

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายเซลลูลาร์ ในการติดตามอากาศยานสำหรับการค้นหาและช่วยชีวิต

Geo-Informatics and Communications via Cellular Networks in Aircraft Tracking for Search and Rescue: An Application

^{1*} ชัญญาวจน์ สติภัทรสมบัติ และ ^{2#} ภูมิพัฒน์ ดวงกลาง

^{1,2} กองการศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

^{1*} Chanyawat Sathidbhattarasombad and ^{2#} Phummipat Daungklang

^{1,2} Faculty of Academic, Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy

Received : April, 22 2021

Revised : June, 15 2021

Accepted : June, 22 2021

*chanyawat_s@rtaf.mi.th, #phummipat_d@rtaf.mi.th

บทคัดย่อ

การใช้เรดาร์เพื่อการตรวจจับอากาศยานที่ระดับความสูงไม่มากนักมีข้อจำกัดในเรื่องการบดบังของภูมิประเทศ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ไม่สามารถทราบพิกัดที่แน่นอน ในกรณีเกิดเหตุการณ์ที่อากาศยานขาดการติดต่อที่ระดับความสูงไม่มากหรือเกิดอุบัติเหตุอากาศยานตก จึงส่งผลให้หาค้นหาและช่วยชีวิตต้องทำการค้นหาในพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง และทำให้การค้นหาใช้เวลานาน ค่าใช้จ่าย และไม่ทันการณ์ ดังนั้น การติดตามตำแหน่งของอากาศยานของกองทัพอากาศจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องติดตาม ตรวจสอบ และเฝ้าระวังตลอดเวลา

จากปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศร่วมกับการรับส่งข้อมูลพิกัดของอากาศยานผ่านระบบเครือข่ายเซลลูลาร์ เพื่อการติดตามอากาศยานของกองทัพอากาศ โดยใช้อุปกรณ์ระบุตำแหน่งแบบพกพา (GPS Tracker) พร้อมติดตั้งซิมการ์ดหรือใช้โทรศัพท์สมาร์ทโฟน สำหรับการส่งข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ตั้งแต่อากาศยานเริ่มทำการบินจนเสร็จสิ้นภารกิจการบิน ซึ่งข้อมูลฯ ดังกล่าวจะถูกส่งผ่านเครือข่ายเซลลูลาร์ด้วย GPRS Protocol ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่ติดตั้งระบบ Traccar เพื่อทำการประมวลผลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการจัดเก็บและแสดงผลร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และจะถูกส่งต่อไปยัง Web Server ผ่าน Web Socket API เพื่อแสดงผลให้ผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องทราบบน Web Application ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบฯ ดังกล่าวร่วมกับอากาศยานของกองทัพอากาศจำนวน 4 แบบ ได้แก่ AU-23, DA-42, Bell-412 และ F-16 A/B จากผลการทดสอบทำให้ทราบว่าระบบฯ มีประสิทธิภาพในการตรวจจับอากาศยานที่ระดับความสูงที่ถูกบดบังจากภูมิประเทศ สามารถสนับสนุนภารกิจการค้นหาและช่วยชีวิตได้

คำสำคัญ: เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ, เครือข่ายเซลลูลาร์, การติดตามอากาศยาน, การค้นหาและช่วยชีวิต

Abstract

Obscuring terrain is indeed disadvantageous to low-altitude aircraft detection with radars, because of which the exact position of aircraft in case of lost contact at low altitude or accidents cannot be determined. Search and rescue teams must therefore unnecessarily operate in wide areas. Too much time is then unavoidably spent,

which could lead to unexpected casualties occasionally. Thus, while being deployed in mission areas, military aircraft should be tracked continuously.

For this reason, we propose an application of Geo-Informatics and communications via cellular networks for tracking RTAF's aircraft: during every flight, GPS trackers which are equipped with SIM cards or registered smartphones send information about aircraft's positions, using the GPRS protocol, to a server on which the Traccar system is installed. The server then processes the received information into a form suitable for storing and being displayed together with Geo-Informatics system. Eventually, the processed information is forwarded a Web Server to be shown to the personnel concerned on a Web application. As for the evaluation, tests were performed on 4 types of aircraft, namely AU-23, DA-42, Bell-412, and F-16 A/B. As the result, we conclude that the proposed application can track aircraft at low altitude and thus support search and rescue missions.

Keywords: Geo-Informatics, Cellular Network, Aircraft Tracking, Search and Rescue

1. บทนำ

ปัจจุบันกองทัพอากาศมีแนวทางการพัฒนาระบบงานต่าง ๆ ให้อยู่บนพื้นฐานการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลางเพื่อความสะดวกในการบูรณาการและแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างหน่วยงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการบัญชาการและควบคุม (Command and Control) ซึ่งมีความจำเป็นต้องบูรณาการระบบการตรวจจับ (Sensor) ของกองทัพอากาศให้มีความพร้อมปฏิบัติการกิจอย่างมีประสิทธิภาพ และหนึ่งในเทคโนโลยีที่มีความสำคัญต่อการใช้เป็นเครื่องมือในการบูรณาการข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ คือ เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics) เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ใช้สำหรับการบริหารจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และภารกิจทางทหารก็ส่วนแล้วแต่มีความเกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นการปฏิบัติการกิจการบินในด้านต่าง ๆ รวมถึงภารกิจการค้นหาและช่วยชีวิตที่ใช้การตรวจจับและติดตามอากาศยานจากเรดาร์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) เป็นต้น

ในส่วนของการตรวจจับและติดตามอากาศยานด้วยเรดาร์นั้น ยังมีข้อจำกัดในการตรวจจับอากาศยานที่ระดับความสูงที่ถูกบดบังจากภูมิประเทศ เช่น กรณีที่อากาศยานเกิดอุบัติเหตุและขาดการติดต่อในพื้นที่ที่เป็นป่าและภูเขา ทำให้ไม่สามารถทราบพิกัดที่แน่นอน ส่งผลให้ชุดค้นหาและช่วยชีวิตต้องทำการค้นหาในพื้นที่ที่เป็นบริเวณกว้าง การหาจุดที่อากาศยานตกเป็นไปด้วยความล่าช้า ไม่ทันการณ์ และอาจส่งผลถึงการช่วยชีวิตของผู้ประสบภัยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ประกอบกับการติดตามระบุดาแห่งของยานพาหนะทางยุทธการและบุคคล เมื่อเดินทางไปปฏิบัติการกิจในพื้นที่ดังกล่าว เป็นสิ่งจำเป็นที่หน่วยควบคุมและสั่งการต้องทราบเพื่อติดตามสถานการณ์ และใช้ประกอบการตัดสินใจได้อย่างทันท่วงที

