

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Maharakham University

บทความวิจัย

เบรกเกอร์อัตโนมัติสำหรับป้องกันการเกิดอัคคีภัย

Automatic circuit breaker for fire protection

เอกราช อาจเจริญ1, พีรวัส ชะนวนรัมย์2, สุชาติ คุ้มมะณี3

1,2,3 ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

61011212003@msu.ac.th, 61011212056@msu.ac.th, suchart.k@msu.ac.th

บทคัดย่อ

จากคำสาขานิตที่ กล่าวไว้ว่า “โจรปล้นสิบ ครั้ง ไม่ เท้าไฟไหม้ครั้งเดียว” นั้นเป็นความจริงอย่างยิ่ง เพราะอัคคีภัยมีอำนาจทำลายทรัพย์สินได้สูงมากกว่าการถูกขโมยหลายร้อยเท่า จากการสำรวจพบว่าสาเหตุของการเกิดอัคคีภัย 3 ลำดับแรกสำหรับประเทศไทยนั้น คือ 1) การเผาขยะและหญ้าแห้ง 2) กระแสไฟฟ้าลัดวงจร และ 3) การใช้เชื้อเพลิงผิดวิธี แต่เมื่อเสพข่าวจากสื่อในปัจจุบันพบว่า จำเลยของสังคมเมื่อเกิดไฟไหม้จะกลายเป็นกระแสไฟฟ้าลัดวงจรเสมอๆ ซึ่งค่อนข้างบิดเบือนไปจากความเป็นจริง

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงได้ศึกษานวัตกรรมต้นแบบสำหรับลดปัญหาการเกิดอัคคีภัยซึ่งเกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรขึ้นเรียกว่า “เบรกเกอร์อัจฉริยะสำหรับป้องกันการเกิดอัคคีภัยจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร” หรือเรียกสั้น ๆ ว่า “สมาร์ทเบรกเกอร์” โดยมีคุณสมบัติที่โดดเด่น คือ สามารถมองเห็น ได้กลิ่น และสัมผัสถึงสาเหตุที่กำลังจะเกิดและเกิดอัคคีภัยแล้วได้ พร้อมกับความสามารถในการรายงานความผิดปกติที่ตรวจจับได้ไปยังระบบโทรศัพท์สมาร์ทโฟนเพื่อแจ้งให้กับเจ้าของทรัพย์สินได้ทราบก่อนเกิดความเสียหายอย่างทันท่วงที โดยอาศัยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเป็นแกนหลักในการพัฒนานวัตกรรมดังกล่าว

คำสำคัญ: อัคคีภัย กระแสไฟฟ้าลัดวงจร สมาร์ทเบรกเกอร์ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

1. บทนำ

อัคคีภัย [1] หมายถึง ภัยอันตรายอันเกิดจากไฟที่ขาดการควบคุมดูแล ทำให้เกิดการติดต่อกลุกลามไปตามบริเวณที่มีเชื้อเพลิงและเกิดการลุกลามต่อเนื่องสร้างความสูญเสียให้ทรัพย์สินและชีวิต “ไฟ” เป็นปฏิกิริยาเคมีชนิดหนึ่งที่เรารู้จักกันคือ “การเผาไหม้” ซึ่งเป็นปฏิกิริยาร่วมระหว่างองค์ประกอบ 3 สิ่งได้แก่ เชื้อเพลิง (Fuel) ออกซิเจน (Oxygen) และความร้อน (Heat) ในสภาวะที่เหมาะสมแล้วให้พลังงานออกมาในรูปของพลังงานความร้อนและพลังงานแสงสว่าง [2] จากสถิติตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 ถึง ก.พ. 2564 ของสำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กทม. [3] พบว่าไฟไหม้ที่มีสาเหตุมาจากไฟฟ้าลัดวงจรมีจำนวนทั้งสิ้น 2,810 ครั้ง โดยมีประชาชนได้รับบาดเจ็บรวมแล้ว 475 ราย เสียชีวิต 56 ราย ทรัพย์สินที่เสียหายไปมีมูลค่ามากมายยากที่จะประเมินได้ ถ้าจะกล่าวถึงมาตรการการรับมือกับอัคคีภัยที่ดีที่สุดก็คือ การป้องกันก่อนเกิดไฟไหม้นั่นเอง ซึ่งมีหลายหน่วยงานของภาครัฐที่กำหนดกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ในการควบคุมการเกิดอัคคีภัย เช่น คู่มือการปฏิบัติงานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การป้องกันและระงับอัคคีภัยในโรงงาน [4] เป็นต้น แต่ในทางปฏิบัติแล้วเป็นไปได้ยากที่จะควบคุมอัคคีภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากความเสื่อมและภาวะทอดถอยของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ใช้งานอยู่ไม่สามารถตรวจสอบความสมบูรณ์ได้ตลอดเวลาอันเอง

