การจัดทำโครงข่าย GPS ในประเทศไทยให้เป็นเอกภาพ

ร้อยเอก นันทบูล อินทุภูติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-334-659-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I19250654

UNIFICATION OF GPS NETWORKS IN THAILAND

Cpt. Nunthaboon Intuputri

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Survey Engineering

Department of Survey Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 1999

ISBN 974-334-659-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดทำโครงข่าย GPS ในประเทศไทยให้เป็นเอกภาพ
โดย	ร้อยเอก นันทบูล อินทุภูติ
ภาควิชา	วิศวกรรมสำรวจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยาพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรเจิด พละการ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สวัสดิ์ชัย เกรียงไกรเพชร)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชัย เยี่ยงวีรชน)

นันทบูล อินทุภูติ, ร้อยเอก : การจัดทำโครงข่าย GPS ในประเทศไทยให้เป็นเอกภาพ
(UNIFICATION OF GPS NETWORKS IN THAILAND)
อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ , 122 หน้า
ISBN 974-334-659-7

ในปัจจุบันโครงข่ายหมุดหลักฐานโดยวิธีการรังวัดด้วยดาวเทียม GPS ที่ครอบคลุมทั่วทั้งประเทศไทยมีหน่วยงานหลักที่จัดทำอยู่ 2 หน่วยงานคือ กรมแผนที่ทหารและกรมที่ดิน โดยโครงข่ายหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหารถือได้ว่าเป็นโครงข่ายหลักระยะไกลครอบคลุมต่อเนื่องทั่วประเทศ เริ่มจัดทำตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534 ส่วนโครงข่ายหมุดหลักฐานระยะใกล้เพื่อใช้ในกิจการแผนที่ออกโฉนดที่ดินทั่วประเทศจัดทำโดยกรมที่ดินเริ่มจัดทำตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 การแปลงค่าระบบพิกัดจากการรังวัดด้วยดาวเทียม GPS มาสู่พื้นหลักฐานประเทศไทย หรือ INDIAN 1975 ของหน่วยงานทั้งสอง ยังมีความแตกต่างกันอยู่ ทำให้มีปัญหาในการโยงยึดและอ้างอิงแก่ผู้ใช้ประโยชน์จากหมุดหลักฐานดังกล่าว วัตถุประสงค์ของงานวิจัยมุ่งที่จะศึกษาถึงความเป็นไปได้ของการจัดทำระบบพิกัดแผนที่ให้เป็นเอกภาพ โดยใช้ข้อมูลหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหารจำนวน 649 หมุด และ กรมที่ดินจำนวน 329 หมุดเป็นหลัก ในการดำเนินการวิจัยได้คำนวณปรับแก้โครงข่ายหมุดหลักฐานทั้งประเทศของหน่วยงานทั้งสองและใช้หมุดควบคุมที่น่าเชื่อถือซึ่งเป็นหมุดที่ได้รับการคำนวณปรับแก้จากหน่วยงาน NIMA ประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นหมุดควบคุมโครงข่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์ GPSurvey เป็นตัวประมวลผล

ผลการวิจัยพบว่า การคำนวณปรับแก้โครงข่ายเพื่อจัดทำโครงข่ายให้เป็นเอกภาพสามารถกระทำได้ โดยการนำเอาข้อมูลเส้นฐานโครงข่ายของทั้งสองหน่วยงานมาปรับแก้ร่วมกันโดยมีหมุดควบคุมที่น่าเชื่อถือ การใช้หมุดควบคุมจำนวน 3 หมุดมีความเหมาะสมมากที่สุดในการวิจัยนี้ กล่าวคือจะให้ผลลัพธ์ซึ่งมีค่าแตกต่างจากค่าอ้างอิง หรือค่าพิกัดที่ได้รับการคำนวณปรับแก้จากหน่วยงาน NIMA ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีค่าเฉลี่ยในทาง Northing = 1.463 เมตร และทาง Easting = -0.310 เมตร ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในทาง Northing = 3.270 เมตร และทาง Easting = 1.317 เมตร นอกจากนี้ยังได้นำผลลัพธ์ไปเปรียบเทียบกับค่าพิกัดอ้างอิงจากกรมที่ดินพบว่ามีค่าเฉลี่ยในทาง Northing = -1.747 เมตร และทาง Easting = --10.689 เมตร ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในทาง Northing = 1.013 เมตร และทาง Easting = 1.823 เมตร

สำหรับการแปลงค่าพิกัด UTM ระหว่างโครงข่ายกรมแผนที่ทหารและโครงข่ายกรมที่ดินให้มีค่าพิกัดที่สอดคล้องกันนั้น ใช้แบบจำลองในรูปสมการโพลิโนเมียล second degree มีความเหมาะสมดีที่สุด โดยให้ค่า RMS. ของการแปลงเป็น 3 เซนติเมตรและ 1 เซนติเมตร ในแนวตะวันออก - ตะวันตก และแนวเหนือ – ใต้ตามลำดับ

ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิศวกรรมสำรวจ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2542 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

3970803821 : MAJOR SURVEY ENGINEERING

KEY WORD : GLOBAL POSITIONING SYSTEM,STATIC SURVEYING,GPS NETWORK

NUNTHABOON INTUPUTRI,CPT. : UNIFICATION OF GPS NETWORKS IN THAILAND. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. CHUGIAT WICHIENCHAROEN,Ph.D.

122 pp. ISBN 974-334-659-7

Currently, GPS networks covering the whole country of Thailand were being separately conducted by two different departments. The first one was Royal Thai Survey Department (RTSD) whose network, started to perform by the GPS method in 1991, was a long-distance control network continuously distributed throughout Thailand. The other one was Department of Land (DoL) whose GPS network, started in 1990, was a local control network intended to be used for deed issuing. It was found that after the transformation from WGS84 to INDIAN 1975 datum by these two departments,coordinate systems were different. As a result, users encountered with a problem of inconsistency between the two GPS networks.

The objective of this research was to study the possibility of making these two GPS networks to be the unified one. This research utilized GPSurvey software to perform an adjustment computation of RTSD network consisting of 649 reference points and DoL network consisting of 329 reference points. Control points for fixing the networks were those from a set of reliable reference points whose coordinates were computed by NIMA, USA.

The result of this research revealed that the unification of GPS networks was possible through an adjustment computation of the combined GPS baselines of both departments. However, this adjustment must be constrained by highly accurate control points. From the experiment, the optimum number of control points was three. With these three control points in the adjustment computation, the differences between adjusted coordinates, and the reference coordinates computed by NIMA were 1.463 and – 0.310 meters in north and east directions respectively with the corresponding standard deviations of 3.270 and 1.317 meters respectively. Furthermore, the reference coordinates were compared with coordinates from the GPS network of the DoL. The difference between these two sets of coordinates were –1.747 and –10.689 meters in north and east directions, respectively with the corresponding standard deviations of 1.013 and 1.823 meters.

It was also found that, in order to directly transform UTM coordinates between RTSD and DoL networks, the most appropriate mathematical model was the second–degree polynomial. The comparison showed RMS differences in east and north directions being 3 and 1 centimeters respectively.

ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมสำรวจ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2542 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลือ ความปรารถนาดี และความกรุณาของบุคคลหลายฝ่าย

บุคคลแรกที่ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คือ พันโทหญิง เบญจวรรณ อินทุภูติ ผู้ซึ่งเป็นมารดาของข้าพเจ้า เป็นผู้ให้กำลังใจ ให้คำปรึกษา ให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ เสมอมา

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ ในภาควิชาวิศวกรรมสำรวจทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนให้ความรู้ในด้านวิชาการอันเป็นประโยชน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งได้ทุ่มเทกำลังกาย กำลังสติปัญญาในการอบรบสั่งสอน ให้คำปรึกษา แนะแนวทางในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ระหว่างทำการวิจัย

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ กองยีออเดซีและยีออฟิสิกส์ กรมแผนที่ทหาร และฝ่ายรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม กองรังวัดและทำแผนที่ กรมที่ดิน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในด้านข้อมูล และ เอกสารต่าง ๆ ในการวิจัย ขอขอบพระคุณ บริษัท อีเอสอาร์ไอ (ประเทศไทย) จำกัด โดยอาจารย์ สมบัติ ทรัพย์สวนแตง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในด้านซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการวิจัย และให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำจนงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้องและมีส่วนร่วมทุกท่านที่มิได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่ให้การช่วยเหลือให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายสุดนี้ ข้าพเจ้าขอมอบความดีของวิทยานิพนธ์ เพื่อเป็นกตเวทิตาคุณแด่บิดา มารดา และคณาจารย์ทุกท่าน ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติสืบไป

ร้อยเอก นันทบูล อินทุภูติ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....จ
กิตติกรรมประกาศ .....ฉ
สารบัญ .....ช
สารบัญตาราง .....ฌ
สารบัญภาพ .....ฎ
บทที่
1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1
1.3 แนวเหตุผล และสมมติฐาน 2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย 3
1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย 3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 ระบบดาวเทียม GPS 5
2.2 การรังวัดดาวเทียมดาวเทียม GPS ในประเทศไทย 6
2.3 ปัญหาของการมีค่าพิกัดที่แตกต่างกัน 7
3 วิธีดำเนินการวิจัย 9
3.1 ขอบเขตและการรวบรวมข้อมูลในการวิจัย 9
3.2 การประมวลผล 20

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

4 การวิเคราะห์ผล 29

4.1 การวิเคราะห์ผลการคำนวณปรับแก้โครงข่ายของกรมแผนที่ทหาร และกรมที่ดินแยกแต่ละหน่วยงาน.....29

4.2 การวิเคราะห์ผลของการนำโครงข่ายของทั้ง 2 หน่วยงาน มาปรับแก้ร่วมกัน 49

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงข่าย 53

4.4 ค่าตัวแปรที่ได้จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างโครงข่าย 56

4.5 การวิเคราะห์ผลกระทบที่ได้รับ 64

5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 65

5.1 สรุปผลการวิจัย 65

5.2 ข้อเสนอแนะ 68

รายการอ้างอิง 70

ภาคผนวก 72

ภาคผนวก ก 73

ภาคผนวก ข 77

ประวัติผู้เขียน 122

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 ผลต่างของการเปรียบเทียบองค์ประกอบของเส้นฐานทางแกน x แกน y และแกน z 24
4.1 ค่าพิกัดสัมบูรณ์ของหมุดควบคุม 4 หมุด..... 30
4.2 หมุดหลักฐานที่มีการรังวัดร่วมกันของกรมแผนที่ทหาร กับ กรมที่น.....30
4.3 ค่าต่างพิกัดของหมุดที่มีการรังวัดร่วมกันของกรมแผนที่ทหาร กับ กรมที่ดิน โดยการปรับแก้แบบอิสระและใช้หมุดควบคุม 1 หมุด..... 34
4.4 หมุดหลักฐานที่มีการรังวัดร่วมกันของกรมแผนที่ทหาร กับ กรมที่ดินและเป็นหมุดที่อยู่ในสถานีโครงข่าย GPS ของประเทศไทยซึ่งได้รับการปรับแก้จากNIMA 37
4.5 ค่าพิกัดของหมุดหลักฐานจากตารางที่ 4.4.....38
4.6 ค่าต่างพิกัดระหว่างค่าพิกัดอ้างอิงที่ได้รับการคำนวณจากหน่วยงาน NIMA กับค่าพิกัดของกรมแผนที่ทหารบนพื้นหลักฐาน WGS 84.....41
4.7 ค่าต่างพิกัดระหว่างค่าพิกัดอ้างอิงที่ได้รับการคำนวณจากหน่วยงาน NIMA กับค่าพิกัดของกรมที่ดินบนพื้นหลักฐาน WGS 84.....42
4.8 การเปรียบเทียบค่าทางสถิติของผลต่างพิกัดระหว่างค่าพิกัดที่คำนวณได้จากโครงข่ายของกรมแผนที่ทหารและกรมที่ดินกับค่าพิกัดอ้างอิงที่คำนวณได้โดยหน่วยงาน NIMA.....43
4.9 ค่าทางสถิติของเส้นฐานบริเวณหมุด GPS 3405 (D05131) ของกรมที่ดิน.....46
4.10 หมุดควบคุม 3 หมุดที่นำมา constrain 47
4.11 ค่าตัวแปรสำหรับการแปลงค่าจาก WGS 84 เป็นอินเดียน 1975 48

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า4

4.12 ค่าต่างพิกัดของหมุดที่มีการรังวัดร่วมกันของกรมแผนที่ทหาร กับกรมที่ดินโดยใช้หมุดควบคุม 3 หมุด.....50

4.13 ค่าทางสถิติที่ได้จากการเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างระหว่างค่าพิกัด UTM เดิมที่คำนวณได้โดยกรมที่ดินซึ่งใช้ค่าตัวแปร 7 ตัว กับ การนำผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลโดยใช้หมุดควบคุม 4 หมุด มาทำการแปลงค่าพิกัดเป็นค่าพิกัด UTM บนพื้นหลักฐานอินเดียน 1975 โดยใช้ค่าตัวแปร 3 ตัว.....51

4.14 การเปรียบเทียบระหว่างค่าพิกัด UTM (NIMA) กับค่าพิกัด UTM ของหมุดที่มีการรังวัดร่วมกันที่ได้จากการประมวลผลโดยการใช้หมุดควบคุม 3 หมุด.....52

4.15 การเปรียบเทียบค่าทางสถิติของการใช้สมการโพลิโนเมียลในการหาค่าตัวแปร ระหว่างค่าพิกัด UTM (7 parameters) กับ UTM (3 parameters).....62

ก.1 ค่าพิกัดหมุดควบคุม 74

ก.2 หมุดหลักฐานที่มีการรังวัดร่วมกันระหว่างกรมแผนที่ทหาร และ กรมที่ดิน และเป็นหมุดที่รับการคำนวณปรับแก้จากหน่วยงาน NIMA 75

ก.3 ค่าพิกัดของหมุดจากตารางที่ ก.2 76

ก.4 ค่าตัวแปรในการแปลงค่าพิกัดจากพื้นหลักฐาน WGS 84 เป็นอินเดียน 1975...76

ข.1 ค่าต่างพิกัด UTM บนพื้นหลักฐานอินเดียน 1975 ที่ได้จากการแปลงค่าพิกัดโดยช้ค่าตัวแปร 7 parameters (กรมที่ดิน) กับ 3 parameters (โครงข่ายที่ปรับแก้ร่วมกัน) ซึ่งใช้หมุดควบคุม 3 หมุดในการคำนวณปรับแก้.....78

ข.2 ค่า Residual ของการใช้สมการโพลิโนเมียล First Degree ในการหาค่าตัวแปรระหว่างค่าพิกัด UTM (7 parameters) กับค่าพิกัด UTM (3 parameters).....89

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ข.3 ค่า Residual ของการใช้สมการโพลิโนเมียล Second Degree ในการหาค่าตัวแปรระหว่างค่าพิกัด UTM (7 parameters) กับค่าพิกัด UTM (3 parameters).....100

ข.4 ค่า Residual ของการใช้สมการโพลิโนเมียล Third Degree ในการหาค่าตัวแปรระหว่างค่าพิกัด UTM (7 parameters) กับค่าพิกัด UTM (3 parameters).....111

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

3.1 แผนที่แสดงขอบเขตงานวิจัยภาคกลางและภาคเหนือของกรมแผนที่ทหาร.....12

3.2 แผนที่แสดงขอบเขตงานวิจัยภาคตะวันออกเฉียงของกรมแผนที่ทหาร.....13

3.3 แผนที่แสดงขอบเขตงานวิจัยภาคใต้ของกรมแผนที่ทหาร.....14

3.4 แผนที่แสดงขอบเขตงานวิจัยทั่วทั้งประเทศของกรมแผนที่ทหาร..... 15

3.5 แผนที่แสดงขอบเขตงานวิจัยภาคกลางและภาคเหนือของกรมที่ดิน.....16

3.6 แผนที่แสดงขอบเขตงานวิจัยภาคตะวันออกเฉียงของกรมที่ดิน.....17

3.7 แผนที่แสดงขอบเขตงานวิจัยภาคใต้ของกรมที่ดิน.....18

3.8 แผนที่แสดงขอบเขตงานวิจัยทั่วทั้งประเทศของกรมที่ดิน..... 19

3.9 ผังงานแสดงขั้นตอนการประมวลผลเพื่อปรับแก้โครงข่าย..... ...21

4.1 แสดงตำแหน่งหมุดหลักฐานที่มีการรังวัดร่วมกันระหว่างกรมแผนที่ทหารกับกรมที่ดิน 32

4.2 แสดงตำแหน่งหมุดหลักฐานที่มีการรังวัดร่วมกันระหว่างกรมแผนที่ทหารกับกรมที่ดินและเป็นหมุดที่ได้รับการปรับแก้จากหน่วยงาน NIMA ประเทศสหรัฐอเมริกา 39

4.3 แสดงค่าคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบบริเวณ Loop ของหมุด GPS 3405 และ Loop ข้างเคียงจากโครงข่ายของกรมที่ดิน.....45

4.4 แสดงเส้นชั้นความแตกต่างระหว่างค่าพิกัด UTM (7 Parameters) กับ UTM (3 Parameters) ในทาง Easting.....54

4.5 แสดงเส้นชั้นความแตกต่างระหว่างค่าพิกัด UTM (7 Parameters) กับ UTM (3 Parameters) ในทาง Northing 55