

บทปฏิบัติการที่ 2
การกำหนดค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ให้กับข้อมูลภาพ
(Image Geo-referencing)

วัตถุประสงค์

1. ให้นักศึกษาเข้าใจถึงความสำคัญในระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลภาพ
2. ให้นักศึกษาสามารถกำหนดค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ให้กับข้อมูลภาพ ด้วยเทคนิคการแปลงค่าพิกัดแบบ Manual Image to Map Coordinate Transformation

2.1 การเลือกจุดอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ (Manual Selecting a Reference Point)

การกำหนดค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ให้กับข้อมูลภาพ เป็นกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ของระบบพิกัด ระหว่างข้อมูลภาพที่ไม่มีพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Ungeocoded image) กับระบบพิกัดภูมิศาสตร์ของข้อมูลอ้างอิง (Reference image) เพื่อให้ระบบพิกัดของข้อมูลที่ต้องการปรับแก้ ถูกเปลี่ยนให้เป็นระบบพิกัดใหม่ตามระบบพิกัดของข้อมูลอ้างอิง

ข้อมูลภาพที่ไม่มีพิกัดทางภูมิศาสตร์ อาจเป็นข้อมูลภาพที่ถูกนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์โดยเครื่องกราดภาพ (Scanner) เช่น ภาพแผนที่ภูมิประเทศ (Scanned topography map), ภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial photograph) หรืออาจจะเป็น ข้อมูลจากดาวเทียมในระบบพิกัดภาพ (Image coordinate system) เป็นต้น สำหรับข้อมูลอ้างอิง จะเป็นข้อมูลภาพที่มีการปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Rectified image) ซึ่งเป็นข้อมูลภาพที่มีการอ้างอิงกับระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate system หรือ Geocoded image)

ความถูกต้องของกระบวนการกำหนดค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์นั้น จะขึ้นอยู่กับจำนวนและการกระจายของจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground control points-GCPs) หรือ จุดอ้างอิง (Reference points) ซึ่งเป็นจุดที่ตำแหน่งใดก็ได้ในข้อมูลภาพที่เห็นปรากฏได้ชัดเจนและสามารถทราบตำแหน่งพิกัดที่แท้จริงบนพื้นโลก จุด GCPs ที่ดีส่วนใหญ่ต้องเป็นจุดที่มีความคงที่ของรูปร่างและสังเกตได้ง่าย เช่น จุดตัดของวัตถุต่าง ๆ (สี่แยกถนนตัดกัน สะพานข้ามแม่น้ำ หรือ สะพานข้ามทางรถไฟ) มุมของวัตถุ หรือ วัตถุที่มีมุมแหลม (แปลงที่ดิน มุมของอาคาร) เป็นต้น

จุด GCP ควรจะมีจำนวนมากพอ และกระจายอย่างสม่ำเสมอทั้งพื้นที่ของภาพมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อควบคุมการแปลงพิกัด (Transformation) ให้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ นอกจากนี้ตำแหน่งของจุด GCP ควรจะครอบคลุมทั่วบริเวณของภาพรวมถึงบริเวณมุมของภาพด้วย

เทคนิคในการกำหนดค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ให้กับข้อมูลภาพ อาจแบ่งเป็น 2 วิธีการหลัก คือ

1) การกำหนดระบบพิกัดระหว่างภาพกับภาพ (Image to Image)

การให้ค่าพิกัดโดยวิธีนี้ เป็นกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ของระบบพิกัดของข้อมูลภาพ 2 ภาพหรือมากกว่า ระหว่างข้อมูลภาพที่ไม่มีระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Ungeocoded image) กับข้อมูลภาพในระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geocoded image) หรือข้อมูลอ้างอิง เพื่อเปลี่ยนข้อมูลที่ไม่มีพิกัดทางภูมิศาสตร์ให้เป็นระบบพิกัดใหม่ตามระบบพิกัดของข้อมูลอ้างอิง โดยกำหนดจุด GCP จากตำแหน่งของวัตถุที่สามารถเห็นได้ชัดเจนในข้อมูลภาพทั้งสองหรือหลายภาพ ตัวอย่างของวิธีการนี้ เช่น การใช้ภาพข้อมูลระยะไกล (Remotely sensed image) ศึกษาข้อมูลในพื้นที่เดียวกันแบบหลายช่วงเวลา

2) การกำหนดระบบพิกัดระหว่างภาพกับแผนที่ (Image to Map)

เทคนิคนี้เป็นการกำหนดจุด GCPs ให้กับข้อมูลภาพที่ต้องการให้ค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดยอ้างอิงจากข้อมูลเชิงเส้นที่มีอยู่แล้ว (existing vector data) หรือ ข้อมูลจากระบบกำหนดพิกัดพื้นโลกด้วยสัญญาณดาวเทียม (Global Positioning System-GPS) นอกจากนี้แผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่เฉพาะเรื่อง (Thematic map) ที่มีระบบพิกัดภูมิศาสตร์ ก็สามารถเป็นข้อมูลอ้างอิงได้เช่นเดียวกัน

เมื่อกำหนดจุด GCPs แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการคำนวณความสัมพันธ์ของพิกัดระหว่างข้อมูลภาพทั้งสอง ด้วยสมการเชิงเส้นเพื่อหาตำแหน่งใหม่ กระบวนการนี้เรียกว่า การแปลงค่าพิกัด (coordinate transformation) มีสูตรสมการดังนี้ (ศุทธิณี, 2542)

$$X' = a_0 + a_1 X + a_2 Y$$

$$Y' = b_0 + b_1 X + b_2 Y$$

โดย X = พิกัดของแกน X ของข้อมูลภาพหลักการแปลงค่าพิกัด

Y' = พิกัดของแกน Y ของข้อมูลภาพหลักการแปลงค่าพิกัด

X = พิกัดของแกน X ของข้อมูลภาพก่อนการแปลงค่าพิกัด

Y = พิกัดของแกน Y ของข้อมูลภาพก่อนการแปลงค่าพิกัด

หลังจากนั้นจะมีการตรวจสอบความถูกต้องของการแปลงค่าพิกัด ซึ่งใช้หลักการกำลังสองน้อยที่สุด (least square regression method) โดยคำนวณจากรากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน (root mean square error-RMS_{error}) จากจุด GCP แต่ละจุดด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$\text{RMS}_{\text{error}} = \sqrt{(X' - X_{\text{orig}})^2 + (Y' - Y_{\text{orig}})^2}$$

โดย $\text{RMS}_{\text{error}}$ = ค่าความถูกต้องของจุดควบคุมภาคพื้นดิน

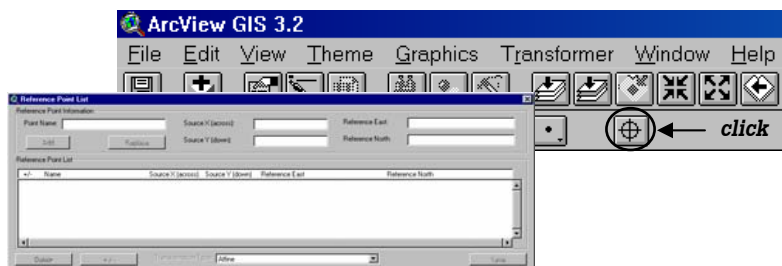
$$\begin{aligned} X_{orig}, Y_{orig} &= \text{ค่าพิกัดของจุดควบคุมภาคพื้นดินในภาพก่อนการแปลงค่าพิกัด} \\ X', Y' &= \text{ค่าพิกัดของจุดควบคุมภาคพื้นดินในภาพหลังการแปลงค่าพิกัด} \end{aligned}$$


ค่า RMS_{error} สามารถบอกได้ว่า จุดควบคุมภาคพื้นดินมีตำแหน่งพิกัดใกล้เคียงกับพิกัดอ้างอิงเพียงใด (มีหน่วยเป็นจุดภาพ) โดยทั่วไปค่า RMS_{error} ที่ยอมรับได้จะมีค่าบวกหรือลบไม่เกิน 1 จุดภาพ ถ้าค่า RMS_{error} มีค่าสูงแสดงว่า ความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งมีมาก อย่างไรก็ตามการกำหนดจุด GCP ในตำแหน่งใหม่ที่เหมาะสมสามารถที่จะเพิ่มความถูกต้องของการแปลงค่าพิกัดได้

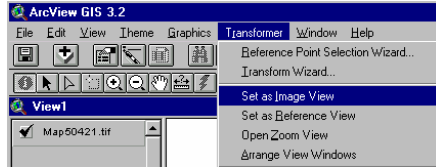
2.2 ขั้นตอนในการแปลงค่าพิกัด (Image to Map Coordinate Transformation)


ในบทปฏิบัติการนี้ จะฝึกการให้ค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์กับข้อมูลภาพแผนที่ภูมิศาสตร์ที่อยู่ในระบบภาพ (Image system หรือ Pixel coordinate system) ด้วยเทคนิคการกำหนดระบบพิกัดระหว่างภาพกับแผนที่ (image to map) โดยมีขั้นตอนดังนี้

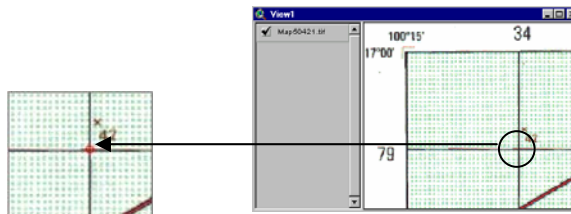
- 1) เปิดโปรแกรม ArcView แล้วเรียกใช้ “**Geographic Transformer AVX**” extension จากคำสั่ง “Extension” ในเมนู “File”
- 2) Double Click ที่ “**View**” icon ใน Project Window เพื่อเปิดหน้าต่าง “View Document” Window
- 3) Click ที่ปุ่ม “**Add Theme**” ใน “Button Bar” เพื่อแสดงข้อมูลภาพแผนที่ภูมิประเทศ โดย “Add Theme” dialog box จะปรากฏ
- 4) ใน “Add Theme” dialog box ให้กำหนด **Data Source Types** เป็น Image Data Source หลังจากนั้นให้ไปที่ Folder ของข้อมูลภาพที่ต้องการจะแสดง แล้ว click ปุ่ม “OK”
- 5) ข้อมูลภาพจะปรากฏใน หน้าต่าง “View” Document Window (อย่าลืม click เครื่องหมาย check box ที่หน้า Theme)
- 6) Click ปุ่ม “**Add Reference Points**” ใน “Tool Bar” จากนั้น “Reference Point List” dialog box จะปรากฏออกมา เพื่อเริ่มต้นกำหนดจุดพิกัดทางพื้นดิน หรือ Reference Points



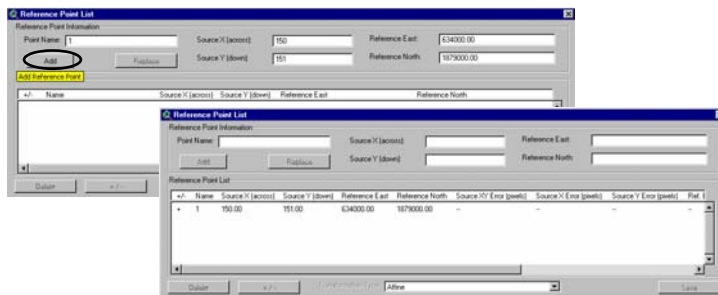
กรณีที่ปุ่ม **"Add Reference Points"** ไม่สามารถใช้งานได้  (ไม่ active) ให้เลือกคำสั่ง **Set as Image View** ในเมนู **Transformer**



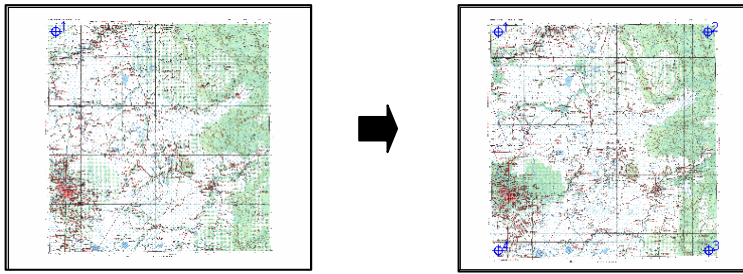
- 7) เลื่อน Mouse Pointer ไปในภาพตรงตำแหน่งของเส้นกริดที่ตัดกัน เพื่อกำหนดจุด Reference Points จุดแรก (ต้องทราบตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ของจุด reference point ทุกจุด)
ใช้ฟังก์ชันของปุ่ม Zoon ต่างๆ ที่อยู่ใน Button bar และ Tool bar เพื่อช่วยในการกำหนดตำแหน่งของจุด Reference Point 



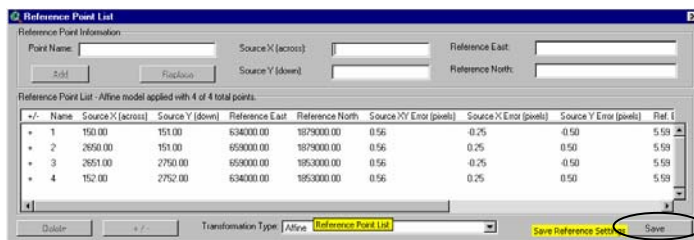
- 8) ใน **"Reference Point List"** dialog box ให้กำหนด ชื่อของจุดอ้างอิง ลงใน **"Point Name:"** และกำหนดตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแกน X และ Y ใน **"Reference East:"** และ **"Reference North:"** ตามลำดับ แล้ว Click ปุ่ม **"Add"**



- 9) ทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 7 และ 8 เพื่อกำหนดจุด Reference Points จุดต่อไป จนครบอย่างน้อย 4 จุด



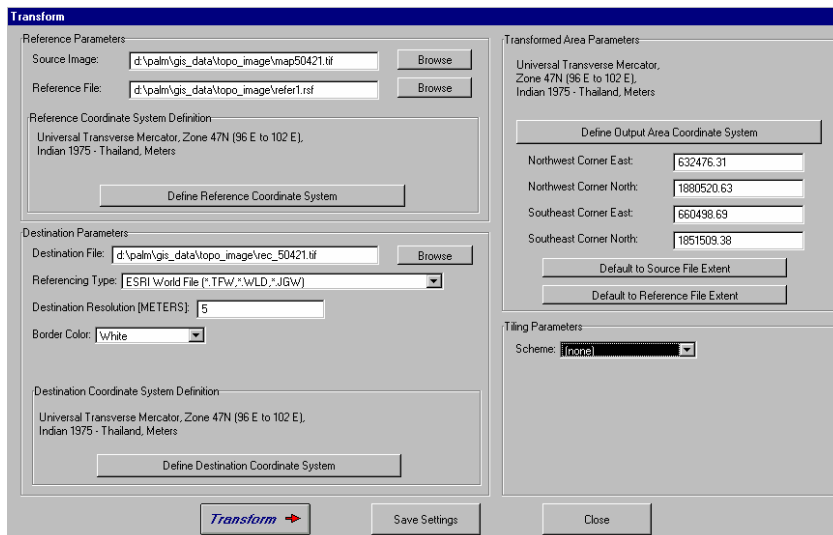
- 10) หลังจากนั้น ใน “Reference Point List” dialog box ให้กำหนด **“Transformation Type”** เป็น **“Affine”** แล้ว Click ปุ่ม “Save” เพื่อบันทึกค่าของจุด Reference Points ทั้งหมด ลงใน แฟ้มข้อมูลนามสกุล **“.rsf”**



- 9) ใน “Button Bar” ให้ click ปุ่ม **“Transform”** เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนแปลงค่าพิกัดให้กับข้อมูลภาพ (Transformation)

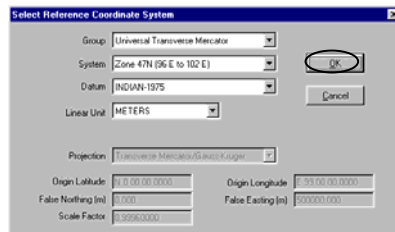


- 10) ใน **“Transform”** dialog box ให้ กำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้



Reference Parameter

- กำหนดข้อมูลภาพที่ต้องการจะแปลงค่าพิกัด และ เพิ่มข้อมูลจุด Reference Point ใน "Source Image" และ "Reference File" ตามลำดับ
- กำหนดระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดย click ที่ปุ่ม **"Define Reference Coordinate System"** เป็นระบบพิกัด UTM, Zone 47 North, Datum : Indian 1975




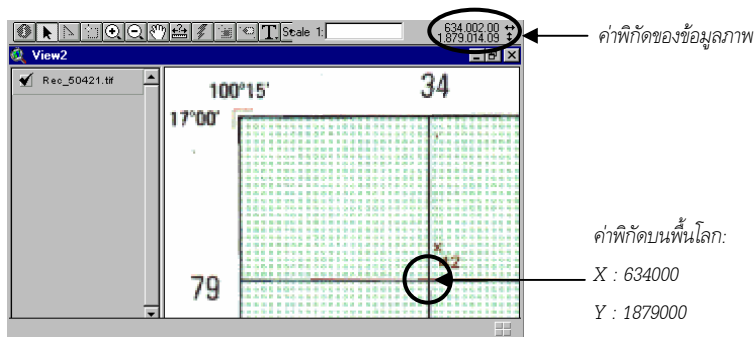
Destination Parameter

- กำหนดชื่อและ Folder ของข้อมูลภาพใหม่ที่ได้จากการแปลงค่าพิกัดแล้ว ลงใน **"Destination File"**
- กำหนด "Reference Type" เป็น "ESRI World File (*.TFW)"
- กำหนด "Resolution Destination" (Pixel size) โดยขึ้นอยู่กับความต้องการรายละเอียดของข้อมูลภาพ เช่น 10 เมตร หรือ 15 เมตร
- กำหนดระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดย click ที่ปุ่ม **"Define Reference Coordinate System"** ให้เหมือนกับระบบพิกัดของ Source Image

