



แนวทางพัฒนา การใช้อากาศยานไร้คนขับ ช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ

The Development for Using UAV in Disaster Victim Relief

สุพิจจารณ์ ธรรมวาทะเสรี

ศูนย์วิจัยพัฒนาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีการบินและอวกาศกองทัพอากาศ
สีกัน ดอนเมือง กรุงเทพฯ 10210

AVM SupijjarnThamwatharsaree

Research and Development Centre for Space and Aeronautic
Science and Technology Royal Thai Air Force
Sikan Donmuang Bangkok 10210

E-mail: Suwijan.th@thaindc.org

วันที่รับบทความ : 1 พฤศจิกายน 2563

วันที่แก้ไขบทความ : 9 พฤศจิกายน 2563

วันที่ตอบรับบทความ : 11 พฤศจิกายน 2563

บทคัดย่อ

ปัจจุบันภัยพิบัติจากสาธารณภัยโดยเฉพาะภัยพิบัติจากธรรมชาติที่เกิดขึ้นมีความรุนแรง เกิดความเสียหายเป็นวงกว้างจำเป็นต้องช่วยเหลืออย่างรวดเร็ว มีการนำอากาศยานไร้คนขับมาใช้ในการปฏิบัติการกิจในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติอย่างแพร่หลายเพราะมีศักยภาพสูงในการปฏิบัติการกิจ โดยใช้คุณลักษณะกำลังทางอากาศและคุณลักษณะเด่นของอากาศยานไร้คนขับคือ Dull, Dirty และ Dangerous ตลอดจนการได้ภาพมุมสูงที่เป็น Real Time Digital Format ทำให้เห็นภาพกว้างของสถานการณ์ในพื้นที่ประสบภัย พร้อมกับส่งข้อมูลให้ผู้เกี่ยวข้องผ่านระบบเครือข่ายได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กแบบขึ้น/ลงทางดิ่ง (VTOL) จะมีความคล่องตัวสามารถนำติดตัวไปกับทีมค้นหาและ

กู้ภัย โดยมีข้อจำกัดการบินในพื้นที่ประสบภัยและสภาพอากาศน้อยกว่าอากาศยานปกติแต่จะมีข้อจำกัดในด้านสมรรถนะ

แนวทางการพัฒนาแนวทางการใช้อากาศยานไร้คนขับช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัตินั้น จะต้องบูรณาการปฏิบัติการกิจร่วมกับอากาศยานปกติของกองทัพอากาศ ดาวเทียม และอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กจากหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชน โดยใช้หลักการปฏิบัติต่อเป้าหมายแบบพันธกิจ Dynamic Targeting การปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (NCO) เป็นแนวทางการปฏิบัติการกิจ และจะต้องจัด Mission Commander จากกองทัพอากาศเป็นผู้วางแผนการปฏิบัติการทางอากาศในภาพรวมเพื่อให้เกิดเป็นปัจจัยทวีกำลัง (Force Multiplier)

คำสำคัญ : สาธารณภัย, การช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ, อากาศยานไร้คนขับ, โดรน, การปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง

ABSTRACT

Nowadays natural disasters have become dramatical and caused damage to lives and properties. UAVs have been utilised in a wide range of disaster relief operations, especially small UAVs/Drones which are generally operated by the privates.

UAVs are very efficient in Disaster Victim Relief and HADR missions due to their air power and outstanding 3D characteristics, which are Dull, Dirty and Dangerous. The UAV's capability of capturing pictures as a bird's eye view is considered since a whole picture of a disaster area can be captured and sent to the respondents via the network during the HADR mission. Moreover, the small VTOL UAVs are

portable and capable for the rescuers to carry while surveying the disaster area.

To develop the usage of UAV's in disaster response, the RTAF UAV planners should cooperate with manned aircraft, earth observation satellites, and UAVs from other official units and private sectors by creating an on-call-list for integrating the forces. By using the Dynamic Targeting process and Network Centric Operations (NCO) is the core of the planning operations and RTAF should assign the Mission Commander to be the one responsible for overall air operations planning in the disaster area. These are all according to the principles of OODA loop and NCO.

Keywords: Disaster Relief, Humanitarian Assistance and Disaster Relief (HADR), UAV, Drone, Network Centric Operations (NCO)

บทนำ

ปัจจุบันภัยพิบัติจากสาธารณภัยโดยเฉพาะภัยพิบัติจากธรรมชาติที่เกิดขึ้นจะมีความรุนแรง เกิดความเสียหายเป็นวงกว้างต่อทรัพย์สินและชีวิตผู้คนเพิ่มจำนวนมากขึ้นกว่าในอดีต รวมถึงสาธารณภัยที่เกิดจากมนุษย์ เช่น การรั่วไหลของสารเคมีอันตราย ฯลฯ จึงจำเป็นที่จะต้องเข้าไปช่วยเหลืออย่างเร่งด่วน ซึ่งการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัตินี้จะต้องแข่งกับเวลาเพื่อรักษาชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนให้มากที่สุด โดยเฉพาะในห้วง 48 ชั่วโมงแรกหลังจากเกิดเหตุ แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องการข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้อง รวดเร็วในการวางแผนบริหารจัดการและบูรณาการให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ ตลอดจนความปลอดภัยของผู้เกี่ยวข้องในการปฏิบัติภารกิจ

