

ลับมาก

แนวทางการพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับ
ในการกิจลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกองกำลังป้องกันชายแดน

เอกสารวิจัยส่วนบุคคล



โดย

นาย อธิพัชร์ จารุโรจนอนันต์

นักศึกษาหลักสูตรหลักประจำวิทยาลัยการทัพบกชุดที่ 70

วิทยาลัยการทัพบก

กันยายน 2568

ลับมาก

เอกสารวิจัยเรื่อง แนวทางการพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับใน
ภารกิจลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกองกำลังป้องกันชายแดน
โดย นาย อธิพัชร จารุโรจนอนันต์
อาจารย์ที่ปรึกษา พันเอก สุเทพ ยั่งยืน

วิทยาลัยการทัพบก อนุมัติให้เอกสารวิจัยส่วนบุคคลฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรหลักประจำ วิทยาลัยการทัพบก ปีการศึกษา 2568 และเห็นชอบให้เป็นเอกสารวิจัยส่วนบุคคลที่อยู่ในเกณฑ์ระดับ **อย่าง**

พลตรี

(เกียรติชัย โอภาโส)

ผู้บัญชาการวิทยาลัยการทัพบก

คณะกรรมการควบคุมเอกสารวิจัยส่วนบุคคล

พื่นเอก

(สุเทพ ยั่งยืน)

ประธานกรรมการ

พันเอก

(สังกาศ สร้อยคำ)

ผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษา

พันเอก

(ปราโมทย์ หม่อมศิลา)

กรรมการ

พันเอกหญิง

(มนทิรา ยัมสมบุญ)

กรรมการ

พันเอกหญิง

(นวลสมร จรวงษ์)

กรรมการและเลขานุการ

บทคัดย่อ

ผู้วิจัย	นาย อธิพัชร์ จารุโรจนอนันต์
เรื่อง	แนวทางการพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับ ในภารกิจลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกองกำลังป้องกันชายแดน
วันที่	9 กันยายน 2568 จำนวนคำ : 8,117 จำนวนหน้า : 27
คำสำคัญ	อากาศยานไร้คนขับ, ระบบควบคุมและสั่งการ, การลาดตระเวนชายแดน, กองกำลังป้องกันชายแดน
ชั้นความลับ	ไม่มีชั้นความลับ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับในภารกิจลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกองกำลังป้องกันชายแดนในปัจจุบัน 2) ปัญหาและอุปสรรคในการใช้งาน และ 3) แนวทางการพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพ โดยใช้การวิจัยเชิงยุทธศาสตร์แบบผสมผสาน ทั้งการวิจัยเชิงเอกสารและการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ที่เกี่ยวข้องในกองกำลังป้องกันชายแดนทั้ง 7 แห่ง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิค SWOT, PESTEL และ TOWS Matrix ผลการวิจัยพบว่า ระบบปัจจุบันยังอยู่ในระยะเริ่มต้น มีข้อจำกัดด้านพลังงาน การสื่อสาร และการบูรณาการข้อมูล ปัญหาหลักประกอบด้วยข้อจำกัดด้านเทคโนโลยี งบประมาณ บุคลากร และการบูรณาการระหว่างหน่วยงาน แนวทางการพัฒนาที่สำคัญประกอบด้วย 1) การพัฒนาระบบควบคุมแบบบูรณาการรองรับการทำงานร่วมกันของ UAV หลายลำ 2) การพัฒนาระบบประมวลผลข้อมูลและ AI ที่ช่วยวิเคราะห์ภาพอัตโนมัติ 3) การพัฒนาระบบสื่อสารที่เสถียรและปลอดภัย 4) การสร้างความร่วมมือระหว่างหน่วยงานและการพัฒนาบุคลากร ทั้งนี้ เพื่อยกระดับขีดความสามารถของกองกำลังป้องกันชายแดนในการปฏิบัติภารกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

ABSTRACT

AUTHOR: Atipat Jarurojanaanan
TITLE: Guidelines for Army War College Core Curriculum Development in Response to Royal Thai Army Training and Education Policies.
DATE: 9 September, 2025 **WORD COUNT :** 8,117 **PAGES :** 27
KEY TERMS: Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), Control and Command Systems, Border Patrol, Border Defense Forces
CLASSIFICATION: Unclassified

This research aims to study 1) the current control and command systems of unmanned aerial vehicles (UAVs) in border patrol missions, 2) operational problems and obstacles, and 3) guidelines for system development. The study employs mixed-method strategic research, combining documentary research and in-depth interviews with personnel from seven border defense forces, analyzed using SWOT, PESTEL, and TOWS Matrix techniques. Findings indicate that current systems are in early stages with limitations in power supply, communication, and data integration. Major challenges include technological constraints, budget limitations, personnel shortages, and insufficient inter-agency coordination. Development guidelines comprise: 1) integrated control systems supporting multi-UAV operations, 2) data processing systems with AI for automated image analysis, 3) stable and secure communication networks, and 4) enhanced inter-agency cooperation and personnel development. These measures aim to improve border defense forces' capabilities to perform missions efficiently and sustainably.

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารวิจัยส่วนบุคคลฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความรู้และความกรุณาจากคณาจารย์ของวิทยาลัยการทัพบกทุกท่าน ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ในการศึกษา ตลอดจนความอนุเคราะห์ช่วยเหลืออย่างดียิ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พันเอก สุเทพ ยั่งยืน อาจารย์ที่ปรึกษา และพันเอก สังกาศ สร้อยคำ ผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำแนะนำและแนวคิดที่เป็นประโยชน์ในการจัดทำเอกสารวิจัยส่วนบุคคล จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จ ลุล่วง และเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ พลตรี เกียรติชัย โอภาโส ผู้บัญชาการวิทยาลัยการทัพบก ที่ให้ความกรุณาตลอดระยะเวลาที่ได้ศึกษา และคณะกรรมการควบคุมเอกสารวิจัยส่วนบุคคลทุกท่าน รวมทั้งคณะผู้บังคับบัญชาของกองกำลังป้องกันชายแดนทั้ง 7 กองกำลัง ที่กรุณาให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์และให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านอากาศยานไร้คนขับในกองกำลังป้องกันชายแดนทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัย ตลอดจนผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศที่ได้ให้ข้อมูลและคำแนะนำด้านเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับและระบบควบคุม

ท้ายที่สุดนี้ ขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่นในวิทยาลัยการทัพบกที่ให้อำลัใจและสนับสนุนการทำวิจัยตลอดมา และขอขอบคุณครอบครัวที่เป็นแรงใจสำคัญในการศึกษา และทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่าน และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารวิจัยส่วนบุคคลฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับในการกิจลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกองกำลังป้องกันชายแดน และหน่วยงานของทางราชการที่เกี่ยวข้องต่อไป

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	3
กรอบแนวคิดการวิจัย	4
วิธีการศึกษา	5
ประโยชน์ที่ได้รับ	6
บทที่ 2 บทแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงชายแดน	7
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับอากาศยานไร้คนขับและระบบควบคุม	8
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 บทวิเคราะห์	
ระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับในการกิจลาดตระเวนชายแดน ของหน่วยกำลังป้องกันชายแดนในปัจจุบัน	12
ปัญหาและอุปสรรคของลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกำลังป้องกัน ชายแดนระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับในการกิจลาดตระเวน	13
การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางยุทธศาสตร์ (SWOT Analysis)	16
การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอก (PESTEL Analysis)	17
ตารางการวิเคราะห์ TOWS Matrix	18
แนวทางการพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับ ในการกิจลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกองกำลังป้องกันชายแดน	19

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
บทที่ 4 บทอภิปรายผล	21
บทที่ 5 บทสรุป	
สรุปผลการวิจัย	25
ข้อเสนอแนะ	25
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป	26
เอกสารอ้างอิง	
ประวัติย่อผู้วิจัย	

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561–2580) ด้านความมั่นคงซึ่งเป็นแผนแม่บทระดับชาติที่มุ่งสร้างความมั่นคงและยั่งยืนในทุกด้าน รวมถึงด้านความมั่นคงที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการพื้นที่ชายแดน โดยกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนในด้านการป้องกันภัยคุกคาม การเสริมสร้างอธิปไตย และการพัฒนาพื้นที่ชายแดนให้มีความมั่นคง โดยเน้นการบูรณาการระหว่างหน่วยงานภาครัฐ องค์กรท้องถิ่น และชุมชนชายแดน เพื่อลดผลกระทบจากการลักลอบข้ามแดน การค้ามนุษย์ การแพร่ระบาดของยาเสพติด และการบุกรุกทำลายทรัพยากรธรรมชาติ

กองทัพบกมีแผนยุทธศาสตร์กองทัพบก พ.ศ. 2566–2570 เป็นการแปลงเป้าหมายในระดับยุทธศาสตร์ชาติไปสู่การปฏิบัติของกองทัพบก โดยเน้นการพัฒนาขีดความสามารถของกำลังพลและเครื่องมือที่ทันสมัย เช่น การใช้เทคโนโลยี UAV และระบบควบคุมและสั่งการแบบเรียลไทม์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลาดตระเวนและตอบสนองต่อสถานการณ์ในพื้นที่ชายแดน นอกจากนี้ยังสนับสนุนภารกิจด้านมนุษยธรรม เช่น การช่วยเหลือผู้ลี้ภัย และการส่งเสริมความร่วมมือระหว่างประเทศเพื่อนบ้าน

แผนปฏิบัติการด้านการบริหารจัดการชายแดนด้านความมั่นคง (พ.ศ. 2566 – 2570) ที่ให้ความสำคัญกับพื้นที่ชายแดนได้มีพัฒนาการในด้านต่างๆ ทั้งการเมือง เศรษฐกิจ และสังคม โดยมีปัจจัยของการเมืองระหว่างประเทศ โดยเฉพาะการขยายอิทธิพลของประเทศมหาอำนาจเพื่อเป้าหมาย ทางภูมิรัฐศาสตร์เข้ามาประกอบด้วย นอกจากนั้นความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ทำให้การบริหาร จัดการพื้นที่ชายแดนมีความท้าทายและซับซ้อนมากขึ้น จึงทำให้พื้นที่ชายแดนกลายเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญทางยุทธศาสตร์ ทั้งในมิติความมั่นคง และมิติด้านเศรษฐกิจ

พื้นที่ชายแดนเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อประเทศนับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยในอดีต พื้นที่ชายแดนมีความสำคัญหลักในมิติด้านความมั่นคง ในฐานะเป็นพื้นที่แรกในการป้องกันภัยคุกคาม รวมทั้งมิติด้านเศรษฐกิจในฐานะที่พื้นที่ชายแดนเป็นแหล่งการผลิตและการค้าสินค้าหายากมีราคา ซึ่งสร้างความมั่งคั่งให้กับรัฐ

