

บทที่ ๓

สรุป

จากการดำเนินงานการวิจัยในรอบสองปี ได้ผลงานวิจัยที่อยู่ในขั้นตอนของการดำเนินงานยื่นต่อวารสารวิชาการต่างประเทศเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ จำนวนสองฉบับ ดังปรากฏรายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ก.

วารสาร IEEE Transaction Aerospace and Electronic

- 1) Orbit Determination of Low-Earth-Orbit Spacecraft using Information of Global Positioning System Signals
 - 2) Resolving Integer Ambiguity Of GPS Carrier Phase Difference Without Attitude Knowledge
-

๗.๑ อุปสรรค และ ปัญหา

ถึงแม้ว่าผลของการดำเนินงานวิจัยของโครงการนี้ (ดังแสดงในบทที่ ๔ บทที่ ๕ และ บทที่ ๖) จะได้ผลลัพธ์เป็นตามความต้องการที่ได้นำเสนอไว้ในเอกสารข้อเสนอโครงการ อย่างไรก็ตามในระหว่างการดำเนินงานวิจัย นักวิจัยได้พบอุปสรรคและปัญหาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งทางตรงและทางอ้อมในหลายประเด็น โดยจำแนกได้เป็นส่วนหลักๆ ดังนี้

1) ข้อจำกัดของตัวแปรวงโคจรที่นำมาใช้ในการประเมินผล

เนื่องจากงานวิจัยโครงการนี้ได้ใช้ตัวแปรวงโคจร SGP4 และ SDP4 มาใช้งานเป็นส่วนสร้างคำตอบอ้างอิงเพื่อประเมินผลที่คำนวณได้จากตัวกรองประมาณค่าที่ได้พัฒนาขึ้น ถึงแม้ว่าตัวแปรวงโคจรทั้งคู่ได้ถูกพัฒนาโดยหน่วยงานด้านความมั่นคงของประเทศสหรัฐอเมริกา แต่ได้มีความยินยอมและเผยแพร่ต่อสาธารณะ ทำให้ตัวแปรวงโคจรโดยเฉพาะ SGP4 ถูกนำมาใช้งานด้านการติดตามและทำนายตำแหน่งของดาวเทียมวงโคจรโลกต่ำกันอย่างแพร่หลายมากที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีการคำนวณวิธีอื่นๆ ซึ่งทำให้ประหนึ่งเสมือนว่าตัวแปรวงโคจร SGP4 เป็นที่ยอมรับในกลุ่มนักวิชาด้านนี้

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาและนำ SGP4 มาใช้งาน นักวิจัยได้ประสบอุปสรรคหลายประการ อีกทั้งแบบจำลองระบบของตัวกรองประมาณค่าที่นักวิจัยได้พัฒนาขึ้นกลับมีรายละเอียดของคีย์โน้มนำวงโลกที่มากกว่า SGP4 ทำให้การที่จะนำ SGP4 มาใช้ในการประเมินผล ดูเสมือนประหนึ่งว่าไม่สอดคล้องกับตัวกรองประมาณค่าที่ได้พัฒนาขึ้น

แนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าว นักวิจัยได้ดำเนินการไปในสองแนวทาง โดยแนวทางแรกได้พิจารณาตัวแปรวงโคจรเชิงพาณิชย์ที่มีการพัฒนาโดยบริษัทเอกชน แต่พบว่ามูลค่าในการจัดหามีค่ามากกว่างบประมาณงานวิจัย ในส่วนของแนวทางที่สอง นักวิจัยได้ประสานกับ Surrey Space Centre, University of Surrey เพื่อทำการอิมพีเมนต์ตัวอินทิเกรตภายใต้เทคนิคใหม่ที่พัฒนาโดย Surrey Space Centre มาใช้งาน ซึ่งจากการศึกษาและความพยายามในการอิมพีเมนต์ตัวอินทิเกรตดังกล่าวเป็นช่วงเวลาหลายเดือน นักวิจัยประสบอุปสรรคในเรื่องความซับซ้อนในเชิงคณิตศาสตร์ของเทคนิคที่ใช้ในการสร้างตัวอินทิเกรตดังกล่าว อีกทั้งความไม่ชัดเจนในเชิงนโยบายของ Surrey Space Centre ในด้านลิขสิทธิ์ ที่นักวิจัยจะนำเทคนิคดังกล่าวมาใช้ในงานวิจัย ซึ่งปัจจัยดังกล่าว ทำให้นักวิจัยได้ชะลอการอิมพีเมนต์ไว้ จนกว่าจะมีความชัดเจนในเรื่องดังกล่าว

2) การนำข้อมูลการวัดจีพีเอส “เฟสแตกต่างของสัญญาณคลื่นพาห้” มาใช้หาตำแหน่งดาวเทียม

ดังที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อที่ ๓.๓ (ข้อมูลการวัดจากสัญญาณจีพีเอส) ในเชิงคณิตศาสตร์ เราสามารถที่จะนำเฟสแตกต่างของสัญญาณคลื่นพาห้มาใช้ประโยชน์เป็นข้อมูลการวัดสำหรับการคำนวณหาตำแหน่งวงโคจรดาวเทียม ซึ่งจะทำให้เราสามารถที่จะคำนวณหาได้ทั้งตำแหน่งและการวางตัวของดาวเทียม