มีงานวิจัยหลายชิ้นที่มุ่งเน้นการตรวจสอบและรายงานเมื่อเกิดอัคคีภัย เช่น Chen และคณะ [5] ได้ตรวจจับเปลวไฟจากภาพถ่ายโดยใช้หลักการของ Support Vector Machine โดยพวกเขาตั้งข้อสังเกตว่าวิธีการตรวจจับไฟไหม้แบบดั้งเดิมยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ เช่น ใช้อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและเครื่องตรวจจับควันไฟ เพราะอุปกรณ์เหล่านี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่ในการตรวจจับ ความเร็วลมและฝุ่นละอองในอากาศ ผลลัพธ์ที่ได้ผู้เขียนยืนยันว่าสามารถตรวจจับเปลวไฟได้แม่นยำกว่าการใช้อุปกรณ์แบบเดิม แต่จำเป็นต้องใช้ทรัพยากรในการประมวลผลภาพที่สูงมาก ดังนั้นจึงยังไม่สามารถนำมาประยุกต์กับการใช้งานจริง ๆ ได้ นักวิจัยชื่อ Wang และคณะ [6] ได้ออกระบบเตือนภัยเมื่อเกิดไฟไหม้บนระบบฝังตัวโดยใช้ Arduino MEGA 2560 เชื่อมต่อเป็นแบบ Master-slave เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ในการเฝ้าระวัง โดยมีต้นทุนที่ต่ำ และแนะนำให้ติดตั้งที่บ้านหรืออาคารที่มีสายนำสัญญาณเดิมอยู่แล้ว ต่อมานักวิจัยชื่อ Zhao และคณะ [7] ได้ใช้การเรียนรู้เชิงลึกชื่อว่า YOLOv3 ในการตรวจจับเปลวไฟตามเวลาจริง (real-time) เนื่องจาก YOLOv3 ใช้ทรัพยากรในการประมวลผลได้ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ และมีค่าความแม่นยำในการตรวจจับสูงถึง 96.89% โดยพวกเขายืนยันว่าตัวแบบดังกล่าวนี้สามารถใช้ตรวจจับการเกิดไฟไหม้ได้ตามเวลาจริงโดยใช้ทรัพยากรสำหรับประมวลผลที่ยอมรับได้ งานวิจัยของ Sowah และคณะ [8] พัฒนาและออกแบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สำหรับแจ้งเตือนเมื่อเกิดไฟไหม้ โดยใช้อุปกรณ์ดั้งเดิมที่นิยมใช้งาน เช่น อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟ (MQ2) ตรวจสอบอุณหภูมิ (TMP102) และอุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ (DFRobot) การทำงานทั้งหมดจะถูกควบคุมผ่านเว็บ สำหรับหัวใจในการพยากรณ์การเกิดไฟไหม้ ผู้วิจัยเลือกใช้ฟัซซีโลจิก (Fuzzy logic) สำหรับพยากรณ์ สำหรับการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งาน จะสื่อสารผ่านข้อความสั้น ๆ (Short message) ด้วยโครงข่ายโทรศัพท์มือถือ พวกเขายืนยันว่าระบบ

ดังกล่าวสามารถแจ้งเตือนได้ตามเวลาจริงและมีประสิทธิภาพที่ดี

จุดอ่อนของงานวิจัยทั้งหลายเกี่ยวกับการตรวจสอบไฟไหม้แล้วไม่ค่อยประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร มีสาเหตุเนื่องมาจาก ไม่สามารถทราบได้แน่ชัดว่าไฟจะรุกไหม้ที่บริเวณใด ยิ่งเป็นอาคารหรือสถานที่ที่มีบริเวณกว้าง ๆ ยิ่งยากต่อการตรวจจับเพิ่มขึ้น Islam และคณะ [9] ได้พยายามแก้ปัญหาดังกล่าวโดยออกแบบให้ระบบตรวจจับของพวกเขาสามารถครอบคลุมพื้นที่การใช้งานให้มากขึ้น โดยอาศัยอุปกรณ์ ZigBee ซึ่งมีคุณสมบัติการสื่อสารในลักษณะโครงข่ายใยแมงมุมโดยใช้พลังงานที่ต่ำ และมีต้นทุนในการติดตั้งที่ไม่แพงจนเกินไป โดยพวกเขาดำเนินการทดสอบระบบภายในโรงงานเสื้อผ้าซึ่งมีความเสี่ยงจะเกิดไฟไหม้สูง

ปัจจุบันอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) มีความเจริญก้าวหน้ามากทั้งอุปกรณ์เซนเซอร์ (Sensors) และอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุม (Actuators) รวมถึงความสามารถในการสื่อสารข้อมูลระหว่างโหนดควบคุมที่มีประสิทธิภาพสูงมากด้วย ดังนั้น Ahmed [10] จึงได้นำเอา IoT มาสร้างเป็นระบบต้นแบบเพื่อใช้สำหรับตรวจสอบไฟไหม้ภายในบ้านโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Arduino (Nano) ทำงานร่วมกับเซนเซอร์ตรวจจับเปลวไฟ ควัน พัดลมดูดอากาศและรีเลย์ สำหรับตรวจจับไฟไหม้ และใช้วงจรตัดกระแสไฟฟ้าและอุปกรณ์พ่นหมอกกระจ่ายเพลิงเมื่อเกิดไฟไหม้ขึ้นแล้ว แต่อุปกรณ์ดังกล่าวยังไม่มีการติดตั้งใช้งานจริงเป็นเพียงโมเดลที่อยู่ในห้องทดลองเท่านั้น นอกจากการนำเอา IoT มาประยุกต์เพื่อตรวจจับไฟไหม้แล้ว มีนักวิจัยบางส่วนได้ออกแบบหุ่นยนต์เพื่อช่วยต่อสู้ในสถานการณ์ที่กำลังเกิดไฟไหม้ด้วยเช่น [11], [12] ส่วนงานวิจัยที่เหลือต่อไปนี่ [13-16] เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงการประมวลผลภาพไฟไหม้ที่ตรวจจับได้จากกล้องวงจรปิด

จากงานวิจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้นมีจุดอ่อนและจุดแข็งที่แตกต่างกัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้นำเอาจุดเด่นของแต่ละงานวิจัยมาผสมผสานกัน และพยายามขจัดจุดอ่อนที่เกิดขึ้นออกไป โดยระบบที่ออกแบบต้องสอดคล้องกับบริบทของประเทศไทยด้วย

2. การวิเคราะห์ ออกแบบพัฒนาระบบและทดสอบระบบ

2.1 การวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็ง (SWOT)

งานวิจัยเกี่ยวกับการตรวจจับเพลิงไหม้ซึ่งได้กล่าวมาแล้วข้างต้นมีข้อได้เปรียบและเสียเปรียบแตกต่างกัน ในหัวข้อนี้จะดำเนินการวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของแต่ละงาน เพื่อนำไปสู่การออกแบบและพัฒนานวัตกรรมในการตรวจจับเพลิงไหม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกใช้เทคโนโลยีทางด้าน IoT, embed system ทำงานร่วมกับแอปพลิเคชัน เช่น [6, 8, 9, 10] และกลุ่มที่สองเป็นการประยุกต์เอาปัญญาประดิษฐ์ (AI) การเรียนรู้เชิงลึก (DL) และการประมวลผลภาพมาช่วยในการตรวจจับไฟไหม้เช่น [5, 7, 13, 14, 15] ซึ่งผลการวิเคราะห์ SWOT แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การทำ SWOT ระบบตรวจจับเพลิงไหม้

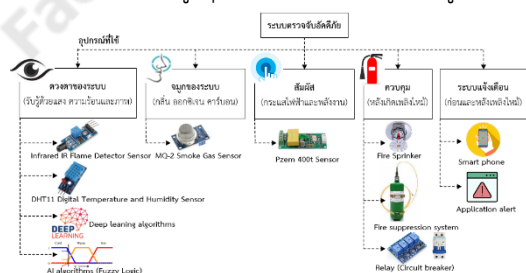
ข้อ	ข้อเด่น - ข้อด้อย	กลุ่มที่ 1 [6,8,9,10]	กลุ่มที่ 2 [7,13,14,15]
1	ความแม่นยำในการพยากรณ์	ปานกลาง	สูงถึงสูงมาก
2	ข้อจำกัดของพื้นที่ในการตรวจจับเพลิงไหม้	ต้องติดตั้งอุปกรณ์มากขึ้น	ขึ้นอยู่กับคุณภาพของกล้อง
3	ทรัพยากรสำหรับประมวลผล	ต่ำ	สูงถึงสูงมาก

4	ความเร็วในการตรวจจับ	ปานกลางถึงสูง	ปานกลางถึงสูง
5	ราคาต้นทุนต่อหน่วย	ต่ำถึงปานกลาง	สูง
6	การแจ้งเตือนหลังการตรวจพบ	ผ่านสมาร์ตโฟน และเว็บเพจ	ยังไม่มีระบบแจ้งเตือน
7	การป้องกันหลังจากตรวจพบ	การพ่นหมอก ตัดกระแสไฟฟ้า	ยังไม่มีระบบการป้องกัน
8	ประเภทที่ใช้ในการตรวจจับ	หลากหลาย เช่น เบลวไฟ หมอกแสง กลิ่น ความร้อน	ใช้ภาพเปลวไฟ ในขณะเกิดเพลิงไหม้ เท่านั้น
9	ความสามารถในการตรวจจับ	ตรวจจับได้ก่อนเกิดเพลิงไหม้	ตรวจจับหลังจากเกิดเพลิงไหม้
10	การดูแลรักษาและซ่อมบำรุง	ปานกลาง	สูง
11	ความซับซ้อนในการออกแบบและติดตั้งระบบ	ปานกลางถึงสูง	ปานกลาง
12	สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการติดตั้งและใช้งานระบบ	บ้าน โรงงานที่มีขนาดเล็กถึงกลาง	พื้นที่ที่ ๆ มีความกว้างมาก ๆ
13	ภาพรวมเมื่อติดตั้งใช้งาน	พื้นที่ที่มีรัศมีทำงานไม่กว้างมากนัก	พื้นที่กว้างและเกิดเพลิงไหม้ก่อนเสมอ

14	อื่นๆ	ใช้งานได้จริงแล้วในปัจจุบัน	อยู่ระหว่างการทดสอบ
----	-------	-----------------------------	---------------------

