

การศึกษาวิวัฒนาการตำแหน่งบนผิวโลกจากสัญญาณดาวเทียมดอปเปลอร์



นายสุรศักดิ์ ลิ้มเกื้อกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2532

ISBN 974-576-665-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

015370

110304573

A STUDY OF POSITION-ON-EARTH DETERMINATION
FROM DOPPLER SATELLITE DATA

MR. SURASAK LEEKUALKUL

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Survey Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University

1989

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การศึกษาวิธีหาพิกัดตำแหน่งบนผิวโลกจากสัญญาณดาวเทียมดอปเปลอร์

โดย

นายสุรศักดิ์ ลีเกตุกุล

ภาควิชา


วิศวกรรมสำรวจ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ

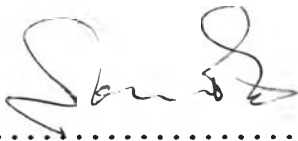


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

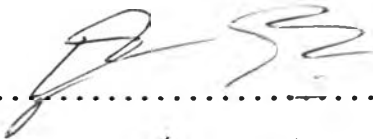


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วิชรภักย์)

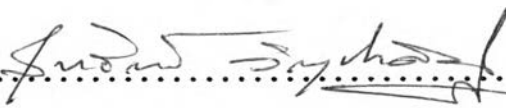
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



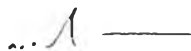
..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สวัสดิ์ชัย เกரியงไกรเพชร)



..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ)



..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุกิพงศ์ วิญญูประดิษฐ์)



..... กรรมการ
(นายพงศ์เทพ บันยารชุน)

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

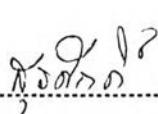
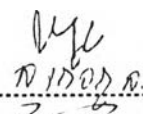
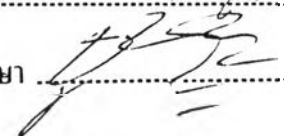
สุรศักดิ์ ลีเกื้อกุล : การศึกษาวิธีหาค่าพิกัดตำแหน่งบนผิวโลกจากสัญญาณดาวเทียมดอปเปลอร์
(A STUDY OF POSITION-ON-EARTH DETERMINATION FROM DOPPLER SATELLITE
DATA) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ, 133 หน้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิธีหาค่าพิกัดตำแหน่งจากข้อมูลการรับสัญญาณดาวเทียมแบบโครงข่ายของฝ่ายรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม กรมที่ดิน โดยตรวจสอบถึงความเหมาะสมของการคำนวณหาค่าพิกัดตำแหน่งบนพื้นหลักฐานดาวเทียมจากการคำนวณแบบทรานสโลเคชันและแบบโครงข่าย และนำมาคำนวณเปลี่ยนเป็นพื้นหลักฐานอินเดีย 2518 โดยใช้พารามิเตอร์ 3 ค่า เมื่อเปรียบเทียบผลการคำนวณกับค่าพิกัดของกรมแผนที่ทหาร การคำนวณแบบทรานสโลเคชันให้ค่าต่างสูงสุด ทางทิศเหนือ 0.839 เมตร ทางทิศตะวันออก 0.989 เมตร ส่วนแบบโครงข่ายทางทิศเหนือ 0.828 เมตร ทางทิศตะวันออก 0.934 เมตร พบว่าการคำนวณทั้งสองแบบให้ค่าพิกัดตำแหน่งที่มีความคลาดเคลื่อน อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ในงานคำนวณของกรมที่ดินได้

ผลจากการศึกษาวิธีหาค่าพิกัดตำแหน่งบนผิวโลกจากสัญญาณดาวเทียมช่วยในการพิจารณาเลือกวิธีการคำนวณ ที่เหมาะสมที่ให้ค่าพิกัดตำแหน่งที่ดี มีความคลาดเคลื่อนน้อยมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลาในงานรังวัดและทำแผนที่ เช่น การสร้างเส้นวงรอบจะมีหมุดควบคุมค่าพิกัดทางราบอยู่ในบริเวณที่สามารถทำการรังวัดได้สะดวก เป็นผลให้ความคลาดบรจอบอยู่ในเกณฑ์รังวัดชั้นสามประเภทหนึ่ง และการทำแผนที่มาตราส่วนใหญ่มากจากภาพถ่ายทางอากาศ มีค่าพิกัดตามมุมมองภาพถ่ายที่ต้องการได้รวดเร็ว



ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ
สาขาวิชา วิศวกรรมสำรวจ
ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อนิสิต  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

พิมพ์ต้นฉบับทศด้อยวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมเพียงแผ่นเดียว

SURASAK LEEKUALKUL : A STUDY OF POSITION-ON-EARTH DETERMINATION FROM DOPPLER SATELLITE DATA. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. CHUGIAT WICHIENTHAROEN, Ph.D. 133 PP.

The objective of this study is to determine the position on the earth's surface from Transit satellite data for Department of Lands (DOL) survey projects. The computation of position was carried out by two different methods, namely, Translocation Method and Network Adjustment Method on satellite datum. The results of computation were investigated and transformed to Indian Datum 1975 by using 3 transformation parameters. The comparison between these results and the values of Royal Thai Survey Department yielded maximum different 0.839 m. in northing and 0.989 m. in easting for translocation method and 0.828 m. and 0.934 m. in northing and easting respectively for network adjustment method. The result of comparison for both translocation and network adjustment methods are suitable for position determination for DOL applications.

The results of this study can be use as guidelines for selecting the appropriate method for determination of position on the earth's surface to meet requirements on accuracies, expenses, and operating time in establishing photo control points, and horizontal control points for DOL third order traverses.



ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ
สาขาวิชา วิศวกรรมสำรวจ
ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อนิติ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจทุกท่านที่ได้สั่งสอนให้ความรู้ คำปรึกษาแนะนำต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เขียนขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ สวัสดิ์ชัย เกรียงไกรเพชร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธิรงค์ วิญญูประดิษฐ์ ที่ได้กรุณาให้ความสำคัญ แนะนำในการดำเนินการและแก้ไข

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ พงศ์เทพ ภันยารุณ ผู้บังคับบัญชา ที่ให้แนวทางความคิดเห็น ขอขอบพระคุณ นายไพโรจน์ เขื่อนกวีไล และผู้บังคับบัญชาทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ปรึกษา ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ กองรังวัดและทำแผนที่ กรมที่ดิน กระทรวงมหาดไทย ทุกท่านที่ช่วยเหลือในด้านข้อมูล

ขอขอบคุณ คุณอรดี กาญจนภา ที่กรุณาสละเวลาช่วยพิมพ์วิทยานิพนธ์ ตลอดจนทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงด้วยดี

สุรศักดิ์ ลีเกตุกุล



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๘
กิตติกรรมประกาศ.....	๙
รายการตารางประกอบ.....	๑๑
รายการรูปประกอบ.....	๑๑
รายการสัญลักษณ์ประกอบ.....	๑๑
บทที่	
1	
บทนำ.....	1
1.1 ความจำเป็นของการกำหนดพิกัดตำแหน่งของพื้นโลก.....	1
1.2 ความเป็นมาของปัญหา.....	3
1.3 วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์.....	4
1.4 ขอบเขตของข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์.....	4
1.5 ขอบเขตการวิเคราะห์.....	5
1.6 สรุปรายงานการทำวิทยานิพนธ์.....	5
2	
ประวัติการกำหนดพิกัดตำแหน่งจุดบนพื้นโลก.....	8
2.1 คำนำ.....	8
2.2 ดาวเทียมที่ใช้ทางด้าน การกำหนดพิกัดตำแหน่ง.....	9
2.3 การทำงานของระบบ TRANSIT.....	11
2.3.1 ส่วนอวกาศ.....	11
2.3.2 ส่วนควบคุม.....	11

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	2.3.3 ส่วนผู้ใช้.....	11
2.4	เทคนิคในการหาค่าพิกัดตำแหน่งด้วยดอปเปลอร์.....	12
	2.4.1 การหาดำแหน่งสัมบูรณ์.....	12
	2.4.2 การหาดำแหน่งสัมพัทธ์.....	12
2.5	การวิเคราะห์ข้อมูลดอปเปลอร์.....	13
2.6	ค่าพิกัดตำแหน่งของดาวเทียม.....	15
	2.6.1 ลีนิเมอริสส่งกระจาย.....	15
	2.6.2 ลีนิเมอริสละเอียด.....	16
3	การกำหนดสถานีดอปเปลอร์.....	17
	3.1 วิธีรับสัญญาณ.....	17
	3.2 เทคนิคการรับสัญญาณดาวเทียม.....	18
	3.2.1 Field Translocation.....	18
	3.2.2 Real Time Translocation.....	18
	3.3 การคำนวณพิกัดตำแหน่งบนพื้นหลักฐานดาวเทียม.....	19
	3.3.1 การคำนวณค่าพิกัด.....	20
	3.3.2 ความคลาดเคลื่อนของสัญญาณดาวเทียม.....	20
	3.4 การตั้งเครื่องรับสัญญาณและกำหนดวงรอบ.....	21
	3.4.1 วิธีปฏิบัติในการรังวัดเพื่อกำหนดพิกัดตำแหน่งจุดบนพื้นโลก....	21
	3.4.2 การแบ่งพื้นที่ ที่จะดำเนินการออกเงินวงรอบ.....	22
	3.4.3 การหาความคลาดเคลื่อนของหมุดกรมแผนที่ทหาร.....	25
	3.5 การแบ่งชิ้นงานเส้นวงรอบของกรมที่ดิน.....	25

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	การคำนวณกีดตำแหน่ง.....	27
4.1	การรับสัญญาณดาวเทียม.....	27
4.2	การคำนวณปรับแก้และขั้นตอนดำเนินการของโปรแกรม MAGNET.....	27
4.2.1	การคำนวณด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ พร้อมโปรแกรม MAGNET.....	28
4.2.2	ขั้นตอนดำเนินการก่อนคำนวณหาค่ากีดตำแหน่ง.....	29
4.2.3	วิธีคำนวณที่กรมที่ดินดำเนินการ.....	30
4.3	การคำนวณเปลี่ยนพื้นที่หลักฐาน.....	31
	ก) พารามิเตอร์ 3 ค่า.....	32
	ข) คำนวณ พารามิเตอร์ 7 ค่า.....	33
5	การเปรียบเทียบกีดตำแหน่ง.....	37
5.1	เหตุผลและสมมติฐาน.....	37
5.2	การแปลงค่ากีด.....	38
5.3	การเปรียบเทียบการคำนวณแบบทรานส์โลเคชั่นและแบบโครงข่าย.....	40
5.3.1	เปรียบเทียบทั้งหมด กรมแผนที่ทหาร ยกเว้นสถานีร่วม.....	40
5.3.2	เปรียบเทียบทั้งหมด กรมแผนที่ทหาร เฉพาะสถานีร่วม.....	42
5.3.3	เปรียบเทียบทั้งหมดที่กรมที่ดินสร้างชั้นใหม่และเป็นสถานีร่วม...	44
5.3.4	เปรียบเทียบทั้งหมดที่กรมที่ดินสร้างชั้นใหม่.....	45
5.4	การเปรียบเทียบการคำนวณแบบโครงข่าย.....	45

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
6	ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ.....	48
	6.1 ความเหมาะสมของวิธีคำนวณค่าจำกัดตำแหน่ง.....	48
	6.2 ความเหมาะสมของพารามิเตอร์.....	48
	6.3 ผลกระทบต่องานคำนวณเส้นวงรอบ.....	49
	6.4 ข้อเสนอแนะ.....	49
	6.5 ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย.....	51
	เอกสารอ้างอิง.....	53
	ภาคผนวก.....	56
	ก. ตัวอย่างผลการคำนวณค่าจำกัดบนพื้นหลักฐานดาวเทียม แบบทรานส์โลเคชั่น ด้วยโปรแกรม MAGNET.....	56
	ก.1 คำอธิบายตารางการคำนวณในส่วนข้อมูลจากภายนอก.....	57
	ก.2 คำอธิบายตารางแสดงผลการคำนวณ.....	59
	ข. ผลการคำนวณค่าจำกัดบนพื้นหลักฐานดาวเทียมแบบโคจรซ้าย ด้วยโปรแกรม MAGNET.....	80
	ค. ตัวอย่างการคำนวณแปลงค่าจำกัดบนพื้นหลักฐานอินเดียน 2518 จากการ คำนวณแบบทรานส์โลเคชั่น.....	104
	ค.1 คำอธิบายตำแหน่งของค่าจำกัด.....	105
	ง. การคำนวณ แปลงค่าจำกัดบนพื้นหลักฐานอินเดียน 2518 จากการคำนวณ แบบโคจรซ้าย.....	114
	ประวัติผู้เขียน.....	133



รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
3.1	ความถูกต้องของการหาพิกัดตำแหน่ง.....	17
3.2	ระยะห่างของแต่ละสถานี หน่วยเป็นเมตร.....	24
3.3	มาตรฐานการจำแนกของงานรังวัดควบคุมข้อผิดพลาดคงงานวงรอบชั้นสาม.....	26
4.1	พารามิเตอร์ 3 ค่า ที่คำนวณเปลี่ยนพื้นหลักฐาน.....	35
4.2	พารามิเตอร์ 7 ค่า ที่คำนวณแต่ละวงรอบ.....	36
5.1	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทั้งหมดกรรมแผนที่ทหาร (ยกเว้น สถานีร่วม).....	41
5.2	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทั้งหมดกรรมแผนที่ทหาร (เฉพาะ สถานีร่วม).....	42
5.3	ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าต่างพิกัดของหมุดที่กรมที่ดินสร้างใหม่ และเป็น สถานีร่วม.....	43
5.4	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทั้งหมดที่กรมที่ดินสร้างชั้นใหม่ และเป็นสถานีร่วม.....	44
5.5	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทั้งหมดที่กรมที่ดินสร้างชั้นใหม่ ทรานส์โลเคชั่น.....	46
5.6	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทั้งหมดกรรมแผนที่ทหาร (ยกเว้น สถานีร่วม) แบบพารามิเตอร์ 7 ค่า.....	47
ก2	ตารางแสดงผลการคำนวณแบบทรานส์โลเคชั่น.....	62
ข1	ตารางแสดงผลการคำนวณแบบทรานส์โลเคชั่น.....	81
ค1	ตารางแสดงการคำนวณเปลี่ยนพื้นหลักฐาน แบบทรานส์โลเคชั่น.....	106
ง1	ตารางแสดงการคำนวณเปลี่ยนพื้นหลักฐาน แบบโครงข่าย.....	115



รายการประกอบ

รูปที่		หน้า
1.1	แสดงขอบเขตวงรอบที่ 1 ถึงวงรอบที่ 16 พื้นที่ภาคตะวันออก.....	7
2.1	เครื่องมือรังวัด Magnavox Mx 1502.....	9
2.2	แสดงวงโคจรของดาวเทียมในระบบ TRANSIT โดยโคจรสูงจากพื้นดิน 1,075 กิโลเมตร.....	10
2.3	แสดงค่าดอปเปลอร์เคานต์ที่วัดได้จากสัญญาณดาวเทียม.....	13
3.1	การรับสัญญาณแบบ Field Translocation.....	18
3.2	การรับสัญญาณแบบ Real Time Translocation.....	19
3.3	แสดงสถานีดอปเปลอร์ในวงรอบที่ 9.....	23
4.1	การสอบเข้าหาค่าที่ถูกต้องของพิกัดตำแหน่งใน 3 ทิศทาง (ที่จำนวน 62 เส้นวงโคจร).....	28
4.2	การคำนวณหาค่าพิกัดที่จุด Q เหนือรูปทรงรี.....	31
4.3	ตำแหน่งศูนย์กลางรูปทรงรีพื้นหลักฐานดาวเทียม และพื้นหลักฐานอื่นเทียบ 2518.....	32



รายการสัญลักษณ์และความหมาย

สัญลักษณ์

ความหมาย

a	กึ่งแกนยาวของทรงรี $a = 6378135.0$ บนพื้นหลักฐานดาวเทียม $a = 6377276.3451$ บนพื้นหลักฐานอินเดียน 2518
b	กึ่งแกนสั้นของทรงรี
c	a^2/b
d	ความยาวคอร์ดที่เชื่อมระหว่างจุดปลายทั้งสองของเส้นโค้งบนระนาบ
e	First eccentricity ของทรงรี $e^2 = (a^2 - b^2)/a^2$
e'	Second eccentricity ของทรงรี $e'^2 = (a^2 - b^2)/b^2$
f	Flattening ของทรงรี, $f = (a - b)/a$ $f = 1/298.260$ บนพื้นหลักฐานดาวเทียม $f = 1/300.8017$ บนพื้นหลักฐานอินเดียน 2518
S_ϕ	ความยาวเส้นเมริเดียนบนผิวทรงรี วัดจากเส้นศูนย์สูตรถึงละติจูด ϕ
K_0	สเกลแฟกเตอร์ที่เส้นเมริเดียนกลาง $K_0 = .9996$ สำหรับระบบยูทีเอ็ม
M	รัศมีความโค้งในระนาบเมริเดียน (Radius of curvature in the meridian) $M = a(1 - e^2)/(1 - e^2 \sin^2 \phi)^{3/2}$
N	รัศมีความโค้งในระนาบตั้งสำคัญ (Radius of curvature in the prime vertical) $N = a/(1 - e^2 \sin^2 \phi)^{1/2}$
n	$(a - b)/(a + b)$

สัญลักษณ์

ความหมาย

R	$R = \sqrt{MN}$
X	ค่าพิกัดในแนวแกนขนานระนาบของการฉายแผนที่ วัดจากเส้นเมริเดียนกลาง
X_1, X_2	ค่าพิกัดในแนวแกนของจุดต้นและจุดปลายของเส้นย็อดเดสิก
X'	ค่าพิกัดในแนวแกนของ UTM = 500,000 + X
Y	ค่าพิกัดในแนวแกนตั้งระนาบของการฉายแผนที่วัดจากศูนย์กำเนิด
Y_1, Y_2	ค่าพิกัดในแนวแกนตั้งของจุดต้นและจุดปลายของเส้นย็อดเดสิกตามลำดับ
Y'	ค่าพิกัดในแนวแกนตั้งของ UTM วัดจากเส้นศูนย์สูตร = Y (สำหรับทีกโลกเหนือ)
ϑ	ละติจูดย็อดเดสิก (Geodetic Latitude)
ϑ'	ละติจูดพดพิคยต์ (Foot Point Latitude)
λ	ลองจิจูดย็อดเดติก
$\Delta\lambda$	$(\lambda - \lambda_{cm})$ ผลต่างระหว่างลองจิจูดที่พิจารณากับลองจิจูดของเส้นเมริเดียนกลาง
f_G	ความถี่ที่เครื่องรับสัญญาณสร้างขึ้น $f_G = 400 \text{ MHz}$
f_R	ความถี่ที่เครื่องรับสัญญาณรับได้
f_T	ความถี่ที่ดาวเทียมส่งกระจายลงมา $f_T = 399.968 \text{ MHz}$
N_1	ค่าตอบเปลอร์เคานต์ ระหว่างเวลา i และ i + 1
t_1	เวลาที่รับสัญญาณดาวเทียมเมื่อเวลา i
R_1	ระยะจากดาวเทียมถึงเครื่องรับสัญญาณเมื่อเวลา i
C	ความเร็วของสัญญาณดาวเทียม