

การออกแบบและพัฒนาระบบแจ้งเตือนและป้องกันภัยทางอากาศระดับยุทธวิธี Design and Implementation of a Tactical Level Air Warning and Defense System

พันเอก รองศาสตราจารย์ ดร.ผเดิม หนังสือ

รองศาสตราจารย์ กองวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
Email: phadermn@yahoo.com

บทคัดย่อ : บทความฉบับนี้นำเสนอผลการออกแบบและพัฒนาระบบงานแจ้งเตือนและป้องกันภัยทางอากาศของหน่วยระดับยุทธวิธี ซึ่งครอบคลุมกองพัน กองร้อย หมวด และหน่วยยิง ผลจากการวิเคราะห์ระบบที่เป็นอยู่นำไปสู่การออกแบบและพัฒนาระบบที่สามารถปฏิบัติการกิจได้รวดเร็วขึ้นและมีข้อมูลที่ตอบสนองต่อภารกิจมากขึ้น เช่นสามารถทราบข้อมูลอากาศยานที่อยู่ในเขตพื้นที่รับผิดชอบได้มากขึ้น มีข้อมูลสภาพการแจ้งเตือนภัยทางอากาศ (Air Warning) และระดับการเตรียมพร้อมป้องกันภัยทางอากาศ (DEFCON) ข้อมูลแผนที่ทางทหารที่แสดงผลในรูปแบบ 3 มิติ ซึ่งสนับสนุนการสร้าง Terrain Profile ของภูมิประเทศจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ข้อมูลเขตพื้นที่รับผิดชอบและเส้นประกอบแผนที่ทางยุทธวิธี เจ้าหน้าที่สามารถคัดกรองข้อมูลและแบ่งมอบเป้าหมายให้แก่หน่วยรองตามความเหมาะสม ระบบได้รับการพัฒนาให้สนับสนุนมาตรฐานสัญลักษณ์ทางทหาร MIL-STD-2525C เพื่อความเป็นสากลและความง่ายในการเรียนรู้การใช้งาน ในการฝึกเจ้าหน้าที่ให้เกิดความเชี่ยวชาญระบบ มีฟังก์ชัน Check Mode ที่สามารถตรวจสอบสถานะการเชื่อมต่อของหน่วยรองและฟังก์ชันการจำลองการบินของอากาศยาน

คำสำคัญ : เทคโนโลยีสารสนเทศ การวิเคราะห์และออกแบบระบบ การพัฒนาระบบงาน ระบบ C4I ระบบแจ้งเตือนและป้องกันภัยทางอากาศ

ABSTRACT : This article presents the results of design and implementation of an air warning and defense system for tactical-level units, which includes battalion, battery, platoon and fire units. The implemented system has shown to have a reduced operation time and better availability of needed information such as aircrafts in the area of interest, air warning and defense readiness condition (DEFCON) statuses and 3D military maps that support terrain profiling from one point to another. The user can filter and assign targets to each subordinate to suit the situation. The system supports MIL-STD-2525C standard for internationality and ease of learning. To support military exercises, the system has a “check mode” function to check the connection status of all subordinates and also a track simulation feature.

KEYWORDS : Information Technology, System Analysis and Design, System Development, C4I Systems, Air Defense Systems

1. บทนำ

แนวคิดการล่วงรู้ตำแหน่งและสถานภาพของสิ่งต่างๆ ภายในกรอบที่สนใจเป็นแรงจูงใจที่ทำให้เกิด IoT (Internet of Things) ที่กำลังถูกนำมาใช้มากขึ้นในระบบงานต่างๆ เช่น Smart Home, Smart Farming, Smart Supply Chain และ Smart Retail เป็นต้น [1] ในทางทหารแนวคิดดังกล่าวได้มีมาก่อนหน้านี้แล้วโดยใช้ชื่อว่า Network-Centric Operations หรือปฏิบัติการที่มีเครือข่ายเป็นศูนย์กลาง [2] โดยมีซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงส่วนต่างๆ หรือระบบต่างๆ เข้าด้วยกัน ทำให้ระบบนี้มีโครงสร้างเป็นระบบของระบบ (System of Systems) โดยมีชื่อเรียกทางทหารว่าระบบ C⁴I (ย่อมาจาก Command, Control, Communication, Computer and Intelligence) [3] ระบบนี้ช่วยสนับสนุนการวางแผน การอำนวยการ การประสานงาน และการควบคุมการดำเนินกลยุทธ์

ของหน่วยรบ ทำให้ผู้บังคับบัญชาในระดับต่างๆ ล่วงรู้สถานการณ์และสถานภาพทั้งของตนเองและข้าศึก (Situation Awareness) สร้างอำนาจด้านสารสนเทศที่เหนือกว่า (Information Superiority) และนำไปสู่การตัดสินใจที่เหนือกว่าข้าศึก (Decision-Making Superiority) ระบบงานป้องกันภัยทางอากาศเป็นระบบหนึ่งที่สำคัญของระบบ C⁴I ที่ทำให้ผู้บังคับบัญชาสามารถล่วงรู้สถานการณ์ทางอากาศและควบคุมบังคับบัญชาหน่วยของตนเพื่อให้การดำเนินการรบเป็นไปในทิศทางที่ต้องการ

ภัยทางอากาศเช่นอากาศยานและขีปนาวุธสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว เช่น อากาศยานรบที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1,300 น็อต (เช่น MiG-29) สามารถเคลื่อนที่จากชายแดนตะวันตกเข้าถึงกรุงเทพมหานครได้ภายในเวลาเพียง 5 นาที การแจ้งเตือนภัยและการป้องกันภัยทางอากาศที่รวดเร็ว จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง

ในปัจจุบันกองทัพมีเรดาร์เฝ้าตรวจชายแดน ทั้งแบบติดอยู่กับที่และแบบเคลื่อนที่สามารถ ครอบคลุมพื้นที่ชายแดนส่วนใหญ่ของประเทศ ข้อมูลจากเรดาร์ต่างๆ ได้รับการรวบรวม บูรณาการและจัดความซ้ำซ้อน (Track Correlation) [4] เพื่อให้หน่วยต่างๆที่เกี่ยวข้องสามารถเห็นเป็น ภาพสถานการณ์ทางอากาศเดียวกัน (Common Air Picture) อย่างไรก็ตามข้อมูลทางอากาศ ดังกล่าวยังไม่เพียงพอต่อปฏิบัติการทางยุทธวิธี เพื่อตอบสนองต่อภัยคุกคามทางอากาศของ หน่วยระดับกองพันของกองทัพบกเนื่องจาก เหตุผลทางด้านเทคนิคบางประการเช่น ระดับ ความเป็น Real time ของข้อมูลอากาศยานที่ได้รับ ช่องว่างของการตรวจจับ หรือข้อจำกัด ของการสื่อสารจากต้นทางไปยังปลายทาง เป็นต้น ทำให้หน่วยป้องกันภัยทางอากาศและ กองพันทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยานของกอง ทပ်บกจำเป็นต้องมีเรดาร์ประจำหน่วยเช่นเรดาร์ DR172ADV เรดาร์ LAADS และ เรดาร์ TRML เป็นต้น

ระบบเรดาร์เป็นระบบเซนเซอร์หลักที่ใช้ ในการตรวจจับเป้าหมายทางอากาศ นอกจาก เรดาร์แล้วระบบป้องกันภัยทางอากาศยังจำเป็นต้องมีเครือข่ายที่สามารถกระจายข้อมูลจาก เรดาร์ไปยังปลายทาง เครื่องคอมพิวเตอร์ในการ แสดงผลข้อมูล ระบบอาวุธที่สามารถทำลาย เป้าหมายได้ และซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมาตาม กระบวนการทำงานของระบบการป้องกันภัย ทางอากาศ ด้วยความซับซ้อนและหลากหลาย ของภารกิจป้องกันภัยทางอากาศ ทำให้มีการ พัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศขึ้นมาจำนวน

มาก อาทิเช่น

- ระบบ RTADS (Royal Thai Air Defense System) ของกองทัพอากาศทำหน้าที่ เป็นศูนย์กลางในการบูรณาการข้อมูลที่ได้จาก เรดาร์ต่างๆ [5] แล้วป้อนเข้าสู่ระบบอื่นๆ เช่น ระบบ JADDIN และระบบ ACCS เป็นต้น

- ระบบ JADDIN (Joint Air Defense Digital Information Network) ของ กองบัญชาการกองทัพไทย ทำหน้าที่แสดงผล สถานการณ์ทางอากาศในปัจจุบันให้ผู้บังคับ บัญชาสามารถล่วงรู้สถานการณ์และสถานภาพ ของหน่วยต่างๆ และถ่ายทอดคำสั่งไปยังหน่วย ป้องกันภัยทางอากาศที่เกี่ยวข้อง [5]

- ระบบ ACCS (Air Command and Control System) ของกองทัพอากาศทำหน้าที่ รวบรวมข้อมูลที่ได้จากระบบ RTADS และเรดาร์ ที่ติดตั้งบนเครื่องบินรบ ส่งผ่านไปยังหน่วย ป้องกันภัยทางอากาศที่เกี่ยวข้อง

- ระบบ IWD (Integrated Weapon Display) ของหน่วยป้องกันภัยทางอากาศ กองทัพบก ทำหน้าที่รับข้อมูลอากาศยานที่ตรวจ จับได้โดยเรดาร์ตรวจจับอากาศยานบินต่ำ (Low Altitude Aircraft Detection System, LAADS) และแสดงผลบนป้อมปืนต่อสู้อากาศยานตาม ทิศทางการหมุนของปืน [7]

- งานวิจัยระบบประเมินภัยคุกคามจาก ข้อมูลติดตามอากาศยานเพื่อการแจ้งเตือนภัย ทางอากาศของกองทัพบกสามารถรับข้อมูลจาก เรดาร์ DR-172 และแสดงเป็นระดับภัยคุกคาม ของการป้องกันภัยทางอากาศ [8]

- งานวิจัยระบบแจ้งเตือนและป้องกัน ภัยทางอากาศสำหรับกองร้อยปืนใหญ่ต่อสู้

อากาศยาน [9] ทำหน้าที่แสดงข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันภัยทางอากาศและการแจ้งเตือนภัยทางอากาศ เช่นข้อมูลอากาศยานและข้อมูลชนิดอาวุธ โดยมีจำนวนฟอร์มรวมทั้งสิ้น 59 ฟอร์ม

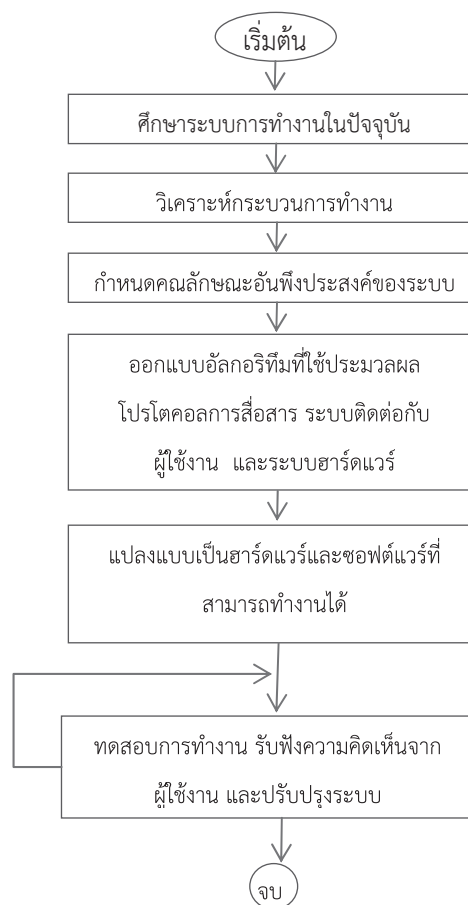
งานวิจัยที่นำเสนอในบทความนี้มีความคล้ายคลึงกับงานวิจัยระบบแจ้งเตือนและป้องกันภัยทางอากาศสำหรับกองร้อยปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน [9] โดยงานวิจัยในบทความนี้ฉบับนี้มีข้อแตกต่างดังนี้

- งานวิจัยฉบับนี้มุ่งความสนใจไปในระดับกองพันแทนที่จะเป็นระดับกองร้อย
- งานวิจัยฉบับนี้มีความสมบูรณ์กว่าในด้านของฟังก์ชันสนับสนุนการทำงานเช่นการเชื่อมต่อกับเรดาร์ชนิดต่างๆ การเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายทั้งแบบ Land Line และ Radio การส่งข้อมูลทางยุทธวิธีทั้งจากบนลงล่างและจากล่างขึ้นบน การแสดงผลแผนที่ทางทหารในรูปแบบ 3 มิติ และการพัฒนาฮาร์ดแวร์ต่างๆ

2. ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินการดังแสดงในภาพที่ 1 โดยเริ่มจากการศึกษาระบบการทำงานของการป้องกันภัยทางอากาศที่เป็นอยู่ในปัจจุบันเช่นการทำงานของพลเรดาร์ พลปืน และเจ้าหน้าที่ฝ่ายอำนวยการในระดับกองร้อยและกองพัน จากนั้นทำการวิเคราะห์ขั้นตอนต่างๆ เพื่อหางานหรือกิจกรรมที่สามารถตัดออกหรือยุบรวมกับงานอื่นได้โดยอาศัยเทคโนโลยีสมัยใหม่ เมื่อได้ระบบที่ผ่านการวิเคราะห์แล้ว จึงเพิ่มเติมความสามารถต่างๆ อันพึงมีในระบบป้องกันภัยทางอากาศเข้าไปให้สอดคล้องกับหลักนิยมและระเบียบปฏิบัติประจำของการปฏิบัติภารกิจ

ป้องกันภัยทางอากาศที่เจ้าหน้าที่ใช้ฝึกจริงเป็นประจำ ขั้นตอนดังกล่าวทำให้ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของระบบ จากนั้นจึงทำการแปลงคุณลักษณะอันพึงประสงค์ให้เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ประมวลผลฮาร์ดแวร์ และเครื่องมือต่างๆ ออกแบบโปรโตคอลและหน้าจอบนกระดานซึ่งเป็นเหมือนพิมพ์เขียวที่สามารถนำไปใช้สร้างเป็นหน้าจอและระบบที่ทำงานได้จริง ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นได้มีการปรับปรุงเป็นระยะๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ให้ได้มากขึ้น

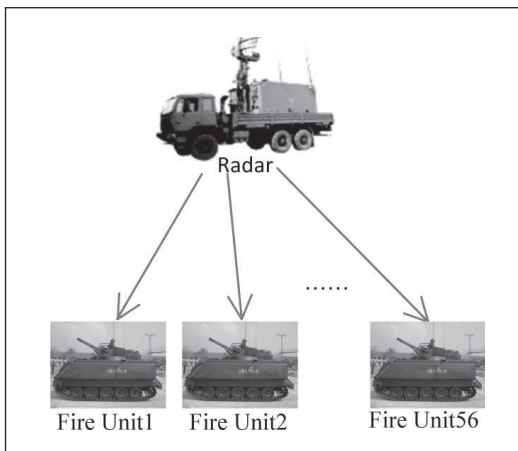


ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

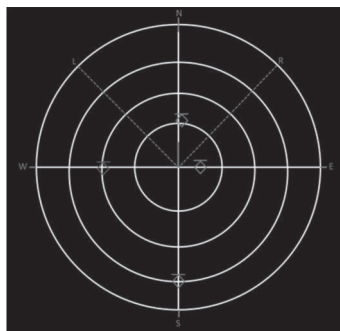
3. ผลการวิจัย

3.1 การทำงานของระบบเดิมและปัญหาที่เกิดขึ้น

ก่อนที่จะมีระบบที่นำเสนอใช้งาน กองพันทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยานใช้เรดาร์ LAADS ซึ่งเป็นเรดาร์แบบสองมิติในอัตราของตน ทำการตรวจจับอากาศยาน ข้อมูลดิบของอากาศยานแต่ละลำที่ตรวจจับได้เช่น พิกัด ความเร็ว ทิศทาง ประเภท (ปีกหมุน/ปีกติดลำตัว) และข้อมูลฝ่ายจะถูกส่งต่อจากเรดาร์ไปยังหน่วยยิงโดยตรง ดังแสดงในภาพที่ 2 และแสดงผลบนหน้าจอของหน่วยยิงดังภาพที่ 3.



ภาพที่ 2 เส้นทางไหลของข้อมูลในระบบเดิม



ภาพที่ 3 หน้าจอแสดงผลข้อมูลของระบบเดิม

แม้ว่าระบบดังกล่าวจะมีความง่ายต่อการเรียนรู้และปฏิบัติงาน แต่ยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการกิจป้องกันภัยทางอากาศได้อย่างเต็มที่ ดังจะสรุปเป็นประเด็นปัญหาได้ 6 ประเด็น ดังนี้

- ข้อมูลที่ส่งผ่านในระบบเป็นข้อมูลดิบจากเรดาร์โดยตรง ไม่มีการคัดกรอง แบ่งมอบหรือจัดลำดับความเร่งด่วนของเป้าหมาย
- การส่งข้อมูลในระบบเป็นแบบส่งทางเดียวจากบนลงล่าง หน่วยยิงไม่สามารถรายงานสถานการณ์ต่างๆ เช่น ที่ตั้งปัจจุบัน สถานภาพความพร้อมรบ ทิศทางการยิงของแต่ละหน่วยยิง หรือรายงานการยิงเครื่องบินตก ไปยังหน่วยระดับสูงที่ขึ้นไปได้
- ในเวลาหนึ่ง หน่วยยิงสามารถรับข้อมูลจากเรดาร์ได้เพียงระบบเดียวเท่านั้น แม้ว่าจะมีเรดาร์จำนวนสองระบบในอัตราของกองพันก็ตาม
- หน่วยยิงไม่สามารถรับข้อมูลจากระบบเรดาร์อื่นๆนอกกองพันของตน แม้ว่าระบบเรดาร์อื่นๆนั้นจะเป็นเรดาร์ในอัตราของกองทัพบกและมีข้อมูลอากาศยานในพื้นที่ที่กองพันนั้นรับผิดชอบอยู่ก็ตาม
- ระบบมีเพียงข้อมูลอากาศยาน ยังขาดข้อมูลอื่นๆที่สำคัญต่อการปฏิบัติการกิจป้องกันภัยทางอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น สถานภาพการแจ้งเตือนภัยทางอากาศ (Alert Status) สถานภาพความพร้อมป้องกันทางอากาศ (DEFCON) สถานภาพการควบคุมการยิง (Fire Control Status) และ สถานภาพความพร้อมรบของหน่วยยิง (Unit Status) เป็นต้น การขาดข้อมูลดังกล่าวทำให้ระดับความล่วงรู้สถานการณ์ในสนามไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร

- การใช้งานของระบบเดิมมีขั้นตอนที่ยุ่งยากซับซ้อน จำเป็นต้องกรอกข้อมูลจำนวนมากก่อนปฏิบัติงาน เช่นข้อมูลพิกัดตนเอง และพิกัดจุดอ้างอิงการเชื่อมโยงข้อมูล (Data Link Reference Point, DLRP) เป็นต้น ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติงาน เนื่องจากหน้าจอแสดงผลมีขนาดเล็ก เป็น Keypad มีขนาดเล็ก มีจำนวนปุ่มให้กดเพียง 12 ปุ่ม ซึ่งต้องใช้กรอกพิกัดในระบบ UTM ที่มีทั้งตัวเลขและตัวอักษรจำนวนมากเช่น N48 164.50709.5 เป็นต้น

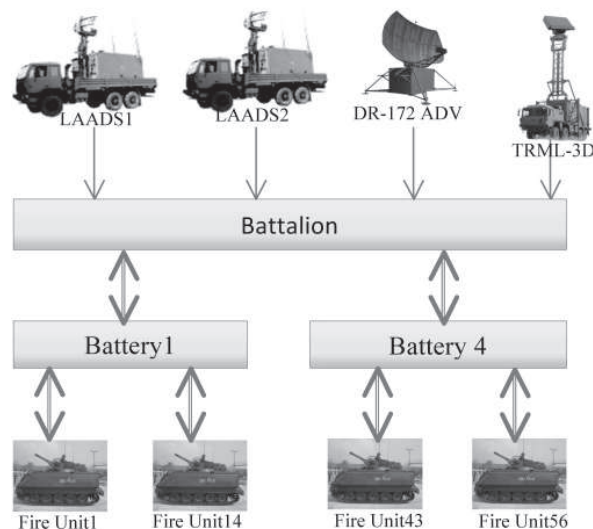
3.2 การทำงานของระบบที่นำเสนอ

ส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์ และออกแบบ ระบบที่นำเสนอในบทความนี้ได้ถูกนำไปพัฒนา และติดตั้งใช้งานในกองพันทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยานตั้งแต่ปี 2558 โดยในระดับกองพันยังคงใช้เรดาร์ในอัตราของตนตรวจจับอากาศยาน และส่งข้อมูลไปยังหน่วยรอง โดยเส้นทางการไหลของข้อมูลในระบบมีข้อแตกต่างจากระบบเดิมที่เป็นอยู่ ดังแสดงในภาพที่ 4.

กระบวนการทำงานของระบบใหม่ถูกออกแบบมาให้แก้ไขปัญหาทั้ง 6 ประเด็นที่กล่าวในหัวข้อ 3.1 ดังนี้

- การส่งข้อมูลจากเรดาร์มีการแบ่งลำดับชั้นเป็น 3 ลำดับชั้นได้แก่ จากเรดาร์สู่กองพัน จากกองพันสู่กองร้อย และจากกองร้อยสู่หน่วยยิง

- ในการส่งผ่านจากลำดับชั้นหนึ่งไปอีกชั้นหนึ่ง เจ้าหน้าที่สามารถคัดกรองข้อมูล และแบ่งมอบเป้าหมายให้แก่หน่วยรองตามความเหมาะสมกับสถานการณ์



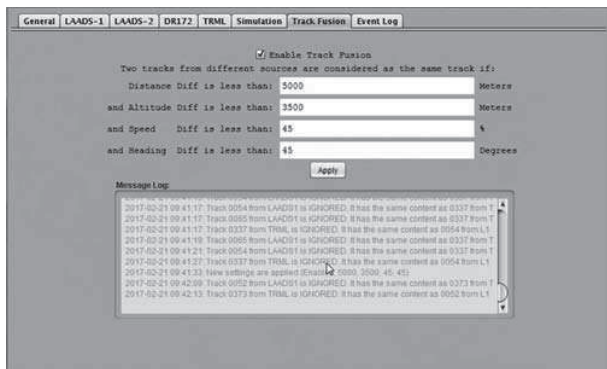
ภาพที่ 4 เส้นทางการไหลของข้อมูลในระบบใหม่

- การแบ่งมอบเป้าหมายสามารถกระทำได้แบบใช้คน (Manual) หรือแบบอัตโนมัติได้โดยการแบ่งมอบโดยอัตโนมัติจะนำปัจจัยต่างๆ เข้ามาพิจารณาเพื่อคัดเลือกหน่วยรองที่มีความเหมาะสมสูงสุดกับภัยคุกคามที่กำลังเกิดขึ้น เช่นปัจจัยทางด้านตำแหน่งของอากาศยาน และสถานภาพความพร้อมรบของหน่วย เป็นต้น ในกรณีที่ ไม่ต้องการแบ่งมอบเป้าหมายให้หน่วยรอง (ทุกหน่วยรองสามารถเห็นได้ทุกเป้าหมาย) สามารถเรียกใช้การทำงานแบบผ่านทะลุไปยังหน่วยรอง (Pass-Through Mode)

- เป้าหมายแต่ละเป้าหมายจะได้รับการกำหนดระดับความเร่งด่วนในการป้องกันภัยทางอากาศ (Priority) โดยระดับความเร่งด่วนนี้คำนวณมาจากข้อมูลฝ่าย พิกัด ทิศทาง และความเร็ว เป้าหมายที่มีลำดับความเร่งด่วนเท่ากับ 1 ควรได้รับการเฝ้าติดตามตลอดเวลา

- การส่งข้อมูลในระบบเป็นแบบสองทางจากบนล่างและจากล่างขึ้นบน โดยมีทั้งแบบมีสาย (Land Line) และไร้สาย (Radio) หน่วยรอง เช่น กองร้อยและหน่วยยิงสามารถรายงานสถานการณ์ต่างๆ เช่น ที่ตั้งปัจจุบัน สถานภาพความพร้อมรบ ทิศทางการยิง หรือรายงานการยิงเครื่องบินตก กลับมายังกองพันได้

- ข้อมูลจากเรดาร์ทั้งสองระบบที่อยู่ในกองพันสามารถนำมาแสดงผลได้พร้อมๆ กันโดยระบบสนับสนุนการจัดความซับซ้อนที่เกิดขึ้นเพื่อให้อากาศยานจริงหนึ่งลำ แสดงผลเป็นเป้าหมายหนึ่งเป้าหมายในระบบแม้ว่าจะรับข้อมูลมาจากเรดาร์สองตัว ดังภาพที่ 5.



