บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก GPS (Global Positioning System) ถือเป็นวิธีการหาค่าพิกัดทางราบที่มีความสำคัญอย่างมากในปัจจุบันเนื่องจากสามารถทำการรังวัดได้อย่างรวดเร็วและมีความถูกต้องสูง โดยค่าความถูกต้องอยู่ที่ $\pm$ 5 mm. + 1 ppm (part per million) สำหรับเครื่อง GPS แบบสำรวจ (Observation Receiver) ที่สามารถถอดรหัส P Code (Precise or Protected Code) ได้ (Trimble Navigation Limited, 2007) และประมาณ 10 เมตร สำหรับเครื่อง GPS แบบนำหน (Navigation Receiver) ที่ถอดรหัส C/A Code (Coarse/Acquisition Code) ได้เพียงอย่างเดียว (Trimble Navigation Limited, 1996)

หลังจากที่รัฐบาลสหรัฐอเมริกาได้ยกเลิกการใช้เทคนิค S/A (Selective Availability) กับคลื่นรหัสของดาวเทียมระบบ GPS ไปในปี ค.ศ. 2000 ทำให้การรังวัดค่าพิกัดด้วยดาวเทียม GPS โดยวิธีการรังวัดคลื่นรหัส C/A code มีความถูกต้องสูงและเป็นที่นิยมเพิ่มขึ้นเนื่องจากไม่มีการรบกวนสัญญาณในการรังวัด (สมภพ ภูริวิกรัยพงศ์, 2550) ในปัจจุบันประเทศไทยได้มีผู้นิยมใช้เทคโนโลยีการหาค่าพิกัดด้วยดาวเทียม GPS เพิ่มขึ้นโดยส่วนใหญ่จะเป็นผู้ใช้ที่มีเครื่อง GPS แบบนำหนเนื่องจากมีราคาไม่สูงมาก (ราม โชติคุต, 2551)

ค่าพิกัดที่ได้จากเครื่อง GPS แบบนำหนนี้สามารถปรับปรุงให้มีความถูกต้องสูงขึ้นได้ด้วยการรังวัดแบบปรับแก้ผลต่าง (Differential Correction) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า DGPS (Differential Global Positioning System) โดยต้องมีสถานีรังวัดสัญญาณดาวเทียม GPS แบบถาวร (GPS Base Station) เพื่อเป็นสถานีอ้างอิงทำการรังวัดค่าพิกัดบนดำแหน่งที่ทราบค่าพิกัดอย่างแม่นยำจากนั้นจึงทำการคำนวณค่าแก้ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการหน่วงสัญญาณของชั้นบรรยากาศ ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากวงโคจรและนาฬิกาของดาวเทียมเพื่อส่งให้แก่เครื่อง GPS ที่เป็นลูกข่าย (Rover Station) ใช้ในการคำนวณค่าพิกัดซึ่งจะทำให้ได้ค่าพิกัดที่มีความถูกต้องในระดับ 3 เมตรหรือสูงกว่า วิธีการรังวัดแบบปรับแก้ผลต่างนี้ทำได้สองแบบคือ

1. ประมวลผลในทันที (Real Time Processing) เป็นการส่งค่าแก้จากสถานีอ้างอิงไปให้เครื่องลูกข่ายที่กำลังทำงานอยู่อย่างทันทีทันใด โดยการส่งค่าแก้ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ คลื่นวิทยุ หรือทางอินเตอร์เน็ท วิธีการรังวัดแบบนี้สามารถทำให้ผู้ใช้ทราบค่าพิกัดได้ทันที

2. ประมวลผลภายหลัง (Post Processing) เครื่องลูกข่ายต้องสามารถบันทึกข้อมูลการรังวัดในสนามได้จากนั้นจึงถ่ายข้อมูลลงในเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วทำการประมวลผลร่วมกับข้อมูล

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การรังวัดจากสถานีอ้างอิงโดยใช้โปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ จึงจะได้ค่าพิกัดที่ถูกต้องแม่นยำ (หัสฎี วงศ์อิศเรศ, 2546)

ในปัจจุบันหลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนได้เห็นความสำคัญของระบบ DGPS และได้เปิดให้บริการแก่ผู้ใช้ทั่วไปตัวอย่างเช่น กรมโยธาธิการและผังเมือง ได้ให้บริการข้อมูลสถานีโครงข่ายหลัก (Base Station) เพื่อการกำหนดตำแหน่งแบบปรับแก้ผลต่างในทันที (Real Times DGPS) ที่มีความถูกต้อง 1-3 เมตร โดยมีสถานีโครงข่ายหลักจำนวน 11 สถานีซึ่งตั้งอยู่ที่กรมโยธาธิการและผังเมือง ถนนพระราม 9 จังหวัดกรุงเทพมหานคร จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดอุดรดิตถ์ จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดอุดรธานี จังหวัดอำนาจเจริญ จังหวัดจันทบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดสงขลาและจังหวัดสุราษฎร์ธานี (กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2550) การท่าเรือแห่งประเทศไทยและฐานทัพเรือสัตหีบ เป็นต้น

นอกจากนี้กรมแผนที่ทหารยังได้มีนโยบายที่จะจัดสร้างสถานีอ้างอิงในระบบ DGPS จำนวน 60 สถานีในอนาคต การที่มีสถานีอ้างอิงเปิดให้ใช้บริการทำให้การรังวัดค่าพิกัดในระบบ DGPS สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกิจการต่าง ๆ ได้เป็นจำนวนมากอาทิเช่น การปรับปรุงข้อมูลแผนที่ การนำหน การติดตามการเคลื่อนตัวของเปลือกโลกบริเวณประเทศไทยเพื่อการพยากรณ์สำหรับการเตือนภัยก่อนการเกิดเหตุการณ์ธรณีภิบัติ งานด้านความมั่นคง การวางหมุดควบคุมภาพถ่าย และงานสำรวจข้อมูลด้านอื่นๆ เป็นต้น (กรมแผนที่ทหาร, 2551)

ระบบ DGPS ทำให้ผู้ใช้เครื่อง GPS แบบนำหน สามารถรังวัดค่าพิกัดได้มีความถูกต้องมากขึ้น ปัญหาคือผู้ใช้งานจะทราบได้อย่างไรว่าค่าพิกัดที่รังวัดได้นั้นมีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงไรเนื่องจากความคลาดเคลื่อนในระบบ DGPS จะมีขนาดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะทางระหว่างสถานีอ้างอิงกับผู้ใช้ซึ่งเป็นผลมาจากความแตกต่างของสภาพบรรยากาศระหว่างสถานีทั้งสองโดยในทางทฤษฎีระยะห่างระหว่างสถานีอ้างอิงกับผู้ใช้จะต้องไม่เกินรัศมี 300 กิโลเมตร (Hall, 1996) นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความละเอียดในการรังวัดของเครื่อง GPS แบบนำหนที่ใช้และประเภทของเครื่องมือติดต่อสื่อสาร

ค่าพิกัด GPS ที่จะนำไปใช้ในงานด้านต่าง ๆ นั้นต้องการความถูกต้องของค่าพิกัดที่ไม่เท่ากัน (สมบัติ ทรัพย์สวนแตง, 2550) จึงจำเป็นต้องศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความถูกต้องของค่าพิกัดดาวเทียม GPS ในระบบ DGPS กับระยะทางระหว่างสถานีอ้างอิงกับผู้ใช้เสียก่อน จากนั้นจึงทำการศึกษาเพื่อสร้างสมการถดถอย (Regression Equation) สำหรับการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดในระบบ DGPS ที่สัมพันธ์กับระยะทางระหว่างสถานีอ้างอิงกับผู้ใช้ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ใช้เครื่องรับ GPS แบบนำหนในระบบ DGPS สามารถทราบความถูกต้องของค่าพิกัดที่

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รังวัดได้เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจว่าค่าพิกัดที่ได้นั้นมีความถูกต้องเพียงพอต่องานที่จะต้องนำไปใช้หรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดดาวเทียม GPS ในระบบ DGPS
2. เพื่อประมาณค่าความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดดาวเทียม GPS ในระบบ DGPS

สมมติฐานของการวิจัย

1. ความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดดาวเทียม GPS ในระบบ DGPS มีความสัมพันธ์กับระยะทางระหว่างสถานีอ้างอิงกับตำแหน่งของผู้ใช้
2. ขนาดของความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดดาวเทียม GPS ในระบบ DGPS แปรผันตามระยะทางระหว่างสถานีอ้างอิงกับผู้ใช้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทราบความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดที่อ่านได้จาก GPS แบบนำหนในระบบ DGPS โดยประมาณค่าจากสมการถดถอยที่สร้างขึ้นได้
2. สามารถนำสมการถดถอยที่สร้างขึ้นไปใช้ในการวางแผนก่อสร้างสถานีอ้างอิงหรือวางแผนการสำรวจค่าพิกัดด้วยดาวเทียม GPS ในสนามได้ โดยนำค่าความคลาดเคลื่อนที่ต้องการได้รับแทนค่าลงในสมการถดถอยเพื่อคำนวณหาระยะห่างจากสถานีอ้างอิงที่เหมาะสมในการปฏิบัติงานหรือก่อสร้างสถานีอ้างอิงที่เหมาะสม

