บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

GPS เป็นตัวย่อของ Global Positioning System เป็นระบบนำวิถีโดยอาศัยดาวเทียมในการหาพิกัดตำแหน่งของจุดตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมในระบบพิกัดของพื้นหลักฐานดาวเทียม (World Geodetic System of 1984 , WGS 84) เครื่องรับสัญญาณสำหรับใช้ในการทำงานรังวัดได้ถูกผลิตขึ้นมาจากหลายบริษัทและที่ใช้อยู่ในประเทศไทยมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เครื่องรับสัญญาณอาจแยกออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ เครื่องรับแบบนำวิถี (Navigation receiver) และเครื่องรับแบบรังวัด (Surveying receiver) สำหรับการวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลจากเครื่องรับแบบรังวัด โดยคำนวณเส้นฐานที่ได้จากการรับสัญญาณดาวเทียมจากเครื่องรับสัญญาณ 2 ชนิด คือ WILD-MAGNAVOX WM101 และ TRIMBLE 4000ST ซึ่งเครื่องรับทั้งสองชนิดจะให้ผลลัพธ์ในทำนองเดียวกันแต่รูปแบบในการนำเสนอข้อมูลของการคำนวณเส้นฐานแตกต่างกัน

ในการรังวัดหาพิกัดตำแหน่งของจุดตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบ่งออกเป็น การหาตำแหน่งสัมบูรณ์ (absolute point positioning) และการหาตำแหน่งสัมพัทธ์ (relative point positioning) การหาตำแหน่งสัมบูรณ์เป็นการคำนวณหาค่าพิกัดในระบบแกนพิกัดของโลก เช่น ระบบพิกัดฉากที่มีจุดกำเนิดอยู่ที่จุดศูนย์มวลสารของโลก แกน Z อยู่ในแนวแกนหมุนของโลกแกน X ชี้ไปยังเส้นเมอริเดียนศูนย์องศา แกน Y ตั้งฉากกับแกน X และ Z เป็นต้น ซึ่งจะใช้เครื่องรับเพียง 1 เครื่อง การหาตำแหน่งสัมพัทธ์เป็นการคำนวณหาตำแหน่งของจุดหนึ่งเปรียบเทียบกับอีกจุดหนึ่งค่าที่ได้รับจึงเป็นผลต่างของค่าพิกัด วิธีการนี้ต้องใช้เครื่องรับอย่างน้อย 2 เครื่องทำการรับสัญญาณจากดาวเทียมในเวลาเดียวกัน การใช้เครื่องรับเพียง 2 เครื่องจะไม่สามารถคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ (correlations) ระหว่างเส้นฐาน (baseline) ได้เนื่องจากมีเส้นฐานเพียงเส้นเดียว โดยปกติการหาตำแหน่งสัมบูรณ์จะใช้เครื่องรับแบบนำวิถีและการหาตำแหน่งสัมพัทธ์จะใช้เครื่องรับแบบรังวัด บางครั้งอาจใช้เครื่องรับแบบนำวิถีมาหาตำแหน่งสัมพัทธ์ได้

แต่มีความถูกต้องไม่ดีเท่ากับการใช้เครื่องรับแบบรังวัด

ในการทำวิจัยครั้งนี้ส่วนหนึ่งจะศึกษาถึงค่าสหสัมพันธ์ของเส้นฐาน ที่มีผลต่อการคำนวณความยาวเส้นฐานในการคำนวณปรับแก้โครงข่ายของเส้นฐาน ดังนั้นการรังวัดหาค่าพิกัดตำแหน่งของสถานีตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม จะทำการรังวัดพร้อม ๆ กันในคราวเดียวกัน เรียกว่า session อย่างน้อย 3 สถานี ซึ่งสามารถที่จะสร้างเส้นฐานจากสถานีรังวัดเป็นคู่ ๆ ได้ เมื่อคำนวณปรับแก้จะทำให้เส้นฐานมีค่าสหสัมพันธ์ต่อกันด้วย โปรแกรมคำนวณที่มีมากับเครื่องรับสัญญาณโดยทั่วไปแล้วโปรแกรมการคำนวณเส้นฐานจะจำกัดจำนวนสถานีรังวัดที่รังวัดพร้อม ๆ กันในคราวเดียวกันไม่เกิน 10 สถานี ดังนั้นในการรังวัดหลาย ๆ session จะต้องนำข้อมูลมารวมกันเพื่อปรับแก้เป็นโครงข่าย (Network Adjustment) อีกครั้งหนึ่ง โปรแกรมสำหรับการปรับแก้โครงข่ายที่ใช้งานอยู่จะเป็นโปรแกรมที่ใช้ได้เฉพาะข้อมูลจากเครื่องรับของบริษัทใดบริษัทหนึ่งเท่านั้น และจะไม่นำค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเส้นฐานมาใช้ในการคำนวณอีกด้วย ตัวอย่างเช่น โปรแกรม NEWGAN ที่ใช้งานอยู่ในกรมที่ดิน จะคำนวณปรับแก้ได้เฉพาะข้อมูลที่ได้จากเครื่องรับ WM101 เท่านั้น (ข้อมูลของเส้นฐานที่ได้จากเครื่องรับ WM101 คำนวณจากโปรแกรม PoPS) ส่วนโปรแกรม TRIMNET จะคำนวณปรับแก้ได้เฉพาะข้อมูลที่ได้จากเครื่องรับ TRIMBLE เท่านั้น (ข้อมูลของเส้นฐานที่ได้จากเครื่องรับ TRIMBLE คำนวณจากโปรแกรม TRIMVEC) เป็นต้น ดังนั้นปัญหาก็คือข้อมูลที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณต่างบริษัทจะไม่สามารถนำมาปรับแก้เป็นโครงข่ายร่วมกันได้

<u>วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย</u>

1. จัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างรูปแบบข้อมูล (format) โดยใช้ข้อมูลจากเส้นฐานที่คำนวณได้จากการรับสัญญาณดาวเทียมด้วยเครื่องรับที่ผลิตขึ้นจากต่างบริษัท ให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันเพื่อให้สามารถนำข้อมูลมาปรับแก้เป็นโครงข่ายร่วมกันได้

2. จัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณปรับแก้โครงข่ายที่ได้จากการรังวัดหาตำแหน่งด้วยดาวเทียม (GPS) โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากข้อ 1

3. ศึกษาผลกระทบของค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเส้นฐานในการคำนวณปรับแก้โครงข่าย

4. วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการคำนวณทางสถิติที่ได้จากการคำนวณปรับแก้โครงข่าย

<u>แนวเหตุผลและทฤษฎีที่สำคัญหรือสมมุติฐาน</u>

การรังวัดหาตำแหน่งของสถานีรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมพร้อม ๆ กัน n จุด ในแต่ละครั้ง (sessions) สามารถสร้างเส้นฐาน (baselines) จากสถานีรังวัดเป็นคู่ ๆ ได้ n-1 เส้น เมื่อนำไปคำนวณปรับแก้หาค่าพิกัดด้วยหลักการของลีสท์สแควร์ (Least squares) จะได้ค่า Variance covariance (VCV) ด้วย และเมื่อนำผลของการคำนวณมารวมกันเพื่อคำนวณปรับแก้เป็นโครงข่ายใหญ่โดยที่ weight matrix ได้มาจากค่าของ VCV ซึ่งถือว่าเส้นฐานมีค่าสหสัมพันธ์ต่อกัน น่าจะให้ผลของการคำนวณที่ถูกต้องมากกว่า

แต่เนื่องจากโปรแกรมคำนวณปรับแก้โครงข่ายที่มีอยู่ในเชิงพาณิชย์ไม่ได้นำค่าสหสัมพันธ์มาใช้ในการคำนวณปรับแก้โดยถือว่าเส้นฐานไม่มีค่าสหสัมพันธ์ต่อกัน อีกทั้งผลการคำนวณที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณต่างชนิดกันมีรูปแบบ (format) ในการนำเสนอของผลลัพธ์แตกต่างกันไม่สามารถนำข้อมูลมาคำนวณปรับแก้เป็นโครงข่ายร่วมกันได้

เส้นฐานและค่าสหสัมพันธ์ที่คำนวณได้ในแต่ละครั้งที่ทำการรังวัดเมื่อนำมารวมกันปรับแก้เป็นโครงข่ายเพื่อให้ผลการปรับแก้เป็นเอกภาพและเป็นค่าคาดคะเนที่ดีที่สุด (best estimate) โดยทั่วไปนิยมปรับแก้ด้วยลีสท์สแควร์ (Least squares adjustment)

หลักการของลีสท์สแควร์คือ ผลรวมทางพีชคณิตของผลคูณระหว่างน้ำหนักของค่าสังเกตกับเศษคงเหลือกำลังสองที่สอดคล้องกันต้องมีค่าต่ำสุด

$$\phi = V^T PV \rightarrow \text{Minimum}$$

เมื่อ P คือเมตริกซ์ของน้ำหนักของค่าสังเกต

V คือเมตริกซ์ของเศษคงเหลือของค่าสังเกต (residuals)

การปรับแก้ข้อมูลของงานรังวัดด้วยลีสท์สแควร์นั้น สามารถทำได้หลายวิธีแตกต่างกันไปตามลักษณะของแบบจำลองเชิงคณิต (mathematical model) และวิธีการที่ใช้อยู่เสมอได้แก่

วิธีสมการค่าสังเกต (Observation equation method)

วิธีสมการเงื่อนไข (Condition equation method)

แต่ไม่ว่าจะใช้วิธีใดในสองวิธีนี้ก็จะได้ผลลัพธ์เหมือนกันสำหรับค่าสังเกตชุดเดียวกัน ทั้งนี้เพราะลีสท์สแควร์ให้ผลลัพธ์ที่เป็นเอกภาพ สำหรับการปรับแก้โครงข่าย GPS ครั้งนี้จะเลือกใช้วิธีสมการค่าสังเกต โดยมีสมมุติฐานดังนี้

1. การคำนวณปรับแก้โครงข่าย GPS จะอ้างอิงกับระบบพิกัดของพื้นหลักฐานดาวเทียม (WGS 84)

2. สามารถจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในลักษณะที่ยืดหยุ่น ซึ่งจะทำให้การเพิ่มหรือลดข้อมูลเป็น session ในการปรับแก้โครงข่ายกระทำได้ง่ายและรวดเร็ว

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลของเส้นฐานที่คำนวณได้จากการรับสัญญาณดาวเทียมโดยใช้เครื่องรับ WILD-MAGNAVOX WM101 และ TRIMBLE 4000ST

2. ศึกษาและรวบรวมทฤษฎีของการรังวัดหาตำแหน่งด้วยดาวเทียมและทฤษฎีของการคำนวณปรับแก้โครงข่ายโดยวิธีลีสท์สแควร์

3. จัดทำโปรแกรมสำหรับแปลงข้อมูลของเส้นฐานแต่ละ session ที่ได้จากการใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมต่างชนิดกันที่ให้รูปแบบ (format) ในการนำเสนอต่างกันให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันเพื่อให้สามารถที่จะนำข้อมูลมาปรับแก้ร่วมกันได้

4. จัดทำโปรแกรมสำหรับคำนวณปรับแก้โดยหลักการของลีสท์สแควร์ วิธีสมการสังเกต (Observation equation method)

5. เปรียบเทียบค่าพิกัดที่คำนวณได้จากการปรับแก้โครงข่ายในกรณีที่ให้เส้นฐานมีค่าสหสัมพันธ์ และไม่มีค่าสหสัมพันธ์กับค่าพิกัดที่คำนวณได้จากโปรแกรมที่ใช้กันในเชิงพาณิชย์

6. วิเคราะห์ผลของการคำนวณปรับแก้ทางสถิติ

7. สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ข้อมูลของพิกัดตำแหน่งที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (WM101, TRIMBLE) ในการรังวัดแต่ละ session สามารถนำมาคำนวณปรับแก้เป็นโครงข่ายร่วมกันได้ ซึ่งจะทำให้ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. สามารถที่จะพัฒนาโปรแกรมให้แปลงข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมที่รูปแบบในการนำเสนอต่างไปจากที่ได้ทำการวิจัย ให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันเพื่อคำนวณปรับแก้ร่วมกันได้

3. ข้อเสนอแนะในการที่จะใช้และไม่ใช้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเส้นฐานในการคำนวณปรับแก้ โดยคำนึงถึงภาระในการคำนวณที่เพิ่มมากขึ้นกับนัยสำคัญของค่าต่างที่เปลี่ยนแปลงไป

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย