บทที่ 2

การใช้ GPS ในการหาตำแหน่ง

(ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ, 2531) GPS(Global Positioning System) เป็นการหาตำแหน่งจากดาวเทียม โดยสถานีภาคพื้นดินคอยติดตามดูการเคลื่อนที่ของดาวเทียมอยู่ตลอดเวลา ทำให้รู้วงโคจรและตำแหน่งของดาวเทียมขณะเวลาต่าง ๆ และข้อมูลเกี่ยวกับวงโคจรจะถูกบันทึกไว้ในตัวดาวเทียม แล้วส่งกระจายข้อมูลนี้ออกทางสัญญาณวิทยุที่มีความถี่สูง เมื่อต้องการทราบค่าพิกัดที่จุดใดก็นำเครื่องรับสัญญาณไปตั้งวางที่จุดนั้น แล้วนำข้อมูลที่รังวัดได้มาคำนวณหาค่าพิกัดที่จุดตั้งรับสัญญาณต่อไป

2.1 กลุ่มดาวเทียมในระบบ GPS

GPS ประกอบด้วยดาวเทียม 18 ดวง จัดแบ่งวงโคจรออกเป็น 6 ระนาบ ๆ ละ 3 ดวง ระนาบทั้งหกทำมุมเอียงกับระนาบศูนย์สูตร 55 องศา และทำมุมระหว่างกัน 60 องศา หรือเรียกว่ามีค่า right ascension ต่างกัน 60 องศา ดาวเทียมเหล่านี้อยู่สูงจากผิวโลกขึ้นไป 20,000 กิโลเมตร ซึ่งใช้เวลาในการโคจรรอบโลกหนึ่งรอบประมาณ 12 ชั่วโมง และยังมีดาวเทียมสำรองอีก 3 ดวงไว้ทดแทนดวงที่เกิดขัดข้องขึ้น

คลื่นวิทยุที่ส่งออกมาจากดาวเทียมระบบ GPS มีสองความถี่ คือ คลื่น L1 ที่ 1575.42 MHz(ความยาวคลื่น 19 เซนติเมตร) และคลื่น L2 ที่ 1227.60 MHz(ความยาวคลื่น 24 เซนติเมตร) ในการรับสัญญาณดาวเทียมโดยใช้ทั้งสองความถี่จะช่วยกำจัดความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความเร็วของคลื่นในชั้นไอโอโนสเฟียร์(ionosphere) คลื่นวิทยุทั้งสองจะถูกโมดูเลท(modulate)ด้วยข้อมูลดาวเทียม รวมทั้งข้อมูลเกี่ยวกับเวลาที่มีความถูกต้องสูงมากด้วย สัญญาณที่ใช้ประโยชน์ในการนำวิถีเป็นรหัสไบนารี(binary)ที่ถูกผลิต(generate)ด้วยสูตรทางคณิตศาสตร์ที่แน่นอน ดังนั้นรหัสนี้จึงถูกเรียกว่าเป็น pseudo-random noise

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รหัสที่ใช้มี 2 ชนิด คือ รหัส C/A และ รหัส P โดยรหัส C/A มีความถี่ 1.023 MHz(ความยาวคลื่น 300 เมตร) และมีคาบเท่ากับ 1 ใน 1,000 วินาที ส่วนรหัส P มีความถี่ 10.23 MHz(ความยาวคลื่น 30 เมตร) และมีคาบเท่ากับ 267 วัน รหัส C/A เปิดให้ทุกคนใช้ได้อย่างอิสระ ในขณะที่รหัส P จะถูกใช้ในวงการทหารของสหรัฐหรือบางหน่วยงานของรัฐบาลเท่านั้น

2.2 วิธีการรังวัด

การรังวัดที่นิยมใช้กันเป็นส่วนใหญ่มี 2 วิธีดังนี้

- วิธีรังวัดแบบระยะเทียม(Pseudo-range)
- วิธีรังวัดแบบเฟส(Phase)

2.3 วิธีรังวัดแบบระยะเทียม(Pseudo-range)

เป็นการหาค่าพิกัดด้วยระยะทางจากเครื่องรับสัญญาณถึงดาวเทียม ที่ได้มาจากการวัดช่วงเวลาที่คลื่นวิทยุเดินทางจากดาวเทียมถึงเครื่องรับสัญญาณ เนื่องจากสัญญาณที่ส่งออกมาจะระบุเวลาที่ส่งออกมาด้วย เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเวลาที่ได้รับสัญญาณ ก็จะทราบระยะเวลาที่คลื่นใช้ในการเดินทางจากดาวเทียมถึงเครื่องรับสัญญาณ นำเวลาดังกล่าวคูณด้วยความเร็วของคลื่นจะได้ระยะทางจากเครื่องรับสัญญาณถึงดาวเทียม แต่การทำให้เวลาของเครื่องรับสัญญาณตรงกับเวลาของดาวเทียมทำได้ยาก จึงถือว่ามีความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาของเครื่องรับสัญญาณเป็นตัวแปรไม่ทราบค่าด้วย ทำให้ต้องหาระยะทางจากเครื่องรับสัญญาณถึงดาวเทียมเพิ่มเป็น 4 ระยะทาง เพื่อใช้ในการหาค่าตัวแปรดังกล่าว

2.4 วิธีรังวัดแบบเฟส(Phase)

เป็นการหาค่าพิกัดด้วยระยะทางจากเครื่องรับสัญญาณถึงดาวเทียมที่ได้มาจากการเปรียบเทียบเฟสของสัญญาณระหว่างสัญญาณที่ได้รับจากดาวเทียม กับสัญญาณที่สร้างขึ้นจากเครื่องรับสัญญาณ การต่างกันของเฟสนี้จะเป็นส่วนหนึ่งของคลื่นลูกหนึ่ง ทำให้สามารถวัดระยะทางได้ละเอียดกว่า 19 เซนติเมตรในคลื่น L1 และสามารถวัดระยะทางได้ละเอียดกว่า 24 เซนติเมตรในคลื่น L2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.5 การหาตำแหน่ง

การหาตำแหน่งแบ่งออกเป็น การหาตำแหน่งออกเป็นการหาตำแหน่งสถิตย์(Static)และการหาตำแหน่งจลน์(Dynamic) ในการหาตำแหน่งสถิตนั้นเครื่องรับจะวางอยู่กับที่ วิธีนี้จะใช้เมื่อต้องการค่าพิกัดที่มีความถูกต้องสูง ส่วนการหาตำแหน่งจลย์ เครื่องรับจะอยู่ในภาวะเคลื่อนที่ และต้องการทราบค่าพิกัดในแบบทันทีทันใด การหาตำแหน่งจลย์นำมาประยุกต์ใช้ในการนำวิถีที่ต้องการค่าพิกัดแบบสัมบูรณ์ ด้วยเหตุนี้วิธีการรังวัดจึงมักใช้วิธีรังวัดแบบระยะเทียมที่วัดระยะจากดาวเทียม 4 ดวงในขณะเดียวกัน

ในการนำวิถีบางครั้งมีการคำนวณค่าพิกัดแบบสัมพัทธ์ เนื่องจากงานนี้เป็นการหาตำแหน่งของเครื่องรับเครื่องหนึ่งเปรียบเทียบกับอีกเครื่องหนึ่ง จึงจำเป็นต้องมีคลื่นวิทยุเชื่อมโยงระหว่างเครื่องรับทั้งสองนี้ เพื่อให้สามารถนำข้อมูลที่วัดได้มาเปรียบเทียบเพื่อคำนวณหาตำแหน่งได้ทันที วิธีการนี้เรียกว่า Kinematic Relative Positioning ความถูกต้องของค่าพิกัดด้วยวิธีการรังวัดแบบต่างๆแสดงให้เห็นในตารางที่ 2.1

ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธีการหาตำแหน่งจลน์ที่ให้ค่าพิกัดแบบทันทีทันใด โดยใช้เครื่องรับสัญญาณชนิดนำร่องที่ให้ความถูกต้องของค่าพิกัด 100-200 เมตร(จากตารางที่ 2.1) โดยวิธีการรังวัดแบบระยะเทียม เนื่องจากเป็นเครื่องที่มีราคาถูกประมาณ 50,000-150,000 บาท และสามารถหายืมมาทดลองได้จากบริษัทที่นำเข้ามาขายภายในประเทศ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Navigation Solution
10 - 20 m
100 - 200 m (Selective Availability)
Static Relative Positioning
1.00 ppm in less than 15 minutes
0.1 ppm routinely obtained by researchers
0.01 ppm limit of GPS Surveying?
Kinematic Relative Positioning
<10 mm Moving Land Vehicles
10 cm Aircraft Positioning

ตารางที่ 2.1 ประสิทธิภาพของ GPS (Leick, 1990)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย