JIT Mahasarakham University, Thailand
http://jit.it.msu.ac.th

Journal of Applied Informatics and Technology, 4(1), 48-61

Research Article

การพัฒนาเบรกเกอร์อัจฉริยะเพื่อป้องกันการเกิดอัคคีภัยจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร
Development of Smart Circuit Breakers to Prevent Fire from Short Circuit Current

สุชาติ คุ้มมะณี[1*], เอกราช อาจเจริญ[1] และพีรวัส ชะนอบรัมย์[1]
Suchart Khummanee[1*], Aekkarach Artcharoen[1] and Peerawat Chanobrum[1]

[1] ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
Department of computer science, Faculty of Informatics, Mahasarakham University
* Corresponding author: suchart.k@msu.ac.th

Received:
25 November 2021
Revised:
8 December 2021
Accepted:
13 December 2021

คำสำคัญ:

อัคคีภัย, กระแสไฟฟ้าลัดวงจร, สมาร์ทเบรกเกอร์, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (ไอโอที)

Keywords:

Fire, Short-circuit current, Smart breaker, Internet of things (IoT)

บทคัดย่อ: จากการสำรวจพบว่าสาเหตุของการเกิดอัคคีภัย 3 ลำดับแรกสำหรับประเทศไทยนั้น คือ 1) การเผาขยะและหญ้าแห้ง 2) กระแสไฟฟ้าลัดวงจร และ 3) การใช้เชื้อเพลิงผิดวิธี ในงานวิจัยนี้จึงได้พัฒนานวตกรรมต้นแบบสำหรับลดปัญหาการเกิดอัคคีภัยซึ่งเกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรขึ้นเรียกว่า “เบรกเกอร์อัจฉริยะ” สำหรับป้องกันการเกิดอัคคีภัยจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร” หรือเรียกสั้นๆ ว่า “สมาร์ทเบรกเกอร์” มันมีคุณสมบัติโดดเด่น ได้แก่ ความสามารถในการมองเห็น (เซนเซอร์ IR, DHT11) ดมกลิ่น (MQ-2) และสัมผัสถึงสาเหตุของเพลิงไหม้ได้ (PZEM 400T) นอกจากนี้มันยังสามารถรายงานความผิดปกติจากการตรวจจับอัคคีภัยส่งไปยังสมาร์ทโฟนของเจ้าของทรัพย์สินเพื่อแจ้งให้ทราบก่อนที่ความเสียหายจะทวีความรุนแรงมากขึ้น สมาร์ทเบรกเกอร์ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) เพื่อพัฒนาเป็นต้นแบบ ผลที่ได้จากการทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับอัคคีภัยต้นแบบ แสดงให้เห็นความแม่นยำในการตรวจจับอัคคีภัยอยู่ในเกณฑ์แม่นยำ ($\bar{X}$=3.42) หรือคิดเป็นร้อยละ 68.4%

Abstract: According to the survey results, the top three causes of fire in Thailand: 1) garbage and hay burning, 2) short-circuit current, and 3) misuse of fuel. In this paper, a prototype innovation for reducing the fire problem caused by short-circuit current has been developed, called “Smart Breaker”. It has outstanding qualities including the ability to see (IR and DHT11 Sensor), smell (MQ-2) and sense (PZEM 400T) the cause of a fire. Additionally, it can also report anomalies from fire detections to property owners' smartphones to let them know before the damage escalates.

The smart breaker applies Internet of Things technology (IoT) to develop the prototype. The result obtained from testing the prototype fire detection device shows that the fire detection accuracy of is accurate ($\bar{X}$=3.42) or 68.4 percent.

1. บทนำ

อัคคีภัย (สมาคมส่งเสริมความปลอดภัยในพระราชูปถัมภ์, 2020) หมายถึง ภยันตรายอันเกิดจากไฟที่ขาดการควบคุมดูแล ทำให้เกิดการติดต่อลุกลามไปตามบริเวณที่มีเชื้อเพลิงและเกิดการลุกไหม้ต่อเนื่อง สร้างความสูญเสียให้ทรัพย์สินและชีวิต “ไฟ” เป็นปฏิกิริยาเคมีชนิดหนึ่งที่เรารู้จักกันคือ “การเผาไหม้” ซึ่งเป็นปฏิกิริยาร่วมระหว่างองค์ประกอบ 3 สิ่งได้แก่ เชื้อเพลิง (Fuel) ออกซิเจน (Oxygen) และความร้อน (Heat) ในสภาวะที่เหมาะสมแล้วให้พลังงานออกมาในรูปของพลังงานความร้อนและพลังงานแสงสว่าง (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, 2020) จากสถิติตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 ถึง ก.พ. 2564 ของสำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กทม. (การเกิดอัคคีภัย, 2016) พบว่าไฟไหม้ที่มีสาเหตุมาจากไฟฟ้าลัดวงจรมีจำนวนทั้งสิ้น 2,810 ครั้ง โดยมีประชาชนได้รับบาดเจ็บรวมแล้ว 475 ราย เสียชีวิต 56 ราย ทรัพย์สินที่เสียหายไปมีมูลค่ามาก ยากที่จะประเมินได้ ถ้าจะกล่าวถึงมาตรการการรับมือกับอัคคีภัยที่ดีที่สุดก็คือ การป้องกันก่อนเกิดไฟไหม้นั่นเอง ซึ่งมีหลายหน่วยงานของภาครัฐที่กำหนดกฎเกณฑ์ต่างๆ ในการควบคุมการเกิดอัคคีภัย เช่น คู่มือการปฏิบัติงานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การป้องกันและระงับอัคคีภัยในโรงงาน (การป้องกันและระงับอัคคีภัย, 2016) เป็นต้น แต่ในทางปฏิบัติแล้วเป็นไปได้ยากที่จะควบคุมอัคคีภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากความเสื่อมและภาวะทดถอยของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ใช้งานอยู่ไม่สามารถตรวจสอบความสมบูรณ์ได้ตลอดเวลานั้นเอง

มีงานวิจัยหลายชิ้นที่มุ่งเน้นการตรวจสอบและรายงานเมื่อเกิดอัคคีภัย เช่น Chen และคณะ (2019) ได้ตรวจจับเปลวไฟจากภาพถ่ายโดยใช้หลักการของ Support Vector Machine โดยพวกเขาตั้งข้อสังเกตุว่าวิธีการตรวจจับไฟไหม้แบบดังเดิมยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ เช่น ใช้อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและเครื่องตรวจจับควันไฟ เพราะอุปกรณ์เหล่านี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่ในการตรวจจับ ความเร็วลมและฝุ่นละอองในอากาศ ผลลัพธ์ที่ได้ผู้เขียนยืนยันว่าสามารถตรวจจับเปลวไฟได้แม่นยำกว่าการใช้อุปกรณ์แบบเดิม แต่จำเป็นต้องใช้ทรัพยากรในการประมวลผลภาพที่สูงมาก ดังนั้นจึงยังไม่สามารถนำมาประยุกต์กับการใช้งานจริงๆ ได้ นักวิจัยชื่อ Chen และคณะ (2016) ได้ออกแบบระบบเตือนภัยเมื่อเกิดไฟไหม้บนระบบฝังตัวโดยใช้ Arduino MEGA 2560 เชื่อมต่อเป็บแบบ Master-slave เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ในการเฝ้าระวัง โดยมีต้นทุนที่ต่ำและแนะนำให้ติดตั้งกับบ้านหรืออาคารที่มีสายนำสัญญาณเดิมอยู่แล้ว ต่อมานักวิจัยชื่อ Zhao และคณะ (2020) ได้ใช้การเรียนรู้เชิงลึกชื่อว่า YOLOv3 ในการตรวจจับเปลวไฟตามเวลาจริง (Real-time) เนื่องจาก YOLOv3 ใช้ทรัพยากรณ์ในการประมวลผลได้ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ และมีค่าความแม่นยำในการตรวจจับสูงถึง 96.89% โดยพวกเขายืนยันว่าตัวแบบดังกล่าวนี้สามารถใช้ตรวจจับการเกิดไฟไหม้ได้ตามเวลาจริงโดยใช้ทรัพยากรสำหรับประมวลผลที่ยอมรับได้ งานวิจัยของ Sowah และคณะ (2017) พัฒนาและออกแบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สำหรับแจ้งเตือนเมื่อเกิดไฟไหม้ โดยใช้อุปกรณ์ดั้งเดิมที่นิยมใช้งาน เช่น อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟ (MQ2) ตรวจสอบอุณหภูมิ (TMP102) และอุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ (DFRobot) การทำงานทั้งหมดจะถูกควบคุมผ่านเว็บ สำหรับหัวใจในการพยากรณ์การเกิดไฟไหม้ผู้วิจัยเลือกใช้ฟัซซีโลจิก (Fuzzy logic) สำหรับพยากรณ์สำหรับการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานจะสื่อสารผ่าน

ข้อความสั้นๆ (Short message) ผ่านโทรศัพท์มือถือ พวกเขายืนยันว่าระบบดังกล่าวสามารถแจ้งเตือนได้ตามเวลาจริงและมีประสิทธิภาพดี จุดอ่อนของงานวิจัยทั้งหลายเกี่ยวกับการตรวจสอบไฟไหม้แล้วไม่ค่อยประสบผลสำเร็จเท่าที่ควรมีสาเหตุเนื่องมาจากไม่สามารถทราบได้แน่ชัดว่าไฟจะรุกไหม้ที่บริเวณใด ยิ่งเป็นอาคารหรือสถานที่ที่มีบริเวณขว้างๆ ยิ่งยากต่อการตรวจจับเพิ่มขึ้น Islam และคณะ (2015) ได้พยายามแก้ปัญหาดังกล่าวโดยออกแบบให้ระบบตรวจจับของพวกเขาสามารถครอบคลุมพื้นที่การใช้งานให้กว้างมากขึ้น โดยอาศัยอุปกรณ์ ZigBee ซึ่งมีคุณสมบัติการสื่อสารในลักษณะโครงข่ายใยแมลงมุม โดยใช้พลังงานที่ต่ำและมีต้นทุนในการติดตั้งที่ไม่แพงจนเกินไป โดยพวกเขาดำเนินการทดสอบระบบภายในโรงงานเสื้อผ้าซึ่งมีความเสี่ยงจะเกิดไฟไหม้สูง ปัจจุบันอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) มีความเจริญก้าวหน้ามากทั้งอุปกรณ์เซนเซอร์ (Sensors) และอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุม (Actuators) รวมถึงความสามารถในการสื่อสารข้อมูลระหว่างโหนดควบคุมที่มีประสิทธิภาพสูงมากด้วย ดังนั้น Ahmed และคณะ (2018) จึงได้นำเอา IoT มาสร้างเป็นระบบต้นแบบเพื่อใช้สำหรับตรวจสอบไฟไหม้ภายในบ้านโดยใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ตะกูล Arduino (Nano) ทำงานร่วมกับเซนเซอร์ตรวจจับเปลวไฟ ควัน พัดลมดูดอากาศและรีเรย์ สำหรับตรวจจับไฟไหม้ และใช้วงจรตัดกระแสไฟฟ้าและอุปกรณ์พ่นหมอกระงับเพลิงเมื่อเกิดไฟไหม้ขึ้น แต่อุปกรณ์ดังกล่าวยังไม่มีการติดตั้งใช้งานจริงเป็นเพียงโมเดลที่อยู่ในห้องทดลองเท่านั้น นอกจากการนำเอา IoT มาประยุกต์เพื่อตรวจจับไฟไหม้แล้ว มีนักวิจัยบางส่วนได้ออกแบบหุ่นยนต์เพื่อช่วยต่อสู้ในสถานะการณ์ที่กำลังเกิดไฟไหม้ด้วยเช่น (Hwang, 2010), (Mittal, 2018) ส่วนงานวิจัยที่เหลือต่อไปนี้ (Duong, 2010), (Li, 2015), (Zhang, 2008) เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงการประมวลผลภาพไฟไหม้ที่ตรวจจับได้จากกล้องวงจรปิด จากงานวิจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้นมีจุดอ่อนและจุดแข็งที่แตกต่างกัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้นำเอาจุดเด่นของแต่ละงานวิจัยมาผสมผสานกัน และพยายามขจัดจุดอ่อนที่เกิดขึ้นออกไป โดยระบบที่ออกแบบต้องสอดคล้องกับบริบทของประเทศไทยด้วย

