

บทที่ 4

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เบื้องต้น

(Introduction to Geographic Information System)

นิยาม

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์หรือจีไอเอส (Geographic Information System, GIS) หมายถึง ระบบที่ถูกออกแบบมาเพื่อรวบรวมหรือแปลงข้อมูลด้านภูมิศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ให้อยู่ในรูปที่คอมพิวเตอร์เข้าใจ (Data capture, data collection) จัดเก็บข้อมูล (Data store) ดำเนินการข้อมูล (Data manipulation) วิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) และแสดงผลข้อมูล (Data display)

Geography: the study of the natural features of the earth's surface, including topography, climate, soil, vegetation, etc.

the scientific study of the earth's surface, physical features, divisions, products, population, etc.

กระบวนการในจีไอเอส

ประกอบด้วย

- (1) รวบรวม จัดเก็บ และดึงข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลด้วยตำแหน่งเชิงพื้นที่ (Spatial location)
- (2) ระบุ (Identifying) ตำแหน่งภายในพื้นที่เป้าหมายซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา
- (3) ตรวจสอบความเกี่ยวข้องระหว่างชุดข้อมูลภายในพื้นที่นั้น

(4) ทำให้ง่ายและสะดวกในการเลือกและส่งผ่านข้อมูลไปยังแบบจำลองเชิงวิเคราะห์ที่เฉพาะเจาะจงสำหรับการประยุกต์ใช้งานแต่ละประเภท ซึ่งทำให้สามารถประเมินผลกระทบของแต่ละทางเลือกที่มีต่อพื้นที่ที่ถูกเลือก

พิจารณา

(5) วิเคราะห์ข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกันเชิงพื้นที่ (Spatially related data) ที่เพื่อช่วยในการตัดสินใจในพื้นที่นั้น

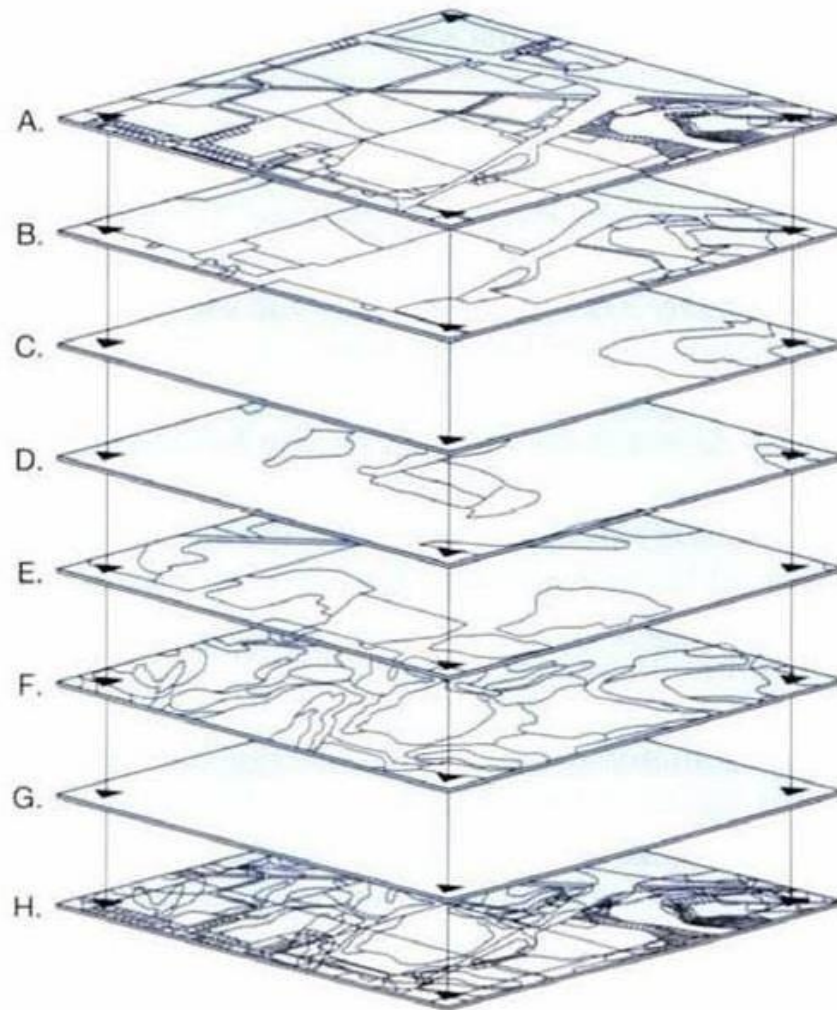
(6) แสดงพื้นที่ที่ถูกเลือกบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ทั้งในเชิงรูปภาพและเชิงตัวเลขที่ได้ทั้งก่อนหรือหลังจากการวิเคราะห์

