

เสถียรภาพของพิกัดตำแหน่งจากการประมวลผลข้อมูลดาวเทียมระบบจีพีเอสแบบออนไลน์

STABILITY OF ONLINE GPS PROCESSING SERVICES

พีระวิทย์ สิริเวชพันธุ์

สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจและสารสนเทศภูมิศาสตร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
E-mail : bagkus22@gmail.com

ธนาฯ สุขวิมลเสรี

สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจและสารสนเทศภูมิศาสตร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดิเมญ เมธากุลชาติ

สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจและสารสนเทศภูมิศาสตร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริยาพร โภษา

สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจและสารสนเทศภูมิศาสตร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิพัฒน์ สอนวงษ์

สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจและสารสนเทศภูมิศาสตร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

การประมวลผลข้อมูลจากการรังวัดด้วยดาวเทียมระบบจีพีเอสแบบออนไลน์ เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งถือได้ว่าเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ทำงานรังวัดด้วยดาวเทียมระบบจีพีเอสทั่วโลก บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเสถียรภาพของพิกัดตำแหน่งจากการประมวลผล โดยการใช้บริการในรูปแบบออนไลน์ของ CSRS-PPP AUSPOS, OPUS และ SCOUT ทั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลการรังวัดแบบสถิตด้วยเครื่องรับสัญญาณแบบสองความถี่ของสถานีฐานกรมที่ดิน ประเทศไทย เป็นกรณีศึกษา ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการให้บริการประมวลผลข้อมูลดาวเทียมระบบจีพีเอส ในรูปแบบออนไลน์เพื่อให้ได้รับพิกัดตำแหน่งที่มีความถูกต้องจะเป็นข้อมูลที่สำคัญต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในงานสำรวจด้านต่างๆ อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ : GPS CSRS AUSPOS OPUS SCOUT

ABSTRACT

Online global GPS processing services are an effective method which can be considered as an alternative for the worldwide GPS users. The purpose of this article is to study of positional stability derived from online global GPS processing services by Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning Service (CSRS-PPP), Australian Surveying and Land Information Group's Online GPS Processing Service (AUSPOS), Online Positioning User Service (OPUS), and Scripps Coordinate Update Tool (SCOUT). The GPS data was observed in static mode using the dual-frequency receiver occupying at reference stations of the Department of Lands, Thailand. The result has shown the potential of online global GPS processing services which is important information for application in the survey work at the different accuracy levels.

KEYWORDS : GPS, CSRS, AUSPOS, OPUS, SCOUT

1. บทนำ

ปัจจุบันการประมวลผลข้อมูลจากการรังวัดด้วยดาวเทียมระบบจีพีเอสในรูปแบบออนไลน์ได้เข้ามามีบทบาทในการลดความยุ่งยากของการใช้งานซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ที่มีราคาสูงทั้งนี้มีการให้บริการประมวลผลข้อมูลจากการรังวัดด้วยดาวเทียมระบบจีพีเอสในรูปแบบออนไลน์ (Online Global GPS Processing Services) โดยองค์กรชั้นนำหลายแห่งได้แก่ (1) Natural Resources Canada (NRCan) เป็นผู้ให้บริการ Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning Service (CSRS-PPP), (2) Geoscience Australia (GA) เป็นผู้ให้บริการ Australian Surveying and Land Information Group's Online GPS Processing Service (AUSPOS), (3) National Geodetic Survey (NGS) เป็นผู้ให้บริการ Online Positioning User Service (OPUS) และ (4) Scripps Orbit and Permanent Array Center (SOPAC) เป็นผู้ให้บริการ Scripps Coordinate Update Tool (SCOUT) เป็นต้น ซึ่งถือได้ว่าเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ทำงานรังวัดด้วยดาวเทียมระบบจีพีเอสทั่วโลก

ในประเทศไทยได้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูลจากการรังวัดด้วยดาวเทียมระบบจีพีเอสในรูปแบบออนไลน์ ได้แก่ การเปรียบเทียบการให้บริการประมวลผลข้อมูลจีพีเอสผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (เฉลิมพนธ์ สติระพจน์, 2546) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หาความถูกต้องของค่าพิกัดที่ได้จากการประมวลผล

ด้วย AUSPOS, SCOUT และ Auto-Gipsy ผลที่ได้แสดงถึงค่าพิกัดที่ได้จากการประมวลผลของผู้ให้บริการทั้งสามมีความถูกต้องในระดับเซนติเมตรในแนวราบและในระดับเดซิเมตรในแนวตั้ง งานวิจัยประสิทธิภาพการให้บริการประมวลผลข้อมูลจีพีเอสแบบออนไลน์ของ CSRS-PPP โดยใช้ข้อมูลในประเทศไทย (สมชาย เกรียงไกรวาทิน และเฉลิมพนธ์ สติระพจน์, 2552) เป็นงานวิจัยที่ทำการเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพการให้บริการของ CSRS-PPP โดยเปรียบเทียบกับค่าพิกัดที่ได้จากการประมวลผลด้วย AUSPOS ผลที่ได้แสดงถึงค่าพิกัดที่ได้จากการประมวลผลด้วย CSRS-PPP มีความถูกต้องในระดับ 10 เซนติเมตรเมื่อใช้เครื่องรับแบบสองความถี่ สำหรับความยาวข้อมูลมากกว่า 2 ชั่วโมงและจะให้ความถูกต้องมากยิ่งขึ้นเมื่อเก็บข้อมูลนานมากขึ้นและการประเมินความถูกต้องของการประมวลผลข้อมูลจากการรังวัดด้วยดาวเทียมระบบจีพีเอสแบบจุดเดียวที่ให้ความละเอียดสูงโดยรูปแบบออนไลน์ (พีระวิทย์ สิริเวชพันธุ์ และคณะ, 2553) ซึ่งเปรียบเทียบผลที่ได้จากผู้ให้บริการ AUSPOS และ CSRS-PPP เมื่อใช้ข้อมูลความยาว 24 ชั่วโมง ซึ่งจากงานวิจัยแสดงว่าค่าที่ได้จากผู้ให้บริการทั้งสองรายแตกต่างกันในระดับ 1 เซนติเมตร โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในระดับ 1 เซนติเมตร จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์จากงานวิจัยดังกล่าวล้วนแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการให้บริการประมวลผลข้อมูลเชิงตำแหน่งในรูปแบบออนไลน์ซึ่งจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการประมวลผลข้อมูลเชิงตำแหน่งที่ให้ความ

ถูกต้องสำหรับการประยุกต์ใช้ในงานสำรวจด้านต่างๆ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเสถียรภาพของค่าพิกัดจากการประมวลผลโดยการให้บริการในรูปแบบออนไลน์ของ CSRS-PPPAUSPOSOPUS และ SCOUT ทั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลการรังวัดของสถานีฐานกรมที่ดิน ประเทศไทย เป็นกรณีศึกษา ทั้งนี้ผลของงานวิจัยจะทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกให้บริการการประมวลผลแบบออนไลน์ได้อย่างเหมาะสม

2. กรอบแนวคิดและทฤษฎี

การประมวลผลข้อมูลดาวเทียมระบบจีพีเอสแบบออนไลน์มีรูปแบบที่แตกต่างกัน กล่าวคือ CSRS-PPP จะใช้แนวคิดของการกำหนดตำแหน่งจุดเดียวความละเอียดสูง หรือ Precise Point Positioning (PPP) สำหรับ AUSPOSOPUS และ SCOUT นั้นจะประมวลผลโดยใช้ Relative Positioning Technique ซึ่งทั้งสองวิธีมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดของการกำหนดตำแหน่งจุดเดียวความละเอียดสูง

โดยปกติ การกำหนดตำแหน่งจุดเดียวจะอาศัยทั้งข้อมูลช่วงเสมือน (Pseudo Range) และเฟสของคลื่นส่ง (Carrier Phase) ซึ่งมีสมการค่าสังเกตดังนี้

สมการช่วงเสมือน

$$P(Li) = \rho + c(dt - dT) + d_{orb} + d_{trop} + d_{ion/Li} + \varepsilon \quad (1)$$

สมการเฟสของคลื่นส่ง

$$\phi(Li) = \rho + c(dt - dT) + d_{orb} + d_{trop} + d_{ion/Li} + \lambda_i N_i + \varepsilon \quad (2)$$

โดยมีรายละเอียดตัวแปรดังนี้

$P(Li)$ = ช่วงเสมือนที่ได้รับจากการวัดรหัสของคลื่นส่ง Li (เมตร)
 $\phi(Li)$ = ข้อมูลเฟสที่ได้รับจากการวัดเฟสของคลื่นส่ง Li (เมตร)
 ρ = ระยะทางเรขาคณิตระหว่างดาวเทียมและเครื่องรับ (เมตร)

c = ความเร็วของคลื่นส่ง (เมตร/วินาที)
 dt = ความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาดาวเทียม (วินาที)
 dT = ความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาเครื่องรับ (วินาที)
 d_{orb} = ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากวงโคจรของดาวเทียม (เมตร)
 d_{trop} = ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ (Troposphere) (เมตร)

