

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยเรื่อง การบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาต้นแบบเมืองอัจฉริยะ กรณีศึกษา พื้นที่เทศบาลเมืองเมืองแกนพัฒนา จังหวัดเชียงใหม่ วัตถุประสงค์หลัก เพื่อให้ได้รูปแบบในการบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อพัฒนาต้นแบบเมืองอัจฉริยะในชุมชน ซึ่งสามารถดำเนินการได้ด้วยตัวเองในชุมชน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม โดยใช้พื้นที่ เทศบาลเมืองเมืองแกนพัฒนา จังหวัดเชียงใหม่ เป็นพื้นที่ศึกษาการวิจัย การวิจัยจะใช้กิจกรรมต่างๆ เพื่อนำไปสู่การตอบโจทย์ คำถามวิจัย และวัตถุประสงค์ของการวิจัย ในส่วนของบทที่ 3 นี้จะเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับ ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้และการวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย โดยมีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

1.1 ประชากร ได้แก่ ผู้ที่อยู่อาศัยในพื้นที่เทศบาลเมืองเมืองแกนพัฒนา ตำบลช่อแล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

1.2 เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.)

1.3 อาจารย์ นักวิชาการ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้มาด้วยวิธีการเลือกศึกษาจากประชากรที่มีลักษณะตรงตามวัตถุประสงค์ที่จะศึกษา เพื่อให้ได้บุคคลที่สามารถให้ข้อมูลตรงตามที่ต้องการ โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

2.1 กลุ่มตัวอย่างผู้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ป่วยโรคเรื้อรังกรณีเบาหวานและความดันโลหิตสูง คือ ตัวแทนที่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ป่วยโรคเรื้อรังกรณีเบาหวานและความดันโลหิตสูง ที่เชื่อถือได้จากจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 1,492 หลังคาเรือน ทำการกำหนดกลุ่มตัวอย่างของ ทาโร ยามาเน่ (Taro Yamane) ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สัดส่วนความคลาดเคลื่อน 0.05 โดยกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 715 หลังคาเรือน

2.2 กลุ่มตัวอย่างให้ข้อมูลสำหรับการพัฒนาระบบ และประเมินคุณภาพระบบติดตามและแจ้งเตือนผู้ป่วยโรคเรื้อรังกรณีเบาหวานและความดันโลหิตสูง และตรวจสอบความถูกต้องของระบบ คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Selection) เพื่อให้ได้

บุคคลที่สามารถให้ข้อมูลตรงตามที่ต้องการและกระจายอยู่ในขอบเขตของการศึกษา ซึ่งการศึกษานี้ได้คัดเลือกตัวแทนดังนี้ เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) และอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) ในชุมชน ตัวแทนนักวิชาการจากสถาบันอุดมศึกษา รวมจำนวน 5 ท่าน

2.3 กลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งาน สำหรับทดสอบระบบติดตามและแจ้งเตือนผู้ป่วยโรคเรื้อรัง ภูมิแพ้หอบหืดและความดันโลหิตสูง ซึ่งการศึกษานี้ได้คัดเลือกเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) และอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) ตัวแทนผู้ป่วยโรคเรื้อรังและภูมิแพ้หอบหืดและความดันโลหิตสูงในชุมชน จำนวน 30 ท่าน ได้จากการสุ่มอย่างง่าย

กลุ่มตัวอย่างในการประเมินคุณภาพของเทคโนโลยีเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำ และระบบสารสนเทศแสดงผลการวัดคุณภาพน้ำ คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Selection) เพื่อให้ได้บุคคลที่สามารถให้ข้อมูลตรงตามที่ต้องการและกระจายอยู่ในขอบเขตของการศึกษา ซึ่งการศึกษานี้ได้คัดเลือกตัวแทนดังนี้ ตัวแทนจากชุมชนจำนวน 2 ท่าน ตัวแทนนักวิชาการจากสถาบันอุดมศึกษาจำนวน 4 ท่าน

กลุ่มตัวอย่างสำหรับทดสอบประสิทธิภาพของเทคโนโลยีเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำ และระบบสารสนเทศแสดงผลการวัดคุณภาพน้ำ ได้แก่ นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และประชากรในชุมชน คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่มอย่างง่าย จำนวน 30 ท่าน

เครื่องมือที่ใช้และการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้ได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยวิธีการลงพื้นที่สำรวจเก็บตัวอย่างข้อมูล สอบถามข้อมูล โดยการพิจารณาปรากฏการณ์ภายใต้สภาพแวดล้อม และความเป็นจริงที่เกิดขึ้นในชุมชน ประเมินผลการใช้งานระบบด้วยแบบประเมินประสิทธิภาพ และแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

1. แนวคำถามในการสนทนากลุ่มเพื่อเก็บบริบทจริง และเก็บข้อมูลการใช้งานระบบติดตามและแจ้งเตือน และข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบติดตามและแจ้งเตือนผู้ป่วยโรคเรื้อรัง ภูมิแพ้หอบหืดและความดันโลหิตสูง การสนทนากลุ่มเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อการใช้เทคโนโลยีเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำ และระบบสารสนเทศแสดงผลการวัดคุณภาพน้ำ

2. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และการพัฒนาระบบ ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดวิธีการสัมภาษณ์แบบกึ่งมีโครงสร้างโดยผู้วิจัยกำหนดประเด็นที่รวบรวมข้อมูลในสภาพทั่วไปของหมู่บ้าน อันได้แก่ ประวัติความเป็นมา วิธีการดำรงชีวิตในรอบปี วัฒนธรรม ปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพ คุณภาพน้ำ การเกิดไฟฟ้า ปัญหาหมอกควัน สัมภาษณ์จาก ผู้นำชุมชน ประชาชนทั่วไปในหมู่บ้าน รวมทั้งเจ้าหน้าที่ของรัฐที่ปฏิบัติงานในพื้นที่

3. แบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป และพฤติกรรมการดูแลสุขภาพ
4. ระบบติดตามและแจ้งเตือนผู้ป่วยโรคเรื้อรังกรณีเบาหวานและความดันโลหิตสูง
5. แบบประเมินประสิทธิภาพระบบ เพื่อใช้ประเมินคุณภาพระบบจากผู้เชี่ยวชาญ
6. แบบประเมินความพึงพอใจของระบบ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

5 ระดับ

7. วิธีการจัดเวที ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการจัดเวทีชาวบ้าน ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เข้าร่วมเวทีแสดงความคิดเห็นและทัศนะของตนเองออกมาอย่างเปิดเผย ในขณะที่จัดเวทีความคิดเห็นของคนๆ หนึ่งในกลุ่มจะกระตุ้นให้คนอื่น ๆ อธิบาย พูด อธิบายแสดงความคิดเห็นออกมา

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ใช้วิธีการพัฒนาระบบงานด้วยวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) เป็นวิธีการสำหรับการวางแผนการพัฒนาระบบงาน เพื่อให้การพัฒนาระบบดำเนินไปตามขั้นตอนของวงจรที่แสดงถึงกิจกรรมต่างๆ ตั้งแต่ขั้นตอนการริเริ่มจนกระทั่งดำเนินการสำเร็จ โดยรายละเอียดการดำเนินการวิจัยมีทั้งหมดมีดังนี้

1. การศึกษาบริบทชุมชนทั่วไป

การศึกษาศึกษาบริบทชุมชนโดยทั่วไปของพื้นที่เทศบาลเมืองเมืองแกนพัฒนา คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโดยวิธีการเก็บข้อมูลผ่านแบบสอบถาม เก็บข้อมูลผ่านเวทีชุมชนที่มีการพูดคุยกันระหว่างคณะผู้วิจัยกับชาวบ้านในพื้นที่ และลงพื้นที่เก็บข้อมูลโดยการพูดคุยแบบตัวต่อตัวกับชาวบ้านและผู้นำชุมชนในพื้นที่ ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่ทั้ง 2 ตำบล ได้แก่ ตำบลช่อแล และตำบลอินทขิล รวมสอบถามข้อมูลทั้งหมด 715 หลังคาเรือนรวมทั้งการศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากเอกสารแผนพัฒนาของเทศบาลเมืองเมืองแกนพัฒนา

1.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจสอบสุขภาพ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพด้านการออกกำลังกาย การรับประทานอาหารสำหรับกลุ่มเสี่ยง และผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดัน



โลหิตสูงในชุมชน โดยใช้การสัมภาษณ์ การพูดคุยแบบไม่เป็นทางการ และสอบถามโดยการ
ใช้แบบสอบถาม สอบถามผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์ภาควิชาคอมพิวเตอร์ ผู้ให้ข้อมูลด้านการ
พัฒนาระบบ พยาบาลวิชาชีพ เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) และ
อาจารย์ภาควิชาสาธารณสุขศาสตร์ ที่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับการดูแลผู้ป่วยโรคเรื้อรังกรณี
เบาหวานและความดันโลหิตสูงได้ ศึกษาวิธีการคัดกรองกลุ่มเสี่ยงการเกิดโรคเบาหวานและ
ความดันโลหิตตามเกณฑ์ป้องกันปัจจัยเสี่ยง 7 สี

ภาพที่ 3.1 จัดเวทีกลุ่มย่อยและศึกษาริบทในพื้นที่เทศบาลเมืองเมืองแกนพัฒนา

1.2 ศึกษาบริบทพื้นที่ในระยะแรกได้ลงไปพื้นที่เพื่อสร้างความเข้าใจ และความร่วมมือ
ในการดำเนินโครงการในพื้นที่วิจัย เพื่อพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำ และ
ระบบสารสนเทศแสดงผลการวัดคุณภาพน้ำ สํารวจโดยการสังเกต สัมภาษณ์ จากตัวแทน
ชุมชน ผู้ที่อาศัยอยู่ในชุมชน เทศบาลเมืองเมืองแกนพัฒนา



ภาพที่ 3.2 แสดงการศึกษาบริบทของชุมชนโดยเก็บตัวอย่างน้ำ

1.3 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบภาพไฟฟ้าแบบอัตโนมัติโดยการใช้โดรนบินเก็บภาพพื้นที่ที่ยังไม่มีไฟฟ้า (สภาพภูมิประเทศทั่วไป) กับสภาพของพื้นที่ที่เป็นภาพไฟฟ้า โดยใช้โดรนบินสำรวจพื้นที่เพื่อเก็บภาพพื้นที่ตัวอย่างแล้วทำการคัดแยกภาพที่เป็นภาพที่เกิดไฟไหม้ และไม่เป็นไฟไหม้ จากการคัดแยกภาพตัวอย่างที่ส่งจากโดรนที่ใช้มุมกล้อง 90 องศาเท่านั้นจึงได้ภาพที่เป็นภาพที่มีไฟไหม้ จำนวน 177 ภาพ และภาพที่ไม่มีไฟไหม้ จำนวน 177 ภาพ จากนั้นทำการคัดแยกภาพที่มีไฟไหม้ชัดเจน 100 ภาพ แล้วนำภาพที่ถูกคัดแยกดังกล่าวจำนวน 90 ภาพไปใช้ในกระบวนการสร้างโมเดลโดยใช้ TensorFlow เพื่อเทรนให้ระบบเรียนรู้เกี่ยวกับภาพว่าเมื่อโดรนขึ้นบินแล้วภาพที่ส่งมาจะเป็นภาพที่เกิดไฟฟ้าหรือไม่



ภาพที่ 3.3 แสดงภาพจากโดรนภาพที่มีไฟไหม้

1.4 ศึกษาบริบทพื้นที่ รวมไปถึงการให้ความรู้กับประชาชนถึงผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ในพื้นที่วิจัย สำรวจโดยการสังเกต สัมภาษณ์ และเก็บแบบสอบถามจากผู้ที่ย้ายอยู่ในชุมชน เทศบาลเมืองเมืองแกน



ภาพที่ 3.5 แสดงการสอบถามชุมชนเพื่อหาจุดติดตั้งเครื่องวัดความหนาแน่นของหมอกควัน
ในเขตเทศบาลเมืองเมืองแกนพัฒนา อำเภอมะแตง จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 3.6 สำรวจพื้นที่เป้าหมายในเขตเทศบาลเมืองเมืองแกน

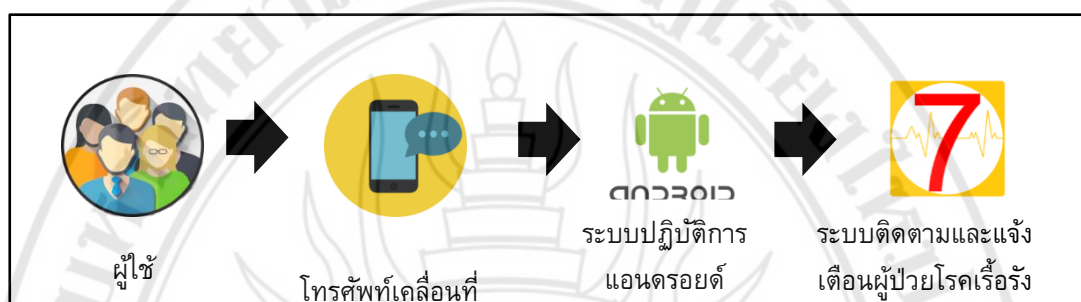
2. การดำเนินการวิจัยตามกระบวนการบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาต้นแบบเมืองอัจฉริยะ

การดำเนินการวิจัยตามกระบวนการบูรณาการแบบมีส่วนร่วมโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ชุมชนได้ทราบถึงบริบทของชุมชนที่เป็นสาเหตุของปัญหาการจัดการทรัพยากรน้ำ ป่าไม้ สุขภาพ หมอกควัน ในพื้นที่ของตนเองรวมทั้งแนวทางในการแก้ปัญหาตั้งแต่ในอดีต ปัจจุบัน และอนาคตที่ต้องการทำกิจกรรมร่วมกัน จนนำไปสู่การจัดการปัญหาด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศในชุมชนได้ แนวทางการบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาต้นแบบเมืองอัจฉริยะในการจัดการชุมชนได้มาจากการวางแผนการดำเนินกิจกรรมตามแนวทางที่เลือกไว้ร่วมกัน การวิเคราะห์ปัญหาร่วมกันซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจร่วมกัน จนนำไปสู่การสร้างเป็นกิจกรรมการสร้างต้นแบบเมืองอัจฉริยะให้ชุมชน ประกอบด้วย

2.1 การบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยระบบติดตามและแจ้งเตือนผู้ป่วยโรคเรื้อรัง

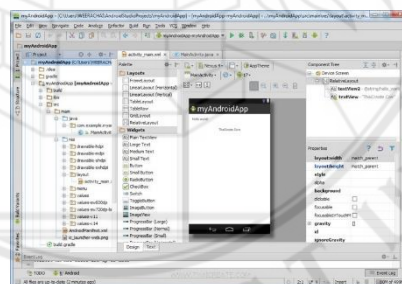
คณะผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบระบบงาน เพื่อให้ระบบงานมีความถูกต้องครอบคลุม โดยมีรายละเอียดของการวิเคราะห์และออกแบบระบบ การออกแบบระบบติดตามและแจ้งเตือนผู้ป่วยโรคเรื้อรัง ประกอบด้วยยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram) ซีเควนซ์ไดอะแกรม (Sequence Diagram) คลาสไดอะแกรม (Class Diagram) คอนเท็กซ์ไดอะแกรม (The Context Data Model) ฟูลลีแอททริบิวต์ไดอะแกรม (The Fully-Attributed Data Model) พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) โดยมีรายละเอียดของระบบงานดังนี้

2.1.1 การพัฒนาระบบติดตามและแจ้งเตือนผู้ป่วยโรคเรื้อรัง โดยมีรายละเอียดของระบบงานคือ ระบบเข้ามาช่วยในการจัดกลุ่มประชากรและระดับความรุนแรงของโรคเป็น 7 กลุ่มตามเกณฑ์ป้องกันจราจรชีวิต 7 สี เพื่อให้ทราบถึงความเสี่ยงของการเกิดโรคและแนวทางการรักษาและการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่ง่ายมากขึ้น โดยการวิเคราะห์จากข้อมูลการตรวจสุขภาพ ค่าน้ำตาลในเลือด (mg/dl) ค่าความดันโลหิต (mmHg) ประวัติต่างๆที่เกี่ยวกับของผู้ใช้ เพื่อทำการป้องกันและควบคุมปัจจัยเสี่ยงที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรค



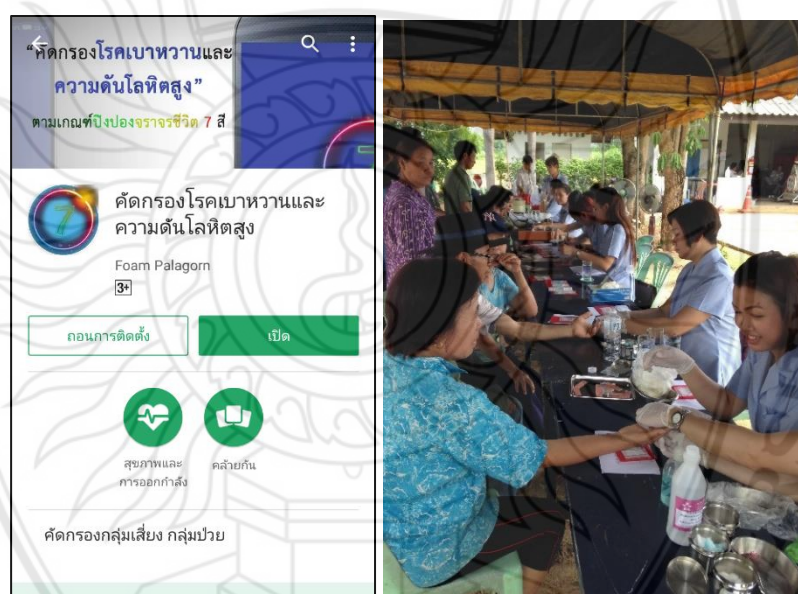
ภาพที่ 3.7 แสดงแนวคิดของระบบติดตามและแจ้งเตือนผู้ป่วยโรคเรื้อรังกรณีเบาหวานและความดันโลหิตสูง

2.1.2 การพัฒนาเว็บไซต์โดยใช้ โปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ (Android Studio) ใช้สำหรับเขียน ออกแบบ หรือแก้ไขปรับปรุงแอปพลิเคชัน ใช้จาวาเจดีเค (Java Development Kit: JDK) เวอร์ชัน 8 เป็นชุดเครื่องมือพัฒนา และใช้ฐานข้อมูลไฟร์เบสดาต้าเบส (Firebase Database) เพื่อให้รองรับการใช้งานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต และสามารถอัปโหลดขึ้น Play store ได้



ภาพที่ 3.8 แสดงตัวอย่างการใช้โปรแกรม Android Studio

2.1.3 การติดตั้ง และทดลองใช้งานระบบ เมื่อได้พัฒนาระบบติดตามและแจ้งเตือนผู้ป่วยโรคเรื้อรังกรณีเบาหวานและความดันโลหิตสูงได้อัพโหลดขึ้น Play Store นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้งานระบบเพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่ เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) พยาบาลวิชาชีพ อาจารย์ภาควิชาสาธารณสุขศาสตร์ และอาจารย์ภาควิชาคอมพิวเตอร์ จากนั้นผู้วิจัยสอบถามรับฟังปัญหาการใช้งานของระบบ และข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำระบบไปปรับแก้ก่อนจะนำไปให้กลุ่มตัวอย่างในชุมชนใช้



ภาพที่ 3.9 การติดตั้งแอปพลิเคชันและใช้งาน

2.1.4 นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ผู้วิจัยนำระบบติดตามและแจ้งเตือนผู้ป่วยโรคเรื้อรังกรณีเบาหวานและความดันโลหิตสูง ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีสภาพสอดคล้องกับการวิจัย ได้แก่ เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) และอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน

(อสม.) และตัวแทนผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในชุมชน รวมจำนวน 30 ท่าน และผู้วิจัยวางแผนจะส่งมอบระบบกับเทศบาลเมืองเมืองแกนพัฒนา เพื่อให้เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) และอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) ได้นำไปใช้ในลำดับต่อไป



ภาพที่ 3.10 การนำระบบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.2 การบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพน้ำ

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพน้ำ ในพื้นที่เทศบาลเมืองเมืองแกนพัฒนา อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อให้ระบบงานมีความถูกต้องครอบคลุม โดยมีรายละเอียดของการออกแบบส่วนของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ตรวจวัดคุณภาพน้ำ และการวิเคราะห์และออกแบบระบบส่วนของระบบสารสนเทศแสดงผลคุณภาพน้ำผ่านทางเว็บไซต์ โดยมีรายละเอียดของระบบงานดังนี้

2.2.1 การออกแบบส่วนของเครื่องมือสำหรับการวัดคุณภาพน้ำ เพื่อแจ้งข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ โดยมีการติดตั้งเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดคุณภาพน้ำ การวัดคุณภาพน้ำในงานวิจัยนี้ วัดค่าความเป็นกรด-เบส วัดระดับความขุ่น และอุณหภูมิ จากนั้นส่งข้อมูลกลับมายังฐานข้อมูล ทำการบันทึกข้อมูล กล้องสำหรับตรวจวัดคุณภาพน้ำ มีองค์ประกอบของอุปกรณ์ดังนี้

- (1) แผงโซลาร์เซลล์ ขนาด 20W เป็นตัวผลิตพลังงานไฟฟ้าแล้วส่งผ่าน Solar Charge Controller สำหรับจัดเก็บพลังงานของแบตเตอรี่

(2) Solar Charge Controller ทำหน้าที่รับพลังงานจากแผงโซลาเซลล์แปลงให้เป็นกระแสไฟ 12V แล้วทำการต่อเข้ากับแบตเตอรี่เพื่อทำการเก็บไฟฟ้าและนำไฟฟ้ามาใช้กับอุปกรณ์ต่างๆ

(3) บอร์ดอาδυโน้ (Arduino Uno r3) ใช้เป็นตัวควบคุมการประมวลผล

(4) เซนเซอร์ตรวจวัดค่าความเป็นกรด-เบส (Analog pH Meter Pro)

(5) เซนเซอร์วัดระดับความขุ่น (Analog Turbidity Sensor)

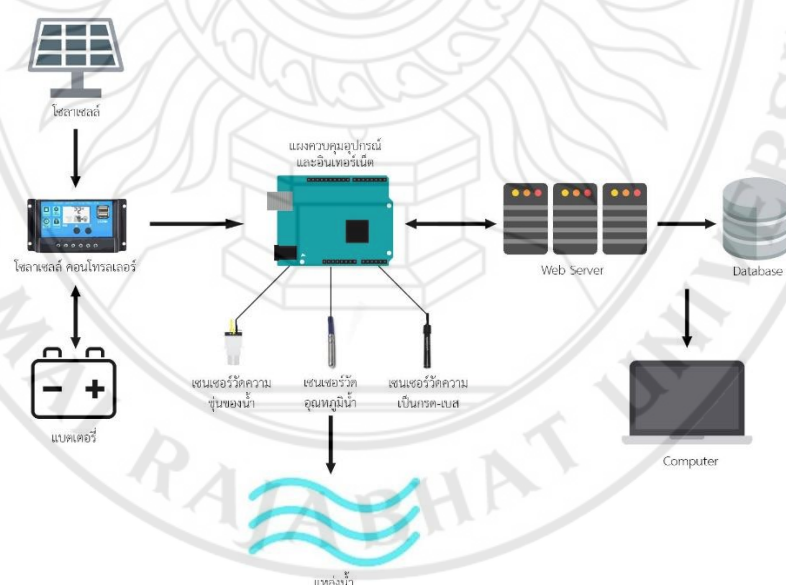
(6) เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature Temp Sensor)

(7) โมดูล SIM900A GSM เป็นตัวเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตในการรับส่งข้อมูล

(8) แบตเตอรี่แห่ง JT9L-BS 12V 9Ah จะเก็บไฟฟ้าให้หล่อเลี้ยงอุปกรณ์ทั้งหมด โดยจะจัดเก็บซ่อนไว้ภายในกล่องพลาสติกกันน้ำ

(9) MOS ตู้กันน้ำ รุ่น MOS-2

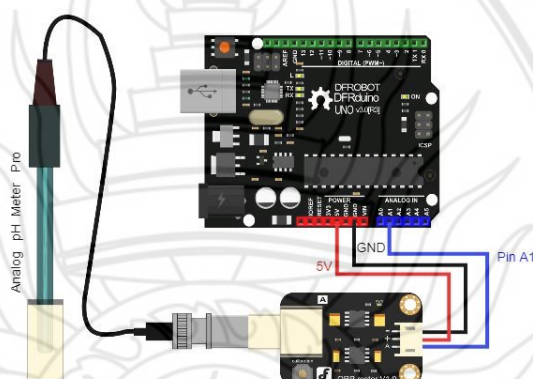
การพัฒนาต้นแบบวัดคุณภาพน้ำสามารถออกแบบบล็อกไดอะแกรมเพื่อแสดงภาพโดยรวมของการเชื่อมต่อโมดูล และเซนเซอร์ในบอร์ดอาδυโน้ (Arduino Uno r3) แสดงได้ดังภาพด้านล่าง



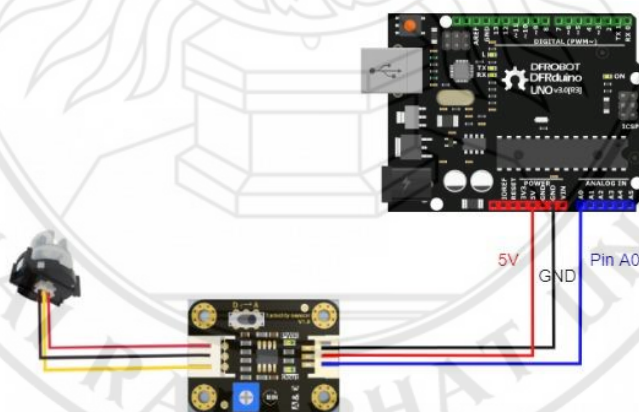
ภาพที่ 3.11 แสดงการทำงานโดยรวมของระบบ

จากภาพการทำงานโดยรวมของระบบ ใช้พลังงานจากโซลาเซลล์ เก็บไว้ในแบตเตอรี่ เชื่อมต่อกับแผงควบคุม ซึ่งแผงควบคุมมีอุปกรณ์เซนเซอร์วัดความชื้น วัดอุณหภูมิ วัดความเป็นกรด-เบส เมื่ออุปกรณ์ทำงานตรวจค่าจากแหล่งน้ำ ส่งข้อมูลเก็บไว้ในฐานข้อมูล และแสดงผลที่ได้ผ่านทางบราวเซอร์ ให้กับผู้ใช้งาน

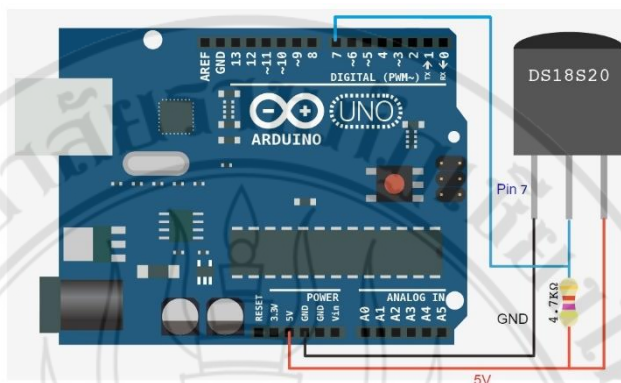
2.2.2 การพัฒนาเครื่องตรวจวัดค่าความเป็นกรด-เบส ค่าความชื้น และอุณหภูมิของน้ำตามที่ได้ออกแบบไว้แสดงได้ดังนี้



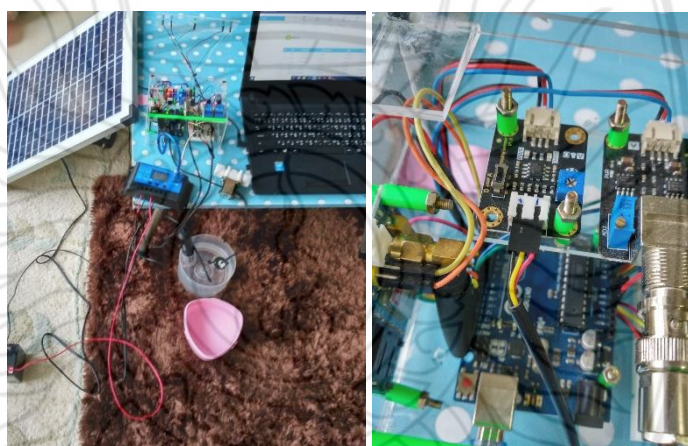
ภาพที่ 3.12 การเชื่อมต่อเซนเซอร์วัดความเป็นกรด-ด่าง (Analog pH Meter Pro)



ภาพที่ 3.13 การเชื่อมต่อเซนเซอร์วัดระดับความขุ่นของน้ำ (Analog Turbidity Sensor)

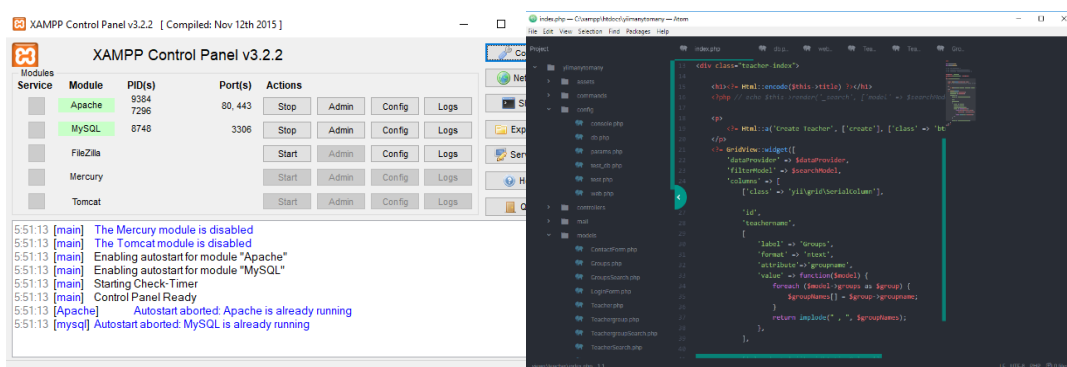


ภาพที่ 3.14 การเชื่อมต่อเซนเซอร์วัดอุณหภูมิของน้ำ (Temperature Temp Sensor)



ภาพที่ 3.15 แสดงการทดสอบอุปกรณ์เซนเซอร์

2.2.3 การพัฒนาระบบสารสนเทศแสดงค่าที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือ เมื่อมีการต่ออุปกรณ์เซนเซอร์ กับบอร์ดเรียบร้อยแล้ว จากนั้นเป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้ด้วยภาษาซี ได้ใช้ภาษา PHP ในการพัฒนา และใช้ Xampp ในการจำลองเครื่องเป็นเซิร์ฟเวอร์ เพื่อทดสอบการทำงาน



ภาพที่ 3.16 แสดงหน้าจอการพัฒนาส่วนของระบบสารสนเทศ

2.2.4 ติดตั้งและทดลองใช้งาน การวิจัยครั้งนี้ ได้พัฒนาเทคโนโลยีเซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพน้ำ และระบบสารสนเทศแสดงผลการวัดคุณภาพน้ำ ได้นำไปทดลองติดตั้งในพื้นที่ และทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 คน และกลุ่มตัวอย่างทดสอบการทำงานของระบบจำนวน 30 คน และประเมินความพึงพอใจของการใช้งานระบบสารสนเทศแสดงผลการวัดคุณภาพน้ำ และสอบถามรับฟังปัญหาการใช้งานระบบ



ภาพที่ 3.17 แสดงการทดลองใช้ และการติดตั้งเทคโนโลยีเซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพน้ำ

2.3 การบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยโดรนบินอัตโนมัติตรวจสอบการเกิดไฟฟ้า

ระบบการตรวจสอบไฟฟ้าแบ่งบุคคลที่เกี่ยวข้อง 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ และผู้ใช้ ในการบินตรวจสอบไฟฟ้าของโดรนได้มีการออกแบบโมเดลใหม่สำหรับตรวจสอบไฟฟ้านำโมเดลไปสร้างระบบเพื่อตรวจสอบภาพที่ได้จากโดรนบินว่าเป็นภาพที่เกิดไฟฟ้า เมื่อ

ตรวจสอบพบนำภาพและพิกัดส่งไปเก็บใน Firebase แล้วส่งการแจ้งเตือนการเกิดไฟป่าให้กับผู้ใช้ในท้องเขต

2.3.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบสร้างโมเดลตรวจสอบไฟป่า ได้จัดทำ

Use Case Diagram, Activity Diagrams, Sequence Diagrams และสร้างโมเดลตรวจสอบไฟป่าด้วยไลบรารีของ TensorFlow ดังต่อไปนี้

(1) ทำการติดตั้งโปรแกรม Docker เพื่อจำลองสภาพแวดล้อมเครื่องแม่ข่ายขึ้นมาใช้ในการ Run Service ที่ต้องการ นั่นคือจะใช้ Container ในการจำลองสภาพแวดล้อมขึ้นมาเพื่อใช้งานสำหรับ 1 service ที่ต้องการใช้งานเท่านั้น

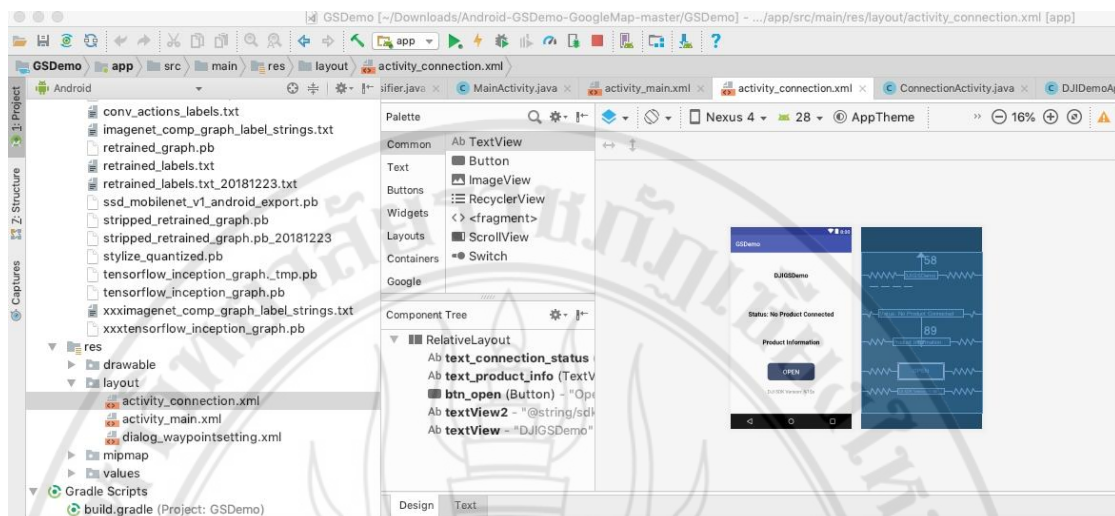
(2) รัน Docker Container เพื่อเทรนโมเดล (Train Model) สำหรับตรวจสอบไฟป่า ข้อสังเกต ต้องมีการติดตั้ง Docker

(3) รัน Docker เพื่อเริ่มใช้งาน Docker Container มีการแชร์ไฟล์เดอร์อยู่ที่ `android_tensorflow_wildfire_detection` ให้มองเห็นร่วมกันระหว่าง `tf_files:/tf_files` ที่อยู่ภายใน docker container และข้างนอกคือเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้

(4) เริ่มเทรนโมเดลบนไลบรารีของ tensorflow ด้วยการตรวจสอบภาพที่ทำการคัดแยกไว้ในไฟล์เดอร์ `tf_files` ซึ่งต้องทำการเตรียมเก็บรวบรวมภาพไฟป่าเพื่อนำไปเก็บไว้ใน `/tf_files/image/Fire` จำนวน 177 ภาพ และภาพที่ไม่มีไฟป่าไปเก็บไว้ใน `/tf_files/image/None` จำนวน 177 ภาพ โดยไฟล์ภาพต้องทำการแปลงไฟล์เป็น JPG แล้วจากนั้นทำการสร้างไฟล์ `retrained_labels.txt`

(5) เมื่อทำการรันคำสั่งแล้วจะได้ผลลัพธ์ เพื่อเทรนโมเดลให้เรียนรู้เกี่ยวกับภาพไฟป่าที่ต้องการ โดยคำสั่งในการเทรนให้โมเดลรู้จักภาพที่มีไฟและไม่มีไฟแล้ว ก็ทำการสร้างโมเดลเก็บไว้ในไฟล์ `vbretained_graph.pb` ซึ่งเป็นโมเดลที่เรียนรู้ภาพเกี่ยวกับการใช้ตรวจสอบไฟเรียบร้อยแล้ว

2.3.2 การออกแบบหน้าจอแอปพลิเคชันควบคุมโดรนเพื่อตรวจสอบไฟป่าโดยใช้โปรแกรม Android Studio ในการออกแบบหน้าจอการใช้งานเพื่อควบคุมโดรน ซึ่งโดรนสามารถบินอัตโนมัติด้วยฟังก์ชัน Waypoint ดังในภาพ



ภาพที่ 3.18 หน้าจอการออกแบบแอปพลิเคชันควบคุมโดรนเพื่อตรวจสอบไฟฟ้า

2.3.3 วิธีการนำโมเดลที่ได้จากการเทรนให้รู้จักภาพไฟมาใส่แอนดรอยด์แอปพลิเคชันเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ตรวจสอบภาพที่ส่งมาจากโดรน โดยให้ไลบรารีของ TensorFlow บน Android เข้ามา Map ข้อมูลภาพจากโดรนกับโมเดลที่สร้างขึ้นในไฟล์ retrained_graph.pb และ retained_labels.txt

```
for (Classifier.Recognition recognition : results) {
    if(recognition.getTitle().equals("fire") && recognition.getConfidence()>0.85){
        //if (recognition.getConfidence() > 0.6) {
            Random rn = new Random();

            File imagePath = new File( pathname: Environment.getExternalStorageDirectory() + "/screenshots/");
            Uri file = Uri.fromFile(new File(imagePath.getAbsolutePath()));

            FileOutputStream fos;

            try {
                fos = new FileOutputStream(imagePath, append: false);
                bitmap.compress(Bitmap.CompressFormat.JPEG, quality: 100, fos);
                fos.flush();
                fos.close();
            } catch (Exception x){

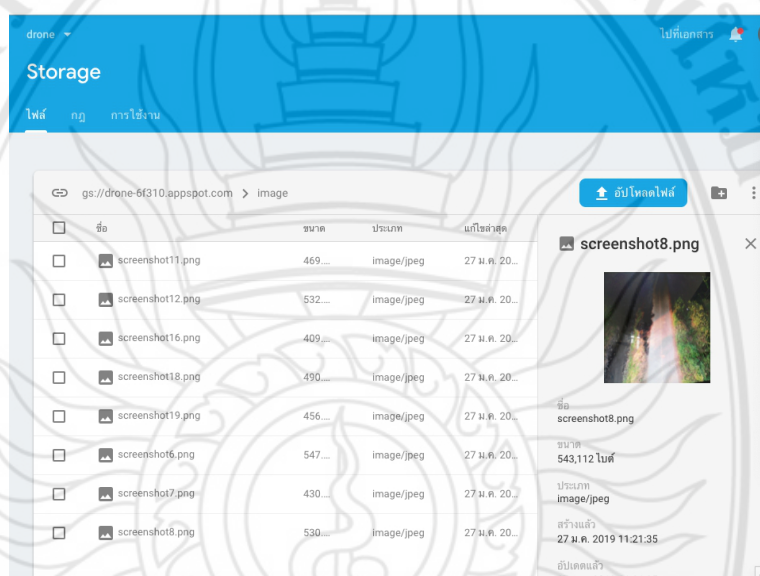
            }

            StorageReference folderRef = mStorageRef.child("image");
            final DatabaseReference mRootRef = FirebaseDatabase.getInstance().getReference();
            final DatabaseReference mUsersRef = mRootRef.child("drone-fire");
            final DatabaseReference mMessagesRef = mRootRef.child("messages");
            final StorageReference imageRef = folderRef.child(file.getLastPathSegment());

            imageRef.putFile(file);
        }
    }
}
```