จากข้อจำกัดของการใช้เรดาร์ในการตรวจจับและติดตามอากาศยานในระดับความสูงที่ถูกบดบังด้วยภูมิประเทศ ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อการติดตามอากาศยานของกองทัพอากาศ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจจับให้ครอบคลุมในทุกระดับชั้นความสูง โดยนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยี GPS Tracking ที่จะทำให้ทราบพิกัดที่แน่นอนของอากาศยานที่ระดับความสูงที่ไม่มากได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ รวมถึงจะเป็นการเพิ่มศักยภาพเพื่อให้ระบบบัญชาการและควบคุมสามารถทราบพิกัดของอากาศยานตลอดเวลา ส่งผลให้การปฏิบัติการกิจ เช่น การค้นหาและช่วยชีวิต สามารถกระทำได้อย่างรวดเร็วมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งเน้นเพิ่มศักยภาพการตรวจจับอากาศยานในระดับความสูงที่ถูกบังคับจากภูมิประเทศสำหรับการกิจการค้นหาและช่วยชีวิตให้สามารถกระทำได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ รวมถึงเพิ่มศักยภาพด้านระบบบัญชาการและควบคุมในการติดตามอากาศยานของกองทัพอากาศให้มีขีดความสามารถในการปฏิบัติการบนพื้นฐานที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง โดยผู้วิจัยพัฒนาโปรแกรมเพื่อติดต่อสื่อสารและส่งข้อมูลตำแหน่งพิกัดของอากาศยานผ่านผู้ให้บริการเครือข่ายเซลลูลาร์ และใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการแสดงผลการติดตามอากาศยาน

3. ขอบเขตงานวิจัย

ผู้วิจัยพัฒนาโปรแกรมโดยการรับส่งข้อมูลพิกัดของอากาศยานผ่านผู้ให้บริการเครือข่ายเซลลูลาร์ภายในประเทศเท่านั้น ซึ่งไม่ครอบคลุมการให้บริการนอกประเทศ รวมถึงบริเวณในประเทศที่ไม่อยู่ในพื้นที่การให้บริการ

4. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 หลักการการค้นหาและช่วยชีวิตของกองทัพอากาศ

กองทัพอากาศจะปฏิบัติการใช้กำลังทางอากาศตามขีดความสามารถที่มีอยู่ทั้งในระดับยุทธศาสตร์และยุทธวิธี เช่น การโจมตีทางยุทธศาสตร์ การต่อต้านทางอากาศและภาคพื้น การต่อต้านทางทะเล การลำเลียงทางอากาศ การลาดตระเวน และเฝ้าตรวจ รวมถึงการค้นหาและช่วยชีวิต เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้สามารถบรรลุภารกิจทางทหารได้อย่างครอบคลุมทั้งภารกิจการสงคราม และปฏิบัติการทางทหารที่มีใช้สงคราม (MOOTW) [1]

จากการปฏิบัติการทางอากาศยุทธวิธีของกองทัพอากาศที่ใช้อากาศยานในทางกรรบและมีใช้การรบนั้น อาจเกิดความสูญเสียได้ทุกเมื่อ ดังนั้นการช่วยเหลือนักบินและเจ้าหน้าที่ประจำอากาศยานที่เกิดอุบัติเหตุให้ปลอดภัยจะเป็นการลดความสูญเสีย เพิ่มขวัญกำลังใจ และความเชื่อมั่นให้แก่ผู้ประสบเหตุ อีกทั้งนักบินและเจ้าหน้าที่ประจำอากาศยานจะมีหลักประกันแห่งความปลอดภัยในระดับหนึ่งเมื่อต้องปฏิบัติการในอากาศ จะเห็นได้ว่าภารกิจการช่วยเหลือและกู้ภัยจึงเป็นภารกิจที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการปฏิบัติการทางอากาศของกองทัพอากาศ [1]

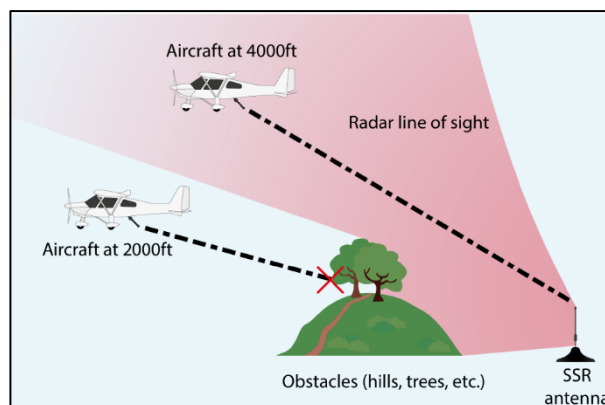
การค้นหาและช่วยชีวิตในพื้นที่ที่ยากต่อการเข้าถึง เช่น พื้นที่ป่าเขา นั้น เป็นภารกิจที่ย่งยาก ซับซ้อน และเสี่ยงต่อการสูญเสียเป็นอย่างยิ่ง ต้องมีการพิจารณาการใช้อากาศยานร่วมกันหลายประเภท และมีหน่วยในการสนับสนุนภารกิจหลายหน่วย การที่จะปฏิบัติการค้นหาและช่วยชีวิตให้ได้ผลสำเร็จด้วยดีจึงขึ้นอยู่กับการตัดสินใจและการวางแผนที่ดีของผู้มีหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง และผู้ปฏิบัติทุกฝ่ายจะต้องประสานงานกันเป็นอย่างดี มีวิธีการปฏิบัติที่เหมาะสม และพร้อมที่จะเผชิญกับเหตุการณ์ต่าง ๆ

จากการศึกษาการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาและช่วยชีวิต สรุปได้ว่าการติดตามและค้นหาตำแหน่งสุดท้ายของอากาศยานที่เกิดอุบัติเหตุมีความสำคัญต่อการช่วยชีวิตของผู้ประสบภัยอย่างยิ่ง ซึ่งหากทราบข้อมูลพิกัดที่แม่นยำและรวดเร็ว จะส่งผลให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในการช่วยชีวิตสามารถส่งความช่วยเหลือไปยังผู้รอดชีวิตได้อย่างทันทั่วถึง และสามารถลดความสูญเสียอันเกิดจากอุบัติเหตุได้ [1] อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันการที่จะทราบตำแหน่งของอากาศยานที่แม่นยำได้นั้นเป็นไปได้ยาก โดยเฉพาะกรณีที่อากาศยานเกิดอุบัติเหตุในบริเวณที่เป็นป่าและภูเขา เนื่องจากข้อจำกัดของเรดาร์ที่สามารถตรวจจับอากาศยานได้ที่ระดับความสูงที่ไม่ถูกบังคับจากภูมิประเทศเท่านั้น ทำให้ทีมค้นหาต้องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่กว้างและต้องใช้เวลายาวนาน

4.2 เทคโนโลยีการติดตามอากาศยาน

เทคโนโลยีการติดตามอากาศยานในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่อยู่ในกลุ่ม Secondary Surveillance Radar (SSR) เช่น Automatic Dependent System-Broadcast (ADS-B), Mode-S [2] โดย SSR สามารถรับข้อมูลพิกัด ความสูงของอากาศยานจากอุปกรณ์ Transponder ที่ติดตั้งในอากาศยาน ซึ่งส่งสัญญาณคลื่นวิทยุตอบกลับมาจาก

ได้รับคลื่นวิทยุจาก SSR ทั้งนี้ เทคโนโลยี SSR ได้ถูกใช้โดยหน่วยงานในประเทศไทยด้วย เช่น บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด [3] อย่างไรก็ตาม หากเสาอากาศของ SSR ตั้งอยู่บริเวณที่ Line of Sight หรือเส้นตรงที่ลากจากเสาอากาศไปยังอากาศยาน ถูกบดบังจากภูมิประเทศ (รูปที่ 1 [2]) ซึ่งมักจะเกิดจากการที่อากาศยานทำการบินในระดับที่ไม่สูงมาก จะทำให้มีข้อจำกัดในการรับส่งข้อมูล กล่าวคือ การรับส่งข้อมูลมีความไม่ต่อเนื่อง [2]



รูปที่ 1 ข้อจำกัดของการติดตามอากาศยานด้วย SSR

4.3 เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics)

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยการบูรณาการองค์ความรู้และเทคโนโลยีด้านการรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing : RS) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) และระบบการกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Navigation Satellite System: GNSS) เข้าด้วยกัน [4] ซึ่งในปัจจุบัน เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GNSS) ได้เข้ามามีบทบาทและเกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตประจำวัน โดยจะเห็นได้จากจำนวนที่มากขึ้นและพัฒนาการแบบก้าวกระโดดของโปรแกรมประยุกต์ (Application) รวมถึงแพลตฟอร์ม (Platform) ที่เกี่ยวข้องกับการระบุตำแหน่งบนพื้นโลก เช่น การติดตามเป้าหมาย การค้นหาตำแหน่ง และการนำทางของผู้ขับขี่ยานพาหนะ เป็นต้น โดยโปรแกรมที่ได้รับความนิยมจากผู้ใช้งานทั่วไป ได้แก่ Google Maps นอกจากนี้ในส่วนของผู้ใช้งานระดับองค์กรยังมีแพลตฟอร์มที่สามารถนำมาติดตั้งใช้งานแบบไม่เสียค่าใช้จ่าย ได้แก่ ระบบ Traccar [5] ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้ระบบดังกล่าวสำหรับทดลองรับส่งข้อมูลระหว่างภาคอากาศและภาคพื้น โดยใช้อุปกรณ์ระบุและส่งข้อมูลตำแหน่งแบบพกพา (GPS Tracker) รุ่น AT6 3G Asset GPS Tracker (รูปที่ 2) [6] ในการส่งข้อมูลพิกัดมายังเครื่องแม่ข่าย (Server) ของระบบ Traccar ผ่านรูปแบบ GPRS protocol ดังตัวอย่างในรูปที่ 3 [7, 8] ซึ่งก่อนการใช้งานจะต้องทำการตั้งค่าตามที่ระบุไว้ในคู่มือการใช้งานให้เรียบร้อย นอกจากนี้ในกรณีที่ต้องการใช้โทรศัพท์สมาร์ทโฟนแทนอุปกรณ์ GPS Tracker ผู้ใช้งานสามารถติดตั้งแอปพลิเคชัน Traccar Client ได้ ซึ่งในปัจจุบันรองรับทั้งระบบปฏิบัติการ iOS และ Android



รูปที่ 2 GPS Tracker (AT6 3G Asset GPS Tracker)

Description of field content										
keywords	time	Cell phone number			latit ude	S / N	Lo ng it ude	E/W	Sp ee d	direction /request address
,001	,0809231929	,13554900601	F/L	A/V		S / N		E/W		360.00/1

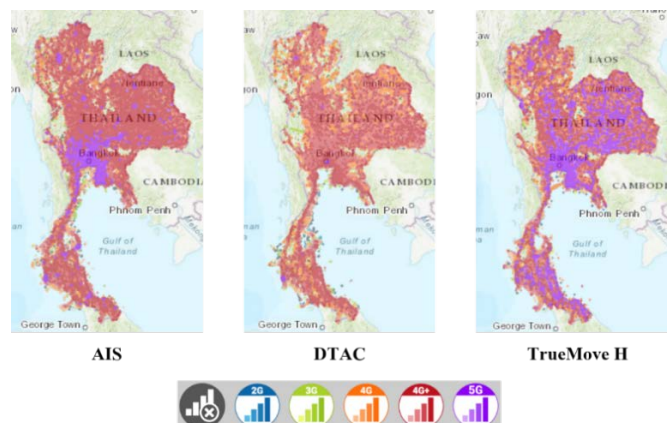
Continued access					
Altitude	ACC state	Door State	First fuel sensor	Second fuel sensor	Temperature
	1	1			;