ภาพที่ 5 ตัวอย่างการแสดงผลการจัดความซับซ้อนของข้อมูล

- ข้อมูลจากเรดาร์อื่นๆ ที่อยู่นอกกองพันของตนสามารถนำมาแสดงผลร่วมกับข้อมูลที่มาจากรเรดาร์ในกองพันของตนได้ โดยในปัจจุบันระบบสนับสนุนการเชื่อมต่อกับเรดาร์ DR172ADV และ เรดาร์ TRML

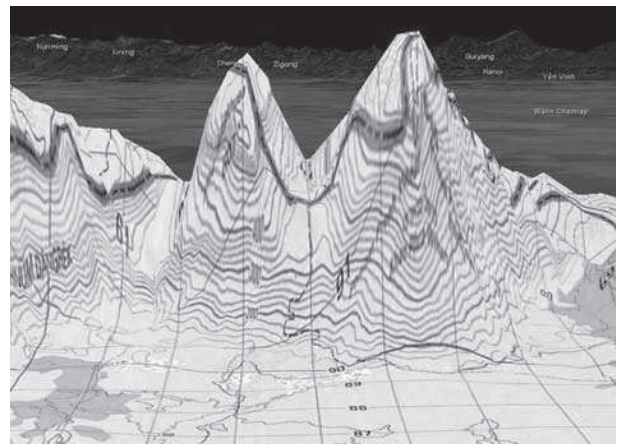
- ระบบที่พัฒนาขึ้นได้เพิ่มเติมข้อมูลอื่นๆ ที่สำคัญต่อการปฏิบัติการกิจอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น สถานภาพการแจ้งเตือนภัยทางอากาศ สภาพ

ความเตรียมพร้อมป้องกันทางอากาศ สภาพการควบคุมการยิง และสภาพความพร้อมรบของหน่วยยิง เป็นต้น นอกจากนี้ยังเพิ่มเติมข้อมูลสนับสนุนการปฏิบัติงานต่างๆ อีกจำนวนมาก

นอกเหนือจากการแก้ไขข้อบกพร่องที่ได้พบแล้ว ระบบยังเพิ่มเติมฟังก์ชันที่สนับสนุนการทำงานให้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น ดังนี้

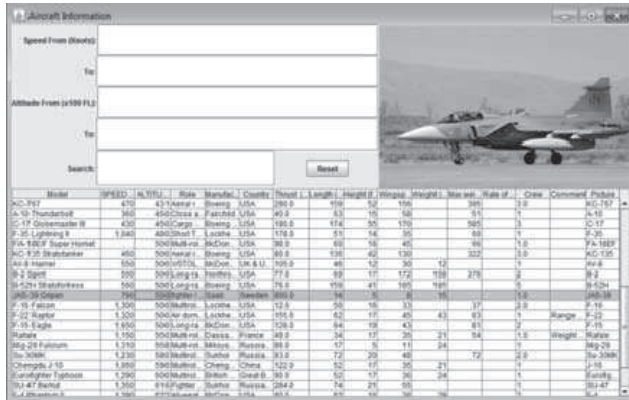
- การแสดงผลแผนที่แบบ 3 มิติ เพื่อช่วยวางแผนการเลือกตำแหน่งการตั้งอาวุธป้องกันภัยทางอากาศโดยแผนที่มีความละเอียดสูงสุด 1:4,000 [10] (ขึ้นอยู่กับพื้นที่)

- การแสดงผลแผนที่ทางทหาร ชุด L7018 มาตราส่วน 1:50,000 [11] ที่ครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศ โดยแผนที่ทางทหารสามารถแสดงประกอบข้อมูลชั้นความสูงเพื่อแสดงเป็นแผนที่ 3 มิติได้ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การแสดงผลแผนที่ทางทหาร L7018 ประกอบข้อมูลความสูงของภูมิประเทศบริเวณผามออีแดงในอุทยานแห่งชาติเขาวะวิหาร

- ตัวช่วยในการคาดเดาประเภทของ
อากาศยาน ดังภาพที่ 7



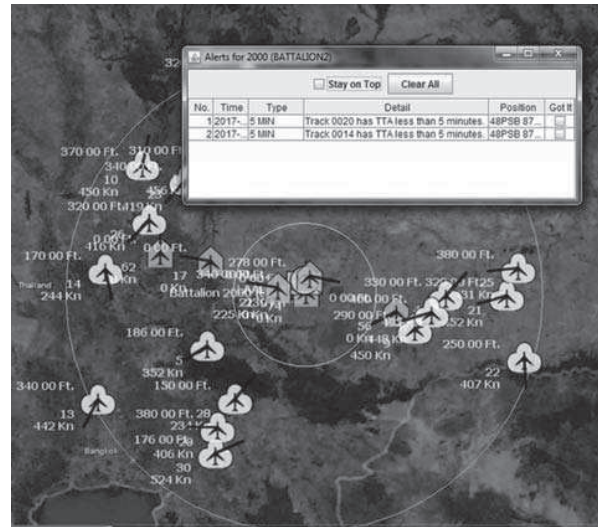
ภาพที่ 7 หน้าจอช่วยค้นหาข้อมูลอากาศยานประเภท
ต่างๆ

