การศึกษาวิธีหาพิกัดตำแหน่งบนผิวโลกจากสัญญาณดาวเทียมดอปเปลอร์

นายสุรศักดิ์ ลี้เกื้อกูล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2532

ISBN 974-576-665-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

015370

1030

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 ลี้เกื้อกูล
ภาควิชา	วิศวกรรมสำรวจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สวัสดิ์ชัย เกรียงไกรเพชร)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธิพงศ์ วิญญูประดิษฐ์)

..... กรรมการ

(นายพงศ์เทพ ปันยารชุน)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

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

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิธีหาค่าพิกัดตำแหน่งจากข้อมูลการรับสัญญาณดาวเทียมแบบโครงข่ายของฝ่ายรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม กรมที่ดิน โดยตรวจสอบถึงความเหมาะสมของการคำนวณหาค่าพิกัดตำแหน่งบนพื้นหลักฐานดาวเทียมจากการคำนวณแบบทรานสโลเคชั่นและแบบโครงข่าย และนำมาคำนวณเปลี่ยนเป็นพื้นหลักฐานอินเดียน 2518 โดยใช้พารามิเตอร์ 3 ค่า เมื่อเปรียบเทียบผลการคำนวณกับค่าพิกัดของกรมแผนที่ทหาร การคำนวณแบบทรานสโลเคชั่นให้ค่าต่างสูงสุด ทางทิศเหนือ 0.839 เมตร ทางทิศตะวันออก 0.989 เมตร ส่วนแบบโครงข่ายทางทิศเหนือ 0.828 เมตร ทางทิศตะวันออก 0.934 เมตร พบว่าการคำนวณทั้งสองแบบให้ค่าพิกัดตำแหน่งที่มีความคลาดเคลื่อน อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ในงานคำนวณของกรมที่ดินได้

ผลจากการศึกษาวิธีหาพิกัดตำแหน่งบนผิวโลกจากสัญญาณดาวเทียมช่วยในการพิจารณาเลือกวิธีการคำนวณ ที่เหมาะสมที่ให้ค่าพิกัดตำแหน่งที่ดี มีความคลาดเคลื่อนน้อยมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลาในงานรังวัดและทำแผนที่ เช่น การสร้างเส้นวงรอบจะมีหมุดควบคุมค่าพิกัดทางราบอยู่ในบริเวณที่สามารถทำการรังวัดได้สะดวก เป็นผลให้ความคลาดบรรจบอยู่ในเกณฑ์รังวัดชั้นสามประเภทหนึ่ง และการทำแผนที่มาตราส่วนใหญ่จากภาพถ่ายทางอากาศ มีค่าพิกัดตามมุมภาพถ่ายที่ต้องการได้รวดเร็ว

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมสำรวจ

ปีการศึกษา 2531 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

SURASAK LEEKUALKUL : A STUDY OF POSITION-ON-EARTH DETERMINATION FROM DOPPLER SATELLITE DATA. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. CHUGIAT WICHIENCHAROEN, 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.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ

สาขาวิชา วิศวกรรมสำรวจ

ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อนิสิต .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

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

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ พงศ์เทพ ปันยารชุน ผู้บังคับบัญชา ที่ให้แนวทางความคิดเห็น ขอขอบพระคุณ นายไพโรจน์ เผือกวิไล และผู้บังคับบัญชาทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ปรึกษา ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ กองรังวัดและทำแผนที่ กรมที่ดิน กระทรวงมหาดไทย ทุกท่านที่ช่วยเหลือในด้านข้อมูล

ขอขอบคุณ คุณอรดี กาญจนภี ที่กรุณาสละเวลาช่วยพิมพ์วิทยานิพนธ์ ตลอดจนทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์ที่สำเร็จลงด้วยดี

สุรศักดิ์ ลี้เกื้อกูล

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง
กิตติกรรมประกาศ..... จ
รายการตารางประกอบ..... ญ
รายการรูปประกอบ..... ฏ
รายการสัญลักษณ์ประกอบ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ..... 1
1.1 ความจำเป็นของการกำหนดพิกัดตำแหน่งของพื้นโลก..... 1
1.2 ความเป็นมาของปัญหา..... 3
1.3 วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์..... 4
1.4 ขอบเขตของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์..... 4
1.5 ขอบเขตการวิเคราะห์..... 5
1.6 สรุปรายงานการทำวิทยานิพนธ์..... 5

2 ประวัติการกำหนดพิกัดตำแหน่งจุดบนพื้นโลก..... 8
2.1 คำนำ..... 8
2.2 ดาวเทียมที่ใช้ทางด้านการกำหนดพิกัดตำแหน่ง..... 9
2.3 การทำงานของระบบ TRANSIT..... 11
2.3.1 ส่วนอวกาศ..... 11
2.3.2 ส่วนควบคุม..... 11

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

2.3.3 ส่วนผู้ใช้..... 11

2.4 เทคนิคในการหาค่าพิกัดตำแหน่งด้วยดอปเปลอร์..... 12

2.4.1 การหาตำแหน่งสัมบูรณ์..... 12

2.4.2 การหาตำแหน่งสัมพัทธ์..... 12

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลดอปเปลอร์..... 13

2.6 ค่าพิกัดตำแหน่งของดาวเทียม..... 15

2.6.1 อีฟิเมอริสส่งกระจาย..... 15

2.6.2 คีฟิเมอริสละเอียด..... 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 ที่จะดำเนินการออกเป็นวงรอบ..... 22

3.4.3 การหาความคลาดเคลื่อนของหมุดกรมแผนที่ทหาร..... 25

3.5 การแบ่งชั้นงานเส้นวงรอบของกรมที่ดิน..... 25

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

4 การคำนวณพิกัดตำแหน่ง..... 27

4.1 การรับสัญญาณดาวเทียม..... 27

4.2 การคำนวณปรับแก้และขั้นตอนดำเนินการของโปรแกรม MAGNET..... 27

4.2.1 การคำนวณด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ พร้อมโปรแกรม MAGNET..... 28

4.2.2 ขั้นตอนดำเนินการก่อนคำนวณหาค่าพิกัดตำแหน่ง..... 29

4.2.3 วิธีคำนวณที่กรมที่ดินดำเนินการ..... 30

4.3 การคำนวณเปลี่ยนพื้นหลักฐาน..... 31

ก) พารามิเตอร์ 3 ค่า..... 32

ข) คำนวณ พารามิเตอร์ 7 ค่า..... 33

5 การเปรียบเทียบพิกัดตำแหน่ง..... 37

5.1 เหตุผลและสมมติฐาน..... 37

5.2 การแปลงค่าพิกัด..... 38

5.3 การเปรียบเทียบการคำนวณแบบทรานสโลเคชั่นและแบบโครงข่าย..... 40

5.3.1 เปรียบเทียบที่หมุด กรมแผนที่ทหาร ยกเว้นสถานีร่วม..... 40

5.3.2 เปรียบเทียบที่หมุด กรมแผนที่ทหาร เฉพาะสถานีร่วม..... 42

5.3.3 เปรียบเทียบที่หมุดที่กรมที่ดินสร้างขึ้นใหม่และเป็นสถานีร่วม... 44

5.3.4 เปรียบเทียบที่หมุดที่กรมที่ดินสร้างขึ้นใหม่..... 45

5.4 การเปรียบเทียบการคำนวณแบบโครงข่าย..... 45

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

6 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ..... 48

6.1 ความเหมาะสมของวิธีคำนวณค่าพิกัดตำแหน่ง..... 48

6.2 ความเหมาะสมของพารามิเตอร์..... 48

6.3 ผลกระทบต่องานคำนวณเส้นวงรอบ..... 49

6.4 ข้อเสนอแนะ..... 49

6.5 ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย..... 51

เอกสารอ้างอิง..... 53

ภาคผนวก..... 56

ก. ตัวอย่างผลการคำนวณค่าพิกัดบนพื้นหลักฐานดาวเทียม แบบทรานสโลเคชั่น ด้วยโปรแกรม MAGNET..... 56

ก.1 คำอธิบายตารางการคำนวณในส่วนข้อมูลจากภายนอก..... 57

ก.2 คำอธิบายตารางแสดงผลการคำนวณ..... 59

ข. ผลการคำนวณค่าพิกัดบนพื้นหลักฐานดาวเทียมแบบโครงข่าย ด้วยโปรแกรม MAGNET..... 80

ค. ตัวอย่างการคำนวณแปลงค่าพิกัดบนพื้นหลักฐานอินเดียน 2518 จากการคำนวณแบบทรานสโลเคชั่น..... 104

ค.1 คำอธิบายตำแหน่งของค่าพิกัด..... 105

ง. การคำนวณ แปลงค่าพิกัดบนพื้นหลักฐานอินเดียน 2518 จากการคำนวณแบบโครงข่าย..... 114

ประวัติผู้เขียน..... 133

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ

ตารางที่ หน้า

3.1 ความถูกต้องของการหาพิกัดตำแหน่ง..... 17

3.2 ระยะห่างของแต่ละสถานี หน่วยเป็นเมตร..... 24

3.3 มาตราฐานการจำแนกของงานรังวัดควบคุมยีออเดติคงานวงรอบชั้นสาม..... 26

4.1 พารามิเตอร์ 3 ค่า ที่คำนวณเปลี่ยนพื้นหลักฐาน..... 35

4.2 พารามิเตอร์ 7 ค่า ที่คำนวณแต่ละวงรอบ..... 36

5.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนที่หมุดกรมแผนที่ทหาร (ยกเว้นสถานีร่วม)..... 41

5.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนที่หมุดกรมแผนที่ทหาร (เฉพาะสถานีร่วม)..... 42

5.3 ผลวิเคราะเปรียบเทียบค่าต่างพิกัดของหมุดที่กรมที่ดินสร้างใหม่ และเป็นสถานีร่วม..... 43

5.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนที่หมุดที่กรมที่ดินสร้างขึ้นใหม่และเป็นสถานีร่วม..... 44

5.5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนที่หมุดที่กรมที่ดินสร้างขึ้นใหม่ทรานสโลเคชั่น..... 46

5.6 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนที่หมุดกรมแผนที่ทหาร (ยกเว้นสถานีร่วม) แบบพารามิเตอร์ 7 ค่า..... 47

ก2 ตารางแสดงผลการคำนวณแบบทรานสโลเคชั่น..... 62

ข1 ตารางแสดงผลการคำนวณแบบทรานสโลเคชั่น..... 81

ค1 ตารางแสดงการคำนวณเปลี่ยนพื้นหลักฐาน แบบทรานสโลเคชั่น..... 106

ง1 ตารางแสดงการคำนวณเปลี่ยนพื้นหลักฐาน แบบโครงข่าย..... 115

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการรูปประกอบ

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 และพื้นหลักฐานอินเดียน 2518.....	32

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการสัญญลักษณ์และความหมาย

สัญญลักษณ์	ความหมาย
a	กึ่งแกนยาวของทรงรี a = 6378135.0 บนพื้นหลักฐานดาวเทียม a = 6377276.3451 บนพื้นหลักฐานอินเดียน 2518
b	กึ่งแกนสั้นของทรงรี
c	a^2/b
d	ความยาวคอร์ดที่เชื่อมระหว่างจุดปลายทั้งสองของเส้นโค้งบนระนาบ
e	First ecentricity ของทรงรี $e^2 = (a^2 - b^2)/a^2$
e'	Second ecentricity 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 ø
K_o	สเกลแฟกเตอร์ที่เส้นเมริเดียนกลาง K_o = .9996 สำหรับระบบยูทีเอ็ม
M	รัศมีความโค้งในระนาบเมริเดียน (Radius of curvature in the meridian) $M = a(1 - e^2)/(1 - e^2 \sin^2 ø)^{3/2}$
N	รัศมีความโค้งในระนาบดิ่งสำคัญ (Radius of curvature in the prime vertical) $N = a/(1 - e^2 \sin^2 ø)^{1/2}$
n	$(a - b)/(a + b)$

สัญญลักษณ์	ความหมาย
R	$R = \sqrt{MN}$
X	ค่าพิกัดในแนวแกนนอนของระนาบของการฉายแผนที่ วัดจากเส้นเมริเดียนกลาง
X_1, X_2	ค่าพิกัดในแนวแกนของจุดต้นและจุดปลายของเส้นยีออเดสิก
X'	ค่าพิกัดในแนวแกนนอนของ UTM = 500,000 + X
Y	ค่าพิกัดในแนวแกนตั้งของระนาบของการฉายแผนที่วัดจากศูนย์กำเนิด
Y_1, Y_2	ค่าพิกัดในแนวแกนตั้งของจุดต้นและจุดปลายของเส้นยีออเดสิกตามลำดับ
Y'	ค่าพิกัดในแนวแกนตั้งของ UTM วัดจากเส้นศูนย์สูตร = Y (สำหรับซีกโลกเหนือ)
ø	ละติจูดยีออเดสิก (Geodetic Latitude)
ø′	ละติจูดฟุตพ้อยต์ (Foot Point Latitude)
λ	ลองจิจูดยีออเดติก
Δλ	$(\lambda - \lambda_{cm})$ ผลต่างระหว่างลองจิจูดที่พิจารณากับลองจิจูดของเส้นเมริเดียนกลาง
f_G	ความถี่ที่เครื่องรับสัญญาณสร้างขึ้น f_G = 400 MHz
f_R	ความถี่ที่เครื่องรับสัญญาณรับได้
f_T	ความถี่ที่ดาวเทียมส่งกระจายลงมา f_T = 399.968 MHz
N_i	ค่าดอปเปลอร์เคานต์ ระหว่างเวลา i และ i + 1
t_i	เวลาที่รับสัญญาณดาวเทียมเมื่อเวลา i
R_i	ระยะจากดาวเทียมถึงเครื่องรับสัญญาณเมื่อเวลา i
C	ความเร็วของสัญญาณดาวเทียม