ระบบตรวจสอบอัคคีภัยสำหรับหมู่บ้านจัดสรรโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและคลาวด์คอมพิวติ้ง

Fire Incident Detection System for Housing Estates using IoT and Cloud Computing Technology

ยุทธจักร อินทร์คง[1], ธงรบ อักษร[2*], พงษ์พิญช์ เลิศเจริญวุฒา[3], กิตติพงษ์ สุวรรณราช[4] และ ภาวินี อินทร์ทอง[5]

[1, 2, 3, 4, 5]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

Yuttachak Inkhong[1], Thongrob Auxsorn[2*], Phongphit Lertjareonwuttha[3], Kittipong Suwannaraj[4] and Pavinee Inthong[5]

[1, 2, 3, 4, 5]Department of information Technology, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University

auxsorn@psru.ac.th

Received 28 February 2025

Revised 21 May 2025

Accepted 06 June 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจสอบอัคคีภัยสำหรับหมู่บ้านจัดสรรโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและคลาวด์คอมพิวติ้ง เพื่อตรวจจับและแจ้งเตือนเหตุอัคคีภัย ระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยเซนเซอร์ตรวจจับควัน อุณหภูมิ ความชื้น และการเคลื่อนไหว ซึ่งเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับรวบรวมและส่งข้อมูลไปยังระบบคลาวด์คอมพิวติ้งเพื่อวิเคราะห์และประมวลผล แสดงผลผ่านเว็บแอปพลิเคชัน แบบเรียลไทม์ ผลการวิจัยพบว่า ระบบสามารถตรวจสอบและแจ้งเตือนเหตุอัคคีภัยได้อย่างแม่นยำ ส่งผลให้มีความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินเพิ่มมากขึ้น สามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ได้ตลอดเวลา มีต้นทุนและค่าใช้จ่ายที่ต่ำ การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบ พบว่าค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.70 ระดับดีมาก สามารถนำไปพัฒนาการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพิ่มการแจ้งเตือนผ่าน SMS หรือแอปพลิเคชันบนมือถือ และนำไปประยุกต์ใช้งานการตรวจสอบต่าง ๆ ในอนาคต

คำสำคัญ: ระบบตรวจสอบ, อัคคีภัย, หมู่บ้านจัดสรร, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, คลาวด์คอมพิวติ้ง

Abstract

This research aims to develop a fire incident detection system for housing estates using IoT and cloud computing technologies. The developed system consists of sensors for detecting smoke, temperature, humidity, and motion, which are connected to a microcontroller to collect data and transmit it to cloud computing for analysis and processing. The results are displayed

through a real-time web application. The results show that the system can accurately detect fire incidents and issue alerts, thus enhancing the safety of life and property. In addition, the system supports continuous device status monitoring and operates at low cost. A user satisfaction evaluation showed an average score of 4.70, indicating a very high level of satisfaction. Moreover, the system can be further enhanced for better efficiency, including integration with SMS alerts or mobile applications, as well as extension to other monitoring purposes in the future.

Keywords: Detection System, Fire Incident, Housing Estates, Internet of Things, Cloud Computing

1. บทนำ

การเกิดอัคคีภัยภายในสิ่งปลูกสร้างเป็นปัญหาที่มีผลกระทบต่อการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากไฟฟ้าลัดวงจร การจุดธูปเทียน และขั้นตอนในการประกอบอาหาร ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นการเผาไหม้วัสดุหรืออุปกรณ์ที่ติดไฟง่าย ทำให้ไฟลุกลามเร็วและยากต่อการควบคุม โดยเฉพาะในสถานที่ที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง เช่น อาคารสูงและหมู่บ้านจัดสรร [1] จากข้อมูลของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (ปภ.) กระทรวงมหาดไทย พบว่าในปี 2566 มีเหตุเพลิงไหม้ในประเทศไทยจำนวนมาก ส่วนใหญ่เกิดขึ้นในที่อยู่อาศัย ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายทั้งต่อชีวิตและทรัพย์สิน โดยเฉพาะในหมู่บ้านจัดสรรที่มีลักษณะบ้านพักอาศัยแบบติดกัน ซึ่งเสี่ยงต่อการลุกลามของไฟได้ง่าย [2] ขณะเดียวกัน รายงานจาก National Fire Protection Association (NFPA) ในสหรัฐอเมริกา ระบุว่าบ้านพักอาศัยยังคงเป็นแหล่งเกิดเหตุเพลิงไหม้สูงสุด โดยผู้เสียชีวิตจากเพลิงไหม้ในปี 2021 เกิดจากเหตุการณ์ในบ้าน [3] ข้อมูลเหล่านี้สะท้อนถึงความสำคัญของการพัฒนาระบบตรวจจับและแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้ที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่อยู่อาศัย เพื่อป้องกันและลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น

แม้จะมีการติดตั้งระบบตรวจจับอัคคีภัยในบางหมู่บ้านจัดสรรแล้ว แต่ระบบที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันยังคงมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น การพึ่งพาการตรวจสอบด้วยมนุษย์ การแจ้งเตือนที่ล่าช้า การไม่มีระบบบันทึกข้อมูลย้อนหลัง และการขาดการวิเคราะห์สถานะอัตโนมัติ ส่งผลให้เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้จริง ความเสียหายที่เกิดขึ้นมักรุนแรงมากกว่าที่ควรจะเป็น นอกจากนี้ ระบบเดิมส่วนใหญ่ไม่สามารถส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานหลายจุดในเวลาจริง (real-time) หรือไม่สามารถตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์อย่างต่อเนื่องได้

จากการศึกษาระบบตรวจจับอัคคีภัยที่ผ่านมา พบว่าแม้จะมีการพัฒนาโดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับควันหรือกล้องวงจรปิดร่วมกับระบบแจ้งเตือน แต่ยังไม่มีการผสานการทำงานของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) เข้ากับระบบประมวลผลข้อมูลบนคลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing) อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อรองรับการเก็บข้อมูล วิเคราะห์แนวโน้ม และแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์ได้ในระดับครัวเรือนอย่างเป็นระบบ อีกทั้งยังมีต้นทุนในการพัฒนาระบบเพื่อนำมาใช้งาน ที่ต่ำกว่าการใช้ระบบที่มีในปัจจุบัน

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ซึ่งสามารถตรวจจับข้อมูลจากเซนเซอร์หลายประเภท เช่น ควัน อุณหภูมิ และความเคลื่อนไหว มารวมเข้ากับระบบ คลาวด์คอมพิวติ้ง ที่สามารถประมวลผลและแสดงผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ต่อเนื่อง และมีความแม่นยำ พร้อมทั้งสามารถแจ้งเตือนผู้ใช้งานได้แบบเรียลไทม์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งจะช่วยลดความเสียหายจากเหตุอัคคีภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยจะมุ่งเน้นความแม่นยำในการตรวจจับเหตุการณ์ ความเร็วในการแจ้งเตือน ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน รวมไปถึงแสดงถึงข้อจำกัดของระบบที่พัฒนา

2. ขอบเขตงานวิจัย

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์ ใช้เซนเซอร์ตรวจจับควัน อุณหภูมิ ความชื้น และการเคลื่อนไหว ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อรวบรวมและประมวลผลข้อมูล

2.2 บริการคลาวด์คอมพิวติ้ง ใช้ในการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลที่ได้รับจากเซนเซอร์

2.3 การแสดงผลผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ข้อมูลจากระบบจะถูกนำเสนอผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานะของพื้นที่ได้แบบเรียลไทม์

2.4 กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างของหมู่บ้านจัดสรรจำนวน 32 หลังคาเรือน โดยสุ่มเลือกประชากรที่เป็นเจ้าของบ้านและเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย รวมทั้งหมด 30 คน เพื่อทดสอบและประเมินผลการทำงาน

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 ระบบการตรวจสอบ (Monitoring System) เป็นแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการเฝ้าระวัง วิเคราะห์ และแจ้งเตือนเกี่ยวกับสภาวะหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ก่อนที่จะเกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน [4] ในสถานการณ์ฉุกเฉินอย่างอัคคีภัย ระบบที่ดีควรสามารถดำเนินการในเชิงป้องกัน (Preventive) ได้ ไม่ใช่เพียงแจ้งเตือน (Reactive) เท่านั้น ซึ่งการทำงานของระบบตรวจสอบที่มีประสิทธิภาพควรมีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ การเก็บข้อมูล (Data Acquisition) การประมวลผลและวิเคราะห์ (Data Analysis) และการแจ้งเตือนหรือรายงานผล (Notification/reporting) โดยต้องทำงานแบบอัตโนมัติและทันเวลา เพื่อให้สามารถระงับเหตุได้ก่อนที่จะลุกลามเป็นวิกฤติ

3.1.2 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) เป็นแนวคิดที่อุปกรณ์และวัตถุสามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้โดยอัตโนมัติ โดยอาศัยเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย ช่วยให้อุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถเชื่อมต่อและสื่อสารกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต [5] ตัวอย่างเช่น การนำไมโครคอนโทรลเลอร์เชื่อมต่อกับเซนเซอร์ เพื่อทำหน้าที่ตรวจจับ อุณหภูมิ ควัน และความเคลื่อนไหว เพื่อนำข้อมูลไปประมวลผลร่วมกันเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการระบุเหตุการณ์

3.1.3 คลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing) เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้สามารถประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลจากเซนเซอร์ได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่ต้องใช้ฮาร์ดแวร์ภายในพื้นที่ ทำให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดต้นทุนในการดำเนินงาน ในงานวิจัยนี้ใช้โครงสร้างแบบ IaaS ผ่าน Amazon EC2 [6] ซึ่งช่วยให้ระบบสามารถขยายการประมวลผลตามปริมาณข้อมูลได้อย่างยืดหยุ่น อีกทั้งยังรองรับการแสดงผลข้อมูลผ่านเว็บในรูปแบบเรียลไทม์ และเก็บข้อมูลย้อนหลังเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มความเสี่ยงในอนาคต

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2.1 เครื่องตรวจจับควันและแจ้งเตือนเหตุการณ์ไฟไหม้ผ่าน LINE Notify ของ กุลธิดา ดีเม็ด และคณะ [7] ได้พัฒนาระบบใช้เซนเซอร์ตรวจจับควันและอุณหภูมิ พร้อมเสียงแจ้งเตือนและกล้องเว็บแคมถ่ายภาพพื้นที่ติดตั้งแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify เพื่อจัดการเหตุไฟไหม้ได้รวดเร็ว

3.2.2 การพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์ NMU-AQI สำหรับตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารแบบเวลาจริง ของ พงศธร ชมดี [8] ได้พัฒนาระบบโดยมีแนวคิดใช้อุปกรณ์ NMU-AQI ที่ตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบเรียลไทม์ ส่งข้อมูลทุก 1 ชั่วโมงไปยังเซิร์ฟเวอร์และแสดงผลผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารได้อย่างถูกต้อง รองรับอุปกรณ์ได้หลายตัว

3.2.3 ระบบแจ้งเตือนอัคคีภัยโดยใช้ภาพถ่ายความร้อนและภาพเหตุการณ์จริงแบบประหยัด ของ วุฒิชัย พรพัชรพงศ์และภัทราวัลย์ คำปลิว [9] ได้พัฒนาระบบโดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับควัน และก๊าซร่วมกับภาพถ่าย แจ้งเตือน เชื่อมต่อผ่าน WiFi ไปยัง Line Notify เพื่อเฝ้าระวังและตรวจจับสัญญาณที่อาจบ่งบอกถึงการเกิดอัคคีภัย

3.2.4 ชุดสาธิตระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบไร้สายโดยมีแนวคิดใช้อุปกรณ์สื่อสารแบบไร้สาย ของ พศวีร์ ศรีโหมด และคณะ [10] ได้พัฒนาระบบโดยการใช้อุปกรณ์หลายชุด แต่ละชุดทำหน้าที่ตรวจจับข้อมูลควันและความร้อนจากหลายจุด ส่งข้อมูลในรูปแบบไร้สายเชื่อมต่อผ่าน WiFi โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกรวบรวมที่ตัวรับข้อมูล เพื่อส่งสัญญาณเตือนด้วยหลอดไฟ และจอแสดงผล

3.2.5 ระบบเฝ้าระวังและแจ้งเตือนอัคคีภัยกองทัพเรือ จิตติ สัมภัตตะกุล และพีระพงษ์ พรมจันทร์ [11] ใช้ Smoke Detector และ Fire Alarm ส่งข้อมูลผ่าน WiFi แสดงผลผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการป้องกันไฟไหม้ ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งข้อมูลระหว่างเซนเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์มายังส่วนแสดงผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเห็นภาพรวมและวิเคราะห์สถานการณ์ได้ง่าย

3.2.6 ระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุกด้วยอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวอินฟราเรดแบบพาสซีฟบนพื้นฐานของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ของ อรรถพล อมาตย์กุล [12] ใช้เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวอินฟราเรดแบบพาสซีฟ (PIR) ในการตรวจจับผู้บุกรุก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยในระบบรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน

จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่ายังมีข้อจำกัดที่สำคัญในระบบตรวจจับอัคคีภัยแบบเดิมหลายประการ โดยเฉพาะในงานของ กุลธิดา ดีเม็ด และคณะ [7] พงศธร ชมดี [8] พศวีร์ ศรีโหมด และคณะ [10] ที่ใช้เซนเซอร์ตรวจจับควันและอุณหภูมิร่วมกับการแจ้งเตือน พบว่าแม้ระบบสามารถแจ้งเตือนได้รวดเร็ว แต่ยังขาดการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลังและไม่สามารถติดตามสถานะอุปกรณ์แบบเรียลไทม์ได้ งานของ วุฒิชัย พรพัชรพงศ์ และภัทราวัลย์ คำปลิว [9] ใช้ภาพถ่ายความร้อนร่วมกับเซนเซอร์ตรวจจับควัน ซึ่งให้ความแม่นยำสูงขึ้น แต่ยังจำกัดเฉพาะจุดติดตั้งและไม่สามารถตรวจสอบหลายพื้นที่พร้อมกันได้ ในขณะที่งานของ จิตติ สัมภัตตะกุล และพีระพงษ์ พรมจันทร์ [11] พัฒนาระบบแจ้งเตือนอัคคีภัยของกองทัพเรือ โดยใช้ Smoke Detector และ Fire Alarm ส่งข้อมูลผ่าน WiFi และแสดงผลผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ แต่ยังไม่มีการใช้เทคโนโลยีคลาวด์ เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลหรือจัดเก็บข้อมูลย้อนหลังอย่างเป็นระบบ อีกทั้งหากมีการนำเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวดังงานวิจัยของ อรรถพล อมาตย์กุล [12] จะทำให้สามารถระบุถึงสิ่งที่มีชีวิต เพื่อให้ความช่วยเหลือได้อย่างรวดเร็ว ลดความสูญเสีย ดังนั้น แม้ว่าจะมีการพัฒนาเทคโนโลยีตรวจจับอัคคีภัยโดยอาศัยเซนเซอร์และระบบประมวลผลต่าง ๆ จากงานวิจัยที่ผ่านมา แต่ยังไม่พบการบูรณาการเซนเซอร์หลายประเภทเข้ากับระบบประมวลผลบนคลาวด์แบบเรียลไทม์ รวมถึงการเพิ่มขีดความสามารถในการวิเคราะห์แนวโน้ม การตรวจสอบย้อนหลัง และการแสดงผลข้อมูลผ่านแพลตฟอร์มที่เข้าถึงได้สะดวก เช่น เว็บแอปพลิเคชัน อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบการมีอยู่ของบุคคลหรือสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ

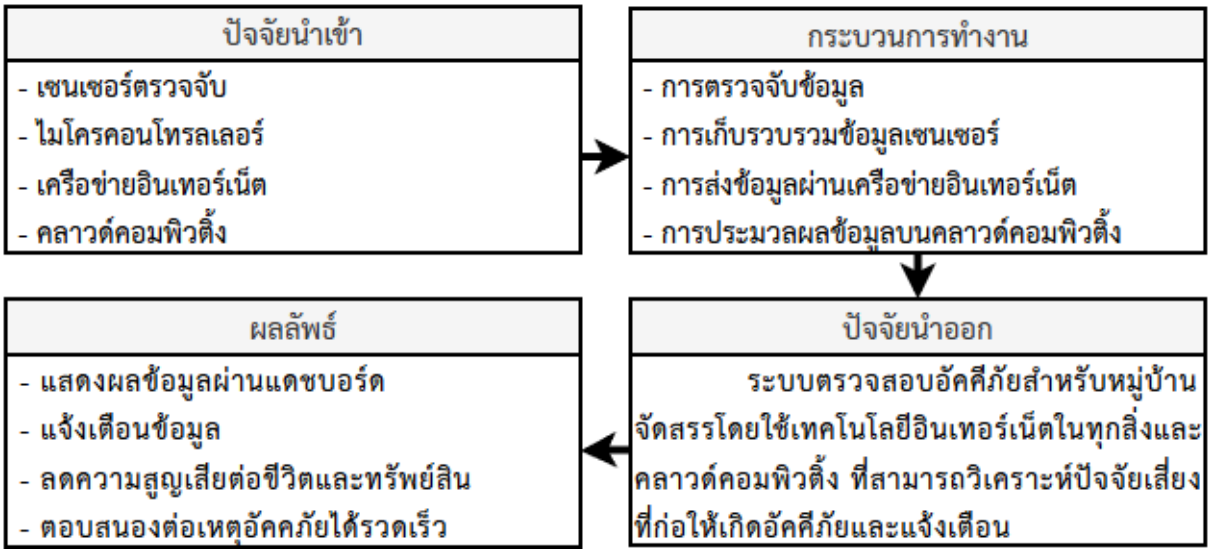
4. การดำเนินการวิจัย

การพัฒนาระบบตรวจสอบอัคคีภัยสำหรับหมู่บ้านจัดสรรโดยใช้เทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและคลาวด์คอมพิวติ้ง ใช้แนวทางการดำเนินการวิจัยตามกระบวนการ Software Development Life Cycle เพื่อทำให้การพัฒนา มีโครงสร้างที่ชัดเจนและสามารถปรับปรุงต่อเนื่องเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับหมู่บ้านจัดสรรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นหลักการสำคัญ 6 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความต้องการ (Requirement Analysis)

ศึกษาความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอัคคีภัยในหมู่บ้านจัดสรร วิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งาน เช่น เจ้าของบ้าน ผู้ดูแลหมู่บ้าน ยามรักษาความปลอดภัยของหมู่บ้าน หน่วยดับเพลิง จากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยมีแนวคิดนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ที่ประกอบไปด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 เป็นชิป

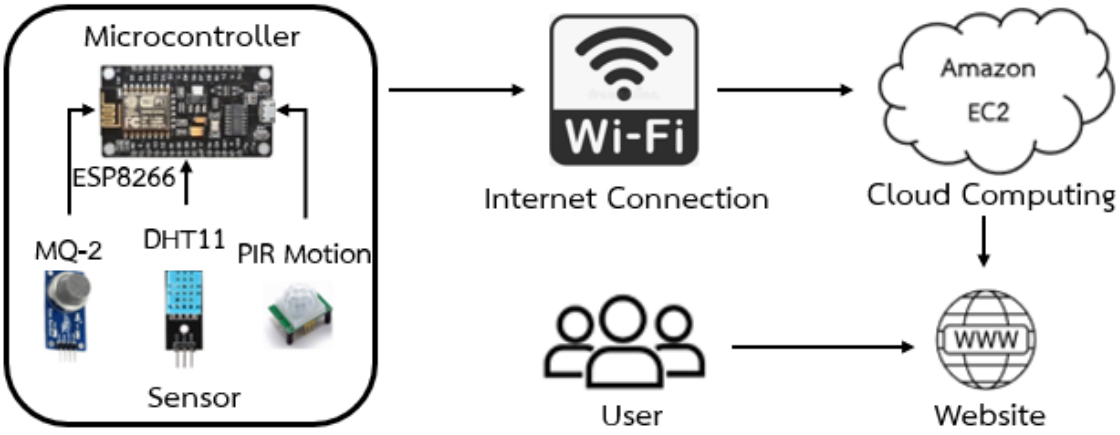
ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มาพร้อม WiFi ในตัว รองรับการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาหลากหลาย เซนเซอร์ตรวจจับควัน (MQ-2 Smoke Gas Sensor) ทำหน้าที่ตรวจจับแก๊ส มีเทน แอลพีจี ควันไฟ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ฯลฯ เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิและความชื้น (DHT11 Temperature and Humidity Sensor) ทำหน้าที่วัดอุณหภูมิ (0-50°C) และความชื้น (20-90% RH) มีความแม่นยำสูงและตอบสนองรวดเร็ว เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (PIR Motion Sensor) ทำหน้าที่ตรวจจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์หรือสัตว์ด้วยอินฟราเรด อุปกรณ์ทั้งหมดจะทำงานร่วมกันเพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบข้อมูลและส่งไปยังเทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวติ้งซึ่งจะทำหน้าที่บันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลที่ติดตั้งไว้และนำข้อมูลไปประมวลผลข้อมูลเพื่อตรวจสอบหาความผิดปกติ การทำงานของระบบใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านเครือข่ายไร้สาย เพื่อทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน มีการแสดงผลการตรวจสอบผ่านเว็บแอปพลิเคชัน หากมีเหตุการณ์ที่ผิดปกติจะมีการเปลี่ยนแปลงสีของไอคอนหรือสัญลักษณ์ในหน้าของเว็บเพจ และส่งสัญญาณเสียงเพื่อแจ้งเตือน ทั้งนี้ในการเลือกใช้อุปกรณ์ตรวจจับ เช่น เซนเซอร์ควัน MQ-2 และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น DHT11 คณะวิจัยได้พิจารณาให้มีคุณสมบัติสอดคล้องกับมาตรฐานอุปกรณ์แจ้งเตือนไฟไหม้ เช่น มาตรฐาน NFPA 72 (National Fire Alarm and Signaling Code) ที่ระบุถึงแนวทางการออกแบบและติดตั้งระบบแจ้งเตือนไฟไหม้ และมาตรฐาน UL 268 สำหรับเครื่องตรวจจับควัน เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือและความปลอดภัยในการใช้งานจริง โดยเฉพาะในพื้นที่อยู่อาศัยที่มีความเสี่ยงจากอัคคีภัยสูง อุปกรณ์ที่เลือกใช้แม้จะมีต้นทุนต่ำแต่ยังคงสามารถปรับใช้งานให้มีประสิทธิภาพตามแนวทางของมาตรฐานสากลได้อย่างเหมาะสม



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

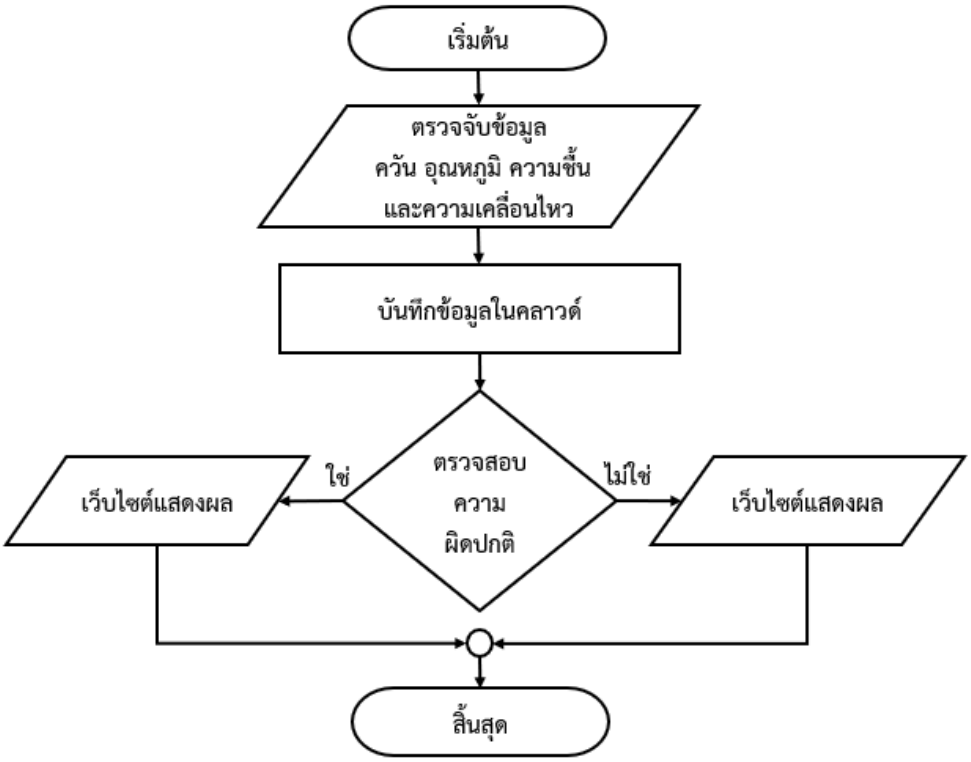
4.2 การออกแบบระบบ (System Design)

4.2.1 การออกแบบระบบตรวจสอบอัคคีภัยสำหรับหมู่บ้านจัดสรรโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและคลาวด์คอมพิวติ้ง ประกอบด้วยส่วนทำงานหลักดังนี้ ส่วนที่หนึ่ง การตรวจสอบข้อมูลประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เซนเซอร์ตรวจจับควัน เซนเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ และเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว ส่วนที่สอง การจัดเก็บข้อมูลและประมวลผลข้อมูล ซึ่งใช้ระบบคลาวด์คอมพิวติ้ง Amazon Elastic Compute Cloud ที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Ubuntu Server เว็บเซอร์เวอร์ Apache โปรแกรมภาษา PHP และระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL Server ส่วนที่สาม การแสดงผลการวิเคราะห์และแจ้งเตือนผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

4.2.2 ขั้นตอนการทำงานระบบตรวจสอบอัคคีภัยสำหรับหมู่บ้านจัดสรรโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและคลาวด์คอมพิวติ้ง แสดงกระบวนการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการทำงาน ดังรูปที่ 3 แผนผังการทำงานของระบบ ระบบเริ่มต้นด้วยการตรวจจับข้อมูลจากเซนเซอร์ที่ทำหน้าที่ตรวจจับควัน อุณหภูมิ ความชื้น และการเคลื่อนไหว โดยส่งข้อมูลผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังคลาวด์คอมพิวติ้ง เพื่อประมวลผลและจัดเก็บลงฐานข้อมูล จากนั้นระบบจะแสดงผลแบบเรียลไทม์ผ่านเว็บไซต์ พร้อมส่งสัญญาณเตือนเมื่อพบความผิดปกติ และวนลูปการทำงานอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

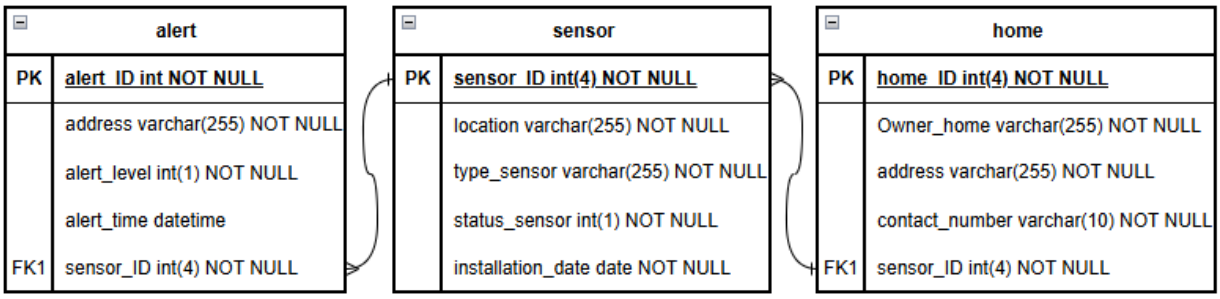


รูปที่ 3 แผนผังการทำงานของระบบ

4.3 การพัฒนาและการติดตั้งระบบ (Implementation & Development)

4.3.1 ติดตั้งซอฟท์แวร์บนคลาวด์คอมพิวติ้ง

4.3.2 ออกแบบฐานข้อมูลบนคลาวด์คอมพิวติ้ง ดังรูปที่ 4 แสดงแผนผังข้อมูลแบบสัมพันธ์ของฐานข้อมูลที่ประกอบไปด้วย ตารางข้อมูล Alert ตารางข้อมูล Sensor และ ตารางข้อมูล Home มีรายการข้อมูลภายในตารางข้อมูล ดังตารางที่ 1



รูปที่ 4 แผนผังข้อมูลแบบสัมพันธ์ของฐานข้อมูล

ตารางที่ 1 รายการข้อมูลในตารางข้อมูล

ตารางข้อมูล Alert		
PK	alert_ID	ลำดับหมายเลขของการแจ้งเตือน
	address	บ้านที่ติดตั้ง
	alert_level	สถานะของการแจ้งเตือน
FK	sensor_ID	หมายเลขของเซนเซอร์
ตารางข้อมูล Sensor		
PK	sensor_ID	ลำดับหมายเลขของเซนเซอร์
	location	สถานที่ติดตั้ง เช่น ห้องนอน ห้องนั่งเล่น ห้องครัว
	type_sensor	ชนิดของเซนเซอร์
	status_sensor	สถานะของเซนเซอร์
	value_sensor	ค่าที่ตรวจจับ
	Insatallation_date	วันที่ติดตั้งเซนเซอร์
ตารางข้อมูล Home		
PK	home_ID	ลำดับหมายเลขของบ้าน
	Owner_home	ชื่อเจ้าของบ้าน
	address	บ้านที่ติดตั้ง
	contact_number	เบอร์ติดต่อ
FK	sensor_ID	หมายเลขของเซนเซอร์

4.3.3 การเขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อเชื่อมต่อเซนเซอร์และส่งข้อมูลไปยังคลาวด์คอมพิวติ้ง

4.3.4 การเขียนโปรแกรมส่งข้อมูลระหว่างอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งกับคลาวด์คอมพิวติ้ง ดังรูปที่ 5

4.3.5 การพัฒนาเว็บแดชบอร์ดสำหรับแสดงผลข้อมูล

```
void sendDataToServer(const String& temperature, const String& smoke, const String& motionStatus) {
        if(WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
          HTTPClient http; http.begin(wifiClient, serverName);
          http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-urlencoded");
          String httpRequestData = "address =" + home_number + "&location =" + location +
                                   "&temperature =" + temperature + "&smoke =" + smoke +
                                   "&motion =" + motionStatus;
int httpResponseCode = http.POST(httpRequestData);
handleServerResponse (httpResponseCode, http);
http.end();}}
```

รูปที่ 5 ตัวอย่างซอร์สโค้ดคำสั่งการส่งข้อมูลของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งกับคลาวด์คอมพิวติ้ง

4.4 การทดสอบระบบ (Testing)

4.4.1 ทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ โมดูลสื่อสาร และการทำงานของคลาวด์คอมพิวติ้ง

4.4.2 ทดสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพ ระยะเวลาการแจ้งเตือน การใช้พลังงาน และความเสถียรของระบบ

4.4.3 ทดสอบภาคสนาม ติดตั้งระบบจริงในหมู่บ้านจัดสรรและสังเกตการทำงานภายใต้สถานการณ์จำลอง

4.4.4 การเลือกสุ่มกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือผู้พักอาศัยและเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยในหมู่บ้านจัดสรรแห่งหนึ่ง จำนวน 30 คน จากจำนวนประชากรทั้งหมด 32 หลังคาเรือน โดยคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างจากสูตรของ ทาโร ยามาเน [13] ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งได้จำนวนที่เหมาะสมกับประชากรกลุ่มเป้าหมาย การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากรายชื่อผู้อยู่อาศัยและเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนประชากรอย่างเหมาะสม และลดอคติที่อาจเกิดขึ้นในการคัดเลือก

4.5 การนำไปใช้งาน (Deployment)

4.5.1 ติดตั้งระบบในหมู่บ้านจัดสรรที่เป็นพื้นที่ทดสอบ

4.5.2 อบรมผู้ใช้งานเกี่ยวกับวิธีการใช้งานระบบและการตอบสนองเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

4.5.3 ให้บริการสนับสนุนทางเทคนิคและการดูแลระบบ

4.5.4 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อระบบ คณะวิจัยเลือกใช้เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือแบบสอบถามความพึงพอใจต่อระบบตรวจสอบอัคคีภัยสำหรับหมู่บ้านจัดสรรโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและคลาวด์คอมพิวติ้ง ซึ่งผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน และมีการทดสอบหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability Test) ของแบบสอบถามโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.82 แสดงว่าแบบสอบถามมีความเชื่อถือได้ในระดับดี

4.6 การบำรุงรักษาและปรับปรุงระบบ (Maintenance & Enhancement)

4.6.1 ตรวจสอบและแก้ไขปัญหา

4.6.2 วิเคราะห์ข้อมูลจากระบบเพื่อนำไปปรับปรุงประสิทธิภาพ

4.6.3 พัฒนาเวอร์ชันใหม่ของระบบเพื่อรองรับอุปกรณ์ที่ทันสมัยขึ้นและเพิ่มฟีเจอร์ใหม่

5. ผลการวิจัย

จากการพัฒนาระบบตรวจสอบอัคคีภัยสำหรับหมู่บ้านจัดสรรโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและคลาวด์คอมพิวติ้ง แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนที่หนึ่งการตรวจสอบข้อมูล และส่วนที่สองการแสดงผลข้อมูล

รูปที่ 6 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับข้อมูล

การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบข้อมูล ดังรูปที่ 6 ประกอบด้วยเซนเซอร์ตรวจจับควัน อุณหภูมิ ความชื้น และการเคลื่อนไหว ในการทำงานของส่วนตรวจสอบข้อมูลจะทำหน้าที่ตรวจจับข้อมูลจากเซนเซอร์ และส่งข้อมูลที่ตรวจจับได้ไปบันทึกลงในฐานข้อมูลบนคลาวด์คอมพิวติ้ง ข้อมูลที่ถูกบันทึกในฐานข้อมูล จะถูกนำไปวิเคราะห์และประมวลผลเพื่อพิจารณาถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น ๆ ว่า ปกติ หรือผิดปกติ และนำผลลัพธ์ที่ได้ไปแสดงผลต่อไป

รูปที่ 7 แสดงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน

การแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน ดังรูปที่ 7 เป็นการแสดงสถานะของห้องต่าง ๆ ภายในบ้านที่ติดตั้งระบบ โดยใช้สีและสัญลักษณ์เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจและติดตามสถานการณ์ต่างๆ แถบสีแสดงเป็นสีเขียว สีส้ม หรือสีแดง หมายถึงบ้านนี้ได้รับการตรวจสอบ โดยสีเขียวมีความหมายว่าสถานะปกติ สีส้มมีความหมายว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัย สีแดงคือเกิดอัคคีภัย โดยในส่วนของสีส้มกับสีแดงนั้น คณะวิจัยนำข้อมูลของความเคลื่อนไหวเข้ามาพิจารณา หากการตรวจสอบพบความผิดปกติแต่มีการเคลื่อนไหวจะแสดงเป็นสีส้ม ในขณะที่การตรวจสอบพบความผิดปกติและไม่พบการเคลื่อนไหวจะแสดงเป็นสีแดง และสุดท้ายหากมีสีเทาแสดงว่าไม่มีการตรวจสอบหรือระบบมีปัญหา ในส่วนของสัญลักษณ์ อุณหภูมิ ควัน และการเคลื่อนไหวนั้น หากมีสีดำแสดงว่าตรวจสอบไม่พบความผิดปกติหรือไม่มีการเคลื่อนไหว และในทางกลับกันถ้าเป็นสีแดง แสดงว่าตรวจสอบพบความผิดปกติหรือมีการเคลื่อนไหว

ตารางที่ 2 การทดสอบในส่วนของอุปกรณ์

ครั้งที่	ควัน	อุณหภูมิ	เคลื่อนไหว	แจ้งเตือน	สี	สถานการณ์จำลอง
1	พบ	ไม่พบ	พบ	แจ้งเตือน	สีส้ม	จุดธูปภายในห้อง
2	พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	แจ้งเตือน	สีแดง	จุดธูปภายในห้อง
3	พบ	พบ	พบ	แจ้งเตือน	สีส้ม	เผากระดาษภายในห้อง
4	พบ	พบ	ไม่พบ	แจ้งเตือน	สีแดง	เผากระดาษภายในห้อง
5	ไม่พบ	พบ	พบ	แจ้งเตือน	สีส้ม	ต้มน้ำในหม้อไฟฟ้าภายในห้อง
6	ไม่พบ	พบ	ไม่พบ	แจ้งเตือน	สีแดง	ต้มน้ำในหม้อไฟฟ้าภายในห้อง
7	ไม่พบ	พบ	พบ	แจ้งเตือน	สีส้ม	เป่าลมร้อนจากไดร์เป่าผมใส่อุปกรณ์
8	ไม่พบ	พบ	ไม่พบ	แจ้งเตือน	สีแดง	เป่าลมร้อนจากไดร์เป่าผมใส่อุปกรณ์
9	ไม่พบ	ไม่พบ	พบ	แจ้งเตือน	สีเขียว	ไม่มีเหตุการณ์
10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	แจ้งเตือน	สีเขียว	ไม่มีเหตุการณ์

การทดสอบโดยการจำลองสถานการณ์ที่หลากหลายที่อาจส่งผลต่อการตรวจสอบ โดยติดตั้งอุปกรณ์ในระยะไม่เกิน 5 เมตร ภายในห้องขนาด 9 ตารางเมตร จากผลการทดสอบระบบตรวจสอบอัคคีภัยสำหรับหมู่บ้านจัดสรรโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและคลาวด์คอมพิวติ้ง ดังตารางที่ 2 พบว่าสามารถตรวจจับความร้อนและควันได้อย่างแม่นยำ แต่ไม่สามารถตรวจจับควันที่เกิดจากไอน้ำได้ ผลลัพธ์นี้แสดงถึงข้อจำกัดของเซนเซอร์ ในการแยกแยะควันที่มีลักษณะเป็นไอน้ำและควันที่เกิดจากการเผาไหม้

ตารางที่ 3 ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้งานระบบ

รายการ	$\bar{x}$	SD	ผลการประเมิน
ด้านการแสดงผล			
การแสดงข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสมกับหน้าจอ	4.60	0.49	ดีมาก
การแสดงข้อมูลที่เข้าใจง่ายและไม่ซับซ้อน	4.70	0.46	ดีมาก
ความสะดวกในการดูข้อมูลที่แสดงผลตามสถานการณ์	4.80	0.40	ดีมาก
ความสามารถในการแสดงผลข้อมูลจากหลายแหล่งที่มา	4.80	0.40	ดีมาก
ด้านการใช้งาน			
ความสะดวกในการดูข้อมูลย้อนหลัง	4.67	0.54	ดีมาก
ความสะดวกในการดูสถานะระบบออนไลน์	4.70	0.46	ดีมาก
ความชัดเจนของสัญลักษณ์หรือการแสดงสถานะ	4.60	0.49	ดีมาก
ด้านการแจ้งเตือน			
ประสิทธิภาพของการแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ	4.63	0.55	ดีมาก
ความชัดเจนในการแสดงผลเมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ	4.70	0.46	ดีมาก
ความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลสำคัญเมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ	4.77	0.42	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	**4.70**	**0.47**	ดีมาก

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบตรวจสอบอัคคีภัยสำหรับหมู่บ้านจัดสรรโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและคลาวด์คอมพิวติ้ง ดังตารางที่ 3 แบ่งเป็น 3 ด้านหลัก ได้แก่ ด้านการแสดงผล มีค่าเฉลี่ยรวม 4.73 อยู่ในระดับดีมาก ด้านการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยรวม 4.66 อยู่ในระดับดีมาก ด้านการแจ้งเตือน มีค่าเฉลี่ยรวม 4.70 อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยทุกด้านรวม 4.70 อยู่ในระดับดีมาก โดยค่าคะแนนมากที่สุดในเรื่องความสะดวกในการดูข้อมูลที่แสดงผลตามสถานการณ์ และความสามารถในการแสดงผลข้อมูลจากหลายแหล่งที่มา มีค่าเฉลี่ยที่ 4.80 ค่าคะแนนต่ำสุดในเรื่องการแสดงข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสมกับหน้าจอ และความชัดเจนของสัญลักษณ์หรือการแสดงสถานะ มีค่าเฉลี่ยที่ 4.60

การทดสอบความแตกต่างของความพึงพอใจระหว่างกลุ่มผู้ใช้งาน ทำการวิเคราะห์โดยใช้ Independent Samples t-test เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความพึงพอใจระหว่าง กลุ่มเจ้าของบ้าน (n=25) และ เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย (n=5) ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจระหว่างกลุ่มผู้ใช้งานโดยใช้การวิเคราะห์ t-test พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งในด้านการแสดงผล ด้านการแจ้งเตือน และด้านการใช้งาน

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบความพึงพอใจระหว่างกลุ่ม

รายการ	t-statistic	p-value	ผลการแปลความหมาย
ด้านการแสดงผล	2.03	0.052	ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ด้านการใช้งาน	1.85	0.075	ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ด้านการแจ้งเตือน	1.85	0.074	ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ด้านการแสดงผล ด้านการใช้งาน และด้านการแจ้งเตือน

ความสัมพันธ์	r	p-value	ผลการแปลความหมาย
การแสดงผลกับการใช้งาน	0.960	0.001	ความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูงมาก
การใช้งานกับการแจ้งเตือน	0.923	0.001	ความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูงมาก
การแจ้งเตือนกับการแสดงผล	0.874	0.001	ความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูงมาก

จากตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความพึงพอใจ พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทุกคู่ของตัวแปร ได้แก่ ด้านการแจ้งเตือนกับด้านการแสดงผล ($r = 0.87$, $p < 0.001$), ด้านการใช้งานกับด้านการแจ้งเตือน ($r = 0.92$, $p < 0.001$) และด้านการแสดงผลกับด้านการใช้งาน ($r = 0.96$, $p < 0.001$) สะท้อนให้เห็นว่า ความพึงพอใจในด้านใดด้านหนึ่งของระบบมีอิทธิพลต่อการรับรู้เชิงบวกในด้านอื่น ๆ ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความสามารถในการใช้งานของระบบส่งผลต่อภาพรวมของความพึงพอใจในระบบอย่างมีนัยสำคัญ

6. สรุปและอภิปรายผล

การพัฒนาระบบตรวจสอบอัคคีภัยสำหรับหมู่บ้านจัดสรรโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและคลาวด์คอมพิวติ้ง พบว่าระบบสามารถวิเคราะห์ข้อมูลสภาพแวดล้อมโดยใช้การตรวจจับจากควัน อุณหภูมิ และความ

เคลื่อนไหว และบันทึกข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลทั้งในกรณีปกติและผิดปกติ แสดงผลในรูปของเว็บแอปพลิเคชันได้อย่างถูกต้อง สามารถรับรู้ข้อมูลความเสี่ยงการเกิดอัคคีภัย และจุดเกิดเหตุได้ทันที โดยการทดลองนำไปใช้กับผู้ใช้งานจำนวน 30 คน ผลสำรวจการใช้งานของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ มีคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ที่ 4.70 อยู่ในระดับดีมาก แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ ตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ได้ตลอดเวลา มีต้นทุนและค่าใช้จ่ายที่ต่ำ อีกทั้งยังสามารถวิเคราะห์ พยากรณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ จากข้อมูลที่บันทึกไว้ในระบบฐานข้อมูลได้ อย่างไรก็ตามระบบยังมีข้อจำกัดของเซนเซอร์ ในการตรวจจับควันที่มีปริมาณน้อยมาก ขอบเขตพื้นที่ในการตรวจจับที่จำกัด และไม่สามารถตรวจสอบกลุ่มควันที่เกิดจากไอน้ำได้

การทดลองในสถานการณ์จำลองอัคคีภัยที่หลากหลาย เพื่อเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ จากการทดสอบในสถานการณ์จำลอง 10 ครั้ง (ตามตารางที่ 2) พบว่าเซนเซอร์สามารถตรวจจับเหตุอัคคีภัยได้ถูกต้องใน 8 ครั้ง (Accuracy 80%) โดยมี False Negative จำนวน 2 ครั้ง ซึ่งเกิดจากการไม่สามารถแยกแยะไอน้ำจากควันไฟได้ ทั้งนี้ ความไวในการตรวจจับของระบบอยู่ที่ 83.3% และค่าเฉลี่ยของเวลาตอบสนองจากการตรวจจับถึงการแสดงผลอยู่ที่ประมาณไม่เกิน 1 นาที ซึ่งหากเกิดเหตุการณ์จริงยังสามารถแก้ไขหรือบรรเทาปัญหาการสูญเสียได้ ผลลัพธ์เหล่านี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของระบบในการใช้งานจริง และยังเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบให้มีความแม่นยำยิ่งขึ้นในอนาคต เช่น การใช้เซนเซอร์ที่สามารถจำแนกชนิดของควันได้

ปัจจุบันระบบตรวจจับเหตุเพลิงไหม้ในท้องตลาดจำนวนมากอาศัยอุปกรณ์ตรวจจับแบบพื้นฐาน เช่น เซนเซอร์ตรวจจับควัน หรือ เซนเซอร์ตรวจจับความร้อน ซึ่งเชื่อมต่อกับระบบการแจ้งเตือน โดยไม่มีการจัดเก็บข้อมูลย้อนหลัง ไม่มีระบบวิเคราะห์แนวโน้มเหตุการณ์ และไม่สามารถแสดงผลหรือแจ้งเตือนในแบบเรียลไทม์ผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่หรือเว็บไซต์ ในขณะที่ระบบที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ร่วมกับคลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing) ซึ่งมีข้อได้เปรียบที่ชัดเจนในด้าน 1) ความสามารถในการตรวจจับข้อมูลจากหลายเซนเซอร์พร้อมกัน (ควัน อุณหภูมิ ความชื้น และการเคลื่อนไหว) ทำให้สามารถวิเคราะห์เหตุการณ์ได้แม่นยำขึ้น 2) การแจ้งเตือนแบบ เรียลไทม์ ผ่านระบบออนไลน์ ซึ่งช่วยลดระยะเวลาในการตอบสนอง 3) ระบบสามารถ จัดเก็บข้อมูลย้อนหลัง เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงหรือปรับปรุงระบบ 4) มีต้นทุนการติดตั้งที่ต่ำกว่าระบบเชิงพาณิชย์หลายระบบ เนื่องจากใช้ฮาร์ดแวร์แบบ open source เช่น ESP8266 และเซนเซอร์ราคาประหยัด จากข้อได้เปรียบข้างต้น ทำให้ระบบที่พัฒนานี้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในระดับครัวเรือนหรือชุมชนที่ต้องการระบบแจ้งเตือนอัคคีภัยที่ทั้งมีประสิทธิภาพและต้นทุนต่ำ

ข้อจำกัดของงานวิจัย การทดลองระบบในงานวิจัยนี้ดำเนินการภายใต้สภาพแวดล้อมจำลองภายในหมู่บ้านจัดสรรเพียงแห่งเดียว และภายในห้องที่มีขนาดจำกัด ประมาณ 9 ตารางเมตร จึงอาจไม่สะท้อนถึงประสิทธิภาพของระบบในพื้นที่ขนาดใหญ่หรือพื้นที่เปิดโล่ง อีกทั้ง จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบระบบมีเพียง 30 คน ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อการสรุปแนวโน้มการใช้งานในระดับประชากรทั่วไป โดยเฉพาะกลุ่มผู้ใช้งานที่มีความหลากหลายด้านอายุ อาชีพ หรือประสบการณ์ทางเทคโนโลยี และการประเมินระบบยังไม่ได้ดำเนินการในสถานการณ์ฉุกเฉินจริง ดังนั้นผลการประเมินอาจยังไม่สะท้อนประสิทธิภาพของระบบในสถานการณ์ที่มีแรงกดดันหรือปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจำลองได้ในการทดลอง

7. ข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้สามารถนำไปพัฒนาให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้นในด้านการตรวจสอบ โดยเลือกใช้เซนเซอร์ที่มีความไวสูงในการตรวจจับ ครอบคลุมพื้นที่กว้างมากขึ้น เพิ่มการตรวจสอบชนิดอื่น ๆ ที่เป็นปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดเหตุการณ์ที่ผิดปกติ การแจ้งเตือนผ่าน SMS หรือแอปพลิเคชันบนมือถือ และนำไปประยุกต์ใช้งานการตรวจสอบต่าง ๆ ในอนาคต

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างสูงต่อ คณาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ได้มอบความรู้ แนวทางในการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ สนับสนุนด้านอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่สำหรับดำเนินการพัฒนา ทดลองและทดสอบระบบ

9. เอกสารอ้างอิง

[1] เชิดศิริ นิลผาย, ฌาน ปัทมะ พลยง, ชนพร พลดงนอก และ อารยา ดำช่วย, “การประเมินความเสี่ยงและความพร้อมในการป้องกันและระงับอัคคีภัยของประชาชน ชุมชนบางไส้ไก่ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร,” *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, ปีที่ 12, ฉบับที่ 1, หน้า 12-20, มกราคม-มิถุนายน 2567.

[2] ศูนย์ข้อมูลสาธารณภัย, “*สถิติสาธารณภัย ปี 2566*,” [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ: https://datacenter.disaster.go.th/datacenter/cms/8670?id=108628 (เข้าถึงเมื่อ: 30 มีนาคม 2568).

[3] NFPA, “*Home Structure Fires*.” [Online]. Available: https://www.nfpa.org/education-and-research/research/nfpa-research/fire-statistical-reports/home-structure-fires (Accessed: March. 30, 2025).

[4] นรินทร์ พนาวาส, “การพัฒนาระบบเฝ้าระวังความปลอดภัยห้องดาต้าเซ็นเตอร์ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง,” *วารสารสหศาสตร์ศรีปทุม ชลบุรี*, ปีที่ 10, ฉบับที่ 1, หน้า 61-76, มกราคม - เมษายน 2567.

[5] เฉลิมขวัญ ศิริพันธุ์, สิรวิชญ์ ตันตรา และ ภูมิพัฒก์ จบกลศึก, “ระบบแจ้งเตือนแสดงผลสภาพอากาศสำหรับการฝึกนักเรียนนายเรืออากาศ โดยใช้ IoT,” *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนายเรืออากาศ*, ปีที่ 21, ฉบับที่ 1, หน้า 94–106, มกราคม - มิถุนายน 2568.

[6] A. Choudhary, P. K. Verma, and P. Rai, “A walkthrough of amazon elastic compute cloud (Amazon EC2): a review,” *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, vol. 9, no. 11, pp. 93-97, November 2021.

[7] กุลธิดา ดีเม็ด, ศิรินภา บัวเก่า, ธนพงศ์ นิตยประภา และ ธงรบ อักษร, “เครื่องตรวจจับและแจ้งเตือนเหตุการณ์ไฟไหม้ Line Notify,” *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งรัตนโกสินทร์*, ปีที่ 5, ฉบับที่2, หน้า 87-97, พฤษภาคม - สิงหาคม 2566.

[8] P. Chomdee, “Development of Prototype NMU-AQI Device for Real-Time Monitoring of Indoor Air Quality,” *Journal of Applied Science and Emerging Technology*, vol 22, no. 2, pp. e246935, 2023.

[9] วุฒิชัย พรพัชรพงศ์ และ ภัทราวัลย์ คำปลิว, “ระบบแจ้งเตือนอัคคีภัยโดยใช้ภาพถ่ายความร้อนและภาพเหตุการณ์จริงแบบประหยัด,” *วารสารวิชาการ การจัดการเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, ปีที่ 9, ฉบับที่ 1, หน้า 73-82, มกราคม - มิถุนายน 2565.

[10] พศวีร์ ศรีโหมด, เติมพงษ์ ศรีเทศ, เอกชัย ดีศิริ และ ธนภัทร พรหมวัฒนภักดี, “ชุดสาธิตระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบไร้สาย,” ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 16*, กรุงเทพมหานคร, 28 ตุลาคม 2564, หน้า 2173-2182.

[11] จิตติ สัมภัตตะกุล และ พีระพงษ์ พรมจันทร์, “การพัฒนาระบบเฝ้าระวัง และแจ้งเตือนอัคคีภัยกองทัพเรือ,” *วารสารวิชาการ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ*, ปีที่ 7, ฉบับที่ 1, หน้า 96-108, มกราคม - มิถุนายน 2564.

[12] อรรถพล อมาตย์กุล, “*ระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุกด้วยอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวอินฟราเรดแบบพาสซีฟบนพื้นฐานของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง*,” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี, 2564.

[13] OLONITE, Oluyemi Ayodele, *“Olonite Sampling Technique and Taro Yamane Sampling Method: The Paradigm Shift.”* [Online]. Available: https://ssrn.com/abstract=3994018 (Accessed: July. 1, 2021).