จากประเด็น “integer ambiguity problem” ซึ่งเป็นปัญหาใหญ่ที่จำเป็นต้องแก้ไขก่อนที่จะนำค่าเฟสแตกต่างของสัญญาณคลื่นพาห้ นักวิจัยได้นำเสนอแนวทางการแก้ไขใหม่ ซึ่งได้ทดสอบกับข้อมูลจำลองและข้อมูลจริง โดยได้ผลลัพธ์ที่ประสบความสำเร็จ ทำให้สามารถที่จะคำนวณย้อนกลับถึงค่าระยะแตกต่างที่แท้จริงได้

เมื่อได้ค่าระยะแตกต่างที่แท้จริงแล้ว การคำนวณหาการวางตัวของดาวเทียมอย่างละเอียดสามารถที่จะคำนวณได้จากข้อมูลจีพีเอสทั้งหมดที่ได้รับ แต่สำหรับการหาตำแหน่งวงโคจรดาวเทียมกลับประสบปัญหาเนื่องจากค่าที่คำนวณได้จากตัวกรองประมาณค่าเกิดการลู่ออก ทำให้การทดสอบในส่วนนี้ประสบปัญหา อย่างไรก็ตาม ได้มีแนวทางการวิเคราะห์ในเชิงลึกที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว

3) สัดส่วนเวลาสำหรับงานวิจัยและการพัฒนาองค์ประกอบฐานการวิจัยเชิงระบบ

งานวิจัยนี้นอกจากจะมุ่งในประเด็นการพิมพ์ผลงานการวิจัยแล้ว นักวิจัยได้นำเสนอในเอกสารข้อเสนอโครงการในอีกประเด็นหนึ่ง ซึ่งก็คือการสร้างองค์ประกอบฐานเชิงระบบสำหรับงานวิจัยสาขาวิศวกรรมดาวเทียมด้านดาราศาสตร์ โดยที่องค์ประกอบที่ได้สร้างขึ้นจะเป็นฐานหรือแพลตฟอร์มที่สำคัญสำหรับงานวิจัยเชิงลึกในอนาคต ทำให้การงานวิจัยมีการอิมพีเม้นต์ส่วนต่างๆเต็มไปหมด ซึ่งในบางองค์ประกอบที่มีการอิมพีเม้นต์ นักวิจัยได้ใช้เวลาของการวิจัยไปเป็นสัดส่วนที่มากในระดับหนึ่ง ทำให้การคิดค้นนำเสนอแนวทางใหม่ๆในแต่ละองค์ประกอบไม่สามารถดำเนินการไปได้ที่ควรจะเป็น ซึ่งปัญหาดังกล่าวจะพัวพันซึ่งกันและกัน เนื่องจากถ้าไม่อิมพีเม้นต์ฐานองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง การทดสอบแนวความคิดก็อาจจะไม่สามารถทำได้ หรือ ถ้าในกรณีที่มีแต่แนวความคิด การพิสูจน์แนวความคิดดังกล่าวจะถูกระเมินได้อย่างไรที่เป็นรูปธรรม ยกเว้นในกรณีที่มิสมการเชิงวิเคราะห์ที่เป็นที่ยอมรับอยู่แล้ว อย่างไรก็ตามตาม ผลงานวิจัยที่ได้จากการดำเนินการในโครงการนี้ก็มีปริมาณที่มากกว่าที่ได้วางไว้ตามแผนงาน และไม่ได้ล่าช้าหรือได้ผลน้อยกว่าที่ได้วางไว้

นอกจากประเด็นของการอิมพีเม้นต์ฐานองค์ประกอบด้านดาราศาสตร์ ที่ถือได้ว่าเป็นศาสตร์ที่มีความเก่าแก่และมีวิวัฒนาการผ่านมาหลายร้อยปี ซึ่งมีความซับซ้อนและละเอียดอ่อนแล้ว ประเด็นผู้ที่ให้คำแนะนำหรือประเมินผลงานวิจัยด้านนี้ยังเป็นคำถาม เนื่องจากมีจำนวนน้อยมาก

๗.๒ แนวทางการวิจัยในอนาคต

แนวทางการวิจัยในอนาคตสำหรับหัวข้องานวิจัยด้านวงโคจรดาวเทียม สามารถแนะนำได้ดังนี้

- 1) งานวิจัยด้านการสร้างแบบจำลองเชิงวิเคราะห์ ที่ใช้เคปเลอร์ เอลลิเมนต์เป็นตัวแปรในการอธิบาย
- 2) งานวิจัยด้านการวิจัยพัฒนาตัวกรองประมาณค่าที่คำนวณค่าของเคปเลอร์ เอลลิเมนต์
- 3) งานวิจัยด้านการวิจัยพัฒนาตัวกรองประมาณค่าที่คำนวณได้ทั้งการวางตัวและตำแหน่งวงโคจร
- 4) งานวิจัยด้านการวิจัยพัฒนาแบบจำลองการรบกวนที่เกิดจากผู้นอวกาศที่มีความแม่นยำ

๗.๓ ส่วนปิดท้าย

เป้าหมายที่สำคัญของงานวิจัยโครงการ “การคำนวณหาวงโคจรดาวเทียมวงโคจรโลกต่ำ โดยใช้ข้อมูลการวัดสัญญาณจีพีเอส” นอกจากจะมุ่งเน้นผลงานวิจัยที่จะนำไปสู่การตีพิมพ์ในวารสารวิชาการแล้ว การพัฒนาสร้างฐานองค์ประกอบเชิงระบบของงานวิจัย ยังเป็นอีกประเด็นที่นักวิจัย ได้นำเสนอและดำเนินการในโครงการวิจัยนี้ เพื่อที่จะถูกนำไปใช้เป็นฐานที่สำคัญสำหรับงานวิจัยเชิงลึกในอนาคต