เมื่อทำการสังเคราะห์ข้อมูลที่ปรากฏในตารางที่ 1 พบว่า ระบบการตรวจจับที่ใช้เทคโนโลยี embed system ร่วมกับ IoT พัฒนาออกมาเป็นรูปธรรมมากกว่ากลุ่มที่ใช้ AI โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์เซนเซอร์และแอคชวลเเตอร์มีมากมายให้เลือกใช้งาน คุณภาพก็ขึ้นอยู่กับงบประมาณของผู้ประกอบการ (Industrial grade เป็นอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีมาก) แต่งานงานวิจัยในกลุ่ม IoT นี้ยังมีข้อเสียเปรียบในเรื่องของความแม่นยำและพื้นที่การตรวจจับอยู่ โดยเหมาะสำหรับบ้านเรือนทั่วไปหรือบริษัทที่มีต้นทุนในการลงทุนไม่สูงมากนัก ข้อดีของกลุ่มวิจัยนี้ คือ ระบบสามารถตรวจจับก่อนการเกิดเพลิงไหม้ได้ เช่น กลิ่นและความร้อนเป็นต้น เมื่อเกิดเพลิงไหม้แล้วยังมีอุปกรณ์ช่วยระงับการเกิดเพลิงไหม้ได้ เช่น การพ่นหมอกและการตัดกระแสไฟฟ้า เป็นต้น ส่วนงานวิจัยกลุ่มที่ 2 มีความโดดเด่นมากในเรื่องความแม่นยำในการตรวจจับ เพราะตรวจจับจากเพลิงไหม้จริง ทั้งแบบเป็นภาพและแบบวิดีโอ และสามารถตรวจจับได้กับพื้นที่กว้าง ๆ เพราะกล้องวงจรปิดในปัจจุบันมีความสามารถสูงขึ้นมาก แต่จุดด้อยคือ ต้องใช้การประมวลผลที่สูง อัลกอริทึมในการประมวลผลซับซ้อน ต้นทุนในการพัฒนาและติดตั้งค่อนข้างสูงและที่สำคัญต้องเกิดเพลิงไหม้ก่อนจึงจะสามารถตรวจจับได้

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลทั้งหมดแล้วถ้าต้องการออกแบบและสร้างนวัตกรรมเพื่อตรวจจับเพลิงไหม้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ระบบจะมีลักษณะดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระบบตรวจสอบเพลิงไหม้ที่ผ่านการทำ

SWOT

จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นว่าดวงตาของระบบจะต้องประกอบไปด้วยเซนเซอร์ต่าง ๆ ทำงานร่วมกับ DL หรือ Fuzzy logic จึงจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับจมูกของระบบจะใช้อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟและอากาศ ระบบสัมผัสจะใช้อุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้าและพลังงาน ระบบการควบคุมหลังเพลิงไหม้จะใช้อุปกรณ์พ่นหมอกและน้ำยาดับเพลิง รวมไปถึงอุปกรณ์ตัดกระแสไฟฟ้า และสุดท้ายเป็นระบบแจ้งเตือนควรต้องทำงานผ่านสมาร์ทโฟนและแอปพลิเคชัน เช่น เว็บ เป็นต้น

2.2 สาเหตุของการเกิดอัคคีภัยจากกระแสไฟฟาลัดวงจร

ไฟฟ้าช็อต (Short Circuit) หรือเรียก ไฟฟาลัดวงจร คือ กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร โดยไม่ผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า (Load) มีสาเหตุมาจากหลายสาเหตุสรุปได้ดังนี้ คือ

- 1) ฉนวนไฟฟ้าชำรุด หรือเสื่อมสภาพ
- 2) ใช้แรงดันเกิน ทำให้กระแสไฟฟ้าทะลุผ่านฉนวนได้หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าพังเสียหาย
- 3) ตัวนำไฟฟ้าต่างเฟสกัน (คนละเส้น) สัมผัสกัน
- 4) มีสิ่งก่อสร้าง ต้นไม้ หรืออื่น ๆ ไปสัมผัสสายไฟฟ้า
- 5) สายไฟฟ้าขาดลงพื้น เกิดไฟฟาลัดวงจร

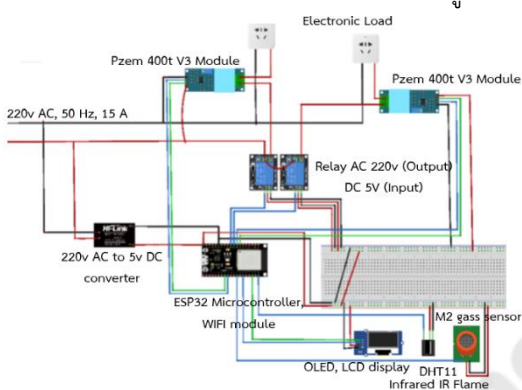
เมื่อกกล่าวโดยสรุป ไฟฟาลัดวงจรเกิดขึ้นได้ใน 2 ลักษณะ คือ 1) ฉนวนของสายไฟฟ้าชำรุด หรือจากการสัมผัสกันโดยบังเอิญ และ 2) กระแสไฟฟ้าไหลลงดิน หรือเรียกว่าไฟฟาลัดวงจรลงดิน ผลจากไฟฟาลัดวงจรจะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลในปริมาณมากในเวลาอันสั้น โดยมีผลทำให้เกิดความร้อนสูงและในบางกรณียังมีประกายไฟเกิดร่วมด้วย ซึ่งสิ่งที่กล่าวมาแล้วนี้ เป็นสาเหตุทำให้เกิดอัคคีภัยจากกระแสไฟฟาลัดวงจรได้นั่นเอง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การเกิดอัคคีภัยจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร

2.3 การออกแบบระบบป้องกันอัคคีภัย Smart Breaker

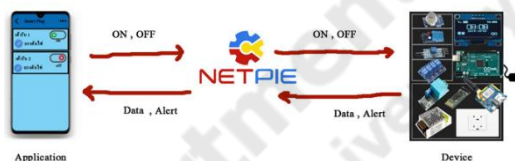
การออกแบบระบบ Smart Breaker จะดำเนินการตามผลการประเมิน SWOT ในหัวข้อ 2.1 แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ภาพรวมของการออกแบบ Smart Breaker

จากรูปที่ 3 หัวใจหลักในการควบคุมการทำงานของ Smart Breaker คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้อย่างอิสระและยังสามารถเชื่อมต่อ WIFI สำหรับรับ-ส่งข้อมูลไปยัง MQTT Server เพื่อจัดเก็บข้อมูล ทำรายงานและส่งข้อความเตือนไปยังผู้ใช้งานเมื่อเกิดเพลิงไหม้ได้ สำหรับ MQTT server ผู้วิจัยเลือกใช้ NETPIE ซึ่งเป็นของ NECTEC [17] สำหรับการรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง Smart Breaker และ NETPIE แสดงดังในรูปที่ 4 การจ่ายโหดของกระแสไฟฟ้าจะถูกตรวจวัดด้วยโมดูล PZEM 400t เมื่อโหนดใช้กระแสไฟฟ้าเกินตามที่กำหนด (ตั้งค่าได้จากมือถือ) ESP32 จะสั่งการให้รีเลย์ตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหนด สำหรับเซนเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจจับเพลิงไหม้ประกอบไปด้วย ดวงตาของ Smart breaker จะใช้เซนเซอร์ตรวจจับเปลวไฟ (Infrared IR Flame Detector Sensor) จมูกของระบบจะใช้เซนเซอร์ตรวจจับควันและแก๊ส (MQ-2 Smoke Gas Sensor) การสัมผัสของระบบจะใช้

เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT11 Digital Temperature and Humidity Sensor) และ เซ็นเซอร์วัดกำลังและพลังงานไฟฟ้า (Pzem 400t V3) เมื่อ Smart breaker สามารถตรวจจับไฟไหม้ได้แล้ว จะสั่งตัดแหล่งจ่ายไฟฟ้าด้วยอิเล็กทรอนิกส์รีเลย์ (Relay) พร้อมกับแจ้งเตือนผ่านจอ OLED/LCD และผ่านมือถือด้วยแอปพลิเคชันไลน์ (line)



รูปที่ 4 การสื่อสารข้อมูลระหว่าง Smart Breaker และ MQTT (NETPIE)

เนื่องจากในงานวิจัยนี้ต้องการลดต้นทุนและทรัพยากรในการประมวลให้เหมาะสมกับสถานะการณ์จริงในปัจจุบัน ดังนั้นจึงยังไม่บรรจุ AI หรือ DL ลงในนวัตกรรมนี้ เนื่องจาก ESP32 ยังไม่สามารถประมวลผลกับภาพเปลวไฟได้ (วางแผนพัฒนาต่อในเวอร์ชันที่ 2) สำหรับการพ่นหมอก (ซึ่งเป็นน้ำ) ขณะเกิดเพลิงไหม้อาจจะส่งผลให้เกิดกระแสไฟฟ้าช็อตเจ้าของบ้านหรือพนักงานดับเพลิงได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงยังไม่ผนวกคุณสมบัติการดับเพลิงด้วยน้ำเข้าไปด้วย ระบบ Smart Breaker หลังจากพัฒนาได้สมบูรณ์แล้วจะถูกบรรจุลงใน Box ไฟฟ้าที่มีความแข็งแรงและป้องกันไฟไหม้ได้ตามมาตรฐาน มอก. ดังแสดงในรูปที่ 5 และ 6 ตามลำดับ

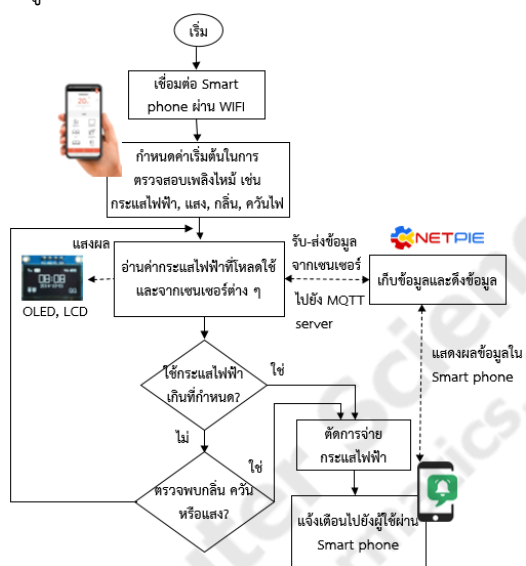


รูปที่ 5 การเชื่อมต่อ Smart Breaker ในบอร์ดทดลอง



รูปที่ 6 Smart Breaker ในกล่องพร้อมใช้งาน

สำหรับอัลกอริทึมที่ใช้ควบคุม Smart Breaker แสดง
ในรูปที่ 7



รูปที่ 7 อัลกอริทึมในการควบคุมการทำงานของ Smart Breaker

เริ่มจากผู้ใช้งานจะต้องตั้งค่าการทำงานเริ่มต้นของ Smart Breaker ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของตนเองก่อน (ถ้าไม่ตั้งค่าระบบจะใช้ค่า default แทน) โดยผ่าน WIFI เช่น กำหนดกระแสไฟฟ้าที่ต้องการจ่ายให้กับโหลด (ในวงจรตอนนี้ทดสอบเพียง 2 โหลดเท่านั้น) ความเข้มของแสง สัญญาณไฟฟ้าที่เกิดจากควีน และอุณหภูมิ เป็นต้น ดังตารางที่ 2 เมื่อตั้งค่าเริ่มต้นเสร็จสิ้น Smart Breaker จะเริ่มทำงาน โดยการอ่านค่าเซนเซอร์ต่าง ๆ เป็นระยะ ๆ (ประมาณ 1 วินาที ค่าดังกล่าวสามารถกำหนดเองได้) โดยค่าเซนเซอร์ที่อ่านได้จะถูกส่งไปยัง MQTT server

(NETPIE) และแสดงผลผ่านจอภาพ OLED หรือ LED เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้จากสาเหตุต่าง ๆ เช่น มีกลิ่น เกิดแสงสว่างจากเปลวไฟ อุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว หรือกระแสไฟฟ้าที่โหลดมีปริมาณมากผิดปกติ ในช่วงเวลาที่สั้น ระบบจะสั่งให้หยุดการจ่ายกระแสไฟฟ้า และแจ้งไปยังเจ้าของบ้านโดยผ่านโปรแกรม line ในสมาร์ตโฟนทันที

ตารางที่ 2 การกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับ Smart Breaker

ลำดับ	โหลดทางไฟฟ้าและการตั้งค่าเซนเซอร์	ค่าเริ่มต้น
1	พลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด(พัดลมตั้งพื้น)	45-75 วัตต์
2	พัดลมเพดาน	70-104 วัตต์
3	หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	500-1,000 วัตต์
4	เตารีดไฟฟ้า	430-1,600 วัตต์
5	เครื่องทำน้ำร้อนในห้องน้ำ	900-4,800 วัตต์
6	เครื่องปั่นขนมปัง	600-1,000 วัตต์
7	เครื่องเป่าผม	300-1,300 วัตต์
8	เครื่องซักผ้า	250-2,000 วัตต์
9	ตู้เย็น 2-12 คิว (ลบ.ฟุต)	53-194 วัตต์
10	เครื่องปรับอากาศ	680-3,300 วัตต์
11	เครื่องดูดฝุ่น	625-1,000 วัตต์
12	เตาไฟฟ้า (เดี่ยว)	เตาไฟฟ้า (เดี่ยว)
13	โทรทัศน์สี	43-95 วัตต์

14	เครื่องอบผ้าแห้ง	เครื่องอบผ้าแห้ง
15	ความเข้มแสง (Infrared IR Flame)	>3500
16	อุณหภูมิ (DHT11)	>70 องศา
17	ความชื้น (DHT11)	< 50
17	ควันไฟ (MQ2)	>600



รูปที่ 9 แสดงสถานะการทำงานต่าง ๆ ของ Smart Breaker

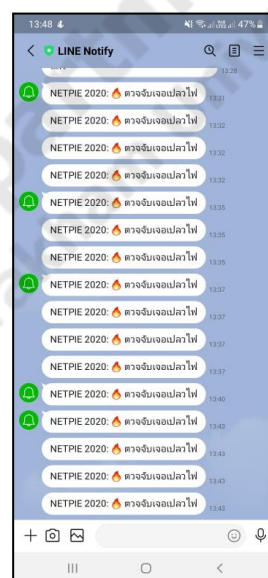
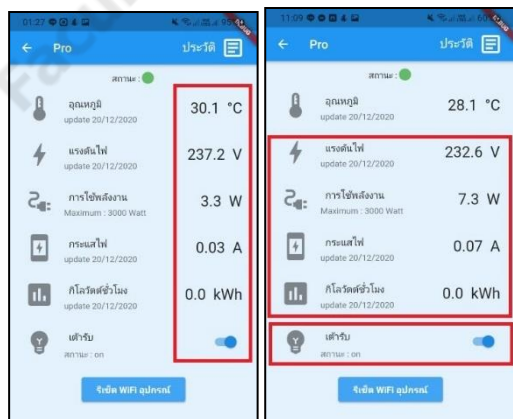
2.4 การติดตั้ง การใช้งานและการแจ้งเตือน