ข้อมูลที่รวบรวม ในปัจจุบัน หมายถึงข้อมูลเชิงเลข (Digital data)

องค์ประกอบของจีไอเอส

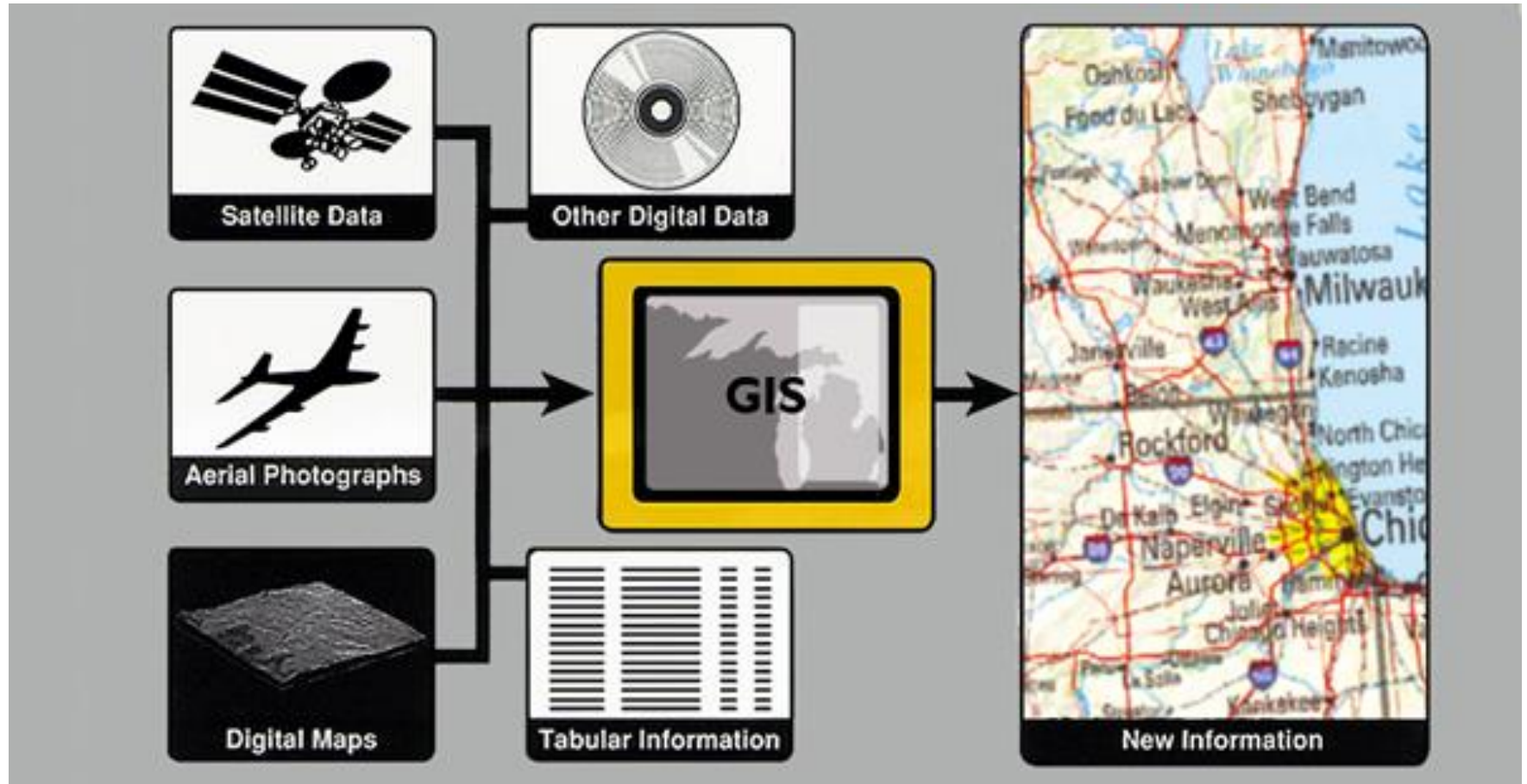
จีไอเอส เป็นการรวมกันของเทคโนโลยี 3 ชนิดเข้าด้วยกัน ได้แก่

- การทำแผนที่ (Cartography = map making)
- การวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical analysis)
- ฐานข้อมูล (Database)



การจัดข้อมูลต่างๆ แยกออกเป็นชั้น (Layers) ในจีไอเอส ชั้นแผนที่ประกอบด้วย (A) แผนที่การถือครองที่ดิน (B) การแบ่งโซนการใช้ที่ดิน (C) พื้นที่น้ำท่วม (D) พื้นที่ชื้นแฉะ (E) สิ่งปกคลุมดิน (F) ประเภทดิน (G) กรอบอ้างอิง และ (H) แผนที่รวมที่เกิดจากการนำแผนที่มากกว่า 1 ชั้นมารวมกัน

ภาพแสดงกระบวนการทำงานของจีไอเอส



ประเภทของข้อมูล (Type of data)

แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

- ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data)
- ข้อมูลเชิงอธิบายหรือคุณลักษณะ (Non-spatial data หรือ Attribute data)

แหล่งข้อมูลเชิงพื้นที่

1. ภาพดาวเทียม (Satellite imagery) จากการรับรู้จากระยะไกล
2. ภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial photos)
3. แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic maps)

ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data)

ข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นข้อมูลที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ (Geo-reference data) ของพื้นที่ (Graphic feature)

ข้อมูลเชิงพื้นที่ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

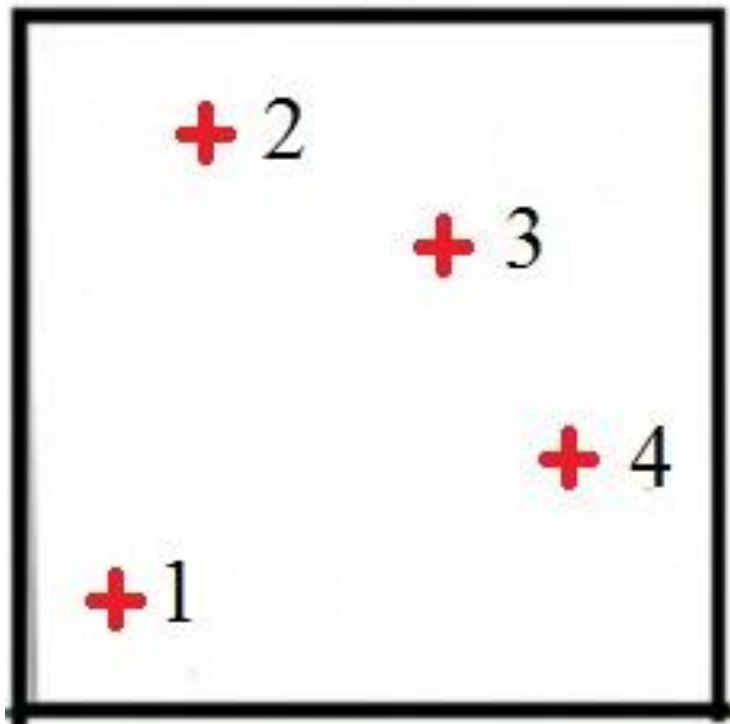
- ข้อมูลแบบเวกเตอร์ (Vector)
- ข้อมูลแบบราสเตอร์ (Raster)

ข้อมูลแบบเวกเตอร์ (Vector)

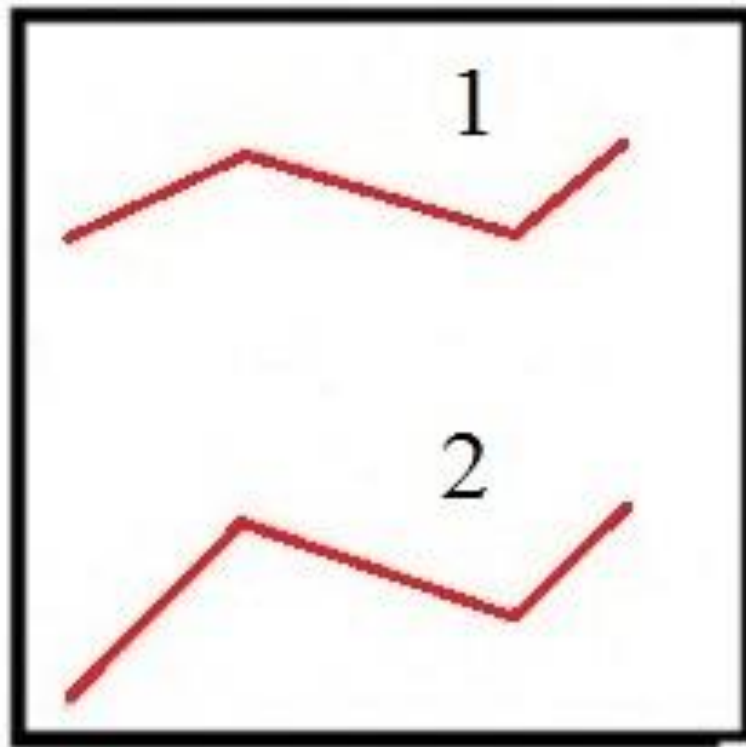
ข้อมูลแบบเวกเตอร์ ประกอบด้วย

- จุด (Points)
- เส้น (Lines)
- รูปเหลี่ยมปิด (Polygons)

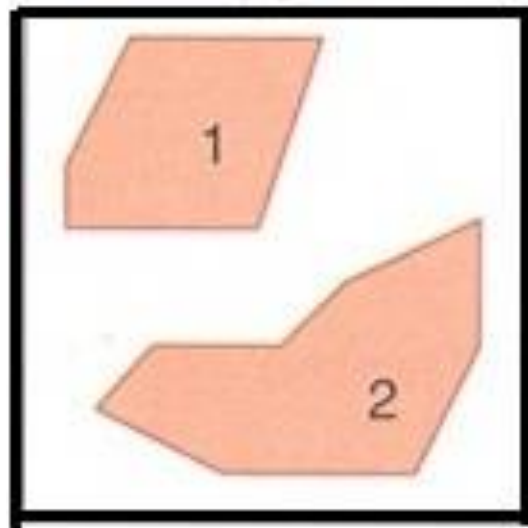
1. จุด (Points) ใช้อ้างอิงถึงตำแหน่งที่ตั้งของสิ่งต่างๆ ในแผนที่ มีที่ตั้งเฉพาะเจาะจงหรือมีเพียงตำแหน่งเดียว เช่น ที่ตั้งหมู่บ้าน โรงเรียน องค์การบริหารส่วนตำบล ประตุควบคุมน้ำ หลักหมุด บ่อน้ำ เสาไฟ อาคาร ตึก สิ่งก่อสร้าง เป็นต้น