ในขณะเดียวกันเทคโนโลยีด้านอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) หรือที่รู้จักกันในชื่อเรียกทั่วไปว่า “โดรน (Drone)” ซึ่งจากเดิมถูกใช้ในการปฏิบัติภารกิจทางทหารเป็นหลัก โดยเฉพาะในการกิจการลาดตระเวนและเฝ้าตรวจ ด้วยมีคุณลักษณะเด่น 3D คือ Dull (ภารกิจที่ทำซ้ำ ๆ เป็นเวลานาน) Dirty (ภารกิจที่เสี่ยงกับสารปนเปื้อนที่อันตราย) Dangerous (ภารกิจที่อาจจะต้องเข้าไปในพื้นที่เสี่ยงอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน) เพื่อหาข่าวฝ่ายตรงข้าม แต่มีหลายประเทศได้ประยุกต์นำมาใช้ในการปฏิบัติการให้ความช่วยเหลือด้านมนุษยธรรมและบรรเทาภัยพิบัติ (Humanitarian Assistance and Disaster Relief : HADR) และมีการนำอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กที่ใช้ในเชิงพาณิชย์หรืองานวิจัยเข้ามาปฏิบัติการภารกิจนี้เพราะมีความก้าวหน้าเทคโนโลยี โดยเฉพาะด้านการถ่ายภาพทางอากาศและการสำรวจทางอากาศ ฯลฯ ตลอดจนราคาไม่สูงมากทำให้ภาคเอกชนโดยบุคคลทั่วไปสามารถจัดหามาใช้งานและต่อยอดพัฒนา Application/Software เองได้ เช่น DJI Phantom 3 UAV ใช้ในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยแผ่นดินไหวที่เนปาล เมื่อ ปี ค.ศ. 2015 เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามการใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กนั้นยังคงมีปัญหาทางด้านสมรรถนะและด้านกฎหมายในหลายประเทศ ทำให้เป็นอุปสรรคสำคัญส่วนหนึ่งของการปฏิบัติภารกิจการบินของภาคเอกชน ตลอดจนการขาด

ความเข้าใจในบริบทความปลอดภัยในการเดินอากาศ ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายต่อการบินร่วมกับอากาศยานอื่น ๆ ในพื้นที่ประสบภัยพิบัติได้

ประเทศไทยได้เกิดภัยพิบัติโดยเฉพาะจากธรรมชาติหลายครั้ง ซึ่งกองทัพอากาศได้มีการจัดกำลังพล อากาศยานและยุทโธปกรณ์เข้าช่วยเหลือ แต่ยังไม่มีการนำอากาศยานไร้คนขับที่ประจำการและอากาศยานไร้คนขับที่เป็นผลงานจากการวิจัยของกองทัพอากาศเอง เข้าร่วมปฏิบัติการพร้อมกันกับภาคพลเรือนอย่างเต็มรูปแบบ

จากศักยภาพและปัญหาการปฏิบัติการกิจร่วมกันจึงจำเป็นต้องศึกษาแนวความคิดการพัฒนานวัตกรรมการใช้กำลังทางอากาศของกองทัพอากาศในการใช้อากาศยานไร้คนขับปฏิบัติภารกิจช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ โดยการประยุกต์แนวความคิดการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (Network Centric Operations: NCO) การกำหนดเป้าหมาย (Targeting) แบบ Dynamic Targeting ต่อเป้าหมาย Time Sensitive Target (TST) เพื่อให้เกิดเป็นปัจจัยทวีกำลัง (Force Multiplier) ในการบริหารจัดการวางแผนช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติให้รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ ตลอดจนการเสนอแนะนโยบายและแนวความคิดในการพัฒนาการใช้อากาศยานไร้คนขับเพื่อปฏิบัติภารกิจนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษา วิเคราะห์ รูปแบบ และแนวทาง ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการนำอากาศยานไร้คนขับเพื่อใช้ปฏิบัติภารกิจช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ
2. เพื่อเสนอแนวทางการพัฒนาระบบอากาศยานไร้คนขับ และแนวความคิดในการปฏิบัติการร่วมกันระหว่างกองทัพอากาศกับภาคพลเรือนในการกิจการให้ความช่วยเหลือด้านมนุษยธรรมและบรรเทาภัยพิบัติ (HADR)

ประโยชน์ที่ได้รับการวิจัย

1. ทำให้ทราบแนวความคิด ปัญหา และอุปสรรคในการนำอากาศยานไร้คนขับในแบบที่เหมาะสมตามลักษณะภัยพิบัติที่เกิดขึ้น

2. ทำให้ได้แนวทางการพัฒนาระบบอากาศยานไร้คนขับ และแนวความคิดในการปฏิบัติการร่วมกับภาคพลเรือนในการกิจการให้ความช่วยเหลือด้านมนุษยธรรมและบรรเทาภัยพิบัติ (HADR) เพื่อนำไปปรับปรุงแผนการช่วยเหลือผู้ประสบภัย และการกำหนดนโยบายต่าง ๆ ของกองทัพอากาศ

ขอบเขตของการวิจัย

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ ตลอดจนจะศึกษาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กที่มีใช้งานทั่วไปในภาคเอกชนบางแบบ รวมถึงกฎระเบียบ นโยบาย และแผนการปฏิบัติต่าง ๆ ที่มีอยู่ในช่วงเวลาการศึกษาหลักสูตรการป้องกันราชอาณาจักร (วปอ.รุ่นที่ 61) เท่านั้น

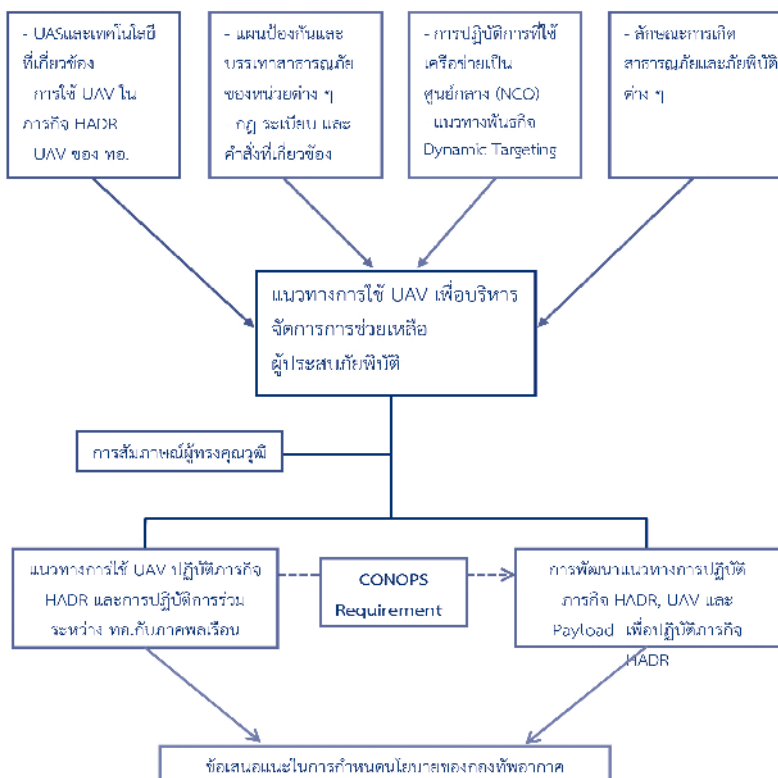
สำหรับการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ จะแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ ผู้บังคับบัญชาระดับสูงของ กองทัพอากาศ และหน่วยงานภาคพลเรือนที่รับผิดชอบงานที่เกี่ยวข้องกับ

การบรรเทาสาธารณภัย กับระดับผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาอากาศยานไร้คนขับของกองทัพอากาศ

การทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาแนวทางการใช้อากาศยานไร้คนขับช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ ทำการศึกษา แนวคิด ทฤษฎี ข้อมูลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ภัยพิบัติและลักษณะการเกิดภัยพิบัติ การบรรเทาสาธารณภัย เทคโนโลยีระบบอากาศยานไร้คนขับ แนวความคิด พันธกิจ Dynamic Targeting และ Time Sensitive Target (TST) แนวความคิดการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (NCO) ยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการช่วยเหลือบรรเทาสาธารณภัยของกองทัพอากาศ กฎ ระเบียบ คำสั่งเกี่ยวกับการบินอากาศยานไร้คนขับ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนประสบการณ์ทำงานด้านอากาศยานไร้คนขับและการปฏิบัติการทางยุทธการเกี่ยวกับการใช้กำลังทางอากาศของผู้วิจัย

กรอบแนวความคิด



ภาพที่ 1 แสดงแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศแบบ 2D และภาพ 3D Model
ที่สร้างจากการถ่ายภาพโดยโดรน DJI บริเวณพื้นที่แผ่นดินไหวที่ประเทศเนปาล ปี 2015



แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ 2D

แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ 3D Model

ที่มา : DJI, online, 2015

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยดำเนินการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากการศึกษาจากตำราและเอกสารต่าง ๆ และข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งเป็นผู้บริหารระดับสูงที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการกิจการให้ความช่วยเหลือด้านมนุษยธรรมและบรรเทาภัยพิบัติ (HADR) และผู้เชี่ยวชาญด้านอากาศยานไร้คนขับ แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบ รวมถึงสังเคราะห์แนวทางการปฏิบัติการกิจการวิจัยและพัฒนาของกองทัพอากาศเพื่อนำผลการศึกษา มาเสนอแนะแนวทางการปฏิบัติการกิจการร่วมกับภาคพลเรือน แนวทางการพัฒนา และการกำหนดนโยบายด้านต่าง ๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการปฏิบัติการกิจการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติเมื่อเกิดสาธารณภัย

ผลการวิจัย

1. สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 เทคโนโลยีด้านอากาศยานไร้คนขับได้ถูกนำมาใช้ในการปฏิบัติการให้ความช่วยเหลือด้านมนุษยธรรมและบรรเทาภัยพิบัติเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ ด้วยคุณลักษณะเด่น 3D คือ Dull, Dirty, Dangerous และสามารถติดตั้ง Payload ได้หลากหลายชนิด จึงทำให้อากาศยานไร้คนขับเป็นระบบ Sensor ที่สำคัญ โดยจะให้ภาพถ่ายทางอากาศเป็นภาพมุมสูงแบบ Bird's Eye View และ/หรือข้อมูลอื่น ๆ ตาม Payload ที่ติดตั้งเป็นข้อมูลแบบ Real Time Information

ในรูปแบบ Digital Format ซึ่งสามารถส่งต่อข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายไปยังผู้ที่ทำหน้าที่ตัดสินใจ (Decision Maker) หน่วยเกี่ยวข้องในการช่วยเหลือผู้ประสบภัย (Shooter) และหน่วยเกี่ยวข้องในการสนับสนุนวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติการกิจได้อย่างรวดเร็ว เช่น การทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศแบบ 2D/3D การส่งข้อมูลการค้นหาและช่วยชีวิตบุคคลที่อยู่ในพื้นที่ประสบภัยพิบัติ ฯลฯ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการบริหารจัดการวางแผนการช่วยเหลือบรรเทาสาธารณภัย เพิ่มความตระหนักในสถานการณ์ (SA) ลดความเสี่ยงให้กับทีมเจ้าหน้าที่ค้นหาและกู้ภัยที่จะเข้าไปในพื้นที่ประสบภัยพิบัติ ทำให้เกิดความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า อากาศยานไร้คนขับนั้นมีคุณลักษณะของการปฏิบัติการทางอากาศร่วมกับคุณลักษณะเด่นของอากาศยานไร้คนขับคือ Dull Dirty และ Dangerous และการได้ภาพมุมสูงในพื้นที่ประสบภัยแบบ Bird's Eye View ทำให้มีศักยภาพสูงในการสนับสนุนการปฏิบัติการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ โดยสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการกิจที่สำคัญ ได้แก่ การลาดตระเวนทางอากาศและการทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ การค้นหาและกู้ภัย การสำรวจและดับไฟป่า การสำรวจและช่วยเหลือในพื้นที่ที่มีการแพร่กระจายหรือการระเบิดของสารเคมีอันตราย การดับไฟไหม้อาคารสูง และการประยุกต์พยากรณ์เส้นทาง การไหลของน้ำ เป็นต้น

แผนภาพที่ 2 แสดงอากาศยานไร้คนขับแบบต่าง ๆ



Multirotor UAV



Fixed-Wing UAV



Hybrid UAV

ทั้งนี้ ปัจจัยสำคัญในการนำอากาศยานไร้คนขับปฏิบัติการกิจนี้ ได้แก่ ลักษณะของภัยพิบัติ สภาพแวดล้อมขีดความสามารถของอากาศยานไร้คนขับ Sensor-Payload ที่ติดตั้ง และการบูรณาการข้อมูล ซึ่งปัจจุบันกองทัพอากาศมีอากาศยานไร้คนขับและ Payload บางแบบ จึงยังมีความจำเป็นต้องในด้านขีดความสามารถที่จะตอบสนองภารกิจการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติจากสาธารณภัยให้ได้ทุกรูปแบบ

จากการศึกษายังพบว่า อากาศยานแต่ละแบบจะมีข้อเด่น ข้อด้อย และสมรรถนะที่แตกต่างกันไป โดยพบว่าอากาศยานไร้คนขับขนาดใหญ่แม้จะมีสมรรถนะสูงแต่จำเป็นต้องใช้สนามบินวิ่งขึ้น/ลงสนาม ทำให้เป็นข้อจำกัดในด้านรัศมีปฏิบัติการ ปัญหาเรื่อง Line of Sight ของการบังคับสัญญาณการควบคุมและ Down Link การขนย้ายยูทิลิตี้และสถานีควบคุมภาคพื้น (GCS) จะมีขั้นตอนที่ซับซ้อนใช้เวลานาน ตลอดจนมีค่าใช้จ่ายต่อเที่ยวบินสูงซึ่งเป็นข้อจำกัดในเรื่องความรวดเร็วในการวางกำลังเพื่อปฏิบัติการกิจนี้ แต่จากการศึกษาตัวอย่างการนำอากาศยานไร้คนขับภาคพลเรือนปฏิบัติการกิจดังกล่าว พบว่า อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กแบบขึ้นลงทางดิ่ง เช่น Multirotor UAV หรือ Hybrid UAV จะมีความคล่องตัวในการที่ทีมเจ้าหน้าที่ค้นหาและกู้ภัยสามารถนำเข้าไปในพื้นที่ประสบภัยพิบัติได้อย่างรวดเร็ว ตลอดจนการใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กจะมีค่าใช้จ่ายต่อเที่ยวบินถูกกว่าและมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยสามารถตอบสนองการปฏิบัติการกิจดังกล่าว แต่มีข้อจำกัดด้านสมรรถนะและเวลาทำการบินอยู่มาก อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องบูรณาการอากาศยานหลาย ๆ แบบเพื่อปฏิบัติการกิจร่วมกัน เปรียบเหมือนกับ “มีดทำครัว” ที่มีขนาดและคุณลักษณะที่แตกต่างกัน จึงถูกนำมาใช้งาน

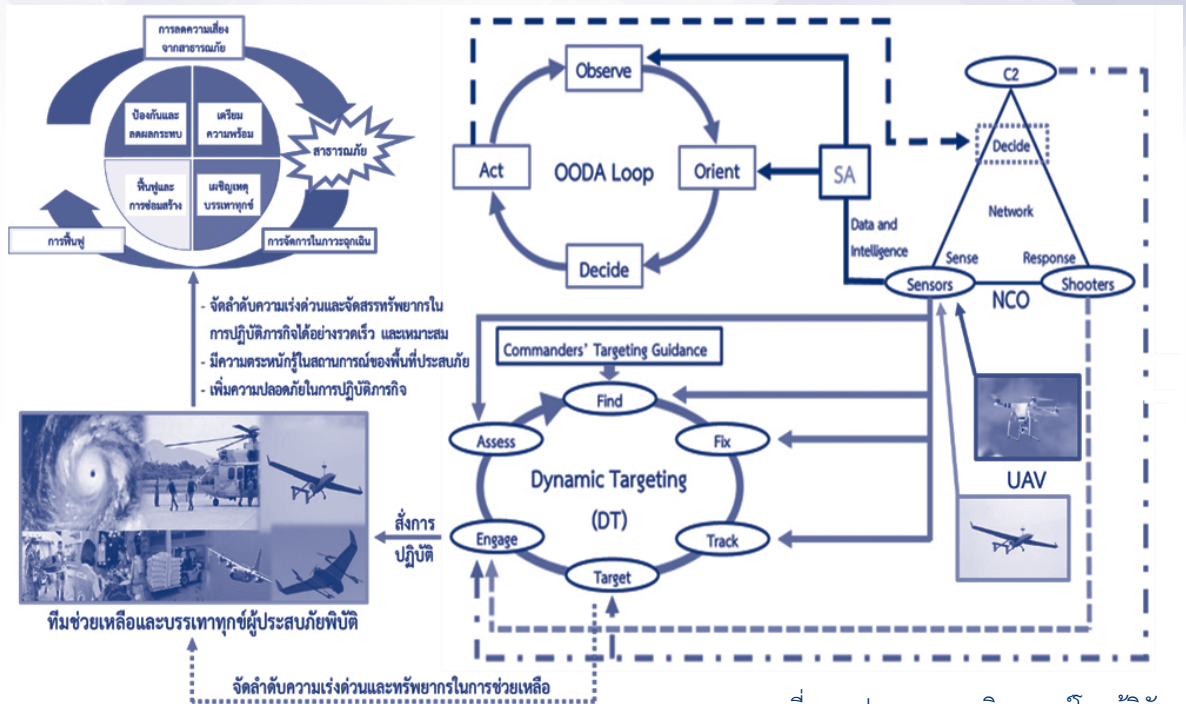
ตามวัตถุประสงค์ที่ต่างกันในการปรุงอาหาร” โดยปัญหาสำคัญในการบินปฏิบัติการกิจร่วมกันในพื้นที่ภัยพิบัติ ได้แก่ ขีดความสามารถและสมรรถนะของอากาศยานไร้คนขับกับ Payload ที่ติดตั้ง สภาพอากาศ สภาพพื้นที่ประสบภัยพิบัติ การบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทาน และความปลอดภัยในการปฏิบัติการกิจร่วม รวมถึงความเข้าใจและความปลอดภัยของการปฏิบัติการบินร่วมกันในพื้นที่ประสบภัยพิบัติ

2. สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2

แนวความคิดเกี่ยวกับการบรรเทาสาธารณภัยที่ดีที่สุดคือ การเตรียมการป้องกันและลดผลกระทบจากสาธารณภัย แต่เมื่อเกิดสาธารณภัยขึ้นแล้วการช่วยชีวิตผู้ประสบภัยนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่สุด

จากการศึกษากระบวนการวางแผนปฏิบัติต่อเป้าหมาย (Targeting) แบบพหุกิจ Dynamic Targeting พบว่า ผู้ประสบภัยพิบัติกับเป้าหมาย TST มีลักษณะความสำคัญเหมือนกัน คือ จะต้องปฏิบัติต่อเป้าหมายนี้อย่างเร่งด่วนก่อนที่จะเป้าหมายนั้นจะกลับมาเป็นภัยคุกคามต่อฝ่ายเราหรือให้ผลตอบแทนจากการปฏิบัติอย่างสูงเช่นเดียวกัน ซึ่งพหุกิจ Dynamic Targeting นั้นจะเป็นแนวทางพิจารณาหนทางปฏิบัติต่อเป้าหมาย (Targeting) ตลอดจนการประเมินผลการปฏิบัติการกิจเป็นวงจรอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ในการกิจการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ เพราะต้องการความรวดเร็วในการปฏิบัติและต่อเนื่องเป็นวงรอบพหุกิจจนกว่าภารกิจจะเสร็จสิ้น โดยที่อากาศยานไร้คนขับนั้นจะสามารถตอบสนองขั้นตอนการปฏิบัติต่าง ๆ ในพหุกิจ Dynamic Targeting นี้ได้เป็นอย่างดี

แผนภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง OODA Loop Network Centric Operations (NCO), Dynamic Targeting และแนวความคิดการจัดการความเสี่ยงจากสาธารณภัย



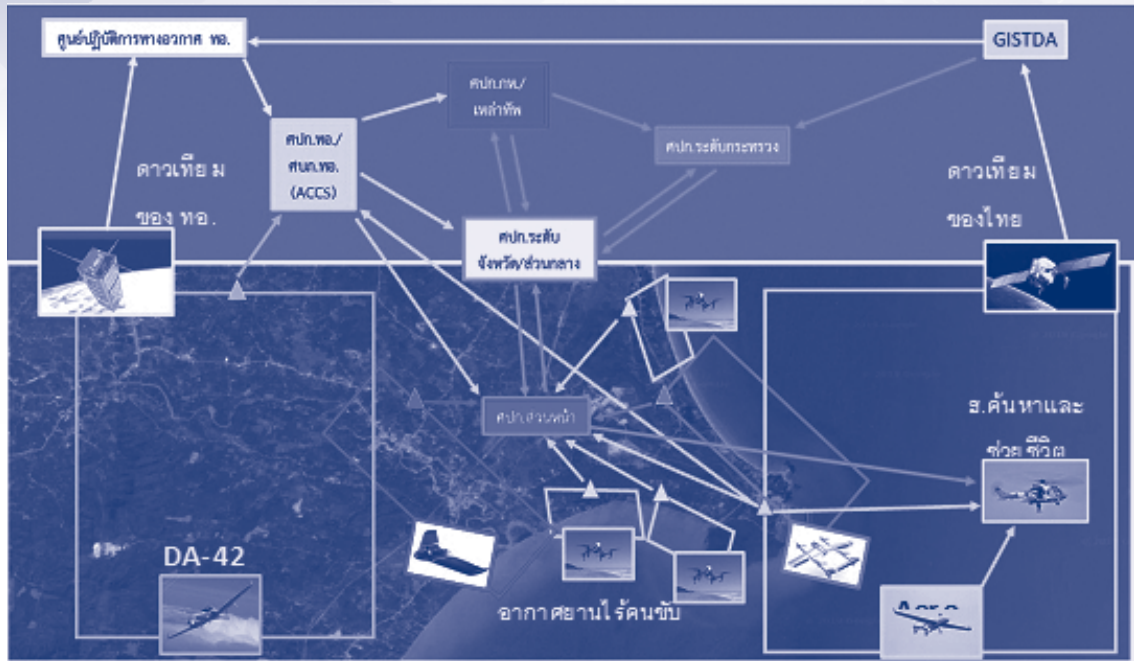
ที่มา : ประมวลและวิเคราะห์โดยผู้วิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอแนวทางการใช้อากาศยานไร้คนขับในการบริหารจัดการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ โดยการประยุกต์แนวทางการปฏิบัติพันธกิจ Dynamic Targeting และแนวทางการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (NCO) ซึ่งจะเห็นได้ว่า อากาศยานไร้คนขับนั้นจะเป็นระบบตรวจจับ (Sensor) ที่มีบทบาทสำคัญในการปฏิบัติการกิจเพื่อเกาะติดสถานการณ์และส่งข้อมูลกลับมายังสถานีควบคุมภาคพื้น (GCS) ในรูปแบบ Digital Format แบบ Real Time จึงทำให้สามารถกระจายข้อมูลไปยังหน่วยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างรวดเร็วผ่านเครือข่ายที่ใช้ในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ ทำให้วงจรการตัดสินใจ (OODA Loop) นั้นเป็นไปอย่างรวดเร็ว สร้างความตระหนักรู้สถานการณ์ (SA) ส่งผลทำให้การตัดสินใจสั่งการปฏิบัติการกิจได้อย่างรวดเร็ว เกิดเป็นปัจจัยทวีกำลัง (Force Multiplier) ในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นไปตามหลักการการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (NCO) ดังแสดงในแผนภาพที่ 3

นอกจากนี้ผลการศึกษายังพบว่า การนำอากาศยาน

ไร้คนขับขนาดเล็กของภาคพลเรือนมาร่วมปฏิบัติการกับกองทัพอากาศนั้นจะเป็นการช่วยเพิ่มทรัพยากรในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติให้มากยิ่งขึ้น แต่ปัจจัยสำคัญคือจำเป็นจะต้องมีความเข้าใจซึ่งกันและกันและแบ่งมอบพื้นที่เป้าหมายที่ชัดเจนตามขีดความสามารถของแต่ละฝ่ายและการวางแผนเครือข่ายเพื่อส่งข้อมูล ตลอดจนจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติการกิจการบินร่วมกันในพื้นที่ประสบภัยพิบัติ ซึ่งควรจัด Mission Commander จาก กองทัพอากาศเป็นผู้วางแผนการบินในภาพรวมเช่นเดียวกับการวางแผนการบินประกอบกำลังโจมตีเป้าหมายขนาดใหญ่ (Large Force Employment : LFE) โดยใช้คุณสมบัติเด่นและจุดด้อยของอากาศยานแต่ละแบบ รวมถึงประสานการใช้ดาวเทียมและอากาศยานแบบอื่น ๆ นอกจากนี้ควรจะต้องมีการฝึกซ้อมปฏิบัติการกิจร่วมกันเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และปรับพื้นฐานการปฏิบัติการกิจร่วม ตลอดจนจัดทำ On Call List ภาคพลเรือนที่มีขีดความสามารถในการบินอากาศยานไร้คนขับเพื่อเชิญเข้าร่วมปฏิบัติการกิจเมื่อมีความจำเป็น

แผนภาพที่ 2 การวางแผนการปฏิบัติการร่วมและเครือข่ายการเชื่อมต่อข้อมูลตามแนวทางการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (NCO)



สำหรับการวางแผนการปฏิบัติการร่วมและเครือข่ายการเชื่อมต่อข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ตามแนวทางการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (NCO) นั้น สามารถแสดงตัวอย่างในแผนภาพที่ 4 โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นเตรียมการและป้องกัน : ติดตามสถานการณ์ภัยพิบัติและเตรียมการสำรวจพื้นที่ที่มักจะเกิดภัยพิบัติขึ้นเป็นประจำ หรือเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยทุกรูปแบบเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเตรียมการช่วยเหลือล่วงหน้า พร้อมกับจัดทำระบบฐานข้อมูลสถานการณ์ทั่วไปและข้อมูลภูมิสารสนเทศ โดยการใช้ดาวเทียมถ่ายภาพพื้นที่ดังกล่าวเพื่อปรับปรุงฐานข้อมูลให้ทันสมัยและใช้อากาศยานปกติหรืออากาศยานไร้คนขับแบบต่าง ๆ สำรวจพื้นที่เป้าหมายเฉพาะจุดเสี่ยงที่มีแนวโน้มจะเกิดภัยพิบัติเพื่อเตรียมการป้องกัน เช่น การสำรวจพื้นที่ที่อาจเกิดดินโคลนถล่มในพื้นที่บริเวณกว้างอาจวางแผนใช้เครื่องบิน DA-42 MPP แต่หากเป็นเฉพาะหมู่บ้านหรือบางจุดของตำบลอาจพิจารณาใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กเข้าไปสำรวจพื้นที่ เป็นต้น พร้อมกับเตรียมประสานหน่วยงานราชการอื่นและภาคเอกชนที่มีขีดความสามารถในการบินอากาศยานไร้คนขับ

ขนาดเล็ก ตลอดจนการทำ Application/Software ที่สามารถประยุกต์นำมาใช้ในการกิจนี้ตามที่ได้จัดทำ On Call List ไว้

ขั้นการปฏิบัติเมื่อเกิดภัย : เมื่อได้รับคำสั่งให้เข้าปฏิบัติการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติโดยการใช้อากาศยานแบบต่าง ๆ ของกองทัพอากาศ ศูนย์บรรเทาสาธารณภัยกองทัพอากาศควรพิจารณาสั่งการกำหนดผู้ปฏิบัติหน้าที่ Mission Commander และอากาศยานที่จะนำมาปฏิบัติการกิจกรรมถึงควรประสานหน่วยเกี่ยวข้องในการปฏิบัติการกิจตาม On Call List โดย Mission Commander จะต้องพิจารณาวางแผนการปฏิบัติในภาพรวมและเสนอแนะหนทางการปฏิบัติให้กับผู้บังคับบัญชาและ On Scene Commander ในพื้นที่ภัยพิบัตินั้นต่อไป รวมถึงวางแผนการติดต่อสื่อสารและระบบเครือข่าย (Network) เพื่อส่งข้อมูล โดยเฉพาะการเชื่อมโยงระหว่างผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ ศูนย์ปฏิบัติการในส่วนหน้า และศูนย์ปฏิบัติการในส่วนกลาง ทั้งนี้ เพื่อการแลกเปลี่ยนและส่งข้อมูลต่าง ๆ โดยเฉพาะจากสถานีควบคุมภาคพื้นของอากาศยานไร้คนขับหรือสถานีรับสัญญาณ Video Downlink ของ

อากาศยานปกติที่ติดตั้งกล้อง EO/IR กับระบบ Video Downlink ไปยังศูนย์ปฏิบัติการต่าง ๆ

การปฏิบัติการร่วมของอากาศยานปกติกับอากาศยานไร้คนขับทั้งจากกองทัพอากาศและหน่วยต่าง ๆ จะต้องมีการวางแผนปฏิบัติการร่วมกัน โดยพิจารณาแบ่งมอบภารกิจและพื้นที่ปฏิบัติการตามสมรรถนะและขีดความสามารถของอากาศยานแต่ละแบบ พร้อมกับคำนึงถึงความปลอดภัยในการบินโดยต้องหลีกเลี่ยงการบินเข้าใกล้จนอาจเกิดอันตราย (Near Miss) เพื่อป้องกันการชนกัน โดยกองทัพอากาศจะต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการขออนุญาตทำการบินและออกประกาศผู้ทำการในอากาศ (NOTAM) แจ้งเตือนการปฏิบัติการในพื้นที่ประสบภัยพิบัติเพื่อให้อากาศยานอื่นหลีกเลี่ยงพื้นที่ปฏิบัติการนั้น ทั้งนี้ ควรมีการนำอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กทั้งแบบ Multi Rotors UAV Fixed - Wing UAV และ Hybrid UAV เข้าในพื้นที่เกิดเหตุภัยพิบัติไปกับส่วนล่วงหน้าและทีมค้นหาและกู้ภัยเพื่อปฏิบัติการทางอากาศเบื้องต้นก่อนที่อากาศยานแบบอื่น ๆ จะวางกำลังเพื่อปฏิบัติการต่อไป ซึ่งจะเป็นการบูรณาการกำลังทางอากาศในการปฏิบัติการนี้ เกิดเป็นปัจจัยทวีกำลัง (Force Multiplier) และลดช่องว่างในการปฏิบัติการกิจการช่วยเหลือผู้ประสบภัย

ตัวอย่างการแบ่งมอบภารกิจและพื้นที่ปฏิบัติการในบริเวณที่เกิดเหตุภัยพิบัติ เช่น อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กแบบขึ้น/ลงทางดิ่ง (VTOL) มีรัศมีปฏิบัติการใกล้เวลาทำการบินน้อย แต่มีความคล่องตัวนำติดตัวไปกับชุดทีมค้นหาและกู้ภัยได้ และ Payload แบบกล้อง EO/IR ในปัจจุบันที่มีความละเอียดถึงระดับ 4K และกำลังขยายสูง 30X และ Digital ได้อีก 6X ทำให้ได้ภาพถ่ายทางอากาศที่มีความละเอียดสูง จึงควรนำมาใช้ในการกิจการบินสำรวจความเสียหายพื้นที่ การบินค้นหาและช่วยชีวิต รวมถึงการบินเข้าไปสำรวจพื้นที่ที่มีสารเคมีอันตรายรั่วไหล เป็นต้น สำหรับในภาพกว้างของการปฏิบัติการนั้นอาจวางแผนใช้อากาศยานไร้คนขับแบบ Aerostar ทำการบินสำรวจในพื้นที่บริเวณกว้าง และค้นหาผู้ประสบภัย โดยประสานการปฏิบัติชี้เป้าหมายให้กับเฮลิคอปเตอร์ EC-725 หรือเฮลิคอปเตอร์หน่วยงานอื่นเพื่อช่วยเหลือผู้ติดอยู่ในพื้นที่ภัยพิบัติออกจากพื้นที่ หรือส่งสิ่งของอุปกรณ์บรรเทาทุกข์หรือถุงยังชีพ เช่น การช่วยเหลือผู้ที่ติดอยู่บริเวณ

น้ำท่วมจากอุทกภัยและเจ้าหน้าที่ไม่สามารถเข้าพื้นที่นั้นทางภาคพื้นได้ เป็นต้น ตลอดจน Aerostar สามารถทำการบินต่อเนื่องได้ยาวนานปฏิบัติการกิจเป็นสถานีควบคุมและสั่งการลอยฟ้า (Airborne Command and Control) เกาะติดสถานการณ์ในพื้นที่ภัยพิบัติ และสำรวจเส้นทาง การลำเลียงสิ่งของช่วยเหลือผู้ประสบภัย ตลอดจนควรนำภาพที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับแบบต่าง ๆ มาประยุกต์ทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศแบบ 2D/3D เพื่อปรับปรุงข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นที่ประสบภัยให้เป็นภาพสถานการณ์ปัจจุบันเพื่อใช้ในการวางแผนการช่วยเหลือและฟื้นฟูบูรณะต่อไป

ในการปฏิบัติการทั้งหมดควรมีการเชื่อมต่อและส่งข้อมูลกลับมายังศูนย์ปฏิบัติการในส่วนหน้าผ่านระบบเครือข่าย (Network) ที่วางแผนไว้เพื่อใช้ในการวิเคราะห์วางแผน และสั่งการไปยังผู้ปฏิบัติต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว ตามหลักการการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (NCO) ซึ่งสามารถประเมินสถานการณ์พร้อมกับสั่งการให้ความช่วยเหลือโดยบริหารทรัพยากรที่มีอยู่จำกัด พร้อมกับจัดลำดับความสำคัญเร่งด่วนของเป้าหมาย หากเกินขีดความสามารถของหน่วยในพื้นที่ก็ให้ทำการร้องขอการสนับสนุนโดยสามารถส่งภาพ/ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ประมวลผลผ่านระบบเครือข่าย (Network) กลับไปยังหน่วยเหนือและหน่วยข้างเคียงต่าง ๆ เพื่อดำเนินการต่อไป

ขั้นการฟื้นฟูบูรณะ : จะเป็นการให้ความช่วยเหลือบรรเทาทุกข์ขั้นต้นแก่ประชาชนผู้ประสบภัยพิบัติ โดยสามารถใช้อากาศยานไร้คนขับทั้ง Aerostar หรืออากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กทำการบินสำรวจพื้นที่ และทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศทั้งแบบ 2D/3D Model เพื่อปรับปรุงฐานข้อมูลให้ทันสมัยและใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบประเมินความเสียหาย ตลอดจนการบินค้นหาผู้สูญหายในพื้นที่เกิดเหตุภัยพิบัติ พร้อมกับการสำรวจหาพื้นที่ปลอดภัยให้ประชาชนพักอาศัยชั่วคราว ซึ่งข้อมูลการสำรวจพื้นที่เหล่านี้จะต้องเก็บเป็นฐานข้อมูลในการเตรียมความช่วยเหลือขั้นต่อไป

ในการวิจัยนี้ได้สัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิทั้งสามท่านเกี่ยวกับการนำอากาศยานไร้คนขับมาใช้ในการกิจการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัตินั้น ทั้งสามท่านมีความเห็น

สอดคล้องกันกับผลการวิจัย กล่าวคือ เห็นด้วยในการนำอากาศยานไร้คนขับมาใช้ปฏิบัติการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ และจะต้องมีการพัฒนาระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้ง Platform และ Application/Software ให้สามารถตอบสนองภารกิจ โดยข้อมูลที่ได้นั้นจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการบริหารจัดการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ ซึ่งควรมีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

3. สรุปผลการวิจัยกับความสอดคล้องตามยุทธศาสตร์และแผนต่าง ๆ

จากผลการวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างนวัตกรรมแนวความคิดการใช้กำลังทางอากาศปฏิบัติการการให้ความช่วยเหลือด้านมนุษยธรรมและบรรเทาภัยพิบัติ (HADR) นอกจากนี้ยังเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการพัฒนาเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายต่าง ๆ ของกองทัพอากาศ และนำไปเป็นแนวความคิดการปฏิบัติ (Concept of Operations: CONOPS) เพื่อปรับปรุงแผนบรรเทาสาธารณภัยกองทัพอากาศให้มีศักยภาพและขีดความสามารถในการปฏิบัติการช่วยเหลือผู้ประสบภัยมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายผู้บัญชาการทหารอากาศ ประจำปี พ.ศ.2562 ยุทธศาสตร์กองทัพอากาศ 20 ปี ยุทธศาสตร์การจัดการความเสี่ยงจากสาธารณภัยของกระทรวงกลาโหม ตามแผนบรรเทาสาธารณภัยกระทรวงกลาโหม 2558 และยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ.2561-2580) ประเด็นยุทธศาสตร์ชาติด้านความมั่นคง เกี่ยวกับการพัฒนาและฉันทพลังอำนาจแห่งชาติ กองทัพและหน่วยงานความมั่นคง รวมทั้งภาครัฐและภาคประชาชนในการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1.1 นโยบายการพัฒนาแนวทางการปฏิบัติการกองทัพอากาศควรนำแนวความคิดการปฏิบัติ (Concept of Operations: CONOPS) ในการปฏิบัติการการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ โดยบูรณาการนำอากาศยานปกติ อากาศยานไร้คนขับที่มีประจำการ อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ และของหน่วยงานอื่น ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนเข้าร่วมปฏิบัติ

ภารกิจ โดยประยุกต์หลักการการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (NCO) พันธกิจ Dynamic Targeting ต่อเป้าหมาย TST มาใช้ในการวางแผนปฏิบัติการกิจกรรมรวมถึงกำหนดให้ฝูงบินที่มีอากาศยานไร้คนขับประจำการของกองทัพอากาศเป็นหน่วยงานหลักรับผิดชอบในการใช้อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กปฏิบัติการและเป็น Mission Commander เพราะเป็นฝูงบินปฏิบัติการด้วยอากาศยานไร้คนขับของกองทัพอากาศ และควรมีการซักซ้อมการปฏิบัติการร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของภาครัฐและเอกชน

1.2 นโยบายการเตรียมอากาศยานไร้คนขับในการปฏิบัติการ

กองทัพอากาศควรกำหนดนโยบายในการส่งเสริมให้มีการวิจัยพัฒนาระบบอากาศยานไร้คนขับแบบต่าง ๆ และ Payload เพื่อสนับสนุนภารกิจการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติจากสาธารณภัยต่าง ๆ โดยเฉพาะระบบอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กแบบขึ้นลงทางดิ่ง (VTOL) Payload และ Application/ Software เพื่อให้สามารถพึ่งพาตนเอง ครอบคลุมภารกิจที่จะต้องปฏิบัติ และประหยัดงบประมาณในการจัดหา ตลอดจนเป็นการสร้างองค์ความรู้ให้สามารถพัฒนาต่อยอดได้เองในอนาคต

1.3 นโยบายการเตรียมด้านบุคลากร

จัดเตรียมบุคลากรกองทัพอากาศให้มีความรู้ความเข้าใจในแผน และซักซ้อมการปฏิบัติเพื่อให้ความพร้อมในการปฏิบัติการ ตลอดจนควรนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้พัฒนาแนวความคิดการปฏิบัติการให้เหมาะสม สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป รวมถึงสร้างทัศนคติที่ดีต่อบุคลากร ทอ.ในการปฏิบัติการ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

ด้วยระยะเวลาในการทำวิจัยครั้งนี้มีจำกัดเฉพาะในห้วงที่ศึกษาหลักสูตรการป้องกันราชอาณาจักร เท่านั้น จึงควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในอนาคตเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีทางการทหารเพื่อภารกิจการให้ความช่วยเหลือด้านมนุษยธรรมและบรรเทาภัยพิบัติ (HADR) การสร้างความร่วมมือระหว่างทหาร ภาควพลเรือน เอกชน และมิตรประเทศในการป้องกันสาธารณภัย ตลอดจนการสร้างอุตสาหกรรมป้องกันประเทศเพื่อสนับสนุนภารกิจช่วยเหลือและบรรเทาสาธารณภัย

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

สัมภาษณ์

จุรีรัตน์ เทพอาสน์, รองอธิบดีกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย. สัมภาษณ์. 24 เมษายน 2562.

ณัฐพล นิยมไทย, นาวาอากาศเอก. รองผู้ช่วยทูตฝ่ายทหารอากาศ ประจำสถานเอกอัครราชทูตไทย ณ กรุงวอชิงตัน. สัมภาษณ์. 5 มิถุนายน 2562.

ถาวรวัฒน์ จันทนาคม, พลอากาศเอก. ผู้ช่วยผู้บัญชาการทหารอากาศ. สัมภาษณ์. 26 เมษายน 2562.

เอกสารไม่ตีพิมพ์

กลาโหม, กระทรวง. “แผนบรรเทาสาธารณภัยกระทรวงกลาโหม 2558”. 2558.

กองทัพอากาศ. “นโยบายผู้บัญชาการทหารอากาศ ประจำปี พ.ศ.2562”. 2562.

กิจการพลเรือนทหารอากาศ, กรม. “แผนบรรเทาสาธารณภัยกองทัพอากาศ พ.ศ.2556 (ฉบับแก้ไข พ.ศ.2560)”. 2560.

คณะกรรมการการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ. “แผนการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ พ.ศ.2558”. 2558.

ป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, กรม. “มาตรฐานข้อมูลด้านสาธารณภัย”. มาตรฐานกลางข้อมูลด้านสาธารณภัย. 2559.

ยุทธการทหารอากาศ, กรม. “แนวความคิดการใช้อากาศยานไร้คนบังคับกองทัพอากาศปฏิบัติการทางอากาศต่อเป้าหมาย Time Sensitive Target (TST)”. บทความทางวิชาการ. 2555.

ยุทธการทหารอากาศ, กรม. “หลักนิยามพื้นฐานกองทัพอากาศ พ.ศ.2551”. 2550.

สุพิชจารณ์ ธรรมวาตะเสรี, พลอากาศตรี, และคณะ. “บทบาทอากาศยานไร้คนขับกับการบริหารจัดการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ”. บทความทางวิชาการ. 2561.

ภาษาต่างประเทศ

Book

American Red Cross. Drones for Disaster Response and Relief Operations. Washington D.C. : n.p., 2015.

Curtis E. Lemay Center United States Air Force. Annex 3-60 - Targeting. United States : n.p., 2019.

Joint Chief of Staff. Joint Targeting” Joint Publication 3-60. United States : n.p., 2013

UVS International. 2010 – 2011 UAS Yearbook – UAS: The Global Perspective. N.P. : n.p., 2010.

Electronic Data Base

Agoston, Restas. “Drone Applications for Supporting Disaster Management”. (Online). Available : https://www.scirp.org/pdf/WJET_2015102315592192.pdf, 2015.

“A Role for Drones in Healthcare”. (Online). Available : <https://www.dronesinhealthcare.com>, 2017.

Boyd, John, Colonel. “OODA Loop”. (Online). Available : http://en.wikipedia.org/wiki/OODA_loop, 2011.

DJI. “3 Days Above The Clouds. Nepal. April, 2015”. (Online). Available : <https://www.dji.com/newsroom/news/blog-3-days-above-the-clouds-nepal-april-2015>, 2015.

DJI. “Search and Rescue, Press Release”. (Online). Available : <https://www.dji.com/search?q=press%20release>, 2018.

Ged F. Griffin. “The Use of Unmanned Aerial Vehicle for Disaster Management”. (Online). Available : <https://doi.org/10.5623/cig2014-402>, 2015.

“Rescue Drone Firm Seeks Regulation Lifeline”. (Online). Available : <https://dronelife.com/2016/06/02/rescue-drone-firm-seeks-regulation-lifeline>, 2016.