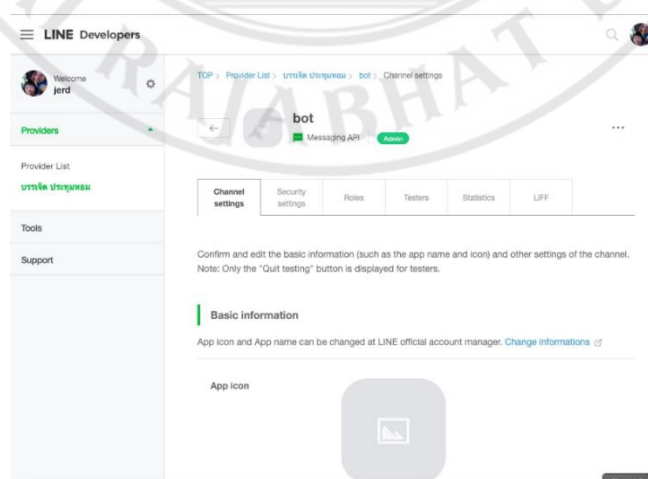
ภาพที่ 3.19 แสดงเชื่อมโยงกันระหว่างโมเดลและแอปพลิเคชัน

2.3.4 วิธีการเก็บข้อมูลภาพในฐานะข้อมูล เมื่อแอปพลิเคชันตรวจสอบพบไฟฟ้าแล้วจะทำการเก็บภาพที่เป็นภาพไฟป่าบันทึกลงในฐานข้อมูลของ Firebase Database โดยมีฐานข้อมูลชื่อ Drone-fire ซึ่งจะมีโครงสร้างในการเก็บข้อมูลดังนี้ Id, Image, latitude และlongitude



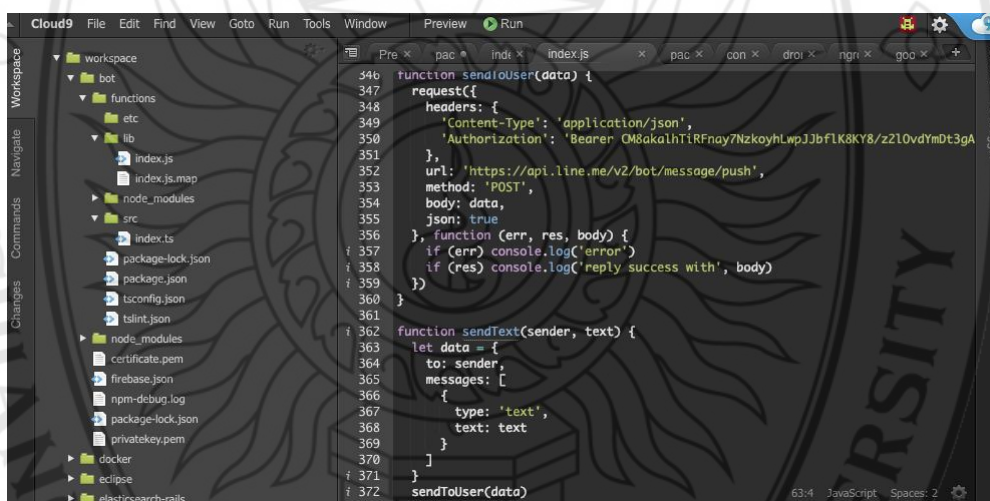
ภาพที่ 3.20 โครงสร้างที่ใช้ในการเก็บข้อมูลใน Firebase Database

2.3.5 การสร้างระบบแจ้งเตือนด้วย Line bot ต้องทำการสมัครเป็น LINE Developers เพื่อขอ Key เพื่อให้ Line bot สามารถเพิ่มผู้ใช้งานเข้าไปในแชทกลุ่ม เมื่อมีการตรวจสอบพบไฟป่าจะมีการส่งภาพ และพิกัดให้กับผู้ใช้ที่เป็นสมาชิกในแชทกลุ่มเพื่อทำการแจ้งเตือนการเกิดไฟป่า



ภาพที่ 3.21 Line Developers

เมื่อทำการสมัครเป็น LINE Developers เรียบร้อยแล้วทำการเขียน NodeJS เพื่อรับข้อมูลจาก Firebase Database เมื่อมีการส่งข้อมูลมาจากโดรนว่าพบไฟป่าจะเขียนคำสั่งให้ทำการอ่านข้อมูลที่ส่งมาเก็บไว้ในโดรน ดังภาพที่ 3.10 แล้วเขียนคำสั่งเพื่อส่งข้อมูลที่มีใน Firebase Database เพื่อทำการส่งพิกัดและภาพเพื่อแจ้งเตือนไปยังไลน์กลุ่มของผู้ใช้งาน



ภาพที่ 3.22 คำสั่งในส่งข้อมูลจาก firebase ไปยังไลน์กลุ่มผู้ใช้

2.3.6 วิธีการประเมินผลสัมฤทธิ์ การตรวจสอบเป้าหมาย (ไฟ) โดยระบบสามารถแจ้งผลการตรวจสอบว่าเป็นไฟโดยดูค่าความถูกต้องและค่าแม่นยำที่ทำการทดลองในแต่ละครั้ง ความถูกต้อง หรือแม่นยำ (Accuracy) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถของเครื่องมือวัด (Instrument) ในการอ่านค่าหรือแสดงค่าที่วัดหรือตรวจสอบได้เข้าใจค่าจริง

โดยการคำนวณค่าความถูกต้อง/ความแม่นยำใช้สมการดังนี้

$$\%Accuracy = 100 - \%Error$$

โดยที่

$$\text{Relative error} = \left| \frac{X_{mea} - X_t}{X_t} \right| \quad (1)$$

$$\%Error = \text{Relative error} \times 100$$

เมื่อ X_{mea} คือค่าที่ได้จากการวัด (Measure Value)

X_t คือ ค่าจริง (True Value)

2.4 การบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อแสดงปริมาณความหนาแน่นของหมอกควันที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชากร

การบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อแสดงปริมาณความหนาแน่นของหมอกควันที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชากร วิทยาลัยเทคนิคเมืองเมืองแกนพัฒนา จังหวัดเชียงใหม่ ได้ออกแบบระบบไว้ ดังนี้

2.4.1 เป็นอุปกรณ์เพื่อวัดปริมาณความหนาแน่นของหมอกควัน โดยจะทำเป็นเสาที่มีการติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับความหนาแน่นของหมอกควัน เพื่อส่งข้อมูลกลับมายังฐานข้อมูลเพื่อทำการบันทึกข้อมูล โดยได้ทำการออกแบบม็อดประกอบของอุปกรณ์ดังนี้

(1) แผงโซลาเซลล์ ขนาด 20W เพื่อทำการสร้างพลังงาน ในการใช้งานของอุปกรณ์ทั้งหมด โดยเมื่อผลิตกระแสไฟได้แล้วจะส่งผ่าน Solar Charge Controller เพื่อจัดเก็บพลังงานลงแบตเตอรี่



ภาพที่ 3.23 แผงโซลาเซลล์ขนาด 20W

(2) Solar Charge Controller ทำหน้าที่ในการรับพลังงานจากแผงโซลาร์เซลล์ เพื่อนำกระแสไฟ 12V ไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ที่ได้เพื่อทำการเก็บไฟ และนำไฟมาให้กับอุปกรณ์ นอกจากนั้นยังทำหน้าที่ในการแปลงไฟจาก 12V ให้เป็น 5V เพื่อนำมาจ่ายไฟให้กับ NodeMCU และเซนเซอร์วัดปริมาณหมอกควัน

(3) NodeMCU V2 ESP8266 ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเขียนโปรแกรมในการควบคุมการอุปกรณ์ ที่ทำงานทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็น เซนเซอร์วัดปริมาณหมอกควัน หรือโมดูล SIM900A เพื่อส่งค่าฝุ่นที่วัดได้ไปเก็บในฐานข้อมูล



ภาพที่ 3.24 NodeMCU V2 ESP8266

(4) เซนเซอร์วัดปริมาณหมอกควัน Laser Dust Sensor pm2.5 PMS3003 เซนเซอร์ตรวจจับฝุ่น pm2.5 แบบเลเซอร์ PMS3003



ภาพที่ 3.25 Laser Dust Sensor pm2.5 PMS3003

(5) โมดูล SIM900A GSM/GPRS Module เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการส่งสัญญาณจากจุดที่ติดตั้ง โดยส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย 3G ไปยังฐานข้อมูลเพื่อบันทึกระดับความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ตรวจพบ



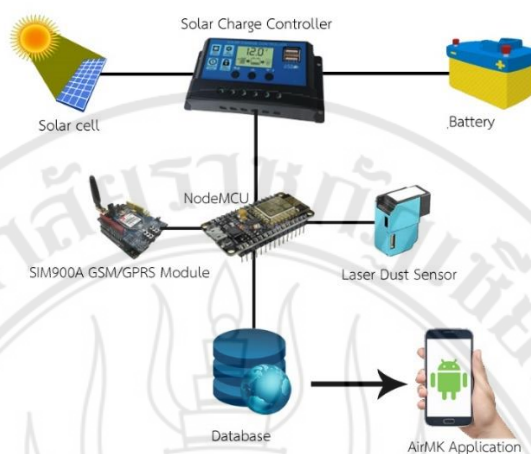
ภาพที่ 3.26 SIM900A GSM/GPRS Module

(6) แบตเตอรี่ JT9L-BS 12V 9Ah จะเก็บไฟที่ใช้หล่อเลี้ยงอุปกรณ์ทั้งหมด โดยจะจัดเก็บไว้ในกล่องพลาสติกกันน้ำ

(7) MOS ตู้พลาสติก สีนํ้าตาล เป็นตู้ที่ใช้ในการเก็บอุปกรณ์ทั้งหมดเพื่อป้องกันอุปกรณ์ที่ใช้ในส่วน of สถานีตรวจวัดฝุ่น



ภาพที่ 3.27 ตู้พลาสติกสีน้ำตาล

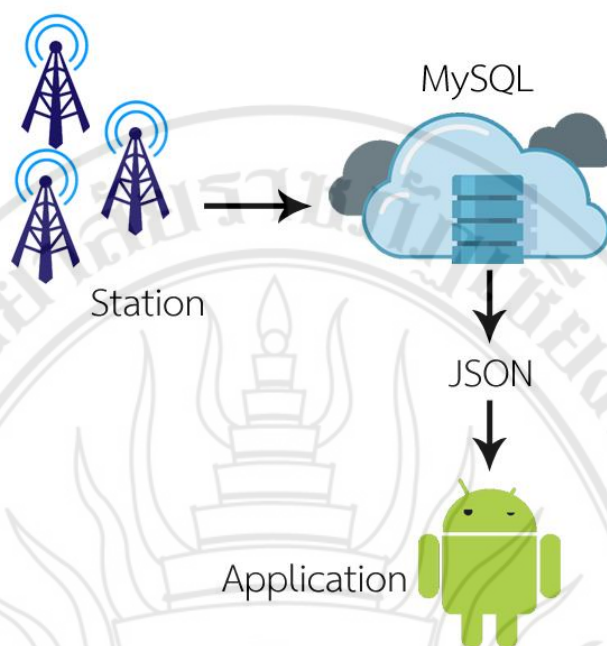


ภาพที่ 3.28 แสดงการออกแบบอุปกรณ์วัดปริมาณความหนาแน่นของหมอกควัน

2.4.2 เป็นส่วนของหน้าจอผู้ใช้งาน โดยจะเป็นแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) โดยแอปพลิเคชันสามารถแสดงค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เซ็นเซอร์ตรวจจับจากสถานี ในส่วนที่ 1 นอกจากนั้นจะได้ให้คำแนะนำกับผู้ใช้งานในการปฏิบัติตัวเมื่อมีความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นในแต่ละระดับ โดยมีกระบวนการทำงานดังนี้

(1) สถานีวัดความเข้มข้นของฝุ่นละออง ทำการตรวจสอบความหนาแน่นของฝุ่น ในเวลาทุก 5 นาที จากนั้นก็จะส่งข้อมูลผ่าน โดยมีโมดูล SIM900A GSM/GPRS Module ทำหน้าที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เพื่อส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล ในงานวิจัยนี้ใช้ฐานข้อมูล MySQL สำหรับเก็บข้อมูล

(2) เมื่อผู้ใช้งานลงแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนแอนดรอยด์ ก็จะสามารถแสดงผลข้อมูลตามสถานีที่ต้องการได้ โดยข้อมูลที่แสดงผลมาจากฐานข้อมูล ที่ได้มีการบันทึกไว้ และในขณะเดียวกันได้มีการแนะนำการปฏิบัติตนเมื่อความเข้มข้นของฝุ่นละอองอยู่ในระดับต่างๆ



ภาพที่ 3.29 แสดงการออกแบบส่วนแอปพลิเคชันเพื่อแสดงผล
ปริมาณความหนาแน่นของหมอกควัน

2.4.3 พัฒนาระบบและแอปพลิเคชันแสดงผลปริมาณความหนาแน่นของหมอก ควัน

ส่วนที่ 1 การพัฒนาเครื่องตรวจวัดปริมาณความหนาแน่นของหมอกควัน
ตามที่ได้ออกแบบได้ผลลัพธ์ดังนี้

ในแผงวงจรจะมีโมดูล SIM900A GSM/GPRS Module โดยจะเชื่อมต่อกับ
NodeMCU V2 ESP8266 มีแบตเตอรี่ที่ใช้สำหรับการจ่ายไฟให้ระบบ มีแผงโซลาเซลล์
ที่ใช้สำหรับสร้างพลังงานและเมื่อทำการระบบก็จะทำการส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูลผ่าน
การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต



ภาพที่ 3.30 แสดงอุปกรณ์ที่ทำการสร้างตามที่ได้ออกแบบและทดลองระบบ
ในการวัดปริมาณความหนาแน่นของหมอกควัน

สำหรับเซนเซอร์วัดปริมาณความหนาแน่นของหมอกควัน มีการออกแบบ
เพื่อนำไปบรรจุใส่ในกล่องและมีการเจาะรูโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เซนเซอร์วัดปริมาณ
ความชื้นจากอากาศภายนอกกล่องได้