- การวาดลายเส้นประกอบภารกิจ เช่น
เขตพื้นที่รับผิดชอบ (Boundaries) เส้นหลักการ
รุกของเครื่องบินปีกหมุน (Rotary Wing Axis of
Advance) เส้นหลักการรุกของกำลังทางอากาศ
(Aviation Axis of Advance) เขตจำกัดการ
รุก (Limit of Advance) และแนวหน้าของกอง
กำลังฝ่ายเรา (Forward Line of Own Troops,
FLOT) เป็นต้น

- การแสดงตำแหน่งและสถานภาพของ
สิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเช่นหน่วยรอง เรดาร์
เป้าหมาย และจุดสนใจต่างๆ เป็นต้น

- การบันทึกและเรียกใช้ข้อมูลสถานการณ์
เพื่อสนับสนุนการฝึกในพื้นที่ต่างๆ

- การสนับสนุนมาตรฐานสัญลักษณ์ทาง
ทหาร MIL-STD-2525C [12] ดังภาพที่ 8



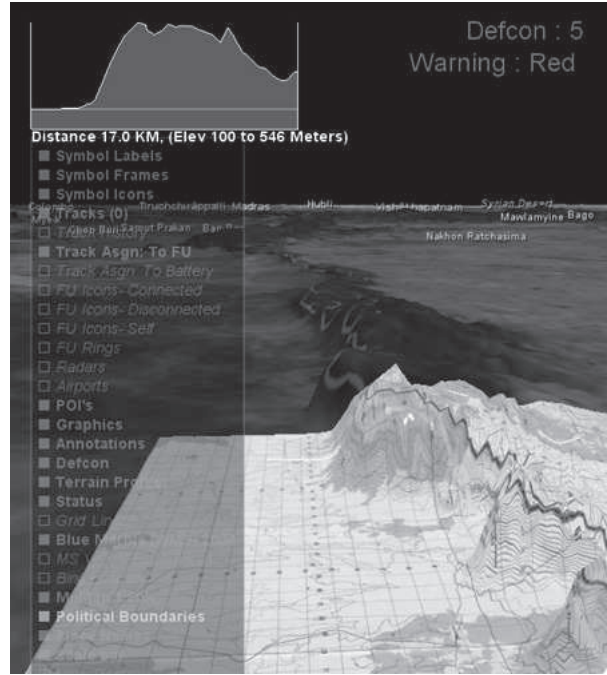
ภาพที่ 8 ตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลอากาศยานโดยใช้
มาตรฐาน MIL-STD-2525C

- การสนับสนุนระบบพิกัดที่ใช้ในการ
ปฏิบัติการกิจ จำนวน 3 ระบบ ได้แก่ Geographic
Reference System, MGRS (Military Grid
Reference System) และ UTM (Universal
Transverse Mercator) [13] โดยระบบจะ
ทำการแปลงพิกัดให้อัตโนมัติเมื่อผู้ใช้งานป้อน
พิกัดในระบบใดระบบหนึ่งดังแสดงในภาพที่ 9.



ภาพที่ 9 ตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลอากาศยานโดยใช้มาตรฐาน MIL-STD-2525C

- ฟังก์ชัน Check Mode เพื่อสนับสนุนการตรวจสอบสถานะการเชื่อมต่อของหน่วยรอง
- ฟังก์ชัน Terrain Profiler เพื่อสนับสนุนการตรวจสอบระดับความสูงของภูมิประเทศจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ตัวอย่างการแสดงผล Terrain Profile ของภูมิประเทศบริเวณผามออีแดงในเขาพระวิหาร

- สนับสนุนการจำลองการบินของอากาศยานโดยสามารถกำหนดให้อากาศยานลำหนึ่งมีค่าของฝ่าย พิกัด ความเร็ว ความสูง และทิศทางที่ต้องการได้ในเวลาใดเวลาหนึ่งของการจำลอง

- ในด้านการทำให้ระบบใช้งานได้ง่ายขึ้น มีการตัดกระบวน การที่ไม่จำเป็นออกแล้วทดแทนด้วยการทำงานแบบใหม่ที่ไม่ใช้คน เช่น

1. การป้อนพิกัดของตนเอง ถูกทดแทนด้วย GPS ที่ติดตั้งกับเครื่องใช้งาน
2. การป้อนพิกัด DLRP ถูกทดแทนด้วยการส่งข้อมูล DLRP มาจากเซิร์ฟเวอร์
3. การป้อนค่าการทำงานของระบบที่ไม่เปลี่ยนแปลงจากการทำงานในคราวก่อน ผู้ใช้งานสามารถกดปุ่มผ่านไปได้ทันทีเนื่องจากระบบมีการบันทึกค่าที่ใช้งานไว้และนำมาใช้เป็นค่าปริยาย

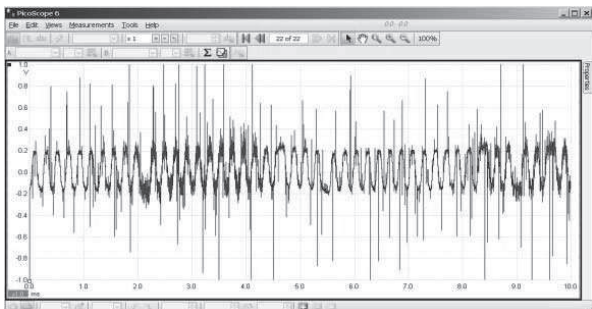
3.3 รายละเอียดการพัฒนาของระบบ

3.3.1 เทคโนโลยีที่ใช้

ในส่วนของซอฟต์แวร์ ระบบได้รับการพัฒนาด้วยภาษา Java ใช้ไลบรารี Nasa World-Wind[14] ในการแสดงผลแผนที่และสัญลักษณ์ทางทหาร ในส่วนของฮาร์ดแวร์ ระบบใช้ MBED LPC1768 [15] และ C++ ในการพัฒนา