ขอบเขตของการวิจัย

1. สถานีอ้างอิงคือสถานีผังเมืองพระราม9 กรมโยธาธิการและผังเมือง กรุงเทพมหานคร
2. หมุดหลักฐานดาวเทียม GPS ที่ทำการทดสอบความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งคือหมุดหลักฐานดาวเทียม GPS โดยรอบสถานีอ้างอิง รัศมีไม่เกิน 300 กิโลเมตร
3. การศึกษาความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดดาวเทียม GPS ในระบบ DGPS กระทำโดยการเปรียบเทียบค่าพิกัดที่อ่านได้จากเครื่องหาค่าพิกัด GPS แบบนำหนในระบบ DGPS กับค่าพิกัดหมุดหลักฐานดาวเทียม GPS ชั้นที่หนึ่งหรือหมุดชั้นรองของกรมแผนที่ทหารที่ทราบค่าพิกัดแล้ว จำนวน 15 หมุดดังแสดงในตารางที่ 3 (หน้า43) รวมกับหมุดหลักฐานในโครงการสำรวจรังวัดจุด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) พื้นที่ภาคตะวันออกที่ทราบค่าพิกัดแล้วจำนวน 23 หมุดดังแสดงในตารางที่ 4 (หน้า44)

4. การส่งค่าแก้ใช้การส่งผ่านอินเตอร์เน็ตเนื่องจากมีความประหยัดและมีความอ่อนตัวสูง สามารถทำการเชื่อมต่อได้หลายวิธีเช่น การต่อผ่านโทรศัพท์มือถือ ทางสาย หรือใช้ระบบ AirCard เป็นต้น

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การรังวัดค่าพิกัดจีพีเอสแบบปรับแก้ผลต่าง(DGPS) ย่อมาจาก Differential Global Positioning System หมายถึง ระบบกำหนดตำแหน่งของโลกแบบสัมพันธ์โดยใช้เครื่องหาค่าพิกัดดาวเทียม GPS อย่างน้อยจำนวนสองเครื่อง โดยเครื่องที่หนึ่งจะตั้งที่ตำแหน่งซึ่งทราบค่าพิกัดแล้ว ส่วนเครื่องที่สองตั้งที่ตำแหน่งใด ๆ ที่ต้องการทราบค่าพิกัด โดยที่ทั้งสองเครื่องจะต้องทำการรังวัดคลื่นรหัส (C/A Coarse Phase) หรือคลื่นพาห์ (Carrier Phase) ของสัญญาณดาวเทียม GPS พร้อมกัน จากนั้นเครื่องที่หนึ่งจะทำการคำนวณหาตัวแก้ความคลาดเคลื่อนของคลื่นขณะคลื่นเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศของโลก ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากวงโคจรและนาฬิกาของดาวเทียม โดยใช้ค่าพิกัดที่ทราบอยู่ก่อนแล้วทำการคำนวณร่วมกับค่าพิกัดของดาวเทียมที่ถอดรหัสได้เพื่อหาเวลาของคลื่นที่ควรจะใช้ในการเดินทางจากพิกัดของดาวเทียมมายังพิกัดของเครื่องที่หนึ่ง จากนั้นนำเวลาที่คำนวณได้นี้ไปเปรียบเทียบกับเวลาที่ได้จากการรังวัดจริง ค่าความต่างของเวลาทั้งสองคือค่าตัวแก้เวลาของคลื่นขณะคลื่นเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศของโลก เครื่องที่หนึ่งจะทำการคำนวณหาตัวแก้ความคลาดเคลื่อนสำหรับดาวเทียมทุกดวงที่ปรากฏบนท้องฟ้าในขณะนั้นและทำการส่งค่าตัวแก้ความคลาดเคลื่อนที่คำนวณได้ไปยังเครื่องที่สองเพื่อทำการคำนวณหาค่าพิกัดที่ถูกต้องของที่ตั้งเครื่องที่สองออกมาในทันที

2. รหัสสุ่มที่ดาวเทียมสร้างขึ้นจากเลขฐานสอง (0,1) หรือ Pseudo Random Code (PRC) ใช้ในการรังวัดเวลาที่สัญญาณดาวเทียม GPS เดินทางจากดาวเทียม GPS มาถึงเครื่องรับ

3. ค่าที่แสดงความคลาดเคลื่อนของการรังวัด หรือ Dilution of Precision (DOP) โดยคำนวณจากความสัมพันธ์ทางตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวง ค่า DOP โดยทั่วไปมีดังนี้

ความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดทางราบ (Lat, Lon) Horizontal (HDOP)

ความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดทางดิ่ง (Alt) Vertieal (VDOP)

ความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดสามมิติ (Lat, Lon, Alt) Position (PDOP)

ความคลาดเคลื่อนของนาฬิกา Time (TDOP)

ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต Geometric (GDOP) $GDOP^2 = PDOP^2 + TDOP^2$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University