$d_{ion/Li}$ = ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ (Ionosphere) ของคลื่นส่ง Li (เมตร)

λ_i = ความยาวของคลื่นส่ง Li (เมตร)

N_i = จำนวนเลขปริศนาของคลื่นส่ง Li (ลูกคลื่น)

ε = ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการเกิดคลื่นหลายวิถี (Multipath) และสัญญาณรบกวน (Noise) (เมตร)

หลักการของการกำหนดตำแหน่งจุดเดียวความละเอียดสูง หรือ PPP นั้นจะเกี่ยวข้องกับการลดความคลาดเคลื่อนต่างๆ ที่ปรากฏในสมการข้างต้น ด้วยวิธีการดังนี้

2.1.1 ความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาดาวเทียม (dt) และความคลาดเคลื่อนของวงโคจรดาวเทียม (d_{orb}) จะใช้ค่าแก้ นาฬิกาดาวเทียมความละเอียดสูงและวงโคจรดาวเทียมความละเอียดสูงซึ่งมีความถูกต้องของวงโคจรดาวเทียมในระดับต่ำกว่า 5 เซนติเมตร และมีความถูกต้องของค่าแก้นาฬิกาดาวเทียมต่ำกว่า 0.1 นาโนวินาที

2.1.2 ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากคลื่นเดินทางไม่เท่าความเร็วแสงในชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ (d_{trop}) จะใช้แบบจำลองความคลาดเคลื่อนในชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์แบบ Saastamoinen Model ร่วมกับ Neill Mapping Function

2.1.3 ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากคลื่นเดินทางไม่เท่าความเร็วแสงในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ ($d_{ion/Li}$) จะใช้แบบจำลองของ Ionosphere-Free Combination (L3) จากการผสมกันระหว่างข้อมูล L1 และ L2

2.2 วิธีการประมวลผลข้อมูลจีพีเอสด้วยวิธี Relative Positioning Technique ที่ใช้ใน AUSPOS OPUS และ SCOUT นั้นสามารถประมวลผลโดยใช้สมการค่าสังเกตเช่นเดียวกับวิธีแรก แต่อาศัยการปรับแก้จากโครงข่ายสถานีอ้างอิงที่ใกล้ที่สุดตั้งแต่ 2 สถานีขึ้นไปซึ่งในแต่ละรูปแบบการให้บริการจะมีรายละเอียด คือ AUSPOS และ SCOUT จะใช้สถานีของ International GPS Service หรือ IGS ดังแสดงในรูปที่ 1 เป็นสถานีที่ใช้ในการปรับแก้โดย AUSPOS จะใช้จำนวน 10 สถานีและ SCOUT จะใช้จำนวน 3 สถานีนอกจากนี้ OPUS จะใช้สถานีที่เรียกว่า Continuously Operating Reference Station หรือ CORS ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งเป็นหมุดของ National Geodetic Survey ในการปรับแก้โดยใช้จำนวนทั้งสิ้น 3 สถานี

3.2.1 CSRS-PPP

Canadian Spatial Reference System (CSRS) Precise Point Positioning (PPP) Service ได้รับการพัฒนาโดย Geodetic Survey Division (GSD) ซึ่งเป็นแผนกหนึ่งในหน่วยงานด้านทรัพยากรธรรมชาติ พลังงาน และเหมืองแร่ ของประเทศ แคนาดาเป็นการให้บริการประมวลผลข้อมูลจีพีเอสแบบจุดเดียว ความละเอียดสูงในรูปแบบออนไลน์ที่ไม่เสียค่าใช้จ่าย ด้วยการใช้อัลกอริทึมดาวเทียมความละเอียดสูง และค่าแก้ไขการบิดเบือนความละเอียดสูงรูปแบบการให้บริการนี้สามารถประมวลผลข้อมูลได้ทั้งแบบสถิต (Static) และแบบจลน์ (Kinematic) นอกจากนี้ยังสามารถแสดงค่าพิกัดได้ทั้งบนพื้นหลักฐานอ้างอิง North American Datum of 1983 (NAD83) และ International Terrestrial Reference Frame (ITRF) ความถูกต้องเชิงตำแหน่งในทางราบ จะต่ำกว่า 1 เซนติเมตร เมื่อทำการรังวัดแบบสถิต ด้วยเครื่องรับสัญญาณแบบสองความถี่ เป็นระยะเวลา 12-24 ชั่วโมง และต่ำกว่า 5 เซนติเมตรเมื่อทำการรังวัดเป็นระยะเวลา 2-3 ชั่วโมง