1. . acc
For example:
 imei:353451044508750,001,0809231929,13554900601,F,055403.000,A,2233.1870,N,11354.3067,E,0.00,30.1,65.43,1.0,10.5%,0.0%,28;

รูปที่ 3 รูปแบบการสื่อสารข้อมูล GPRS Protocol

4.4 การสื่อสารระหว่างภาคพื้นและภาคอากาศ

ในส่วนของการสื่อสารข้อมูลพิกัดตำแหน่งระหว่างภาคพื้นและภาคอากาศ ผู้วิจัยได้เลือกใช้บริการเครือข่ายเซลลูลาร์จากผู้ให้บริการ AIS, DTAC และ TrueMove H ซึ่งมีพื้นที่การให้บริการตามแผนที่แสดงความครอบคลุมของเครือข่าย (รูปที่ 4) [9]



รูปที่ 4 แผนที่แสดงความครอบคลุมของเครือข่าย AIS, DTAC และ TrueMove H

การประยุกต์ใช้เครือข่ายเซลลูลาร์ในการติดตามเป้าหมาย ได้แก่ บุคคล ยานพาหนะ ตลอดจนอากาศยาน ถือได้ว่าเป็นหัวข้อที่นักวิจัยได้ให้ความสำคัญอย่างมาก ยกตัวอย่างเช่นงานวิจัยเรื่อง GPS/GSM Based Low Altitude Rotary Wing Aircraft Tracking System ที่นำเสนอระบบติดตามอากาศยานปีกหมุนที่ทำการบินบนระดับความสูงที่ไม่มาก เช่น เฮลิคอปเตอร์ ด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี GPS tracking และเทคโนโลยี GSM ซึ่งในงานวิจัยดังกล่าวได้เสนอให้นำ GPS module และ SIM900 GSM module มาเชื่อมต่อกับ Arduino เพื่อรับข้อมูลพิกัดภูมิศาสตร์ของเฮลิคอปเตอร์ผ่านทาง GPS module แล้วส่งข้อมูลไปยังผู้ใช้งานโดยใช้ SIM900 GSM module ผ่านเครือข่าย GSM และข้อมูลพิกัดจะถูกนำเสนอบนแอปพลิเคชัน Google Maps [10]

นอกจากนี้งานวิจัยเรื่อง Tracking Light Aircraft with Smartphones at Low Altitudes ที่มีวัตถุประสงค์ในการนำโทรศัพท์สมาร์ทโฟนมาใช้เป็น Transponder ของอากาศยานขนาดเล็ก เช่น Microlight aircraft, Ultralight aircraft หรือ Gyrocopters สำหรับพัฒนาระบบติดตามอากาศยานที่ระดับความสูงที่ไม่มาก เพื่อแก้ไขปัญหาคือข้อจำกัดของเรดาร์ในการติดตามอากาศยานในพื้นที่ที่มีการบดบังของภูมิประเทศ โดยได้จัดทำแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์สมาร์ทโฟน และใช้เทคโนโลยี GPS ของโทรศัพท์สมาร์ทโฟน สำหรับการส่งข้อมูลพิกัดภูมิศาสตร์, ความสูง, ความเร็ว รวมถึงส่งข้อมูลเหล่านี้ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) ผ่านเครือข่ายเซลลูลาร์ [2]

5. การดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายเซลลูลาร์ในการติดตามอากาศยานสำหรับการค้นหาและช่วยชีวิต โดยได้ดำเนินการตามแนวทาง System Development Life Cycle (SDLC) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1 กำหนดปัญหา

ตำแหน่งพิกัดของอากาศยานสุดท้ายถือได้ว่าเป็นความสำคัญที่สุดสำหรับทีมค้นหาและช่วยชีวิต ซึ่งหากทราบตำแหน่งที่แน่นอนและแม่นยำ จะทำให้การส่งความช่วยเหลือไปยังผู้รอดชีวิตเป็นไปอย่างทันที่ และลดความสูญเสียได้อีกทั้งการวางแผนค้นหาและช่วยชีวิตที่เป็นระบบจะทำให้การประสานสอดคล้องระหว่างหน่วยงานเป็นไปด้วยความราบรื่น ดังนั้น หัวใจสำคัญของการพัฒนาระบบงาน คือ ระบบจะต้องอำนวยความสะดวกให้ทีมงานค้นหาและช่วยชีวิตทราบพิกัดสุดท้ายของอากาศยานได้อย่างแม่นยำที่สุด รวมถึงระบบจะต้องสนับสนุนการวางแผนและรายงานการปฏิบัติงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้การทำงานเป็นระบบมากขึ้น

5.2 การวิเคราะห์

จากข้อจำกัดของเรดาร์ที่กล่าวมาแล้วในข้อ 4.2 ส่งผลให้ต้องค้นหาอากาศยานที่เกิดอุบัติเหตุเป็นพื้นที่บริเวณกว้าง ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ไขข้อจำกัดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อทำการประยุกต์ใช้เครือข่ายเซลลูลาร์ที่มีโครงข่ายครอบคลุมมากกว่าทดแทนเรดาร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามอากาศยานในระดับต่ำ โดยผู้ใช้งานมีความต้องการใน 2 ประเด็นหลัก ดังนี้

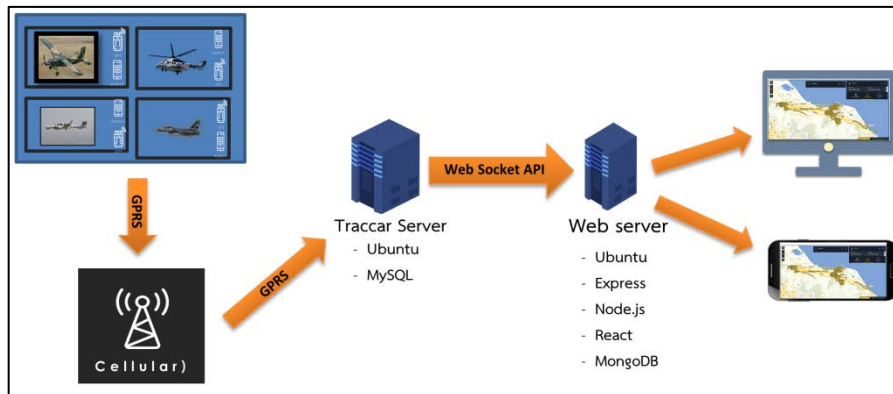
5.2.1 สถานการณ์ปกติ ผู้ใช้งานจะต้องทราบการเคลื่อนไหวของอากาศยานที่ติดตั้งอุปกรณ์ GPS Tracker และโทรศัพท์สมาร์ทโฟนที่ลงทะเบียนใช้งาน โดยสามารถแสดงภาพรวมของอากาศยานที่อยู่ในระบบได้

5.2.2 สถานการณ์ที่อากาศยานเกิดอุบัติเหตุ ผู้ใช้งานส่วนกลาง (Administrators) จะต้องสามารถทราบถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยระบบจะทำการเปลี่ยนแปลงสัญลักษณ์ที่แสดงบนแผนที่ ทำให้เมื่ออากาศยานเกิดอุบัติเหตุ เจ้าหน้าที่จะสามารถทราบตำแหน่งสุดท้าย และแจ้งให้หน่วยที่เกี่ยวข้องรับทราบต่อไปได้อย่างรวดเร็ว

5.3 การออกแบบ

จากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบ ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการติดตามอากาศยาน ซึ่งสามารถสรุปได้ใน 2 ประเด็นหลัก ดังนี้

5.3.1 สถาปัตยกรรมของระบบ ภาพรวมของระบบจะเป็นไปตามรูปที่ 5 อธิบายได้ดังนี้



รูปที่ 5 สถาปัตยกรรมของระบบ

1) อุปกรณ์ระบุตำแหน่งแบบพกพา (GPS Tracker) พร้อมติดตั้งซิมการ์ด จะถูกตั้งค่าการรับส่งข้อมูลผ่าน GPRS Protocol (รูปที่ 3) รวมถึงต้องลงทะเบียนก่อนการนำมาใช้งานร่วมกับระบบ และเมื่อทำการลงทะเบียนใช้งานเรียบร้อยแล้ว อุปกรณ์จะทำการส่งข้อมูลพิกัดผ่านระบบเครือข่ายเซลลูลาร์ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่ติดตั้งระบบ Traccar ในทุก ๆ 5 วินาที (สามารถปรับรอบการส่งข้อมูลได้ตามความเหมาะสม) และในกรณีที่ผู้ใช้โทรศัพท์สมาร์ทโฟนผู้ใช้งานจะต้องติดตั้งแอปพลิเคชัน Traccar Client พร้อมกับตั้งค่าการรับส่งข้อมูลตามที่แอปพลิเคชันดังกล่าวกำหนด รวมถึงต้องนำโทรศัพท์สมาร์ทโฟนมาลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบด้วย

2) เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายของระบบ Traccar ได้รับข้อมูลพิกัดจากอุปกรณ์ GPS Tracker หรือโทรศัพท์สมาร์ทโฟน ระบบ Traccar จะทำการประมวลผลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการจัดเก็บและแสดงผลร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการจัดเก็บข้อมูลในระบบ Traccar ผู้วิจัยได้เลือกกระบวนฐานข้อมูล MySQL สำหรับจัดเก็บข้อมูลพิกัดตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ผ่านการประมวลผลแล้ว

3) ในส่วนของระบบติดตามอากาศยาน จะทำการพัฒนาระบบในรูปแบบ Web Application ที่จะทำการเชื่อมโยงข้อมูลตำแหน่งอุปกรณ์ GPS Tracker หรือโทรศัพท์สมาร์ทโฟนผ่าน Web Socket API ของระบบ Traccar ซึ่งมีโครงสร้างข้อมูลตามตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 6 พร้อมทั้งทำการแสดงผลข้อมูลพิกัดตำแหน่งไปบนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้อง โดยการพัฒนาในส่วนนี้ผู้วิจัยได้เลือกออกกระบวนโดยใช้ระบบปฏิบัติการ Ubuntu เวอร์ชัน 18.04, ใช้ Express เป็น Web Server, ใช้ Node.js สำหรับการพัฒนา Back-end, ใช้ React สำหรับการพัฒนา Front-end และใช้ระบบฐานข้อมูล MongoDB สำหรับจัดเก็บข้อมูลพิกัดตำแหน่งจากอุปกรณ์ GPS Tracker และโทรศัพท์สมาร์ทโฟน ตลอดจนจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับทั้งระบบฯ

```
[{"id": 0, "deviceId": 0, "protocol": "string", "deviceTime": "2019-08-24T14:15:22Z",
  "fixTime": "2019-08-24T14:15:22Z", "serverTime": "2019-08-24T14:15:22Z", "outdated": true,
  "valid": true, "latitude": 0, "longitude": 0, "altitude": 0, "speed": 0, "course": 0, "address": "string",
  "accuracy": 0, "network": {}, "attributes": {}}]
```

รูปที่ 6 โครงสร้างข้อมูล Application Program Interface (API)

5.3.2 ส่วนโปรแกรมประยุกต์สำหรับผู้ใช้งาน เป็นส่วนที่พัฒนาสำหรับให้ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูข้อมูลการติดตามอากาศยานผ่าน Web Application จากคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์พกพา โดยโปรแกรมฯ จะมีฟังก์ชันการใช้งานโดยสรุป ดังนี้

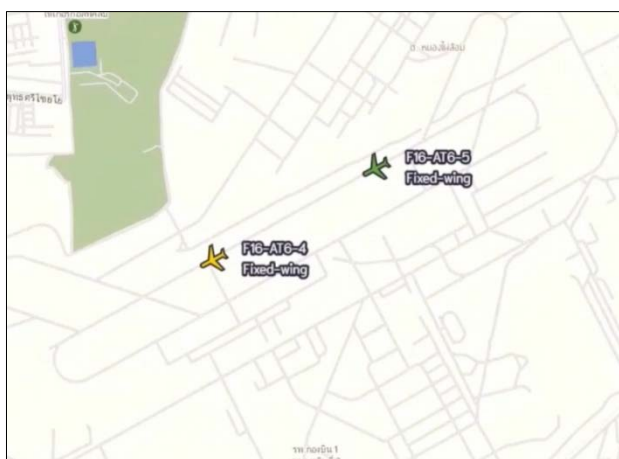
1) การลงทะเบียนอุปกรณ์ เป็นฟังก์ชันที่เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องทำการลงทะเบียนอุปกรณ์ GPS Tracker รวมถึงโทรศัพท์มือถือ

2) การติดตามอากาศยาน ผู้ใช้งานสามารถติดตามอากาศยานแบบ Near Real Time โดยอุปกรณ์ GPS Tracker หรือโทรศัพท์มือถือ (ที่ผ่านการลงทะเบียนใช้งาน) จะส่งตำแหน่งมาระบบฯ ตามวงรอบที่กำหนด (เบื้องต้นกำหนดไว้ทุก ๆ 5 วินาที) ซึ่งผู้ใช้งานสามารถทราบสถานะอากาศยานจากสีที่แสดง โดยแต่ละสีมีความหมายดังต่อไปนี้ (ตัวอย่างการแสดงผลตามรูปที่ 7)

- สีเขียว หมายถึง อากาศยานอยู่ในสถานะปกติ มีการส่งสัญญาณมายังภาคพื้นตลอดเวลา

- สีส้ม หมายถึง อากาศยานอยู่ในสถานะที่ต้องเฝ้าระวัง อันเนื่องมาจากมีการขาดหายของสัญญาณจากเครือข่ายเซลล์ลูลาร์ ซึ่งเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานส่วนกลาง จำเป็นต้องทำการตรวจสอบสถานะของอากาศยานผ่านระบบเรดาร์ควบคู่กันไป

- สีแดง หมายถึง อากาศยานประสบอุบัติเหตุหรือเกิดเหตุฉุกเฉิน เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานส่วนกลางคอยตรวจสอบสถานะของอากาศยานที่เป็นสีส้มร่วมกับระบบเรดาร์ และในกรณีที่ตรวจพบหรือยืนยันได้ว่าอากาศยานเกิดอุบัติเหตุ เจ้าหน้าที่จะเปลี่ยนสถานะของอากาศยานจากสีส้มเป็นสีแดง พร้อมกับนำเสนอเตือนภัยที่ตรวจพบกับผู้บังคับบัญชาให้สั่งการหน่วยเกี่ยวข้องในการปฏิบัติการกักกันและช่วยชีวิตต่อไป



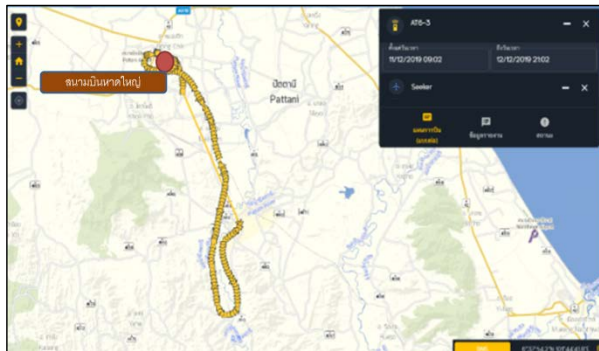
รูปที่ 7 การแสดงสถานะของอากาศยานโดยใช้สี

3) การตรวจสอบประวัติการเดินทางของอากาศยาน ผู้ใช้งานสามารถใช้ฟังก์ชันในส่วนนี้เพื่อเรียกดูประวัติการเดินทางของอากาศยานได้

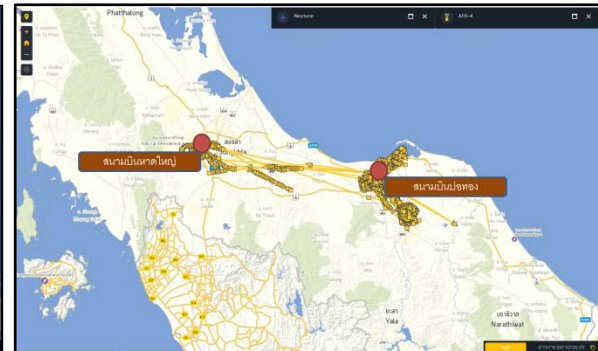
4) การวางแผนการค้นหาและช่วยชีวิตผู้ประสบเหตุ ฟังก์ชันนี้จะเป็นเครื่องมือพื้นฐานการใช้งานเกี่ยวกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่จะอำนวยความสะดวกให้กับเจ้าหน้าที่ในการวางแผนการปฏิบัติในการค้นหาและช่วยชีวิต

5.4 การพัฒนาและทดสอบ

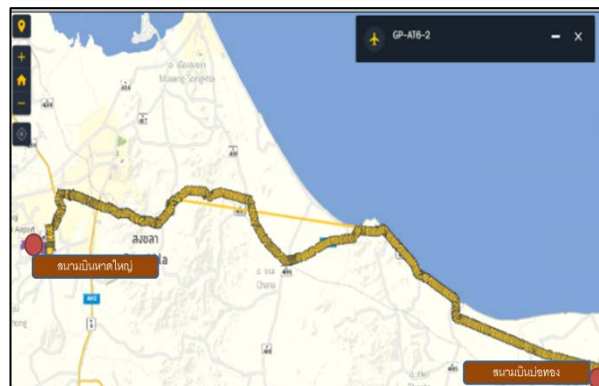
เป็นขั้นตอนการเขียน โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการติดตามอากาศยาน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบตามผลการวิเคราะห์ระบบในข้อ 5.2 และการออกแบบสถาปัตยกรรมที่ได้ระบุในข้อ 5.3 ซึ่งเมื่อพัฒนาระบบฯ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการใช้งานร่วมกับอากาศยานของกองทัพอากาศ ได้แก่ AU-23, DA-42, Bell-412 และ F-16 A/B และได้ผลการทดสอบการใช้งานระบบฯ ร่วมกับอากาศยานทั้ง 4 แบบตามรูปที่ 8 - 11 ตามลำดับ



