การประเมินความแม่นยำของเทคโนโลยี InSAR ในการศึกษาการทรุดตัวของดินในเขตกรุงเทพมหานคร

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ร้อยเอก พลภัทร เทียนไทย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACCURACY ASSESSMENT OF INSAR TECHNOLOGY FOR LAND SUBSIDENCE STUDY IN BANGKOK AREA

Capt. Phonlapat Thianthai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Spatial Information System in Engineering
Department of Survey Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2006

490547

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินความแม่นยำของเทคโนโลยี InSAR ในการศึกษาการทรุดตัวของดินในเขตกรุงเทพมหานคร
โดย	ร้อยเอก พลภัทร เทียนไทย
สาขาวิชา	ระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ธงทิศ ฉายากุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมชนม์ สถิระพจน์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิ ตริสิริสัตยวงศ์)

....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร.ธงทิศ ฉายากุล)

....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมชนม์ สถิระพจน์)

....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วิชัย เยี่ยงวีรชน)

ร้อยเอก พลภัทร เทียนไทย : การประเมินความแม่นยำของเทคโนโลยี InSAR ในการศึกษาการทรุดตัวของดินในเขตกรุงเทพมหานคร. (ACCURACY ASSESSMENT OF INSAR TECHNOLOGY FOR LAND SUBSIDENCE STUDY IN BANGKOK AREA) อ. ที่ปรึกษา : ดร.ธงทิศ ฉายากุล, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. ดร.เฉลิมชนม์ สถิระพจน์ จำนวนหน้า 58 หน้า.

การทรุดตัวของกรุงเทพมหานครในปัจจุบันได้มีการสำรวจและรังวัดระดับโดยการรังวัดจากงานระดับชั้นที่1ซึ่งทางกรมแผนที่ทหารเป็นผู้รับผิดชอบ โดยใช้วิธีการระดับการใช้วิธีการระดับใช้เวลาและสิ้นเปลืองงบประมาณมาก ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้เทคโนโลยี InSAR เข้ามาช่วยเพื่อย่นระยะเวลาการทำงานรวมทั้งประหยัดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ในการศึกษาที่ผ่านมาเทคโนโลยี InSAR ได้ถูกนำมาใช้ในการสำรวจการทรุดตัว การเคลื่อนตัว อย่างแพร่หลาย โดยมีหลายกรณีศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าการใช้ InSAR เพื่อหาการทรุดตัวสามารถตรวจพบการทรุดตัวของพื้นที่ที่ศึกษาได้ละเอียดถึงมิลลิเมตร การใช้เทคโนโลยี InSAR ในการศึกษาครั้งนี้มีกระบวนการเริ่มตั้งแต่ เลือกภาพถ่ายดาวเทียมจำนวน 1 คู่ภาพ, ตรวจสอบค่าของตัวแปรของภาพถ่ายดาวเทียม, แปลงภาพถ่ายดาวเทียมให้เป็นภาพเชิงซ้อน, ทำการโยงยึดคู่ภาพดาวเทียม, สร้าง Interferogram, คำนวณหาระยะเส้นฐานและแนวบิน, Interferogram Flattenning, กำหนดสหสัมพันธ์, Removing topography, Interferogram filtering, Phase unwrapping และ Geocoding

เทคนิคในการทำวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิคการประมวลผลจากภาพ SAR จำนวน 2 ภาพจาก 2 ช่วงเวลากับ DEM อีก 1 ภาพ เพื่อหาการทรุดตัวของกรุงเทพมหานคร ทั้งนี้ในช่วงการประมวลผลในขั้นตอน phase unwrapping เทคนิค GZW ได้ถูกนำมาใช้เพื่อลดเวลาในการประมวลผลลงและได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องมากกว่าวิธีการ Least square adjustment จากกระบวนการที่กล่าวมาเมื่อนำมาวิจัยในครั้งนี้เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับหมุดระดับของกรมแผนที่ทหารจำนวน 21 หมุด พบว่าผลที่ได้คือได้ค่าเฉลี่ยของการทรุดตัวคือ 3 มิลลิเมตร และมีความแม่นยำอยู่ที่ 8 มิลลิเมตร หมายถึงสามารถเชื่อได้ว่ามีการทรุดตัวเมื่อในบริเวณนั้นมีการทรุดตัวมากกว่า 8 มิลลิเมตร

ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ	ลายมือชื่อนิสิต
สาขาวิชา ระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

4670401121 : MAJOR SPATIAL INFORMATION SYSTEM IN ENGINEERING
KEY WORD: SAR / INSAR / LAND SUBSIDENCE / INTERFEROMETRY /

CAPT.PHONLAPAT THIANTHAI : ACCURACY ASSESSMENT OF INSAR TECHNOLOGY FOR LAND SUBSIDENCE STUDY IN BANGKOK AREA. THESIS ADVISOR : THONGTHIT CHAYAKULA. Ph.D, THESIS COADVISER : ASST.PROF. CHALERMCHON SATIRAPOD. Ph.D, 58 pp.

Nowadays there have been surveys and measurings land subsidence of Bangkok by using first order differential leveling method which operated by Royal Thai Survey Department, but it take a long time and high expenses. This research has applied InSAR in order to reduce time and also the budget. In the past studies, InSAR technology have been largely used in survey land subsidence and movement. They shown that using InSAR can inspect land subsidence with millimeters accuracy. The process of this research begins with select a proper pair of SAR images, raw data conditioning, processing data into Single Look Complex images, image registration, form interferogram, baseline determination, interferogram flattening, correlation determination, removing topography, interferogram filtering, phase unwrapping and Geocoding.

The technique of using two SAR images from two different period of time and one DEM has been used. Along with the GZW technique for phase unwrapping, for faster and more accurate than least square adjustment method the subsidence of Bangkok can be detected. From this process, the research's result is the average of land subsidence with 3 millimeters, but precision with 8 millimeters. So land subsidence can be informed if that area has land subsidence rate more than 8 millimeters.

Department Survey Engineering Student's signature ....

Field of study Spatial Information System in Engineering Advisor's signature ....

Academic year 2006 Co-advisor's signature ....

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้สิ่งที่ดีที่สุดแก่ชีวิตข้าพเจ้า รวมทั้งบุคคลในครอบครัวของข้าพเจ้า ที่เป็นกำลังใจและคอยช่วยข้าพเจ้าตลอดมา

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงยิ่งต่อ ดร.ธงทิศ ฉายากุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมชนม์ สถิระพจน์ และรองศาสตราจารย์ วิชัย เยี่ยงวีรชน ผู้ให้คำแนะนำในการวิจัย ตลอดจนรูปเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งให้ความรู้ คำแนะนำในการแก้ไขปัญหา และตรวจสอบปรับปรุงวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์สถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆในงานวิจัย จนสำเร็จขึ้นเป็นวิทยานิพนธ์เล่มนี้

และท้ายที่สุด ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ พ.อ.ชัยวัฒน์ พรมทอง ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับวิทยานิพนธ์เล่มนี้ และขอขอบพระคุณ น.ต.(หญิง)กัลยา พัวธนาโชคชัย ตลอดจนพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ที่ให้ข้อมูลและคำแนะนำสำหรับการศึกษาวิจัย รวมทั้งตรวจสอบและแก้ไขเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น 3

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.7 วิธีดำเนินการวิจัย 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 หลักการทำงานของเรดาร์ 6

2.1.1 ช่วงคลื่นที่บันทึกข้อมูล 6

2.1.2 ลักษณะการกระจัดกระจายกลับของสัญญาณเรดาร์ 6

2.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อข้อมูลเรดาร์ 8

2.1.4 คุณสมบัติบางประการของดาวเทียม ERS-1 และ ERS-2 13

2.2 หลักการทำงานของSAR 13

2.3 SAR Interferometry 15

2.3.1 Ground motion 19

2.4 Radar Issues in an Urban Area 20

2.4.1 คุณลักษณะของการสำรวจระยะไกลด้วยเรดาร์ 20

บทที่ 3 แนวคิดการวิจัยและขั้นตอนการปฏิบัติ 26

3.1 แนวคิดการวิจัย 26

หน้า

3.1.1 แนวคิดในการเลือกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและข้อมูลความสูงภูมิประเทศ 26
3.1.2 ขั้นตอนการประมวลผลโดยใช้โปรแกรม ROI_PAC (ROI_PAC Steps) 28

บทที่ 4 วิเคราะห์และสรุปผล 37
4.1 ขั้นตอนการคัดเลือกและประมวลผลภาพ SAR 37
4.2 ขั้นตอนการคัดเลือกหมุดระดับจากงานระดับชั้นที่ 1 41
4.3 การรังวัดค่าพิกัดของหมุดระดับ 42
4.4 สรุปผลที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม ROI_PAC 46
4.5 เปรียบเทียบผลที่ได้จากภาพ SAR กับงานระดับชั้นที่ 1 วิเคราะห์ผล และสรุปผล 46

บทที่ 5 สรุป 53
5.1 ประโยชน์ที่ได้รับ 54
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 54
5.3 ข้อเสนอแนะ 54

รายการอ้างอิง 56
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 58

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าพิกัดของหมุดระดับชั้นที่ 1 และค่าการทรุดตัวจากงานระดับชั้นที่ 1และ InSAR รวมทั้งผลต่างจากการรังวัดทั้ง 2 วิธี 43

ตารางที่ 4.2 แสดงความหนาแน่นของพื้นที่ของหมุดระดับ ณจุดต่างๆ 46

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 การกระจัดกระจายเชิงผิวหน้าของวัตถุ 7
รูปที่ 2.2 การกระจัดกระจายเชิงปริมาตร 8
รูปที่ 2.3 ระนาบของคลื่นและการผ่านตัวกรองของระนาบของคลื่น 9
รูปที่ 2.4 ลักษณะของมุมตกกระทบเฉพาะที่ 10
รูปที่ 2.5 ลักษณะของการสะท้อนเชิงมุม 12
รูปที่ 2.6 ลักษณะของ Bandwidth 14
รูปที่ 2.7 เรขาคณิตพื้นฐานของ Synthetic Aperture Radar 14
รูปที่ 2.8 พื้นฐานของ Configuration ของ SAR Interferometry 16
รูปที่ 2.9 ลักษณะพื้นผิวของ Phase Unwrapping 17
รูปที่ 2.10 แสดง Ground Motion 19
รูปที่ 2.11 Foreshortening, Radar Layover and Radar Shadow 23
รูปที่ 2.12 Foreshortening, Radar Layover and Radar Shadow 24
รูปที่ 2.13 จุดภาพที่สว่างเป็นผลมาจาก Coherent และ Incoherent Effects 24
รูปที่ 3.1 การกรองจุดภาพแสดงแบบ Point Target 31
รูปที่ 3.2 การกรองจุดภาพแสดงแบบ Real Data 31
รูปที่ 3.3 แสดงความสัมพันธ์ของคู่ภาพทั้ง 2 คู่ 32
รูปที่ 3.4 แสดงความสัมพันธ์และการทำ Image Registration 32
รูปที่ 3.5 Raw Interferogram 33
รูปที่ 3.6 Flat Interferometric Phase 34
รูปที่ 3.7 ผลที่ได้จาก Interferogram Filtering ก่อนและหลังจากทำการขจัด Noise ออกแล้ว 35
รูปที่ 4.1 ภาพถ่ายดาวเทียม ERS บริเวณพื้นที่กรุงเทพมหานคร 38
รูปที่ 4.2 ภาพ Interferogram 39
รูปที่ 4.3 พื้นที่บริเวณแม่น้ำเจ้าพระยา 40
รูปที่ 4.4 ลักษณะการกระจายและที่ตั้งของหมุดระดับลึก 1 เมตร ที่ใช้ในการสำรวจการทรุดตัวของพื้นดิน 44
รูปที่ 4.5 แสดงค่าระดับการทรุดตัวจากงานระดับชั้นที่1 ที่รังวัดโดยกรมแผนที่ทหาร 45
รูปที่ 4.6 แสดงถึงค่าการทรุดตัวที่ได้จากการประมวลผลภาพ SAR 47
รูปที่ 4.7 แสดงค่าการทรุดตัวที่ได้จากการรังวัดด้วยวิธีการระดับกับภาพ SAR 48
รูปที่ 4.8 แสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวของค่าผลต่างของหมุดระดับกับภาพ SAR 51