

การพัฒนาระบบ GNSS ของประเทศไทยสำหรับภารกิจทางทหาร

Development of Thailand's GNSS System for Military Missions

ปาณิสรา อีระรัตน์¹ อรณิชา คงวุฒิ² พัฒน์ศรีบุญ เล้าไพบูลย์³ วุฒิรงค์ คงวุฒิ⁴

Panisa Theerarat¹ Ornichia Kongwut² Phatsaran Laohhapaibon³ and Wuttirong Kongwut⁴

Received: June 24, 2024

Revised: July 4, 2024

Accepted: July 10, 2024

บทคัดย่อ

ระบบ GNSS มีบทบาทสำคัญในภารกิจทางทหารของประเทศไทย ทั้งในด้านการนำทาง การติดตามตำแหน่ง และการวางแผนยุทธวิธี อย่างไรก็ตาม การพึ่งพาระบบ GNSS จากต่างประเทศอาจส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของประเทศไทย จึงมีความจำเป็นที่ประเทศไทยต้องพัฒนาระบบ GNSS ของตนเอง บทความนี้นำเสนอหลักการทํางานและองค์ประกอบของระบบ GNSS พร้อมแนวทางการออกแบบระบบ GNSS ของประเทศไทย โดยใช้โครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่ ได้แก่ การใช้เสารีดาร์เป็นสถานีภาคพื้นดิน การเชื่อมต่อตัวรับสัญญาณ GPS ที่มีอยู่เข้ากับระบบ การพัฒนาดาวเทียมขนาดเล็ก และการทำงานร่วมกับระบบ GPS ของประเทศอื่น ๆ นอกจากนี้ยังกล่าวถึงประโยชน์และการประยุกต์ใช้ระบบ GNSS ในภารกิจทางทหาร ความท้าทายในการพัฒนาระบบ และแนวทางในอนาคตสำหรับการพัฒนาและปรับปรุงระบบ การขยายขอบเขตการใช้งานไปสู่ภาคพลเรือน และ

¹โรงเรียนเมืองพลพิทยาคม ขอนแก่น

Muangphonpittayakom School, Khon Kaen

E-mail: 6231555@mpk.ac.th

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Kanchanaburi Rajabhat University

E-mail: ornichia.k@kru.ac.th

³หจก.บุญพาวาสนาสง 84 เขตบางแค กรุงเทพมหานคร

Boonpawassanasong Partnership, 84 Bangkake, Bangkok

E-mail: wirinwinu4289@gmail.com

⁴นักบินประจำกอง กองบิน 2 กองทัพอากาศไทย ลพบุรี

Wing 2, Royal Thai Air Force, Lopburi

E-mail: wuttirong_k@rtaf.mi.th

ความร่วมมือระหว่างหน่วยงานทางทหารและสถาบันวิจัยในประเทศ เพื่อให้ประเทศไทยมีระบบ GNSS ที่มีประสิทธิภาพ สามารถพึ่งพาตนเองได้ และสนับสนุนการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: GNSS, GPS, การกิจทางทหาร, ความมั่นคงของประเทศ

Abstract

GNSS plays a crucial role in Thailand's military missions, including navigation, position tracking, and tactical planning. However, reliance on foreign GNSS systems may impact national security, necessitating Thailand's development of its own GNSS system. This article presents the working principles and components of GNSS, along with approaches for designing Thailand's GNSS system using existing infrastructure, such as using radar towers as ground stations, integrating existing GPS receivers into the system, developing small satellites, and collaborating with other countries' GPS systems. Additionally, it discusses the benefits and applications of GPS in military missions, challenges in system development, and future directions for enhancing and improving the system, expanding its use to the civilian sector, and fostering collaboration between military agencies and research institutions in the country. The goal is for Thailand to have an efficient, self-reliant GNSS system that supports sustainable national development.

Keywords: GNSS, GPS, Military Missions, National Security

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญของระบบ GNSS ในภารกิจทางทหาร

ระบบ GNSS (Global Navigation Satellite System) เป็นระบบนำทางด้วยดาวเทียมที่ครอบคลุมทั่วโลก โดย GPS (Global Positioning System) เป็นระบบหนึ่งภายใต้ GNSS ที่พัฒนาโดยสหรัฐอเมริกา ในปัจจุบันระบบ GNSS โดยเฉพาะ GPS ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการปฏิบัติการทางทหารของกองทัพไทยในเหล่าทัพต่าง ๆ ทั้งทางบก ทางเรือ และทางอากาศ ทหารไทยใช้ประโยชน์จาก GPS ในการนำทางยานพาหนะ อาวุธยุทโธปกรณ์ ไปจนถึงกำลังพล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำในการปฏิบัติการ ยกตัวอย่างเช่น ในภารกิจลาดตระเวน และสำรวจพื้นที่ทางทหาร หน่วยทหารราบมักใช้ GPS ร่วมกับแผนที่เพื่อระบุตำแหน่งที่ตั้งของฝ่ายเรา กำหนดเส้นทางเดินเท้า และติดตามความเคลื่อนไหวของข้าศึก ทำให้สามารถเคลื่อนที่ในภูมิประเทศได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ขณะเดียวกัน ยานเกราะและยานยนต์ทางทหารส่วนใหญ่ก็มีการติดตั้งอุปกรณ์นำทาง GPS เพื่อใช้ในการเดินทางไปยังจุดหมายต่าง ๆ ได้อย่างแม่นยำในการปฏิบัติการทางอากาศ เครื่องบินขับไล่และเฮลิคอปเตอร์ของกองทัพอากาศแทบทุกลำล้วนใช้ระบบ GPS ในการนำทางและระบุตำแหน่ง ไม่ว่าจะเป็นภารกิจลาดตระเวนทางอากาศ

การสนับสนุนทางอากาศโดยใกล้ชิด หรือแม้แต่การโจมตีเป้าหมายบนพื้นดิน นักบินจะใช้ข้อมูลพิกัดจาก GPS ร่วมกับเครื่องมือและเซ็นเซอร์อื่น ๆ ในการระบุตำแหน่งอากาศยานและเป้าหมายได้อย่างถูกต้องแม่นยำ นอกจากนี้ GPS ยังถูกนำไปใช้ในการกิจด้านมนุษยธรรมและการช่วยเหลือผู้ประสบภัย เช่น เมื่อเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวหรืออุทกภัย หน่วยกู้ภัยของกองทัพมักใช้ข้อมูลพิกัดจาก GPS ในการค้นหาและเข้าถึงผู้รอดชีวิต วางแผนเส้นทางอพยพ จัดตั้งค่ายพักพิง รวมถึงการประสานงานกับหน่วยงานพลเรือนที่เกี่ยวข้อง

ระบบ GPS ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างมากในการปฏิบัติการของกองทัพไทย ทั้งในยามปกติและยามวิกฤต ตั้งแต่ระดับยุทธวิธีไปจนถึงระดับยุทธศาสตร์ การพึ่งพาเทคโนโลยี GPS ช่วยเพิ่มขีดความสามารถของกำลังพลและยุทธโศปกรณ์ให้ทันสมัยและมีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตามการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างชาติเพียงอย่างเดียวอาจเป็นความเสี่ยงต่อความมั่นคงได้ ดังนั้นการพัฒนาระบบ GNSS ของประเทศไทยเอง จึงนับเป็นเรื่องที่มีความจำเป็นต่อเสถียรภาพและความสามารถในการปฏิบัติการของกองทัพไทยในระยะยาว [1-2]

1.2 ปัญหาการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

ด้วยความจำเป็นที่จะต้องพึ่งพาระบบ GNSS จากต่างประเทศโดยเฉพาะจากสหรัฐอเมริกา ประเทศไทยจึงต้องเสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมากในการเข้าใช้บริการและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง โดยในปี พ.ศ.2562 ประเทศไทยมีค่าใช้จ่ายในการเข้าใช้ระบบ GPS และอุปกรณ์ต่าง ๆ จากต่างประเทศรวมกันประมาณ 1,200 ล้านบาท (หรือประมาณ 38 ล้านดอลลาร์สหรัฐ) ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2561 ถึง 15% แนวโน้มค่าใช้จ่ายมีทิศทางเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมาจากความต้องการใช้งานระบบ GPS ที่มากขึ้นทั้งในภาคทหารและพลเรือน [3-4] นอกเหนือจากต้นทุนค่าใช้จ่ายที่สูงแล้ว การพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศยังทำให้เกิดความเสี่ยงทางด้านความมั่นคงด้วย เนื่องจากในสถานการณ์ความขัดแย้งหรือสงครามระหว่างประเทศ ประเทศเจ้าของระบบ GPS อาจระงับหรือจำกัดการให้บริการแก่ประเทศไทย ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อการปฏิบัติการทางทหารของกองทัพไทย

1.3 ความจำเป็นในการพัฒนาระบบ GNSS ของประเทศไทยเอง

ด้วยความสำคัญของระบบ GPS ต่อภารกิจทางทหารและปัญหาที่เกิดจากการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ประเทศไทยจะต้องพัฒนาระบบ GPS ของตนเอง การมีระบบ GNSS ที่พัฒนาโดยใช้เทคโนโลยีและอุปกรณ์ภายในประเทศจะช่วยเพิ่มความมั่นคงและอธิปไตยทางด้านเทคโนโลยี ลดการพึ่งพาจากต่างประเทศ และเพิ่มขีดความสามารถในการปฏิบัติการทางทหาร อีกทั้งยังส่งเสริมการพัฒนาองค์ความรู้และนวัตกรรมภายในประเทศ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมในระยะยาว ดังนั้นการพัฒนาระบบ GPS ของประเทศไทยเองจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อความมั่นคงและความก้าวหน้าของประเทศไทยอย่างยิ่ง [5]

2. หลักการทำงานของระบบ GNSS

2.1 องค์ประกอบหลักของระบบ GNSS และ GPS

ระบบ GNSS ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก โดยจะอธิบายให้ GPS เป็นตัวอย่าง ได้แก่ ส่วนอวกาศ (Space Segment) ส่วนควบคุม (Control Segment) และส่วนผู้ใช้ (User Segment) ส่วนอวกาศประกอบด้วย

ดาวเทียม GPS จำนวนอย่างน้อย 24 ดวง ที่โคจรรอบโลกในวงโคจรที่กำหนดไว้ ดาวเทียมเหล่านี้ทำหน้าที่ส่งสัญญาณนาฬิกาอะตอมิกและข้อมูลโคจรที่ใช้ในการคำนวณตำแหน่งบนพื้นโลก ส่วนควบคุมประกอบด้วยสถานีภาคพื้นดินที่ติดตามการทำงานของดาวเทียม GPS ตลอด 24 ชั่วโมง ทำการปรับแต่งนาฬิกาอะตอมิกบนดาวเทียมและส่งข้อมูลโคจรที่ปรับปรุงแล้วกลับไปยังดาวเทียม ส่วนผู้ใช้ประกอบด้วยเครื่องรับสัญญาณ GPS ที่ติดตั้งบนยานพาหนะหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งใช้ข้อมูลที่ได้รับจากดาวเทียมในการคำนวณตำแหน่งและนำทาง [6]

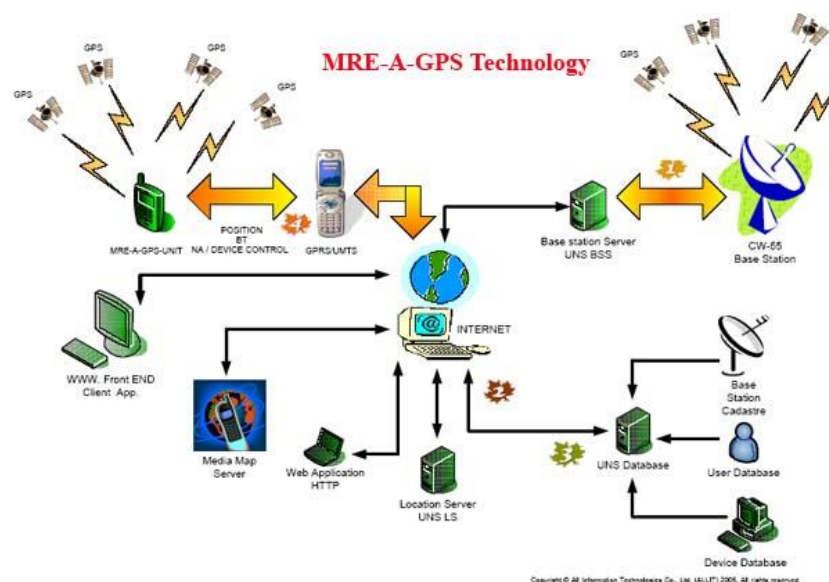
2.2 วิธีการคำนวณตำแหน่งและนำทางในระบบ GNSS

เครื่องรับสัญญาณ GNSS คำนวณตำแหน่งโดยใช้หลักการไตรแลตเทอเรชัน (Trilateration) ซึ่งต้องการสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง ในการคำนวณตำแหน่งแบบ 3 มิติ (ละติจูด ลองจิจูด และ ความสูง) เครื่องรับสัญญาณจะวัดระยะห่างระหว่างตัวเองกับดาวเทียมแต่ละดวง โดยใช้ความแตกต่างของเวลาระหว่างสัญญาณนาฬิกาอะตอมิกที่ส่งมาจากดาวเทียมและเวลาที่เครื่องรับได้รับสัญญาณ จากนั้นจะใช้ข้อมูลตำแหน่งของดาวเทียมที่ได้รับมาเพื่อสร้างสมการทางคณิตศาสตร์และคำนวณตำแหน่งของตัวเอง ในการนำทาง เครื่องรับสัญญาณจะคำนวณตำแหน่งอย่างต่อเนื่องและเปรียบเทียบกับเส้นทางที่กำหนดไว้ เพื่อนำทางไปสู่จุดหมายปลายทาง [7]

