บทที่ 5

บทสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

จากการทำวิจัยในหัวข้อการปรับปรุงความถูกต้องของการหาตำแหน่งแบบจุดเดี่ยวที่ให้ความละเอียดสูงด้วยจีพีเอส โดยการใช้วิธี MINQUE สำหรับการประมาณค่าเมทริกซ์ของความแปรปรวนร่วม สามารถสรุปผลงานวิจัยได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากซอฟต์แวร์สำหรับการหาตำแหน่งจุดเดี่ยวที่ให้ค่าความละเอียดสูงที่ทางผู้วิจัยได้พัฒนาต่อด้วยโปรแกรม Matlab เวอร์ชัน 6.5 โดยทำการประมวลผลข้อมูลการรับสัญญาณดาวเทียมที่ได้จากการเก็บข้อมูลการรับสัญญาณดาวเทียมแบบสถิตสองความถี่ บนดาดฟ้าอาคารวิทยนิเวศน์ ภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตั้งแต่วันที่ 25 ถึงวันที่ 30 ตุลาคม พ.ศ. 2545 โดยทำการประมวลผลข้อมูลเปรียบเทียบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากช่วงระยะเวลาในการรับสัญญาณดาวเทียมที่ต่างกัน ได้แก่ 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที, 30 นาที และ 60 นาที และเปรียบเทียบความถูกต้องของข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาการรับสัญญาณดาวเทียมที่ได้จากการประมวลผลด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดโดยใช้แบบจำลองสโตคาสติกที่ต่างกัน 3 แบบ คือ

- แบบจำลองสโตคาสติกโดยให้น้ำหนักค่าสังเกตทุกตัวเท่ากัน
- แบบจำลองสโตคาสติกโดยให้น้ำหนักเรื่องมุมสูงของดาวเทียม
- และแบบจำลองสโตคาสติกโดยให้น้ำหนักโดยใช้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมที่ประมาณค่าจากวิธี MINQUE

สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการการประมวลผลด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบให้น้ำหนักค่าสังเกตทุกตัวเท่ากัน พบว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ความถูกต้องทางราบของช่วงระยะเวลาในการรับสัญญาณดาวเทียม 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที, 30 นาทีและ 60 นาที มีค่า 2.34 เมตร, 2.30 เมตร, 1.58 เมตร, 1.52 เมตรและ 1.03 เมตรตามลำดับ ความถูกต้องทางดิ่งของช่วงระยะเวลาในการรับสัญญาณดาวเทียม 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที, 30 นาทีและ 60 นาที มีค่า 4.76 เมตร, 3.71 เมตร, 2.91 เมตร, 2.52 เมตรและ 1.91 เมตรตามลำดับ

5.1.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการการประมวลผลด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบให้น้ำหนักเรื่องมุมสูงของดาวเทียม พบว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ความถูกต้องทางราบของช่วงระยะเวลาในการรับสัญญาณดาวเทียม 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที, 30 นาทีและ 60 นาที มีค่า 2.42 เมตร, 2.36 เมตร, 1.63 เมตร, 1.50 มตรและ 1.03 เมตรตามลำดับ ความถูกต้องทางดิ่งของช่วงระยะเวลาในการรับสัญญาณดาวเทียม 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที, 30 นาทีและ 60 นาที มีค่า 4.59 เมตร, 3.57 เมตร, 2.77 เมตร, 2.38 เมตรและ 1.84 เมตรตามลำดับ

5.1.3 ผลลัพธ์ที่ได้จากการการประมวลผลด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบให้น้ำหนักโดยใช้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมที่ประมาณค่าจากวิธี MINQUE พบว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ความถูกต้องทางราบของช่วงระยะเวลาในการรับสัญญาณดาวเทียม 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที, 30 นาทีและ 60 นาที มีค่า 2.64 เมตร, 2.57 เมตร, 1.78 เมตร, 1.67 มตรและ 1.13 เมตรตามลำดับ ความถูกต้องทางดิ่งของช่วงระยะเวลาในการรับสัญญาณดาวเทียม 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที, 30 นาทีและ 60 นาที มีค่า 4.38 เมตร, 3.48 เมตร, 2.70 เมตร, 2.31 เมตรและ 1.72 เมตรตามลำดับ

5.1.4 เปรียบเทียบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดโดยให้น้ำหนักตามแบบจำลองสโตคาสติกสามกรณีข้างต้น สำหรับค่าความถูกต้องทางราบ พบว่าแบบจำลองสโตคาสติกแบบให้น้ำหนักโดยใช้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมที่ประมาณค่าจากวิธี MINQUE ให้ค่าความถูกต้องดีที่สุด สำหรับค่าความถูกต้องทางดิ่ง พบว่าแบบจำลองสโตคาสติกแบบให้น้ำหนักโดยใช้มุมสูงของดาวเทียมให้ค่าความถูกต้องดีที่สุด

5.1.5 ผลการทดสอบทางสถิติของค่าต่างของค่าความถูกต้องทางราบและทางดิ่งของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยให้น้ำหนักตามแบบจำลองสโตคาสติกสามกรณีข้างต้น เมื่อทำการทดสอบทางสมมติฐานด้วยการแจกแจงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า แบบจำลองสโตคาสติกแต่ละแบบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นจึงสามารถเลือกใช้แบบจำลองสโตคาสติกใดก็ได้ตามความต้องการ

5.1.6 ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลแต่ละวิธีซึ่งสอดคล้องกันยืนยันว่า ความถูกต้องของผลลัพธ์มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการรับสัญญาณดาวเทียม โดยระยะเวลาที่ใช้ในการรับสัญญาณดาวเทียมที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความละเอียดถูกต้องสูงขึ้น โดยที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ความถูกต้องทางราบมีค่าน้อยกว่า 2.50 เมตร เมื่อรับสัญญาณดาวเทียมเพียง 5 นาที และเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการรับสัญญาณดาวเทียมเป็น 60 นาที ค่าความถูกต้องทางราบของผลลัพธ์ลดลงเหลือประมาณ 1 เมตร

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยนี้ ซอฟต์แวร์ที่ได้พัฒนาขึ้นเป็นการหาตำแหน่งจุดเดี่ยวที่ให้ความละเอียดสูง โดยใช้ข้อมูลการวัดรหัสและวัดเฟสของคลื่นส่งจากเครื่องรับสัญญาณแบบสองความถี่ และมุ่งเน้นที่การปรับปรุงแบบจำลองสโตคาสติก ซึ่งในงานวิจัยได้ใช้แบบจำลองสโตคาสติกโดยให้น้ำหนักเรื่องมุมสูงของดาวเทียม และแบบจำลองสโตคาสติกซึ่งให้น้ำหนักโดยใช้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมที่ประมาณค่าจากวิธี MINQUE นอกเหนือจากการใช้แบบจำลองสโตคาสติกโดยให้น้ำหนักค่าสังเกตทุกตัวเท่ากันซึ่งใช้กันทั่วไป ซึ่งผลการทดสอบทางสถิติของค่าต่างของค่าความถูกต้องทางราบและทางดิ่ง แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองสโตคาสติกทั้งสามกรณีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จึงควรมีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาแบบจำลองสโตคาสติกอื่นๆที่เหมาะสมยิ่งกว่านี้ ซึ่งจะทำให้การหาตำแหน่งจุดเดี่ยวที่ให้ความละเอียดสูงมีความถูกต้องสูงขึ้นกว่าเดิมได้

นอกจากนี้ ยังสามารถเพิ่มความถูกต้องของการประมวลผลได้ด้วยการเพิ่มฟังก์ชันเพื่อขจัดความคลาดเคลื่อนอื่นๆเข้ามาร่วมในซอฟต์แวร์ด้วย เช่น การตรวจจับคลื่นสะท้อน (Multipath) และการตรวจจับคลื่นหลุด (Cycle Slip) ซึ่งมีผลทำให้ข้อมูลที่นำมาใช้ในการประมวลผลมีความคลาดเคลื่อนส่วนนึงแฝงอยู่ และส่งผลให้ค่าพิกัดที่ได้มีความผิดเพี้ยนไป หากมีการตรวจสอบข้อมูลในส่วนนี้ร่วมด้วยได้ ค่าพิกัดผลลัพธ์จะมีความถูกต้องสูงขึ้น

5.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

ในงานวิจัยชิ้นนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้

5.3.1 ทำให้เข้าใจถึงหลักการหาตำแหน่งแบบจุดเดี่ยวความละเอียดสูง

5.3.2 แบบจำลองสโตคาสติกซึ่งให้น้ำหนักโดยใช้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมที่ประมาณค่าจากวิธี MINQUE เป็นแบบจำลองสโตคาสติกอีกหนึ่งทางเลือกที่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณปรับแก้ในการหาตำแหน่งจุดเดี่ยวที่ให้ความละเอียดสูงได้

5.3.3 ได้แนวทางในการเลือกระยะเวลาที่เหมาะสมในการรับสัญญาณดาวเทียมในระดับความถูกต้องที่ต้องการ เช่น หากต้องการความถูกต้องทางราบของค่าพิกัดในระดับต่ำกว่า 2.50 เมตร ทำการรับสัญญาณดาวเทียมเป็นระยะเวลา 5 นาทีก็เพียงพอ

5.3.4 ได้ซอฟต์แวร์ต้นแบบสำหรับการหาตำแหน่งแบบจุดเดี่ยวความละเอียดสูงซึ่งทำการคำนวณปรับแก้ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาต่อยอดในอนาคต