บทที่ 3

แนวคิดการวิจัยและขั้นตอนการปฏิบัติ

3.1 แนวคิดการวิจัย

การประมวลผลโดยใช้โปรแกรม ROI_PAC เขียนโดย Perl script โดยขั้นตอนหลักของโปรแกรมใช้ script ชื่อ process.pl script ต่างๆที่ใช้ในโปรแกรมนี้ได้ถูกเขียนขึ้นและพัฒนามาจากความต้องการในการทำแผนที่เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางภูมิศาสตร์ การประมวลผลของโปรแกรมนี้สามารถทำได้โดยการใช้ script เพียง script เดียว ในกรณีที่กำลังประมวลผลภาพและมีข้อผิดพลาดขึ้น ซึ่งอาจเป็นความผิดพลาดของข้อมูลหรือความผิดพลาดในลักษณะอื่นๆ โปรแกรมสามารถประมวลผลต่อจากขั้นตอนนั้นได้หลังจากได้แก้ไขข้อผิดพลาดเรียบร้อยแล้ว เนื่องจากการประมวลผลของโปรแกรมนี้ใช้ script ที่ค่อนข้างซับซ้อนจึงต้องมีการคัดเลือกข้อมูลโดยละเอียดและต้องทราบขั้นตอนและกระบวนการในการประมวลผลเพื่อทำให้ผู้ใช้สามารถใช้โปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้แบ่งแนวคิดและขั้นตอนการปฏิบัติในการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

3.1.1 แนวคิดในการเลือกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและข้อมูลความสูงภูมิประเทศ

ในการเลือกข้อมูลดิบที่ใช้ในการประมวลผลต้องคำนึงถึงเงื่อนไขต่างๆที่จำเป็นเช่น Base line, Image format เป็นต้น ในขั้นนี้ต้องทำการเลือกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่เรียกว่า raw signal data หรือ level 0 data ซึ่งข้อมูลนี้ถึงแม้ว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานของภาพถ่ายดาวเทียมแต่ก็มีความสำคัญและจำเป็นในการใช้ประมวลผล ซึ่งในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงปัจจัยหลักดังต่อไปนี้

3.1.1.1 รูปแบบของข้อมูล (data format)

ข้อมูลดิบที่ใช้ในการประมวลผลโดยใช้โปรแกรม ROI_PAC นั้นเป็นรูปแบบของข้อมูลเฉพาะของ CEOS (Committee on Earth Observation Satellites) ซึ่งในชุดข้อมูลหนึ่งชุดจะประกอบด้วย ข้อมูลเฉพาะของภาพ(SAR Leader File), ข้อมูลดิบ(Raw Data File), Null Volume File

โดยข้อมูลทั้งหมดแสดงถึงรายละเอียดต่างๆของข้อมูลในชุดพร้อมกับข้อมูลของดาวเทียมและข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประมวลผล ในส่วนของ SAR Leader File มีการบันทึกข้อมูลในรายละเอียดต่างๆเช่น ขนาดของไฟล์ข้อมูลภาพ, ข้อมูลความสูงและความเร็วในการโคจรของดาวเทียม, ค่าพิกัด ณ จุดศูนย์กลางของภาพถ่ายดาวเทียม, เวลาเริ่มต้นถ่ายภาพและเวลาสิ้นสุดการถ่ายภาพ ฯลฯ ส่วนข้อมูลภาพดิบมีการบันทึกข้อมูลในส่วนของ Header File และ ข้อมูลที่บันทึกจากดาวเทียม โดยในส่วนของการบันทึก ข้อมูลในแต่ละครั้งจะบันทึกในลักษณะข้อมูลหนึ่งครั้งต่อหนึ่งแถว โดยในแต่ละครั้งของการบันทึกต้องมีส่วนหัวและส่วนท้ายของข้อมูลอยู่ด้วย ข้อสำคัญในการเลือกควรเลือกไฟล์ในพื้นที่เดียวกันโดยต่างกันที่ช่วงเวลาเปิดถ่าย

3.1.1.2 การบันทึกข้อมูลที่ผิดพลาด (Missing Line Correction)

ในขั้นตอนก่อนการประมวลผลของโปรแกรม ROI_PAC ต้องทำการตรวจสอบข้อมูลดิบว่าข้อมูลที่มีอยู่มีครบหรือไม่ มีปัญหาในการบันทึกข้อมูลจากดาวเทียมหรือไม่ ซึ่งปัญหาที่สำคัญที่สุดสำหรับการทำ Interferometry ก็คือการที่ดาวเทียมบันทักข้อมูลที่อยู่ในแถวผิดพลาดและเกี่ยวเนื่องไปถึงการวางตำแหน่งจุดภาพเดียวกันของทั้งสองภาพให้ซ้อนทับกัน การตรวจสอบนี้โปรแกรมทำการตรวจสอบเส้นที่มีปัญหาโดยจะค้นหาค่าของข้อมูลในแถวนั้นที่ไม่ติดต่อสัมพันธ์กันและจะค้นหาระหว่างแถวกับแถวด้วย วิธีการแก้ missing line ของโปรแกรมก็คือจะทำการลบเส้นนั้นทิ้งไปหรือใส่ค่าเฉลี่ยที่ได้จากแถวก่อนหน้านั้น

3.1.1.3 Sampling Window Start Time Adjustment

ในการแก้ไขค่าต่างๆของตัวแปรที่มีผลต่อการประมวลผล Interferometry จากข้อมูล Radar โปรแกรมทำการตรวจสอบค่าการสะท้อนที่ได้จาก Radar เนื่องจากในบางครั้งที่พลังงานตกกระทบกับพื้นผิวจะเกิดการสะท้อนกลับและเกิดการกระจัดกระจายของพลังงานทำให้ค่าของพลังงานในบางช่วงมีค่าที่ผิดไปจากความเป็นจริง โดย Radar สามารถตรวจวัดได้จากค่าความถี่ที่ต่างจากความถี่ ณ เวลาเริ่มต้น การแก้ไขปัญหาสามารถทำได้โดยใช้ค่าเริ่มต้นของความถี่เริ่มต้นที่ดาวเทียมส่งออกมาซึ่งขั้นตอนนี้โปรแกรมจะทำการปรับแก้ค่าต่างๆเองโดยใช้ Script กล่าวไว้ในขั้นต้น

3.1.1.4 Data Unpacking

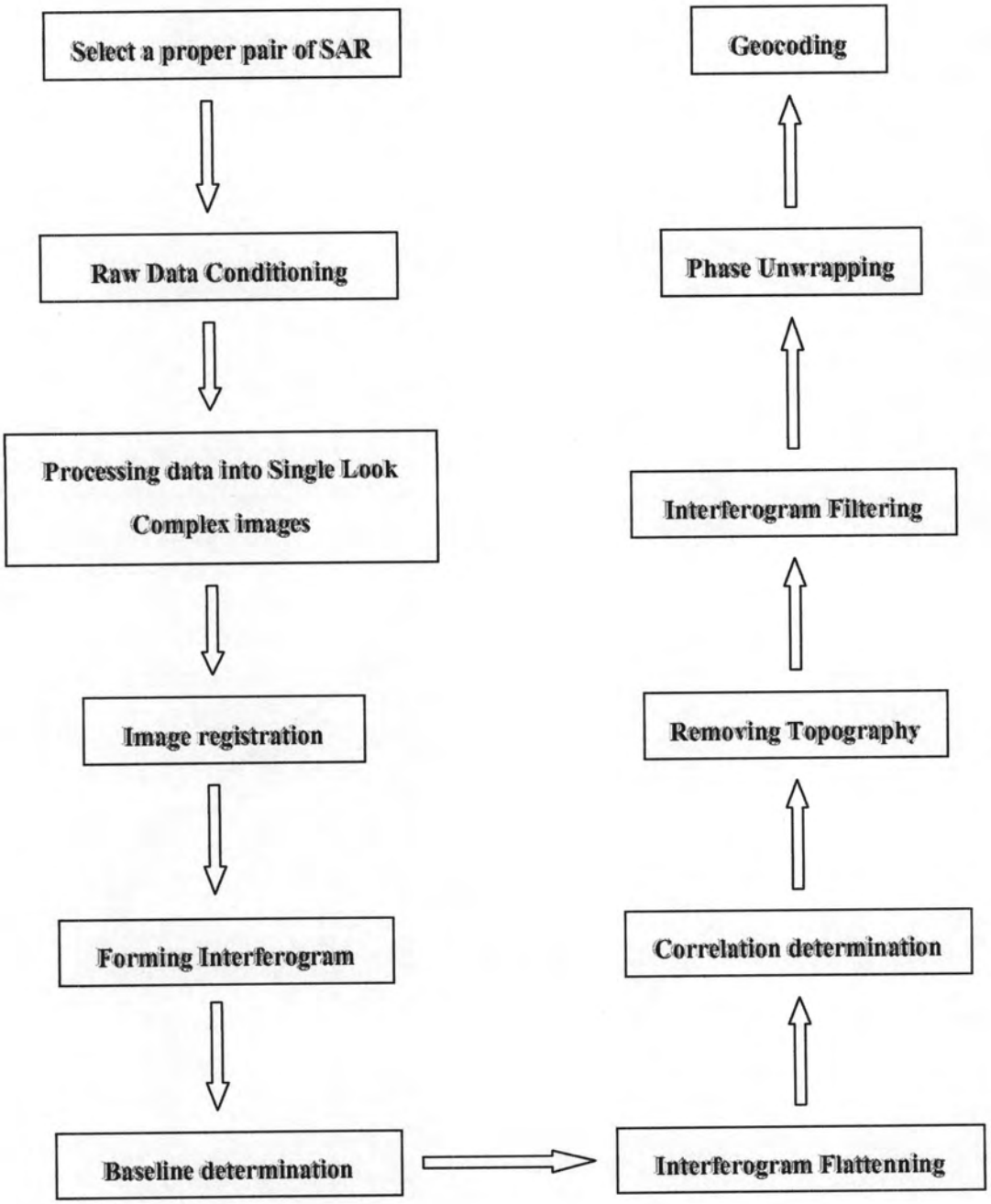
ข้อมูลดิบที่ได้มาจาก ESA ถูกจัดเก็บอยู่ในรูปของจำนวนเชิงซ้อนกับอยู่ในรูปแบบของเฟส (Phase) ในส่วนของภาพจะจัดเก็บในแบบของ image ในการประมวลผลรูปที่ใช้ต้องทำการแปลงให้อยู่ในการจัดเก็บแบบค่าของจำนวนจริง เช่น ภาพ ERS SAR raw data ซึ่งเป็นภาพแบบ 5-bit ก็จะทำการปรับค่าที่มีอยู่ให้เป็นจำนวนจาก 0-31 เป็นต้น ภาพ SAR raw data จะถูกนำมาจัดเรียงลำดับข้อมูลความสำคัญที่ดาวเทียมได้บันทึกไว้ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดเก็บอยู่ใน SAR Leader File.

3.1.1.5 Image Formation Parameter Extraction

สำหรับในส่วนของการประมวลผลภาพค่าคงที่หรือค่า parameter ต่างๆเช่น ช่วงคลื่นที่ซ้ำซ้อนกัน ตัวอย่างของความถี่ ความยาวของคลื่น ความชันของช่วงคลื่น และความยาวของช่วงคลื่น เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการประมวลผล

3.1.2 ขั้นตอนการประมวลผลโดยใช้โปรแกรม ROI_PAC (ROI_PAC Steps)

โปรแกรม ROI_PAC เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมและใช้ในการประมวลผลภาพ SAR โดยเฉพาะ โปรแกรม ROI_PAC นี้ เป็นโปรแกรมแบบรหัสเปิด (Open source) ผู้ที่สนใจทั่วไปสามารถดาวน์โหลดได้ที่ http://openchannelfoundation.org/projects/ROI_PAC ในการติดตั้งโปรแกรมนี้จะติดตั้งบนระบบปฏิบัติการ Linux redhat 10.0 ในการประมวลผลโปรแกรม ROI_PAC มีขั้นตอนอยู่ 12 ขั้นตอน ดังนี้


Select a proper pair of SAR
Raw Data Conditioning
Processing data into Single Look Complex images
Image registration
Forming Interferogram
Baseline determination
Interferogram Flattenning
Correlation determination
Removing Topography
Interferogram Filtering
Phase Unwrapping
Geocoding