ภาพที่ 3.31 แสดงกล่องที่จะใช้วัดปริมาณความหนาแน่นของหมอกควัน



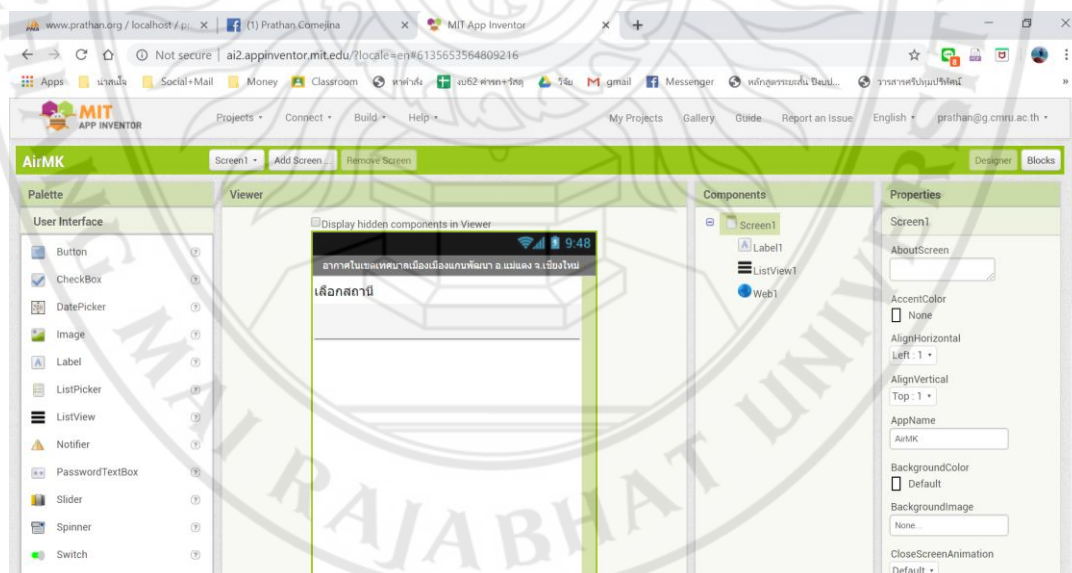
```

dust_sensor_61.ino
1 unsigned int pm1 = 0;
2 unsigned int pm2_5 = 0;
3 unsigned int pm10 = 0;
4
5 #include <ESP8266WiFi.h>
6 #include <WiFiClient.h>
7 #include <ESP8266WebServer.h>
8 #include <ESP8266HTTPClient.h>
9
10 /* Set these to your desired credentials. */
11 const char *ssid = "Prathan_Net"; //ENTER YOUR WIFI SETTINGS
12 const char *password = "aaaa0101";
13
14 //Web/Server address to read/write from
15 const char *host = "http://prathan.org";
16
17 void setup() {
18   // put your setup code here, to run once:
19   delay(1000);

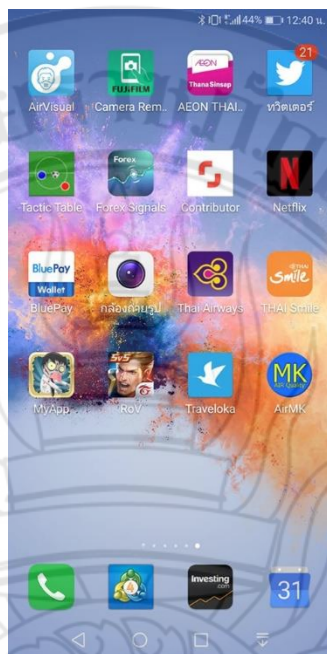
```

ภาพที่ 3.32 แสดงหน้าจอของการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี

ส่วนที่ 2 การพัฒนาแอปพลิเคชันแสดงปริมาณความหนาแน่นของหมอกควัน ตามที่ได้ออกแบบ ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้สร้างฐานข้อมูล ตามที่ได้ออกแบบโดยใช้โปรแกรมจัดการฐานข้อมูลคือ MySQL และได้สร้างแอปพลิเคชัน โดยใช้เว็บไซต์ MIT App inventor โดยได้ผลลัพธ์ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3.33 แสดงหน้าจอ MIT App inventor



ภาพที่ 3.34 แสดงหน้าจอแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

จากภาพเป็นหน้าจอโทรศัพท์ที่ได้ติดตั้ง แอปพลิเคชันที่ชื่อว่า AirMK บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์



ภาพที่ 3.35 แสดงผลหน้าจอของค่าความหนาแน่นของหมอกควัน

จากภาพแสดงผลการวัดความหนาแน่นของหมอกควัน โดยจะแสดงเป็นหน่วย มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นอกจากนั้นจะแสดงคำแนะนำในการ ปฏิบัติเมื่อความหนาแน่นของฝุ่นอยู่ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันไป

2.4.4 ติดตั้งและทดลองใช้งานระบบ

ดำเนินการระยะที่ 4 เป็นการติดตั้งและทดลองใช้งานระบบ โดยมีการติดตั้งกล่องสถานีวัดความหนาแน่นของหมอกควัน โดยการสร้างเสาสูงจากพื้น 1.50 เมตร เนื่องจากต้องการได้ค่าความเข้มข้นของฝุ่นในระดับภาพพื้นที่มนุษย์อาศัยอยู่ และนำไปติดตั้งในจุดที่ต้องการได้อย่างสะดวก โดยด้านบนมีการติดตั้งแผงโซลาเซลล์เพื่อรับพลังงาน ดังภาพ



ภาพที่ 3.36 แสดงการเตรียมชุดอุปกรณ์สำหรับติดตั้ง

จากนั้นก็ให้นำอุปกรณ์ทั้งหมด ติดตั้งและทดลองในตำแหน่งเป้าหมาย เพื่อทดสอบการเก็บข้อมูลและการใช้งานในสถานที่จริง

ลำดับถัดมาคือการจัดเวทีสาธิตและการทดลองใช้งานระบบแสดงผลความหนาแน่นของหมอกควันที่ส่งผลต่อสุขภาพของประชากร ภูมิศึกษาพื้นที่เทศบาลเมืองแกนพัฒนา จังหวัดเชียงใหม่ ในขั้นตอนนี้ได้ทดสอบติดตั้ง ณ พื้นที่เขตเทศบาลเมืองเมืองแกนพัฒนา และทดสอบการตรวจวัดความเข้มข้น

3. กิจกรรมการติดตามประเมินผล

กิจกรรมนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อติดตามประเมินผลการดำเนินกิจกรรม โดยคณะผู้วิจัยได้คัดเลือกกิจกรรม ที่จะใช้ในการติดตามและประเมินผลการดำเนินกิจกรรม โดยประกอบด้วย กิจกรรมแจกแบบสอบถามประเมินผลการดำเนินงานกิจกรรม และกิจกรรมการจัดเวทีเพื่อแลกเปลี่ยนปัญหา

และข้อเสนอแนะ ซึ่งคณะจะต้องทำการบันทึกข้อมูลที่จำเป็นและเกี่ยวข้อง เพื่อนำเสนอแนวทางการปรับปรุงแก้ไข แผนการดำเนินงานที่มีข้อบกพร่อง รวมทั้งปัญหาอุปสรรคต่างๆ โดยการประเมินผลจะมีข้อมูล 2 ส่วน คือ ข้อมูลจากการประเมินผลเชิงปริมาณ ได้แก่ การจัดเก็บข้อมูลจากแต่ละกิจกรรม และข้อมูลจากการประเมินผลเชิงคุณภาพ ดำเนินโดยใช้แบบสอบถามสำรวจประชาชนในพื้นที่ เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพของกิจกรรมต่างๆ เช่น พฤติกรรมการ ระดับความรู้ความเข้าใจ ซึ่งการติดตามและประเมินผลการดำเนินการวิจัยคณะผู้วิจัยจะเป็นผู้ติดตามและประเมินผลตลอดระยะเวลาที่ดำเนินกิจกรรมในพื้นที่ เพื่อทำการสรุปทบทเรียนด้านปัญหา ข้อจำกัด และโอกาสของพื้นที่ศึกษา และทำการสังเคราะห์องค์ความรู้ที่ตั้งอยู่บนฐานของผลการศึกษาที่ผ่านมา