3.3.2 การเชื่อมต่อกับระบบเรดาร์

ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถเชื่อมต่อกับเรดาร์จำนวน 3 ระบบได้แก่เรดาร์ DR-172ADV เรดาร์ TRML-3D และ เรดาร์ LAADS (Low Altitude Aircraft Detection System) เรดาร์ DR-172ADV และเรดาร์ TRML-3D เป็นการเชื่อมต่อผ่านระบบดิจิทัล โดยใช้โปรโตคอล RS232C และ UDP Multicast ตามลำดับ จึงทำให้สามารถเชื่อมต่อเข้าเซอเวอร์ของระบบได้ โดยไม่ต้องมีฮาร์ดแวร์ช่วยในการแปลงสัญญาณ แต่การเชื่อมต่อกับเรดาร์ LAADS ซึ่งเป็นเรดาร์รุ่นเก่า ประสิทธิภาพประมาณ 30 ปี ส่งสัญญาณเป็นแบบอนาล็อกดังภาพที่ 11 ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีฮาร์ดแวร์และอัลกอริทึมสนับสนุนการแปลงรหัสสัญญาณ ดังแสดงในภาพที่ 12 และ 13 ตามลำดับ



ภาพที่ 11 ตัวอย่างสัญญาณแบบอนาล็อกที่ระบบรับมาจากเรดาร์



ภาพที่ 12 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการรับข้อมูลจากระบบเรดาร์

3.3.3 อัลกอริทึมการคัดเลือกหน่วยรองเพื่อรับมอบเป้าหมายโดยอัตโนมัติ

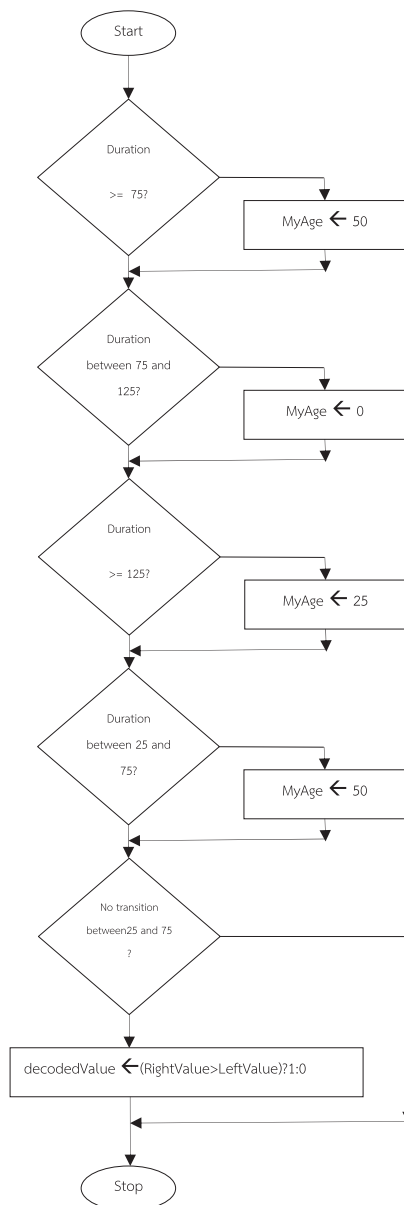
การคัดเลือกหน่วยรองเพื่อรับมอบเป้าหมายมีสองระดับคือ

- ระดับกองพัน ทำการคัดเลือกกองร้อยที่จะได้รับการแบ่งมอบเป้าหมาย
- ระดับกองร้อย ทำการคัดเลือกหน่วยยิงทั้งสองระดับใช้อัลกอริทึมเดียวกันในการทำงานดังแสดงในภาพที่ 14

```
for each target Ti :  
    if Ti.Identity not in (Hostile, Unknown, Faker,  
        PotentialEnemy ) continue;  
    sort all subordinate units by ascending order of  
        the distance to Ti  
    for each subordinate unit Ui in the sorted data  
        structure :  
        If Ui.UnitStatus in (Operational, Limited) :  
            Ti.AssignedUnit ← Ui.UnitID  
        end for  
    end for
```

ภาพที่ 14 อัลกอริทึมการคัดเลือกหน่วยรองเพื่อรับมอบเป้าหมายโดยอัตโนมัติ

จากภาพที่ 14 จะเห็นได้ว่าระบบจะแบ่งมอบเป้าหมายที่เป็นฝ่ายตรงข้ามหรือไม่ทราบฝ่ายให้กับหน่วยรองเพียงหน่วยเดียวเท่านั้นโดยหน่วยที่ยังสามารถทำงานได้ที่อยู่ใกล้ที่สุดจะได้รับการพิจารณา ก่อน ถ้าหากต้องการแบ่งมอบเป้าหมายหนึ่งๆให้กับหลายหน่วยจะไม่สามารถกระทำได้ในโหมดการแบ่งมอบอัตโนมัติ จำเป็นต้องเปลี่ยนโหมดการแบ่งมอบเป็นแบบแมนวอล



ภาพที่ 13 อัลกอริทึมการแปลงสัญญาณอนาล็อกที่ได้รับให้เป็นสัญญาณดิจิทัล

3.3.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงาน

ระบบที่พัฒนาขึ้นมีฟังก์ชันการทำงานที่เพิ่มจากระบบเดิมจำนวนมากดังที่กล่าวในหัวข้อ 3.2 โดยยังคงรักษาฟังก์ชันที่ระบบเดิมสามารถทำงานได้ ซึ่งได้แก่การแสดงผลข้อมูลจากเรดาร์ LAADS ซึ่งในฟังก์ชันนี้ระบบใหม่มีค่าของเวลาที่ใช้ในการตั้งค่าอุปกรณ์น้อยกว่าดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบ

คุณลักษณะที่เปรียบเทียบ	ระบบเดิม	ระบบใหม่
เวลาที่ใช้เพื่อหาพิกัดตนเองในภูมิประเทศ (นาทิจ)	5-10	1-2 [#]
เวลาที่ใช้เพื่อหาพิกัด Data Link Reference Point (นาทิจ)	3-5	0
จำนวนครั้งที่ต้องกดปุ่มเพื่อระบุพิกัดตนเอง (ครั้ง)	12	0
จำนวนครั้งที่ต้องกดปุ่มเพื่อระบุพิกัด Data Link Reference Point (ครั้ง)	12	0
จำนวนครั้งที่ต้องกดปุ่มเพื่อระบุทิศทางเป้าหมายหลัก (Primary Target Line) (ครั้ง)	8	0*
จำนวนครั้งที่ต้องกดปุ่มเพื่อระบุความกว้างของทิศทางที่รับผิดชอบ (Sector Width) (ครั้ง)	2	0*
เวลาที่ต้องใช้เพื่อปรับค่าความถี่วิทยุ (นาทิจ)	1-3	0-1

[#] ระบบใหม่ใช้ GPS Chip รุ่น UBlox UBX-M8030 ซึ่งมีค่า Cold Start Time to First Fix = 26 วินาที และค่า Horizontal Position Accuracy = 2.0 m CEP [16]

* ในระบบใหม่ไม่ต้องกดปุ่มเพื่อระบุค่าทิศทาง แต่ใช้วิธีหมุนป้อมปืนให้หันไปในทิศทางที่ต้องการทราบค่าแทน และใช้ Incremental Encoder รุ่น Omron E6A2-CWZ3C ในการตรวจจับทิศทางปืน [17]

4. อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

บทความนี้ได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาระบบงานป้องกันภัยทางอากาศระดับยุทธวิธีที่นำมาใช้งานทดแทนระบบการทำงานเดิมที่มีอยู่ โดยตัดขั้นตอนการทำงานที่ยุ่งยากซับซ้อนของระบบเดิม แล้วแทนที่ด้วยเทคโนโลยีใหม่และข้อมูลประกอบการปฏิบัติการกิจที่สมบูรณ์มากขึ้น เช่นรายละเอียดของอากาศยาน สภาพการแจ้งเตือนภัยทางอากาศ สภาพความพร้อมพร้อมป้องกันทางอากาศ สภาพการควบคุมการยิง และ สภาพความพร้อมรบของหน่วยยิง เป็นต้น ระบบใหม่ทำให้ผู้บังคับบัญชาของหน่วยทหารในระดับกองพัน กองร้อย และหน่วยยิงสามารถล่วงรู้สถานการณ์และสถานภาพของหน่วยต่างๆ ในสนามรบ

เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อการปฏิบัติการกิจของกองพันทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยานได้มากขึ้น การต่อ ยอดระบบสามารถกระทำได้หลายประการเช่นการเชื่อมต่อกับเรดาร์ประเภทอื่นๆ การทำงานร่วมกับอุปกรณ์ Smart Phone การสร้างเครือข่ายแบบ Fault-Tolerant การแลกเปลี่ยนข้อมูลกับระบบ C4I และการสร้างแบบจำลองสามมิติของอาคารในพื้นที่รับผิดชอบ เป็นต้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหน่วยบัญชาการป้องกันภัยทางอากาศกองทัพบกที่สนับสนุนงบประมาณเริ่มต้นและข้อมูลการดำเนินการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง บริษัท เอไอเอ็กซ์ อินโฟซิส จำกัด สำหรับการสนับสนุนด้านฮาร์ดแวร์และงบประมาณเพิ่มเติมจนโครงการสามารถใช้งานได้จริง และกองพัน

ทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยานที่ 25 และ 6 ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย

6. บรรณานุกรม

- (1) Wikipedia, 2017. Internet of Things. (Online) https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things.
- (2) พลเรือเอก ทวีวุฒิ พงศ์พิพัฒน์, 2555. เรือรบยุคใหม่กับการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง(NCO). นาวิกศาสตร์. 12: 23.
- (3) C4I.org, 2003.What is C4I? (Online) <http://www.c4i.org/whatisC4i.html>.
- (4) นกุล ทวีศักดิ์, 2543. การพัฒนาโปรแกรมต้นแบบเพื่อการกรองข้อมูลและจัดความซ้ำซ้อนของอากาศยานในพื้นที่ของระบบเรดาร์หลายเครื่อง. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (5) พ.ท.ผเดิม หนึ่งสือ และคณะ, 2552. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการจ้างวิเคราะห์ความต้องการข้อมูลที่จะใช้อ่านรายการยุทธของกองทัพไทย เอกสารส่งมอบเล่มที่ 1 : ภาพรวมของโครงการ.
- (6) พ.ท.ผเดิม หนึ่งสือ และคณะ, 2552. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการจ้างวิเคราะห์ความต้องการข้อมูลที่จะใช้อ่านรายการยุทธของกองทัพไทย เอกสารส่งมอบเล่มที่ 4 : ความต้องการข้อมูลที่จะใช้แลกเปลี่ยนในการอ่านรายการยุทธของกองทัพไทย.
- (7) Sanders, A Lockheed Company, 1988. IWD System Operation and Maintenance Instructions for Self-Propelled or Towed Vulcan. P/N 4038607, USA.
- (8) อภิชาติ พะวงผล, 2544. การพัฒนาระบบประเมินภัยคุกคามจากข้อมูลติดตามอากาศยานเพื่อการแจ้งเตือนภัยทางอากาศของกองทัพบก. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (9) ศักดิ์ชัย พงคพนาไกร, 2543. การพัฒนาระบบแจ้งเตือนและป้องกันภัยทางอากาศสำหรับ ร้อย ปตอ. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (10) Bing Maps Platform. (Online) https://en.wikipedia.org/wiki/Bing_Maps_Platform
- (11) กรมแผนที่ทหาร. (Online) <https://www.rtsd.mi.th/main/ประชาสัมพันธ์/หน้าแรก/>.

- (12) Department of Defense, 2008. Common Warfighting Symbolology MIL-STD-2525C. USA.
- (13) สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552. ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์. กรุงเทพฯ : บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง.
- (14) National Aeronautics and Space Administration. NASA WorldWind. (Online) <https://worldwind.arc.nasa.gov/>.
- (15) MBed.org, mbed LPC1768. (Online) <https://developer.mbed.org/platforms/mbed-LPC1768/>.
- (16) u-blox.com, UBX-M8030 u-blox M8 concurrent GNSSchips (Online) [https://evk-download.u-blox.com/images/downloads/Product_Docs/UBX-M8030_ProductSummary_\(UBX-13002862\).pdf](https://evk-download.u-blox.com/images/downloads/Product_Docs/UBX-M8030_ProductSummary_(UBX-13002862).pdf).
- (17) Omron, Rotary Encoder (Incremental). (Online) <http://www.omron-pro.ru/doc/sensor/encoder/e6a2.PDF>.