3.2.2 AUSPOS

Australian Surveying and Land Information Group's Online GPS Processing Service หรือ AUSPOS ได้รับการพัฒนาโดย Geoscience Australia ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ด้านสำรวจทรัพยากร และจัดทำแผนที่ทางธรณีวิทยาของประเทศออสเตรเลีย ให้บริการประมวลผลข้อมูลจีพีเอสในรูปแบบออนไลน์ที่ไม่เสียค่าใช้จ่าย สามารถประมวลผลได้เฉพาะข้อมูลจากการรังวัดแบบสถิต ด้วยเครื่องรับสัญญาณแบบสองความถี่นอกจากนี้ยังสามารถแสดงค่าพิกัดได้ทั้งบนพื้นหลักฐานอ้างอิง Geocentric Datum of Australia 1994 (GDA94) และ ITRF โดยค่าความถูกต้องที่ได้จากการประมวลผลในทางราบ จะต่ำกว่า 1 เซนติเมตรเมื่อทำการรังวัดเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

3.2.3 OPUS

OPUS (Online Positioning User Service) ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย National Geodetic Survey (NGS) แห่งสหรัฐอเมริกา รูปแบบการให้บริการนี้สามารถแสดงค่าพิกัดได้ทั้งบนพื้นหลักฐานอ้างอิง NAD83 และ ITRF โดยค่าความคลาดเคลื่อน (RMS) ที่ได้จากการประมวลผลจะต่ำกว่า 5 เซนติเมตร เมื่อทำการรังวัดแบบสถิต ทั้งนี้ระยะเวลาในการรังวัดจะต้อง

ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง และไม่มากกว่า 48 ชั่วโมง

3.2.4 SCOUT

SCOUT (Scripps Coordinate Update Tool) ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Scripps Orbit and Permanent Array Center (SOPAC) ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีภารกิจหลักในการสนับสนุนสารสนเทศในงานจีพีเอสที่มีความละเอียดสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อการศึกษาอันตรายจากแผ่นดินไหว การเคลื่อนตัวของเปลือกโลก และอุทุนิยมวิทยา รูปแบบการให้บริการนี้จะแสดงค่าพิกัดบนพื้นหลักฐานอ้างอิง ITRF นอกจากนี้ ข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลจะต้องมีระยะเวลาในการรังวัดไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง

3.3 การประมวลผลข้อมูลจีพีเอสในรูปแบบออนไลน์

ในการประมวลผลข้อมูลจีพีเอสโดยการให้บริการในรูปแบบออนไลน์ของ CSRS-PPPAUSPOS OPUS และ SCOUT นั้น ดำเนินการโดยการส่งไฟล์ข้อมูลรังวัดซึ่งอยู่ในรูปแบบ RINEX (Receiver Independent Exchange Format) ผ่านเว็บไซต์ของผู้ให้บริการ (สำหรับ CSRS-PPP, AUSPOS และ OPUS) และผ่าน FTP (สำหรับ SCOUT) ระบบจะทำการประมวลผลและส่งผลกลับมายัง E-mail ของผู้ใช้งาน

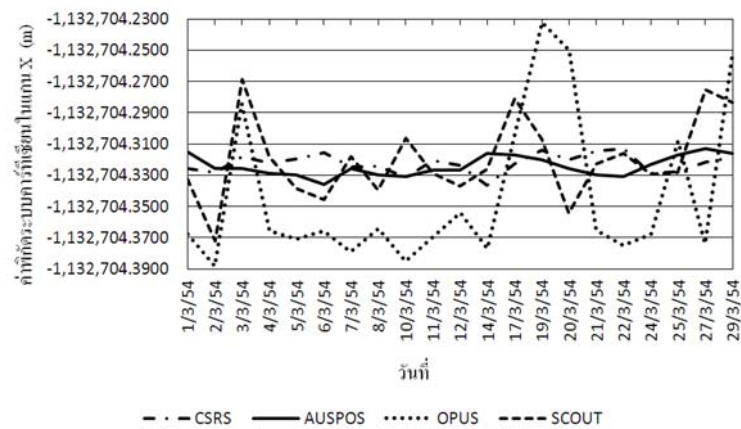
4. การวิเคราะห์ผล

ผลลัพธ์จากการประมวลผลข้อมูลจีพีเอสโดยการให้บริการในรูปแบบออนไลน์ของ CSRS-PPPAUSPOS OPUS และ SCOUT ของสถานีฐาน PKKT ซึ่งรับสัญญาณดาวเทียมแบบสถิตเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ของเดือนมีนาคม 2554 จำนวน 21 วัน แสดงด้วยค่าพิกัดในระบบคาร์ทีเซียน (Cartesian Coordinate System) บนกรอบอ้างอิง ITRF ดังตารางที่ 1 และการเปรียบเทียบค่าพิกัดจากการประมวลผลในรูปแบบออนไลน์ ในแกน X, Y และ Z แสดงได้ดังรูปที่ 4, 5 และ 6 ตามลำดับ

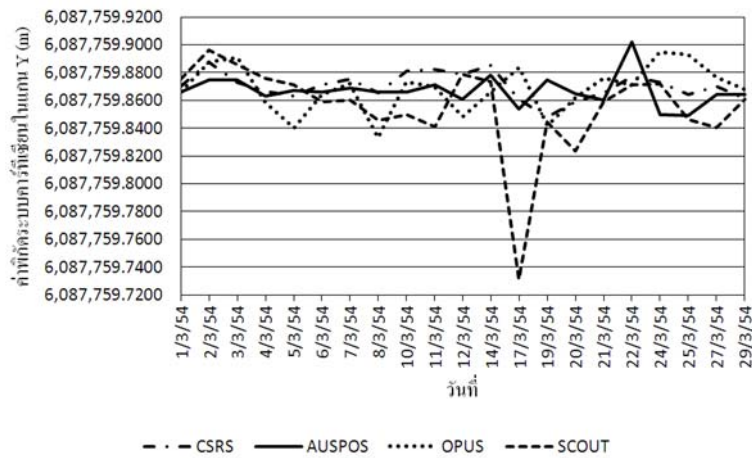
จากการวิจัยพบว่า ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพิกัดจากการประมวลผลในรูปแบบออนไลน์โดย CSRS-PPP และ AUSPOS มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพิกัดทั้งสามแกนสูงสุดประมาณ 1 เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในระดับที่ทางผู้ให้บริการได้กำหนดไว้ ในขณะที่ OPUS และ SCOUT มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพิกัดทั้งสามแกนสูงสุดประมาณ 5 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าที่ทางผู้ให้บริการได้กำหนดไว้ และเมื่อพิจารณา

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่าพิกัดของสถานี PKT ในระบบพิกัดคาร์ทีเซียน จากการประมวลผลในรูปแบบออนไลน์

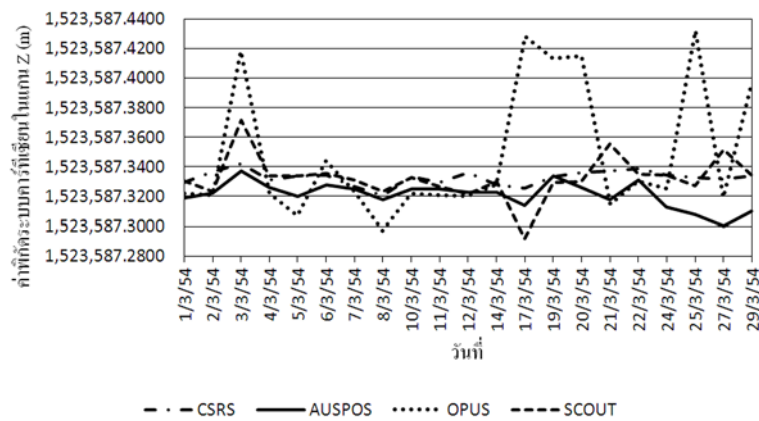
DATE	CSRS			AUSPOS			OPUS			SCOUT		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1/3/2011	-1,132,704.3258	6,087,759.8702	1,523,587.3293	-1,132,704.3150	6,087,759.8660	1,523,587.3190	-1,132,704.3680	6,087,759.8660	1,523,587.3220	-1,132,704.3326	6,087,759.8751	1,523,587.3304
2/3/2011	-1,132,704.3281	6,087,759.8873	1,523,587.3368	-1,132,704.3260	6,087,759.8750	1,523,587.3220	-1,132,704.3880	6,087,759.8880	1,523,587.3210	-1,132,704.3722	6,087,759.8963	1,523,587.3233
3/3/2011	-1,132,704.3183	6,087,759.8731	1,523,587.3421	-1,132,704.3260	6,087,759.8750	1,523,587.3370	-1,132,704.2840	6,087,759.8910	1,523,587.4180	-1,132,704.2685	6,087,759.8855	1,523,587.3717
4/3/2011	-1,132,704.3222	6,087,759.8664	1,523,587.3308	-1,132,704.3290	6,087,759.8630	1,523,587.3260	-1,132,704.3660	6,087,759.8580	1,523,587.3220	-1,132,704.3183	6,087,759.8757	1,523,587.3340
5/3/2011	-1,132,704.3195	6,087,759.8630	1,523,587.3337	-1,132,704.3300	6,087,759.8670	1,523,587.3200	-1,132,704.3710	6,087,759.8400	1,523,587.3070	-1,132,704.3386	6,087,759.8712	1,523,587.3341
6/3/2011	-1,132,704.3156	6,087,759.8713	1,523,587.3346	-1,132,704.3360	6,087,759.8660	1,523,587.3280	-1,132,704.3660	6,087,759.8640	1,523,587.3440	-1,132,704.3458	6,087,759.8591	1,523,587.3354
7/3/2011	-1,132,704.3247	6,087,759.8755	1,523,587.3266	-1,132,704.3260	6,087,759.8690	1,523,587.3250	-1,132,704.3790	6,087,759.8720	1,523,587.3230	-1,132,704.3179	6,087,759.8600	1,523,587.3308
8/3/2011	-1,132,704.3241	6,087,759.8654	1,523,587.3206	-1,132,704.3300	6,087,759.8660	1,523,587.3180	-1,132,704.3640	6,087,759.8330	1,523,587.2970	-1,132,704.3396	6,087,759.8456	1,523,587.3232
10/3/2011	-1,132,704.3314	6,087,759.8811	1,523,587.3331	-1,132,704.3310	6,087,759.8660	1,523,587.3250	-1,132,704.3850	6,087,759.8730	1,523,587.3220	-1,132,704.3062	6,087,759.8498	1,523,587.3326
11/3/2011	-1,132,704.3205	6,087,759.8822	1,523,587.3293	-1,132,704.3270	6,087,759.8710	1,523,587.3250	-1,132,704.3700	6,087,759.8700	1,523,587.3210	-1,132,704.3286	6,087,759.8408	1,523,587.3264
12/3/2011	-1,132,704.3237	6,087,759.8789	1,523,587.3360	-1,132,704.3270	6,087,759.8610	1,523,587.3230	-1,132,704.3540	6,087,759.8480	1,523,587.3200	-1,132,704.3369	6,087,759.8787	1,523,587.3219
14/3/2011	-1,132,704.3366	6,087,759.8854	1,523,587.3278	-1,132,704.3160	6,087,759.8780	1,523,587.3230	-1,132,704.3770	6,087,759.8660	1,523,587.3280	-1,132,704.3261	6,087,759.8733	1,523,587.3300
17/3/2011	-1,132,704.3226	6,087,759.8605	1,523,587.3256	-1,132,704.3170	6,087,759.8540	1,523,587.3140	-1,132,704.3050	6,087,759.8840	1,523,587.4280	-1,132,704.2810	6,087,759.7310	1,523,587.2916
19/3/2011	-1,132,704.3138	6,087,759.8477	1,523,587.3332	-1,132,704.3200	6,087,759.8750	1,523,587.3340	-1,132,704.2320	6,087,759.8420	1,523,587.4130	-1,132,704.3070	6,087,759.8446	1,523,587.3295
20/3/2011	-1,132,704.3202	6,087,759.8591	1,523,587.3362	-1,132,704.3260	6,087,759.8650	1,523,587.3260	-1,132,704.2500	6,087,759.8620	1,523,587.4150	-1,132,704.3541	6,087,759.8237	1,523,587.3297
21/3/2011	-1,132,704.3147	6,087,759.8655	1,523,587.3374	-1,132,704.3300	6,087,759.8600	1,523,587.3180	-1,132,704.3650	6,087,759.8760	1,523,587.3150	-1,132,704.3225	6,087,759.8588	1,523,587.3556
22/3/2011	-1,132,704.3132	6,087,759.8771	1,523,587.3387	-1,132,704.3310	6,087,759.9020	1,523,587.3310	-1,132,704.3750	6,087,759.8710	1,523,587.3300	-1,132,704.3160	6,087,759.8714	1,523,587.3348
24/3/2011	-1,132,704.3286	6,087,759.8732	1,523,587.3342	-1,132,704.3230	6,087,759.8500	1,523,587.3130	-1,132,704.3680	6,087,759.8950	1,523,587.3250	-1,132,704.3292	6,087,759.8719	1,523,587.3342
25/3/2011	-1,132,704.3276	6,087,759.8640	1,523,587.3325	-1,132,704.3170	6,087,759.8490	1,523,587.3080	-1,132,704.3080	6,087,759.8930	1,523,587.4320	-1,132,704.3281	6,087,759.8462	1,523,587.3270
27/3/2011	-1,132,704.3215	6,087,759.8700	1,523,587.3318	-1,132,704.3130	6,087,759.8640	1,523,587.3000	-1,132,704.3740	6,087,759.8770	1,523,587.3190	-1,132,704.2751	6,087,759.8402	1,523,587.3518
29/3/2011	-1,132,704.3184	6,087,759.8612	1,523,587.3339	-1,132,704.3160	6,087,759.8640	1,523,587.3100	-1,132,704.2510	6,087,759.8680	1,523,587.3970	-1,132,704.2832	6,087,759.8610	1,523,587.3343
Average(m)	-1,132,704.3224	6,087,759.8704	1,523,587.3326	-1,132,704.3244	6,087,759.8670	1,523,587.3212	-1,132,704.3429	6,087,759.8684	1,523,587.3485	-1,132,704.3204	6,087,759.8552	1,523,587.3325
Max (m)	-1132704.3132	6087759.8873	1523587.3421	-1132704.3130	6087759.9020	1523587.3370	-1132704.2320	6087759.8950	1523587.4320	-1132704.2685	6087759.8963	1523587.3717
Min (m)	-1132704.3366	6087759.8477	1523587.3206	-1132704.3360	6087759.8490	1523587.3000	-1132704.3880	6087759.8330	1523587.2970	-1132704.3722	6087759.7310	1523587.2916
SD	0.0060	0.0098	0.0049	0.0065	0.0111	0.0088	0.0493	0.0173	0.0457	0.0264	0.0334	0.0150
Range (m)	0.0234	0.0396	0.0215	0.0230	0.0530	0.0370	0.1560	0.0620	0.1350	0.1037	0.1653	0.0801



รูปที่ 4 ค่าพิกัดระบบคาร์ทีเซียนในแกน X จากการประมวลผลในรูปแบบออนไลน์



รูปที่ 5 ค่าพิกัดระบบคาร์ทีเซียนในแกน Y จากการประมวลผลในรูปแบบออนไลน์



รูปที่ 6 ค่าพิกัดระบบคาร์ทีเซียนในแกน Z จากการประมวลผลในรูปแบบออนไลน์

ความกว้างของช่วงข้อมูลหรือพิสัย จะพบว่า CSRS-PPP และ AUSPOS มีค่าประมาณ 5 เซนติเมตร ในขณะที่ OPUS และ SCOUT มีการเปลี่ยนแปลงของค่าพิสัยในทั้งสามแกนสูงประมาณ 17 เซนติเมตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการให้บริการประมวลผลข้อมูลจีพีเอสในรูปแบบออนไลน์โดย CSRS-PPP และ AUSPOS จะให้ความถูกต้องและความเสถียรภาพของพิกัดตำแหน่งในระดับที่สูงกว่า OPUS และ SCOUT

5. การสรุปผล

การประมวลผลข้อมูลจากการรังวัดด้วยดาวเทียมระบบจีพีเอสในรูปแบบออนไลน์ นับเป็นการให้บริการคำนวณพิกัดตำแหน่งที่มีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งจะช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายและความยุ่งยากในการใช้ซอฟต์แวร์เพื่อทำการประมวลผลลง ผลลัพธ์จากการวิจัยแสดงให้เห็นถึงเสถียรภาพของพิกัดตำแหน่งจากการประมวลผลข้อมูลรังวัดแบบสถิติโดยการใช้บริการในรูปแบบออนไลน์ของ CSRS-PPP และ AUSPOS ที่สูงกว่า OPUS และ SCOUT ทั้งนี้ ด้วยศักยภาพของการให้บริการในการประมวลผลข้อมูลจีพีเอสในรูปแบบออนไลน์ก็จะเป็นทางเลือกหนึ่งในการประมวลผลข้อมูลเชิงตำแหน่งที่ให้ความถูกต้องสำหรับการประยุกต์ใช้ในงานสำรวจด้านต่างๆ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณส่วนพัฒนาการรังวัดหอดูดาวหลวงแผนที่โดยระบบดาวเทียม สำนักเทคโนโลยีทำแผนที่ กรมที่ดิน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการประมวลผล

เอกสารอ้างอิง

เฉลิมชนม์ สติระพจน์. 2546. การเปรียบเทียบการให้บริการประมวลผลข้อมูลจีพีเอสผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต. **การประชุมวิชาการการแผนที่และภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ประจำปี 2546**, โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ กรุงเทพฯ, 18-20 พฤศจิกายน 2546, หน้า GPS & SV 39-53.

พีระวิทย์ สิริเวชพันธุ์ และคณะ. 2553. การประเมินความถูกต้องของการประมวลผลข้อมูลจากการรังวัดด้วยดาวเทียมระบบจีพีเอสแบบจุดเดี่ยวที่ให้ความละเอียดสูงโดยรูปแบบออนไลน์. **การประชุมวิชาการเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ประจำปี 2553**, อิมแพ็คคอนเวนชั่น เซ็นเตอร์ เมืองทองธานีนนทบุรี, 15-17 ธันวาคม 2553 : 74.

สมชาย เกรียงไกรวคิน และเฉลิมชนม์ สติระพจน์. 2552. ประสิทธิภาพการให้บริการประมวลผลข้อมูลจีพีเอสแบบออนไลน์ของ CSRS-PPP โดยใช้ข้อมูลในประเทศไทย. **วิศวกรรมสาร มก. 67(22)** (ก.พ.-เม.ย. 2552) : 53-58.

Geoscience Australia. Australian Government. **AUSPOS FAQ-1** (Online). Retrieved October 11, 2010, from: <http://www.ga.gov.au/geodesy/sgc/wwwgps/faq1.jsp>

_____. **AUSPOS - Online GPS Processing Service** (Online). Retrieved October 11, 2010, from: <http://www-b.ga.gov.au/bin/gps.pl>

IGS Central Bureau. **The IGS Tracking Network** (Online). Retrieved September 23, 2011, from: <http://igsceb.jpl.nasa.gov/network/complete.html>

Koschel, M. 2009. **Investigation into Reliability of AUSPOS Coordinate Data (Specifically Height)**. Dissertation in fulfillment of the requirements of Courses ENG4111 and ENG4112 Research Project, University of Southern Queensland.

Leick, A. 2004. **GPS Satellite Surveying**. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons.

National Geodetic Survey. **Continuously Operating Reference Station (CORS)** (Online). Retrieved September 23, 2011, from: <http://www.ngs.noaa.gov/CORS/>

_____. **OPUS: Online Positioning User Service** (Online). Retrieved September 23, 2011, from: <http://www.ngs.noaa.gov/OPUS/>

Natural Resources Canada. **CSRS-PPP Accuracy** (Online).

Retrieved October 11, 2010, from: http://www.geod.nrcan.gc.ca/products-produits/ppp_acc_e.php

_____. **CSRS-PPP User Guide** (Online). Retrieved October 11, 2010, from: http://www.geod.nrcan.gc.ca/userguide/index_e.php

_____. **Online Database** (CSRS Online Database) (Online). Retrieved October 11, 2010, from: http://www.geod.nrcan.gc.ca/online_data_e.php

Scripps Orbit and Permanent Array Center (SOPAC). **Scripps Coordinate Update Tool (SCOUT)** (Online). Retrieved September 23, 2011, from: <http://sopac.ucsd.edu/cgi-bin/SCOUT.cgi>

_____. **Scripps Orbit and Permanent Array Center** (Online). Retrieved September 23, 2011, from: <http://sopac.ucsd.edu/>



>> **พีระวิทย์ สิริเวชพันธุ์**

สำเร็จการศึกษา ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิศวกรรมโยธา จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี พ.ศ. 2555 ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรมโยธา จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี พ.ศ. 2544 ประสบการณ์ทำงาน ปี พ.ศ. 2545 เข้าทำงานในตำแหน่งวิศวกรระดับ 4 ประจำแผนกออกแบบงานโยธาสถานีไฟฟ้า กองออกแบบสถานีไฟฟ้า ฝ่ายออกแบบสถานีและสายส่ง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง วิศวกร ระดับ 7 ประจำ แผนกออกแบบงานโยธาสถานีไฟฟ้า กองออกแบบสถานีไฟฟ้า ฝ่ายออกแบบสถานีและสายส่ง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค