

การประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งานภาคสนามต่อนวัตกรรมโดรนแขนกล สำหรับการกู้ภัยจากอัคคีภัย

Evaluation of Field User Satisfaction Toward a Robotic Arm-Equipped Drone for Fire Emergency Response

ปัญญ์พัชรกร บุญพร้อม,^{1*} ประสงค์ศักดิ์ สองศรี² และธรรมราช อาษาสุวรรณ³
Punpaphatporn Bunprom,^{1} Prasongsuk Songsree² and Thammarat Arsasuw³*

Received 14 August 2025, Revised 20 October 2025, Accepted 22 October 2025

ABSTRACT

This study aimed to investigate the technical problems and limitations of unmanned aerial vehicles (UAVs) equipped with robotic arms for fire rescue missions in field contexts, as well as to assess the satisfaction of field users with this technology in actual operations. A quasi-experimental qualitative research design was employed as a pilot study. The sample consisted of 10 participants, including rescue personnel and occupational safety officers, selected through purposive sampling. Data were collected using questionnaires, interviews, and field trials in simulated scenarios. Quantitative data were analyzed using descriptive statistics, while qualitative data were examined through content analysis.

The findings revealed that users expressed the highest level of overall satisfaction with the technology ("strongly agree"; mean = 4.25 ± 0.56), primarily because the robotic armed drone helped reduce risks to rescue personnel, provided rapid access to hazardous areas, and enabled timely responses to emergencies. The highest-rated dimension was "ease of use" (mean = 4.40 ± 0.55), indicating that participants could quickly learn and operate the system without complexity. Identified technical limitations included difficulties in maneuvering within confined spaces, instability in grasping slippery or complex-shaped objects, limited flight duration due to battery capacity, and environmental impacts such as strong winds or rainfall.

The results suggest that robotic arm-equipped UAVs have significant potential to support rescue operations by enhancing efficiency, reducing risks to personnel, and enabling timely responses to emergencies.

¹ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม แขวงวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

Department of Occupational Health and Safety Faculty of Health Science, Siam Technology College, Wat Tha Phra, Bangkok Yai, Bangkok 10600, Thailand.

²ภาควิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและระบบควบคุมอัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

Department of Technology Program in Electrical Technology and Automatic Control System, Faculty of Engineering and Technology, Siam Technology College, Bangkok Yai, Bangkok 10600, Thailand.

³ภาควิชาวิศวกรรมซ่อมบำรุงอากาศยาน คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

Department of Aircraft Maintenance Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Siam Technology College, Bangkok Yai, Bangkok 10600, Thailand.

*Corresponding author: Tel.08-9780-9401, E-mail address: punpaphatpornb@siamtechno.ac.th

However, further development is recommended, such as integrating additional components (e.g., cameras mounted on the robotic arm, stabilization systems, and automatic emergency release functions), as well as establishing virtual training systems to strengthen effective use in real-world environments.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Robotic Arm Innovation, Fire Hazard, Rescue Personnel, Occupational Safety Officers

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและข้อจำกัดทางเทคนิคของอากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งแขนกลสำหรับภารกิจกู้ภัยจากอัคคีภัยในบริบทภาคสนาม รวมถึงประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานภาคสนามต่อเทคโนโลยีดังกล่าวในการปฏิบัติงานจริง โดยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพแบบกึ่งทดลอง (quasi-experimental) ในลักษณะการศึกษาแบบนักร่อง กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยเจ้าหน้าที่กู้ภัยและเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน จำนวน 10 คน คัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) การเก็บข้อมูลดำเนินการผ่านแบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ และการทดลองใช้งานภาคสนามในสถานการณ์จำลอง วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติเชิงพรรณนา และข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ผลการวิจัยพบว่า ผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจต่อเทคโนโลยีโดยรวมในระดับ “เห็นด้วยมากที่สุด” (ค่าเฉลี่ย=4.25±0.56) เนื่องจากโดรนแขนกลสามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อชีวิตเจ้าหน้าที่ เข้าถึงพื้นที่อันตรายได้รวดเร็ว และตอบสนองต่อสถานการณ์ฉุกเฉินได้ทันเวลา โดยมีมิติที่ได้รับคะแนนสูงสุดคือ “ความสะดวกในการใช้งาน” (ค่าเฉลี่ย=4.40±0.55) ซึ่งสะท้อนว่าผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้และทดลองใช้งานได้โดยไม่ซับซ้อน สำหรับปัญหาและข้อจำกัดที่พบ ได้แก่ ความยากลำบากในการควบคุมในพื้นที่แคบ ความไม่มั่นคงในการจับวัตถุผิวลื่น หรือวัตถุที่มีรูปทรงซับซ้อน ระยะเวลาการบินที่จำกัดจากพลังงานแบตเตอรี่ และผลกระทบจากสภาพอากาศ เช่น ลมแรงหรือฝนตก

จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าโดรนติดแขนกลมีศักยภาพในการสนับสนุนภารกิจกู้ภัย โดยช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยงของเจ้าหน้าที่ และตอบสนองต่อสถานการณ์ฉุกเฉินได้อย่างทันท่วงที ทั้งนี้ ควรพัฒนาองค์ประกอบเสริม อาทิ กล้องเสริมที่ปลายแขนกล ระบบช่วยทรงตัว และฟังก์ชันปลดปล่อยอัตโนมัติในกรณีฉุกเฉิน รวมทั้งจัดทำระบบฝึกอบรมเสมือนจริง เพื่อสนับสนุนการใช้งานในสภาวะแวดล้อมจริงอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: อากาศยานไร้คนขับ แขนกลอัจฉริยะ อัคคีภัย เจ้าหน้าที่กู้ภัย เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน

บทนำ

ในปัจจุบันอากาศยานไร้คนขับ (โดรน) ได้รับการพัฒนาและนำมาใช้งานในหลากหลายมิติ ไม่ว่าจะเป็นด้านอุตสาหกรรมการเกษตร (กนต์ธร และคณะ, 2561) การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติไปจนถึงภารกิจด้านความมั่นคงและการช่วยเหลือผู้ประสบภัยในสถานการณ์ฉุกเฉิน เช่น อุทกภัย แผ่นดินไหว และอัคคีภัย โดยเฉพาะในสถานการณ์ไฟไหม้ที่เกิดขึ้นถี่ขึ้นในหลายพื้นที่ของประเทศไทย อาทิ เหตุการณ์ไฟไหม้บ่อขยะจังหวัดสมุทรปราการและเหตุเพลิงไหม้โรงงานในเขตเมือง ทำให้เกิดทั้งความสูญเสียต่อชีวิตทรัพย์สิน และสภาพแวดล้อม ซึ่งสะท้อนถึงความท้าทายของภารกิจกู้ภัยในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง

(Quenzel *et al.*, 2021) โดยเฉพาะเมื่อขาดบุคลากรและเครื่องมือที่ทันสมัยในการเข้าถึงและการจัดการสถานการณ์ได้อย่างรวดเร็วถึงแม้ว่าเทคโนโลยีโดรนจะเริ่มถูกนำมาใช้ในภารกิจกู้ภัย (ฉัตรชัย และคณะ, 2566) แต่โดยมากยังจำกัดอยู่กับการบินสำรวจหรือถ่ายภาพทางอากาศ (Zhang *et al.*, 2024) ยังไม่สามารถปฏิบัติงานที่ต้องการการหยิบ จับ หรือเคลื่อนย้ายวัตถุในพื้นที่อันตรายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การนำโดรนมาประยุกต์ใช้กับงานด้าน “อัคคีภัย” จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากสถานการณ์เพลิงไหม้มักเกิดขึ้นอย่างฉับพลันและมีความรุนแรงสูง การเข้าถึงพื้นที่ที่เต็มไปด้วยควัน ความร้อน และสิ่งกีดขวาง เป็นอันตรายต่อชีวิต