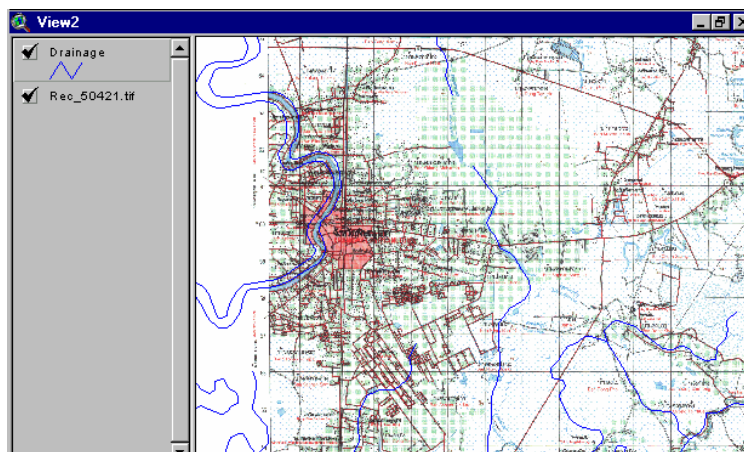
Transformed Area Parameter (กำหนดขอบเขตพื้นที่ของข้อมูลภาพที่ทำการแปลงค่าพิกัดแล้ว)

- ปุ่ม **"Default to Source File Extend"** จะกำหนดขอบเขตพื้นที่ของข้อมูลภาพใหม่ที่ได้จากการแปลงค่าพิกัดเท่ากับขนาดพื้นที่ของข้อมูลภาพเดิม
- ปุ่ม **"Default to Reference File Extend"** จะกำหนดให้ขอบเขตพื้นที่ของข้อมูลภาพใหม่ที่ได้จากการแปลงค่าพิกัดเท่ากับขนาดขอบเขตพื้นที่ที่จุด Reference Points ครอบคลุม
 - นอกจากนี้ยังสามารถใช้ keyboard กำหนดขอบเขตพื้นที่ของข้อมูลภาพ โดยการใส่ค่าตำแหน่งของมุมต่างๆ

- 11) ใน “Transform” dialog box ให้ Click ปุ่ม “Save Transform Setting” เพื่อบันทึกค่าพารามิเตอร์ต่างๆ แล้ว Click ปุ่ม **“Transform Image”**  เพื่อทำการแปลงค่าพิกัดของข้อมูลภาพ
- 12) หลังจากเสร็จสิ้นการ Transformation ให้เรียกข้อมูลภาพใหม่ที่ได้ มาแสดงใน “View” Document Window อันใหม่
- 13) ทดลองตรวจสอบตำแหน่งพิกัดของข้อมูลภาพ โดยใช้ ปุ่ม “Zoon in” ขยายไปที่ตำแหน่งที่ทราบค่าพิกัดที่แน่นอน เช่น ตรงจุดที่กริดตัดกัน
- 14) แล้วใช้ mouse pointer ชี้ไปที่ตำแหน่งของกริดที่ตัดกัน เพื่อที่จะเปรียบเทียบค่าพิกัดจากภาพ และจากตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลก



- 15) แสดงข้อมูล Vector อื่น ๆ ที่อยู่ในระบบพิกัดเดียวกันร่วมกับข้อมูลภาพ ซึ่งเป็นอีกวิธีที่สามารถทดสอบความถูกต้องทางตำแหน่งของข้อมูลภาพที่ได้จากการแปลงค่าพิกัด



- ข้อมูลภาพใหม่นี้ (Geocoded หรือ Rectified image) อยู่ในระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ ซึ่งสามารถนำไปแสดงร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ ที่อยู่ในระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์เดียวกันได้ เพื่อประโยชน์ทางกระบวนการทางภูมิศาสตร์หรือการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Geoprocessing และ Spatial analysis) ในบทปฏิบัติการต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ศุทธิณี ดนตรี. 2542. ความรู้พื้นฐานด้านการสำรวจจากระยะไกล Remote Sensing. ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 7-11.