3.1.2.1 เลือกภาพถ่ายดาวเทียมจำนวน 1 คู่ภาพ (Select a proper pair of SAR images)

ทำการเลือกภาพถ่ายดาวเทียมที่ต้องการนำมาวิจัยโดยมีเงื่อนไขที่สำคัญในการเลือกภาพคือจุดเปิดถ่ายและเวลาในการถ่ายภาพซึ่งการเลือกภาพจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ต้องการดังนี้

- ถ้าต้องการผลลัพธ์ที่ได้เป็นค่าความสูงภูมิประเทศ (DEM) เลือกภาพคู่โดยใช้จุดเปิดถ่ายของทั้งสองภาพยาว หรือระยะเส้นฐานยาว (Large Baseline) และเวลาในการเปิดถ่ายใกล้เคียงกัน (Short time separation)

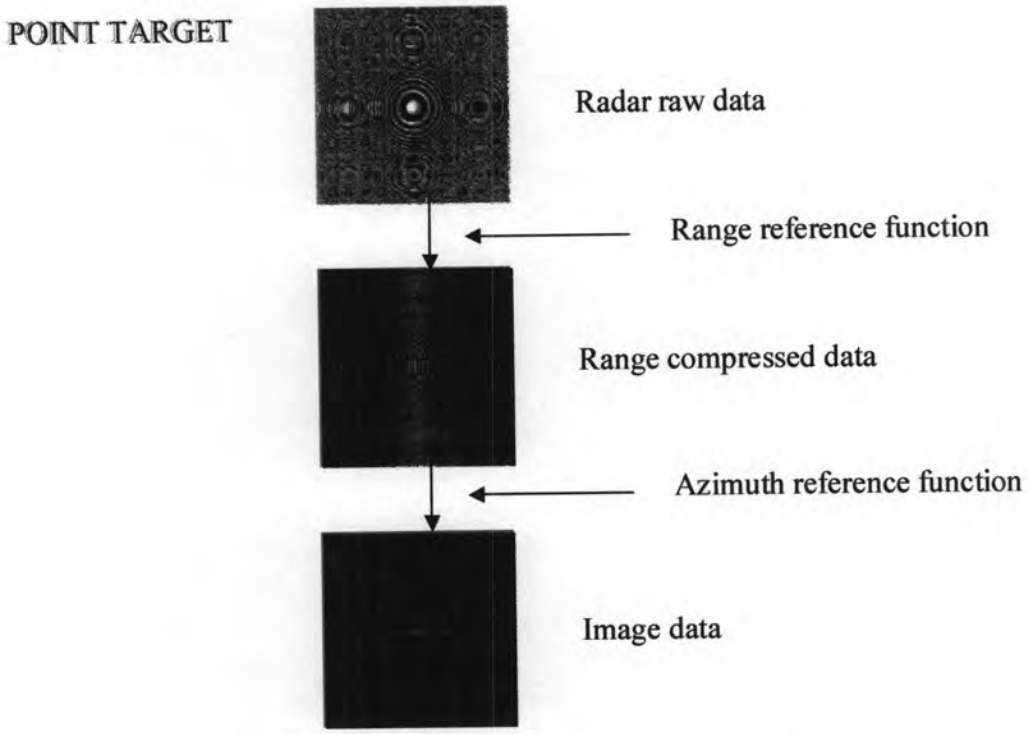
- ถ้าต้องการหาค่าการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ (Deformation) เลือกภาพคู่โดยใช้จุดเปิดถ่ายของทั้งสองภาพใกล้เคียงกันหรือจุดเปิดถ่ายเดียวกัน หรือระยะเส้นฐานสั้น (Short Baseline) และห่างของเวลาในการเปิดถ่ายค่อนข้างยาว (Long time separation)

3.1.2.2 ตรวจสอบค่าของตัวแปรของภาพถ่ายดาวเทียม (Raw data conditioning)

ตรวจสอบค่าของตัวแปรของภาพถ่ายดังนี้ missing line, parameter, ephemeris data for ERS orbits(PRC) โดยโปรแกรมทำการตรวจสอบตัวแปร ถ้าพบว่ามีตัวแปรไม่ผ่านเกณฑ์ที่ทางโปรแกรมได้กำหนดไว้จะไม่สามารถทำการประมวลผลในขั้นตอนต่อไปได้ ซึ่งการตรวจสอบนี้ต้องการตรวจสอบค่าความผิดพลาดที่เกิดจาก Foreshortening, Radar Layover and Radar shadow, Coherent and Incoherent Effect, The specular point, The Cardinal Effect, Speckle ซึ่งปัญหาเหล่านี้ส่วนใหญ่จะเกิดในบริเวณพื้นที่เขตเมือง

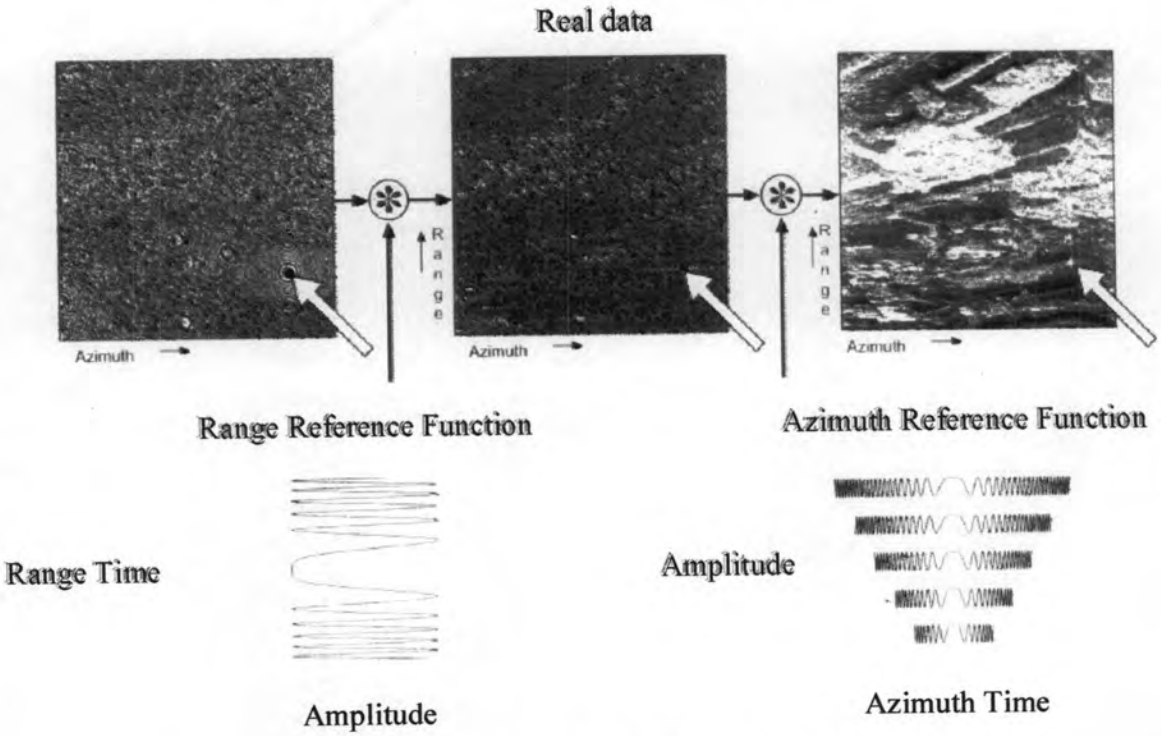
3.1.2.3 แปลงภาพถ่ายดาวเทียมให้เป็นภาพเชิงซ้อน (Processing data into Single Look Complex images)

ทำการตรวจสอบและแก้ไขค่าของจุดภาพ รวมถึงการตรวจสอบค่าของระยะและมุม Azimuth โดยใช้ขั้นตอนการกรองจุดภาพด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ขั้น คือ range compression, range migration, azimuth compression ข้อมูลในขั้นตอนนี้จะสามารถทำการประมวลผลได้ก็ต่อเมื่อค่าของ doppler ของจุดภาพทั้ง 2 ภาพเหมือนกัน ดังรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 แสดง การกรองจุดภาพ แสดงแบบ Point Target

(Cecile Lasserre, SEAMERGES Project, July 2004)

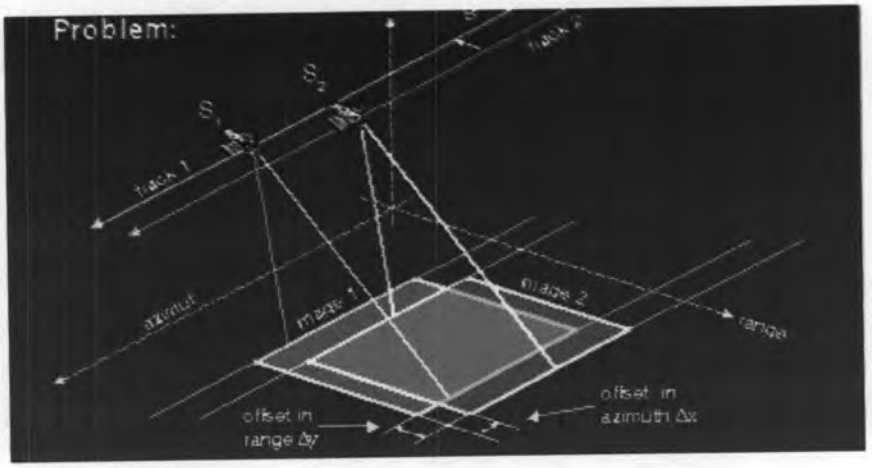


รูปที่ 3.2 แสดง การกรองจุดภาพ แสดงแบบ Real Data

(Cecile Lasserre, SEAMERGES Project, July 2004)

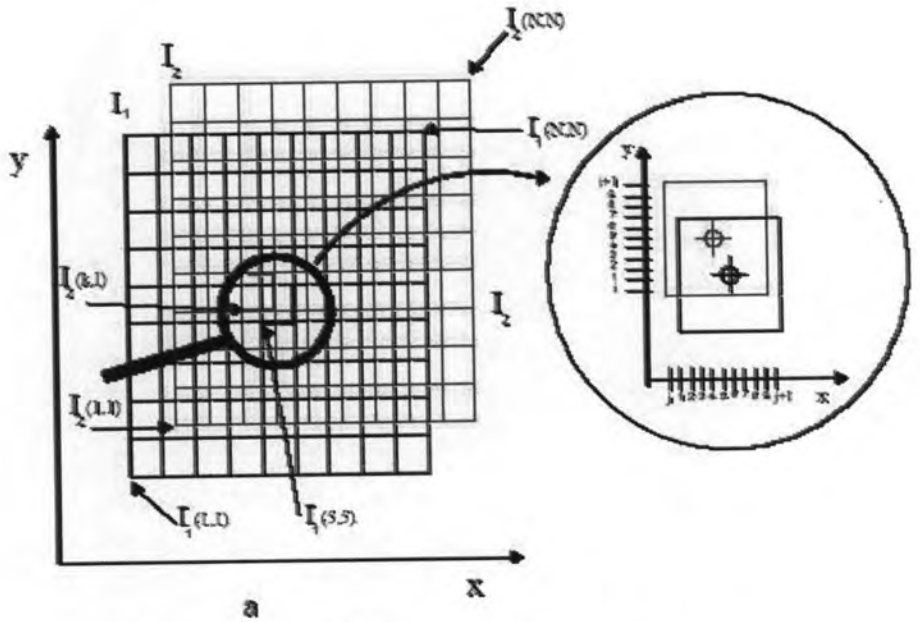
3.1.2.4 ทำการโยงยึดคู่ภาพดาวเทียม (Image registration)

ทำการกำหนดจุดภาพของภาพดาวเทียมทั้งสองภาพคือภาพหลักและภาพรอง ให้สัมพันธ์กันคือ กำหนดให้ระยะ และ azimuth ของภาพทั้ง 2 หันไปในทิศทางเดียวกัน และทำการซ้อนทับและวางภาพรองให้ซ้อนทับกับภาพหลักโดยให้จุดที่เป็นจุดเดียวกันทั้งสองภาพวางทับกันพอดี



รูปที่ 3.3 แสดงความสัมพันธ์ของคู่ภาพทั้ง 2 ภาพ

(Cecile Lasserre, SEAMERGES Project, July 2004)