เจ้าหน้าที่กู้ภัยโดยตรง โดรนที่สามารถปฏิบัติการในพื้นที่ดังกล่าวได้ จะช่วยลดความเสี่ยง เพิ่มความปลอดภัย และเสริมศักยภาพในการควบคุมสถานการณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

โดยทั่วไปแล้ว อากาศยานไร้คนขับ (UAV) ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก ได้แก่ (1) ระบบโครงสร้างตัวลำและใบพัดที่ใช้ในการบิน (2) ระบบควบคุมและนำทาง (navigation & control system) ที่อาศัยสัญญาณ GPS และเซนเซอร์ (sensor) เพื่อรักษาเสถียรภาพ (3) ระบบสื่อสารสำหรับการส่งข้อมูลภาพและสัญญาณการควบคุมแบบเรียลไทม์ (real time) และ (4) แหล่งพลังงานซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบตเตอรี่ลิเทียม (lithium) การผนวก UAV เข้ากับกล้องตรวจจับความร้อนหรือระบบเซนเซอร์ขนาดเล็กได้เปิดมิติใหม่ในการใช้โดรนเพื่อสนับสนุนงานด้านความปลอดภัยและการกู้ภัย (สุรเดช, 2566) จากข้อมูลล่าสุดของกรมโรงงานอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2567 พบว่าอัคคีภัยยังคงเป็นอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุดในโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีจำนวนเหตุการณ์ถึง 107 ครั้ง คิดเป็นประมาณ 75% ของอุบัติเหตุทั้งหมดในโรงงานอุตสาหกรรมโดยกลุ่มโรงงานที่เกิดเหตุเพลิงไหม้สูง ได้แก่ อุตสาหกรรมพลาสติก โฟม กระดาษ ยาง อุตสาหกรรมสิ่งทอและเส้นใย อุตสาหกรรมโกดังและคลังสินค้า อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมกากหรือขยะ อุตสาหกรรมแปรรูปไม้ อุตสาหกรรมสี ไวไฟ และอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ ปิโตรเคมี สารเคมี (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2567)

แม้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ (โดรน) จะถูกนำมาใช้งานในการกิจกู้ภัยเพิ่มมากขึ้น แต่จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ายังมีช่องว่างทางวิชาการเกี่ยวกับการประเมินการใช้งานจริงของโดรนที่ติดตั้งเซนเซอร์ โดยเฉพาะในบริบทของการกู้ภัยจากอัคคีภัย ซึ่งยังขาดการศึกษาจากมุมมองของผู้ใช้งานภาคสนาม ได้แก่ เจ้าหน้าที่กู้ภัยและเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติงานในสถานการณ์เสี่ยงโดยตรง (Kritikou et al., 2024) การรับฟังความคิดเห็นจากกลุ่มผู้ใช้เหล่านี้สามารถสะท้อนข้อจำกัดและความต้องการที่แท้จริง อันจะ

นำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีที่ตอบโจทย์การใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดรนถือเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสูงในการกิจดับเพลิง เนื่องจากสามารถบินเข้าสำรวจพื้นที่ได้อย่างรวดเร็ว เข้าถึงจุดเกิดเหตุได้อย่างแม่นยำ และลดความเสี่ยงของเจ้าหน้าที่ในพื้นที่อันตราย อีกทั้งยังสามารถติดตั้งระบบฉีดน้ำหรือสารเคมีเพื่อควบคุมเพลิงเบื้องต้นได้อีกด้วย ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการควบคุมเพลิง ได้แก่ (1) ความรวดเร็วในการตรวจพบจุดเกิดเหตุ (2) ความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่เพลิงไหม้ และ (3) ความพร้อมของอุปกรณ์ในการเผชิญเหตุ หากขาดปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง อาจทำให้การควบคุมเพลิงเป็นไปอย่างล่าช้า และเกิดความเสียหายเป็นวงกว้าง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ, 2568)

การศึกษานี้จึงมุ่งประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานภาคสนามต่อระบบโดรนแขนกลที่พัฒนาขึ้น โดยเน้นทั้งในด้านความสะดวกในการใช้งาน ความปลอดภัย ความเหมาะสมกับการกิจ และผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อประสิทธิภาพในการกู้ภัย ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการจัดการสาธารณภัยให้สอดคล้องกับบริบทของประเทศไทย และสามารถลดภาระของเจ้าหน้าที่เพิ่มความปลอดภัย และประหยัดทรัพยากรในการปฏิบัติงาน โดยเฉพาะในพื้นที่ที่เข้าถึงยากหรือมีสภาพแวดล้อมเป็นอันตราย นวัตกรรมที่ใช้ในการศึกษานี้ประกอบด้วยแขนกลที่ได้รับการออกแบบให้มีลักษณะคล้ายแท่นกอินทรีย์ ติดตั้งบนอากาศยานไร้คนขับ โดยสามารถหยิบจับ มัด หรือแขวนสิ่งของได้อย่างคล่องตัว มีความสามารถในการบรรทุกวัตถุได้สูงสุดถึง 10 กก. และมีความแม่นยำสูงในการเข้าถึงเป้าหมายในพื้นที่เสี่ยง เทคโนโลยีดังกล่าวจึงมีศักยภาพในการลดความเสี่ยงต่อชีวิตของเจ้าหน้าที่เพิ่มประสิทธิภาพในการช่วยเหลือผู้ประสบภัย และลดเวลาในการเข้าถึงจุดเกิดเหตุ

นวัตกรรมนี้สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) (ศูนย์วิจัยและสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน, 2567) ได้แก่ เป้าหมายที่ 3 การมีสุขภาพและ

ความเป็นอยู่ที่ดี (Good Health and Well-being) ที่มุ่งลดการบาดเจ็บและการสูญเสียจากภัยพิบัติ เป้าหมายที่ 9 อุตสาหกรรม นวัตกรรม และโครงสร้างพื้นฐาน (Industry, Innovation and Infrastructure) ซึ่งส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการจัดการความเสี่ยง และเป้าหมายที่ 11 เมืองและชุมชนที่ยั่งยืน (Sustainable Cities and Communities) ซึ่งเน้นการเพิ่มขีดความสามารถของชุมชนในการรับมือและฟื้นตัวจากภัยพิบัติอย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและข้อจำกัดทางเทคนิคในการใช้งานอากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งแขนกลสำหรับภารกิจกู้ภัยจากอัคคีภัยในบริบทภาคสนาม และเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานภาคสนามต่อการใช้งานเทคโนโลยีดังกล่าวในการปฏิบัติงานจริง ซึ่งนอกจากจะมีคุณค่าทางวิชาการในฐานะที่ช่วยเติมเต็มช่องว่างองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีเพื่อความปลอดภัยแล้ว ยังมีคุณค่าเชิงสังคมในการยกระดับศักยภาพของระบบการจัดการสาธารณภัยของประเทศไทยได้อย่างเป็นรูปธรรม

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพแบบกึ่งทดลองในลักษณะการศึกษาแบบนำร่อง (Pilot Study) โดยดำเนินการในสถานการณ์จำลองที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาความพึงพอใจและข้อจำกัดทางเทคนิคในการใช้งานอากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งแขนกล สำหรับภารกิจกู้ภัยจากอัคคีภัยในบริบทภาคสนาม

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรของการวิจัยนี้ได้แก่ บุคลากรที่มีประสบการณ์เกี่ยวข้องกับภารกิจกู้ภัยจากอัคคีภัยและการบริหารจัดการความปลอดภัยในสถานการณ์ภาคสนาม ซึ่งรวมถึงเจ้าหน้าที่กู้ภัยและเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน (จป.วิชาชีพ) ที่ปฏิบัติงานหน้าที่ในสถานการณ์เสี่ยงหรือภารกิจฉุกเฉิน ทั้งนี้ประชากรดังกล่าวมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการใช้งานอากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งแขนกลในการกิจจริง

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยเจ้าหน้าที่กู้ภัย 5 คน และเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน (จป.วิชาชีพ) 5 คน รวมทั้งสิ้น 10 คน ซึ่งถือว่าเป็นจำนวนที่ค่อนข้างน้อย แต่มีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจงเพื่อให้ได้ผู้ที่มีคุณสมบัติตรงกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยมากที่สุด การใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กสอดคล้องกับลักษณะการศึกษาแบบนำร่อง (Pilot Study) ซึ่งมุ่งเน้นการสะท้อนปัญหาเชิงลึกและการประเมินความเป็นไปได้ของนวัตกรรมมากกว่าการอ้างอิงผลเชิงสถิติทั่วไป ดังนั้น จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่จำกัดจึงไม่กระทบต่อการตีความความพึงพอใจในเชิงคุณภาพ แต่เป็นพื้นฐานในการออกแบบการวิจัยขนาดใหญ่ในอนาคต

หน้าที่ของเจ้าหน้าที่กู้ภัย คือการปฏิบัติการในพื้นที่เพลิงไหม้และสถานการณ์ฉุกเฉิน เช่น การช่วยเหลือผู้ประสบภัยและเคลื่อนย้ายสิ่งกีดขวาง ขณะที่เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน (จป. วิชาชีพ) มีบทบาทในการประเมินความเสี่ยง กำกับมาตรการความปลอดภัย และให้ข้อคิดเห็นด้านการใช้งานอุปกรณ์ในสภาพแวดล้อมจริง บทบาทที่แตกต่างกันนี้ช่วยสะท้อนมุมมองทั้งด้านปฏิบัติการตรงและด้านมาตรฐานความปลอดภัย

วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ใช้เพราะผู้วิจัยต้องการผู้เข้าร่วมที่มีคุณลักษณะเฉพาะตรงกับวัตถุประสงค์ เช่น มีประสบการณ์ตรงกับภารกิจกู้ภัยหรือความปลอดภัยในโรงงานอุตสาหกรรม การคัดเลือกดำเนินการโดยติดต่อบุคลากรที่ผ่านเกณฑ์เบื้องต้น 15 คน และสุดท้ายคัดเลือกเหลือ 10 คน ตามเกณฑ์การมีประสบการณ์ตรง ความพร้อมในการเข้าร่วมทดลองและความยินยอมให้ข้อมูลอย่างครบถ้วน โดยการตัดสินใจคัดเลือกอ้างอิงเกณฑ์คุณสมบัติผู้เข้าร่วมการวิจัย (Inclusion Criteria) ที่ได้รับรายละเอียดไว้อย่างถี่ถ้วนแล้วในหัวข้อ 'กระบวนการขอความยินยอม' เกณฑ์ที่สำคัญเหล่านี้ประกอบด้วย ประการแรก ประสบการณ์และความเชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับภารกิจกู้ภัยจากอัคคีภัยหรือการบริหารจัดการความปลอดภัย ประการที่สอง ศักยภาพหรือ

ความสามารถในการทดลองใช้งานและประเมินผล
นวัตกรรมโดรนแขนกลที่พัฒนาขึ้น และผลการ
สุดท้าย ความยินดีเข้าร่วมโครงการวิจัยอย่างครบถ้วน
ด้วยความสมัคร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวม ข้อมูล

1) อากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งแขนกล (Robotic Arm-Equipped Drone)

ระบบอากาศยานไร้คนขับที่ใช้ในการศึกษา
ครั้งนี้เป็นโดรนเกษตรที่ผู้วิจัยประกอบขึ้นเอง โดย
ปรับแต่งโครงสร้างเพื่อรองรับการติดตั้งแขนกลและ
การทดสอบในภาคสนาม ระบบดังกล่าวมีสมรรถนะใน
การรองรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุดประมาณ 20 กก.

ซึ่งเพียงพอสำหรับการกิจจำลองที่มุ่งเน้นการขนย้าย
อุปกรณ์กู้ภัยเบื้องต้น ผู้วิจัยได้พัฒนาและนำระบบ
อากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งแขนกลมาทดลองใช้งาน
ในสถานการณ์จำลอง โดยออกแบบภารกิจทดสอบ
ความสามารถของระบบในการหยิบจับวัตถุระหว่าง
การบินในระดับต่ำ (low-altitude flight) เพื่อเลียนแบบ
ภารกิจขนส่งอุปกรณ์ฉุกเฉินเข้าสู่พื้นที่เสี่ยง กลุ่ม
ตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วยเจ้าหน้าที่กู้ภัยและเจ้าหน้าที่
ความปลอดภัยในการทำงาน (จป.วิชาชีพ) ได้รับ
โอกาสในการสังเกตการสาธิตและทดลองควบคุมการ
ใช้งานโดรน โดยมีภารกิจหลักคือการหยิบจับลูกบอล
ดับเพลิงน้ำหนักประมาณ 1.3 กก. ในบริเวณที่จำกัด
เพื่อประเมินความสะดวก ความแม่นยำ และ
ประสิทธิภาพของระบบซึ่งแสดงใน Figure 1 and
Figure 2



Figure 1 Gripper holding a fire extinguishing ball



Figure 2 Actual field flight testing of the robotic arm-equipped UAV

1) อากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งแขนกล
(Robotic Arm-Equipped Drone)

ผู้วิจัยได้พัฒนาและนำระบบอากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งแขนกลมาทดลองใช้งานในสถานการณ์จำลอง โดยออกแบบภารกิจทดสอบความสามารถของระบบในการหยิบจับวัตถุระหว่างการบินในระดับต่ำ (low-altitude flight) เพื่อเลียนแบบภารกิจขนส่งอุปกรณ์ฉุกเฉินเข้าสู่พื้นที่เสี่ยง กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วยเจ้าหน้าที่กู้ภัยและเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน (จป.วิชาชีพ) ได้รับโอกาสใน

การสังเกตการสาธิตและทดลองควบคุมการใช้งานโดรน โดยมีภารกิจหลักคือการหยิบจับลูกบอลดับเพลิงน้ำหนักประมาณ 1.3 กก. ในบริเวณที่จำกัด เพื่อประเมินความสะดวก ความแม่นยำ และประสิทธิภาพของระบบ ในการศึกษานี้ได้ทดสอบน้ำหนักสูงสุด 3 กิโลกรัม เพื่อสะท้อนการใช้งานในภารกิจเบื้องต้น แต่ไม่ได้ทดสอบตามพิกัด payload สูงสุดของระบบ (10 กก.) ซึ่งจะเป็นหัวข้อสำหรับการวิจัยในอนาคต ซึ่งแสดงใน Figure 3 and Table 1

Table 1 Comparison of different object gripping during UAV flight

Object	During UAV flight		
	Weight (kg)	Operating time (minutes)	UAV status
Fire extinguishing ball	1.30	5	In flight
First aid kit	3	5	In flight
Life jacket	2	5	In flight

การออกแบบมือจับชิ้นงานสำหรับอากาศยานไร้คนขับ

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้มีการออกแบบและพัฒนามือจับชิ้นงานสำหรับอากาศยานไร้คนขับ โดยมี

รายละเอียดดังต่อไปนี้ เริ่มออกแบบมือจับชิ้นงานสำหรับประยุกต์ใช้บนอากาศยานไร้คนขับ โดยในการออกแบบในครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรมพื้นฐานในรูปแบบ 3 มิติ แสดง Figure 3

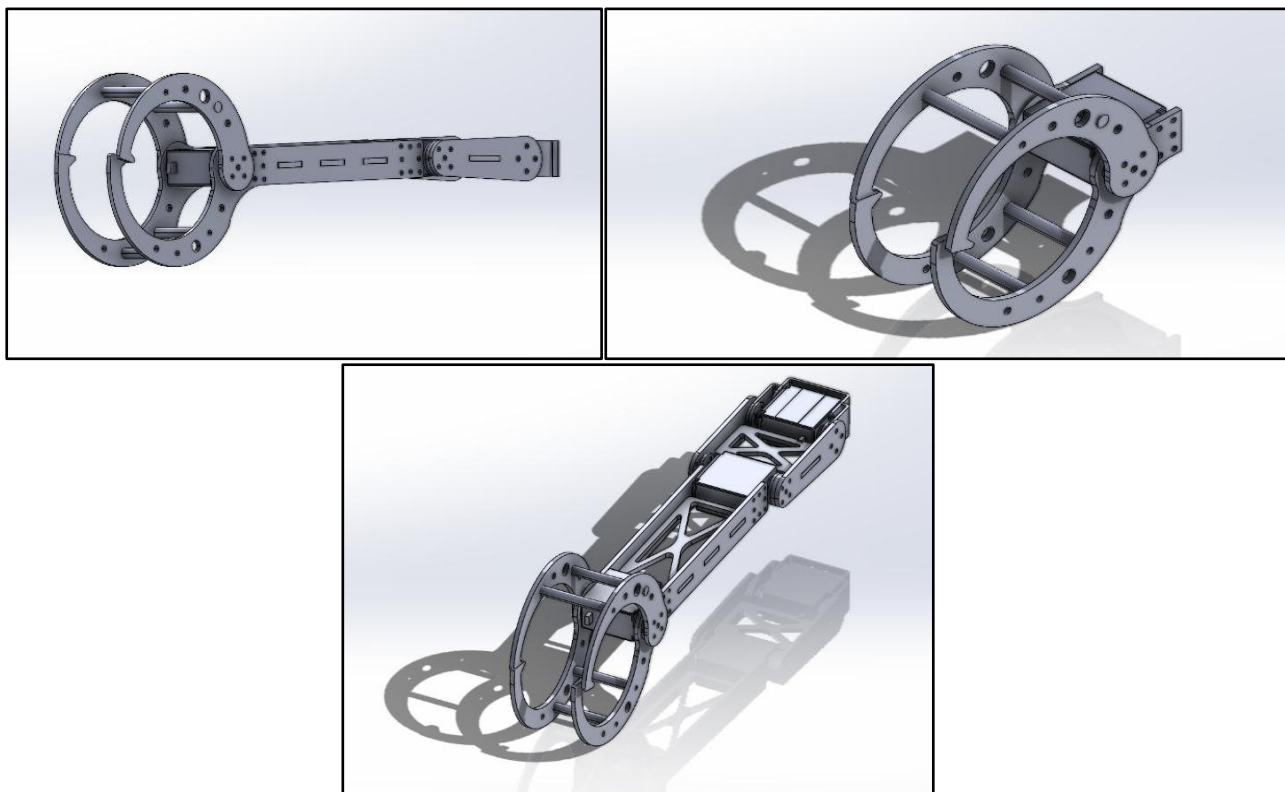


Figure 3 Basic CAD design of the robotic arm

หลังจากที่ได้ใช้โปรแกรมในการออกแบบเรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มจัดทำชิ้นงานตามรูปแบบที่วางแผนไว้ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ นำแผ่นไฟเบอร์มาตัดชิ้นงานตามแบบที่ได้วางไว้ โดยใช้เครื่อง CNC กัดชิ้นงาน โดยเฉพาะในพื้นที่ที่เข้าถึงยากหรือมีสภาพแวดล้อมเป็นอันตรายจนวัดกรรมที่ใช้ในการศึกษานี้ ประกอบด้วยแขนกลที่ได้รับการออกแบบให้มีลักษณะ

คล้ายแท่นกอินทรีย์ ติดตั้งบนอากาศยานไร้คนขับ โดยสามารถหยิบ จับ มัด หรือแขวนสิ่งของได้อย่างคล่องตัว ซึ่งแนวคิดนี้คล้ายกับแนวทางของ (Mederreg *et al.*, 2003) ที่ออกแบบกลไกแท่นกเพื่อให้หุ่นยนต์สามารถเกาะ จับ หรือทรงตัวบนพื้นที่ไม่เรียบได้ มีความสามารถในการบรรทุกวัตถุได้สูงสุดถึง 10 กก.แสดง Figure 4 and Figure 5



Figure 4 Components of the Gripper



Figure 5 Assembled Gripper

2) แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ ตำแหน่งงาน ระยะเวลาการทำงานในภารกิจที่เกี่ยวข้อง และประสบการณ์ในการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ

3) แบบสอบถามระดับความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ภาคสนามต่อระบบโดรนแขนกลในภารกิจกู้ภัยครอบคลุม 4 มิติหลักคือ ความสะดวกในการใช้งาน ความปลอดภัย ความแม่นยำในการปฏิบัติงาน และความเหมาะสมกับภารกิจ การเลือก 4 มิตินี้มีเหตุผล เนื่องจากเป็นปัจจัยสำคัญที่ใช้ประเมินการยอมรับและประสิทธิภาพของเทคโนโลยีใน

สถานการณ์จริง โดยอ้างอิงจากแนวคิด Technology Acceptance Model (TAM) ของ (Davis, 1989) ที่เน้นการใช้งานจริงและความสะดวกในการใช้งานเป็นตัวกำหนดหลักในการยอมรับเทคโนโลยี อีกทั้งงานวิจัยด้าน UAV ในภารกิจกู้ภัย (Lyu *et al.*, 2023; Ariante & Del Core, 2025) ยังชี้ให้เห็นว่าความแม่นยำและความเหมาะสมกับภารกิจเป็นเกณฑ์สำคัญในการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานในภาคสนาม ดังนั้น 4 มิตินี้ จึงสะท้อนปัจจัยการใช้งานที่ครอบคลุมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งานจริง

4) แบบสอบถามแบบปลายเปิดเพื่อรวบรวมความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาและข้อจำกัดทางเทคนิคในการใช้งานอากาศยานไร้คนขับสำหรับภารกิจกู้ภัยจากอัคคีภัย

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

นักวิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสัมภาษณ์เชิงลึกโดยส่งแบบคำถามที่พัฒนาขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน พิจารณาประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ และผู้เชี่ยวชาญด้านการปฏิบัติการกู้ภัยจากอัคคีภัย ทั้งนี้ เพื่อประเมินความถูกต้อง ความครอบคลุมของเนื้อหา ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในการสื่อสาร ภายหลังการประเมินนักวิจัยได้วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์การวิจัย (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ผลการประเมินพบว่า ข้อคำถามทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ที่ 0.85

การเก็บรวบรวมข้อมูล

นักวิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วยเจ้าหน้าที่กู้ภัยและเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน (จป.วิชาชีพ) ที่เข้าร่วมการทดลองใช้งานระบบอากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งแขนกลในสถานการณ์จำลองระหว่างเดือนกรกฎาคม - สิงหาคม พ.ศ.2568 ณ พื้นที่จัดกิจกรรมทดสอบภาคสนาม

ขั้นเตรียมการวิจัย

1) ประสานงานล่วงหน้าโดยผู้วิจัยติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องผ่านช่องทางราชการ เพื่อขออนุญาตเข้าพบเจ้าหน้าที่เป้าหมายและนัดหมายวันดำเนินการ

2) ชี้แจงข้อมูลโครงการดำเนินการชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการวิจัย วิธีเก็บข้อมูล การประเมินอุปกรณ์ ความเสี่ยง และสิทธิของผู้เข้าร่วมอย่างครบถ้วน

3) แจกเอกสารประกอบการตัดสินใจให้ผู้เข้าร่วมจะได้รับเอกสารคำชี้แจง (Participant

Information Sheet) เพื่อศึกษารายละเอียด พร้อมเปิดโอกาสให้ซักถามก่อนตัดสินใจ

4) ขอความยินยอมเข้าร่วมวิจัย ผู้ที่สมัครใจเข้าร่วมจะลงนามในแบบฟอร์มแสดงความยินยอม (Informed Consent Form) ซึ่งจะถูกเก็บรักษาอย่างปลอดภัย

5) ทดลองภาคสนาม เมื่อได้รับความยินยอมแล้ว จะมีการนัดหมายเพื่อดำเนินการทดลองใช้งานภาคสนามตามมาตรการความปลอดภัยของแต่ละหน่วยงาน สำหรับการทดลองภาคสนาม ผู้วิจัยได้ออกแบบสถานการณ์จำลองที่ใกล้เคียงกับเหตุเพลิงไหม้จริง โดยจัดพื้นที่ปฏิบัติการในสนามโล่งที่มีการกำหนดจุดขึ้นบิน จุดปล่อยวัตถุ และสิ่งกีดขวางจำลอง เช่น พื้นที่แคบและสิ่งกีดขวางแนวตั้ง เพื่อทดสอบศักยภาพของโดรนในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อน ระหว่างการทดลอง กลุ่มตัวอย่างได้รับการสาธิตวิธีการควบคุมโดรน การส่งงานแขนกลเพื่อหยิบจับลูกบอลดับเพลิง และการปล่อยในตำแหน่งที่กำหนด ภายใต้การควบคุมความปลอดภัยโดยผู้เชี่ยวชาญด้าน UAV และการกู้ภัย ข้อมูลถูกเก็บทั้งจากการสังเกตโดยผู้วิจัย การตอบแบบสอบถามหลังการทดลอง และการบันทึกวิดีโอการบินเพื่อนำมาวิเคราะห์เพิ่มเติม

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์โดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป โดยมีการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ ตำแหน่งงาน ระยะเวลาการทำงาน และประสบการณ์การใช้งานเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ

2. การวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานภาคสนามต่อระบบอากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งแขนกล โดยใช้ ค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)

3. ข้อมูลเชิงคุณภาพจากแบบสัมภาษณ์เชิงลึกและคำตอบปลายเปิดจะวิเคราะห์โดยใช้วิธีการ

วิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยจัดหมวดหมู่ความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ภาคสนามเกี่ยวกับการใช้งานโดรนแขนกล ทั้งในด้านประเด็นหลัก ความต้องการ ฟังก์ชันที่คาดหวัง ปัญหาที่พบ และข้อเสนอแนะ

จริยธรรมงานวิจัย

การพิทักษ์กลุ่มตัวอย่าง การวิจัยนี้ได้ดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่าง โดยผ่านการขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดยะลา หมายเลขรับรอง SCPHYLIRB-2568/401 ลงวันที่ 12 มิถุนายน 2568 เพื่อให้มั่นใจว่ากระบวนการวิจัยดำเนินการภายใต้หลักจริยธรรมที่เหมาะสม กลุ่มตัวอย่างได้รับการชี้แจงถึงสิทธิในการปกปิดข้อมูลส่วนตัว พร้อมทั้งสิทธิในการถอนตัวจาก

การวิจัยได้ตลอดเวลาโดยไม่ต้องระบุเหตุผลและไม่มีผลกระทบต่อสิทธิของผู้เข้าร่วมวิจัยแต่อย่างใด

ผล

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยประกอบด้วยเจ้าหน้าที่กู้ภัยและเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน (จป.วิชาชีพ) อย่างละ 5 คน โดยทุกคนเป็นเพศชาย สำหรับช่วงอายุพบว่าเจ้าหน้าที่กู้ภัยส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 45–54 ปี ขณะที่ จป.วิชาชีพ กระจายอยู่ในช่วง 25–44 ปี ระยะเวลาการทำงานส่วนใหญ่ของทั้งสองกลุ่มอยู่ระหว่าง 4–10 ปี ด้านประสบการณ์ในการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ (UAV) พบว่ามีความหลากหลาย โดยส่วนใหญ่เคยใช้งานมาแล้วมากกว่า 10 ชั่วโมง

Table 2 General information of the study participants

General characteristics	Rescue personnel (n = 5)		Occupational safety officers (n = 5)	
	Number	Percent	Number	Percentage
Gender				
Male	5	100.00	5	100.0
Age				
Under 25 years	0	0.0	1	20.0
25-34 years	1	20.0	1	20.0
35-44 years	1	20.0	2	40.0
45-54 years	3	60.0	1	20.0
Length of service in related tasks				
1-3 years	1	20.0	1	20.0
4-6 years	2	40.0	1	20.0
7-10 years	2	40.0	3	60.0
Experience in operating unmanned aerial vehicles (UAVs)				
Less than 10 hours	1	20.0	1	20.0
10 – 30 hours	2	40.0	1	20.0
31 – 50 hours	1	20.0	1	20.0
More than 50 hours	1	20.0	2	40.0

ส่วนที่ 2 ระดับความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ภาคสนามต่อระบบโดรนแขนกลในการกู้ภัยจากอัคคีภัย

ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ภาคสนามต่อระบบโดรนแขนกลสำหรับภารกิจกู้ภัยจากอัคคีภัย พบว่ามีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ “เห็นด้วยมากที่สุด” โดยได้ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.25 (SD = 0.56) เมื่อพิจารณารายมิติพบว่า มิติด้านความสะดวกในการใช้งาน ได้รับค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ 4.40 (SD = 0.55) รองลงมาคือ ความเหมาะสมกับภารกิจ ค่าเฉลี่ย 4.30 (SD = 0.50) ขณะที่ ความแม่นยำในการปฏิบัติงาน มีค่าเฉลี่ย 4.20 (SD = 0.58) และ ความปลอดภัย มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 4.10 (SD = 0.60) อย่างไรก็ตาม ค่าคะแนนในทุกมิติยังอยู่ในระดับ “เห็นด้วยมาก” ขึ้นไป แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีโดรนแขนกลที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานภาคสนามได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านการใช้งาน ความแม่นยำ และความเหมาะสมกับภารกิจจริง

สาเหตุที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ระดับความพึงพอใจต่อเทคโนโลยีโดยรวมในระดับสูง เนื่องจากระบบโดรนแขนกลถูกออกแบบให้สามารถปฏิบัติการได้จริงในภาคสนาม มีความปลอดภัยสูงกว่าการปฏิบัติงานโดยตรงของเจ้าหน้าที่ และมีศักยภาพใน

การสนับสนุนการกู้ภัยในพื้นที่เสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในมิติด้านความสะดวกในการใช้งาน ผู้เข้าร่วมส่วนใหญ่เห็นว่าระบบควบคุมไม่ซับซ้อนและสามารถเรียนรู้ได้ภายในเวลาสั้น ๆ ส่วนในด้านความปลอดภัย โดรนช่วยลดความเสี่ยงที่เจ้าหน้าที่ต้องเผชิญโดยตรงในพื้นที่เพลิงไหม้ สำหรับด้านความแม่นยำ แขนกลสามารถหยิบจับวัตถุได้ในระดับที่เพียงพอต่อการสนับสนุนภารกิจ แม้จะมีข้อจำกัดบางประการ เช่น การปฏิบัติในพื้นที่แคบหรือการจัดการกับวัตถุที่ไม่มั่นคง และในด้านความเหมาะสมกับภารกิจ ผู้เข้าร่วมประเมินว่าโดรนสามารถนำไปใช้จริงในงานสนับสนุน โดยเฉพาะการขนส่งหรือปล่อยอุปกรณ์ดับเพลิงเบื้องต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลการประเมินด้านความสะดวกในการใช้งาน พบว่าผู้ใช้รับรู้ ‘ความง่าย’ ส่วนใหญ่มาจากองค์ประกอบของระบบควบคุมที่ถูกออกแบบให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานจริง ได้แก่ การใช้รีโมตคอนโทรล (remote controller) มาตรฐานที่ผู้ปฏิบัติงานคุ้นเคย ปุ่มควบคุมการทำงานของแขนกลที่แยกชัดเจนจากการควบคุมการบิน รวมทั้งมีการตอบสนองแบบเรียลไทม์โดยแทบไม่มีความหน่วง (low latency) ส่งผลให้ผู้เข้าร่วมสามารถเรียนรู้และใช้งานได้ภายในเวลาสั้น ๆ โดยไม่จำเป็นต้องมีทักษะด้านเทคนิคขั้นสูง

Table 3 Satisfaction levels of field personnel toward the robotic armed drone system for fire rescue operations

Category	Number of items	Mean±SD	Level of agreement
Ease of use	5	4.40±0.55	Strongly agree
Safety	5	4.10±0.60	Agree
Operational accuracy	5	4.20±0.58	Agree
Mission suitability	5	4.30±0.50	Strongly agree
Total	20	4.25±0.56	Strongly agree

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาและข้อจำกัดทางเทคนิคในการใช้งานอากาศยานไร้คนขับสำหรับการกักกันภัยจากอหิวาต์

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามปลายเปิดและการสัมภาษณ์เชิงลึกของเจ้าหน้าที่ภาคสนามซึ่งเข้าร่วมการทดลองใช้งานระบบอากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งแขนกล สำหรับการกักกันภัยจากอหิวาต์ ดำเนินการโดยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) พบประเด็นสำคัญ 3 ด้าน ได้แก่ ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการใช้งาน ข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีและสภาพแวดล้อม รวมถึงข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบ ดังนี้

1. ปัญหาและอุปสรรคในการใช้งาน ผู้ใช้งานภาคสนามหลายรายสะท้อนว่าแม้ระบบโดรนแขนกลจะสามารถตอบสนองภารกิจเบื้องต้นได้ดี แต่ยังมี ความท้าทายในการควบคุมโดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวาง เช่น อาคารถล่มหรือพื้นที่จำกัดที่ต้องการความแม่นยำสูง นอกจากนี้ ยังมีข้อเสนอว่าเจ้าหน้าที่ที่ไม่เคยใช้งาน UAV มาก่อน อาจต้องการการฝึกฝนเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถใช้งานระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ข้อจำกัดด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และสภาพแวดล้อม ข้อจำกัดด้านเทคนิคที่ถูกกล่าวถึงบ่อยครั้ง ได้แก่ ความสามารถในการหยิบจับวัตถุของแขนกลที่ยังมีข้อจำกัดเมื่อต้องจัดการกับวัตถุที่มีพื้นผิวลื่นหรือไม่มั่นคง รวมถึงข้อจำกัดด้านพลังงานที่ส่งผลให้ระยะเวลาการบินต่อเนื่องค่อนข้างสั้น นอกจากนี้ สภาพอากาศ เช่น ลมแรงหรือฝนตก ยังเป็นปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อความเสถียรของระบบในภาคสนาม

3. ข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบ เจ้าหน้าที่ภาคสนามเสนอให้ปรับปรุงระบบให้เหมาะสมกับภารกิจเฉพาะทางมากขึ้น โดยเฉพาะการติดตั้งกล้องเสริมที่ปลายแขนกลเพื่อช่วยในการเล็งเป้าหมาย การเพิ่มระบบช่วยทรงตัวระหว่างปฏิบัติงาน รวมถึงฟังก์ชันการปล่อยอัตโนมัติในการฉีกถุงเงิน เพื่อป้องกันความเสียหายจากการยึดวัตถุไม่สำเร็จ อีกทั้ง

ยังเสนอให้พัฒนาระบบจำลองเสมือนจริงสำหรับฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ก่อนการใช้งานจริง

วิจารณ์

ผลการศึกษานี้สะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของนวัตกรรมอากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งแขนกลในการสนับสนุนภารกิจกักกันภัยจากอหิวาต์ โดยพบว่าเจ้าหน้าที่ภาคสนามมีระดับความพึงพอใจในระดับสูงมาก (ค่าเฉลี่ยรวม 4.25, SD = 0.56) โดยเฉพาะในด้านความสะดวกในการใช้งาน (ค่าเฉลี่ย 4.40, SD = 0.55) และความเหมาะสมกับภารกิจ (4.30, SD = 0.50) สอดคล้องกับทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) ของ (Davis, F. D., 1989) ซึ่งระบุว่าผู้ใช้งานจะยอมรับเทคโนโลยีเมื่อรู้สึกว่าการใช้งานได้ง่ายและเห็นประโยชน์จากการใช้งานจริง โดยเฉพาะในภารกิจภาคสนามที่มีข้อจำกัดด้านเวลาและความเสี่ยงสูง ปัจจัยเหล่านี้ล้วนเป็นเงื่อนไขสำคัญที่ส่งผลต่อการยอมรับและความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่กักกันภัย ถึงแม้ว่าระบบจะได้รับการประเมินว่ามีความแม่นยำในการปฏิบัติงาน (4.20, SD = 0.58) และมีระดับความปลอดภัยที่อยู่ในระดับ "เห็นด้วยมาก" (4.10, SD = 0.60) แต่ข้อมูลจากแบบสอบถามปลายเปิดและการสัมภาษณ์เชิงลึกเผยให้เห็นข้อจำกัดที่สำคัญ เช่น ความไม่เสถียรของการบินในพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวาง หรือภายใต้สภาพอากาศแปรปรวน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ (Eshtaiwi & Ahmed, 2024; Bushnaq *et al.*, 2022) ที่ชี้ให้เห็นว่าแม้โดรนจะมีศักยภาพในการปฏิบัติงานในพื้นที่อันตราย แต่ระบบควบคุมยังต้องอาศัยการฝึกฝนและการสนับสนุนด้านอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้สามารถใช้งานในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อนได้อย่างปลอดภัยและแม่นยำ

ข้อเสนอแนะจากกลุ่มผู้ใช้งานภาคสนามเน้นย้ำถึงความต้องการในการเพิ่มอุปกรณ์เสริม เช่น กล้องที่ติดตั้งปลายแขนกล ระบบควบคุมการเคลื่อนไหวที่แม่นยำ และฟังก์ชันปล่อยอัตโนมัติในการฉีกถุงเงิน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานต้องการความสามารถที่ครอบคลุมมากกว่าการบินหรือหยิบจับเพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะในภารกิจที่มีความ

เฉพาะทาง เช่น การส่งอุปกรณ์ดับเพลิงเข้าไปในอาคาร หรือการเคลื่อนย้ายวัตถุอันตราย ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของ (Daud *et al.*, 2022) ที่เสนอให้การพัฒนาโดรนเพื่อภารกิจกู้ภัยควรเน้นความสามารถแบบบูรณาการ ทั้งด้านการบิน การหยิบจับ และการวิเคราะห์ภาพจากระยะไกล

อีกประเด็นที่สำคัญคือการฝึกอบรมผู้ใช้งานโดยเจ้าหน้าที่ที่ไม่มีประสบการณ์กับระบบ UAV มาก่อนแสดงความเห็นว่าจะต้องใช้เวลาในการเรียนรู้และฝึกฝนเพิ่มเติม สอดคล้องกับผลการศึกษาของ (Chitikena *et al.*, 2023; Mandirola *et al.*, 2021) ที่ระบุว่า การพัฒนาเทคโนโลยีโดยไม่คำนึงถึงความพร้อมของผู้ใช้งานปลายทางอาจเป็นอุปสรรคต่อการนำไปใช้งานจริง การจัดเตรียมระบบฝึกอบรมเสมือนจริง (VR-based training) จึงได้รับการเสนอให้เป็นหนึ่งในแนวทางเสริมประสิทธิภาพของระบบโดรนแขนกลในภาคสนาม ผลการศึกษานี้เน้นย้ำถึงบทบาทของนวัตกรรมในบริบทการจัดการสาธารณภัยที่มีความซับซ้อนและเสี่ยงสูง โดยเฉพาะในบริบทของประเทศไทยซึ่งเผชิญกับปัญหาอัคคีภัยในเขตอุตสาหกรรมและชุมชนเมืองอย่างต่อเนื่อง ระบบโดรนที่ติดตั้งแขนกลจึงเป็นทางเลือกที่สามารถลดความเสี่ยงของเจ้าหน้าที่ เพิ่มประสิทธิภาพการเข้าถึงจุดเกิดเหตุ และสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ในด้านการลดการสูญเสียชีวิต เพิ่มความยืดหยุ่นของเมือง และส่งเสริมนวัตกรรมเพื่อสาธารณประโยชน์ ทั้งนี้ควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีต่อเนื่อง โดยอิงจากข้อเสนอแนะของผู้ใช้งานจริงเพื่อให้สามารถใช้งานได้ อย่างมีประสิทธิภาพภายใต้บริบทเฉพาะของภารกิจกู้ภัยในประเทศไทย

ข้อจำกัดงานวิจัย

1) การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการในบริบทของสถานการณ์จำลองที่ควบคุมได้ ทำให้ไม่สามารถสะท้อนปัจจัยแวดล้อมที่ซับซ้อนของสถานการณ์อัคคีภัยจริง เช่น ความผันแปรของสภาพอากาศ พื้นที่จำกัด หรือความตื่นตระหนกของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพของเทคโนโลยีในภาคสนามจริง

การตีความผลลัพธ์จึงควรอยู่ภายใต้ข้อพิจารณาดังกล่าว

2) กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาจะถูกคัดเลือกอย่างมีวัตถุประสงค์จากผู้มีประสบการณ์ตรงกับภารกิจกู้ภัยและความปลอดภัย แต่จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่จำกัด และวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) อาจจำกัดความสามารถในการทั่วไปผลการศึกษาไปยังกลุ่มเจ้าหน้าที่ประเภทอื่นหรือบริบททางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน

สรุปผล

ผลการวิจัยพบว่า นวัตกรรมอากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งแขนกลได้รับการตอบรับในระดับสูงจากผู้ใช้งานภาคสนาม โดยมีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.25 (SD = 0.56) ซึ่งอยู่ในระดับ “เห็นด้วยมากที่สุด” โดยเฉพาะในมิติด้านความสะดวกในการใช้งานซึ่งได้คะแนนสูงสุดที่ 4.40 (SD = 0.55) รองลงมาคือความเหมาะสมกับภารกิจ (M = 4.30, SD = 0.50) สะท้อนถึงศักยภาพของระบบในการสนับสนุนการปฏิบัติงานกู้ภัยในสถานการณ์อัคคีภัยอย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม แม้เทคโนโลยีจะมีความแม่นยำและปลอดภัยในระดับดี แต่ผู้ใช้งานยังเสนอแนะถึงข้อจำกัดบางประการ เช่น ความซับซ้อนของการควบคุมในพื้นที่จำกัด ความเสถียรของระบบในสภาพอากาศแปรปรวน และอุปสรรคด้านพลังงาน ซึ่งควรได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มความพร้อมในการใช้งานจริงในภาคสนามที่มีความเสี่ยงสูง ผู้วิจัยควรดำเนินการศึกษาระยะยาวเพื่อประเมินผลการใช้งานจริงของระบบในสถานการณ์อัคคีภัยที่เกิดขึ้นจริง โดยพัฒนาโปรโตคอลการฝึกอบรมที่เป็นมาตรฐานสำหรับเจ้าหน้าที่กู้ภัยและเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยเพื่อสร้างความพร้อมและลดความผิดพลาดจากการปฏิบัติการ ควบคู่ไปกับการศึกษาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพกับเทคโนโลยีอื่น ๆ เช่น หุ่นยนต์ภาคพื้นดิน (ground robots) เพื่อให้เห็นข้อได้เปรียบเชิงประสิทธิภาพอย่างชัดเจน อีกทั้งควรมีการพัฒนาดัชนีวัดประสิทธิภาพที่ครอบคลุมมากกว่าการประเมินความพึงพอใจ เช่น ดัชนีด้านเวลา ความแม่นยำ ความ

ปลอดภัย และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อให้ผลการประเมินมีความสมบูรณ์รอบด้านและเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจเชิงนโยบายและการลงทุนในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. พัฒนาหลักสูตรอบรมเชิงปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ภาคสนาม โดยอิงจากข้อมูลความพึงพอใจและข้อจำกัดที่พบในการศึกษานี้ เพื่อเสริมทักษะในการควบคุมและใช้งานอากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งแขนกลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในบริบทของการกู้ภัยจากอัคคีภัยที่ต้องอาศัยความแม่นยำและการตัดสินใจอย่างรวดเร็ว

2. ปรับปรุงและต่อยอดเทคโนโลยีโดรนแขนกลให้เหมาะสมกับภารกิจเฉพาะทาง โดยนำข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งานภาคสนาม เช่น การติดกล้องเสริมปลายแขนกล การเพิ่มระบบทรงตัว และฟังก์ชันปล่อยอัตโนมัติ มาใช้ในการออกแบบรุ่นถัดไป เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าถึงพื้นที่เสี่ยงและลดความเสี่ยงในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ในสถานการณ์จริง

3. นอกจากผลการประเมินด้านเทคนิคและความพึงพอใจของผู้ใช้งานแล้ว งานวิจัยนี้ยังสะท้อนถึงความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของการใช้งานระบบโดรนแขนกลในภารกิจกู้ภัย โดยเมื่อพิจารณาต้นทุนการลงทุนด้านการออกแบบ การผลิต และการฝึกอบรมบุคลากร เทียบกับประโยชน์ที่ได้รับจากการลดความเสี่ยงต่อชีวิตเจ้าหน้าที่ การประหยัดเวลาในการเข้าถึงพื้นที่เสี่ยง และการลดความสูญเสียด้านทรัพย์สิน พบว่าระบบดังกล่าวมีความคุ้มค่าในเชิงต้นทุน-ประโยชน์ (cost-benefit analysis) อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ การลงทุนในเทคโนโลยีลักษณะนี้แม้มีค่าใช้จ่ายเริ่มต้นสูง แต่สามารถสร้างผลลัพธ์ระยะยาวที่ยั่งยืน ทั้งในด้านการป้องกันความสูญเสียและการเสริมสร้างศักยภาพของระบบการจัดการสาธารณภัยของประเทศ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพัฒนาและทดสอบระบบแขนกลรูปแบบใหม่ที่สามารถทำงานแบบยิงโปรเจกไทล์ (Projectile-Based Mechanism) เพื่อเพิ่มความสามารถในการปฏิบัติงานในระยะไกล โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่มีการลุกลามของเพลิงอย่างรวดเร็วหรือในบริเวณที่ไม่สามารถเข้าถึงได้โดยตรง ซึ่งจะช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการตอบสนองต่อภารกิจกู้ภัยและลดความเสี่ยงต่อชีวิตของเจ้าหน้าที่ภาคสนาม

2. ควรขยายขอบเขตการวิจัยไปยังกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลายมากขึ้น ทั้งในแง่ของภูมิศาสตร์ประเภทของหน่วยงาน และระดับประสบการณ์ของผู้ใช้งาน เพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะที่ครอบคลุมและสะท้อนภาพรวมของศักยภาพการนำเทคโนโลยีโดรนแขนกลไปใช้ในภารกิจด้านสาธารณภัยในระดับประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำยิ่งขึ้น

3. ควรให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยแวดล้อมที่อาจมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบ เช่น อุณหภูมิสูง ควันจากเพลิงไหม้ ความเร็วลม และสิ่งกีดขวางในพื้นที่ปฏิบัติการ ซึ่งล้วนเป็นตัวแปรที่อาจส่งผลกระทบต่อเสถียรของการบินและความแม่นยำของแขนกล นอกจากนี้ ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันทั้งในพื้นที่เปิดโล่ง เขตเมือง และเขตอุตสาหกรรม เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมในการใช้งานจริง รวมถึงควรพิจารณาข้อจำกัดด้านกฎหมายและข้อบังคับการใช้งานโดรนในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง เพื่อให้สามารถพัฒนาเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับทั้งมิติทางเทคนิคและข้อกำหนดเชิงนโยบายได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

กนต์ธร ชานีประศาสน์, พยุงศักดิ์ จุลยุเสน และ ชโลธร ธรรมแท้.(2561). *อากาศยานอัตโนมัติสำหรับใช้ในการเกษตร* [รายงานการวิจัย]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2567). *สรุปอุบัติเหตุในโรงงานอุตสาหกรรม เดือนมกราคม-ธันวาคม 2567. กระทรวงอุตสาหกรรม*. <https://reg3.diw.go.th/safety/wp-content/uploads/2025/01/สรุปอุบัติเหตุ-ม.ค.-ธ.ค.-2567.pdf>
- ฉัตรชัย เสือจ้อย, อรพิน ปิยะสกุลเกียรติ, วิชัย โสสุวรรณจินดา, และ ศรัศกดิ์ ชูดำ. (2566). ประสิทธิภาพการใช้อากาศยานไร้คนขับในการดับเพลิงและกู้ภัยของสำนักป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรุงเทพมหานคร. *วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย (สสอท.)*, 29(1), 121–130.
- สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ. (2568, 5 มกราคม). *vx. ส่งเสริมการพัฒนานักบินโดรนสำรวจและดับไฟป่าเพื่อบรรเทาสาธารณภัยและภัยพิบัติในพื้นที่โครงการพัฒนาโดยตุง จ.เชียงราย*. <https://www.nrct.go.th/news/detail/4175>
- ศูนย์วิจัยและสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG Move). (2567). *เป้าหมายที่ 3: สุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี*. <https://www.sdgmove.com/2016/10/06/goal-3-good-health-and-well-being/>
- สุรเดช ตัญญูรัตน์. (2566). *อากาศยานไร้คนขับขึ้นลงแนวดิ่งสำหรับการประยุกต์ใช้การเรียนรู้ของเครื่องในงานขนส่งเวชภัณฑ์ [รายงานการวิจัย]*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. <https://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/10117/2/Fulltext.pdf>
- Ariante, G., & Del Core, G. (2025). Unmanned aircraft systems (UASs): Current state, emerging technologies, and future trends. *Drones*, 9(1), 59. <https://doi.org/10.3390/drones9010059>
- Bushnaq, O. M., Mishra, D., Natalizio, E., & Akyildiz, I. F. (2022). Chapter 9 - Unmanned aerial vehicles (UAVs) for disaster management. In A. Denizli, M. S. Alencar, T. A. Nguyen, & D. E. Motaung (Eds.), *Nanotechnology-Based Smart Remote Sensing Networks for Disaster Prevention* (pp. 159–188). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91166-5.00013-6>
- Chitikena, H., Sanfilippo, F., & Ma, S. (2023). Robotics in search and rescue (SAR) operations: An ethical and design perspective framework for response phase. *Applied Sciences*, 13(3), 1800. <https://doi.org/10.3390/app13031800>
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *Management Information Systems Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Eshtaiwi, A., & Ahmed, A. A. (2024). Emergency response and disaster management leveraging drones for rapid assessment and relief operations. *African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences*, 3(3), 35–50. <https://doi.org/10.65418/ajapas.v3i3.874>
- Kritikou, G., Xofis, P., Souflas, K., & Moulitanitis, V. (2024). Path planning of multiple UAVs for the early detection of wildfires in the National Park of Kotychi and Strofyliia Wetlands. *Fire*, 7(12), 444. <https://doi.org/10.3390/fire7120444>

- Lyu, M., Zhao, Y., Huang, C., & Huang, H. (2023). Unmanned aerial vehicles for search and rescue: A survey. *Remote Sensing*, 15(13), 3266. <https://doi.org/10.3390/rs15133266>
- Mandirola, M., Casarotti, C., Peloso, S., Lanese, I., Brunesi, E., Senaldi, I., Risi, F., Monti, A., & Facchetti, C. (2021). Guidelines for the use of unmanned aerial systems for fast photogrammetry-oriented mapping in emergency response scenarios. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 58, 102207. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102207>
- Mederreg, L., Hugel, V., Abourachid, A., Stasse, O., Bonnin, P., & Blazevic, P. (2003, March 4-8). The Robocoq project: Modelling and design of a bird-like robot equipped with stabilized vision. In *Proceedings of the Second International Symposium on Adaptive Motion of Animals and Machines*. <https://adaptivemotion.org/AMAM2003/PAPERS/E05-hugel.pdf>
- Mohd Daud, S. M. S., Mohd Yusof, M. Y. P., Heo, C. C., Khoo, L. S., Chainchel Singh, M. K., Mahmood, M. S., & Nawawi, H. (2022). Applications of drone in disaster management: A scoping review. *Science & Justice*, 62(1), 30–42. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2021.11.002>
- Quenzel, J., Schwarzbach, M., Schindler, P., Böhmer, J., & Behnke, S. (2021). Autonomous fire fighting with a UAV-UGV team at MBZIRC 2020. In *Proceedings of the International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)* (pp. 1– 10). https://www.ais.uni-bonn.de/papers/ICUAS_2021_Quenzel.pdf
- Zhang, Y., Yan, H., Zhu, D., Wang, J., Zhang, C., Ding, W., Luo, X., Hua, C., & Meng, M. Q.-H. (2024). Air-Ground Collaborative Robots for Fire and Rescue Missions: Towards Mapping and Navigation Perspective. ArXiv, abs/2412.20699. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.20699>