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับการเกิดอัคคีภัยต้นแบบ ชื่อว่า “สมาร์ทเบรกเกอร์” โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งซึ่งมีเซนเซอร์ชนิดต่างๆ ให้ประยุกต์ใช้ได้มากมาย จุดเด่นของอุปกรณ์ดังกล่าว คือ ความแม่นยำในการตรวจจับต้นทุนราคาที่ต่ำและติดตั้งใช้งานได้ง่ายโดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนโครงสร้างระบบไฟฟ้าภายในอาคาร ในกรณีที่อุปกรณ์ไม่สามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่ายเพื่อรายงานความผิดปกติได้ (อาจจะมีสาเหตุมาจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักผิดปกติหรือเกตุเวย์ของระบบเครือข่ายไม่ทำงาน) ระบบจะทำงานแบบทางผ่านอัตโนมัติ (Bypass)

2. การวิเคราะห์ ออกแบบพัฒนาระบบ

ในส่วนนี้กล่าวถึงขั้นตอนการวิเคราะห์และพัฒนาระบบต้นแบบในการตรวจจับเพลิงไหม้ซึ่งมีสาเหตุมาจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรเป็นหลัก ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็ง (SWOT)

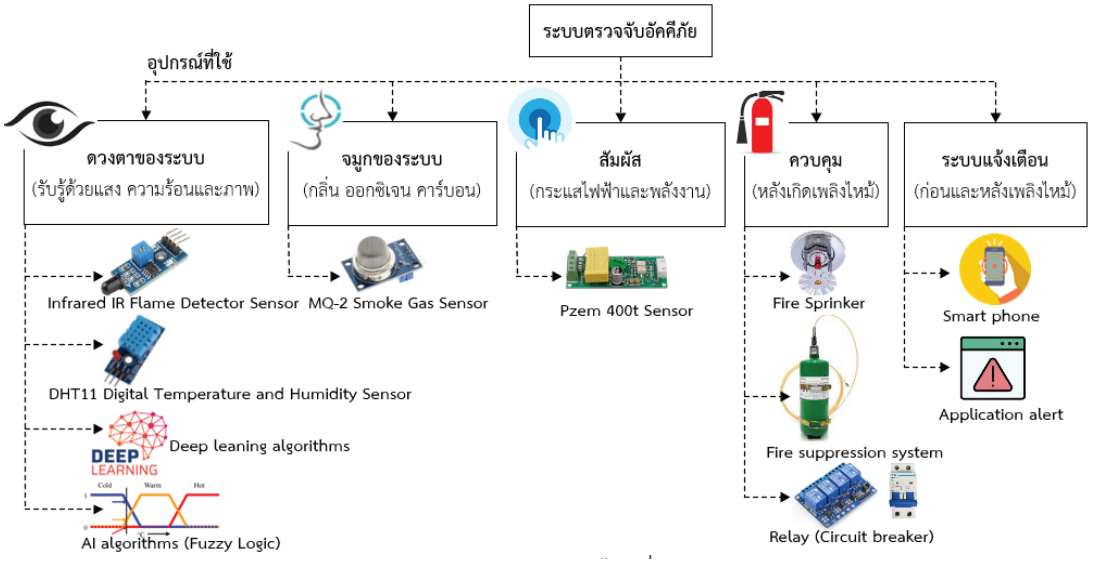
งานวิจัยเกี่ยวกับการตรวจจับเพลิงไหม้ซึ่งได้กล่าวมาแล้วข้างต้นมีข้อได้เปรียบและเสียเปรียบแตกต่างกัน ในหัวข้อนี้จะดำเนินการวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของแต่ละงาน เพื่อนำไปสู่การออกแบบและพัฒนานวตกรรมในการตรวจจับเพลิงไหม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกใช้เทคโนโลยีทางด้านไอโอทีและระบบฝังตัว (Embed system) ทำงานร่วมกับแอพพลิเคชัน เช่น Chen *et al*. (2019), Sowah *et al*. (2017), Islam *et al*. (2015) และ Ahmed *et al*. (2018) และกลุ่มที่สองเป็นการประยุกต์เอาปัญญาประดิษฐ์ (AI) การเรียนรู้เชิงลึก (DL) และการประมวลผลภาพมาช่วย

ในการตรวจจับไฟไหม้เช่น Chen *et al*. (2019), Zhao *et al*. (2020), Duong *et al*. (2010), Li *et al*. (2015) และ Zhang *et al*. (2008) ซึ่งผลการวิเคราะห์ SWOT แสดงดังตารางที่ 1

เมื่อทำการสังเคราะห์ข้อมูลที่ปรากฏในตารางที่ 1 พบว่า ระบบการตรวจจับที่ใช้เทคโนโลยีฝังตัวร่วมกับไอโอที พัฒนาออกมาเป็นรูปธรรมมากกว่ากลุ่มที่ใช้ AI โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์เซนเซอร์และแอคชวลเอเตอร์มีมากมายให้เลือกใช้งาน คุณภาพก็ขึ้นอยู่กับงบประมาณของผู้ประกอบการ (Industrial grade เป็นอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีมาก) แต่งานงานวิจัยในกลุ่มไอโอทีนี้ยังมีข้อเสียเปรียบในเรื่องของความแม่นยำและพื้นที่การตรวจจับอยู่ โดยเหมาะสำหรับบ้านเรือนทั่วไปหรือบริษัทที่มีต้นทุนในการลงทุนไม่สูงมากนัก ข้อดีของกลุ่มวิจัยนี้ คือ ระบบสามารถตรวจจับก่อนการเกิดเพลิงไหม้ได้ เช่น กลิ่นและความร้อน เป็นต้น เมื่อเกิดเพลิงไหม้แล้วยังมีอุปกรณ์ช่วยระงับการเกิดเพลิงไหม้ได้ เช่น การพ่นหมอกและการตัดกระแสไฟฟ้า เป็นต้น ส่วนงานวิจัยกลุ่มที่ 2 มีความโดดเด่นมากในเรื่องความแม่นยำในการตรวจจับ เพราะตรวจจับจากเพลิงไหม้จริง ทั้งแบบเป็นภาพและแบบวีดีโอ และสามารถตรวจจับได้กับพื้นที่กว้างๆ เพราะกล้องวงจรปิดในปัจจุบันมีความสามารถสูงขึ้นมาก แต่จุดด้อยคือ ต้องใช้การประมวลผลที่สูง อัลกอริทึมในการประมวลผลซับซ้อน ต้นทุนในการพัฒนาและติดตั้งค่อนข้างสูงและที่สำคัญต้องเกิดเพลิงไหม้ก่อนจึงจะสามารถตรวจจับได้ เมื่อพิจารณาจากข้อมูลทั้งหมดแล้วถ้าต้องการออกแบบและสร้างอุปกรณ์เพื่อตรวจจับเพลิงไหม้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ระบบจะมีลักษณะดังภาพประกอบที่ 1

ตารางที่ 1 การทำ SWOT ระบบตรวจจับเพลิงไหม้

ข้อ	ข้อเด่น-ข้อด้อย	นักวิจัยกลุ่มที่ 1	นักวิจัยกลุ่มที่ 2
1	ความแม่นยำในการพยากรณ์	ปานกลาง	สูงถึงสูงมาก
2	ข้อจำกัดของพื้นที่ในการตรวจจับเพลิงไหม้	ต้องติดตั้งอุปกรณ์มากขึ้น	ขึ้นอยู่กับคุณภาพของกล้อง
3	ทรัพยากรสำหรับประมวลผล	ต่ำ	สูงถึงสูงมาก
4	ความเร็วในการตรวจจับ	ปานกลางถึงสูง	ปานกลางถึงสูง
5	ราคาต้นทุนต่อหน่วย	ต่ำถึงปานกลาง	สูง
6	การแจ้งเตือนหลังการตรวจพบ	ผ่านสมาร์ทโฟนและเว็บเพจ	ยังไม่มีระบบแจ้งเตือน
7	การป้องกันหลังจากตรวจพบ	การพ่นหมอก ตัดกระแสไฟฟ้า	ยังไม่มีระบบการป้องกัน
8	ประเภทที่ใช้สำหรับการตรวจจับเพลิงไหม้	หลากหลาย เช่น เปลวไฟ หมอก แสง กลิ่น ความร้อน	ใช้ภาพเปลวไฟ ในขณะเกิดเพลิงไหม้ เท่านั้น
9	ความสามารถในการตรวจจับ	ตรวจจับได้ก่อนเกิดเพลิงไหม้	ตรวจจับหลังจากเกิดเพลิงไหม้
10	การดูแลรักษาและซ่อมบำรุง	ปานกลาง	สูง
11	ความซับซ้อนในการออกแบบและติดตั้งระบบ	ปานกลางถึงสูง	ปานกลาง
12	สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการติดตั้งและใช้งานระบบ	บ้าน โรงงานที่มีขนาดเล็กถึงกลาง	พื้นที่ที่ๆ มีความกว้างมากๆ
13	ภาพรวมเมื่อติดตั้งใช้งาน	พื้นที่ที่มีรัศมีทำงานไม่กว้างมากนัก	พื้นที่กว้างและเกิดเพลิงไหม้ก่อนเสมอ
14	อื่นๆ	ใช้งานได้จริงแล้วในปัจจุบัน	อยู่ระหว่างการทดสอบ



ภาพประกอบ 1 ระบบตรวจสอบเพลิงไหม้ที่ผ่านการทำ SWOT

จากภาพประกอบที่ 1 แสดงให้เห็นว่าดวงตาของระบบจะต้องประกอบไปด้วยเซนเซอร์ต่างๆ ทำงานร่วมกับ DL หรือ Fuzzy logic จึงจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับจมูกของระบบจะใช้อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟและอากาศ ระบบสัมผัสจะใช้อุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้าและพลังงาน ระบบการควบคุมหลังเพลิงไหม้จะใช้อุปกรณ์พ่นหมอกและน้ำยาดับเพลิง รวมไปถึงอุปกรณ์ตัดกระแสไฟฟ้า และสุดท้ายเป็นระบบแจ้งเตือนควรต้องทำงานผ่านสมาร์ทโฟนและแอพพลิเคชัน เช่น เว็บ เป็นต้น

2.2 สาเหตุของการเกิดอัคคีภัยจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร

ไฟฟ้าช็อต (Short Circuit) หรือเรียก ไฟฟ้าลัดวงจร คือ กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร โดยไม่ผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า (Load) มีสาเหตุมาจากหลายสาเหตุ สรุปได้ดังนี้ คือ

1) ฉนวนไฟฟ้าชำรุด หรือเสื่อมสภาพ

2) ใช้แรงดันเกิน ทำให้กระแสไฟฟ้าทะลุผ่านฉนวนได้หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าพังเสียหาย

3) ตัวนำไฟฟ้าต่างเฟสกัน (คนละเส้น) สัมผัสกัน

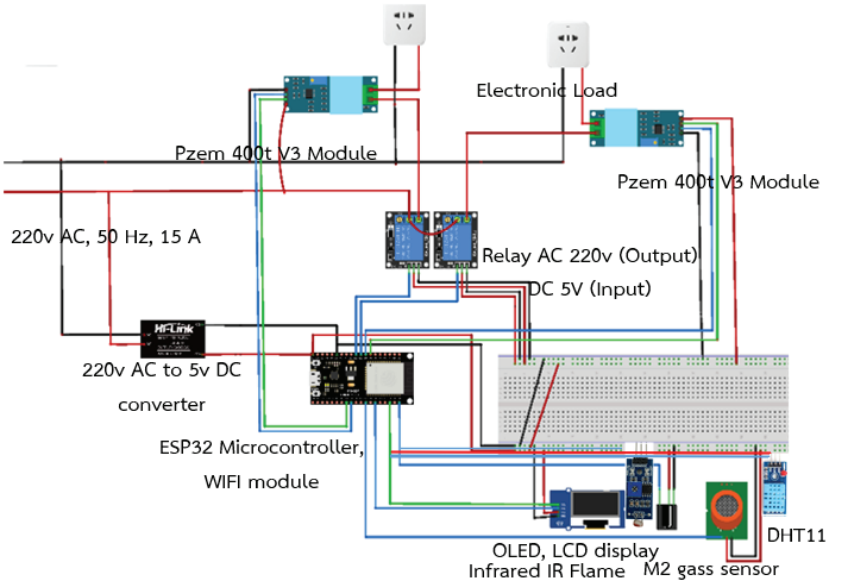
4) มีสิ่งก่อสร้าง ต้นไม้ หรืออื่นๆ ไปสัมผัสสายไฟฟ้า

5) สายไฟฟ้าขาดลงพื้น เกิดไฟฟ้าลัดวงจร

เมื่อกล่าวโดยสรุป ไฟฟ้าลัดวงจรเกิดขึ้นได้ใน 2 ลักษณะ คือ 1) ฉนวนของสายไฟฟ้าชำรุด หรือจากการสัมผัสกันโดยบังเอิญ และ 2) กระแสไฟฟ้าไหลลงดิน หรือเรียกว่าไฟฟ้าลัดวงจรลงดิน ผลจากไฟฟ้าลัดวงจรจะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลในปริมาณมากในเวลาอันสั้น โดยมีผลทำให้เกิดความร้อนสูงและในบางกรณียังมีประกายไฟเกิดร่วมด้วย ซึ่งสิ่งที่กล่าวมาแล้วนี้เป็นสาเหตุทำให้เกิดอัคคีภัยจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้นั้นเอง

2.3 การออกแบบระบบป้องกันอัคคีภัย Smart Breaker

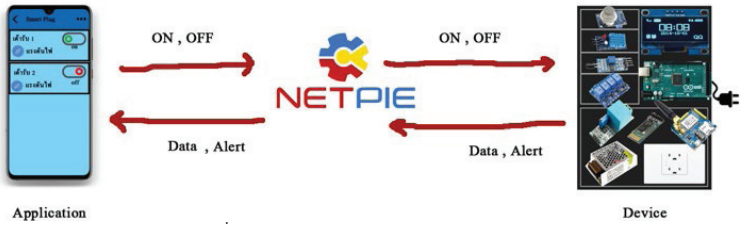
การออกแบบระบบ Smart Breaker จะดำเนินตามผลการประเมิน SWOT ในหัวข้อ 2.1 แสดงดังภาพประกอบที่ 2



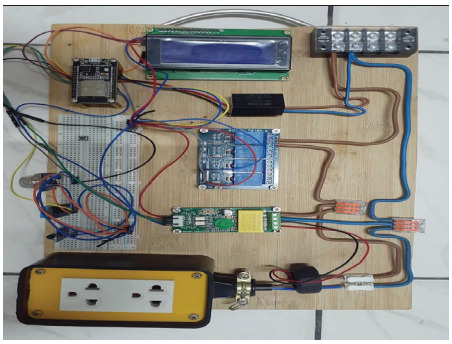
ภาพประกอบ 2 ภาพรวมของการออกแบบ Smart Breaker

จากภาพประกอบที่ 2 หัวใจหลักในการควบคุมการทำงานของ Smart Breaker คือ ไมโครคอลโทลเลอร์ ESP32 ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้อย่างอิสระและยังสามารถเชื่อมต่อ WIFI สำหรับรับ-ส่งข้อมูลไปยัง MQTT Server เพื่อจัดก็บข้อมูล ทำรายงานและส่งข้อความเตือนไปยังผู้ใช้งานเมื่อเกิดเพลิงไหม้ได้ สำหรับ MQTT server ผู้วิจัยเลือกใช้ NETPIE ซึ่งเป็นของ NECTEC (2021) สำหรับการรับ-สั่งข้อมูลระหว่าง Smart Breaker และ NETPIE แสดงดังในภาพประกอบที่ 3 การจ่ายโหลดของกระไฟฟ้าจะถูกตรวจวัดด้วยโมดูล PZEM 400t เมื่อโหลดใช้กระแสไฟฟ้าเกินตามที่กำหนด (ตั้งค่าได้จากมือถือ) ESP32 จะสั่งการให้รีเลย์ตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด สำหรับเซนเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจจับเพลิงไหม้ประกอบไปด้วย ดวงตาของ Smart breaker จะใช้เซนเซอร์ตรวจจับเปลวไฟ (Infrared IR Flame Detector Sensor) จมูกของระบบจะใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับควันและแก๊ส (MQ-2 Smoke Gas Sensor) การสัมผัสของระบบจะใช้เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT11 Digital Temperature and Humidity Sensor) และเซ็นเซอร์วัดกำลังและพลังงานไฟฟ้า (Pzem 400t V3) เมื่อ Smart breaker สามารถตรวจจับไฟไหม้ได้แล้วจะสั่งตัดแหล่งจ่ายไฟฟ้าด้วยอีเล็กทรอนิกส์รีเรย์ (Relay) พร้อมกับแจ้งเตือนผ่านจอ OLED/LCD และผ่านมือถือด้วยแอพพลิเคชันไลน์ (line)

เนื่องจากในงานวิจัยนี้ต้องการลดต้นทุนและทรัพยากรในการประมวลให้เหมาะสมกับสถานะการณ์จริงในปัจจุบัน ดังนั้นจึงยังไม่บรรจุ AI หรือ DL ลงในอุปกรณ์นี้ เนื่องจาก ESP32 ยังไม่สามารถประมวลผลกับภาพเปลวไฟได้ (วางแผนพัฒนาต่อในเวอร์ชันที่ 2) สำหรับการพ่นหมอก (ซึ่งเป็นน้ำ) ขณะเกิดเพลิงไหม้อาจจะส่งผลให้เกิดกระแสไฟฟ้าซ๊อตเจ้าของบ้านหรือพนักงานดับเพลิงได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงยังไม่ผนวกคุณสมบัติการดับเพลิงด้วยน้ำเข้าไปด้วย ระบบ Smart Breaker หลังจากพัฒนาได้สมบูรณ์แล้วจะถูกบรรจุลงในกล่องอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความแข็งแรงและป้องกันไฟไหม้ได้ตามมาตรฐาน มอก. ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4 (ก) และ (ข) ตามลำดับ



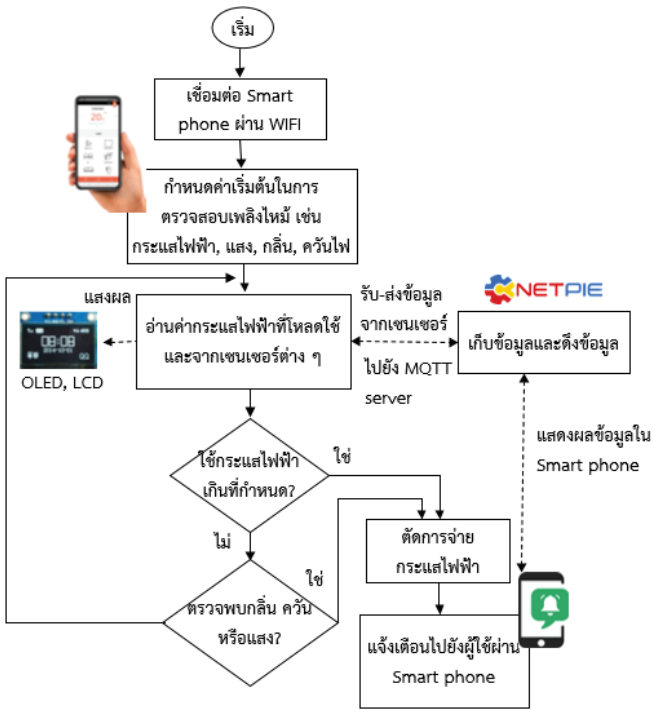
ภาพประกอบ 3 การสื่อสารข้อมูลระหว่าง Smart Breaker และ MQTT (NETPIE)



(ก) การเชื่อมต่อ Smart Breaker ในบอร์ดทดลอง

(ข) Smart Breaker ในกล่องพร้อมใช้งาน

ภาพประกอบ 4 Smart Breaker



ภาพประกอบ 5 อัลกอริทึมในการควบคุมการทำงานของ Smart Breaker

สำหรับอัลกอริทึมที่ใช้ควบคุม Smart Breaker แสดงในภาพประกอบที่ 5

เริ่มจากผู้ใช้งานจะต้องตั้งค่าการทำงานเริ่มต้นของ Smart Breaker ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของตนเองเสียก่อน (ถ้าไม่ตั้งค่าระบบจะใช้ค่า default แทน) โดยผ่านสมาร์ทโฟน เช่น กำหนดกระแสไฟฟ้าที่ต้องการจ่ายให้กับโหลด (ในอุปกรณ์ต้นแบบนี้ทดสอบจ่ายกระแสไฟฟ้าเพียง 2 โหลดเท่านั้น) ความเข้มของแสง สัญญาณไฟฟ้าที่เกิดจากควัน และอุณหภูมิ เป็นต้น ดังตารางที่ 2 เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นเสร็จสิ้น Smart Breaker จะเริ่มทำงาน โดยการอ่านค่าเซนเซอร์ต่างๆ เป็นระยะๆ (ประมาณ 1 วินาที ค่าดังกล่าวสามารถกำหนดเองได้) โดยค่าเซนเซอร์ที่อ่านได้จะถูกส่งไปยัง MQTT server (NETPIE) และแสดงผลผ่านจอภาพ OLED หรือ LED เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้จากสาเหตุต่างๆ เช่น มีกลิ่น เกิดแสงสว่างจากเปลวไฟ อุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว หรือกระแสไฟฟ้าที่โหลดมีปริมาณมากผิดปกติ ในช่วงเวลาที่สั้น ระบบสะสั่งให้อุปกรณ์หยุดการจ่ายกระแสไฟฟ้าและแจ้งไปยังเจ้าของบ้านโดยผ่านโปรแกรม line ในสมาร์ทโฟนทันที

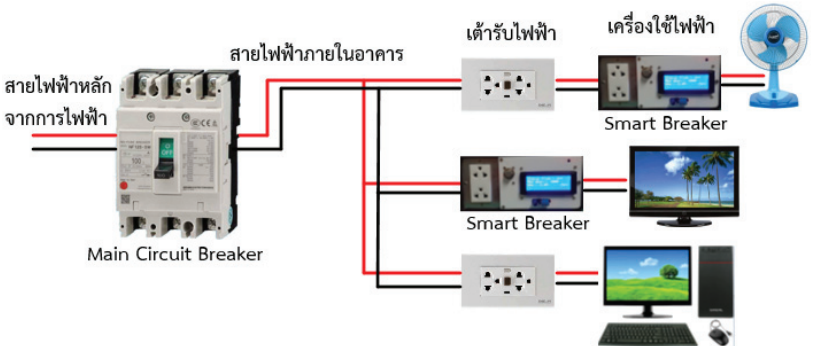
ตารางที่ 2 การกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับ Smart Breaker

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	เครื่องปิ้งขนมปัง	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
18	ควันไฟ (MQ2)	>600

2.4 การติดตั้งใช้งานและการแจ้งเตือน

สำหรับการติดตั้ง Smart Breaker นั้น แสดงดังภาพประกอบที่ 6 ผู้ใช้งานสามารถติดตั้งได้ทุกตำแหน่งของบ้าน ยิ่งถ้าติดตั้ง Smart Breaker ไว้เป็นจำนวนมาก จะทำให้สามารถตรวจสอบเพลิงไหม้ได้มีประสิทธิภาพดีตามไปด้วย เพื่อความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานโดยไม่จะเป็นต้องปรับเปลี่ยนโครงสร้างการเดินสายไฟฟ้าใหม่ภายในอาคาร สามารถติดตั้ง Smart Breaker จากส่วนเต้ารับเพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดไฟฟ้าภายในบ้านได้ทันทีดังภาพประกอบ 6

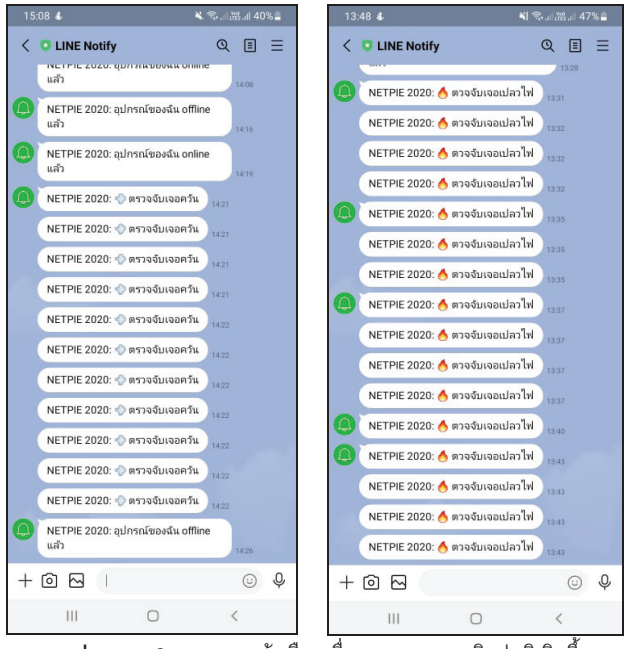
สำหรับการคอนฟิกใช้งานและดูสถานะการทำงานต่างๆ ของ Smart Breaker สามารถดำเนินการผ่านสมาร์ทโฟนได้ทั้งหมดดังภาพประกอบที่ 7 รูปแบบการคอนฟิกระบบดังภาพประกอบที่ 8 และสำหรับการแจ้งเตือนเมื่อเกิดเพลิงไหม้จะแสดงผ่านทางแอพพลิเคชัน line ดังแสดงในภาพประกอบที่ 9 ตามลำดับ



ภาพประกอบ 6 การติดตั้ง Smart Breaker ในอาคาร

ภาพประกอบ 7 แสดงสถานะการทำงานต่างๆ ของ Smart Breaker

ภาพประกอบ 8 แสดงการคอนฟิก Smart Breaker ด้วยสมาร์ทโฟน



ภาพประกอบ 9 แสดงการแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบความผิดปกติเกิดขึ้น

จากรูปที่ 9 ผู้ใช้สามารถกำหนดให้ NETPIE ส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังเจ้าของทรัพย์สินที่ติดตั้งอุปกรณ์ Smart Breaker ได้ด้วยโปรแกรม line เมื่อตรวจพบปัจจัยที่จะทำให้เกิดเพลิงไหม้ เนื่องจาก NETPIE ไม่มีคุณสมบัติการส่งแจ้งเตือนแบบเวลาจริง (Real-time notify)

3. การทดสอบระบบ

ระบบจะถูกทดสอบโดยประเมินการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์แต่ละประเภท การตัดกระแสไฟฟ้า ระบบการแจ้งเตือน และการประเมินความพึงพอใจในการใช้งาน แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การทำสอบระบบ Smart Breaker

ลำดับที่	วิธีการประเมิน	ผลการประเมิน
1	การตรวจจับเปลวไฟ	ทำงานได้ดีในช่วง 0-2.0 เมตร
2	การตรวจจับก๊าซและควันไฟ	ทำงานได้ดีในช่วง 0-2.5 เมตร
3	การตรวจจับอุณหภูมิ	ทำงานได้ดีในช่วง 0-2.0 เมตร
4	การตรวจจับความชื้น	ทำงานได้ดีในช่วง 0-2.5 เมตร
5	การตรวจจับแสง	ทำงานได้ดีในช่วง 0-2.0 เมตร
6	การตัดกระแสไฟฟ้า	ตัดกระแสไฟฟ้าเมื่อโหลดเกินได้
7	**ความง่ายต่อใช้งาน ($\bar{X}$)**	**3.25 (ดี)**
8	**การถูกต้องในทำงานของ ($\bar{X}$)**	**3.42 (แม่นยำ)**
9	**ภาพรวมในการใช้งาน ($\bar{X}$)**	**3.38 (ดี)**

จากลำดับที่ 7 และ 9 ในตารางที่ 3 ประเมินโดยใช้แบบสอบถามกับประชากรผู้ใช้อุปกรณ์กรณ์ตรวจจับอัคคีภัยจำนวน 25 คน เป็นชาย 15 คนและหญิง 10 คน อายุอยู่ในช่วง 18-21 ปี เกณฑ์การประเมินแบ่งออกออกเป็น 5 ระดับ โดยใช้ $\bar{X}$ ดังนี้

คะแนนประเมินอยู่ในช่วง

4.1-5.0 อุปกรณ์ตรวจจับอัคคีภัยง่ายต่อการใช้งานระดับดีมาก

3.1-4.0 อุปกรณ์ง่ายต่อการใช้งานระดับดี

2.1-3.0 อุปกรณ์มีความง่ายต่อการใช้งานระดับปานกลาง

1.1-2.0 อุปกรณ์มีความง่ายต่อการใช้งานระดับพอใช้

0.1-1.0 อุปกรณ์ไม่มีความง่ายต่อการใช้งาน

จากลำดับที่ 8 ในตารางที่ 3 ประเมินโดยใช้แบบสอบถามกับประชากรผู้ใช้อุปกรณ์กรณ์ตรวจจับอัคคีภัยจำนวน 25 คน เป็นชาย 15 คนและหญิง 10 คน อายุอยู่ในช่วง 18-21 ปี เกณฑ์การประเมินแบ่งออกออกเป็น 5 ระดับ โดยใช้ $\bar{X}$ ดังนี้

คะแนนประเมินอยู่ในช่วง

4.1-5.0 อุปกรณ์ตรวจจับอัคคีภัยมีความแม่นยำสูง

3.1-4.0 อุปกรณ์มีความแม่นยำ

2.1-3.0 อุปกรณ์มีความแม่นยำปานกลาง

1.1-2.0 อุปกรณ์มีความแม่นยำต่ำ

0.1-1.0 อุปกรณ์ไม่มีความแม่นยำ

4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบในการตรวจจับอัคคีภัยซึ่งเกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร เรียกว่า Smart Breaker โดยใช้เทคโนโลยี IoT ร่วมกับระบบฝังตัว (Embed system) ซึ่งมีต้นทุนในการดำเนินงานที่ไม่สูงเกินไป (ประมาณ 1,300 บาทต่อ 1 ตัว) สามารถติดตั้งและใช้งานภายในอาคารโดยไม่จำเป็นต้องดัดแปลงหรือแก้ไขโครงสร้างระบบไฟฟ้าที่มีอยู่เดิม โดยติดตั้งต่อจากเต้ารับก่อนเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า (ติดตั้งง่ายที่สุด) หรือติดตั้งระหว่างสายไฟฟ้าหลักภายในอาคารก็ได้ในลักษณะ Inline (ต้องปรับ

แต่งสายไฟฟ้าเล็กน้อย) ผลลัพธ์จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่า Smart Breaker สามารถตรวจจับและแจ้งเตือนก่อนและขณะเกิดอัคคีภัยได้ เมื่อเกิดเพลิงไหม้ ระบบสามารถตัดกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟได้แบบอัตโนมัติเพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลไปยังโหลดเพิ่มเติมจนอาจจะทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้ สำหรับระยะการทำงานของเซนเซอร์ต่างๆ ขึ้นอยู่กับคุณภาพและราคาของเซนเซอร์นั้นๆ ในงานวิจัยนี้ใช้เซนเซอร์ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป ดังนั้นระยะทำการของการตรวจจับจึงยังไม่กว้างมากนัก โดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 0-2.5 เมตร โดยภาพรวมของการใช้งาน Smart Breaker อยู่ในเกณฑ์ดี ($\bar{X}$ =3.38) และความแม่นยำในการตรวจจับไฟไหม้ก็อยู่ในเกณฑ์แม่นยำ ($\bar{X}$ =3.42) หรือคิดเป็น 68.4 เปอร์เซนต์

5. แนวทางการพัฒนาต่อในอนาคต

เนื่องจาก Smart Breaker ยังไม่สามารถตัดกระแสไฟฟ้าได้รวดเร็วเท่ากับ Circuit Breaker (ในกรณีที่ผู้ใช้งานถูกช็อตและต้องการตัดกระแสไฟฟ้าก่อนจะเสียชีวิต) ที่วางจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดได้ ทั้งนี้เพราะ Circuit Breaker ยี่ห้อต่างๆ ที่วางขายนั้นได้รับการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องและอุปกรณ์ภายในมีประสิทธิภาพสูงมาก ทำให้สามารถตัดกระแสไฟฟ้าได้ก่อนการเสียชีวิต อย่างไรก็ตาม Smart Breaker สามารถพัฒนาให้ตัดกระแสไฟฟ้าได้เร็วขึ้นได้ โดยการเลือกอุปกรณ์รีเลย์ความเร็วสูง (มีราคาแพง) แทนรีเลย์ที่ออกแบบในงานวิจัยนี้ได้ นอกจากนี้ Smart Breaker ยังมีความถูกต้องในการตรวจจับเพลิงไหม้อยู่ในระดับปานกลาง ดังนั้นควรจะต้องเพิ่มอัลกอริทึม เช่น Fuzzy Logic และ Deep learning เข้าไปเพื่อช่วยในการตรวจจับเปลวไฟ (ต้องเพิ่มประสิทธิภาพอุปกรณ์และงบประมาณในการทำวิจัยเพิ่มขึ้น) Smart Breaker อาจจะไม่สามารถตรวจจับไฟไหม้ในกรณีที่เกิดขึ้นกับตัวเองได้ (ถ้าอุปกรณ์หลักเช่น EPS32 เสียหาย) แต่สามารถป้องกันเหตุการณ์ดังกล่าวได้โดยการบรรจุอุปกรณ์ลงในกล่องที่ป้องกันการติดไฟ เช่น โลหะหรือภาชนะทนไฟสูงๆ เป็นต้น ในแต่ละงานวิจัยยังไม่มีการพัฒนาระบบดับเพลิงหลังจากตรวจจับไฟไหม้ได้แล้วอย่างเป็นรูปประธรรม ดังนั้นในงานวิจัยที่จะทำต่อไปในอนาคต คือ การออกแบบและพัฒนาระบบดับเพลิงที่มีประสิทธิภาพ โดยอาจจะอยู่ในรูปแบบของโดรนซึ่งเมื่ออยู่ในสภาวะปกติจะทำตัวเสมือนอุปกรณ์ตกแต่งบ้านทั่วๆ ไป ดังในภาพประกอบที่ 10 (ก) แต่เมื่อเกิดไฟไหม้จะทำหน้าที่พ่นสารเคมีเพื่อดับไฟ หรืออาจจะเป็นแมลงขนาดเล็กๆ ซึ่งเมื่อเกิดไฟไหม้แล้วจะรวมตัวทับถมกันเป็นกลุ่มก้อนคล้ายผึ้งเพื่อดับไฟตั้งแต่ไฟเริ่มก่อตัวขึ้น ดังภาพประกอบที่ 10 (ข) เป็นต้น

(ก) โดรนสำหรับดับเพลิง (iF WORLD DESIGN GUIDE, 2021)

(ข) แมลงดับเพลิงขนาดเล็ก (INTERESTING ENGINEERING, 2020)

ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างระบบดับเพลิงในอนาคต

6. เอกสารอ้างอิง

สมาคมส่งเสริมความปลอดภัยและอนามัยในการทำงาน (ประเทศไทย) ในพระราชูปถัมภ์ฯ. (2020). *กฎหมายความปลอดภัย*. สืบค้นเมื่อ กันยายน 2564 จาก http://neic.gov/neis/epic/epic.html.

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. (2020). *กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย*. สืบค้นเมื่อ สิงหาคม 2564 จาก https://www.disaster.go.th/.

การเกิดอัคคีภัย. (2016). *สำนักป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย*. สืบค้นเมื่อ สิงหาคม 2564 จาก http://www.bangkokfire199.com/.

การป้องกันและระงับอัคคีภัย. (2016). *กองส่งเสริมเทคโนโลยีและความปลอดภัยในโรงงาน*. สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2564 จาก http://reg3.diw.go.th/safety/.

K. Chen, Y. Cheng, H. Bai, C. Mou and Y. Zhang, "Research on Image Fire Detection Based on Support Vector Machine," 9th International Conference on Fire Science and Fire Protection Engineering (ICFSFPE), 2019, pp. 1-7, doi: 10.1109/ICFSFPE48751.2019.9055795.

S. Chen, L.K. Wang, W. Li and W. Chen, "A low-cost R-type fire alarm system for old houses," International Conference on Advanced Materials for Science and Engineering (ICAMSE), 2016, pp. 51-54, doi: 10.1109/ICAMSE.2016.7840228.

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.

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.

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.

T. M. Ahmed, "Smart Fire Safety System in *a Building," 3rd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT), 2018*, pp. 37-40, doi: 10.1109/RTEICT42901.2018.9012548.

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.

S. Mittal, M. K. Rana, M. Bhardwaj, M. Mataray and S. Mittal, "CeaseFire: The Fire Fighting Robot," *International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking (ICACCCN)*, 2018, pp. 1143-1146, doi: 10.1109/ICACCCN.2018.8748547.

H. D. Duong and D. T. Tinh, "A Novel Computational Approach for Fire Detection," *Second International Conference on Knowledge and Systems Engineering, 2010*, pp. 9-13, doi: 10.1109/KSE.2010.12.

Z. Li and J. Li, "Control system design of directional fire-fighting monitor based on video," *The 27th Chinese Control and Decision Conference (CCDC), 2015*, pp. 1753-1756, doi: 10.1109/CCDC.2015.7162203.

Dengyi Zhang ; Jinming Zhao ; Jianhui Zhao ; Shizhong Han ; Zhong Zhang ; Chengzhang Qu, "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.

iF WORLD DESIGN GUIDE. (2021). *Smart fire-fighting drone*. Available: https://interestingengineering.com/bug-life-these-5-robots-were-inspired-by-insects. [October 10, 2021].

INTERESTING ENGINEERING. (2020). *Bug Life: These 5 Robots Were Inspired by Insects*. Available: https://ifworld-designguide.com/entry/240258-fire-man. [September 15, 2021].