การดำเนินการของกองกำลังป้องกันชายแดนตามแผนป้องกันชายแดน กองทัพบก มี 7 กองกำลังที่คอยป้องกันชายแดน ประกอบด้วย กองทัพบกที่ 1 มีกองกำลังบูรพาและกองกำลังสุรสีห์ กองทัพภาคที่ 2 มีกองกำลังสุรนารีและกองกำลังสุรศักดิ์มนตรี กองทัพภาคที่ 3 มีกองกำลังนเรศวรและกองกำลังผาเมือง กองทัพภาคที่ 4 มีกองกำลังเทพสตรี ทั้ง 7 กองกำลังมีหน้าที่ ป้องกันการลักลอบเข้าเมืองและการข้ามแดนผิดกฎหมาย ป้องกันการข้ามแดนโดยไม่ได้รับอนุญาตของแรงงานต่างด้าวและการลักลอบนำเข้าสิ่งผิดกฎหมาย เช่น ยาเสพติดหรืออาวุธ ดูแลความปลอดภัยในพื้นที่ชายแดน เฝ้าระวังและป้องกันการรุกรานล้าอียิปต์ไทยในพื้นที่ที่มีปัญหาชายแดน ประสานงานด้านมนุษยธรรมและการช่วยเหลือผู้ลี้ภัย ให้ความช่วยเหลือและดูแลผู้ลี้ภัยจากประเทศเพื่อนบ้านที่เข้ามาในพื้นที่ชายแดนของไทย โดยเฉพาะในสถานการณ์ความไม่สงบในประเทศเพื่อนบ้าน สนับสนุนการพัฒนาในพื้นที่ชายแดน ช่วยเหลือชุมชนในพื้นที่ชายแดน เช่น การพัฒนาสาธารณูปโภคและการส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างชุมชน ลาดตระเวนและดูแลทรัพยากรธรรมชาติ ป้องกันการบุกรุกป่า การลักลอบตัดไม้ และการทำลายทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ชายแดน แนวทางลาดตระเวนรวม การลาดตระเวนผสมผสาน ใช้เดินเท้า ยานยนต์ เรือ โดรน และเทคโนโลยีเฝ้าระวัง ลาดตระเวนร่วมกับเพื่อนบ้าน ในบางพื้นที่มีการลาดตระเวนร่วมกับประเทศเพื่อนบ้าน การตั้งจุดตรวจและด่านชั่วคราว เพิ่มประสิทธิภาพการเฝ้าระวังในพื้นที่เสี่ยง

ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ใช้ในการควบคุมและติดตามผู้ปฏิบัติการกิจผ่านอุปกรณ์ติดตามตำแหน่งพร้อมส่งสัญญาณภาพและเสียงกลับมายังระบบบังคับบัญชาการแบบเวลาจริง ผลลัพธ์ที่ได้คือ ผู้บัญชาการสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากระบบได้อย่างรวดเร็วมาก เมื่อเทียบกับปัจจุบันที่ต้องคอยสื่อสารผ่านระบบวิทยุ ทำให้ผู้ปฏิบัติการกิจทำงานสองทางทั้งระวังเหตุการณ์ในภารกิจและต้องคอยรายงานผู้บัญชาการ อีกทั้งผู้บัญชาการก็ต้องจดจำตำแหน่งการเคลื่อนที่ของผู้ปฏิบัติงาน และระบบซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นจะเห็นว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่ามาก ทั้งความแม่นยำในการติดตามตำแหน่ง การเห็นข้อมูลแบบเวลาจริง และที่สำคัญช่วยลดการสูญเสียชีวิตจากภารกิจ

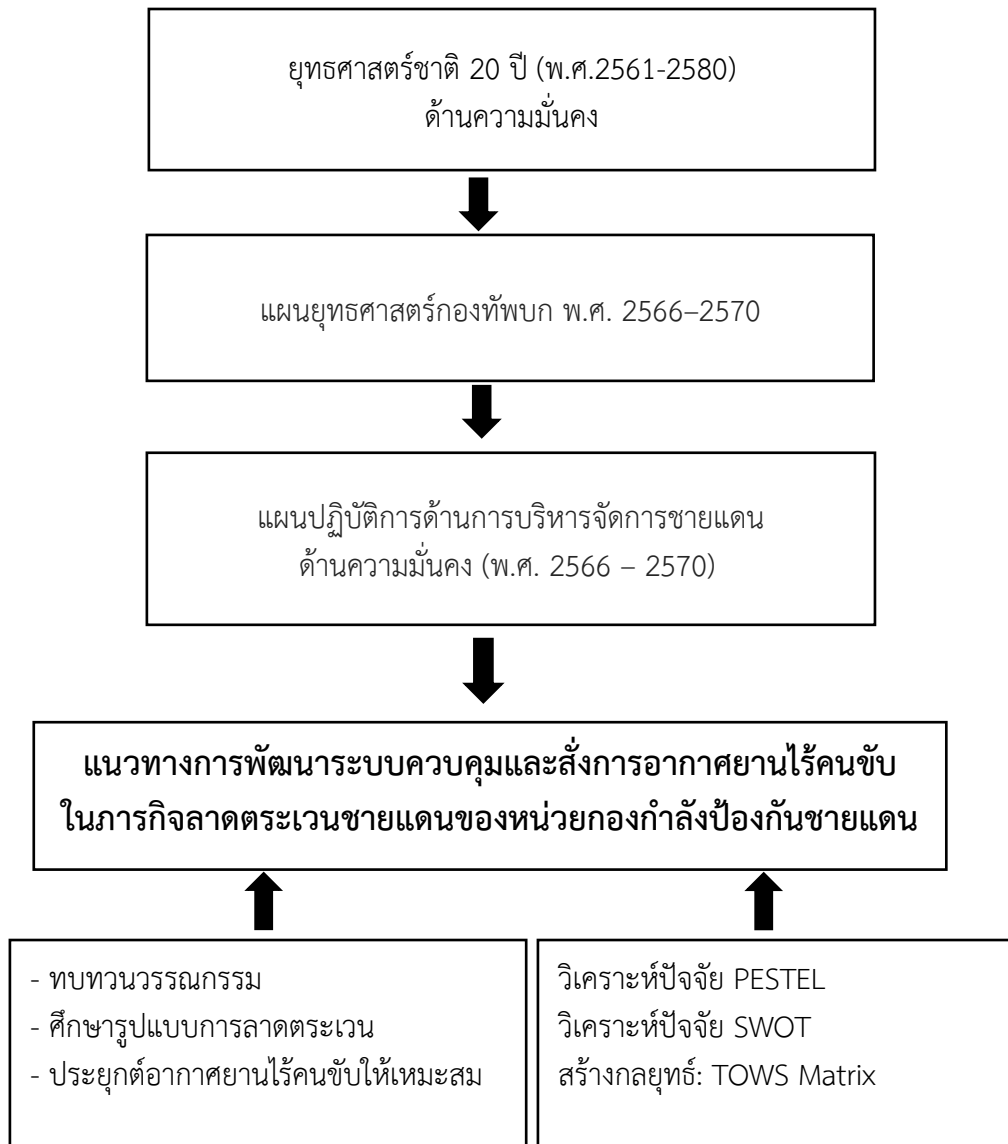
และมีความสนใจที่จะศึกษาเพื่อศึกษาระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับในภารกิจลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกำลังป้องกันชายแดนในปัจจุบัน ศึกษาปัญหาและอุปสรรคของลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกำลังป้องกันชายแดนระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับในภารกิจลาดตระเวน และศึกษาแนวทางการพัฒนาระบบ

ควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับในการกิจลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกองกำลังป้องกันชายแดน เพื่อให้ประเทศสามารถรักษาผลประโยชน์ของชาติในพื้นที่ชายแดนได้ รวมทั้งการดำเนินงานแบบบูรณาการระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้พื้นที่ชายแดนมีความมั่นคง ปลอดภัย และมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และความมั่นคงของมนุษย์อย่างสมดุล

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับในการกิจลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกำลังป้องกันชายแดนในปัจจุบัน
2. เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคของลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกำลังป้องกันชายแดนระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับในการกิจลาดตระเวน
3. เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับในการกิจลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกองกำลังป้องกันชายแดน

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีการศึกษา

1. **รูปแบบการวิจัย** การศึกษาในครั้งนี้ ใช้การวิจัยเชิงยุทธศาสตร์ตามแนวทางที่วิทยาลัยกองทัพบกกำหนด โดยวิธีการวิจัยเชิงเอกสาร

2. ขอบเขตการศึกษา

2.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา: ศึกษารูปแบบการปฏิบัติการระกิจงานกองกำลังป้องกันชายแดนในประเทศไทย รวมถึงปัญหาและอุปสรรคของการดำเนินงาน

2.2 ขอบเขตด้านประชากร: นายทหารที่ปฏิบัติหน้าที่ในกองกำลังและผู้เกี่ยวข้อง

2.3 ขอบเขตด้านพื้นที่: กองกำลังป้องกันชายแดน ทั้ง 7 กองกำลัง

2.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา: เดือนธันวาคม 2567 ถึงเดือนมิถุนายน 2568

3. **การเก็บรวบรวมข้อมูล** : จากการทบทวนข้อมูลจากเอกสาร บทความวิชาการ ตำรา งานวิจัย ข้อมูลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสัมภาษณ์จากบุคลากรที่เกี่ยวข้อง

4. **การวิเคราะห์ข้อมูล** : ใช้กรอบความคิดเชิงยุทธศาสตร์ในการวิเคราะห์ปัจจัยสภาพแวดล้อมโดยวิธี SWOT analysis และ PESTEL เพื่อกำหนดกลยุทธ์แบบ TOWS matrix

5. ขั้นตอนการดำเนินงาน

กิจกรรม \ ช่วงเวลา	พ.ย. 67	ธ.ค. 67	ม.ค. 68	ก.พ 68	มี.ค. 68	เม.ย. 68	พ.ค. 68
เลือกเรื่องและกำหนดหัวข้อการวิจัย	↔						
สอบการนำเสนอโครงร่างเอกสารวิจัย		↔					
ศึกษาค้นคว้ารายละเอียดด้านต่าง ๆ		↔	↔				
การวิเคราะห์, สังเคราะห์ข้อมูล				↔			
การสรุปผลการวิจัย					↔		
การนำเสนอผลการวิจัย						↔	
จัดทำรูปเล่ม							↔

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงระบบควบคุมและสั่งการ อากาศยานไร้คนขับ ในภารกิจลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกองกำลังป้องกันชายแดน
2. ทราบถึงปัญหาและอุปสรรคของการลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกำลังป้องกันชายแดนระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับในภารกิจลาดตระเวน
3. ทราบแนวทางการพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับในภารกิจลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกองกำลังป้องกันชายแดน

บทที่ 2

บทแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงชายแดน

แนวคิดเกี่ยวกับความมั่นคงชายแดน

ความมั่นคงชายแดนเป็นประเด็นสำคัญในทฤษฎีความสัมพันธ์ระหว่างประเทศและความมั่นคงศึกษา กล่าวได้ว่า ชายแดนไม่ได้เป็นเพียงเส้นแบ่งดินแดนทางภูมิศาสตร์เท่านั้น แต่ยังเป็นพื้นที่ทางสังคม การเมือง และวัฒนธรรมที่มีความซับซ้อน การบริหารจัดการชายแดนจึงต้องคำนึงถึงมิติต่าง ๆ อย่างรอบด้าน ทั้งความมั่นคงทางการทหาร ความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และความมั่นคงของมนุษย์¹⁰

