

เอกสารการจัดการความรู้และนำองค์ความรู้ไปใช้ให้เกิดเป็นแนวปฏิบัติที่ดี สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค ๑๑ กรมทรัพยากรน้ำ

เรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการสำรวจภูมิประเทศด้วยระบบดาวเทียม GNSS

๑. หลักการและเหตุผล

การสำรวจรังวัดในภูมิประเทศ เพื่อหาข้อมูลทางตำแหน่งของสิ่งที่ยู่บนหรือใกล้ผิวโลกแล้วนำมาคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่ต้องการในการสำรวจรังวัดเพื่อทำแผนที่ภูมิประเทศระบบพิกัดอ้างอิง มีความสำคัญในการกำหนดตำแหน่งของรายละเอียดจากพื้นผิวภูมิประเทศลงบนแผนที่ตามข้อกำหนดความถูกต้อง เพื่อที่จะนำไปใช้งานได้ตรงตามความต้องการ วิธีการรังวัดที่ใช้กันอยู่ทั่วไปคือ การสามเหลี่ยม (Triangulation) และการทำวงรอบ (Traversing) วิธีการที่กล่าวมาอาศัยวิธีการรังวัดมุม และระยะ แล้วนำมาคำนวณหาค่าพิกัดซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันไป โดยเริ่มออกจากหมุดหลักฐานที่ทราบค่าพิกัดและมีความน่าเชื่อถืออยู่ในเกณฑ์ชั้นงานที่กำหนด

เมื่อความจำเป็นในการรังวัดเพื่อสร้างหมุดหลักฐานมีมากขึ้น และเพิ่มปริมาณให้มีจำนวนมากเพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีรายละเอียดหนาแน่นและมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างเร็ว การกำหนดตำแหน่ง ด้วยวิธีการดั้งเดิม มีขีดความสามารถที่จะดำเนินงานได้อย่างจำกัด อันเนื่องจากปัญหาด้านวิธีการ กำลังพลงบประมาณและเครื่องมือ การกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียมจึงเริ่มเข้ามามีบทบาทตั้งแต่ ค.ศ.๑๙๖๗ ด้วย ระบบดาวเทียมเพื่องานรังวัด ที่มีชื่อว่า ระบบ TRANSIT

ระบบ TRANSIT เป็นระบบนำวิถีด้วยดาวเทียมของกองทัพเรือ แห่งสหรัฐอเมริกา (Navy Navigation Satellite System: NNSS) พัฒนาโดยศูนย์ปฏิบัติการฟิสิกส์ประยุกต์ (Applied Physics Laboratory: APL) แห่งมหาวิทยาลัยจอห์นฮอปกินส์ ระบบ TRANSIT ประกอบด้วยดาวเทียมจำนวน ๖ ดวง อยู่สูงจากผิวโลกประมาณ ๑,๐๗๕ กิโลเมตร ปฏิบัติการได้ทุกสภาพอากาศ แต่ไม่ตลอด ๒๔ ชั่วโมงสามารถรังวัดกำหนดตำแหน่ง ได้แบบอิสระ โดยไม่ต้องโยงยึดกับหมุดที่ทราบค่าแล้วหรือที่เรียกว่าการกำหนดตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ (Absolute Positioning) ทำให้ลดขั้นตอนในการปฏิบัติงานลงสามารถดำเนินงานได้อย่างรวดเร็ว และ ประหยัดค่าใช้จ่าย ถึงแม้เครื่องมือจะมีราคาค่อนข้างสูง แต่คุ้มค่ากับการลงทุนเมื่อพิจารณาจากผลงานที่ได้รับ อย่างไรก็ตาม ระบบ TRANSIT ก็ได้สิ้นสุดการปฏิบัติงานลงเมื่อ

ประมาณ ค.ศ.๑๙๙๕ และระบบใหม่ที่เข้ามาแทนที่ก็คือ ระบบ GPS (Global Positioning System)

ปัจจุบันเทคโนโลยีระบบดาวเทียมนำทาง ได้พัฒนาจาก หลายกลุ่ม ประเทศ และได้รวมเป็นระบบ เดียวกัน คือ Global Navigation Satellite System หรือ GNSS คือระบบนำทางด้วยดาวเทียม เป็นค่ามาตรฐานทั่วไปที่ใช้เรียกแทนคำว่า Satellite Navigation System (Sat Nav) ทำหน้าที่ให้ข้อมูลพิกัดบนผิวโลก โดยใช้ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นตัวรับสัญญาณเพื่อคำนวณและแสดงพิกัดตำแหน่ง ณ จุดที่ ตัวรับสัญญาณตั้งอยู่ และ GPS จึงรวมเป็นระบบหนึ่งของ GNSS

๒. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

๒.๑ ดาวเทียมระบบ GPS

ระบบ GPS เป็นระบบนำวิถีที่ใช้ในการหาพิกัดตำแหน่งจากการรับสัญญาณคลื่นวิทยุ ซึ่งได้ พัฒนาต่อเนื่องมาจากดาวเทียมระบบ TRANSIT โดยหน่วยงานทางทหาร (Department Of Defense: DOD) ของสหรัฐอเมริกา หลักการรังวัดเพื่อหาพิกัดตำแหน่ง คือมีสถานี ภาคพื้นดินคอยติดตามการเคลื่อนที่ของดาวเทียมอยู่ตลอดเวลา ทำให้ทราบวงโคจรหรือ ตำแหน่งของดาวเทียมที่ช่วงเวลาต่างๆ ข้อมูลการรังวัดของสถานีติดตามดาวเทียม จะ นำไปพยากรณ์วงโคจรล่วงหน้า จากนั้นจึงส่งไปเก็บบันทึกไว้ในดาวเทียม เพื่อที่จะส่ง กระจายลงมาพร้อมกับคลื่นวิทยุความถี่สูง ถ้าต้องการทราบพิกัดตำแหน่งของจุดใด ก็นำ เครื่องรับสัญญาณ ดาวเทียมไปตั้งวาง ณ จุดนั้น แล้วนำข้อมูลที่รังวัดได้มาประมวลผล เพื่อหาตำแหน่งของจุดที่เครื่องรับวางอยู่ต่อไป ระบบ GPS มีข้อดีเมื่อเทียบกับระบบ TRANSIT คือ ประการแรก ระบบ GPS ใช้ประโยชน์ในการกำหนดตำแหน่งได้ตลอด ๒๔ ชั่วโมง ณ ทุกจุดบนผิวโลก และประการที่สอง ใช้เวลาในการรังวัดน้อยกว่า และให้ความ ถูกต้องทางตำแหน่งที่ดีกว่าระบบ TRANSIT หลายเท่า กล่าวคือ ความถูกต้องทางตำแหน่ง ของระบบ TRANSIT ประมาณ ๒-๓ เมตร แต่จากการปฏิบัติงานระบบ GPS ในปัจจุบัน จะมีความถูกต้องทางตำแหน่งอยู่ในระดับเซนติเมตร หรือต่ำกว่าเท่านั้น

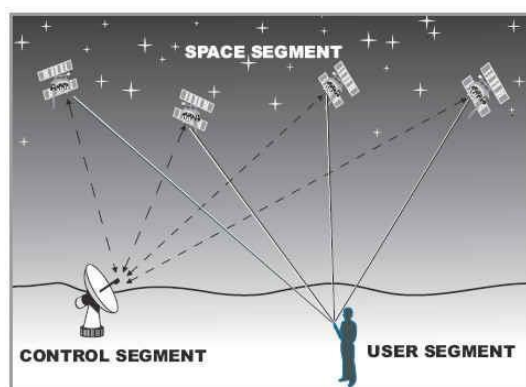
๒.๒ แผนงานของระบบ GPS

ใน ค.ศ.๑๙๗๓ กระทรวงกลาโหมแห่งสหรัฐอเมริกา ได้จัดตั้งสำนักงานโครงการวางแผน ร่วม (Joint Program Office: JPO) เพื่อทำหน้าที่พัฒนา ทดสอบ กำหนดความถูกต้องใน การใช้ระบบกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียม โดยให้กองทัพเรือและกองทัพอากาศทำการ พัฒนาระบบร่วมกัน เกิดเป็นระบบดาวเทียม ที่มีชื่อว่า Navigation Satellite Timing And Ranging Global Positioning System (NAVSTAR GPS) มักเรียกกันว่า ระบบ GPS ระบบ GPS เป็นระบบที่ใช้ในกิจการด้านต่างๆ ของสหรัฐอเมริกา ดำเนินการโดย

สำนักงานโครงการวางแผนร่วม โดยมีหน่วยงาน และองค์กรต่างๆ ร่วมอยู่ในโครงการ ได้แก่ กองทัพอากาศ กองทัพเรือ กองทัพบก หน่วยงานนาวิกโยธิน หน่วยงานแผนที่และภาพถ่ายแห่งชาติ (National Imagery and Mapping Agency: NIMA) กรมการขนส่ง และองค์การสนธิสัญญา ญาป้องกันแอตแลนติกเหนือ (North Atlantic Treaty Organization; NATO) โดยมีองค์กร Aerospace Corporation ทำหน้าที่ในการสนับสนุนด้านวิศวกรรม จุดเริ่มต้นของแผนงาน ได้ก่อกำเนิดขึ้นเมื่อเดือนสิงหาคม ค.ศ.๑๙๗๙ ตามมติของ Defense System Acquisition Review Council (DSARC II) โดยการดำเนินการจากขั้นตอนแรกคือ การยอมรับหลักการ (Concept Validation Phase) ก่อนการก้าวไปสู่ขั้นตอนการพัฒนาด้านวิศวกรรมอย่างเต็มรูปแบบ (Full Scale Engineering Development: FSED) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ทำให้ระบบ GPS ที่ได้กำหนดไว้ อย่างกว้างๆ สมบูรณ์ขึ้น และเริ่มกำหนดในรายละเอียดเกี่ยวกับขีดความสามารถในการ ปฏิบัติการและสนับสนุน ตลอดจนแผนการทดสอบ ประเมินผลการพัฒนา และปฏิบัติการ ขั้นต้น ซึ่งจะนำไปสู่ขั้นตอนสุดท้าย คือ การพัฒนาและผลิตดาวเทียมปฏิบัติการ เพื่อ พร้อมที่จะปล่อยขึ้นสู่วงโคจรและปฏิบัติงานต่อไป GPS เป็นระบบดาวเทียมที่ใช้ในการ รังวัดเพื่อกำหนดตำแหน่งด้วยสัญญาณคลื่นวิทยุ กระทำได้ทุกสภาพอากาศ มีขีด ความสามารถที่เป็นประโยชน์อย่างสูงต่อผู้ใช้ ด้วยมีผู้ใช้อย่างไม่จำกัดจำนวนที่สามารถใช้ ระบบนี้ได้โดยพร้อมกัน และใช้ได้อย่างเสรี ค่าพิภักที่ได้จะอ้างอิงกับระบบสากลซึ่งใช้กัน ทั่วโลกคือ World Geodetic System ๑๙๘๔ (WGS๘๔)

๒.๓ องค์ประกอบของระบบ GPS

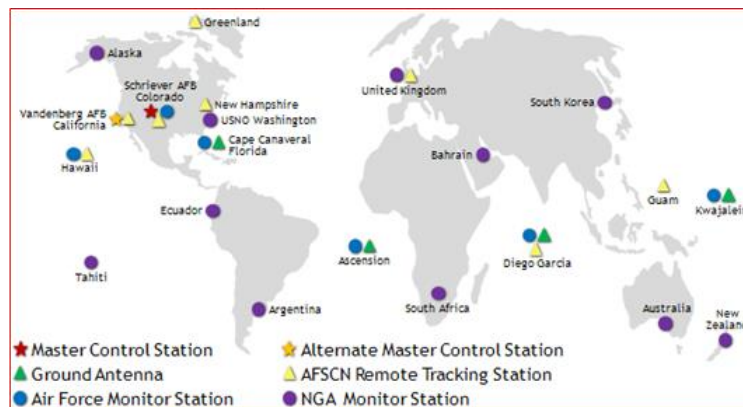
ระบบ GPS มีองค์ประกอบ ๓ ส่วน (Segment) ได้แก่ ส่วนควบคุม ส่วนอวกาศ และส่วน ผู้ใช้ ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งสาม แสดงได้ดังภาพที่ ๑ มีรายละเอียดของส่วน ต่างๆ ดังต่อไปนี้



รูปที่ ๑ องค์ประกอบของระบบ GPS

๒.๓.๑ ส่วนควบคุม (Control Segment)

มีหน้าที่รับผิดชอบในการปฏิบัติงานของระบบทั้งหมด ประกอบด้วยสถานีควบคุมหลัก (Master Control Station; MCS) ซึ่งตั้งอยู่ ณ ฐานทัพอากาศฟอลคอน (Falcon Air Force Base) มลรัฐโคโลราโดสปริงส์ (Colorado Springs) ประเทศสหรัฐอเมริกา สถานีติดตามดาวเทียม (Monitor Stations; MS) จำนวน ๕ แห่ง ซึ่งกระจายอยู่รอบโลก ดังแสดงในรูปที่ ๒ ได้แก่ หมู่เกาะควาจาเลียน (Kwajalein Island) ของฟิลิปปินส์ หมู่เกาะดิเอโกการ์เซีย (Diego Garcia Island) ในมหาสมุทรอินเดีย หมู่เกาะแอสเซนชัน (Ascension Island) ในมหาสมุทรแอตแลนติก หมู่เกาะฮาวาย (Hawaii Island) ในมหาสมุทรแปซิฟิก ทั้งนี้รวมถึงสถานีควบคุมหลัก ซึ่งตั้งอยู่ ณ มลรัฐโคโลราโดสปริงส์ด้วย ข้อมูลที่รับวัดได้จากสถานีติดตามดาวเทียม จะถูกส่งผ่านมายังสถานีควบคุมหลัก เพื่อทำการประมวลผลวงโคจรของดาวเทียมดวงต่างๆ และทำการพยากรณ์ตำแหน่งของดาวเทียมล่วงหน้า หลังจากนั้นก็จะทำการส่งข้อมูลที่ได้ปรับปรุงให้ทันสมัยแล้ว พร้อมกับข้อมูลเวลา และข้อมูลอุตุนิยมวิทยาไปยังสถานีรับส่งสัญญาณ ซึ่งได้ติดตั้งเสาอากาศรับสัญญาณภาคพื้นดิน (Ground Antennas; GAs) จำนวน ๓ แห่ง ได้แก่ สถานีซึ่งตั้งอยู่ ณ หมู่เกาะควาจาเลียน หมู่เกาะดิเอโกการ์เซีย และหมู่เกาะแอสเซนชัน เพื่อส่งขึ้นไปเก็บบันทึกไว้บนดาวเทียมต่อไป



รูปที่ ๒ ตำแหน่งของสถานีควบคุมหลักและสถานีติดตามดาวเทียม

๒.๓.๒ ส่วนอวกาศ (Space Segment)

ประกอบด้วยดาวเทียม NAVSTAR จำนวน ๒๔ ดวง (ในจำนวนนี้ จะมีดาวเทียมสำรอง ๓ ดวง เพื่อทดแทนการปฏิบัติงานของดาวเทียมดวงที่เกิดขัดข้องได้ทันที) จัดเป็นวงโคจร (GPS Constellation) อยู่ใน ๖ ระนาบๆ ละ ๔ ดวง โดยแต่ละระนาบเอียงทำมุม ๕๕ องศา กับระนาบศูนย์สูตร และทำมุมระหว่างกัน ๖๐ องศา ดังแสดงในรูปที่ ๓ ดาวเทียมเหล่านี้อยู่สูงจากผิวโลกประมาณ ๒๐,๒๐๐ กิโลเมตร

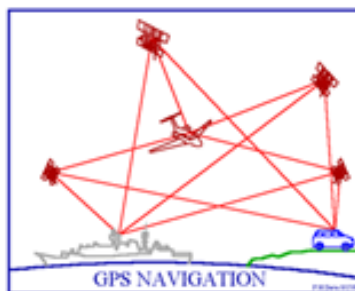


รูปที่ ๓ วงโคจรของดาวเทียม

๒.๓.๓ ส่วนผู้ใช้ (User Segment)

ประกอบด้วยผู้ใช้ในส่วนของพลเรือนและทหาร รวมถึงการใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ซึ่งติดตั้งอยู่บนพื้นดิน บนยานพาหนะ เช่น รถยนต์ เรือ หรือเครื่องบิน ดังแสดงในรูปที่ ๔ อาจรวมถึงฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล ซึ่งจะครอบคลุมไปถึงวิธีการคำนวณ และปรับแก้ข้อมูลต่างๆ ด้วย

แนวคิดในส่วนของผู้ใช้ เพื่อให้บรรลุถึงความละเอียดถูกต้องสูงสำหรับงานรังวัดด้วยดาวเทียมระบบจีพีเอส คือความพยายามที่จะลดขนาด และปริมาณของความคลาดเคลื่อนที่เกี่ยวข้องกับงานรังวัดลง ซึ่งได้แก่ ความคลาดเคลื่อนในข้อมูลดาวเทียม (Ephemeris) ความคลาดเคลื่อนของเวลาทั้งในส่วนของนาฬิกาดาวเทียมและเครื่องรับสัญญาณ ความคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากการหักเหของคลื่นในชั้นบรรยากาศ เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเข้าใจถึงสาเหตุ รวมถึงวิธีการลดความคลาดเคลื่อนเหล่านี้ ด้วยการพัฒนาเครื่องมือ วิธีการรังวัด และการประมวลผล เป็นต้น



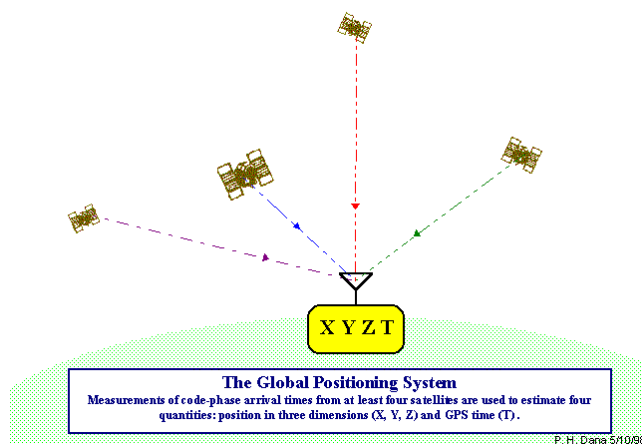
รูปที่ ๔ ส่วนผู้ใช้ในระบบ GPS

๒.๔ วิธีการวัดดาวเทียมระบบ GPS

วิธีการวัดดาวเทียมระบบ GPS (GPS Measurement Method) ที่นิยมใช้มี ๒ วิธี ได้แก่

๒.๔.๑ วิธีการวัดซูโดเรนจ์ (Pseudo-Ranges)

ซูโดเรนจ์ คือ ระยะทางซึ่งวัดจากดาวเทียมมายังเครื่องรับสัญญาณ ในการวัดระยะทางนี้ เครื่องรับจะสร้างรหัสขึ้นมาเปรียบเทียบกับรหัสที่ได้จากการรับสัญญาณ ทำให้ทราบระยะเวลาที่คลื่นวิทยุเดินทางจากดาวเทียมมาถึงเครื่องรับ เมื่อนำความเร็วของคลื่นส่งวิทยุคูณกับเวลา จะได้ระยะทางระหว่างดาวเทียมกับเครื่องรับ โดยเหตุที่รหัสที่ส่งจากดาวเทียมได้มาจากนาฬิกาของดาวเทียม ในขณะที่รหัสที่สร้างขึ้นในเครื่องรับ ก็ได้มาจากนาฬิกาของเครื่องรับ ดังนั้นจึงหลีกเลี่ยงความคลาดเคลื่อนของเวลา อันเนื่องมาจากความแตกต่างของนาฬิกาทั้งสองไม่ได้ ซูโดเรนจ์ที่วัดได้จึงมีค่าคลาดเคลื่อนไปจากระยะทางจริง ระยะทางจริง (True Range) จากดาวเทียมมายังเครื่องรับสัญญาณ เกิดจากการรวมค่าซูโดเรนจ์และค่าระยะทาง อันเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาเข้าด้วยกัน ในทางปฏิบัติต้องการทราบค่าพิกัดตำแหน่งของเครื่องรับ ซึ่งจะมีตัวไม่ทราบค่า (Unknown) จำนวน ๓ ค่า คือ X, Y และ Z นอกจากนี้ ยังมีค่าความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งตัวในสมการ ดังนั้นจึงต้องทำการวัดระยะทางเพิ่มขึ้นจาก ๓ เส้น เป็น ๔ เส้น ทำให้สามารถคำนวณเพื่อหาตำแหน่งของเครื่องรับได้ถูกต้องมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ ๕ วิธีนี้เหมาะสำหรับงานที่ไม่ต้องการความละเอียดสูง



รูปที่ ๕ การวัดระยะทางจากดาวเทียมมายังเครื่องรับ

๒.๔.๒ วิธีการวัดเฟสของคลื่นส่ง (Carrier Phases)

การวัดเฟสของคลื่นส่ง เป็นการเปรียบเทียบ หรือค่าต่างระหว่างเฟสของคลื่นส่งที่ดาวเทียมส่งลงมากับเฟสของคลื่นที่เครื่องรับสร้างขึ้นมา คลื่นส่งที่ดาวเทียมส่งลงมานี้ แยกออกได้เป็น ๒ ส่วน คือ ส่วนของคลื่นที่เป็นจำนวนเต็มรอบ (เต็มลูกคลื่น) กับส่วนที่ไม่เต็ม

รอบ (เฟส) ในการรับสัญญาณนั้น เครื่องรับไม่สามารถจะนับจำนวนเต็มรอบของคลื่นที่ส่งลงมาได้ จำนวนเต็มรอบนี้เรียกว่า เลขปริศนา (Ambiguity) ซึ่งสามารถหาค่าได้จากการคำนวณในภายหลัง วิธีนี้จะให้ค่าที่ละเอียดถูกต้องมากกว่าวิธีการวัดซูโดเรนจ์

๒.๕ เครื่องรับสัญญาณแบบรังวัด (Survey or Geodetic Receiver)

การทำงานของเครื่องรับสัญญาณแบบรังวัด (ดังรูปที่ ๖) มีหลักการสำคัญ ๓ ประการ คือ ประการแรก การใช้คลื่นส่งวัดระยะแทนการใช้รหัส C/A ทำให้การวัดระยะมีความถูกต้องสูงขึ้น ประการที่สองคือ การใช้วิธีการวัดแบบสัมพัทธ์เป็นวิธีการขจัดความคลาดเคลื่อนแบบมีระบบ (Systematic Errors) ที่อยู่ในข้อมูลหรือที่เกิดขึ้นในการวัดระยะทางให้หมดไปหรือลดน้อยลงได้ ด้วยเหตุนี้ ความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งจึงลดลง ประการที่สาม การวัดระยะด้วยคลื่นส่ง เครื่องรับสัญญาณวัดระยะระหว่างเครื่องรับกับดาวเทียมได้เพียงบางส่วนเท่านั้น จำเป็นต้องอาศัยการประมวลผลช่วยหาระยะที่ขาดหายไป ข้อเท็จจริงคือ เมื่อแรกรับสัญญาณดาวเทียมได้ การวัดระยะด้วยคลื่นส่ง เป็นการสร้างคลื่นที่มีความถี่ใกล้เคียงกับของคลื่นส่งดาวเทียมมาเปรียบเทียบกับ ดังนั้น สิ่งที่ได้จากการวัด คือ ค่าต่างเฟสของคลื่นทั้งสอง หรืออีกนัยหนึ่งจะรู้เพียงส่วนย่อยของคลื่นส่งเท่านั้น จำนวนเต็มรอบของคลื่นส่งที่อยู่ระหว่างเครื่องรับกับดาวเทียมไม่สามารถวัดได้ ดังนั้นหลักการที่สำคัญของการหาดำแหน่งด้วยเครื่องรับสัญญาณแบบรังวัดคือ ต้องมีข้อมูลเพียงพอที่จะประมวลผลหาว่าจำนวนคลื่นเต็มรอบนี้เป็นเท่าใด จึงจะได้ระยะทางระหว่างเครื่องรับกับดาวเทียมที่ถูกต้อง และเมื่อนำไปคำนวณตำแหน่งเครื่องรับจึงจะได้ตำแหน่งที่มีความถูกต้อง วิธีการทำงานคือนำเครื่องรับสัญญาณแบบรังวัดไปวางที่หมดที่ต้องการหาดำแหน่งเปรียบเทียบกับเป็นเวลาตั้งแต่ ๓๐ นาทีขึ้นไป จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการรับสัญญาณมาประมวลผลได้เป็น เส้นฐาน และนำข้อมูลดังกล่าว มาประมวลผลร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการรังวัดตำแหน่งอื่น ๆ ที่ต้องการทราบค่าเพื่อหาค่าพิกัดที่ถูกต้องของตำแหน่งนั้น การทำงานรังวัด แบ่งออกเป็น ๕ วิธี คือ



รูปที่ ๖ เครื่องรับสัญญาณแบบรังวัด

๒.๕.๑ การรังวัดแบบสถิต (Static Survey)

การรังวัดแบบสถิต (ดังรูปที่ ๗) เป็นวิธีพื้นฐานของการวัดระยะโดยใช้คลื่นส่ง เป็นการทำงานโดยใช้เครื่องรับตั้งแต่สองเครื่องขึ้นไป โดยเครื่องรับเครื่องหนึ่งจะนำไปวางอยู่ ณ จุดที่ทราบตำแหน่งแล้ว ส่วนเครื่องที่เหลือวางไว้ ณ จุดที่ต้องการหาตำแหน่งเพิ่มเติม โดยปกติเครื่องรับจะถูกวางไว้ไม่น้อยกว่าหนึ่งชั่วโมง ทั้งนี้เพื่อให้มีข้อมูลของการวัดระยะที่เพียงพอจะประมวลผลหาจำนวนคลื่นเต็มรอบที่ไม่สามารถวัดได้ โดยหลักการแล้ววิธีการนี้ใช้หาตำแหน่งสัมพัทธ์ระหว่างจุดสองจุดที่อยู่ห่างกันเป็น ระยะทางยาวได้ แต่การใช้ซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์หรือซอฟต์แวร์ของโรงงานผลิตเครื่องรับนั้น ระยะทางสูงสุดที่ให้ความถูกต้องได้ตามข้อกำหนดของเครื่องรับจะอยู่ประมาณ ๒๐-๓๐ กิโลเมตร เท่านั้น



รูปที่ ๗ การรังวัดแบบสถิต

๒.๕.๒ การรังวัดแบบจลน์ (Kinematic Survey)

การรังวัดแบบจลน์ ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้สามารถหาตำแหน่งของจุดที่ต้องการได้เร็วขึ้น คือ จะใช้เวลาในการรับข้อมูล ณ จุดที่ต้องการในเวลาไม่ถึงหนึ่งนาทีก่อน แต่วิธีการนี้ก็มีจุดด้อยคือ มีวิธีการเริ่มงาน (Initialization) ซึ่งเป็นวิธีการทำงานเพื่อให้สามารถประมวลผลหาจำนวนคลื่นเต็มรอบได้ หลังจากนั้น เครื่องรับจะต้องรับสัญญาณต่อเนื่องจากดาวเทียมอย่างน้อย ๔ ดวงตลอดเวลา แม้กระทั่ง ในขณะที่กำลังเคลื่อนย้ายจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ถ้าหาก รับสัญญาณดาวเทียมได้น้อยกว่า ๔ ดวงเมื่อใด จะต้องทำขั้นตอนของวิธีการเริ่มงานใหม่อีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงไปรังวัดที่จุดอื่นๆ ต่อไปได้อีก ในการรังวัดแบบจลน์นี้เครื่องรับเครื่องหนึ่งจะถูกวางไว้ที่จุดอ้างอิงที่รู้ตำแหน่งแล้วตลอดเวลา เครื่องอื่นๆ เมื่อทำขั้นตอนวิธีการเริ่มงานแล้ว จึงนำไปวางตามจุดที่ต้องการหาตำแหน่ง

๒.๕.๓ การรังวัดแบบกึ่งสถิต (Pseudo static Survey)

การรังวัดแบบกึ่งสถิต เป็นทางเลือกที่อยู่ระหว่างการรังวัดแบบสถิตและการรังวัดแบบจลน์ การรังวัดแบบสถิตต้องใช้เวลาในการรังวัดแต่ละจุดนานเป็นชั่วโมง ส่วนการรังวัดแบบจลน์มีข้อจำกัดที่ต้องรับสัญญาณดาวเทียมให้ได้อย่างน้อย ๔ ดวงตลอดเวลา รวมทั้งในขณะที่กำลังเคลื่อนย้ายระหว่างจุดด้วย นอกจากนี้ยังมีวิธีการเริ่มงานที่ต้องกระทำเมื่อเริ่มต้นทำการรังวัดในแต่ละคาบทำงาน

๒.๕.๔ การรังวัดแบบสถิตอย่างรวดเร็ว (Rapid Static Survey)

การรังวัดแบบสถิตอย่างรวดเร็ว มีวิธีการทำงานเหมือนกับการรังวัดแบบสถิตธรรมดา แต่ต้องการข้อมูลน้อยกว่า เพื่อนำมาประมวลผลหาจำนวนคลื่นเต็มรอบ ในการหาตำแหน่งของจุดที่อยู่ห่างจากจุดอ้างอิงไม่เกิน ๕ กิโลเมตร จะใช้เวลาในการเก็บข้อมูลราว ๑๐ นาที อัลกอริทึมที่ใช้ในการประมวลผลวิธีรังวัดสถิตอย่างรวดเร็วจะแตกต่างจากวิธีรังวัดแบบสถิตธรรมดาตามปกติจะใช้ได้สำหรับจุดที่อยู่ห่างจากจุดอ้างอิงไม่เกิน ๑๕ กิโลเมตร

๒.๕.๕ การรังวัดแบบจลน์ในทันที (Real Time Kinematic Survey: RTK)

การรังวัดแบบจลน์ในทันที เป็นวิธีการทำงานรังวัดแบบจลน์นั่นเอง แต่แสดงผลลัพธ์คือ ค่าพิกัดตำแหน่งได้ทันทีในสนาม โดยเหตุที่การทำงานยังเป็นการหาตำแหน่งแบบสัมพัทธ์หมายความว่า ข้อมูลจากทั้งสองจุดต้องนำมาประมวลผลร่วมกัน ดังนั้น จึงต้องใช้คลื่นวิทยุในการรับส่งข้อมูลระหว่างกัน เนื่องจากจุดอ้างอิงเป็นจุดรู้ตำแหน่งอยู่แล้ว ในการทำงานแบบ RTK นี้ จึงเป็นการส่งข้อมูลที่รับสัญญาณดาวเทียมได้ไปยังจุดที่ต้องการหาตำแหน่งเครื่องรับ ณ จุดที่ต้องการหาตำแหน่งจะรับข้อมูลแล้วนำไปประมวลผล และแสดงค่าพิกัดได้อย่างรวดเร็วในทันที ระยะห่างระหว่างจุดที่ใช้ทำงานได้ไม่เกิน ๑๕ กิโลเมตร นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับกำลังของคลื่นวิทยุที่ใช้ ในการรับส่งข้อมูลระหว่างกัน



รูปที่ ๘ RTK Base and Rover Station

๓. บทวิเคราะห์

การประยุกต์ใช้งานรังวัดดาวเทียมระบบ GPS

GPS เป็นระบบการกำหนดตำแหน่งที่มีประสิทธิภาพสูง เมื่อเทียบกับระบบการรังวัดแบบเดิม (Conventional Surveying) อาทิเช่น ให้ความถูกต้องทางตำแหน่งในระบบสามมิติ สามารถทำงานได้ทุกสภาพอากาศ และตำแหน่งของหมุดที่ใช้ในการรังวัด ไม่จำเป็นต้องมองเห็นกัน เป็นต้น จึงเหมาะแก่การประยุกต์ใช้ในงานรังวัดขั้นสูง เพื่อสร้างหมุดหลักฐานสำหรับประเทศหรือภูมิภาค การประยุกต์ใช้ในการเก็บรายละเอียดเพื่อการทำแผนที่ภูมิประเทศ ดังแสดงในรูปที่ ๘ การประยุกต์ใช้ในการสร้างจุดควบคุมสำหรับงานทำแผนที่ด้วยภาพถ่ายทางอากาศ และการประยุกต์ใช้ในงานด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมแขนงต่าง ๆ เช่น ในสาขาธรณีวิทยา อาจใช้เพื่อศึกษาการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก หรือในสาขาวิศวกรรมโยธา ดังตัวอย่างของโครงการก่อสร้างแหล่งน้ำ อาจใช้วิธีการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศ โดยการถ่ายภาพเป็นแนวยาวต่อเนื่องกันไปตามเส้นทางที่เลือกไว้ แล้วกำหนดตำแหน่งของจุดควบคุมในงานดังกล่าว ด้วยการรับสัญญาณจากดาวเทียม เป็นต้น นอกจากนี้ระบบ GPS ยังสามารถประยุกต์ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ที่มีความถูกต้อง เพื่อเชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System หรือ GIS) ได้อีกด้วย

ในปัจจุบัน ช่างรังวัดและวิศวกรได้ให้ความสนใจในการนำดาวเทียมระบบ GPS มาประยุกต์ใช้เพื่อหาค่าความสูงออร์โทเมตริก (Orthometric Height) หรืออีกนัยหนึ่งคือ ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง (Mean Sea Level) ซึ่งจะนำมาแทนที่วิธีการถ่ายระดับด้วยกล้องระดับ (Differential Leveling) อีกทั้งยังเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะลดค่าใช้จ่าย และเวลาในการปฏิบัติงานลง

๔. ข้อเสนอ

ในการทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

๔.๑ หน่วยงานจำเป็นต้องจัดหาเครื่องมือสำรวจ GPS ให้เพียงพอกับ จำนวนบุคลากรในหน่วยงาน โดยเครื่องมือสำรวจ GPS ที่จัดหาให้นั้นควรมีประสิทธิภาพที่เหมาะสมกับงานที่จะนำมาใช้งานนั้น

๔.๒ หน่วยงานจำเป็นต้องจัดการฝึกอบรม การใช้เครื่องมือสำรวจ GPS นั้น โดยผู้ชำนาญการเฉพาะด้าน ไม่ว่าจะเป็นโปรแกรมทางด้านงานสำรวจ และงานคำนวณ ให้บุคลากรภายในหน่วยงานอย่างทั่วถึงจนมีความรู้สามารถนำไปใช้งานในการทำงานได้จริง

๔.๓ เมื่อหน่วยงานทำการฝึกอบรมจนผู้เข้าฝึกอบรมเกิดความรู้ความเข้าใจสามารถนำไปใช้งานได้แล้ว จำเป็นต้องมีการติดตามประเมินผลของผู้เข้าฝึกอบรมว่าสามารถนำความรู้ที่ใช้ในการฝึกอบรมนั้นไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อหน่วยงานได้จริงๆ หรือไม่

๕. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

๕.๑ จะทำให้ผลงานได้มาตรฐานที่ดีและเรียบร้อยมากขึ้น

๕.๒ จะทำให้ผลงานสามารถทำได้รวดเร็ว

๕.๓ ใช้บุคลากรในการปฏิบัติงานน้อยลง

๕.๔ ประหยัดวัสดุที่ใช้ในการประมวลผล

๕.๕ การสำรวจหาค่าพิกัดและค่าระดับด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมสามารถได้ค่าโดยทันทีที่ทำการรังวัดเสร็จสิ้น ไม่ต้องมีการบันทึกด้วยมือซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดได้และสามารถนำข้อมูลไปพล็อตเป็นแผนที่ภูมิประเทศระบบดิจิทัล แต่ต้องประสบปัญหาหลายด้านเพราะต้องเกี่ยวข้องกับผู้เชี่ยวชาญหลายด้านซึ่งไม่เคยปรากฏมาก่อนในการสำรวจทำแผนที่เหมือนในอดีต รวมทั้งราคาเครื่องมือที่มีราคาแพง การขาดประสบการณ์ของช่างสำรวจ และการวางแผนวางโครงข่ายหมุดหลักฐานให้กระจายทั่วประเทศ เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงานเป็นต้น จึงจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมดังกล่าวก่อนดำเนินการสนับสนุนการสำรวจแบบ RTK อย่างจริงจัง

๖. ตัวชี้วัดความสำเร็จ

ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ

๖.๑ ทำให้การปฏิบัติราชการในปัจจุบันมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นทั้งในระบบการปฏิบัติการและเวลาที่ใช้ปฏิบัติการ

๖.๒ บุคลากรในหน่วยงานมีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น

๖.๓ การค้นคว้าหาข้อมูลในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาประกอบการปฏิบัติงานทำได้สะดวกรวดเร็วขึ้น

๖.๔ ช่วยให้การเสนอผลงานตามขั้นตอนต่างๆ ชัดเจนและรวดเร็วขึ้น

๖.๕ ภาพรวมที่เกิดขึ้นจากการใช้เครื่องมือสำรวจ GPS ในการปฏิบัติการทำให้ผลสำเร็จของงานภายในสำนักงานมีมากขึ้น ซึ่งหมายถึงการพัฒนางานหรือปรับปรุงประสิทธิภาพของงานเพิ่มขึ้นนั่นเอง

ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ

๖.๖ ประหยัดวัสดุที่ใช้ในสนามมากขึ้นเพราะการปรับปรุงแก้ไขงานที่ปฏิบัติสามารถทำได้ในระบบสำรวจ GPS จนสมบูรณ์ได้เลย

๖.๗ ประหยัดเวลาในการดำเนินการสำรวจภูมิประเทศเพื่อการออกแบบ

๖.๘ ทำให้หน่วยงานสามารถสำรวจภูมิประเทศเพื่อการออกแบบ ได้จำนวนโครงการมากขึ้นในเวลาเท่าเดิม