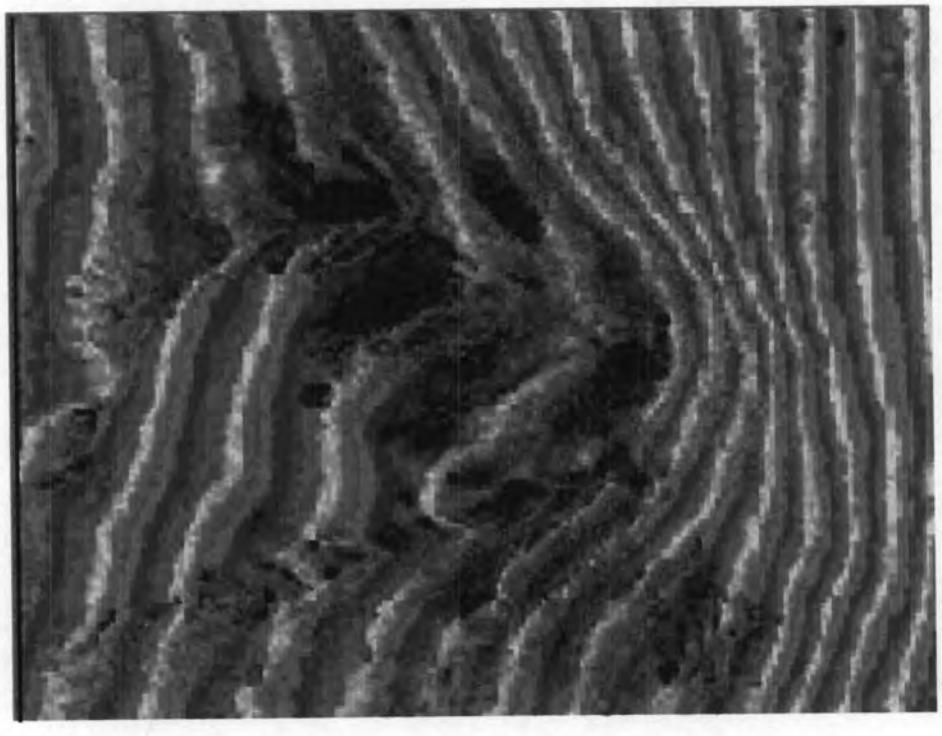


รูปที่ 3.4 แสดงความสัมพันธ์และการทำ Image registration

(Cecile Lasserre, SEAMERGES Project, July 2004)

3.1.2.5 สร้าง Interferogram (Forming interferogram)

ทำภาพเชิงซ้อนของดาวเทียมทั้ง 2 ภาพให้กลายเป็นภาพเชิงซ้อนภาพเดียว โดยเปรียบเทียบกันแบบจุดภาพต่อจุดภาพ ผลที่ได้จะได้ภาพดิบของ Interferogram (Raw Interferogram) ตามรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 Raw Interferogram (Cecile Lasserre, SEAMERGES Project, July 2004)

3.1.2.6 คำนวณหาระยะเส้นฐานและแนวบิน (Baseline determination)

ในขั้นตอนการคำนวณหาระยะเส้นฐานและแนวบินนี้สามารถกระทำได้ก็ต่อเมื่อผ่านขั้นตอนการขจัดสิ่งรบกวนและค่าที่ไม่ต้องการออกเรียบร้อยแล้ว

3.1.2.7 Interferogram Flattenning

นำภาพ Interferogram ที่ได้จากขั้นตอนที่ผ่านมาขจัดค่าของพื้นหลักฐานอ้างอิง (ellipsoid) โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ผลที่ได้ตามรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 Flat Interferometric Phase (Cecile Lasserre, SEAMERGES Project, July 2004)

3.1.2.8 กำหนดสหสัมพันธ์ (Correlation determination)

ขั้นตอนนี้จะทำการกำหนดสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หรือ ช่วงกว้างของความสัมพันธ์เชิงซ้อนของภาพเชิงซ้อนทั้งสองภาพ ค่าที่ได้จากสมการสามารถจำแนกผลได้ดังนี้

Low coherence (-> 0.5) : น้ำ (water)

Medium : พืชพรรณ

High (<- 0.7) : พื้นที่เมือง, ทะเลทราย, สิ่งปลูกสร้างถาวร (City, Desert, Stable Features)

3.1.2.9 Removing topography

นำภาพที่ได้จากขั้นตอนที่ 2.8 มาทำการประมวลผลเพื่อขจัดค่าความสูงของภูมิประเทศในพื้นที่จริงออก สิ่งที่เหลือคือความต่างของ Phase ของภาพถ่ายดาวเทียมทั้งสองภาพ การขจัดค่าความสูงภูมิประเทศนี้มีวิธีการอยู่ 3 วิธี ดังนี้

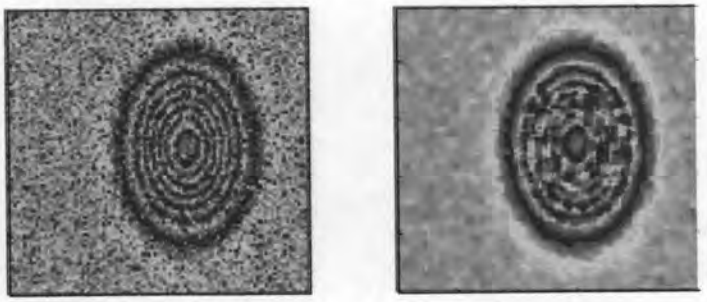
1. 2-pass เป็นการใช้ภาพ SAR จำนวน 2 ภาพ ประมวลผลร่วมกับ ข้อมูลความสูงภูมิประเทศ (DEM)

2. 3-pass ใช้ภาพ 3 ภาพ โดย ใช้ 1 คู่ภาพสำหรับสร้าง Interferogram และ อีก 1 ภาพ เพื่อนำมาสร้างข้อมูลความสูงภูมิประเทศ

3. 4-pass เป็นเทคนิคเฉพาะ

3.1.2.10 Interferogram filtering

ปรับขยายและกรองภาพสเปกตรัมที่ได้จากการประมวลผลแล้วเปลี่ยนให้เป็นในรูปของพลังงานสเปกตรัมของภาพ Interferogram จากนั้นจะทำการขจัดสิ่งรบกวน (Noise) ออก เพื่อให้ภาพของ Interferogram ที่ได้เห็นผลที่ชัดเจนขึ้น ดังภาพที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ผลที่ได้จาก Interferogram Filtering ก่อนและหลังจากทำการขจัด Noise ออกแล้ว (Cecile Lasserre, SEAMERGES Project, July 2004)

3.1.2.11 Phase unwrapping

Phase unwrapping เป็นกระบวนการนำค่าของphaseที่บ่งบอกถึงความสูงมาคำนวณเพื่อหาระยะสูงและเส้นฐานจริง โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

- Least-squares algorithms เป็นการรวมความสูงของช่วงคลื่น โดยอาศัยความต่อเนื่องของช่วงคลื่นหรือความราบเรียบของคลื่นซึ่งเป็นเงื่อนไขบังคับที่สำคัญ(Paul R., Patricia P., 2000)

- Residue-based algorithms สำหรับโปรแกรมROI_PAC จะใช้ GZW algorithm (Paul R., Patricia P., 2000) โดยที่ บริเวณที่ไม่ต่างกัน(Low coherence area) จะถูกกำหนดไว้ตั้งแต่ก่อนจะทำกระบวนการ Phase unwrapping ทั้งนี้ GZW เป็นวิธีที่ให้ผลดีกว่าและเวลาในการประมวลผลน้อยกว่า(Paul R., Patricia P., 2000)

I23064407

ทั้งสองสมการใช้เพื่อหาผลต่างของเฟสจริงที่ต่อเนื่องกัน (ทำการขจัดอุปสรรคอื่น เช่น คลื่นแทรกหรือสัญญาณรบกวน ฯลฯ ออกเรียบร้อยแล้ว)

3.1.2.12 Geocoding

เมื่อผ่านขั้นตอนของ phase unwrapping แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการเปลี่ยนจาก Interferometric phase เป็นความสูงของภูมิประเทศ (Topographic Height) จากแบบจำลองความสูงจากระบบค่าพิกัดของเรดาร์ โปรแกรมจะคำนวณและสร้างแบบจำลองของหน้าคลื่นขึ้นและจัดรูปแบบโดยหันทิศทางให้ถูกต้องตามภูมิประเทศจริง