การศึกษาเรื่องชายแดนในยุคปัจจุบันควรมองในแง่มุมของ "การบริหารจัดการชายแดน" (Border Management) มากกว่า "การปกป้องชายแดน" (Border Protection) เพียงอย่างเดียว เนื่องจากชายแดนในโลกปัจจุบันเป็นพื้นที่ที่มีทั้งโอกาสและความท้าทาย การบริหารจัดการที่ดีควรสร้างสมดุลระหว่างความมั่นคงและการพัฒนา¹¹

สิทธิพล เครือรัฐติกาฬ วิเคราะห์ว่านโยบายความมั่นคงชายแดนของไทยได้พัฒนาจากการเน้นการป้องกันทางทหาร มาสู่แนวคิดความมั่นคงแบบองค์รวมที่ผสมผสานมิติด้านการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และความร่วมมือระหว่างประเทศมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาของโลกในยุคโลกาภิวัตน์¹²

ทฤษฎีการบูรณาการเทคโนโลยีในการกิจทางทหาร

แนวคิดเรื่อง Revolution in Military Affairs (RMA) ที่นำเสนอโดย Krepinevich เน้นย้ำการเปลี่ยนแปลงพื้นฐานในการทำสงครามด้วยการนำเทคโนโลยีที่ก้าวหน้ามาบูรณาการกับยุทธวิธีทางทหาร โดยในยุคปัจจุบัน การใช้อากาศยานไร้คนขับและระบบควบคุมอัตโนมัติถือเป็นส่วนหนึ่งของ RMA ที่จะเปลี่ยนแปลงรูปแบบการปฏิบัติการกิจทางทหารอย่างมีนัยสำคัญ¹³

Brose นำเสนอแนวคิดเรื่อง "Digital Age Combat" ที่เน้นความสำคัญของการบูรณาการระบบอัตโนมัติ ปัญญาประดิษฐ์ และเครือข่ายการสื่อสารที่มีความปลอดภัยสูงในการปฏิบัติการกิจทางทหาร โดยระบบอากาศยานไร้คนขับที่มีความฉลาดและสามารถ

ทำงานร่วมกันเป็นเครือข่ายจะเป็นองค์ประกอบสำคัญในการปฏิบัติการทางทหารในอนาคต¹⁴

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับอากาศยานไร้คนขับและระบบควบคุม

เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ (UAV Technology)

อากาศยานไร้คนขับ หรือ Unmanned Aerial Vehicle (UAV) หมายถึง อากาศยานที่ไม่มีนักบินประจำการอยู่บนเครื่อง แต่ถูกควบคุมโดยระบบอัตโนมัติหรือผู้ควบคุมภาคพื้นดิน UAV มีหลายประเภท ตั้งแต่ขนาดเล็กที่พกพาได้ (Micro UAV) ไปจนถึงขนาดใหญ่ที่สามารถบินได้ในระดับความสูงมากและเป็นเวลานาน (HALE - High Altitude Long Endurance)¹⁵

Nonami และคณะ จำแนกประเภทของ UAV ตามการใช้งานได้เป็น 4 ประเภทหลัก ได้แก่ 1) UAV สำหรับการเฝ้าระวังและตรวจการณ์ (Surveillance and Reconnaissance) 2) UAV สำหรับการโจมตี (Combat UAV) 3) UAV สำหรับการลำเลียงและขนส่ง (Logistics UAV) และ 4) UAV สำหรับการวิจัยและพัฒนา (Research and Development UAV)¹⁶

ในด้านเทคโนโลยี UAV มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วในหลายด้าน เช่น ระบบการบิน ระบบพลังงาน ระบบการสื่อสาร ระบบเซนเซอร์ และระบบปัญญาประดิษฐ์ โดยเฉพาะการพัฒนาด้านความอัจฉริยะของระบบที่ทำให้ UAV สามารถตัดสินใจได้เองบางส่วนและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Swarm Intelligence)¹⁷

ระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับ (UAV Control Systems)

ระบบควบคุมและสั่งการ UAV ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ 1) สถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station - GCS) 2) ระบบการสื่อสารและส่งข้อมูล (Communication and Data Link) และ 3) ระบบควบคุมการบินอัตโนมัติ (Autopilot) บนตัว UAV¹⁷

Curlander และ McDermid อธิบายว่า ระบบควบคุม UAV สมัยใหม่มีการพัฒนาไปสู่แนวคิด "System of Systems" ที่มีการบูรณาการระบบย่อยหลายระบบเข้าด้วยกัน ทั้งระบบเซนเซอร์ ระบบประมวลผลข้อมูล ระบบการสื่อสาร และระบบการตัดสินใจ เพื่อให้สามารถควบคุม UAV ได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยมากขึ้น¹⁸

พัฒนาการสำคัญอีกประการหนึ่งคือการพัฒนา ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติหรือ กึ่งอัตโนมัติ (Autonomous or Semi-autonomous Control Systems) ที่ช่วยลดภาระของผู้ควบคุมและเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติการกิจ โดยระบบสามารถตัดสินใจได้เองในบางสถานการณ์ภายใต้กรอบที่กำหนดไว้¹⁹

การประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับในการกิจลาดตระเวนชายแดน

ประโยชน์และข้อดีของการใช้ UAV ในการกิจลาดตระเวนชายแดนการใช้ UAV ในการกิจลาดตระเวนชายแดนมีข้อดีหลายประการ ดังที่ Martin (2017) ได้สรุปไว้ ได้แก่ 1) ความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ที่เข้าถึงยากหรือเสี่ยงอันตราย 2) ความสามารถในการปฏิบัติการกิจได้ต่อเนื่องและเป็นเวลานาน 3) การลดความเสี่ยงต่อชีวิตของเจ้าหน้าที่ 4) ต้นทุนการปฏิบัติงานที่ต่ำกว่าการใช้อากาศยานที่มีนักบิน และ 5) ความสามารถในการเก็บและส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์²⁰

นอกจากนี้ Watts และคณะ ยังได้ชี้ให้เห็นว่า UAV สามารถติดตั้งเซนเซอร์หลากหลายประเภท เช่น กล้องถ่ายภาพความละเอียดสูง กล้องอินฟราเรด ระบบเรดาร์ และระบบตรวจจับสัญญาณวิทยุ ซึ่งช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการตรวจจับและติดตามเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ¹⁵

ความท้าทายและข้อจำกัดในการใช้ UAV ในการกิจลาดตระเวนชายแดน

แม้ว่า UAV จะมีข้อดีหลายประการ แต่ก็มี ความท้าทายและข้อจำกัดที่ต้องคำนึงถึง ดังที่ Curlander และ McDermid ได้ระบุไว้ ได้แก่ 1) ข้อจำกัดด้านสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม 2) ข้อจำกัดด้านระยะเวลาการบินและพลังงาน 3) ความเสี่ยงจากการรบกวนสัญญาณหรือการโจมตีทางไซเบอร์ 4) ข้อจำกัดด้านกฎหมายและข้อตกลงระหว่างประเทศ และ 5) ความต้องการทรัพยากรบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญในการปฏิบัติงานและซ่อมบำรุง¹⁸

สำหรับประเทศไทย สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ ได้ระบุความท้าทายเพิ่มเติมในการประยุกต์ใช้ UAV ในการกิจลาดตระเวนชายแดน ได้แก่ 1) ข้อจำกัดด้านงบประมาณในการจัดหาและบำรุงรักษา 2) ความต้องการระบบที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมในพื้นที่ชายแดนที่มีความหลากหลาย 3) ความท้าทายในการบูรณาการระบบ UAV กับระบบปฏิบัติการที่มีอยู่เดิม และ 4) ข้อจำกัดด้านการสื่อสารในพื้นที่ห่างไกลที่มีโครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสารไม่สมบูรณ์⁹

เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับ

เทคโนโลยีการสื่อสารเป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบควบคุมและสั่งการ UAV โดย Fahlstrom และ Gleason ได้อธิบายถึงเทคโนโลยีการสื่อสารสำหรับ UAV ที่สำคัญ ได้แก่ การสื่อสารผ่านคลื่นวิทยุ (Radio Frequency Communication) การสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite Communication) และการสื่อสารผ่านเครือข่ายเซลลูลาร์ (Cellular Network Communication) ซึ่งแต่ละเทคโนโลยีมีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน²¹ นอกจากนี้ การพัฒนาเทคโนโลยี 5G และในอนาคต 6G จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการสื่อสารระหว่าง UAV กับสถานีควบคุมภาคพื้นดิน โดยเฉพาะในด้านความเร็วและความหน่วงของการส่งข้อมูล (Latency) ซึ่งจะช่วยให้การควบคุม UAV ทำได้อย่างแม่นยำและรวดเร็วมากขึ้น

เทคโนโลยีการประมวลผลข้อมูลและปัญญาประดิษฐ์

การประมวลผลข้อมูลและเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบควบคุมและสั่งการ UAV Floreano และ Wood อธิบายว่า AI สามารถช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลจากเซนเซอร์ต่าง ๆ แบบเรียลไทม์ การตรวจจับและจำแนกวัตถุหรือบุคคล การวางแผนเส้นทางการบินที่เหมาะสม และการตัดสินใจในสถานการณ์ฉุกเฉิน¹⁹ การพัฒนาเทคโนโลยี Edge Computing ที่ทำให้สามารถประมวลผลข้อมูลได้บนตัว UAV โดยไม่ต้องส่งข้อมูลทั้งหมดกลับมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน ช่วยลดปริมาณข้อมูลที่ต้องส่งผ่านระบบสื่อสารและทำให้ UAV สามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ได้รวดเร็วขึ้น²²

เทคโนโลยีระบบเซนเซอร์และการรับรู้

ระบบเซนเซอร์เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ UAV สามารถรับรู้และเก็บข้อมูลจากสภาพแวดล้อมได้ Austin ได้จำแนกเซนเซอร์ที่ใช้กับ UAV ออกเป็นหลายประเภท เช่น กล้องถ่ายภาพความละเอียดสูง (High-Resolution Camera) กล้องอินฟราเรด (Infrared Camera) ระบบเรดาร์ (Radar) ระบบไลดาร์ (Lidar) และระบบตรวจจับสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Signal Detection)¹⁷

การพัฒนาเทคโนโลยีเซนเซอร์ที่มีขนาดเล็กลง น้ำหนักเบา และใช้พลังงานน้อยลง ทำให้สามารถติดตั้งเซนเซอร์หลากหลายประเภทบน UAV ขนาดเล็กและขนาดกลางได้ ซึ่งช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการปฏิบัติการกิจของ UAV เหล่านั้น¹⁵

เทคโนโลยีการบูรณาการระบบและความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์

การบูรณาการระบบต่าง ๆ เข้าด้วยกันเป็นความท้าทายสำคัญในการพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการ UAV Curlander และ McDermid เน้นย้ำความสำคัญของการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบที่มีความยืดหยุ่น สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงและการเพิ่มเติมฟังก์ชันการทำงานในอนาคตได้¹⁸

ในด้านความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์ Hartmann และ Steup ชี้ให้เห็นความเสี่ยงจากการโจมตีทางไซเบอร์ต่อระบบควบคุมและสั่งการ UAV เช่น การดักจับสัญญาณ (Signal Interception) การรบกวนสัญญาณ (Signal Jamming) การปลอมแปลงข้อมูล (Data Spoofing) และการเข้าควบคุมระบบโดยไม่ได้รับอนุญาต ซึ่งจำเป็นต้องมีมาตรการป้องกันที่เหมาะสม เช่น การเข้ารหัสข้อมูล การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และการพัฒนาระบบที่สามารถทำงานได้แม้ในสภาพแวดล้อมที่มีการรบกวนสัญญาณ²³

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

1. พันเอก ดร. ไพรัช แก้วศรี ได้ศึกษาเรื่อง "การพัฒนาขีดความสามารถของกองทัพบกในการใช้อากาศยานไร้คนขับเพื่อภารกิจการข่าวกรองและการลาดตระเวน" ผลการวิจัยพบว่า กองทัพบกควรพัฒนาขีดความสามารถในการใช้ UAV แบบบูรณาการ โดยพัฒนาทั้งด้านบุคลากร ยุทโธปกรณ์ หลักนิยม และการฝึก พร้อมทั้งเสนอแนะให้มีการจัดตั้งหน่วยงานเฉพาะที่รับผิดชอบด้าน UAV โดยตรง²⁴

2. วิสูตร ชินสุวรรณ และคณะ ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับในการเฝ้าระวังชายแดนไทย-เมียนมาร์: กรณีศึกษากองกำลังผาเมือง" ผลการวิจัยพบว่า การใช้ UAV ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจการณ์และลาดตระเวนในพื้นที่ทุรกันดาร แต่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณ บุคลากร และการซ่อมบำรุง งานวิจัยได้เสนอแนะให้มีการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ช่วยวิเคราะห์ข้อมูลจาก UAV อย่างอัตโนมัติ²⁵

3. สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ ได้ทำการศึกษาเรื่อง "แนวทางการพัฒนาระบบอากาศยานไร้คนขับเพื่อการป้องกันประเทศ" ซึ่งนำเสนอยุทธศาสตร์การพัฒนา UAV ของประเทศไทย⁹

บทที่ 3

บทวิเคราะห์

ระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับในการกิจลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกำลังป้องกันชายแดนในปัจจุบัน

ในยุคปัจจุบัน การรักษาความมั่นคงตามแนวชายแดนของประเทศไทยได้กลายเป็นภารกิจที่ต้องอาศัยเทคโนโลยีสมัยใหม่มาสนับสนุนการปฏิบัติงาน เนื่องจากลักษณะของพื้นที่ชายแดนมักมีความซับซ้อนทั้งด้านภูมิประเทศ และมักเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงด้านความมั่นคง เช่น การลักลอบเข้าเมือง การค้ายาเสพติด และอาชญากรรมข้ามชาติ หน่วยกำลังป้องกันชายแดนจึงมีความจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนแนวทางการปฏิบัติการให้สอดคล้องกับบริบทภัยคุกคามดังกล่าว โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) ในการกิจลาดตระเวนชายแดน เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการตรวจการณ์ ลดความเสี่ยงของกำลังพล และเพิ่มความแม่นยำในการประเมินสถานการณ์ภาคสนาม

จากการศึกษา พบว่า กองกำลังป้องกันชายแดนของไทยมีการนำ UAV เข้ามาใช้งานในการกิจลาดตระเวนอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงหรือเข้าถึงยาก UAV ที่ใช้งานมีทั้งประเภทที่จัดหาจากต่างประเทศ และที่พัฒนาโดยหน่วยงานภายในประเทศ โดยส่วนใหญ่เป็น UAV ประเภท Fixed-wing และ Multicopter ขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ซึ่งมีขีดความสามารถในการบินสำรวจและถ่ายภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหวได้ในระยะเวลาที่จำกัด²⁶

ในด้านระบบควบคุมและสั่งการ UAV ส่วนใหญ่ยังคงเป็นระบบควบคุมแบบดั้งเดิม โดยอาศัยการควบคุมจากผู้ปฏิบัติงานโดยตรง (Manual Control) หรือมีการกำหนดแผนการบินไว้ล่วงหน้า (Pre-programmed Mission) อย่างไรก็ตาม การส่งข้อมูลภาพและเสียงกลับมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดินยังมีข้อจำกัดด้านคุณภาพ ความต่อเนื่อง และระยะการเชื่อมต่อ โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกลหรือพื้นที่ที่มีภูมิประเทศซับซ้อน ซึ่งมีผลต่อความเสถียรของสัญญาณการสื่อสาร²⁷

นอกจากนี้ การบูรณาการระบบ UAV เข้ากับระบบบัญชาการและควบคุม (Command and Control Systems: C2) ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังอยู่ในระดับเริ่มต้น ทำให้การวิเคราะห์และแบ่งปันข้อมูลระหว่างหน่วยปฏิบัติการและหน่วยบัญชาการยังคงจำกัด ข้อมูลที่ได้จาก UAV ส่วนใหญ่ถูกนำมาใช้เพียงเพื่อการตรวจการณ์แบบเรียลไทม์ (real-time surveillance) ขณะที่การประมวลผลข้อมูลเชิงลึก เช่น การตรวจจับวัตถุต้อง

สงสัย การติดตามเป้าหมาย หรือการคาดการณ์ความเคลื่อนไหวของภัยคุกคาม ยังไม่สามารถดำเนินการได้อย่างเป็นระบบ²⁸

จากการวิเคราะห์ระบบควบคุมและสั่งการ UAV ที่ใช้งานในหน่วยกำลังป้องกันชายแดนในปัจจุบัน สามารถสรุปขีดความสามารถและข้อจำกัดที่สำคัญได้ดังนี้

ขีดความสามารถของระบบ ได้แก่ 1) สามารถปฏิบัติการกิจลาดตระเวนและตรวจการณ์เบื้องต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพในสภาพอากาศที่เอื้ออำนวย 2) ส่งข้อมูลภาพและเสียงกลับมายังสถานีควบคุมได้แบบเรียลไทม์ภายในระยะการสื่อสารที่กำหนด 3) มีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนภารกิจตามสถานการณ์เฉพาะหน้า 4) ลดความเสี่ยงต่อกำลังพลในการเข้าไปในพื้นที่อันตราย เช่น พื้นที่ที่มีกับระเบิด หรือการชุมนุมโจร และ 5) มีต้นทุนการปฏิบัติการต่ำกว่าการใช้อากาศยานแบบมีนักบิน ซึ่งช่วยประหยัดงบประมาณในระยะยาว

ข้อจำกัดของระบบ ได้แก่ 1) ระยะเวลาการปฏิบัติการยังคงจำกัด เนื่องจากข้อจำกัดของแบตเตอรี่หรือแหล่งพลังงาน 2) ขาดระบบประมวลผลข้อมูลอัตโนมัติ (Autonomous Data Processing) ที่สามารถวิเคราะห์ภาพและตรวจจับความผิดปกติได้อย่างแม่นยำ 3) ความเสถียรของการสื่อสารในพื้นที่ห่างไกลหรือมีภูมิประเทศที่เป็นอุปสรรคยังไม่เพียงพอ 4) ความสามารถในการทำงานร่วมกัน (Interoperability) ระหว่าง UAV หลายลำยังไม่ครอบคลุม 5) ขาดการเชื่อมโยงอย่างมีประสิทธิภาพกับระบบบัญชาการและระบบเฝ้าระวังของกองทัพ 6) ขีดความสามารถในการปฏิบัติงานในสภาพอากาศเลวร้าย เช่น ฝนตกหนัก หรือลมแรง ยังคงมีข้อจำกัด และ 7) ต้องอาศัยผู้ปฏิบัติงานที่มีทักษะเฉพาะด้านทั้งในด้านการควบคุม UAV และการประมวลผลข้อมูล

ระบบอากาศยานไร้คนขับ (UAV) เป็นเทคโนโลยีที่มีศักยภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพของภารกิจลาดตระเวนชายแดน ทั้งในด้านการตรวจการณ์เชิงป้องกัน การเฝ้าระวังแบบเรียลไทม์ และการลดความเสี่ยงต่อกำลังพล อย่างไรก็ตาม การใช้งาน UAV อย่างมีประสิทธิภาพในภารกิจความมั่นคงชายแดนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาในหลายด้าน โดยเฉพาะการยกระดับระบบควบคุมและสั่งการ การบูรณาการกับระบบบัญชาการร่วม และการพัฒนาทักษะบุคลากรให้สามารถใช้งานเทคโนโลยีดังกล่าวได้อย่างเต็มศักยภาพ

ปัญหาและอุปสรรคของลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกำลังป้องกันชายแดน ระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับในภารกิจลาดตระเวน

ระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) จะเป็นเทคโนโลยีที่มีศักยภาพสูงในการเพิ่มประสิทธิภาพของภารกิจลาดตระเวนชายแดน แต่การ

ใช้งานในบริบทของประเทศไทยยังคงเผชิญกับปัญหาและข้อจำกัดในหลากหลายมิติ ทั้งในด้านเทคโนโลยี งบประมาณ ทรัพยากรบุคคล ระบบการบูรณาการระหว่างหน่วยงาน และข้อจำกัดเชิงกฎหมายและระหว่างประเทศ ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็นประเด็นสำคัญได้ดังต่อไปนี้

1. ปัญหาและอุปสรรคด้านเทคโนโลยี

1.1 ข้อจำกัดด้านพลังงาน: UAV ที่ใช้งานในปัจจุบัน โดยเฉพาะประเภทขนาดเล็กซึ่งใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ยังมีข้อจำกัดด้านระยะเวลาการบิน โดยทั่วไปสามารถปฏิบัติการกิจได้เพียง 30–60 นาทีต่อเที่ยวบิน ซึ่งไม่เพียงพอต่อการลาดตระเวนพื้นที่กว้างขวางและซับซ้อนอย่างพื้นที่ชายแดนไทย⁹

1.2 ปัญหาด้านการสื่อสารและการส่งข้อมูล: พื้นที่ชายแดนส่วนใหญ่ของไทยอยู่ในพื้นที่ห่างไกลที่มีโครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสารไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้การส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์มีคุณภาพต่ำ ความละเอียดของภาพและเสียงไม่คงที่ ความเร็วในการถ่ายทอดข้อมูลล่าช้า และมีความเสี่ยงต่อการสูญเสียสัญญาณอย่างต่อเนื่อง²⁷

1.3 ข้อจำกัดของระบบเซนเซอร์: ระบบเซนเซอร์ที่ติดตั้งบน UAV ยังไม่สามารถตรวจจับเป้าหมายในสภาพแวดล้อมที่มีความซับซ้อนได้อย่างแม่นยำ โดยเฉพาะในพื้นที่ป่าทึบ ช่วงเวลากลางคืน หรือภาวะอากาศเลวร้าย นอกจากนี้ ยังขาดระบบวิเคราะห์ภาพอัตโนมัติ (Automated Image Analysis) ที่สามารถตรวจจับวัตถุต้องสงสัยหรือความผิดปกติได้อย่างมีประสิทธิภาพ²⁹

1.4 ข้อจำกัดด้านความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์: ระบบควบคุมและสั่งการ UAV ยังมีช่องโหว่ต่อการโจมตีทางไซเบอร์ อาทิ การรบกวนสัญญาณ (Jamming) หรือการแทรกแซงระบบควบคุม (Cyber Attack) ซึ่งอาจนำไปสู่การสูญเสียข้อมูลหรือการควบคุม UAV อย่างถาวร³⁰

2. ปัญหาและอุปสรรคด้านงบประมาณและทรัพยากร

2.1 ข้อจำกัดด้านงบประมาณในการจัดหาและพัฒนา: การจัดการระบบ UAV ที่มีเทคโนโลยีขั้นสูงต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก ขณะที่งบประมาณของหน่วยกำลังป้องกันชายแดนยังอยู่ในระดับจำกัด ทำให้ไม่สามารถจัดการระบบ UAV ที่มีสมรรถนะสูงได้เพียงพอต่อความต้องการในพื้นที่ปฏิบัติการ³¹

2.2 ปัญหาด้านการซ่อมบำรุงและอะไหล่: UAV บางประเภทที่จัดหาจากต่างประเทศประสบปัญหาค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงที่สูง และต้องใช้เวลาในการจัดหาอะไหล่ ทำให้ UAV บางลำไม่สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องหรือเกิดภาวะชะงักงันทางปฏิบัติการ³²

2.3 ข้อจำกัดด้านบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญ: การควบคุม การบำรุงรักษา และการวิเคราะห์ข้อมูลจาก UAV ต้องอาศัยบุคลากรที่มีทักษะเฉพาะทาง ซึ่งยังมีจำนวนไม่เพียงพอในกองทัพไทย การฝึกอบรมบุคลากรเพิ่มเติมต้องใช้ทั้งเวลา งบประมาณ และโครงสร้างสนับสนุนด้านหลักสูตรที่ชัดเจน³³

3. ปัญหาและอุปสรรคด้านการบูรณาการและการทำงานร่วมกัน

3.1 การขาดการบูรณาการระหว่างระบบ: ระบบควบคุมและสั่งการ UAV ยังไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลและการทำงานกับระบบบัญชาการอื่น ๆ ได้อย่างสมบูรณ์ อาทิ ระบบติดตามกำลังพลภาคพื้น ระบบแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวกรอง หรือระบบควบคุมอาวุธปล่อย ส่งผลให้ไม่สามารถใช้ศักยภาพของ UAV ได้อย่างเต็มรูปแบบ²⁷

3.2 ปัญหาการทำงานร่วมกันระหว่างหน่วยงาน: การปฏิบัติงานในพื้นที่ชายแดนเกี่ยวข้องกับหลายหน่วยงาน เช่น กองทัพบก ตำรวจตระเวนชายแดน กรมศุลกากร และฝ่ายปกครองท้องถิ่น อย่างไรก็ตาม การขาดมาตรฐานร่วมด้านการสื่อสาร การแบ่งปันข้อมูล และการประสานการปฏิบัติ ส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมของภารกิจลดลง³⁴

3.3 ข้อจำกัดในการทำงานร่วมกันของ UAV หลายลำ: ระบบควบคุม UAV ในปัจจุบันยังไม่รองรับการควบคุม UAV หลายลำในลักษณะฝูงบิน (Swarm Operation) หรือต่างประเภทกันอย่างเป็นระบบ ทำให้ไม่สามารถครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่หรือดำเนินภารกิจซับซ้อนที่ต้องอาศัยการทำงานประสานกันได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ³⁵

4. ปัญหาและอุปสรรคด้านกฎหมายและข้อตกลงระหว่างประเทศ

4.1 ข้อจำกัดด้านกฎหมายและระเบียบภายในประเทศ: กฎหมายและระเบียบข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการใช้ UAV ในประเทศไทยยังไม่มีครอบคลุมในบริบทของภารกิจด้านความมั่นคง เช่น การจำกัดการบินในพื้นที่หวงห้าม การกำกับดูแลการใช้ภาพจากอากาศ และความรับผิดชอบเมื่อเกิดอุบัติเหตุหรือความเสียหายต่อบุคคลภายนอก³⁶

4.2 ข้อจำกัดจากข้อตกลงระหว่างประเทศ: ภารกิจของ UAV ที่ดำเนินการใกล้พื้นที่ชายแดนอาจส่งผลกระทบต่อความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ หรือถูกตีความว่าเป็นการละเมิดอธิปไตยของประเทศเพื่อนบ้าน แม้ภารกิจจะมีเป้าหมายด้านความมั่นคงภายในของไทยก็ตาม ดังนั้นการใช้งาน UAV ต้องคำนึงถึงบริบททางกฎหมายและข้อจำกัดจากข้อตกลงความร่วมมือระหว่างประเทศอย่างรอบคอบ³⁷

การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางยุทธศาสตร์ (SWOT Analysis)

จุดแข็ง (Strengths)

1. ประเทศไทยมีสถาบันการศึกษาและหน่วยงานวิจัยที่มีความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยี UAV เบื้องต้นได้เอง

2. กองทัพไทยมีประสบการณ์ในการใช้ UAV ในภารกิจต่าง ๆ มาระยะหนึ่งแล้ว ทำให้มีความเข้าใจในความต้องการและข้อจำกัดของการใช้งาน

3. กองกำลังป้องกันชายแดนมีความคุ้นเคยกับพื้นที่ปฏิบัติการเป็นอย่างดี ทำให้สามารถระบุพื้นที่สำคัญที่ควรใช้ UAV เฝ้าระวังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ผู้บังคับบัญชาในระดับสูงให้ความสำคัญและสนับสนุนการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ มาใช้ในการปฏิบัติการ

จุดอ่อน (Weaknesses)

1. ข้อจำกัดด้านงบประมาณในการจัดหาและพัฒนาระบบ UAV และระบบควบคุมที่ทันสมัย

2. การขาดแคลนบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางด้าน UAV และระบบควบคุม

3. โครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสารในพื้นที่ชายแดนยังไม่สมบูรณ์และครอบคลุม

4. การพึ่งพาเทคโนโลยีและอุปกรณ์จากต่างประเทศในสัดส่วนที่สูง ทำให้มีต้นทุนการซ่อมบำรุงสูงและมีความเสี่ยงจากการขาดแคลนอะไหล่

โอกาส (Opportunities)

1. การพัฒนาเทคโนโลยี UAV และระบบควบคุมที่รวดเร็วในระดับโลก ทำให้มีทางเลือกมากขึ้นและราคาลดลง

2. นโยบายของรัฐบาลที่สนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและการพัฒนาเทคโนโลยีภายในประเทศ

3. ความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาและภาคเอกชนในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี UAV

4. แนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยี 5G และการสื่อสารผ่านดาวเทียมที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการสื่อสารและการส่งข้อมูล

ภัยคุกคาม (Threats)

1. ภัยคุกคามทางไซเบอร์และการพัฒนาเทคโนโลยีในการรบกวนสัญญาณ UAV

2. การแข่งขันด้านเทคโนโลยีทางทหารในภูมิภาคที่มีแนวโน้มสูงขึ้น

3. สถานการณ์ความไม่สงบในประเทศเพื่อนบ้านที่อาจส่งผลกระทบต่อความมั่นคงชายแดน

4. ข้อจำกัดด้านงบประมาณของประเทศในภาพรวมที่อาจส่งผลต่อการจัดสรรงบประมาณด้านความมั่นคง

การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอก (PESTEL Analysis)

ปัจจัยทางการเมือง (Political Factors)

1. นโยบายความมั่นคงชายแดนของรัฐบาล: รัฐบาลให้ความสำคัญกับการรักษาความมั่นคงชายแดนและการป้องกันภัยคุกคามข้ามชาติ
2. ความสัมพันธ์กับประเทศเพื่อนบ้าน: ความสัมพันธ์ทางการทูตและความร่วมมือด้านความมั่นคงกับประเทศเพื่อนบ้านมีผลต่อการปฏิบัติการกิจในพื้นที่ชายแดน
3. นโยบายการพัฒนาอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ: รัฐบาลสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและการพัฒนาเทคโนโลยีภายในประเทศ

ปัจจัยทางเศรษฐกิจ (Economic Factors)

1. งบประมาณด้านความมั่นคง: ข้อจำกัดด้านงบประมาณของประเทศส่งผลต่อการจัดสรรทรัพยากรในการพัฒนาระบบ UAV
2. การเติบโตของอุตสาหกรรม UAV: การเติบโตของอุตสาหกรรม UAV ทั่วโลกทำให้มีทางเลือกมากขึ้นและราคามีแนวโน้มลดลง
3. ต้นทุนการพัฒนาและบำรุงรักษา: ต้นทุนในการพัฒนา จัดหา และบำรุงรักษาระบบ UAV ยังมีระดับสูงสำหรับเทคโนโลยีขั้นสูง

ปัจจัยทางสังคม (Social Factors)

1. การยอมรับของชุมชนชายแดน: ทัศนคติและการยอมรับของชุมชนในพื้นที่ชายแดนต่อการใช้ UAV ในการลาดตระเวน
2. ความตระหนักรู้ด้านความมั่นคง: ระดับความตระหนักรู้ของประชาชนเกี่ยวกับความสำคัญของแนวทางการพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับในการกิจลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกองกำลังป้องกันชายแดน

ตารางการวิเคราะห์ TOWS Matrix

ตารางต่อไปนี้แสดงการวิเคราะห์ TOWS Matrix เพื่อกำหนดแนวทางเชิงกลยุทธ์สำหรับการพัฒนา ระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ในภารกิจลาดตระเวนชายแดน โดยเชื่อมโยงระหว่าง จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และภัยคุกคามที่เกี่ยวข้อง

กลยุทธ์	แนวทางเชิงกลยุทธ์
กลยุทธ์เชิงรับ (Defensive Strategy: W-T)	เพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานทรัพยากรที่มีอยู่ เช่น จัดทำคู่มือซ่อมบำรุง UAV เบื้องต้น อบรมบุคลากรภายในพื้นที่ และเสริมระบบรักษาความปลอดภัยไซเบอร์เพื่อป้องกันภัยคุกคามทางเทคนิค
กลยุทธ์เชิงพัฒนา (Development Strategy: W-O)	สร้างเครือข่ายความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาและภาคเอกชน พัฒนาเทคโนโลยี 5G เพื่อแก้ปัญหามหาสารและพัฒนากลยุทธ์ฝึกอบรมบุคลากร UAV
กลยุทธ์เชิงป้องกัน (Protection Strategy: S-T)	ใช้ความชำนาญในพื้นที่ชายแดนเพื่อลดความเสี่ยงจากภัยคุกคาม วิจัยร่วมกับสถาบันในประเทศ และวางแผนการใช้งาน UAV ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ความมั่นคงชายแดน
กลยุทธ์เชิงรุก (Offensive Strategy: S-O)	ผลักดันการวิจัยและพัฒนา UAV ภายในประเทศ ถ่ายทอดประสบการณ์จากกองทัพสู่การพัฒนาเทคโนโลยี และใช้ประโยชน์จากนโยบายรัฐ เพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ

แนวทางการพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับในการกีด ลาดตระเวนชายแดนของหน่วยกองกำลังป้องกันชายแดน

ผู้วิจัยได้นำ จุดแข็ง (Strengths) จุดอ่อน (Weaknesses) โอกาส (Opportunities) และ ภัยคุกคาม (Threats) มาผสมผสานเพื่อกำหนดแนวทางการดำเนินงานเชิงยุทธศาสตร์ ใน 4 รูปแบบหลัก ดังนี้:

1. กลยุทธ์เชิงรับ (Defensive Strategy: W-T) เป้าหมาย: ลดความเสี่ยงจากข้อจำกัดภายใน (W) และภัยคุกคามภายนอก (T) เนื่องจาก ประเทศไทยยังมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น งบประมาณจำกัด การขาดแคลนบุคลากร และโครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสารที่ไม่ทั่วถึง เมื่อผนวกพร้อมกับภัยคุกคามจากการโจมตีทางไซเบอร์ การแข่งขันทางเทคโนโลยี และความไม่แน่นอนด้านความมั่นคงชายแดน จึงจำเป็นต้องวางกลยุทธ์เชิงรับ เช่น การพัฒนา คู่มือซ่อมบำรุง UAV สำหรับใช้งานในภาคสนาม การอบรมบุคลากรภายในโดยไม่ต้องพึ่งผู้เชี่ยวชาญจากภายนอกมากนัก และการวางระบบ รักษาความปลอดภัยทางไซเบอร์ เพื่อป้องกันการแทรกแซงจากภายนอก

2. กลยุทธ์เชิงพัฒนา (Development Strategy: W-O) เป้าหมาย: ใช้โอกาส (O) เพื่อขจัดหรือบรรเทาจุดอ่อน (W) แม้จะมีจุดอ่อน เช่น บุคลากรเชี่ยวชาญน้อย และอุปกรณ์นำเข้ามีต้นทุนสูง แต่สามารถใช้ประโยชน์จากโอกาสภายนอก เช่น นโยบายของรัฐ การพัฒนาเทคโนโลยี 5G และความร่วมมือกับสถาบันการศึกษา โดยกำหนดกลยุทธ์ เช่น สร้างเครือข่ายความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยและบริษัทเอกชน พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเฉพาะทางสำหรับผู้ควบคุม UAV และการประยุกต์ใช้ระบบ 5G เพื่อแก้ไขข้อจำกัดการสื่อสารในพื้นที่ห่างไกล

3. กลยุทธ์เชิงป้องกัน (Protection Strategy: S-T) เป้าหมาย: ใช้จุดแข็ง (S) เพื่อลดผลกระทบจากภัยคุกคาม (T) เมื่อมีภัยคุกคามจากความไม่สงบในภูมิภาคหรือการโจมตีทางไซเบอร์ จุดแข็งของไทย เช่น ความเชี่ยวชาญของกองกำลังชายแดน ความเข้าใจพื้นที่ และการสนับสนุนจากผู้บังคับบัญชา สามารถนำมาใช้ในเชิงป้องกันได้ โดยกลยุทธ์ที่เหมาะสมได้แก่ การวางแผนตำแหน่ง UAV ที่สอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศ การพัฒนาระบบป้องกันสัญญาณรบกวน (anti-jamming) และการวางระบบเตือนภัยล่วงหน้าในจุดยุทธศาสตร์

4. กลยุทธ์เชิงรุก (Offensive Strategy: S-O) เป้าหมาย: ใช้จุดแข็ง (S) ร่วมกับโอกาส (O) เพื่อขยายศักยภาพให้สูงสุด ประเทศไทยมีความพร้อมพื้นฐาน เช่น หน่วยงานวิจัยภายในประเทศ ความเข้าใจในการใช้งาน UAV และการสนับสนุนจากระดับนโยบาย เมื่อผนวกกับโอกาสจากการเติบโตของอุตสาหกรรม UAV และนโยบายสนับสนุน

ของรัฐ จึงสามารถกำหนดกลยุทธ์เชิงรุกได้ เช่น การผลักดันการพัฒนา UAV ภายในประเทศให้เป็นระบบที่ใช้งานได้จริง การจัดตั้งศูนย์วิจัยร่วมระหว่างกองทัพและมหาวิทยาลัย การใช้ประสบการณ์ภาคสนามของกองทัพออกแบบ UAV ที่เหมาะสมกับบริบทชายแดน

บทที่ 4

บทอภิปรายผล

สถานภาพปัจจุบันของระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับ

จากผลการวิเคราะห์สถานภาพปัจจุบันของระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับในการกิจลาดตระเวนชายแดนของไทย พบว่า แม้จะมีการนำ UAV มาใช้ในการกิจดังกล่าวแล้ว แต่ยังคงอยู่ในระยะเริ่มต้นและมีข้อจำกัดหลายประการ ระบบควบคุมและสั่งการที่ใช้อยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นระบบพื้นฐานที่มีขีดความสามารถจำกัด สอดคล้องกับงานวิจัยของ พันเอก ดร. ไพรัช แก้วศรี ที่พบว่า กองทัพบกยังขาดการพัฒนา ระบบควบคุมและสั่งการ UAV แบบบูรณาการที่มีประสิทธิภาพ²⁴

ขีดความสามารถของระบบในปัจจุบันยังจำกัดอยู่ที่การปฏิบัติการกิจพื้นฐาน เช่น การตรวจการณ์และถ่ายภาพในระยะเวลายาวสั้น ๆ ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการในการปฏิบัติการกิจที่ซับซ้อนมากขึ้น เช่น การเฝ้าระวังต่อเนื่องในระยะเวลายาวนาน การตรวจจับและติดตามเป้าหมายอย่างอัตโนมัติ หรือการทำงานร่วมกันระหว่าง UAV หลายลำในการกิจขนาดใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Curlander และ McDermid ที่เสนอว่า ระบบควบคุม UAV สมัยใหม่ควรพัฒนาไปสู่ระบบแบบ "System of Systems" ที่มีการบูรณาการระบบย่อยหลายระบบเข้าด้วยกัน¹⁸

ปัญหาและอุปสรรคสำคัญที่พบ

ปัญหาและอุปสรรคสำคัญที่พบจากการวิจัยสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มหลัก ได้แก่ ปัญหาด้านเทคโนโลยี ปัญหาด้านงบประมาณและทรัพยากร ปัญหาด้านการบูรณาการและการทำงานร่วมกัน และปัญหาด้านกฎหมายและข้อตกลงระหว่างประเทศ

ปัญหาด้านเทคโนโลยีที่สำคัญ ได้แก่ ข้อจำกัดด้านพลังงานและระยะเวลาในการปฏิบัติการ ปัญหาด้านการสื่อสารและการส่งข้อมูลในพื้นที่ห่างไกล และข้อจำกัดของระบบเซนเซอร์และการประมวลผลข้อมูล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิสูตร ชินสุวรรณ และคณะ ที่พบปัญหาในลักษณะเดียวกันในการศึกษาการใช้ UAV ในพื้นที่ชายแดนไทย-เมียนมาร์²⁵

ปัญหาด้านงบประมาณและทรัพยากรเป็นข้อจำกัดสำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการ UAV ที่มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Canis ที่พบว่า ต้นทุนการปฏิบัติการที่สูงเป็นความท้าทายสำคัญในการใช้ UAV ในการลาดตระเวนชายแดนของสหรัฐอเมริกาเช่นกัน³⁸

ปัญหาด้านการบูรณาการและการทำงานร่วมกันระหว่างระบบและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นอุปสรรคสำคัญในการใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่ได้จาก UAV อย่างเต็มที่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Ranggo และคณะ ที่เน้นความสำคัญของการบูรณาการระบบควบคุมและสั่งการ UAV เข้ากับระบบสารสนเทศอื่น ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์สถานการณ์และการตัดสินใจ³⁹

แนวทางการพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับ

จากการวิเคราะห์ SWOT และ PESTEL สามารถกำหนดแนวทางการพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับในการกิจลาดตระเวนชายแดนได้ดังนี้

1. การพัฒนาด้านเทคโนโลยี:

1.1 พัฒนาระบบควบคุมและสั่งการแบบบูรณาการที่รองรับการทำงานร่วมกันของ UAV หลายลำและหลายประเภท

1.2 พัฒนาระบบประมวลผลข้อมูลและปัญญาประดิษฐ์ที่ช่วยในการวิเคราะห์ภาพและตรวจจับความผิดปกติโดยอัตโนมัติ

1.3 พัฒนาระบบการสื่อสารและส่งข้อมูลที่มีความเสถียรและปลอดภัยสูง โดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารที่หลากหลาย เช่น การสื่อสารผ่านดาวเทียม เครือข่าย 5G และระบบเครือข่ายแบบ Mesh

1.4 พัฒนาระบบเซนเซอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงและสามารถทำงานได้ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย

2. การพัฒนาด้านการบูรณาการและการทำงานร่วมกัน:

2.1 พัฒนาระบบบัญชาการและควบคุมแบบบูรณาการที่เชื่อมโยงข้อมูลจาก UAV กับระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.2 สร้างมาตรฐานและระบบในการแบ่งปันข้อมูลและทรัพยากรระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

2.3 พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ช่วยวิเคราะห์ข้อมูลจาก UAV และแหล่งข้อมูลอื่น ๆ

2.4 สร้างความร่วมมือกับประเทศเพื่อนบ้านในการเฝ้าระวังชายแดนร่วมกัน

3. แนวทางการพัฒนาด้านทรัพยากรมนุษย์และองค์ความรู้ ในการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพของระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับ (UAV) อย่างยั่งยืน การลงทุนในทรัพยากรมนุษย์ถือเป็นรากฐานที่สำคัญไม่น้อยไปกว่าการพัฒนาเทคโนโลยี โดยเฉพาะในบริบทของกองกำลังป้องกันชายแดนที่ต้องเผชิญกับข้อจำกัดด้านบุคลากรทักษะเฉพาะทาง และการเข้าถึงองค์ความรู้ใหม่ ๆ การพัฒนาระบบการฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน UAV จึงเป็นภารกิจสำคัญที่ต้องดำเนินการ

อย่างเป็นระบบ ทั้งในด้านการควบคุม UAV การวางแผนภารกิจ การซ่อมบำรุง และการประมวลผลข้อมูลเชิงภาพจาก UAV โดยควรมีการจัดตั้งหลักสูตรเฉพาะด้านที่ครอบคลุมทั้งทฤษฎีและภาคปฏิบัติ รวมถึงการจัดตั้งศูนย์ฝึกอบรมถาวรภายในกองทัพ เพื่อสร้างบุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ตรงในการใช้งาน UAV อย่างต่อเนื่อง

นอกจากนี้ การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี UAV และระบบควบคุมภายในประเทศเป็นอีกกลไกหนึ่งที่จะช่วยลดการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ซึ่งมักมีต้นทุนสูงและข้อจำกัดด้านการส่งออก เทคโนโลยี UAV ที่พัฒนาในประเทศควรได้รับการสนับสนุนทั้งในระดับต้นน้ำ (เช่น เซนเซอร์ กล้อง และซอฟต์แวร์ควบคุม) และปลายน้ำ (เช่น ระบบควบคุมจากภาคพื้น และระบบวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ) การสร้างระบบนิเวศการวิจัยด้านความมั่นคงในประเทศจะทำให้ไทยสามารถพัฒนาความสามารถที่เป็นอิสระและตอบโจทย์เฉพาะด้านของภารกิจชายแดนได้อย่างแท้จริง

ในขณะเดียวกัน การสร้างความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาและภาคเอกชน ก็เป็นอีกแนวทางที่สามารถช่วยเร่งการพัฒนาทั้งด้านเทคโนโลยีและบุคลากร โดยเฉพาะในลักษณะของ **Public-Private Partnership (PPP)** ที่เปิดโอกาสให้กองทัพสามารถเข้าถึงองค์ความรู้ล่าสุด งานวิจัยต้นแบบ และนวัตกรรมจากภาคการศึกษาและอุตสาหกรรมเทคโนโลยี การถ่ายทอดองค์ความรู้ร่วมกันระหว่างทหาร นักวิชาการ และวิศวกรพลเรือน จะช่วยเร่งให้เกิดการพัฒนาอย่างเป็นรูปธรรม พร้อมทั้งส่งเสริมความเข้าใจร่วมกันในการออกแบบ UAV ที่เหมาะสมกับภูมิประเทศ ลักษณะภัยคุกคาม และข้อจำกัดเชิงปฏิบัติของภารกิจชายแดนไทย

4. แนวทางการพัฒนาด้านการบริหารจัดการและงบประมาณ

การพัฒนาเทคโนโลยี UAV และระบบควบคุมที่ทันสมัยไม่สามารถดำเนินการได้อย่างยั่งยืน หากขาดกลไกการบริหารจัดการทรัพยากรและงบประมาณที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในบริบทของกองกำลังป้องกันชายแดนซึ่งมักต้องปฏิบัติภารกิจในสภาวะข้อจำกัด การพัฒนาระบบการจัดการทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุดจึงเป็นแนวทางที่จำเป็นต้องดำเนินการอย่างเป็นรูปธรรม เช่น การใช้ระบบฐานข้อมูลกลางสำหรับวางแผนการใช้งาน UAV อย่างเหมาะสม การบูรณาการ UAV ร่วมกันระหว่างหน่วยงานในพื้นที่ และการประเมินความคุ้มค่าเชิงภารกิจอย่างต่อเนื่อง (Mission Effectiveness Assessment)

อีกประเด็นหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญคือ การพัฒนาขีดความสามารถในการซ่อมบำรุงและสนับสนุน UAV ภายในประเทศ ทั้งในระดับชิ้นส่วนอุปกรณ์ ซอฟต์แวร์ควบคุม และระบบสนับสนุนภาคพื้น การลดการพึ่งพาบริษัทจากต่างประเทศในการซ่อมแซม UAV จะช่วยประหยัดเวลา ลดต้นทุน และเพิ่มความมั่นคงทางเทคโนโลยี

โดยเฉพาะในกรณีฉุกเฉินหรือภาวะที่เกิดวิกฤตด้านการนำเข้าอุปกรณ์ ควรมีการจัดตั้งคลังอะไหล่สำรองและหน่วยซ่อมเคลื่อนที่ประจำกองกำลังชายแดน รวมถึงการอบรมบุคลากรด้านวิศวกรรมซ่อมบำรุงในระดับต้นถึงระดับกลางเพื่อเพิ่มความพร้อมใช้งาน (Operational Readiness Rate) ของ UAV อย่างต่อเนื่อง

นอกจากนี้ การจัดทำแผนการลงทุนระยะยาวในการพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการ UAV ที่สอดคล้องกับงบประมาณที่มีอยู่ ถือเป็นกลไกสำคัญในการกำหนดทิศทางและเป้าหมายที่เป็นรูปธรรม แผนการลงทุนควรประกอบด้วยการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่จำเป็น การประเมินแนวโน้มความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี การคาดการณ์วงรอบการใช้งาน UAV และงบประมาณที่ต้องใช้ตลอดอายุโครงการ พร้อมทั้งควรมีการกำหนดกลยุทธ์ในการดึงงบประมาณจากภาคความร่วมมือกับหน่วยงานอื่น ๆ เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและต่อยอดการใช้งาน UAV ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในมิติเชิงยุทธศาสตร์

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ในภารกิจลาดตระเวนชายแดนของประเทศไทย แม้ได้รับการนำมาใช้งานแล้วในหลายพื้นที่ แต่โดยภาพรวมยังอยู่ในระยะเริ่มต้นของการพัฒนา ระบบควบคุมส่วนใหญ่เป็นแบบพื้นฐานที่รองรับเฉพาะการตรวจการณ์และถ่ายภาพในระยะเวลากำหนด ขาดความสามารถในการทำงานต่อเนื่องระยะยาว การตรวจจับอัตโนมัติ หรือการทำงานร่วมกันระหว่าง UAV หลายลำ นอกจากนี้ระบบการสื่อสารในพื้นที่ห่างไกลยังขาดเสถียรภาพ เซนเซอร์ยังมีข้อจำกัดในสภาพอากาศที่ไม่เอื้ออำนวย ขณะที่บุคลากรที่มีทักษะเฉพาะด้านก็ยังมีจำนวนน้อย และยังต้องพึ่งพาอุปกรณ์จากต่างประเทศที่มีต้นทุนสูงและซ่อมบำรุงยาก อีกทั้งการบูรณาการระหว่างระบบบัญชาการของหน่วยงานต่าง ๆ ยังไม่เป็นระบบ ส่งผลให้ไม่สามารถใช้ข้อมูลจาก UAV ได้อย่างเต็มศักยภาพ

แนวทางการพัฒนาที่เหมาะสมจึงควรเน้นการยกระดับระบบควบคุมแบบบูรณาการ การพัฒนาเครือข่ายการสื่อสารที่ปลอดภัยและมีเสถียรภาพ รวมถึงการพัฒนาระบบเซนเซอร์และ AI เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างอัตโนมัติ พร้อมกันนี้ควรเร่งสร้างกำลังคนผ่านการฝึกอบรมและหลักสูตรเฉพาะทาง ส่งเสริมการวิจัยภายในประเทศ และจัดทำแผนงบประมาณระยะยาวที่มีความยืดหยุ่นและต่อเนื่อง เพื่อให้ UAV กลายเป็นเครื่องมือยุทธศาสตร์หลักในการรักษาความมั่นคงชายแดนอย่างยั่งยืนและทันสมัย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1. การกำหนดยุทธศาสตร์ระดับชาติด้าน UAV: รัฐบาลควรกำหนดยุทธศาสตร์ระดับชาติในการพัฒนาเทคโนโลยี UAV และระบบควบคุมสำหรับภารกิจความมั่นคง โดยบูรณาการความร่วมมือระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กระทรวงกลาโหม สำนักงานสภาความมั่นคงแห่งชาติ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และภาคเอกชน

2. การสนับสนุนอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ: รัฐบาลควรส่งเสริมและสนับสนุน อุตสาหกรรมป้องกันประเทศในการพัฒนาเทคโนโลยี UAV และระบบควบคุม ภายในประเทศ ผ่านมาตรการสนับสนุนด้านการเงิน ภาษี และการถ่ายทอดเทคโนโลยี

3. การพัฒนากฎหมายและระเบียบ: รัฐบาลควรเร่งพัฒนาและปรับปรุงกฎหมาย และระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการใช้ UAV ในภารกิจความมั่นคงให้มีความชัดเจนและทันสมัย รวมถึงการกำหนดมาตรฐานและการรับรองที่เกี่ยวข้อง

4. ความร่วมมือระหว่างประเทศ: รัฐบาลควรส่งเสริมความร่วมมือระหว่าง ประเทศในการใช้ UAV เพื่อการเฝ้าระวังชายแดนร่วมกัน โดยเฉพาะกับประเทศเพื่อนบ้าน ที่มีชายแดนติดกับไทย เพื่อลดความเสี่ยงจากความเข้าใจผิดและความขัดแย้ง

ข้อเสนอแนะสำหรับกองทัพบกและกองกำลังป้องกันชายแดน

1. การจัดตั้งหน่วยงานเฉพาะด้าน UAV: กองทัพบกควรพิจารณาจัดตั้งหน่วยงาน เฉพาะที่รับผิดชอบด้าน UAV โดยตรง เพื่อเป็นศูนย์กลางในการพัฒนาระบบควบคุมและ สั่งการ การฝึกอบรมบุคลากร และการประสานงานกับหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. การพัฒนาหลักนิยมและยุทธวิธี: กองทัพบกควรพัฒนาหลักนิยมและยุทธวิธี ในการใช้ UAV ในภารกิจลาดตระเวนชายแดนให้ชัดเจนและเป็นระบบ รวมถึงการบูรณา การ UAV เข้ากับการปฏิบัติการทางทหารอื่น ๆ

3. การพัฒนาระบบการฝึกอบรม: กองทัพบกควรพัฒนาระบบการฝึกอบรม บุคลากรด้าน UAV อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง โดยร่วมมือกับสถาบันการศึกษาและ ผู้เชี่ยวชาญทั้งในและต่างประเทศ

4. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน: กองกำลังป้องกันชายแดนควรพัฒนาโครงสร้าง พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการปฏิบัติการ UAV ในพื้นที่ชายแดน เช่น สถานีควบคุม ภาคพื้นดิน ระบบการสื่อสาร และสิ่งอำนวยความสะดวกในการซ่อมบำรุง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเฉพาะทาง: ควรมีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี เฉพาะทางที่จำเป็นสำหรับการปฏิบัติการ UAV ในบริบทของประเทศไทย เช่น ระบบ เซนเซอร์ที่เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศของไทย ระบบการสื่อสารที่มี ประสิทธิภาพในพื้นที่ห่างไกล และระบบประมวลผลข้อมูลที่เหมาะสมกับลักษณะภ ภูมิประเทศในพื้นที่ชายแดนของไทย

2. การศึกษาความคุ้มค่าและประสิทธิภาพ: ควรมีการศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับความคุ้มค่าและประสิทธิภาพของการใช้ UAV ในภารกิจลาดตระเวนชายแดนเมื่อเทียบกับวิธีการแบบดั้งเดิม เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเชิงนโยบายและการจัดสรรงบประมาณ

3. การศึกษาผลกระทบทางสังคมและสิ่งแวดล้อม: ควรมีการศึกษาผลกระทบทางสังคมและสิ่งแวดล้อมของการใช้ UAV ในพื้นที่ชายแดน เช่น ทัศนคติของชุมชนท้องถิ่น ผลกระทบต่อวิถีชีวิตและความเป็นอยู่ของประชาชน และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสัตว์ป่าในพื้นที่อนุรักษ์

4. การพัฒนาระบบ UAV แบบอัตโนมัติและอิสระ: ควรมีการวิจัยและพัฒนา ระบบ UAV ที่มีความสามารถในการทำงานแบบอัตโนมัติและอิสระมากขึ้น (Autonomous UAV) เพื่อลดการพึ่งพาผู้ควบคุมและเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน

การพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการอากาศยานไร้คนขับในภารกิจลาดตระเวนชายแดนเป็นความท้าทายที่สำคัญและซับซ้อน แต่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเพิ่มขีดความสามารถในการปฏิบัติการของกองกำลังป้องกันชายแดน การพัฒนาดังกล่าวต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ทั้งหน่วยงานภาครัฐ สถาบันการศึกษา และภาคเอกชน รวมถึงความร่วมมือกับประเทศเพื่อนบ้าน

ในยุคที่เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการ UAV ต้องมีความยืดหยุ่นและสามารถปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลง การลงทุนในเทคโนโลยีและการพัฒนาบุคลากรอย่างต่อเนื่องเป็นสิ่งจำเป็น แต่ต้องสมดุลกับข้อจำกัดด้านงบประมาณและทรัพยากร การพัฒนาที่มุ่งเน้นความยั่งยืนและการพึ่งพาตนเองในระยะยาวจะเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

ท้ายที่สุด การพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการ UAV ไม่ใช่เพียงการพัฒนาเทคโนโลยีเท่านั้น แต่เป็นการพัฒนาระบบนิเวศทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ทั้งด้านบุคลากร องค์ความรู้ โครงสร้างพื้นฐาน นโยบาย และความร่วมมือ การบูรณาการทุกองค์ประกอบเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบจะนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนและมีประสิทธิภาพ เพื่อให้กองกำลังป้องกันชายแดนสามารถปฏิบัติการในการปกป้องและรักษาผลประโยชน์ของชาติในพื้นที่ชายแดนได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. ราชกิจจานุเบกษา, ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580)
2. กองทัพบก. รายงานผลการประเมินคุณธรรมและความโปร่งใสในการดำเนินงานของหน่วยงานภาครัฐ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: กองทัพบก; 2567 [เข้าถึงเมื่อ 15 พ.ค. 2568]. เข้าถึงได้จาก: https://doo.rta.mi.th/DooNew/ITA/2567_2.pdf
3. สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและนโยบายต่างประเทศ. แผนปฏิบัติการด้านการบริหารจัดการชายแดนด้านความมั่นคง (พ.ศ. 2566–2570) [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและนโยบายต่างประเทศ; 2566 [เข้าถึงเมื่อ 16 พ.ค. 2568]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.nsc.go.th/wp-content/uploads/2023/04/Action-Plan-on-Border-Security-Management-66-70.pdf>
4. กองบัญชาการกองทัพไทย. (2564). โครงสร้างและภารกิจของกองกำลังป้องกันชายแดน. กรุงเทพฯ: กองบัญชาการกองทัพไทย.
5. กรมยุทธการทหารบก. (2564). คู่มือการปฏิบัติงานลาดตระเวนชายแดน. กรุงเทพฯ: กองทัพบก.
6. Curlander, J. C., & McDermid, R. N. (2018). Principles of UAV Control Systems. Cambridge: Cambridge University Press.
7. Newman, D. (2006). The lines that continue to separate us: borders in our 'borderless' world. Progress in Human Geography, 30(2), 143-161.
8. จารุโรจนอนันต์, อ. (2566). รายงานการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ควบคุมและติดตามผู้ปฏิบัติการกิจในพื้นที่ชายแดน. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยการทัพบก.
9. สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ. (2564). แนวทางการพัฒนาระบบอากาศยานไร้คนขับเพื่อการป้องกันประเทศ. นนทบุรี: สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ.
10. Paasi, A. (2011). Borders, theory and the challenge of relational thinking. Political Geography, 30(2), 62-63.
11. Newman, D. (2006). The lines that continue to separate us: borders in our 'borderless' world. Progress in Human Geography, 30(2), 143-161.
12. สิทธิพล เครือรัฐติกาล (2563) นโยบายความมั่นคงชายแดนของไทยได้พัฒนาจากการเน้นการป้องกันทางทหาร มาสู่แนวคิดความมั่นคงแบบองค์รวมที่ผสมผสานมิติ

ด้านการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และความร่วมมือระหว่างประเทศวารสารวิชาการ
ทหารบก.18(2), 123-142.

13. Krepinevich, A. F. (1994). Cavalry to Computer: The Pattern of Military Revolutions. *The National Interest*, 37, 30-42.
14. Brose, C. (2020). *The Kill Chain: Defending America in the Future of High-Tech Warfare*. New York: Hachette Books.
15. Watts, A. C., Ambrosia, V. G., & Hinkley, E. A. (2012). Unmanned Aircraft Systems in Remote Sensing and Scientific Research: Classification and Considerations of Use. *Remote Sensing*, 4(6), 1671-1692.
16. Nonami, K., Kendoul, F., Suzuki, S., Wang, W., & Nakazawa, D. (2010). *Autonomous Flying Robots: Unmanned Aerial Vehicles and Micro Aerial Vehicles*. Tokyo: Springer.
17. Austin, R. (2010). *Unmanned Aircraft Systems: UAVs Design, Development and Deployment*. West Sussex: John Wiley & Sons.
18. Curlander, J. C., & McDermid, R. N. (2018). *Principles of UAV Control Systems*. Cambridge: Cambridge University Press.
19. Floreano, D., & Wood, R. J. (2015). Science, technology and the future of small autonomous drones. *Nature*, 521(7553), 460-466.
20. Martin, P. G. (2017). The use of unmanned aerial systems for border surveillance. *Journal of Border Security*, 12(3), 215-229.
21. Fahlstrom, P. G., & Gleason, T. J. (2012). *Introduction to UAV Systems* (4th ed.). West Sussex: John Wiley & Sons.
22. Puliafito, A., Mingozzi, E., Longo, F., Puliafito, A., & Rana, O. (2019). Fog Computing for the Internet of Things: A Survey. *ACM Transactions on Internet Technology*, 19(2), 1-41.
23. Hartmann, K., & Steup, C. (2013). The vulnerability of UAVs to cyber attacks - An approach to the risk assessment. *5th International Conference on Cyber Conflict*, 1-23.

24. แก้วศรี, พ. (2562). การพัฒนาขีดความสามารถของกองทัพบกในการใช้อากาศยานไร้คนขับเพื่อภารกิจการข่าวกรองและการลาดตระเวน. วารสารเสนาธิปัตย์, 68(3), 89-102.
25. ชินสุวรรณ, ว. และคณะ. (2563). การประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับในการเฝ้าระวังชายแดนไทย-เมียนมาร์: กรณีศึกษากองกำลังผาเมือง. วารสารวิชาการทหารบก, 5(2), 45-58.
26. กรมยุทธการทหารบก. (2564). คู่มือการปฏิบัติงานลาดตระเวนชายแดน. กรุงเทพฯ: กองทัพบก.
27. กรมการสื่อสารทหาร. (2564). รายงานสถานภาพระบบการสื่อสารในพื้นที่ชายแดน. กรุงเทพฯ: กองบัญชาการกองทัพไทย.
28. กรมข่าวทหารบก. (2565). รายงานการวิเคราะห์ข้อมูลจากอากาศยานไร้คนขับในพื้นที่ชายแดน. กรุงเทพฯ: กองทัพบก.
29. กรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกลาโหม. (2565). รายงานการพัฒนาเทคโนโลยีเซนเซอร์สำหรับอากาศยานไร้คนขับ. กรุงเทพฯ: กระทรวงกลาโหม.
30. ศูนย์ไซเบอร์กองทัพบก. (2565). รายงานภัยคุกคามทางไซเบอร์ต่อระบบควบคุมอากาศยานไร้คนขับ. กรุงเทพฯ: กองทัพบก.
31. สำนักงานประมาณกลาโหม. (2564). รายงานการจัดสรรงบประมาณด้านเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ. กรุงเทพฯ: กระทรวงกลาโหม.
32. กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก. (2565). รายงานสถานภาพการซ่อมบำรุงอากาศยานไร้คนขับ. กรุงเทพฯ: กองทัพบก.
33. กรมกำลังพลทหารบก. (2564). แผนพัฒนากำลังพลด้านเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ. กรุงเทพฯ: กองทัพบก.
34. สภาความมั่นคงแห่งชาติ. (2565). รายงานความร่วมมือระหว่างหน่วยงานด้านความมั่นคงชายแดน. กรุงเทพฯ: สภาความมั่นคงแห่งชาติ.
35. กรมยุทธการทหารบก. (2565). รายงานสถานภาพการใช้อากาศยานไร้คนขับในกองกำลังป้องกันชายแดน. กรุงเทพฯ: กองทัพบก.
36. สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (2564). รายงานการศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้องกับอากาศยานไร้คนขับในภารกิจความมั่นคง. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา.

37. กระทรวงการต่างประเทศ. (2565). รายงานความร่วมมือด้านความมั่นคงชายแดนกับประเทศเพื่อนบ้าน. กรุงเทพฯ: กระทรวงการต่างประเทศ.
38. Canis, B. (2015). Unmanned Aircraft Systems (UAS) for Border Surveillance: Technology and Operational Challenges. Congressional Research Service Report.
39. Rango, A., Laliberte, A., Steele, C., Herrick, J. E., Bestelmeyer, B., Schmugge, T., Roanhorse, A., & Jenkins, V. (2018). Application of UAV Technology for Border Security and Combat Operations. *International Journal of Remote Sensing*, 29(17), 5189-5198.

ประวัติย่อผู้วิจัย

ยศ ชื่อ	นาย อธิพัชร์ จารุโรจนอนันต์
วัน เดือน ปีเกิด	29 ธันวาคม พ.ศ. 2522
ประวัติสำเร็จการศึกษา	
พ.ศ. 2540	มัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนวัดสุทธิวาราม
พ.ศ. 2545	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2566	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมป้องกันประเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ตำแหน่งปัจจุบัน	
พ.ศ. 2567-ปัจจุบัน	คณะอนุกรรมการบริหารจัดการน้ำสูญเสีย และแรงดันน้ำ การประปานครหลวง
พ.ศ. 2562-ปัจจุบัน	ผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการ Defence Innovation Co.,LTD.