สำหรับการติดตั้ง Smart Breaker นั้น แสดงดังรูปที่ 8 ผู้ใช้งานสามารถติดตั้งได้ทุกตำแหน่งของบ้าน ยิ่งถ้าติดตั้ง Smart Breaker ไว้เป็นจำนวนมาก จะทำให้สามารถตรวจสอบเพลิงไหม้ได้มีประสิทธิภาพติดตามไปด้วย เพื่อความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน โดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนโครงสร้างการเดินสายไฟฟ้าใหม่ภายในอาคาร สามารถติดตั้ง Smart Breaker จากส่วนเต้ารับเพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดไฟฟ้าภายในบ้านได้ทันทีดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 การติดตั้ง Smart Breaker ในอาคาร

สำหรับการคอนฟิกใช้งานและดูสถานะการทำงานต่าง ๆ ของ Smart Breaker สามารถดำเนินการผ่านสมาร์ตโฟนได้ทั้งหมด ดังรูปที่ 9 และสำหรับการแจ้งเตือนเมื่อเกิดเพลิงไหม้ จะแสดงผ่านทางแอปพลิเคชัน line ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงการแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบความผิดปกติเกิดขึ้น

2.5 การทดสอบระบบ

ระบบจะถูกทดสอบโดยประเมินการทำงานของอุปกรณ์ เซนเซอร์ แต่ละประเภท การตัดกระแสไฟฟ้า ระบบ ระบบจะถูกทดสอบโดยประเมินการทำงานของอุปกรณ์ เซนเซอร์ แต่ละประเภท การตัดกระแสไฟฟ้า ระบบการแจ้งเตือน และการประเมินความพึงพอใจในการใช้งาน แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การทำสอบระบบ Smart Breaker

วิธีการประเมิน	ผลการประเมิน
การตรวจจับเปลวไฟ	ทำงานได้ดีในช่วง 0 – 1.5 เมตร

การตรวจจับก๊าซและ ควันไฟ	ทำงานได้ดีในช่วง 0 – 2.0 เมตร
การตรวจจับอุณหภูมิ	ทำงานได้ดีในช่วง 0 – 1.5 เมตร
การตรวจจับความชื้น	ทำงานได้ดีในช่วง 0 – 1.5 เมตร
การตรวจจับแสง	ทำงานได้ดีในช่วง 0 – 1.5 เมตร
การตัดกระแสไฟฟ้า	ตัดกระแสไฟฟ้าเมื่อ โหลดเกินได้
ความง่ายต่อใช้งาน	3.25 (ดี)
การถูกต้องในการทำงาน ของ	3.40 (ดี)
ภาพรวมในการใช้งาน	3.38 (ดี)

2.6 จุดด้อยของระบบและแนวทางในการพัฒนาต่อ

เนื่องจาก Smart Breaker ยังไม่สามารถตัดกระแสไฟฟ้าได้รวดเร็วเท่ากับ Circuit Breaker (ในกรณีที่ผู้ใช้งานถูกช็อตและต้องการตัดกระแสไฟฟ้าก่อนจะเสียชีวิต) ที่วางจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดได้ ทั้งนี้เพราะ Circuit Breaker ยี่ห้อต่าง ๆ ที่วางขายนั้นได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและอุปกรณ์ภายในมีประสิทธิภาพสูงมาก ทำให้สามารถตัดกระแสไฟฟ้าได้ก่อนการเสียชีวิต อย่างไรก็ตาม Smart Breaker สามารถพัฒนาให้ตัดกระแสไฟฟ้าได้เร็วขึ้นได้ โดยการเลือกอุปกรณ์รีเลย์ความเร็วสูง (มีราคาแพง) แทนรีเลย์ที่ออกแบบในงานวิจัยนี้ได้

Smart Breaker ยังมีความถูกต้องในการตรวจจับเพลิงไหม้ที่ยังไม่แม่นยำมากนัก (อยู่ในระดับปานกลาง) ดังนั้นควรจะต้องเพิ่มอัลกอริทึม เช่น Fuzzy Logic และ Deep learning เข้าไปเพื่อช่วยในการตรวจจับเปลวไฟ (ต้องเพิ่มประสิทธิภาพอุปกรณ์และงบประมาณในการทำวิจัยเพิ่มขึ้น)

Smart Breaker อาจจะไม่สามารถตรวจจับไฟไหม้ในกรณีที่เกิดขึ้นกับตัวเองได้ (ถ้าอุปกรณ์หลักเช่น EPS32 เสียหาย) แต่สามารถป้องกันเหตุการณ์

ดังกล่าวได้ โดยการบรรจุอุปกรณ์ลงในกล่องที่ป้องกันการติดไฟ เช่น โลหะหรือภาชนะทนไฟสูง ๆ เป็นต้น

3. สรุป

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาวงจรในการตรวจจับอัคคีภัยซึ่งเกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร เรียกว่า Smart Breaker โดยใช้เทคโนโลยี IoT ร่วมกับระบบฝังตัว (Embed system) ซึ่งมีต้นทุนในการดำเนินงานที่ไม่สูงเกินไป (ประมาณ 1,300 บาท ต่อ 1 ตัว) สามารถติดตั้งและใช้งานภายในอาคารโดยไม่ต้องติดตั้งหรือแก้ไขโครงสร้างระบบไฟฟ้าที่มีอยู่เดิม โดยการติดตั้งต่อจากตัวรับก่อนเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า (ติดตั้งง่ายที่สุด) หรือติดตั้งระหว่างสายไฟฟ้าหลักภายในอาคารก็ได้ในลักษณะ Inline (ต้องปรับแต่งสายไฟฟ้า) ผลลัพธ์จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่า Smart Breaker สามารถตรวจจับและแจ้งเตือนก่อนและขณะเกิดอัคคีภัยได้ เมื่อเกิดเพลิงไหม้ระบบสามารถตัดกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟได้แบบอัตโนมัติเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเพลิงไหม้ลุกลามไปยังโหลดเพิ่มเติมจนอาจจะทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้ สำหรับระยะเวลาการทำงานของเซนเซอร์ต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับคุณภาพและราคาของเซนเซอร์นั้น ๆ ในงานวิจัยนี้ใช้เซนเซอร์ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป ดังนั้นระยะเวลาทำการของการตรวจจับจึงยังไม่กว้างมาก โดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 0 – 1.5 เมตร โดยภาพรวมของการใช้งาน Smart Breaker อยู่ในเกณฑ์ดี

เอกสารอ้างอิง

[1]ในพระราชาอุปถัมภ์, ส.ป. อัคคีภัย. 2021 [cited 2021 1 กั น ย า ย น]; Available from: http://www.shawpat.or.th/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=159.

- [2] ศูนย์อำนวยการบรรเทาสาธารณภัย. 2021 [cited 2021 5 กันยายน]; Available from: <https://www.disaster.go.th/th/home/>.
- [3] สำนักป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. การเกิดอัคคีภัย. 2021 [cited 2021 15 กันยายน]; Available from: <http://www.bangkokfire199.com/>.
- [4] กองส่งเสริมเทคโนโลยีและความปลอดภัยในโรงงาน, คู่มือการปฏิบัติงานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการป้องกันและระงับอัคคีภัยในโรงงาน พ.ศ.2552 (ฉบับปรับปรุง 2563). 2563.
- [5] K. Chen, Y. Cheng, H. Bai, C. Mou and Y. Zhang, "Research on Image Fire Detection Based on Support Vector Machine," 2019 9th International Conference on Fire Science and Fire Protection Engineering (ICFSFPE), 2019, pp. 1-7, doi: 10.1109/ICFSFPE48751.2019.9055795.
- [6] S. Chen, L. K. Wang, W. Li and W. Chen, "A low-cost R-type fire alarm system for old houses," 2016 International Conference on Advanced Materials for Science and Engineering (ICAMSE), 2016, pp. 51-54, doi: 10.1109/ICAMSE.2016.7840228.
- [7] X. Zhao, L. Cheng, J. Kuang and J. Liu, "Research on Real-time Detection of Fire Protection Facilities based on Improved YOLOv3 Algorithm," 2020 39th Chinese Control Conference (CCC), 2020, pp. 7193-7199, doi: 10.23919/CCC50068.2020.9188861.
- [8] R. A. Sowah, A. R. Ofoli, S. N. Krakani and S. Y. Fiawoo, "Hardware Design and Web-Based Communication Modules of a Real-Time Multisensor Fire Detection and Notification System Using Fuzzy Logic," in IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 53, no. 1, pp. 559-566, Jan.-Feb. 2017, doi: 10.1109/TIA.2016.2613075.
- [9] T. Islam, H. A. Rahman and M. A. Syrus, "Fire detection system with indoor localization using ZigBee based wireless sensor network," 2015 International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV), 2015, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICIEV.2015.7334000.
- [10] T. M. Ahmed, "Smart Fire Safety System in a Building," 2018 3rd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT), 2018, pp. 37-40, doi: 10.1109/RTEICT42901.2018.9012548.
- [11] J. Hwang, S. Jun, S. Kim, D. Cha, K. Jeon and J. Lee, "Novel fire detection device for robotic fire fighting," ICCAS 2010, 2010, pp. 96-100, doi: 10.1109/ICCAS.2010.5669964.
- [12] S. Mittal, M. K. Rana, M. Bhardwaj, M. Mataray and S. Mittal, "CeaseFire: The Fire Fighting Robot," 2018 International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking (ICACCCN), 2018, pp. 1143-1146, doi: 10.1109/ICACCCN.2018.8748547.
- [13] H. D. Duong and D. T. Tinh, "A Novel Computational Approach for Fire Detection," 2010 Second International Conference on Knowledge and Systems Engineering, 2010, pp. 9-13, doi: 10.1109/KSE.2010.12.
- [14] Z. Li and J. Li, "Control system design of directional fire-fighting monitor based on video," The 27th Chinese Control and Decision

Conference (2015 CCDC), 2015, pp. 1753-1756, doi: 10.1109/CCDC.2015.7162203.

[15] D. Zhang et al., "A New Color-Based Segmentation Method for Forest Fire from Video Image," 2008 International Seminar on Future BioMedical Information Engineering, 2008, pp. 41-44, doi: 10.1109/FBIE.2008.40.

[16] D. Zhang et al., "A New Color-Based Segmentation Method for Forest Fire from Video Image," 2008 International Seminar on Future BioMedical Information Engineering, 2008, pp. 41-44, doi: 10.1109/FBIE.2008.40.

[17] NECTEC. (2021, 12 September). NETPIE: Internet of Things. Available: <https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-software/netpie.html>