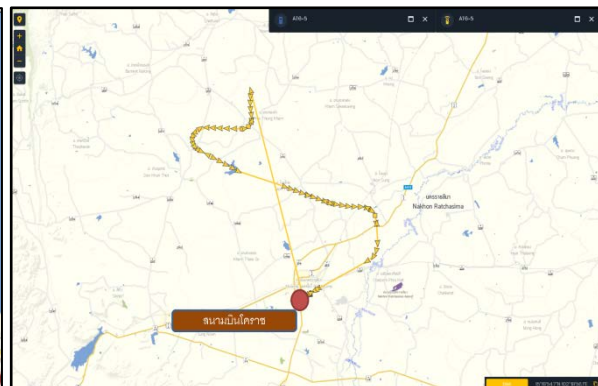
รูปที่ 8 ผลการบินทดสอบร่วมกับ AU-23



รูปที่ 9 ผลการบินทดสอบร่วมกับ DA-42



รูปที่ 10 ผลการบินทดสอบร่วมกับ Bell-412



รูปที่ 11 ผลการบินทดสอบร่วมกับ F-16 A/B

นอกจากนี้ยังได้มีการจัดเก็บข้อมูลที่ได้คาดว่าจะป็นปัจจัยที่มีผลต่อความต่อเนื่องในการรับส่งสัญญาณระหว่างภาคอากาศและภาคพื้น โดยข้อมูลดังกล่าวประกอบด้วย ระยะความสูงจากพื้นที่ทำการบินในการปฏิบัติการกิจ ความเร็วที่ใช้ในการบิน ระยะความสูงที่สัญญาณขาดหายหลังอากาศยานขึ้นบิน เวลาที่สัญญาณขาดหายหลังอากาศยานขึ้นบิน ระยะความสูงที่ตรวจจับสัญญาณได้ก่อนอากาศยานลงจอด และเวลาที่ตรวจจับสัญญาณได้ก่อนอากาศยานลงจอด โดยมีสรุปผลการทดสอบระบบตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลสรุปผลการทดสอบระบบด้วยการบินร่วมกับอากาศยาน

แบบอากาศยาน	จำนวนเที่ยวบิน	จำนวนชม.บินทดสอบ (ชม.)	ระยะความสูงเฉลี่ยที่ทำการบินจากพื้น (ฟุต)	ความเร็วโดยเฉลี่ย (น็อต)	ระยะความสูงเฉลี่ยที่สัญญาณขาดหายหลัง Take off (ฟุต)	เวลาเฉลี่ยที่สัญญาณขาดหายหลัง Take off	ระยะความสูงเฉลี่ยที่ตรวจจับได้ก่อน Landing (ฟุต)	เวลาเฉลี่ยที่ตรวจจับสัญญาณได้ก่อน Landing
F-16 A/B	9	5.25	20,000-30,000	350-420	1,500 - 2,000	20 - 40 วินาที	1,000 - 2,000	10 - 25 วินาที
DA-42	102	168.4	4,000-6,000	120-150	2,000 - 2,800	20 - 30 นาที	1,800 - 2,500	18 - 25 นาที
BELL-412	47	56.3	1,000 - 2,000	90-110	ตรวจจับได้อย่างต่อเนื่อง	ตรวจจับได้อย่างต่อเนื่อง	ตรวจจับได้อย่างต่อเนื่อง	ตรวจจับได้อย่างต่อเนื่อง
AU-23	71	140.8	1,500-7,000	90-120	2,500 - 3,000	30 - 45 นาที	2,000 - 2,500	25 - 30 นาที

5.5 การติดตั้งระบบ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการติดตามอากาศยานได้ติดตั้งให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงระบบฯ ผ่านเครือข่ายของกองทัพอากาศ โดยติดตั้งไว้ที่กรมข่าวทหารอากาศ

6. ผลการวิจัย

จากผลลัพธ์การทดสอบระบบฯ ร่วมกับอากาศยานของกองทัพอากาศตามตารางที่ 1 จะเห็นว่าอากาศยานที่มีความเร็วสูงอย่าง F-16 A/B ที่ปฏิบัติการในชั้นความสูงมาก ๆ (รูปที่ 11) จะสามารถตรวจจับอากาศยานได้แค่ขณะที่ทำการบินขึ้นที่ระดับความสูงเพียง 1,500 - 2,000 ฟุต และก่อนลงจอดที่ระดับความสูง 1,000 - 2,000 ฟุต เท่านั้น อีกทั้งเวลาที่ตรวจจับในช่วงเวลาที่ทำการบินขึ้นก็เป็นเวลาเพียงช่วงสั้น ๆ คือ 20 - 40 วินาที และเวลาที่ตรวจจับได้ก่อนการลงจอดเพียง 10 - 25 วินาที

ในขณะที่อากาศยานที่ปฏิบัติการในระดับความสูงที่ไม่มากนักและมีความเร็วต่ำอย่างเฮลิคอปเตอร์ BELL-412 (รูปที่ 10) จะสามารถตรวจจับได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้อากาศยานขนาดเล็ก คือ DA-42 และ AU-23 ที่ปฏิบัติการที่ระดับความสูง 4,000 - 6,000 ฟุต และ 1,500 - 7,000 ฟุต ตามลำดับ (รูปที่ 8 และ 9) นั้น จะสามารถตรวจจับได้ก่อนขึ้นทำการบินจนถึงระดับความสูงประมาณ 2,000 - 2,800 ฟุต และ 2,500 - 3,000 ฟุต สัญญาณก็จะเริ่มขาดหายที่เวลา 20 - 30 นาที และ 30 - 45 นาที และจะกลับมาตรวจจับได้อีกรอบที่ระดับความสูง 1,800 - 2,500 ฟุต และ 2,000 - 2,500 ฟุต ที่เวลาประมาณ 18 - 25 นาที และ 25 - 30 นาที ก่อนทำการลงจอด