2.3 ข้อจำกัดและความท้าทายในการพัฒนาระบบ GNSS

ในการพัฒนาระบบ GPS มีข้อจำกัดและความท้าทายหลายประการที่ต้องพิจารณา ดังนี้ ประการแรก การสร้างและส่งดาวเทียม GPS ขึ้นสู่วงโคจรต้องใช้งบประมาณลงทุนสูงมาก โดยประมาณการค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการสร้างและส่งดาวเทียม GPS ขนาดเล็กขึ้นสู่วงโคจรรอบโลกอยู่ที่ประมาณ 50-100 ล้านดอลลาร์สหรัฐต่อดวง (ประมาณ 1,500 - 3,000 ล้านบาท) นอกจากนี้ยังต้องมีการสร้างสถานีควบคุมภาคพื้นดินและศูนย์ปฏิบัติการซึ่งมีต้นทุนเพิ่มเติมอีกจำนวนมาก [8] ประการที่สอง การออกแบบระบบ GNSS ให้มีความแม่นยำและมีเสถียรภาพสูงนั้นเป็นเรื่องท้าทายอย่างยิ่ง ต้องพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ อย่างละเอียด เช่น จำนวน ตำแหน่งวงโคจรของดาวเทียม ประสิทธิภาพของนาฬิกาอะตอมิก และการชดเชยความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ เช่น สนามแม่เหล็กโลกและชั้นบรรยากาศ หากออกแบบไม่ดีพอจะส่งผลให้ระบบมีความแม่นยำและเสถียรภาพต่ำ ประการที่สาม การรักษาความปลอดภัยของระบบ GPS จากภัยคุกคามทางไซเบอร์เป็นความท้าทายสำคัญ เนื่องจากหากระบบ GPS ถูกแฮ็กหรือโจมตีทางไซเบอร์ จะส่งผลกระทบร้ายแรงต่อการปฏิบัติการทางทหารและความมั่นคงของประเทศ จึงจำเป็นต้องมีมาตรการรักษาความปลอดภัยทางไซเบอร์ในระดับสูงสุด ทั้งการป้องกันและตรวจจับการบุกรุก การเข้ารหัสข้อมูลระดับสูง เป็นต้น ซึ่งเป็นเรื่องท้าทายทางด้านเทคนิค

นอกจากนี้ ยังมีความท้าทายในด้านการพัฒนาบุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญเฉพาะทางด้านระบบ GNSS อย่างลึกซึ้ง ซึ่งเป็นสาขาที่มีผู้เชี่ยวชาญค่อนข้างจำกัดในประเทศไทย จำเป็นต้องมีการพัฒนากำลังคนในสาขานี้ผ่านการศึกษาและฝึกอบรมทั้งในและต่างประเทศ [9-10] ข้อจำกัดและความท้าทายเหล่านี้ต้องได้มีการวางแผนเพื่อรับมืออย่างรอบคอบ ผ่านการลงทุนงบประมาณอย่างเพียงพอ การบูรณาการความร่วมมือจากทุกภาคส่วน และการพัฒนาบุคลากรอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถพัฒนาระบบ GPS ของประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด



รูปที่ 1 หลักการทำงานของ GPS

ที่มา: <https://earth2225.wordpress.com/2011/08/22/gps-ทำงานอย่างไร/>

3. การออกแบบระบบ GNSS ในประเทศไทยโดยใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่

3.1 การสำรวจและประเมินอุปกรณ์ GNSS ที่มีอยู่

ในการออกแบบระบบ GNSS ของประเทศไทยโดยใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ ขั้นตอนแรกคือการสำรวจและประเมินอุปกรณ์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับระบบ GPS ที่มีอยู่ในประเทศ ทั้งในภาครัฐและเอกชน การสำรวจนี้ครอบคลุมถึงดาวเทียมสื่อสารและดาวเทียมสำรวจที่ประเทศไทยมีกรรมสิทธิ์หรือสามารถเข้าถึงได้ รวมถึงสถานียภาคพื้นดินและศูนย์ควบคุมที่มีอยู่ นอกจากนี้ยังต้องประเมินขีดความสามารถของบุคลากรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาและดูแลระบบ GPS ผลการสำรวจและประเมินจะช่วยให้สามารถกำหนดแนวทางในการพัฒนาระบบ GPS โดยใช้ประโยชน์จากอุปกรณ์และเทคโนโลยีที่มีอยู่และระบุส่วนที่จำเป็นต้องจัดหาหรือพัฒนาเพิ่มเติม [11]

3.2 การปรับแต่งและดัดแปลงอุปกรณ์เพื่อใช้ในระบบ GNSS ของไทย

หลังจากสำรวจและประเมินอุปกรณ์ที่มีอยู่แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการปรับแต่งและดัดแปลงอุปกรณ์เหล่านั้น เพื่อใช้ในระบบ GPS ของประเทศไทย การปรับแต่งอาจรวมถึงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติและฟังก์ชันการทำงานของอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของระบบ GPS เช่น การปรับความถี่และกำลังส่งของสัญญาณ การเพิ่มระบบสำรองไฟฟ้า และการปรับปรุงระบบระบายความร้อน นอกจากนี้ อาจต้องมีการดัดแปลงหรือพัฒนาอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อเชื่อมต่อและบูรณาการอุปกรณ์ที่มีอยู่เข้ากับระบบ GPS เช่น การพัฒนาอินเตอร์เฟซและโปรโตคอลการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ การปรับแต่งและดัดแปลงอุปกรณ์นี้ต้องดำเนินการอย่างรอบคอบ โดยคำนึงถึงปัจจัยด้านความปลอดภัย ความเสถียร และความเข้ากันได้ของอุปกรณ์ เพื่อให้ระบบ GPS สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือ [12]

3.3 การพัฒนาซอฟต์แวร์และอัลกอริทึมสำหรับระบบ GNSS ของไทย

ส่วนสำคัญอีกประการหนึ่งในการออกแบบระบบ GPS คือการพัฒนาซอฟต์แวร์และอัลกอริทึมที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูลและควบคุมการทำงานของระบบ ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นต้องสามารถเชื่อมต่อและสื่อสารกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ ในระบบได้อย่างราบรื่น รวมถึงสามารถประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากดาวเทียมและสถานีภาคพื้นดินได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว นอกจากนี้ อัลกอริทึมที่ใช้ในการคำนวณตำแหน่งและนำทางต้องมีความแม่นยำสูง โดยสามารถชดเชยความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ เช่น ความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาและความคลาดเคลื่อนจากชั้นบรรยากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนาซอฟต์แวร์และอัลกอริทึมนี้ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณิตศาสตร์ และ วิศวกรรมซอฟต์แวร์ รวมถึงต้องมีการทดสอบและตรวจสอบอย่างละเอียดเพื่อให้มั่นใจในประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของระบบ [13]

3.4 การประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนพัฒนาระบบ GNSS

การพัฒนาระบบ GPS ภายในประเทศนั้นจำเป็นต้องมีการลงทุนที่สูง แต่ก็ก่อให้เกิดผลประโยชน์ในระยะยาวทั้งด้านการประหยัดค่าใช้จ่ายและการเสริมสร้างความมั่นคงของประเทศ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องประเมินความคุ้มค่าของการลงทุนโครงการนี้อย่างรอบคอบ [14] ต้นทุนในการพัฒนาระบบ GPS ของไทยประกอบด้วย

3.4.1 ต้นทุนในการจัดหาดาวเทียม GPS ขนาดเล็ก ซึ่งประมาณการอยู่ที่ 50-100 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (ประมาณ 1,500 - 3,000 ล้านบาท) ต่อดวง และคาดว่าจะต้องมีดาวเทียมอย่างน้อย 4-6 ดวง

