บทที่ 5
อภิปรายและสรุปผล

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนด้วยการเก็บข้อมูลค่าพิกัดบนหมุดตัวอย่างจำนวน 38 หมุดที่มีระยะห่างจากสถานีอ้างอิงแตกต่างกันด้วยการรังวัดแบบปรับแก้ผลต่าง จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าพิกัดที่รังวัดได้กับค่าพิกัดของหมุดที่ทราบอยู่ก่อนเพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น การเก็บข้อมูลดำเนินการในช่วงเดือนตุลาคม ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 จากการเก็บข้อมูลพบว่ามีหมุดที่ไม่สามารถทำการรังวัดได้จำนวน 3 หมุด ได้แก่ หมุดหมายเลข 3435 ตั้งอยู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเกาะเสม็ด เจ้าหน้าที่อุทยานไม่อนุญาตให้เข้าทำการรังวัดเนื่องจากไม่มีการทำหนังสือขออนุญาตจากหน่วยงานต้นสังกัดหรือจากมหาวิทยาลัยมาแสดง สำหรับหมุดหมายเลข 3452 และ 3659 ค่าพิกัดที่ใช้เป็นค่าอ้างอิงอยู่ใน UTM Zone 47 แต่ตำแหน่งจริงของหมุดอยู่ใน UTM Zone48 ทำให้ไม่สามารถนำค่าพิกัดมาเปรียบเทียบกันได้ ปัญหาเหล่านี้เกิดขึ้นเนื่องจากการวางแผนในสำนักงานที่ไม่ละเอียดเพียงพอและขาดการประสานงานกับหน่วยงานราชการและเอกชนในการขอความร่วมมือเพื่อใช้พื้นที่ สำหรับหมุดที่เหลือจำนวน 35 หมุดสามารถทำการรังวัดได้ปกติ

การรังวัดแบบสัมบูรณ์ค่าพิกัดที่รังวัดได้มีความคลาดเคลื่อนต่ำสุดที่ 1.379 ม. สูงสุดที่ 4.717 ม. มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 2.026 ม. ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานความถูกต้องที่ระบุไว้ในความสามารถของเครื่องหาค่าพิกัด GPS ยี่ห้อ Magellan รุ่น Promark X-CM ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่เกิดขึ้นในแต่ละหมุดที่ทำการรังวัดนั้นถือว่ามีค่าน้อยมากหากเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นและมีลักษณะเป็นแบบสุ่ม สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากในการรังวัดเก็บข้อมูลมีการกำหนดมาตรฐานการรังวัดที่สูงทำให้ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากปัจจัยอื่นถูกขจัดออกไปได้มากในการรังวัดทำให้ผลการรังวัดที่ได้มีความคลาดเคลื่อนไม่แตกต่างกันมากในแต่ละครั้งที่ทำการเก็บข้อมูล เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งของค่าพิกัดกับระยะทางระหว่างสถานีอ้างอิงกับตำแหน่งของผู้ใช้พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมอื่นที่เกิดขึ้นในขณะทำการรังวัดเช่น ค่า DOP, Multipath หรือ สภาพบรรยากาศขณะทำการรังวัดเป็นต้น

การรังวัดแบบปรับแก้ผลต่างให้ค่าพิกัดที่มีความคลาดเคลื่อนต่ำสุดที่ 0.589 ม. มีความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ 1.803 ม. ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยที่ 1.195 ม. จะเห็นได้ว่าการรังวัดแบบ DGPS นั้นให้ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งของค่าพิกัดที่น้อยกว่าการรังวัดด้วยวิธีสัมบูรณ์เช่นกันกับการรังวัดแบบสัมบูรณ์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่เกิดขึ้นในแต่ละหมุดที่ทำการรังวัดมีการ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กระจายในแบบสุ่มไม่มีความสัมพันธ์กับระยะทางระหว่างสถานีอ้างอิงกับตำแหน่งของผู้ใช้ เมื่อนำข้อมูลความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งที่ได้มาทำการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้วยวิธี Pearson Correlation และทดสอบด้วยสถิติที (t-Test) ผลที่ได้รับพบว่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในการรังวัดค่าพิกัดดาวเทียม GPS ด้วยวิธีการปรับแก้ผลต่างมีความสัมพันธ์กับระยะทางระหว่างสถานีอ้างอิงกับตำแหน่งของผู้ใช้ โดยความคลาดเคลื่อนจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามระยะทางที่เพิ่มขึ้นหรือกล่าวได้ว่ามีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงในทิศทางที่เป็นบวกจากความสัมพันธ์ที่ได้นี้ทำให้สามารถทำการสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นเพื่อประมาณค่าความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัด GPS ในระบบปรับแก้ผลต่างเพื่อให้ผู้ใช้เครื่องหาค่าพิกัด GPS แบบนำหนสามารถทราบความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นและใช้ในการตัดสินใจเพื่อนำค่าพิกัดไปใช้งานได้

เนื่องจากระบบ GPS ถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้ทุกพื้นที่ทั่วโลกและในทุกกาลเวลาดังนั้นการใช้สมการถดถอยเชิงเส้นเพื่อประมาณค่าความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัด GPS ในระบบปรับแก้ผลต่างที่คำนวณได้ในการวิจัยครั้งนี้จึงสามารถใช้งานได้ตลอดเวลาโดยมีเงื่อนไขคือ สามารถใช้ได้เฉพาะกับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS เครื่องที่ใช้ทำการวิจัยเท่านั้น ต้องใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงอาทิเช่น จานรับสัญญาณ อุปกรณ์เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต หรือ สายสัญญาณ ชุดเดิม และที่สำคัญที่สุดคือการเก็บข้อมูลต้องเป็นไปตามมาตรฐานการรังวัดอย่างเคร่งครัดเพื่อให้ข้อมูลที่ทำการรังวัดได้มีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากตัวแปรอื่นน้อยที่สุดทั้งนี้เพื่อให้ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งของค่าพิกัดขึ้นอยู่กับระยะทางระหว่างสถานีอ้างอิงกับตำแหน่งของผู้ใช้เพียงอย่างเดียว

เมื่อนำสมการถดถอยเชิงเส้นที่ได้มาทำการทดสอบความน่าเชื่อถือโดยการทดสอบเก็บค่าพิกัดบนหมุดตัวอย่างจำนวน 10 หมุดเพื่อนำความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการรังวัดมาเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการประมาณค่าด้วยสมการถดถอย ทดสอบโดยวิธี Indcpendent samples t-Test ได้ผลสรุปว่าความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดที่รังวัดในระบบ DGPS ที่คำนวณได้จากสมการถดถอยเชิงเส้นไม่แตกต่างกับความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการรังวัดทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งของค่าพิกัด GPS ที่จะนำไปใช้ในงานต่าง ๆ นั้นต้องการความถูกต้องที่ไม่เท่ากัน หากนำข้อมูลจากการวิจัยครั้งนี้มาเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเพื่อนำค่าพิกัดที่รังวัดได้ในระบบปรับแก้ผลต่างไปใช้ประโยชน์สามารถกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างจากสถานีอ้างอิงในการปฏิบัติงานกับความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งที่จะได้รับดังนี้ ระยะทาง 0-70 กิโลเมตร ความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่เกิน 1.00 เมตร, ระยะทาง 71- 170 กิโลเมตร ความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่เกิน 1.50 เมตร และ ระยะทาง 171-270 กิโลเมตร ความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่เกิน 2.00 เมตร จากข้อมูลในการวิจัยนี้พบว่าเมื่อระยะทางจากสถานีอ้างอิงเพิ่มมากขึ้นความ

คลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งของค่าพิกัดที่รังวัดได้ในระบบปรับแก้ผลต่างยิ่งมีค่ามากตามไปด้วยจนในที่สุดค่าพิกัดที่รังวัดได้ในระบบปรับแก้ผลต่างจะมีความคลาดเคลื่อนที่ไม่แตกต่างจากการรังวัดในระบบสัมบูรณ์ ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าค่าแก้ที่ได้รับจากสถานีอ้างอิงไม่สามารถใช้งานได้อีกต่อไป อันเป็นผลเนื่องจากความแตกต่างของสภาพบรรยากาศที่แตกต่างกันมากระหว่างสถานีอ้างอิงกับตำแหน่งของผู้ใช้ สำหรับผู้ที่ใช้เครื่องหาค่าพิกัด GPS ยี่ห้อ Magellan รุ่น Promark X-CM โดยทำการรังวัดในระบบปรับแก้ผลต่างรับค่าแก้จากสถานีผังเมืองพระราม 9 ผ่านทาง internet ไม่ควรทำการรังวัดในรัศมีเกิน 270 กิโลเมตร จากสถานีอ้างอิงเนื่องจากค่าพิกัดที่รังวัดได้อาจมีความคลาดเคลื่อนที่ไม่แตกต่างการรังวัดในระบบสัมบูรณ์ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยในการรังวัดที่ 2.026 เมตร

จากผลการวิจัยที่ได้รับสอดคล้องกับทฤษฎีของ Landau, Vollath & Chen (2002) ได้กล่าวว่าความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดดาวเทียมGPSที่รังวัดได้ในระบบปรับแก้ผลต่างโดยใช้เครื่องหาค่าพิกัดแบบความถี่เดียวนั้นจะมีความถูกต้องในระดับที่ต่ำกว่า 1 เมตร โดยขึ้นอยู่กับระยะทางและคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการรังวัด นอกจากนี้ หัสฎี วงศ์อิศเรศ (2546) ได้วิจัยเรื่องความคลาดเคลื่อนของระบบ Real Times DGPS โดยได้ใช้เครื่องหาค่าพิกัดGPSแบบความถี่เดียวยี่ห้อ Leica รุ่น GS 5 Plus ผลการวิจัยพบว่าความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กับระยะทางระหว่างสถานีอ้างอิงกับผู้ใช้ โดยขนาดของความคลาดเคลื่อนจะแปรผันตามระยะทาง คือ ระยะทาง 0-100 กิโลเมตร ความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่เกิน 0.80 เมตร ระยะทาง 101-200 กิโลเมตร ความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่เกิน 1.20 เมตร ซึ่งผลสรุปที่ได้จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นเป็นไปในทางเดียวกันกับผลการวิจัยในครั้งนี้

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดGPSในระบบปรับแก้ผลต่าง สรุปผลได้ดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดที่รังวัดได้ในระบบปรับแก้ผลต่างมีความสัมพันธ์กับระยะทางระหว่างสถานีอ้างอิงกับตำแหน่งของผู้ใช้ โดยมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงในทิศทางที่เป็นบวก กล่าวคือ ขนาดของความคลาดเคลื่อนจะเพิ่มขึ้นตามระยะทางที่เพิ่มมากขึ้น

2. ความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดที่ทำการรังวัดได้ในระบบปรับแก้ผลต่างสามารถทำการประมาณค่าได้โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นที่สร้างขึ้นดังนี้

$$\hat{Y}_i = 0.649 + 0.005X_i$$

เมื่อ $\hat{Y}_i$ = ค่าประมาณความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัด

X_i = ระยะทางจากสถานีอ้างอิง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. ความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดที่ได้จากการประมาณค่าโดยสมการถดถอยไม่มีความแตกต่างจากความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดที่ได้จากการรังวัดทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ข้อเสนอแนะ

1. เครื่อง GPS แบบอื่น ๆ สามารถประมาณค่าความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งของค่าพิกัดในระบบปรับแก้ผลต่างได้โดยทำการรังวัดหาค่าความคลาดเคลื่อนบนหมุดตัวอย่างที่ทราบค่าพิกัดแล้วซึ่งมีระยะห่างจากสถานีอ้างอิงแตกต่างกัน นำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation) และทดสอบด้วยสถิติที (t-Test) จากนั้นจึงทำการสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นเพื่อประมาณค่าความคลาดเคลื่อนได้

2. เนื่องจากการก่อสร้างสถานีอ้างอิงในระบบGPSแบบปรับแก้ผลต่างแต่ละแห่งนั้นใช้งบประมาณที่สูง การก่อสร้างสถานีอ้างอิงให้มีจำนวนน้อยที่สุดโดยสามารถให้บริการได้ครอบคลุมมากที่สุดและให้ค่าพิกัดที่มีความถูกต้องสูงเพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้จึงเป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากจะสามารถประหยัดงบประมาณในการก่อสร้างและบำรุงรักษาได้เป็นจำนวนมาก จึงควรทำการศึกษาวิจัยความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งของค่าพิกัดดาวเทียมGPSในระบบปรับแก้ผลต่างโดยเปลี่ยนชนิดของเครื่องมือ พื้นที่ศึกษา และวิธีการรับค่าแก้ในรูปแบบอื่น ๆ เช่น ทางวิทยุคลื่นสั้น การใช้โทรศัพท์เป็นโมเด็ม (Telephone Modem) เพื่อศึกษาผลกระทบที่ปัจจัยเหล่านี้มีต่อความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งของค่าพิกัด เมื่อประมาณค่าความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งซึ่งเกิดจากปัจจัยเหล่านี้ได้จะทำให้การวางแผนในการสำรวจหรือจัดสร้างสถานีอ้างอิงเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ เริ่มจากการกำหนดความถูกต้องของค่าพิกัดที่ต้องการจากการรังวัดในระบบปรับแก้ผลต่างจากนั้นจึงนำไปคำนวณหาระยะห่างของสถานีอ้างอิงที่เหมาะสมด้วยสมการถดถอยที่สร้างขึ้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University