7. สรุปผล

จากข้อจำกัดที่เรดาร์สามารถตรวจจับอากาศยานได้ในระดับความสูงที่ไม่ถูกบดบังจากภูมิประเทศนั้น ผู้วิจัยจึงได้คิดแนวทางที่มุ่งเน้นการเพิ่มศักยภาพตรวจจับอากาศยานในระดับที่ไม่สูงมาก โดยการประยุกต์ใช้การส่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งของอากาศยานผ่านเครือข่ายเซลลูลาร์เนื่องจากมีโครงข่ายที่ครอบคลุมมากกว่า ซึ่งเดิมเต็มขีดความสามารถในการตรวจจับอากาศยานให้ครอบคลุมในทุกระดับชั้นความสูง เพื่อให้ภารกิจการค้นหาและช่วยชีวิตสามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยการประยุกต์ใช้การรับส่งข้อมูลตำแหน่งพิกัดของอากาศยานผ่านระบบเครือข่ายเซลลูลาร์ และใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการแสดงผลในการติดตามอากาศยาน อีกทั้งยังสามารถแสดงตำแหน่งและประวัติการเดินทางในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้

อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพในการตรวจจับอากาศยานและการรับส่งข้อมูลระหว่างภาคพื้นและภาคอากาศก็ขึ้นอยู่กับภารกิจของอากาศยานแต่ละแบบที่ใช้ความเร็วและความสูงที่แตกต่างกัน แต่หากพิจารณาถึงวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัย

ที่ต้องการทราบข้อมูลพิศุขสุดท้ายของอากาศยานซึ่งมีความสำคัญที่สุด จะเห็นได้ว่าระบบฯ นี้สามารถใช้ได้กับอากาศยานทุกแบบ และจะทำให้เป็นการเพิ่มศักยภาพการตรวจจับสำหรับภารกิจการค้นหาและช่วยชีวิตให้กับผู้ปฏิบัติงานในห้องบัญชาการรบ (War Room) ของศูนย์ปฏิบัติการในทุกระดับ โดยจะสามารถใช้ระบบฯ นี้เป็นเครื่องมือเพื่อให้เกิดสถานการณ์ที่ยั้รู้ร่วมกัน และประกอบการตัดสินใจในการกิจที่เกี่ยวข้อง ได้รวดเร็ว และทันต่อเหตุการณ์

8. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้เริ่มต้นใช้ระบบเครือข่ายเซลลูลาร์ เป็นสื่อสำหรับรับส่งข้อมูลพิศุขของตำแหน่งอากาศยาน ทำให้มีความจำเป็นต้องพึ่งพาผู้ให้บริการระบบเครือข่ายเซลลูลาร์ ซึ่งแต่ละผู้ให้บริการจะมีพื้นที่การให้บริการที่ไม่เท่ากัน โดยผู้ใช้งานจะต้องเลือกใช้ผู้ให้บริการที่เหมาะสมตามแต่ละพื้นที่ ผู้วิจัยจึงขอเสนอให้พัฒนาการติดต่อสื่อสารพิศุขผ่านระบบวิทยุที่มีใช้ในกองทัพอากาศ เพื่อลดค่าใช้จ่ายการใช้บริการเครือข่ายเซลลูลาร์ และเป็นการสนับสนุนการพัฒนาที่พึ่งพาตนเองของกองทัพอากาศต่อไป

9. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิจัยพัฒนาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีการบินและอวกาศกองทัพอากาศ (สวอ.ทอ.) และพลอากาศตรี ชัยณรงค์ พันธุ์เทศ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณสำหรับการพัฒนางานวิจัยมา ณ โอกาสนี้

10. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมควบคุมการปฏิบัติทางอากาศ, กองค้นหาและช่วยชีวิต. (2563). คู่มือการปฏิบัติการกิจ การค้นหาและช่วยชีวิตในพื้นที่การรบ กองทัพอากาศ. กรุงเทพฯ.
- [2] Lilly, B., Cetinkaya, D., & Durak, U.. (2021). Tracking Light Aircraft with Smartphones at Low Altitudes. Information, 12(3): 105. <https://doi.org/10.3390/info12030105>
- [3] บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด. ระบบติดตามอากาศยาน. ค้นเมื่อ 26 เมษายน 2564. จาก <https://www.aerorhai.co.th/th/services/ระบบติดตามอากาศยาน>
- [4] สุกกานต์ แก้วเหลี่ยม และภูมิพัฒน์ ดวงกลาง. (2563). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประยุกต์เพื่อการติดตามอากาศยานพาหนะและบุคคล กองทัพอากาศ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนายเรืออากาศ, 16(1): 42-51.
- [5] Traccar. (2020). ค้นเมื่อ 29 ตุลาคม 2563. จาก <https://www.traccar.org/>
- [6] Concox. (2020). AT6 3G Asset GPS Tracker. ค้นเมื่อ 30 ตุลาคม 2563. จาก <https://www.iconcox.com/products/at6-3g-gps-tracker.html>
- [7] Traccar. (2020). Protocols. ค้นเมื่อ 31 ตุลาคม 2563. จาก <https://www.traccar.org/protocols/>
- [8] SHENZHEN COBAN ELECTRONICS CO.LTD. (2014). GPRS PROTOCOL. (p. 4). <https://www.traccar.org/protocols/>
- [9] nPerf. (2021). แผนที่ความครอบคลุม 3G/ 4G/ 5G, Thailand. ค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2564. จาก <https://cdn.nperf.com/th/map/TH/>
- [10] Rahman, A. A. M. Mostafizur, Hossain, S., Tuku, I. J., Hossam-E-Haider, Md., Amin, Md. Syedul, & Bhuiyan, M. Arif Sobhan. (2016, November). GPS/GSM Based Low Altitude Rotary Wing Aircraft Tracking System. Paper presented at the 2016 International Conference on Advances in Electrical, Electronic and Systems Engineering (ICAEEES)