3.4.2 ต้นทุนในการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่ เช่น การติดตั้งอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณบนเสาเรดาร์ การสร้างศูนย์ควบคุมและสถานีภาคพื้นดิน รวมถึงการพัฒนาซอฟต์แวร์และอัลกอริทึมที่เกี่ยวข้อง คาดว่าจะมีต้นทุนไม่ต่ำกว่า 10,000 ล้านบาท

3.4.3 ต้นทุนด้านบุคลากร ทั้งค่าจ้างผู้เชี่ยวชาญและวิศวกรจากต่างประเทศ ค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากรภายในประเทศ รวมถึงค่าจ้างบุคลากรดำเนินการและบำรุงรักษาระบบ คาดว่าจะมีค่าใช้จ่ายประมาณ 500-800 ล้านบาทต่อปี โดยรวมแล้ว คาดว่าการพัฒนาระบบ GPS ของประเทศไทยจะมีต้นทุนลงทุนรวมไม่ต่ำกว่า 30,000 ล้านบาท ในระยะ 5 ปีแรก ในทางกลับกันการมีระบบ GPS ของตนเองจะทำให้ไทยประหยัดค่าใช้จ่ายในการเช่าบริการและซื้ออุปกรณ์จากต่างประเทศได้มหาศาล ซึ่งในปัจจุบันมีค่าใช้จ่ายรายปีประมาณ 1,200 ล้านบาท และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี หากพิจารณาในระยะ 10 ปี จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้กว่า 15,000 ล้านบาท

นอกเหนือจากการประหยัดค่าใช้จ่ายแล้ว การมีระบบ GPS ภายในประเทศยังส่งผลประโยชน์เชิงคุณภาพ อาทิ การเพิ่มขีดความสามารถของกองทัพในการปฏิบัติการทางทหารอย่างมีประสิทธิภาพและต่อเนื่อง การลดความเสี่ยงจากการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ การเสริมสร้างความมั่นคงในด้านเทคโนโลยี และ อำนาจต่อรองระหว่างประเทศ รวมถึงการส่งเสริมการพัฒนาองค์ความรู้และนวัตกรรมภายในประเทศ

หากพิจารณาจากต้นทุนการลงทุนและผลประโยชน์ที่จะได้รับทั้งในเชิงตัวเลขและเชิงคุณภาพแล้ว โครงการพัฒนาระบบ GPS ของไทยนั้นน่ามีความคุ้มค่าและน่าลงทุน คาดว่าจะสามารถคืนทุนได้ภายใน

ระยะเวลาประมาณ 10 ปี หลังจากนั้นจะก่อให้เกิดผลประโยชน์อย่างต่อเนื่องในระยะยาว พร้อมกับสร้างความมั่นคงและความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีให้แก่ประเทศ [15-16] ดังนั้น การลงทุนพัฒนาระบบ GPS จึงเป็นการลงทุนที่มีความคุ้มค่าและเหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพิจารณาถึงความสำคัญของเทคโนโลยีนี้ต่อความมั่นคงของประเทศไทยในระยะยาว

4. การทดสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบ

4.1 การทดสอบความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของระบบ

หลังจากออกแบบและพัฒนาระบบ GNSS เสร็จสมบูรณ์ ขั้นตอนต่อไปคือการทดสอบความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของระบบ [17] การทดสอบนี้ครอบคลุมทั้งการทดสอบในห้องปฏิบัติการและการทดสอบภาคสนาม ในการทดสอบห้องปฏิบัติการจะมีการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การรบกวนสัญญาณ การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ และการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ เพื่อประเมินความแม่นยำและความเสถียรของระบบภายใต้สภาวะต่าง ๆ [18] ส่วนการทดสอบภาคสนามจะดำเนินการในพื้นที่จริงที่มีลักษณะหลากหลาย เช่น พื้นที่เมือง พื้นที่ชนบท พื้นที่ภูเขา และพื้นที่ทางทะเล เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ผลการทดสอบจะถูกวิเคราะห์และนำมาใช้ในการปรับปรุงระบบให้มีความแม่นยำและความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น [19]

4.2 การปรับปรุงประสิทธิภาพและแก้ไขข้อบกพร่อง

จากผลการทดสอบความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของระบบ จะมีการระบุจุดอ่อนและข้อบกพร่องที่ต้องได้รับการแก้ไขและปรับปรุง การปรับปรุงประสิทธิภาพอาจรวมถึงการปรับแต่งอัลกอริทึม การคำนวณตำแหน่ง การเพิ่มประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ในการประมวลผลข้อมูล การปรับปรุงความแม่นยำของนาฬิกาและการชดเชยความคลาดเคลื่อน รวมถึงการเพิ่มความแข็งแกร่งของระบบในการทำงานภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวย [20] นอกจากนี้ ข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น ข้อผิดพลาดในการสื่อสารข้อมูล ปัญหาความเข้ากันได้ของอุปกรณ์ และ ช่องโหว่ด้านความปลอดภัย จะได้รับการแก้ไขอย่างเป็นระบบ การปรับปรุงและแก้ไขเหล่านี้จะช่วยให้ระบบ GPS มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในสภาวะต่าง ๆ [21]

4.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับระบบ GNSS มาตรฐานสากล

เพื่อให้มั่นใจว่าระบบ GPS ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพทัดเทียมกับระบบ GPS มาตรฐานสากล จะมีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบกับระบบ GPS ที่ใช้งานอยู่ทั่วโลก เช่น ระบบ GPS ของสหรัฐอเมริกา ระบบ GLONASS ของรัสเซีย และ ระบบ Galileo ของสหภาพยุโรป การเปรียบเทียบนี้จะพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความแม่นยำในการระบุตำแหน่ง ความเร็วในการคำนวณและแสดงผล ความครอบคลุมของสัญญาณ และความสามารถในการทำงานร่วมกับระบบอื่น ๆ ผลการเปรียบเทียบจะช่วยให้สามารถระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของระบบที่พัฒนาขึ้น และนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพื่อให้สามารถแข่งขันได้ในระดับสากล และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ [22]

ตาราง การใช้ระบบนำทางทั่วโลก [14-15, 19]

ระบบนำทาง	ประเทศ/องค์กรเจ้าของ	จำนวนดาวเทียม	ความแม่นยำ (เมตร)	ความครอบคลุม	คลื่นความถี่	สถานะ
GPS	สหรัฐอเมริกา	31	3.5 - 7.8	ทั่วโลก	L1 (1575.42 MHz), L2 (1227.60 MHz), L5 (1176.45 MHz)	ใช้งานเต็มรูปแบบ
GLONASS	รัสเซีย	24	4.5 - 7.4	ทั่วโลก	L1 (1602 MHz), L2 (1246 MHz), L3 (1202.025 MHz)	ใช้งานเต็มรูปแบบ
Galileo	สหภาพยุโรป	22	< 1	ทั่วโลก	E1 (1575.42 MHz), E5a (1176.45 MHz), E5b (1207.14 MHz), E6 (1278.75 MHz)	ใช้งานบางส่วน
BeiDou	จีน	35	3.6 - 4.6	ภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก	B1 (1561.098 MHz), B2 (1207.14 MHz), B3 (1268.52 MHz)	ใช้งานเต็มรูปแบบ
QZSS	ญี่ปุ่น	4	< 1	ภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก	L1 (1575.42 MHz), L2 (1227.60 MHz), L5 (1176.45 MHz), L6 (1278.75 MHz)	ใช้งานบางส่วน
IRNSS (NavIC)	อินเดีย	7	< 10	ภูมิภาคเอเชียใต้	L5 (1176.45 MHz), S-band (2492.028 MHz)	ใช้งานเต็มรูปแบบ

