

การประยุกต์ใช้แขนกลบนอากาศยานไร้คนขับ เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบอัคคีภัย

ประสงค์ศักดิ์ สองศรี¹ และ ธรรมราช อาษาสุวรรณ^{2*}

วันที่รับ 5 ธันวาคม 2567 วันที่แก้ไข 7 พฤษภาคม 2568 วันตอบรับ 16 กรกฎาคม 2568

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาแขนกลสำหรับติดตั้งบนอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) ประเภทมัลติโรเตอร์ โดยมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้งานในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยจากเหตุอัคคีภัยในพื้นที่เข้าถึงยาก ระบบแขนกลที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยกลไกมือจับขึ้นงานซึ่งผลิตจากวัสดุที่มีน้ำหนักเบา แต่มีความแข็งแรงสูง และระบบควบคุมที่สามารถสั่งงานให้จับและปล่อยวัตถุได้อย่างแม่นยำระหว่างที่อากาศยานไร้คนขับอยู่ในระหว่างการบิน จากการทดสอบภาคสนาม พบว่าแขนกลที่พัฒนาขึ้นสามารถรับน้ำหนักวัตถุได้สูงสุดถึง 10 กิโลกรัม โดยในการทดสอบครั้งนี้ได้เลือกใช้น้ำหนักวัตถุระหว่าง 1.3 - 3 กิโลกรัม เพื่อความปลอดภัยและความเสถียรในการบิน โดยสามารถหยิบจับวัตถุที่มีลักษณะแตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ (1) ลูกบอลดับเพลิงน้ำหนัก 1.3 กิโลกรัม (2) กล่องปฐมพยาบาลน้ำหนัก 3 กิโลกรัม และ (3) เสื้อชูชีพน้ำหนัก 2 กิโลกรัม อากาศยานไร้คนขับสามารถทำการบินขึ้น-ลง ในแนวตั้งที่ระดับความสูง 10 เมตร ภายใต้สภาวะลมควบคุม 0-3 เมตร/วินาที (พัดจากทิศตะวันตกไปตะวันออก) และเคลื่อนที่ได้อย่างเสถียรในขณะที่ทำการจับวัตถุทั้งสามชนิด โดยไม่กระทบต่อความเสถียรการบินของอากาศยานไร้คนขับ อย่างมีนัยสำคัญ ($FSI \geq 0.9$) และใช้เวลา 5 นาที โดยแขนกลสามารถหยิบจับวัตถุได้สำเร็จในอัตราเฉลี่ยที่ 97% แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการนำระบบดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การติดตั้งแขนกลบนอากาศยานไร้คนขับสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการปฏิบัติงานกู้ภัยในพื้นที่เสี่ยงภัยอัคคีภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในแง่ของความเร็วในการเข้าถึง ความปลอดภัย และความแม่นยำในการส่งมอบอุปกรณ์ช่วยชีวิตไปยังผู้ประสบภัย

คำสำคัญ: การออกแบบทางกล, การหยิบจับทางอากาศ, ปลายแขนกล, หุ่นยนต์ทางอากาศ, โดรนแบบมัลติโรเตอร์

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและระบบควบคุมอัตโนมัติ, คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

² สาขาวิชาวิศวกรรมซ่อมบำรุงอากาศยาน, คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

* ผู้แต่ง, อีเมล: journal.thammarat@gmail.com

Application of a Robotic Arm on Unmanned Aerial Vehicles for Fire Disaster Victim Assistance

Prasongsuk Songsree¹ and Thammarat Arsasuwan^{2*}

Received 5 December 2024, Revised 7 May 2025, Accepted 16 July 2025

Abstract

This research aims to design and develop a robotic arm integrated with a multirotor unmanned aerial vehicle (UAV) for assisting victims in fire disaster scenarios, particularly in areas that are difficult to access. The proposed system includes a lightweight yet robust mechanical gripper and a precise control system, enabling the UAV to grasp and release objects effectively while in flight. Field experiments revealed that the developed robotic arm can lift objects weighing up to 10 kilograms. In the tests, object weights between 1.3-3 kilograms were selected to ensure flight safety and stability. The arm effectively grasped objects of different types, including (1) a fire-extinguishing ball (1.3 kg), (2) a first-aid kit (3 kg), and (3) a life jacket (2 kg). The unmanned aerial vehicle (UAV) was able to take off and land vertically at an altitude of 10 meters under controlled wind conditions of 0-3 m/s (blowing from west to east), maintaining stable flight while handling all three types of objects without significantly affecting flight stability ($FSI \geq 0.9$). The entire operation was completed within 5 minutes, and the robotic arm achieved an average grasping success rate of 97%, demonstrating the system's potential for effective application in real-world rescue operations. The results indicate that integrating a robotic arm with UAVs significantly enhances their operational capabilities in emergency response missions. This approach improves accessibility, operational efficiency, and precision in delivering life-saving equipment to victims in hazardous environments such as fire-affected areas.

Keywords: Mechanical Design, Aerial Manipulation, End Effector, Aerial Robotics, Multirotor Drone

¹ Technology Program in Electrical Technology and Automatic Control System, Engineering and Technology, Siam Technology College

² Department Aircraft Maintenance Engineering, Engineering and Technology, Siam Technology College

* Corresponding author, E-mail: journal.thammarat@gmail.com

1. บทนำ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา อากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles: UAVs) หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า “โดรน” ได้รับการพัฒนาอย่างก้าวกระโดด และมีการนำมาใช้ในหลากหลายภารกิจ อาทิ การสำรวจ ภูมิศาสตร์ การเกษตร การขนส่ง ตลอดจนการกู้ภัย ในสถานการณ์ฉุกเฉิน ความสามารถในการบินขึ้นและลงในแนวตั้งของอากาศยานไร้คนขับแบบมัลติโรเตอร์ (Multirotor UAVs) คล้ายคลึงกับเฮลิคอปเตอร์ แต่มีขนาดเล็กและควบคุมทิศทางได้อย่างแม่นยำในพื้นที่จำกัด ส่งผลให้ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นในงานที่ต้องการความคล่องตัวสูง [1] แม้อากาศยานไร้คนขับจะมีความสามารถในการบินและเข้าถึงพื้นที่อันตราย หรือยากต่อการเข้าถึงของมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ความสามารถในการปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมในเชิงกายภาพยังคงเป็นข้อจำกัดสำคัญ ดังนั้นการเพิ่มศักยภาพให้อากาศยานไร้คนขับสามารถหยิบจับและขนย้ายวัตถุได้ จึงเป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจในงานวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการติดตั้งแขนกลหรือมือจับขึ้นงาน (Gripper) เพื่อให้สามารถจัดการวัตถุต่าง ๆ ได้ในภารกิจที่ต้องการการติดต่อเชิงกลไกกับสิ่งแวดล้อม [2]

แนวทางดังกล่าวสามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในภารกิจด้านการกู้ภัย เช่น การช่วยเหลือผู้ประสบภัยอภัยในพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงได้โดยมนุษย์หรือยานพาหนะขนาดใหญ่ โดย UAV ที่ติดตั้งแขนกลสามารถนำส่งอุปกรณ์ช่วยชีวิต เช่น หน้ากากกันควัน อาหารหรือยา ไปยังตำแหน่งที่มีผู้ติดค้างได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ช่วยลดความเสี่ยงและเพิ่มโอกาสในการช่วยเหลือชีวิต [3] อย่างไรก็ตาม การออกแบบและพัฒนาแขนกลสำหรับอากาศยานไร้คนขับต้องเผชิญกับข้อจำกัดหลายประการ เช่น น้ำหนักของกลไกที่อาจกระทบต่อระยะเวลาในการบิน ความทนทานของวัสดุในสภาพแวดล้อมที่รุนแรง เช่น ความร้อนจากเปลวเพลิง หรือควันหนาแน่น และความแม่นยำของระบบควบคุมที่ต้องประมวลผลข้อมูลจากเซนเซอร์แบบเรียลไทม์เพื่อให้การหยิบจับมีประสิทธิภาพสูงสุด [4]

ด้วยเหตุนี้ การศึกษาด้านการออกแบบและประยุกต์ใช้แขนกลบนอากาศยานไร้คนขับจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการเพิ่มขีดความสามารถของระบบ UAV ให้สามารถปฏิบัติการกิจที่ซับซ้อนมากขึ้น โดยเฉพาะในบริบทของการกู้ภัยจากเหตุอัคคีภัยซึ่งเป็นสถานการณ์ที่มีความเร่งด่วน อันตรายสูง และต้องการเทคโนโลยีที่สามารถตอบสนองได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ การพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าวไม่เพียงแต่เพิ่มขีดความสามารถของ UAV เท่านั้น แต่ยังเป็นการสร้างแนวทางใหม่ในการช่วยเหลือชีวิตมนุษย์ในสถานการณ์วิกฤตอย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างแขนกลบนอากาศยานไร้คนขับ เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยอภัย

2.2 เพื่อการหยิบจับชิ้นงานลูกบอลดับเพลิง และสิ่งของลักษณะต่าง ๆ เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยอภัยของแขนกลสำหรับอากาศยานไร้คนขับ

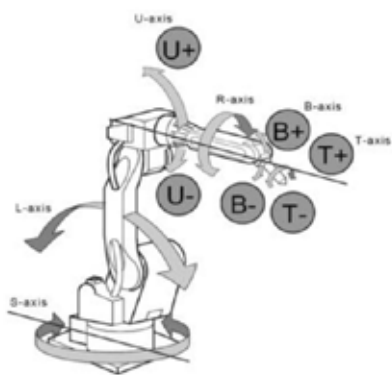
3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีเกี่ยวข้องของแขนกล

หุ่นยนต์ที่เราพิจารณาในเรื่องการวางแผนการเคลื่อนที่นั้น ถูกจำกัดว่าเป็นวัตถุขึ้นเดียวเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์แต่ในความเป็นจริงโดยทั่วไปหุ่นยนต์ประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนต่าง ๆ หลายชิ้นที่เคลื่อนที่สัมพันธ์กัน นอกเหนือจากหุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ ยังมีหุ่นยนต์อีกประเภทที่พบเห็นได้ในโรงงานประกอบชิ้นส่วน นั่นคือ แขนกล ปัจจุบันแขนกลได้มีบทบาทขอบเขตของโรงงานเข้ามาในชีวิตของเราในแง่อื่น ๆ เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ

แขนกลคือหุ่นยนต์ที่ประกอบไปด้วยท่อนแขน (link) ที่นำมาประกอบกันด้วยข้อต่อ (joint) ข้อต่อมีหลายแบบ แต่ละแบบก็จะอนุญาตให้เกิดการเคลื่อนที่ของท่อนแขนที่แตกต่างกันไป ในการสร้างแขนกลโดยทั่วไป ข้อต่อที่นิยมใช้มากที่สุดคือ ข้อต่อแบบหมุน (revolute joint) และข้อต่อแบบเลื่อน (prismatic joint) สำหรับข้อต่อแบบหมุน ท่อนแขนสองท่อนถูกยึดติดกันที่จุดหมุน ซึ่งอยู่บนท่อนแขน โดยแต่ละท่อน

สามารถหมุนได้รอบจุดหมุนนี้ เราสามารถบอกตำแหน่งของสองท่อนแขนที่สัมพันธ์กันด้วยมุมที่ท่อนแขนหมุนไป ส่วนข้อต่อแบบเลื่อนนั้น ท่อนแขนสองท่อนติดอยู่ด้วยกันในลักษณะเดียวกันกับเสาอากาศวิทยุรถยนต์ที่ยืดหดได้ โดยท่อนแขนแต่ละท่อนสามารถเลื่อนเข้าออกได้ในหนึ่งทิศทาง เราสามารถระบุตำแหน่งที่สัมพันธ์กันของสองท่อนแขนได้จากระยะเลื่อนเข้าออกดังกล่าว จะเห็นได้ว่าข้อต่อแบบหมุนและข้อต่อแบบเลื่อนมีระดับเสรีของการเคลื่อนที่เป็นหนึ่ง เราเรียกตัวแปรที่กำหนดการเคลื่อนที่นี้ ซึ่งได้แก่ มุมหมุนของข้อต่อแบบหมุน และระยะเลื่อนของข้อต่อแบบเลื่อนว่าเป็นพารามิเตอร์ของข้อต่อ การมีระดับเสรีของการเคลื่อนที่เป็นหนึ่งทำให้ง่ายในการออกแบบแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงลักษณะพื้นฐานของแขนกล [9]

3.2 ทฤษฎีเกี่ยวข้องกับของอากาศยานไร้คนขับ

อากาศยานไร้คนขับ หรือ โดรน เกิดจากแนวคิดของ Nikola Tesla ซึ่งเป็นวิศวกรเครื่องกลและไฟฟ้าเป็นผู้ริเริ่มแนวคิดเกี่ยวกับกองบินอากาศยานไร้คนขับขึ้นในปี พ.ศ. 2458 และในปี พ.ศ. 2459 ได้มีการสร้างอากาศยานไร้คนขับรุ่นแรก ซึ่งเป็นเป้าฝึกทางอากาศ (Aerial Target) โดย Archibald Montgomery Low (A. M. Low) ซึ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์และเป็นนักวิศวกรรมที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับเครื่องบิน หลังจากนั้นอากาศยานไร้คนขับก็มีการคิดค้นพัฒนาขึ้นอย่างแพร่หลายมากขึ้นรวมทั้งก่อให้เกิดเครื่องบินอัตโนมัติฮิวต์-สเปอร์รี่ (Hewitt-Sperry

Automatic Airplane) ขึ้นมาอีกด้วย ในปี พ.ศ. 2478 หลังสงครามโลกครั้งที่ 1 เรจินัลด์ เดนนี่ (Reginald Denny) มีการพัฒนาระบบควบคุมให้เป็นอากาศยานไร้คนขับที่ควบคุมได้จากระยะไกลหรืออาร์พีวี (Remote Piloted Vehicle: RPV) ขึ้นอีก และได้มีความพยายามคิดค้นและพัฒนาการสร้างอากาศยานไร้คนขับอย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุผลที่ต้องการใช้เทคโนโลยีเพื่อการรักษาผลประโยชน์ของประเทศชาติ จนทำให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว

อากาศยานไร้คนขับ ตัวอย่างดังรูปที่ 2 โดยสามารถควบคุมได้จากอุปกรณ์ ภายในที่สั่งการบินอัตโนมัติหรือจากระบบควบคุม โดยทั่วไปแล้วอากาศยานไร้คนขับจะหมายถึงอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งในปัจจุบันมีการนำอากาศยานไร้คนขับ มาประยุกต์เข้าใช้กับงานที่หลากหลาย เช่น งานด้านการทหาร งานด้านภูมิศาสตร์ งานสำรวจพื้นที่ต่าง ๆ และการขนส่งพัสดุ เนื่องจากสามารถบินได้ในสามมิติ และมีความคล่องตัวในการบินสูง โดยลักษณะการใช้งานต่าง ๆ สามารถติดตั้งโปรแกรมเพื่อให้บินไปยังเส้นทางที่กำหนดได้ หรือวางแผนการบินเพื่อทำภารกิจบางอย่าง หรือใช้วิธีการบังคับจากอุปกรณ์สมาร์ตโฟน ซึ่งอากาศยานไร้คนขับก็มีหลากหลายประเภท ขึ้นอยู่กับการใช้งานและวัตถุประสงค์โดยหลัก ๆ อาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบปีกคงที่ เช่น เครื่องบิน และแบบปีกหมุน เช่น เฮลิคอปเตอร์ หรืออากาศยานไร้คนขับ แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 (โดรน) หรือ อากาศยานไร้คนขับ

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปี 1999 Nobuaki Nakazawa และคณะ ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการควบคุมแรงขับเคลื่อนงาน

โดยออกแรงจับชิ้นงานน้อยที่สุดในการจับชิ้นงานขึ้นในแนวตั้ง ซึ่งแขนกลที่ใช้ในการทดสอบนั้นเป็นแขนกลที่ติดตั้ง Strain gage ที่มือจับชิ้นงาน จากนั้นเมื่อแขนกลได้จับชิ้นงานและทำการยกในแนวตั้ง จะเกิดแรงเสียดทานขึ้นที่ผิวสัมผัสของมือจับ ในการทดลองนั้นใช้กฎข้อ 2 ของนิวตัน กับระบบควบคุม PD Control ในการควบคุมมือจับชิ้นงานจากแรงที่เกิดขึ้นในการจับยกชิ้นงานขณะที่ยกขึ้น โดยในการทดลองได้ใช้เวลาสุ่มทั้งหมด 8 แบบ และได้ทำการทดลองกับผู้ร่วมการทดลองอายุระหว่าง 22 ถึง 27 ปี จำนวน 4 คน ซึ่งผลที่ได้คือมือจับชิ้นงานนั้นสามารถควบคุมแรงที่มากเกินไปได้ แต่ระบบยังไม่สามารถทำงานให้เกิดความราบเรียบได้อย่างมนุษย์ [6]

ปี 2000 Erika Ottaviano และคณะ ได้ทดลองการควบคุมแรงจับของมือจับชิ้นงานโดยใช้หลักการของนิวเมติกส์มาควบคุมการจับชิ้นงาน ซึ่งในมือจับชิ้นงานนั้นได้ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดแรงเพื่อเป็นตัวป้อนกลับของสัญญาณ และได้ใช้ระบบควบคุมแบบ PI Control ร่วมกับโปรแกรม LabVIEW ในการควบคุมการทำงานของมือจับชิ้นงาน หลังจากทำการทดลองเสร็จ คณะผู้ทำงานทดลองจึงได้สรุปว่าระบบดังกล่าวสามารถใช้งานได้จริง [7]

ปี 2000 Takashi Maeno และคณะ ได้ทำการทดลองการควบคุมมือจับชิ้นงาน โดยมือจับชิ้นงานนั้นสามารถยืดหยุ่นได้ หลักการมีอยู่ว่าที่มือจับนั้นได้ติดตั้งแผ่นทองแดงที่มี Strainage ไว้ที่บนแผ่นทองแดงจำนวนมาก และถ้าหากวัตถุตรวจวัดแรงมีขนาดเล็กการกระจายแรงก็จะดีขึ้น และการค้นหาแรงที่เกิดจากการยกชิ้นงานก็จะดีขึ้นด้วยเช่นกัน ซึ่งหากทำการยกวัตถุแล้ววัตถุเกิดการสั่นไถล แผ่นทองแดงนั้นก็เกิดการเปลี่ยนแปลง จากนั้นได้นำความสัมพันธ์ดังกล่าวมาใช้ในการควบคุมแรงจับของมือจับชิ้นงาน ซึ่งงานวิจัยนี้ยังสามารถนำไปพัฒนาต่อได้อีกมาก [8]

ปี 2015 Zhang และคณะ ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการเสื่อมสภาพของวัสดุคอมโพสิตเสริมแรงด้วยใยแก้ว (GFRP) ภายใต้อุณหภูมิสูง โดยพบว่าวัสดุเริ่มสูญเสียสมบัติเชิงกลเมื่ออุณหภูมิเกินกว่า 250 °C และมีการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า

300 °C [10] ผลการวิจัยดังกล่าวสะท้อนให้เห็นข้อจำกัดของวัสดุไฟเบอร์ในงานที่เกี่ยวข้องกับอวกาศซึ่งสอดคล้องกับข้อพิจารณาในการเลือกวัสดุสำหรับการสร้างแขนกลในงานวิจัยนี้

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ศึกษาการนำเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับมาประยุกต์ใช้กับมือจับชิ้นงาน โดยการออกแบบและพัฒนามือจับชิ้นงาน และเปรียบเทียบน้ำหนักในการหยิบจับชิ้นงาน และการหาความแม่นยำในการปล่อยชิ้นงาน มีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

4.1 ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของแขนกล (Robotic Arm) บนอากาศยานไร้คนขับ

เป็นส่วนหนึ่งของหุ่นยนต์ Robot สามารถควบคุมหรือสั่งการให้แขนกลเคลื่อนทำงานได้ตามต้องการ เช่น งานตัดเลเซอร์ งานเชื่อมโลหะ งานพ่นสี เป็นต้น หรือเพื่อการหยิบ-วางวัตถุ สิ่งของต่าง ๆ หลักพื้นฐานการเคลื่อนที่ของแขนกลสามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภท ดังนี้

1) แขนกลแบบ Cartesian Robot มีการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้นทั้ง 3 แกน เช่นระบบเครนในโรงงานอุตสาหกรรม มีข้อดี คือ สามารถออกแบบให้รับน้ำหนักได้สูง ควบคุมการทำงานได้ง่าย มีข้อเสีย คือ ต้องใช้พื้นที่มากในการติดตั้ง แสดงดังรูปที่ 3



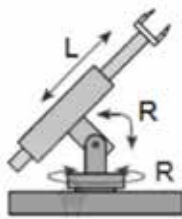
รูปที่ 3 ลักษณะแขนกลแบบ Cartesian Robot [9]

2) แขนกลแบบ Cylindrical Robot มีการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้น 2 แกน และเชิงมุม 1 แกน เช่น เครนก่อสร้างอาคารสูง มีข้อดี คือ ออกแบบใช้งานง่าย ชิ้นส่วนไม่ซับซ้อน มีข้อเสีย คือ มีพื้นที่การทำงานที่จำกัด แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ลักษณะแขนกลแบบ Cylindrical Robot [9]

3) แขนกลแบบ Spherical Robot มีการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้น 1 แกน และเชิงมุม 2 แกน เช่น แขนกลงานเชื่อม มีข้อดี คือ สามารถหยิบ-วางได้ มีข้อเสีย คือ มีระบบการควบคุมที่ซับซ้อน แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ลักษณะแขนกลแบบ Spherical Robot [9]

4.2 การออกแบบมือจับชิ้นงานสำหรับอากาศยานไร้คนขับ

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้มีการออกแบบและพัฒนา มือจับชิ้นงานสำหรับอากาศยานไร้คนขับ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เริ่มออกแบบมือจับชิ้นงาน สำหรับประยุกต์ใช้บนอากาศยานไร้คนขับ โดยในการออกแบบในครั้งนี้ ได้ใช้โปรแกรมพื้นฐานในรูปแบบ 3 มิติ แสดงดังรูปที่ 6 และรูปที่ 7



รูปที่ 6 รูปแบบแขนกลในโปรแกรมเขียนแบบพื้นฐาน



รูปที่ 7 รูปแบบมือจับชิ้นงาน

4.3 พัฒนามือจับชิ้นงานสำหรับอากาศยานไร้คนขับ

หลังจากที่ได้ใช้โปรแกรมในการออกแบบเรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มจัดทำชิ้นงานตามรูปแบบที่วางแผนไว้ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ นำแผ่นโฟเบอร์มาตัดชิ้นงานตามแบบที่ได้วางไว้ โดยใช้เครื่อง CNC กัดชิ้นงาน แสดงดังรูปที่ 8, รูปที่ 9 และรูปที่ 10



รูปที่ 8 ส่วนประกอบมือจับชิ้นงาน



รูปที่ 9 ต่อสายวงจรควบคุมของมือจับชิ้นงาน



รูปที่ 10 รูปมือจับชิ้นงานที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว

4.4 อากาศยานไร้คนขับ

อากาศยานไร้คนขับที่นำมาประยุกต์ใช้เป็นอากาศยานไร้คนขับแบบมัลติโรเตอร์ สำหรับการเกษตร ขนาด 20 ลิตร ที่ทางผู้วิจัยได้ ประกอบขึ้นมาเอง โดยบินสูงสุดได้ถึง 90 เมตร และบินได้นานสูงสุด 30 นาที ต่อการชาร์จหนึ่งครั้ง แสดงดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 มือจับชิ้นงานสำหรับอากาศยานไร้คนขับ

5. ผลการวิจัย

งานวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนามือจับชิ้นงานสำหรับอากาศยานไร้คนขับแบบมัลติโรเตอร์ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

5.1 การออกแบบและพัฒนามือจับชิ้นงานสำหรับอากาศยานไร้คนขับแบบมัลติโรเตอร์ แสดงดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 ทดลองบินได้จริง

โดยโครงสร้างหลักของแขนกลได้รับการออกแบบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ (CAD) โดยเน้นให้มีน้ำหนักเบาแต่ยังคงความแข็งแรงเชิงกล วัสดุหลักที่ใช้สำหรับชิ้นส่วนโครงสร้างของแขนกลคือ แผ่นไฟเบอร์ (Fiber Sheet)

ซึ่งมีคุณสมบัติเด่นด้านน้ำหนักที่เบาและความแข็งแรงสูง (High Strength-to-Weight Ratio) โดยชิ้นส่วนทั้งหมดถูกผลิตขึ้นรูปจากการตัดด้วย เครื่องกัด CNC ตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ พื้นฐานเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีความแม่นยำสูงตามที่กำหนด (ตามรูปที่ 8) กลไกมือจับอาศัยการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ Tower Pro MG996R มีแรงบิดสูงสุด 10 กิโลกรัม-เซนติเมตร (kg-cm) [11] ที่แรงดันไฟฟ้า 6 โวลต์ ซึ่งเชื่อมต่อกับระบบควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno เพื่อสั่งการจับและปล่อยวัตถุ

5.2 การหยิบจับชิ้นงานลักษณะต่าง ๆ ของแขนกลสำหรับอากาศยานไร้คนขับแบบมัลติโรเตอร์

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองใช้มือจับชิ้นงานทดลองจับชิ้นงานทั้งหมด 3 ลักษณะ ขณะที่อากาศยานไร้คนขับ กำลังบิน ได้แก่ หยิบจับ ลูกบอลดับเพลิงที่มีน้ำหนัก 1.3 กิโลกรัม กล้องปฐมพยายาลมีน้ำหนัก 3 กิโลกรัม และเสื้อชูชีพมีน้ำหนัก 2 กิโลกรัม แสดงดังรูปที่ 13 และรูปที่ 14



รูปที่ 13 มือจับชิ้นงาน ขณะจับลูกบอลดับเพลิง



รูปที่ 14 น้ำหนักลูกบอลดับเพลิง

5.2.1 มือจับขึ้นงานสำหรับอากาศยานไร้คนขับ
แบบมัลติโรเตอร์ ขณะจับลูกบอลดับเพลิง

5.2.2 มือจับขึ้นงาน ขณะจับกล่องปฐมพยาบาล
แสดงดังรูปที่ 15 และรูปที่ 16



รูปที่ 15 มือจับขึ้นงาน ขณะจับกล่องปฐมพยาบาล



รูปที่ 16 น้ำหนักกล่องปฐมพยาบาล

5.2.3 มือจับขึ้นงาน ขณะจับเสื้อชูชีพ แสดงดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 มือจับขึ้นงาน ขณะจับเสื้อชูชีพ

การทดสอบภาคสนามดำเนินการกลางแจ้ง
โดยให้อากาศยานไร้คนขับบินขึ้น-ลงแนวดิ่งที่ความสูง
10 เมตร ขณะหยิบจับวัตถุ ภายใต้สภาวะลมด้านข้าง
0-3 m/s ความเร็วลมวัดด้วย anemometer วัตถุแต่ละ
ชนิดทดสอบ 10 ครั้ง พร้อมบันทึกแรงบีบของ gripper
และสังเกตความเสถียรการบิน

5.3 ผลการทดสอบการหยิบจับวัตถุ

การทดลองทดสอบแขนกลที่ติดตั้งบน
อากาศยานไร้คนขับ ดำเนินการโดยให้ อากาศยาน
ไร้คนขับทำการหยิบจับวัตถุ 3 ประเภท ได้แก่ ลูกบอล
ดับเพลิง (1.3 กิโลกรัม), กล่องปฐมพยาบาล (3.0 กิโลกรัม),
และเสื้อชูชีพ (2.0 กิโลกรัม) โดยทำการทดสอบซ้ำ 10 ครั้ง
ต่อวัตถุ ผลการทดสอบพบว่า แขนกลสามารถหยิบจับวัตถุ
ได้ด้วยอัตราความสำเร็จเฉลี่ย 97% โดยมีค่าความคลาด
เคลื่อนมาตรฐาน (Standard Deviation) $\pm 3\%$ ขณะที่ค่า
ดัชนีเสถียรภาพการบิน (FSI) อยู่ในช่วง 0.90-0.95 แสดงถึง
การรักษาสมดุลการบินที่ดีและการทดสอบในสภาวะลม
0-3 เมตร/วินาที จัดว่าเป็นสภาพลมที่อ่อนมาก และ
ยังไม่สะท้อนความท้าทายในสถานการณ์ไฟไหม้จริง
ซึ่งอาจเกิดการปั่นป่วนของอากาศ (turbulence)
หรือกระแสลมจากเปลวเพลิงที่รุนแรงมากกว่า ดังนั้น
ผลการวิจัยนี้จึงเป็นการแสดงศักยภาพในสภาวะควบคุม
เบื้องต้นเท่านั้น

ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า แขนกลสามารถหยิบจับ
วัตถุได้สำเร็จในอัตราเฉลี่ยในช่วง 90-100% คิดเป็น 97%
โดยค่า FSI ยังคงมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.90 ซึ่งสะท้อน
ถึงความเสถียรของอากาศยานไร้คนขับ ขณะทำการ
หยิบจับ

6. สรุปผล

การทดลองนี้ประสบความสำเร็จในการออกแบบ
และพัฒนามือจับขึ้นงานสำหรับอากาศยานไร้คนขับ
แบบมัลติโรเตอร์ที่สามารถรับน้ำหนักได้ถึง 10 กิโลกรัม
โดยมือจับขึ้นงานที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถใช้งานได้จริง
ในการหยิบจับวัตถุหลากหลายรูปแบบขณะที่อากาศยาน
ไร้คนขับ กำลังบินที่ความสูงการบิน 10 เมตร ภายใต้
สภาวะลม 0-3 เมตร/วินาที ในการทดสอบได้ใช้มือจับ
ขึ้นงานหยิบจับวัตถุ 3 ชนิด ได้แก่

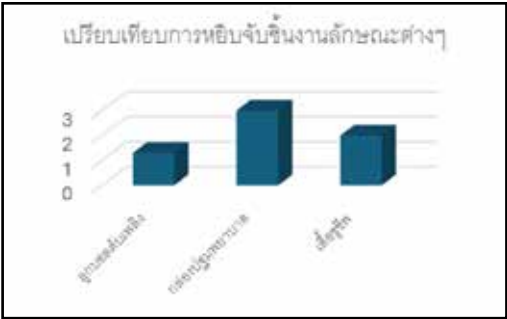
- 1) ลูกบอลดับเพลิงที่มีน้ำหนัก 1.3 กิโลกรัม
- 2) กล่องปฐมพยาบาลมีน้ำหนัก 3 กิโลกรัม
- 3) เสื้อชูชีพมีน้ำหนัก 2 กิโลกรัม

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่ามือจับขึ้นงาน
แขนกลที่ออกแบบสามารถรองรับวัตถุหลากหลายขนาด
โดยไม่กระทบต่อความเสถียรการบินของอากาศยาน
ไร้คนขับ อย่างมีนัยสำคัญ (FSI ≥ 0.9) ซึ่งสอดคล้องกับ

แนวคิด aerial manipulation ในงานของ Ruggiero [3] สามารถหยิบจับวัตถุทั้ง 3 ชนิด ได้อย่างแม่นยำ โดยอากาศยานไร้คนขับสามารถบินขึ้นได้ขณะที่กำลังจับวัตถุทั้ง 3 ชนิด แสดงตาราง 1.1 และรูปที่ 18 และเคลื่อนที่ได้อย่างเสถียรในขณะที่ทำการจับวัตถุทั้งสามชนิด และใช้เวลา 5 นาที่ โดยแขนกลสามารถหยิบจับวัตถุได้สำเร็จในอัตราเฉลี่ยในช่วง 90-100% คิดเป็น 97% ซึ่งสะท้อนถึงความเสถียรของอากาศยานไร้คนขับขณะทำการหยิบจับ

ตารางที่ 1.1 แสดงเปรียบเทียบการหยิบจับชิ้นงาน ลักษณะต่าง ๆ

ขณะที่ อากาศยานไร้คนขับ กำลังบิน			
วัตถุ	น้ำหนัก (Kg)	เวลาที่ใช้งาน (นาที่)	สถานะ โดอน
ลูกบอลดัดเบิ้ล	1.30	5	บินขึ้น
กล่องปฐมพยาบาล	3	5	บินขึ้น
เสื้อชูชีพ	2	5	บินขึ้น



รูปที่ 18 กราฟแสดงเปรียบเทียบแรงที่ใช้ในการจับยกชิ้นงาน

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการนำอากาศยานไร้คนขับมาประยุกต์ใช้ในการกิจที่หลากหลายมากขึ้น เช่น การขนส่ง การกู้ภัย การเกษตร และการบำรุงรักษาสิ่งปลูกสร้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการกิจที่ต้องการความคล่องตัวสูง และการเข้าถึงพื้นที่ที่ยากลำบาก

7. อภิปรายผล

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบแขนกลที่พัฒนาขึ้นสามารถหยิบจับวัตถุที่มีความหลากหลาย

ทั้งในด้านรูปทรง น้ำหนัก และขนาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพของการบินของอากาศยานไร้คนขับ ข้อค้นพบนี้สะท้อนถึงความสามารถในการปรับตัวและความยืดหยุ่นของกลไกมือจับ ซึ่งถือเป็นคุณลักษณะสำคัญในการนำไปใช้งานในการกิจช่วยเหลือผู้ประสบภัย โดยเฉพาะในสถานการณ์อัคคีภัยที่มีข้อจำกัดด้านเวลาและความปลอดภัยในการเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุ

อย่างไรก็ตาม การทดสอบในครั้งนี้อย่างดำเนินการภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีการควบคุม ซึ่งอาจไม่สะท้อนถึงความท้าทายที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง เช่น สภาพอากาศแปรปรวน แรงแลม คำนวณที่บีบ หรืออุณหภูมิที่สูงจากเปลวเพลิง ซึ่งล้วนส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของทั้งระบบควบคุมและกลไกการหยิบจับ ดังนั้น ในการศึกษาขั้นถัดไปควรมีการทดสอบระบบในสภาพแวดล้อมภาคสนามที่หลากหลายและใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง เพื่อประเมินขีดความสามารถและความทนทานของระบบในบริบทของการใช้งานจริง

นอกจากนี้ การพัฒนาฟังก์ชันเพิ่มเติม เช่น ระบบหมุน (rotational mechanism) การควบคุมแรงจับ (force control) หรือการตรวจจับวัตถุแบบอัตโนมัติผ่านกล้องและเซนเซอร์ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบให้สามารถจัดการกับวัตถุที่มีลักษณะซับซ้อนมากยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับการกิจที่มีความเสี่ยงสูงและต้องการความแม่นยำสูงในการดำเนินงาน

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบในด้านน้ำหนักวัตถุ, แรงที่กระทำ, แรงบีบจาก gripper, อัตราความสำเร็จ และค่าดัชนีเสถียรภาพการบิน (Flight Stability Index: FSI)

วัตถุ	มวล (กก.)	แรง (N)	Grip Force (N)	Success Rate (%)	FSI
ลูกบอลดัดเบิ้ล	1.3	12.7	20	100	0.95
กล่องปฐมพยาบาล	3.0	29.4	25	90	0.90
เสื้อชูชีพ	2.0	19.6	22	100	0.93

โดยสรุป การพัฒนาระบบแขนกลสำหรับอากาศยานไร้คนขับในงานวิจัยนี้ถือเป็นก้าวสำคัญในการขยายขีดความสามารถของ UAV สำหรับการช่วยเหลือผู้ประสบภัยในสถานการณ์อัคคีภัย โดยสามารถช่วยลดระยะเวลาในการเข้าถึงพื้นที่เสี่ยง ลดความเสี่ยงต่อเจ้าหน้าที่ และเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานภาคสนามได้อย่างเป็นรูปธรรม

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] V. Kumar and N. Michael, "Opportunities and challenges with autonomous micro aerial vehicles," *Int. J. Robot. Res.*, vol. 31, no. 11, pp. 1279-1291, Sep. 2012. doi: 10.1177/0278364912456443.
- [2] A. Gawel, D. Kragić, and P. Fua, "Autonomous object grasping using a drone," *IEEE Trans. Robot.*, vol. 33, no. 4, pp. 749-764, Aug. 2017. doi: 10.1109/TRO.2017.2674780.
- [3] F. Ruggiero, V. Lippiello, and B. Siciliano, "Aerial manipulation: A literature review," *IEEE Robot. Autom. Lett.*, vol. 3, no. 3, pp. 1957-1964, Jul. 2018. doi: 10.1109/LRA.2018.2808541.
- [4] F. Tognon, M. Elia, and B. Siciliano, "UAV-assisted search and rescue operations," *Robot. Auton. Syst.*, vol. 119, pp. 1-14, Sep. 2019. doi: 10.1016/j.robot.2019.04.003.
- [5] J. Hedrick, J. Dorsey, and C. Sweeney, "Precision agriculture using drones: A review," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 10035-10045, Jan. 2019. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2893087.
- [6] N. Nakazawa, I. Kim, H. Inooka, and R. Ikeura, "Force control of a robot hand emulating human's grasping motion," in *Proc. 1999 IEEE Int. Conf. Syst., Man, and Cybern. (SMC)*, Tokyo, Japan, 1999, pp. 774-779.
- [7] E. Ottaviano, M. Toti, and M. Cecciano, "Grasp force control in two-finger grippers with pneumatic actuation," in *Proc. 2000 IEEE Int. Conf. Robot. Autom. (ICRA)*, San Francisco, CA, USA, 2000, pp. 1976-1981.
- [8] T. Maeno, S. Hiromitsu, and T. Kawai, "Control of grasping force by detecting stick-slip distribution at the curved surface of an elastic finger," in *Proc. 2000 IEEE Int. Conf. Robot. Autom. (ICRA)*, San Francisco, CA, USA, 2000, pp. 3895-3900.
- [9] W. Promjun, "Design and construction of a remote-controlled spraying robotic arm mounted on a drone for coconut crown borer control," M.S. thesis, Dept. Agric. Eng., Rajamangala Univ. Technol. Thanyaburi, Pathum Thani, Thailand, 2021.
- [10] Y. Zhang, X. Chen, B. Liu, and Q. Wang, "Thermal degradation behavior of glass fiber reinforced polymer composites," *Composites Part B: Eng.*, vol. 77, pp. 350-361, Aug. 2015. doi: 10.1016/j.compositesb.2015.03.037.
- [11] Tower Pro, "MG996R high torque metal gear servo motor datasheet," Tower Pro, Taipei, Taiwan, n.d. [Online]. Available: www.electronicoscaldas.com. Accessed: Sep. 10, 2025.