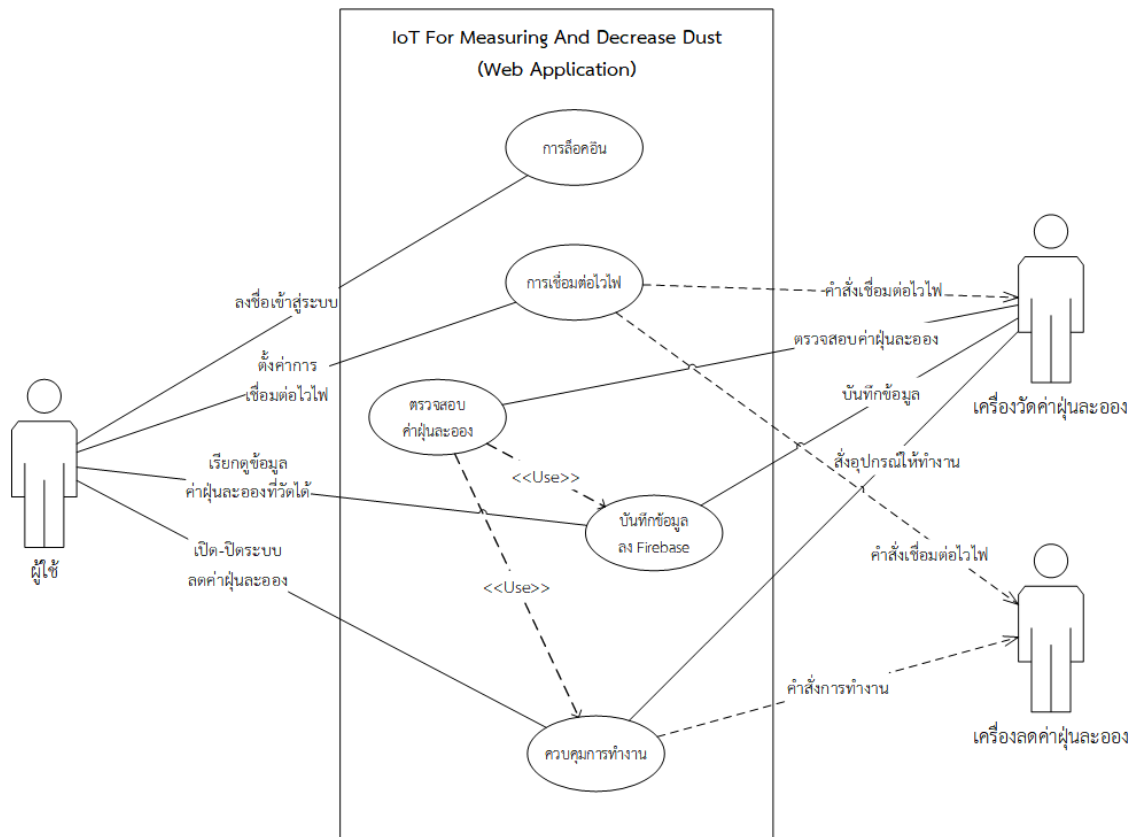
บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

บทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์และออกแบบระบบที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบ IoT Indoor Air Quality Monitoring and Decreases โดยแบ่งออกเป็น 5 หัวข้อดังนี้

- 3.1 Use case diagram
- 3.2 Sequence diagram
- 3.3 Flow chart
- 3.4 ER diagram
- 3.5 User Interface

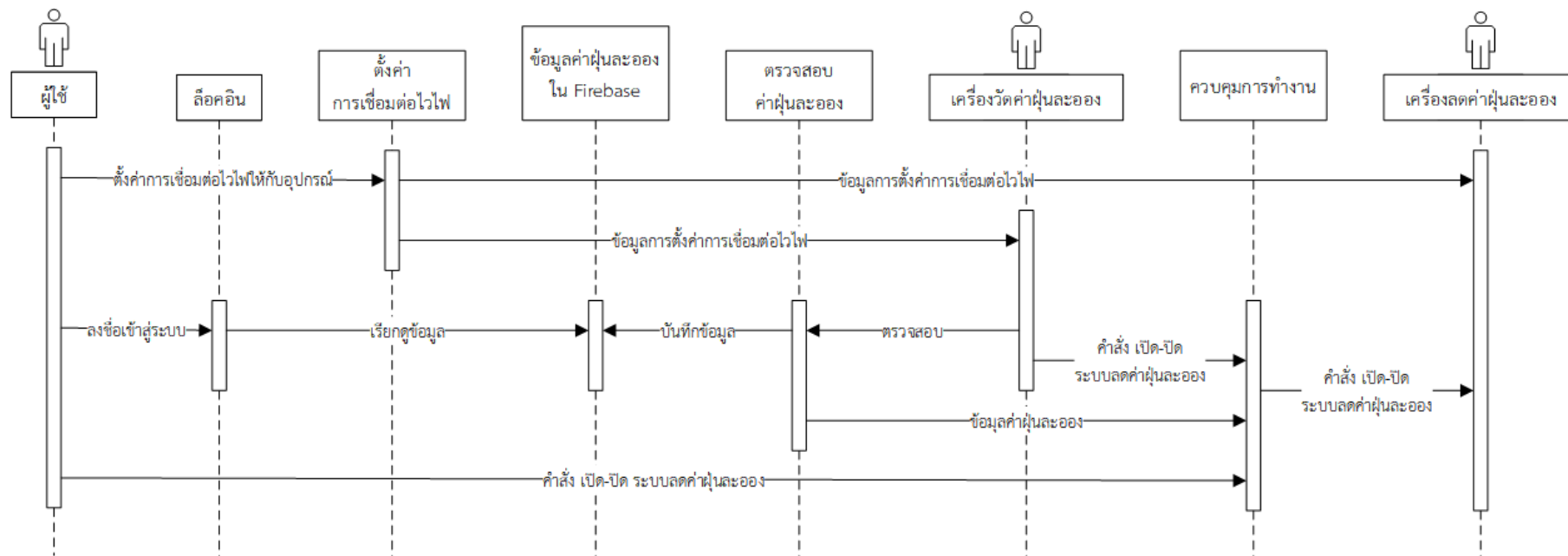
3.1 Use case diagram



รูปที่ 3.1 Use case diagram

จากรูปที่ 3.1 Use case diagram แสดงให้เห็นถึงกระบวนการทำงานของ ผู้ใช้, เครื่องวัดค่าฝุ่นละออง และเครื่องลดค่าฝุ่นละออง โดยผู้ใช้ต้องทำการตั้งค่าการเชื่อมต่อไอฟให้กับเครื่องวัดค่าฝุ่นละออง และเครื่องลดค่าฝุ่นละออง เพื่อสามารถบันทึกข้อมูลไปยังฐานข้อมูล และควบคุมการทำงานของเครื่องลดค่าฝุ่นละออง หากค่าฝุ่นละอองที่ได้มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ และเมื่อผู้ใช้ต้องการตรวจสอบค่าฝุ่นละอองหรือเปิด-ปิดการทำงานของเครื่องลดค่าฝุ่นละออง ผู้ใช้จะต้องทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบ ด้วยบัญชีที่ส่งมาให้ทางผู้พัฒนาลงทะเบียนให้ (ในอนาคตจะพัฒนาให้ผู้ใช้สามารถลงทะเบียนได้ด้วยตัวเอง)

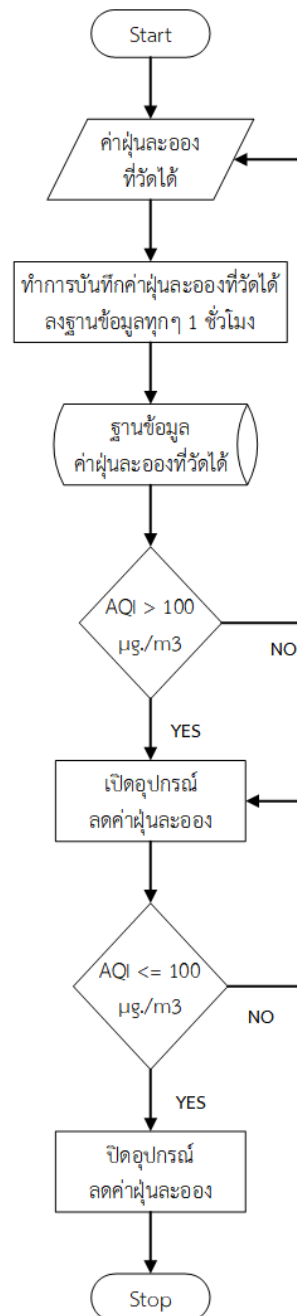
3.2 Sequence diagram



รูปที่ 3.2 Sequence diagram

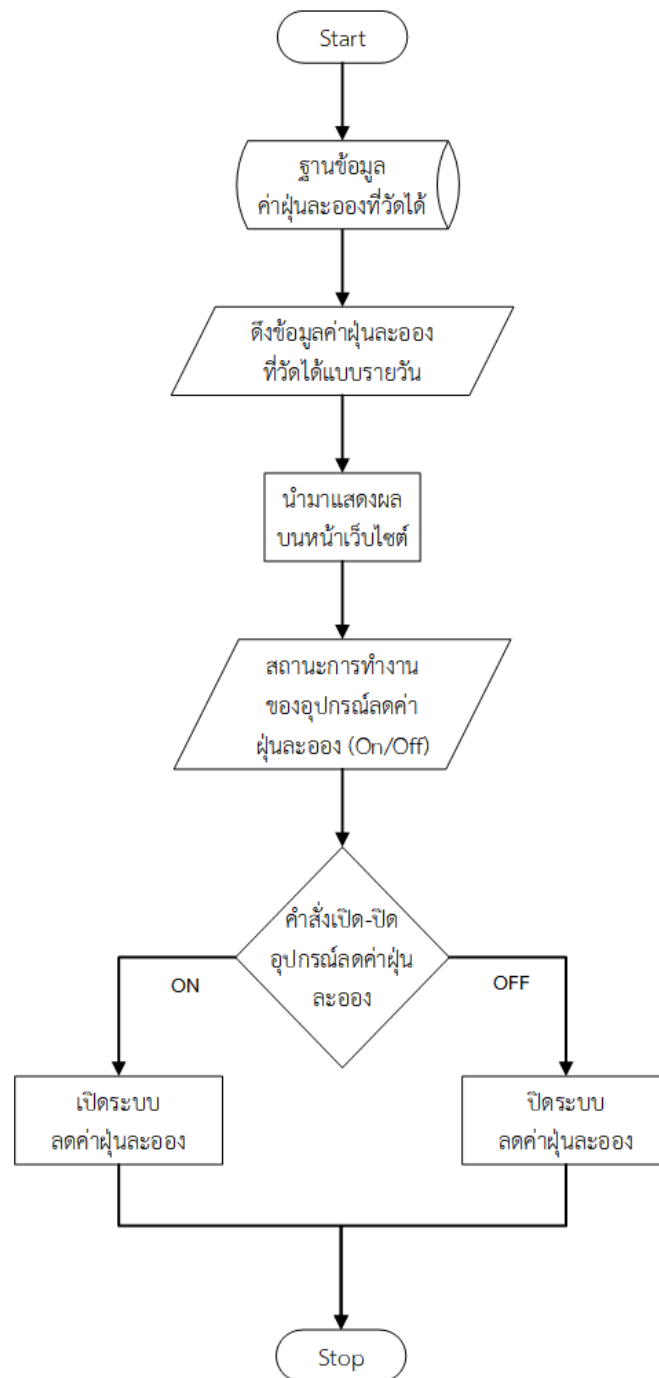
3.3 Flow chart

1) Flow chart การทำงานของอุปกรณ์ IoT



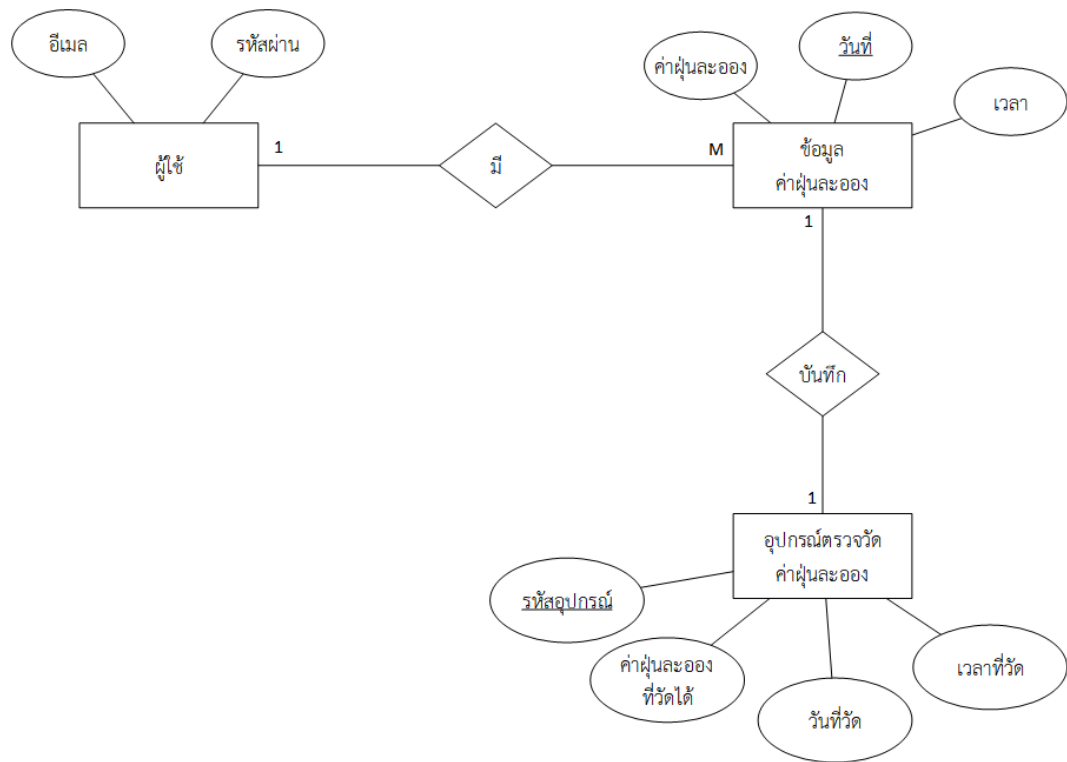
รูปที่ 3.3 Flow chart การทำงานของอุปกรณ์ IoT

2) Flow chart การทำงานของหน้าเว็บไซต์



รูปที่ 3.4 Flow chart การทำงานของหน้าเว็บไซต์

3.4 ER diagram

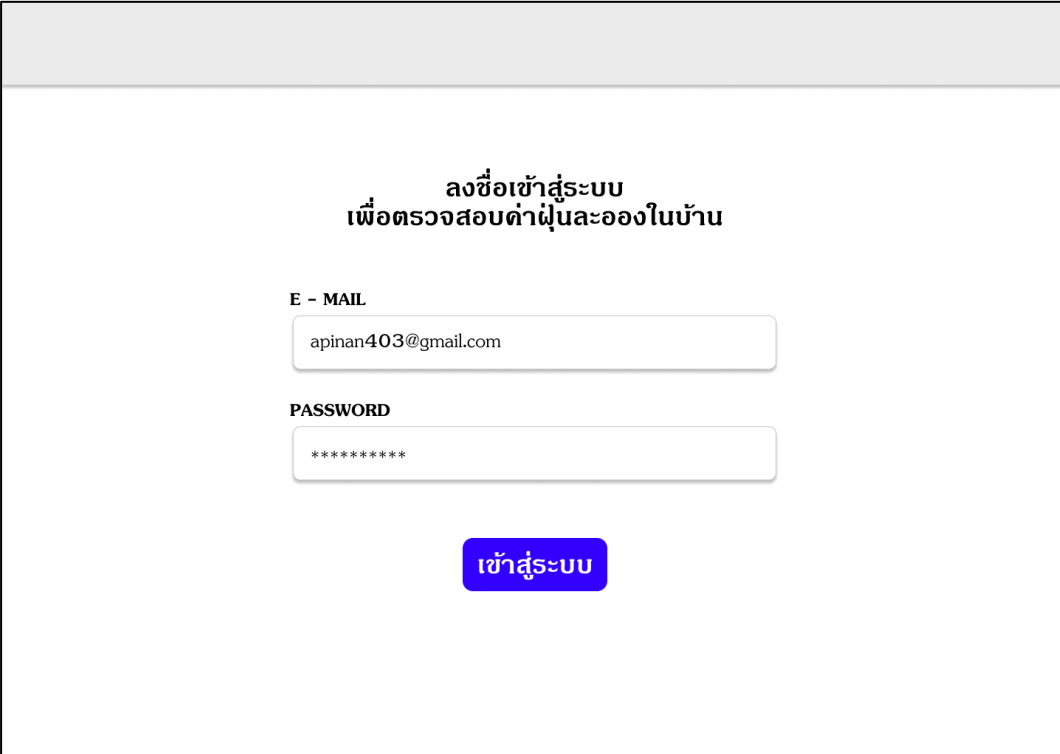


รูปที่ 3.5 ER diagram

3.5 User Interface

ผังหน้าเว็บไซต์แสดงผลแบบ Dashboard ประกอบด้วยหน้าจอดังต่อไปนี้

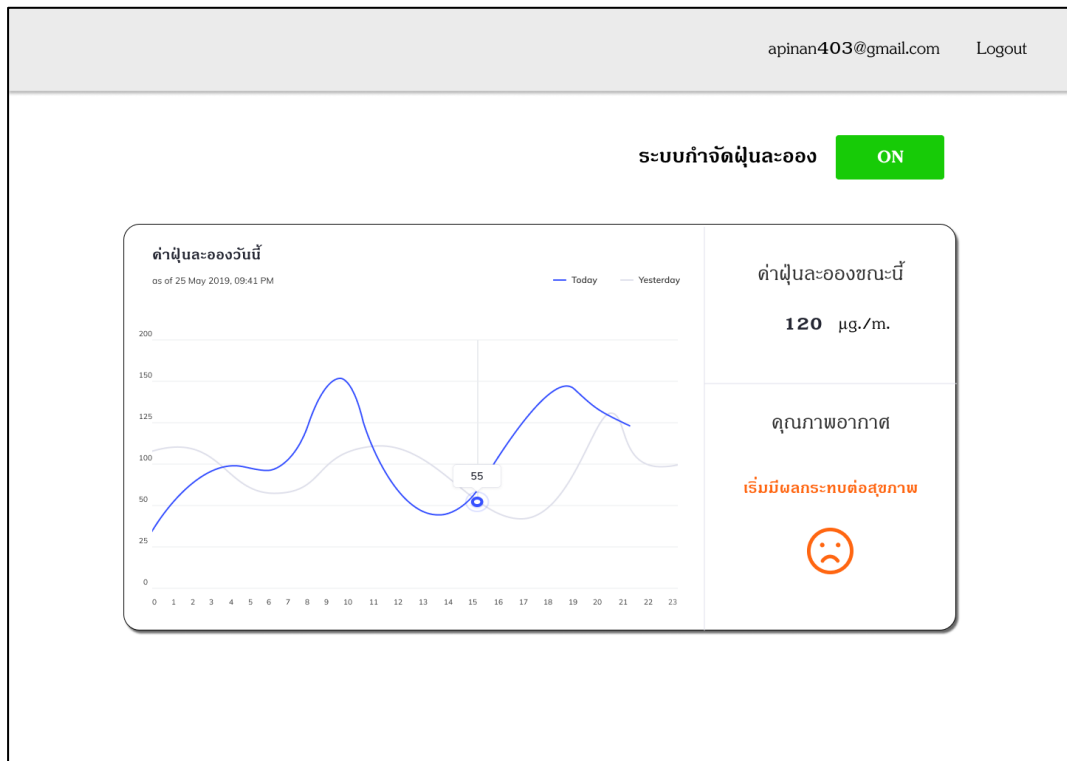
1) หน้า Login

The image shows a login page with a light gray header bar. The main content area is white. At the top center, there is a title in Thai: "ลงชื่อเข้าสู่ระบบ" (Log in) and "เพื่อตรวจสอบค่าฝุ่นละอองในบ้าน" (To check dust levels in the house). Below the title, there are two input fields. The first is labeled "E - MAIL" and contains the text "apinan403@gmail.com". The second is labeled "PASSWORD" and contains a series of asterisks "*****". Below the password field, there is a blue button with white text that says "เข้าสู่ระบบ" (Log in).

รูปที่ 3.6 หน้า Login

จากรูปที่ 3.6 หน้า Login เมื่อเข้าสู่เว็บไซต์จะแสดงหน้าลงชื่อเข้าสู่ระบบ โดยใช้อีเมลและรหัสผ่านที่ลงทะเบียนไว้ เพื่อให้สามารถเข้าไปดูข้อมูลค่าฝุ่นละอองในบ้านที่วัดได้

2) หน้าแสดงค่าฝุ่นละออง ที่วัดได้จากอุปกรณ์ (Dashboard)

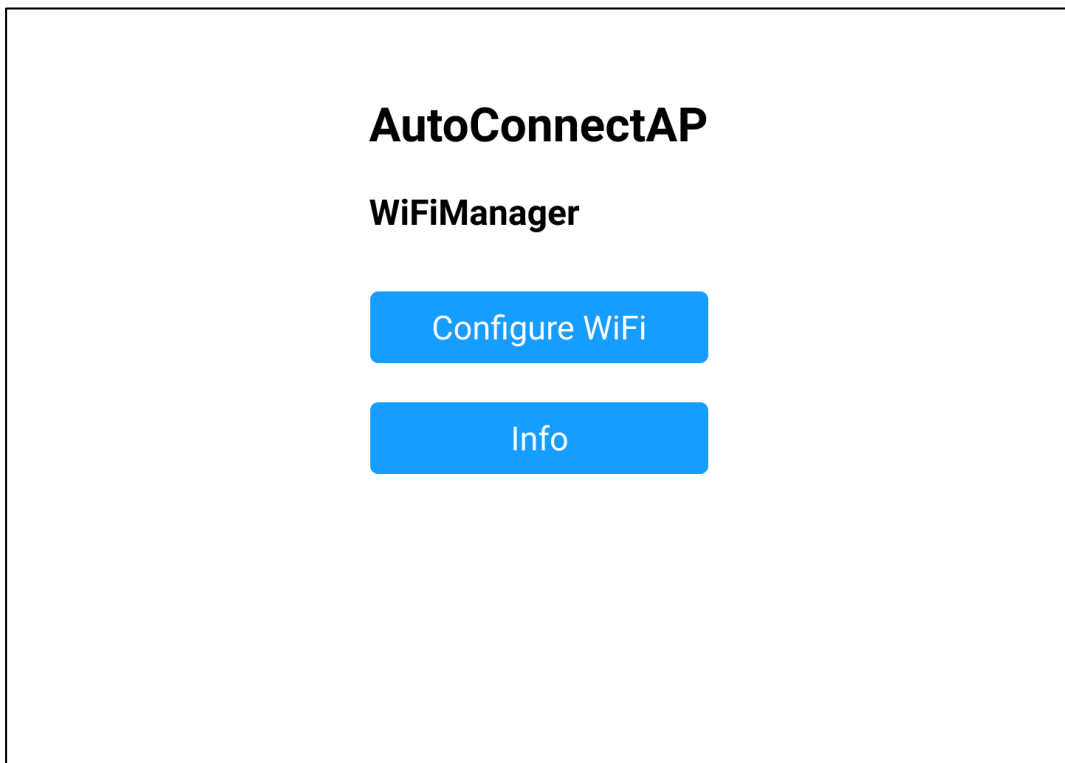


รูปที่ 3.7 หน้าแสดงค่าฝุ่นละออง ที่วัดได้จากอุปกรณ์

จากรูปที่ 3.7 หน้าแสดงค่าฝุ่นละออง ที่วัดได้จากอุปกรณ์ เมื่อกดปุ่ม “เข้าสู่ระบบ” (ดังรูปที่ 3.6 หน้า Login) จะมาหน้า Dashboard แสดงข้อมูลค่าฝุ่นละอองในบ้านที่วัดได้ ซึ่งเป็นข้อมูลค่าฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศในขณะนั้น พร้อมทั้งบอกระดับผลกระทบต่อสุขภาพ และแสดงกราฟเปรียบเทียบของวันปัจจุบันและวันก่อนหน้า แสดงสถานะการทำงานของระบบลดค่าฝุ่นละออง และยังสามารถปิดการทำงานได้หากไม่ต้องการให้ระบบทำงาน

ฝั่งหน้าเว็บไซต์ตั้งค่าการเชื่อมต่อไวไฟให้กับอุปกรณ์ ประกอบด้วยหน้าจอต่อไปนี้

1) หน้าแรก (WiFiManager)



รูปที่ 3.8 หน้าแรก (WiFiManager)

จากรูปที่ 3.8 หน้าแรก (WiFiManager) เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์และเปิดใช้งานในครั้งแรก จะมีไวไฟชื่อ “AutoConnectAP” ให้ทำการเชื่อมต่อ เมื่อเชื่อมต่อเสร็จสิ้นจะเข้าสู่หน้าหลักของการจัดการการเชื่อมต่อไวไฟ

2) หน้ารายชื่อเครือข่ายไวไฟบริเวณใกล้เคียง (Configure WiFi)

The screenshot displays a user interface for configuring WiFi. At the top, there is a list of four detected WiFi networks: 'Test-Wifi-1', 'Test-Wifi-2', 'Test-Wifi-3', and 'Test-Wifi-4'. Each network entry is accompanied by a signal strength icon (three bars) and a lock icon indicating security status. Below the list, there are two input fields: 'SSID' with the value 'Test-Wifi-1' and 'Password' with masked characters '*****'. At the bottom, there are two blue buttons labeled 'Save' and 'Refresh'.

Network Name	Signal Strength	Security
Test-Wifi-1	Strong	Open
Test-Wifi-2	Medium	Secured
Test-Wifi-3	Medium	Open
Test-Wifi-4	Medium	Secured

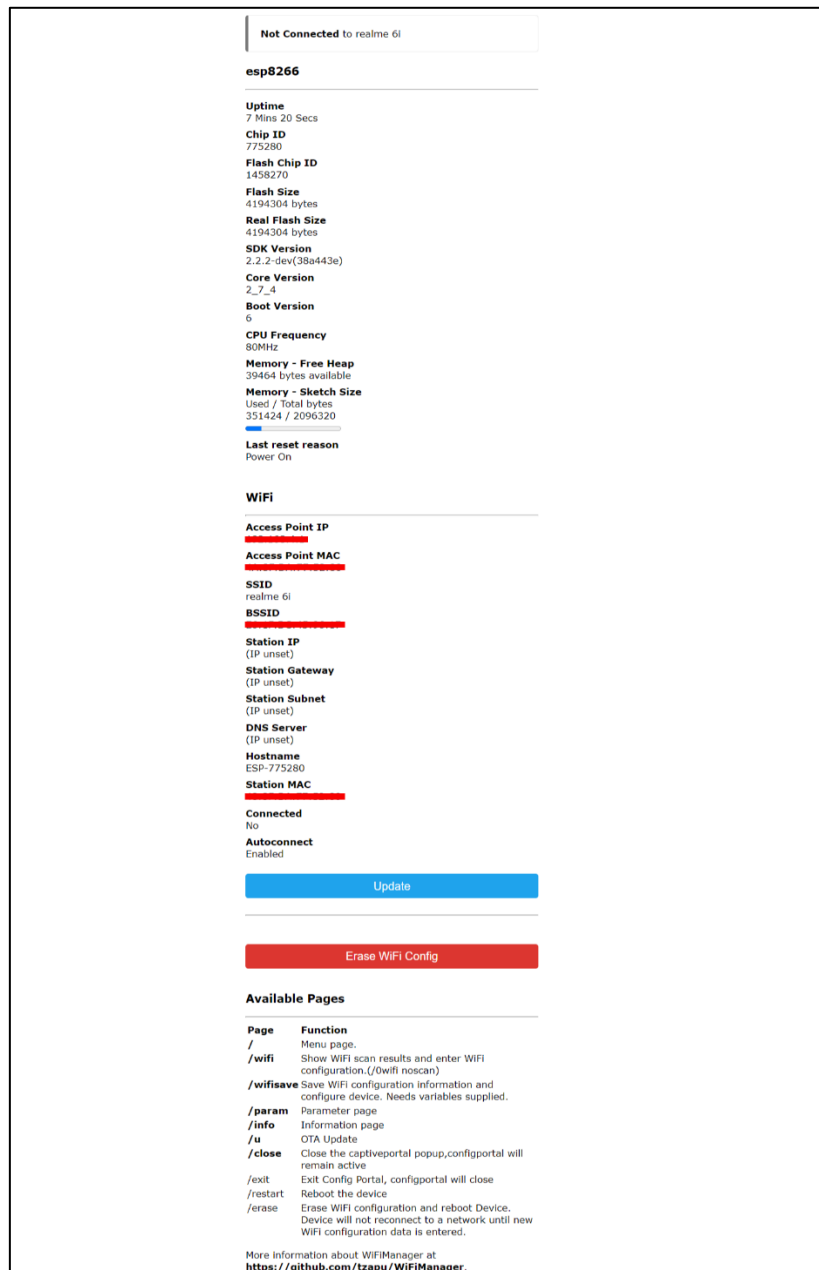
SSID:

Password:

รูปที่ 3.9 หน้ารายชื่อเครือข่ายไวไฟบริเวณใกล้เคียง (Configure WiFi)

จากรูปที่ 3.9 หน้ารายชื่อเครือข่ายไวไฟบริเวณใกล้เคียง (Configure WiFi) เมื่อกดปุ่ม “Configure WiFi” (ดังรูปที่ 3.8 หน้าแรก (WiFiManager) จะเข้าสู่หน้าค้นหาไวไฟบริเวณรอบ ๆ โดยผู้ใช้สามารถเลือกชื่อไวไฟ และทำการรอกรหัสผ่านของไวไฟ เพื่อทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต โดยกดปุ่ม “Save” เมื่อกรอกข้อมูล SSID, Password เสร็จสิ้น และกดปุ่ม “Refresh” เมื่อต้องการ ค้นหาไวไฟใหม่

3) หน้าข้อมูลของอุปกรณ์ และข้อมูลการเชื่อมต่อไวไฟ (Info)



รูปที่ 3.10 หน้าข้อมูลของอุปกรณ์ และข้อมูลการเชื่อมต่อไวไฟ (Info)

จากรูปที่ 3.10 หน้าข้อมูลของอุปกรณ์ และข้อมูลการเชื่อมต่อไวไฟ (Info) เมื่อกดปุ่ม “Info” (ดังรูปที่ 3.8 หน้าแรก (WiFiManager)) จะเข้าสู่หน้าข้อมูลของอุปกรณ์ และข้อมูลการเชื่อมต่อกับไวไฟ

บรรณานุกรม

desihnil. (2564). *React คืออะไร?* เข้าถึงได้จาก <https://www.designil.com/react-คืออะไร.html>

Jedsada Saengow. (2561). *[Firebase] คืออะไร มาดูวิธีสร้าง Project และทำความรู้จักกับ Firebase*. เข้าถึงได้จาก <https://medium.com/jed-ng/firebase-คืออะไร-มาดูวิธีสร้าง-project-และทำความรู้จักกับ-firebase-d48bfac67b14>

kanrayanin. (2564). *Figma Design Tool for Teamwork สายดีไซน์ต้องลอง!* เข้าถึงได้จาก <https://www.designil.com/figma-design-tool-for-teamwork-สายดีไซน์ต้องลอง.html>

Maria. (2563). *Sequence Diagram*. เข้าถึงได้จาก <https://thaiwinner.com/flow-chart/>

mindphp. (2560). *Arduino IDE อาศัยอิน โอตี่อี คืออะไร*. เข้าถึงได้จาก <https://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/3702-arduino-ide-อาศัยอิน-โอตี่อี-คืออะไร.html>

mindphp. (2560). *CSS คืออะไร*. เข้าถึงได้จาก <https://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2193-css-คืออะไร.html>

mindphp. (2560). *HTML คืออะไร สืบค้นจาก*. เข้าถึงได้จาก <https://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2026-html-คืออะไร.html>

mindphp. (2560). *รู้จักกับ Visual Studio Code (วิซวล สตูดิโอ โค้ด) โปรแกรมฟรีจากค่าย ไมโครซอฟท์*. เข้าถึงได้จาก <https://www.mindphp.com/บทความ/microsoft/4829-visual-studio-code.html>

PLANTOWER. (2559). *Digital universal particle concentration sensor PMS5003 series data manual*. เข้าถึงได้จาก https://www.aqmd.gov/docs/default-source/aq-spec/resources-page/plantower-pms5003-manual_v2-3.pdf

robotsiam. (2562). *การใช้งาน NodeMCU V2 ESP8266 ESP-12E Module*. เข้าถึงได้จาก
<https://www.robotsiam.com/article/30/การใช้งาน-nodemcu-v2-esp8266-esp-12e-module>

thiti.dev. (2560). *Arduino ตอน4 ภาษา C++ สำหรับ Arduino*. เข้าถึงได้จาก
<https://thiti.dev/blog/9/>

Tiger. (2563). *Flow Chart คืออะไร – การเขียนผังงาน*. เข้าถึงได้จาก
<https://thaiwinner.com/flow-chart/>

Zhou Yong. (2559). *PMS5003 series data manua*. เข้าถึงได้จาก
http://www.ett.co.th/productSensor/PMS5003_PM_SENSOR/plantower-pms5003-manual_v2-3.pdf

กระทรวงสาธารณสุข. (2562). *คู่มือการดำเนินงานด้านการแพทย์และสาธารณสุข กรณีฝุ่นละออง
ขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ปี 2563*. เข้าถึงได้จาก
http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/downloads/do_manual_PM2.5.pdf

ธนวิชญ์ บุตรโคตร. (2561). *use case diagram คืออะไร ใช้ทำอะไร*. เข้าถึงได้จาก
<https://www.glurgeek.com/education/use-case-diagram-2>