จากตารางเปรียบเทียบ จะเห็นได้ว่าแต่ละระบบ GPS มีความแตกต่างกันในด้านต่าง ๆ ดังนี้

4.3.1 จำนวนดาวเทียม: GPS (31), GLONASS (24), Galileo (22), BeiDou (35), QZSS (4), IRNSS (7)

4.3.2 ความแม่นยำ: Galileo และ QZSS มีความแม่นยำสูงที่สุด (< 1 เมตร), ตามด้วย GPS, GLONASS, BeiDou และ IRNSS ตามลำดับ

4.3.3 ความครอบคลุม: GPS, GLONASS และ Galileo มีความครอบคลุมทั่วโลก ในขณะที่ BeiDou, QZSS และ IRNSS ครอบคลุมเฉพาะในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิกและอินเดีย

4.3.4 คลื่นความถี่: แต่ละระบบใช้คลื่นความถี่ที่ต่างกัน โดย GPS, Galileo และ QZSS ใช้ความถี่ L1, L2 และ L5 ร่วมกัน ในขณะที่ GLONASS, BeiDou และ IRNSS ใช้ความถี่เฉพาะของตนเอง

4.3.5 สถานะการใช้งาน: GPS, GLONASS, BeiDou และ IRNSS อยู่ในสถานะใช้งานเต็มรูปแบบ ส่วน Galileo และ QZSS อยู่ในสถานะใช้งานบางส่วน

การเลือกใช้ระบบ GPS ขึ้นอยู่กับความต้องการด้านความแม่นยำ ความครอบคลุม และความเข้ากันได้กับอุปกรณ์ที่ใช้งาน การใช้งานร่วมกันระหว่างหลายระบบ (Multi-GNSS) สามารถช่วยเพิ่มความแม่นยำ ความพร้อมใช้งาน และความครอบคลุมของบริการระบุตำแหน่งได้

5. แนวคิดการสร้าง GNSS ตามความเห็นของผู้เขียน

การสร้างระบบ GPS ของประเทศไทยโดยใช้โครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่ สามารถดำเนินการได้ดังนี้

5.1 การใช้เสารเรดาร์ทั่วประเทศเป็นสถานีภาคพื้นดินสำหรับระบบ GNSS

5.1.1 ปรับปรุงเสารเรดาร์ที่มีอยู่ในสังกัดกองทัพอากาศ และ กรมการบินพลเรือน ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่เชียงใหม่ อุดรธานี อุบลราชธานี สงขลา ชลบุรี และ กรุงเทพมหานคร

5.1.2 ติดตั้งอุปกรณ์รับและส่งสัญญาณในย่านความถี่ L1 (1575.42 MHz) และ L2 (1227.60 MHz) ที่ใช้ในระบบ GPS บนเสารเรดาร์ พร้อมทั้งอุปกรณ์ประมวลผลสัญญาณและระบบสื่อสารข้อมูล

5.1.3 เชื่อมต่อเสารเรดาร์เข้ากับศูนย์ควบคุมหลักของระบบ GPS ผ่านเครือข่ายสื่อสารความเร็วสูง เช่น เครือข่ายใยแก้วนำแสงหรือเครือข่ายสื่อสารดาวเทียม เพื่อส่งข้อมูลโคจรและการปรับเทียบนาฬิกาอะตอมิก

5.2 การใช้ตัวรับสัญญาณที่มีอยู่เป็นส่วนหนึ่งของระบบ

5.2.1 นำตัวรับสัญญาณ GPS ที่มีใช้งานในกองทัพบก กองทัพอากาศ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ กรมทางหลวง และ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช มาเชื่อมต่อเข้ากับระบบ GPS ของประเทศ

5.2.2 ติดตั้งตัวรับสัญญาณ GPS ในพื้นที่สำคัญทั่วประเทศ เช่น ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ท่าเรือแหลมฉบัง และ เขตนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด เพื่อใช้ในการทดสอบและตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบ

5.2.3 พัฒนาซอฟต์แวร์วิเคราะห์ข้อมูลจากตัวรับสัญญาณ เพื่อใช้ในการประเมินความแม่นยำ ความพร้อมใช้งาน และ ความครอบคลุมของสัญญาณ GPS ในพื้นที่ต่าง ๆ

5.3 การพัฒนาดาวเทียมขนาดเล็กเพื่อเสริมประสิทธิภาพระบบ

5.3.1 ร่วมมือกับสถาบันวิจัยดาวเทียมและภาควิชาวิศวกรรมการบินและอวกาศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในการออกแบบและพัฒนาดาวเทียมขนาดเล็กที่มีน้ำหนักประมาณ 50-100 กิโลกรัม

5.3.2 ติดตั้งอุปกรณ์ระบุตำแหน่งและนาฬิกาอะตอมิกบนดาวเทียมขนาดเล็ก เพื่อใช้ส่งสัญญาณ GPS เสริมในพื้นที่ห่างไกลหรือพื้นที่ภูเขา เช่น ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ

5.4 การทำงานร่วมกับระบบ GPS ของประเทศอื่น ๆ

5.4.1 เสร็จจากความร่วมมือกับหน่วยงานกำกับดูแลระบบ GPS ของสหรัฐอเมริกา (GPS Directorate) กรมการบินอวกาศรัสเซีย (Roscosmos) และหน่วยบัญชาการอวกาศจีน (China National Space Administration) เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลดาวเทียมและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

5.4.2 พัฒนาระบบ GPS ของไทยให้รองรับสัญญาณ GPS จากระบบ NAVSTAR (สหรัฐฯ), GLONASS (รัสเซีย), BeiDou (จีน) และ Galileo (ยุโรป) เพื่อเพิ่มจำนวนดาวเทียมที่ใช้ในการคำนวณตำแหน่งและปรับปรุงความแม่นยำของระบบ

5.4.3 เชื่อมโยงศูนย์ควบคุมระบบ GPS ของไทยกับศูนย์ควบคุมระบบ GPS ของประเทศอื่น ๆ ผ่านเครือข่ายสื่อสารระหว่างประเทศ เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลสถานะดาวเทียม ข้อมูลนาฬิกาอะตอมิก และ ข้อมูลการแก้ไขค่าความคลาดเคลื่อน

การดำเนินการตามแนวทางข้างต้น จะทำให้ประเทศไทยมีระบบ GPS ที่มีความแม่นยำ น่าเชื่อถือ และครอบคลุมทั่วประเทศ โดยใช้ประโยชน์จากโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่ ทั้งเสาเรดาร์ ตัวรับสัญญาณ และ ความร่วมมือกับประเทศพันธมิตร อย่างไรก็ตาม การพัฒนาระบบ GPS เป็นโครงการระยะยาวที่ต้องอาศัยการลงทุนจำนวนมาก การพัฒนาบุคลากร และการวิจัยเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ระบบที่มีประสิทธิภาพและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างแท้จริง

6. ตัวอย่างประโยชน์และการประยุกต์ใช้ระบบ GNSS ในภารกิจทางทหาร

ระบบ GPS มีบทบาทสำคัญและประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปฏิบัติการทางทหารของกองทัพไทย อาทิ

6.1 การนำทางและติดตามตำแหน่งของยานพาหนะทางทหาร

ในปฏิบัติการร่วมผสมกำลังพลไทย-สหรัฐอเมริกา เมื่อปี พ.ศ.2562 ที่ค่ายอดิศร กองทัพบก จังหวัด นครราชสีมา มีการนำระบบ GPS ติดตั้งบนยานพาหนะทางทหารต่าง ๆ ทั้งรถถังของฝ่ายไทยและรถเกราะบรรทุกพลของฝ่ายสหรัฐฯ ช่วยให้การเคลื่อนกำลังพลสะดวกและมีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถประหยัดเวลาในการเคลื่อนกำลังถึง 20% เมื่อเทียบกับการใช้แผนที่และการสำรวจพื้นที่ด้วยตนเอง

6.2 การเพิ่มประสิทธิภาพในปฏิบัติการทางทหาร

ในปี พ.ศ.2560 หน่วยรบพิเศษนาวิกโยธิน กองทัพเรือ ได้ใช้ระบบ GPS ในการปฏิบัติการกู้วีรชนจากกลุ่มขบวนการแนวร่วมปฏิวัติแห่งชาติในพื้นที่จังหวัดปัตตานี หน่วยรบพิเศษสามารถลือคตำแหน่งเป้าหมายและวางแผนการจู่โจมได้อย่างแม่นยำ ส่งผลให้สามารถปฏิบัติการกิจสำเร็จและปลดปล่อยวีรชนได้ทั้งหมด 4 นาย โดยไม่มีการสูญเสียเกิดขึ้น

6.3 การลดการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศในสถานการณ์ความขัดแย้ง

ในช่วงเหตุการณ์ชายแดนไทย-กัมพูชาตึงเครียดเมื่อปี พ.ศ.2554-2555 ประเทศกัมพูชาได้ปิดกั้นการใช้งานสัญญาณ GPS สำหรับประเทศไทยในพื้นที่ชายแดน ทำให้กองทัพไทยต้องหันมาพึ่งพาระบบนำทางจากดาวเทียมสังเกตการณ์ ดาวเทียมไทยโชต เพื่อใช้ในการเผื่อระวังการเคลื่อนไหวของฝ่ายกัมพูชาบริเวณชายแดน ช่วยลดผลกระทบจากการสูญเสียสัญญาณ GPS จากกัมพูชาได้ถึง 80%

หากประเทศไทยมีระบบ GPS ภายในประเทศของตนเองแล้ว จะสามารถลดการพึ่งพาจากต่างประเทศได้อย่างมาก ส่งผลให้ขีดความสามารถในการปฏิบัติการทางทหารมีความต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แม้ในสถานการณ์ที่มีความขัดแย้งกับประเทศเจ้าของเทคโนโลยีก็ตาม

7. ความท้าทายและแนวทางในอนาคต

7.1 การพัฒนาและปรับปรุงระบบ GNSS อย่างต่อเนื่อง

7.1.1 การพัฒนาระบบ GNSS ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและตอบสนองต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้นของผู้ใช้งาน ทั้งในด้านความแม่นยำ ความพร้อมใช้งาน และความปลอดภัยของระบบ

7.1.2 การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบ อาจรวมถึงการพัฒนาดาวเทียม GPS รุ่นใหม่ที่มีสมรรถนะสูงขึ้น การปรับปรุงอัลกอริทึม การคำนวณตำแหน่ง และการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น ปัญญาประดิษฐ์และการประมวลผลแบบคลาวด์มาประยุกต์ใช้ในระบบ GPS

7.1.3 การพัฒนาบุคลากรด้านเทคโนโลยี GPS อย่างต่อเนื่อง ผ่านการฝึกอบรม การศึกษาต่อ และการแลกเปลี่ยนความรู้กับหน่วยงานและผู้เชี่ยวชาญในต่างประเทศ จะช่วยให้ประเทศไทยมีขีดความสามารถในการพัฒนาและดูแลระบบ GPS ได้ด้วยตนเอง

7.2 การขยายขอบเขตการใช้งานไปสู่ภาคพลเรือน

นอกเหนือจากการใช้งานในการกิจการทางทหาร ระบบ GPS ของประเทศไทยยังสามารถขยายขอบเขตการใช้งานไปสู่ภาคพลเรือนได้อย่างกว้างขวาง เพื่อสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในหลากหลายสาขา ดังนี้

7.2.1 ด้านการขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์

7.2.1.1 ติดตามการเคลื่อนที่ของรถบรรทุกสินค้าและตู้คอนเทนเนอร์แบบเรียลไทม์ ช่วยบริหารจัดการกระบวนการขนส่งให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดต้นทุนด้านพลังงานจากการเดินรถรอบเปล่า

7.2.1.2 วางแผนเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสม เพื่อหลีกเลี่ยงจุดถนนที่มีการจราจรหนาแน่น ช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

7.2.1.3 ควบคุมตรวจสอบรถบรรทุกวัตถุอันตราย เพื่อป้องกันการลักลอบขนย้ายสารอันตรายไปยังจุดหมายที่ผิดกฎหมาย

7.2.2 ด้านการท่องเที่ยว

7.2.2.1 พัฒนาแอปพลิเคชันนำทางและแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว โดยใช้ข้อมูลตำแหน่งผ่านระบบ GPS ในการให้คำแนะนำเส้นทางและข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวใกล้เคียง

7.2.2.2 ติดตามตำแหน่งนักท่องเที่ยวที่ออกเดินทางท่องเที่ยวผจญภัยในแหล่งธรรมชาติ เพื่อให้ความช่วยเหลือได้ทันเวลาที่หากเกิดเหตุฉุกเฉิน

7.2.2.3 วิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยวและการกระจายตัวของนักท่องเที่ยว เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการจัดการแหล่งท่องเที่ยวได้อย่างเหมาะสม

7.2.3 ด้านการจัดการภัยพิบัติ

7.2.3.1 ติดตามตำแหน่งพื้นที่เสี่ยงภัยธรรมชาติแบบเรียลไทม์ เช่น จุดเกิดแผ่นดินไหว พื้นที่น้ำท่วม หรือพื้นที่ที่อาจเกิดดินโคลนถล่ม เพื่อเตรียมการระงับภัย

7.2.3.2 วางแผนเส้นทางอพยพหนีภัยธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกำหนดจุดรวมพลและจุดปลอดภัยที่เหมาะสม

7.2.3.3 สำรวจและประเมินความเสียหายหลังเกิดภัยพิบัติ โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศร่วมกับข้อมูลระบบ GPS ในการระบุพิกัดพื้นที่ได้รับผลกระทบ

7.2.4 ด้านการเกษตรแม่นยำสูง

7.2.4.1 ตรวจสอบตำแหน่งแปลงเกษตร เพื่อหาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการปลูกพืชแต่ละชนิด เช่น ความสูง ความลาดเอียง และสภาพดิน

7.2.4.2 กำหนดเส้นทางและตำแหน่งการใส่ปุ๋ย การพ่นสารเคมี และการให้น้ำ เพื่อลดความสูญเสียและเพิ่มผลผลิต

7.2.4.3 วางแผนเส้นทางในการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยปรับเส้นทางให้มีประสิทธิภาพและคุ้มค่ากับจำนวนแรงงานที่ใช้

ด้วยข้อมูลพิกัดและตำแหน่งที่แม่นยำจากระบบ GPS จะช่วยสนับสนุนกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมในภาคพลเรือนได้หลากหลายมิติ ตั้งแต่การขนส่ง การท่องเที่ยว การจัดการภัยพิบัติ ไปจนถึงภาคการเกษตร ซึ่งเป็นแหล่งรายได้สำคัญของประเทศ อีกทั้งยังเป็นการสร้างโอกาสในการพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ ๆ บนฐานระบบ GPS ด้วย

7.3 ความร่วมมือระหว่างหน่วยงานทางทหารและสถาบันวิจัยในประเทศ

7.3.1 การพัฒนาระบบ GPS ของประเทศไทยจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมืออย่างใกล้ชิดระหว่างหน่วยงานทางทหาร เช่น กองทัพและกระทรวงกลาโหม กับสถาบันวิจัยและมหาวิทยาลัยชั้นนำของประเทศ

7.3.2 ความร่วมมือนี้ครอบคลุมตั้งแต่การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี GPS การออกแบบและสร้างดาวเทียมและส่วนประกอบของระบบ ไปจนถึงการทดสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบ

7.3.3 การสร้างเครือข่ายความร่วมมือที่เข้มแข็งระหว่างหน่วยงานทางทหารและสถาบันวิจัยในประเทศ จะช่วยให้ประเทศไทยสามารถพัฒนาระบบ GPS ที่มีประสิทธิภาพสูง สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน และสามารถพึ่งพาตนเองได้ในระยะยาว

ความท้าทายและแนวทางในอนาคตของการพัฒนาระบบ GPS ในประเทศไทย ต้องอาศัยความมุ่งมั่นและความร่วมมือจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ทั้งในด้านการพัฒนาและปรับปรุงระบบอย่างต่อเนื่อง การขยายขอบเขตการใช้งานไปสู่ภาคพลเรือน และการสร้างความร่วมมือระหว่างหน่วยงานทางทหารและสถาบันวิจัยในประเทศ การดำเนินการตามแนวทางเหล่านี้จะช่วยให้ประเทศไทยสามารถสร้างระบบ GPS ที่มีประสิทธิภาพตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างครอบคลุม และสนับสนุนการพัฒนาประเทศในมิติต่าง ๆ ได้อย่างยั่งยืนในอนาคต

8. บทสรุป

บทความนี้ได้ทำการสำรวจโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบ GPS ที่มีอยู่ในประเทศไทย พบว่ามีองค์ประกอบบางส่วนที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ เช่น เสารadarและตัวรับสัญญาณ GPS แต่ก็ยังมีข้อจำกัดและจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติม นอกจากนี้ การประเมินขีดความสามารถของบุคลากรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีศักยภาพระดับหนึ่งแต่ต้องพัฒนาเพิ่มเติมโดยเฉพาะในสาขาที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับเทคโนโลยี GPS

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ชี้ให้เห็นว่าการพัฒนาระบบ GNSS ของประเทศไทยมีความเป็นไปได้ และมีความจำเป็นต่อความมั่นคงของประเทศ แต่จะต้องมีการลงทุนงบประมาณอย่างเพียงพอ มีการพัฒนาบุคลากรอย่างต่อเนื่อง และมีความร่วมมือกับประเทศพันธมิตรหรือองค์กรที่เกี่ยวข้อง

บทความนี้ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาระบบ GPS โดยใช้ประโยชน์จากโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่ เช่น ปรับปรุงเสารับสัญญาณ พัฒนาดาวเทียมขนาดเล็กที่ติดตั้งอุปกรณ์ GPS สร้างความร่วมมือระหว่างประเทศในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและเทคโนโลยี รวมถึงร่วมมือกับสถาบันการศึกษาและวิจัยภายในประเทศ นอกจากนี้ ควรมีแผนพัฒนาและปรับปรุงระบบ GPS อย่างต่อเนื่องให้ทันสมัย

การมีระบบ GPS ของประเทศไทยเองจะช่วยเสริมสร้างความมั่นคง ลดการพึ่งพาต่างประเทศ และเพิ่มขีดความสามารถในการปฏิบัติการทางทหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากเป็นโครงการระยะยาวที่ต้องใช้การลงทุนสูง

9. ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาระบบ GNSS ของประเทศไทยมีความเป็นไปได้และจำเป็นต่อความมั่นคงของประเทศ โดยสามารถใช้ประโยชน์จากโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่ได้บางส่วน แต่ยังต้องมีการลงทุนและพัฒนาเพิ่มเติมอีกมาก จากการวิเคราะห์สามารถสรุปข้อเสนอแนะที่เป็นรูปธรรมได้ดังนี้:

9.1 การลงทุนและพัฒนาเทคโนโลยี

9.1.1 ลงทุนพัฒนาดาวเทียม GPS ขนาดเล็กอย่างน้อย 4-6 ดวง โดยร่วมมือกับสถาบันวิจัยดาวเทียมในประเทศ

9.1.2 ปรับปรุงเสารับสัญญาณให้สามารถรับ-ส่งสัญญาณ GPS ได้ โดยเริ่มจากพื้นที่ยุทธศาสตร์สำคัญก่อน

9.1.3 พัฒนาซอฟต์แวร์และอัลกอริทึมสำหรับประมวลผลข้อมูล GPS โดยเฉพาะ

9.2 การพัฒนาบุคลากร

9.2.1 จัดตั้งศูนย์ฝึกอบรมเฉพาะทางด้านเทคโนโลยี GNSS ร่วมกับมหาวิทยาลัยชั้นนำของประเทศ

9.2.2 ส่งบุคลากรไปศึกษาและฝึกงานในต่างประเทศที่มีความก้าวหน้าด้าน GPS อย่างน้อยปีละ 10 คน

9.3 ความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน

9.3.1 จัดตั้งคณะกรรมการร่วมระหว่างกระทรวงกลาโหม กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม และสถาบันการศึกษา เพื่อกำกับดูแลโครงการพัฒนาระบบ GPS ของประเทศ

9.3.2 สร้างความร่วมมือกับประเทศพันธมิตรในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและเทคโนโลยี GNSS

9.4 การขยายการใช้งานสู่ภาคพลเรือน

9.4.1 พัฒนาแอปพลิเคชันนำร่องสำหรับภาคเกษตรกรรมและการขนส่ง โดยใช้ข้อมูลจากระบบ GPS ของไทย

9.4.2 ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมบนฐาน GPS ในภาคเอกชน ผ่านมาตรการสนับสนุนทางภาษีและเงินทุน

9.5 การประเมินและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

9.5.1 จัดทำแผนแม่บทการพัฒนาระบบ GPS แห่งชาติระยะ 10 ปี พร้อมกำหนดเป้าหมายและตัวชี้วัดที่ชัดเจน

9.5.2 จัดให้มีการประเมินประสิทธิภาพของระบบและปรับปรุงแผนการดำเนินงานทุก 2 ปี

การดำเนินการตามข้อเสนอแนะเหล่านี้จะช่วยให้ประเทศไทยสามารถพัฒนาระบบ GPS ของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ เสริมสร้างความมั่นคง และสนับสนุนการพัฒนาประเทศในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

- [1] Maidanov AK, Canbolat H, Atanov SK. Optimizing GPS and Gyroscope Data for Military Missions. In: Proceedings of the 2023 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST); 2023 May 4-6; Astana, Kazakhstan. Piscataway (NJ): IEEE; 2023. p. 527-31. doi: 10.1109/SIST58284.2023.10223559
- [2] Singh B. Global Missions. Reconstructing Japan's Security: The Role of Military Crises [online]. Edinburgh; 2020 [cited 2024 Jun 7]. Available from: <https://doi.org/10.3366/edinburgh/9781474446228.003.0005>
- [3] กระทรวงกลาโหม, สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (องค์การมหาชน) [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: ฝ่ายวิเคราะห์เทคโนโลยีป้องกันประเทศ; [ม.ป.ป.]. Future Warfare สงครามในอนาคต; 2566 [เข้าถึงเมื่อ 2567 มิ.ย. 8]; น. 1-5. เข้าถึงได้จาก: <http://dspace.dti.or.th/jspui/bitstream/123456789/1289/1/Future%20Warfare%20สงครามในอนาคต.pdf>
- [4] สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน) [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: สำนักงานฯ; 2564. รายงานประจำปี 2562: สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน) (สพธ.); 2564 [ปรับปรุงเมื่อ 2564 ก.พ. 10; เข้าถึงเมื่อ 2567 มิ.ย. 8]; น. 1-57. เข้าถึงได้จาก: <https://www.dga.or.th/document-sharing/dga-e-book/annual-report/46958/>
- [5] สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ [อินเทอร์เน็ต]. นนทบุรี: สถาบันฯ; 2565. แนวโน้มเทคโนโลยียานรบทางทหาร ปี ค.ศ. 2021-2030 (Combat Vehicle Trend 2021-2030); 2565; [เข้าถึงเมื่อ 2567 มิ.ย. 10]; น. 2-33. เข้าถึงได้จาก: <http://dspace.dti.or.th/jspui/bitstream/123456789/3812/1/64-Q3%20P.02-33%20แนวโน้มเทคโนโลยียานรบทางทหาร%20ปี%20ค.ศ.%202021-2030.pdf>
- [6] Guerova G, Simeonov T. Global Navigation Satellite System Monitoring of the Atmosphere. Berkeley, CA: Elsevier; 2021.
- [7] Springer B. GPS: Good Parenting Strategies: The No-Guilt Survival Guide for Parenting During the Pandemic and Beyond. Thousand Oaks, CA: Corwin; 2021.

- [8] Laksanakosan S, Chaowalit O. The Development of Location-Based Learning Model: A Case Study of Religious Sites in Sathorn [Doctoral dissertation of Arts]. Nakhon Pathom: Silpakorn University; 2022.
- [9] OECD. Venture capital investments by investee company. In: Entrepreneurship at a Glance 2016. Paris: OECD Publishing; 2016. Available from: https://doi.org/10.1787/entrepreneur_aag-2016-35-en
- [10] ฉันทย์ชนก คล่องแคล่ว. การศึกษาความเป็นไปได้ของระบบการจัดการจราจรอวกาศไปใช้ในเชิงพาณิชย์ = Feasibility study of commercialization of space traffic management: STM [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2563.
- [11] เจตนิพัทธ์ กิตติบุญเกศ. การประเมินประสิทธิภาพของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมราคาประหยัดแบบหลายความถี่ด้วยเทคนิคการประมวลผลแบบจุดเดี่ยวความละเอียดสูงสำหรับการประยุกต์ใช้งานสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก = Performance of the low-cost multi-frequency GNSS receiver using precise point positioning technique for small unmanned aerial vehicle application วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2565.
- [12] ชญานนท์ เหล่านิพนธ์. การประเมินประสิทธิภาพของระบบการรังวัดสัญญาณดาวเทียมแบบจลน์ในทันทีโดยอาศัย โครงข่าย 4 วิธี ในเวลาเดียวกันสำหรับการใช้งานที่มีความแม่นยำสูง = Simultaneously performance assessment of four different network-based GNSS real-time kinematic methods for high precision applications วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2564.
- [13] Kim W, Son PW, Rhee JH, Seo J. Development of record and management software for GPS/loran measurements. In 2020 20th International Conference on Control, Automation and Systems, ICCAS 2020. IEEE Computer Society. 2020. p. 796-9. 9268359. (International Conference on Control, Automation and Systems). doi: 10.23919/ICCAS50221.2020.9268359
- [14] Wellenhorst BH, Lichtenegger H. Wasle E. GNSS - Global Navigation Satellite System: GPS, GLONASS, Galileo and more. New York: Springer Wien; 2008.
- [15] Sickles JV. GPS and GNSS for Land Surveyors. 5th ed. Boca Raton: CRC Press; 2024.
- [16] Abdolkarimi E, Mosavi MR. Wavelet-adaptive neural subtractive clustering fuzzy inference system to enhance low-cost and high-speed INS/GPS navigation system. GPS Solut [Internet]. 2020 Jan [cited 2024 Jun 12];24(2):34. Available from: https://www.researchgate.net/publication/338542367_Wavelet-adaptive_neural_subtractive_clustering_fuzzy_inference_system_to_enhance_low-cost_and_high-speed_INSGPS_navigation_system

- [17] Kraus J, Pleninger S, Hospodka J. Methodology for Positioning of GNSS Interference Detector. 2019 International Conference on Military Technologies (ICMT); 2019 May 29-31; Brno, Czech Republic. p. 1-5.
- [18] Jonáš P, Vitan V. Detection and Localization of GNSS Radio Interference using ADS-B Data. 2019 International Conference on Military Technologies (ICMT); 2019 May 29-31; Brno, Czech Republic. p. 1-5.
- [19] Wang Y, Sun FP, Hao JM, Zhang LD, Wang X. Reduction research on performance index system of satellite navigation system spoofing. GPS Solut [Internet]. 2022 Apr [cited 2024 Jun 15];26(2):[about 35 p.]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/358215289_Reduction_research_on_performance_index_system_of_satellite_navigation_system_spoofing
- [20] Shen D, Chen G, Nguyen T, Pham K. Multi-carrier constant envelope GNSS waveforms compatible with existing user equipment. In: MILCOM 2022 - 2022 IEEE Military Communications Conference (MILCOM); 2022 Nov 28-30; Rockville, MD, USA. Piscataway, NJ: IEEE; 2022. p. 210-5.
- [21] Zhi Z, Liu D, Liu L. A performance compensation method for GPS/INS integrated navigation system based on CNN-LSTM during GPS outages. Measurement [Internet]. 2021 Dec [cited 2024 Jun 16];188(6): 110516. Available from: https://www.researchgate.net/publication/356856002_A_performance_compensation_method_for_GPSINS_integrated_navigation_system_based_on_CNN-LSTM_during_GPS_outages
- [22] Alhosban A. Assessing Availability of GNSS-GBAS Landing Systems in GAST-D/F Performance. Advances in Military Technology [Internet]. 2022 May [cited 2024 Jun 17];17(1): 121-36. Available from: https://www.researchgate.net/publication/361944640_Assessing_Availability_of_GNSS-GBAS_Landing_Systems_in_GAST-DF_Performance