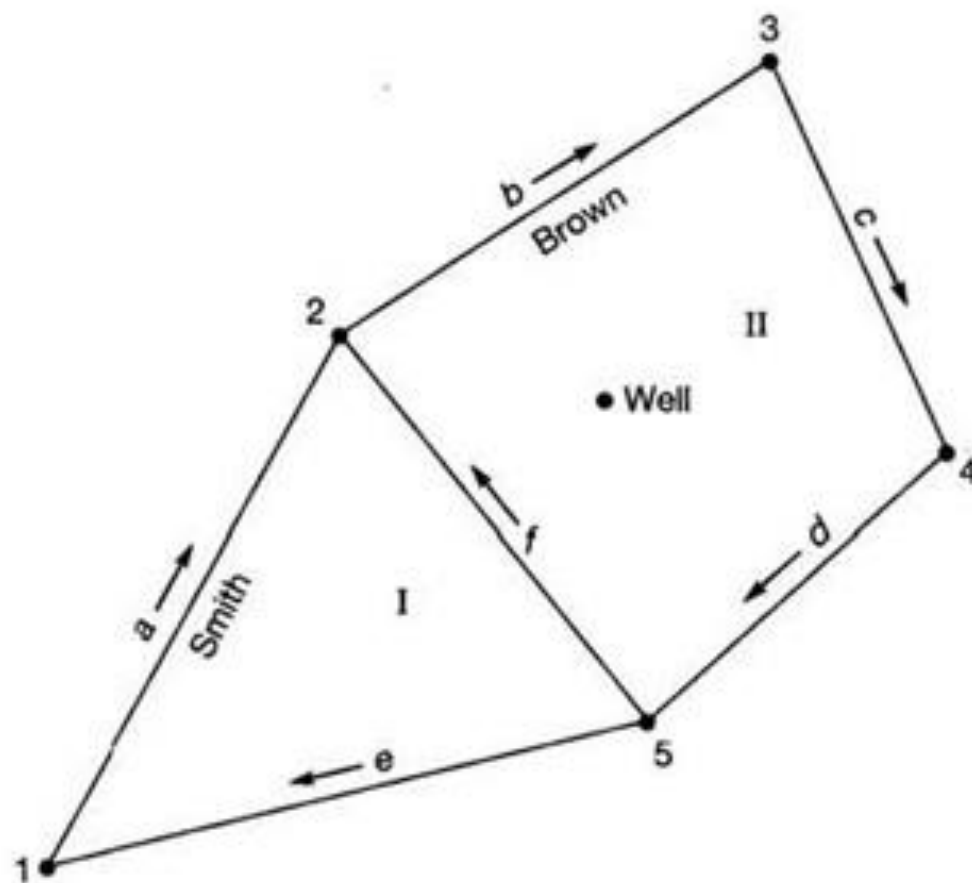


2. เส้น (Lines) เป็นชุดของจุดที่เรียงต่อกัน โดยใช้แทนลักษณะที่เป็นเส้น เช่น ถนน แม่น้ำ คลองชลประทาน แนวสายส่งไฟฟ้า และเส้นชั้นความสูง เป็นต้น



3. รูปเหลี่ยมปิด (Area or Polygons) เป็นเส้นรอบรูปปิด ใช้แทนลักษณะที่เป็นขอบเขตหรือพื้นที่ ตัวอย่างรูปแบบพื้นที่ ได้แก่ ขอบเขตการปกครอง(Political boundary) การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) ชุดดิน (Soil series) ขอบเขตลุ่มน้ำ (Basin boundary) ขอบเขตพื้นที่จัดรูปที่ดิน/กรรมสิทธิ์ที่ดิน เป็นต้น

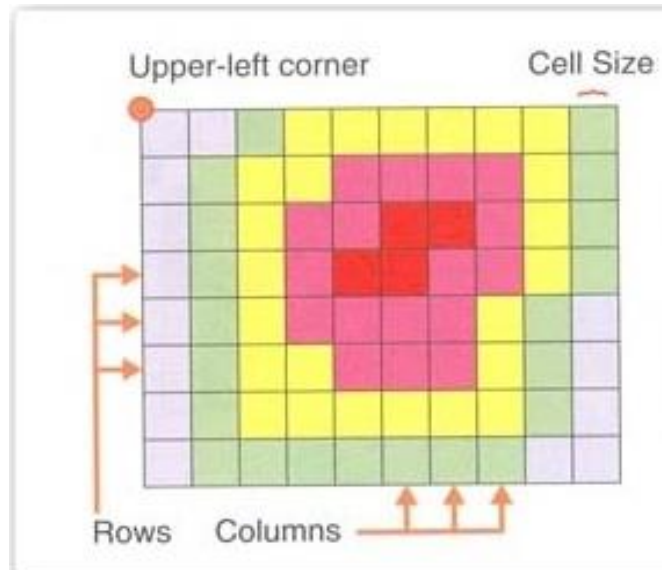




การแสดงภาพด้วยรูปแบบเวกเตอร์

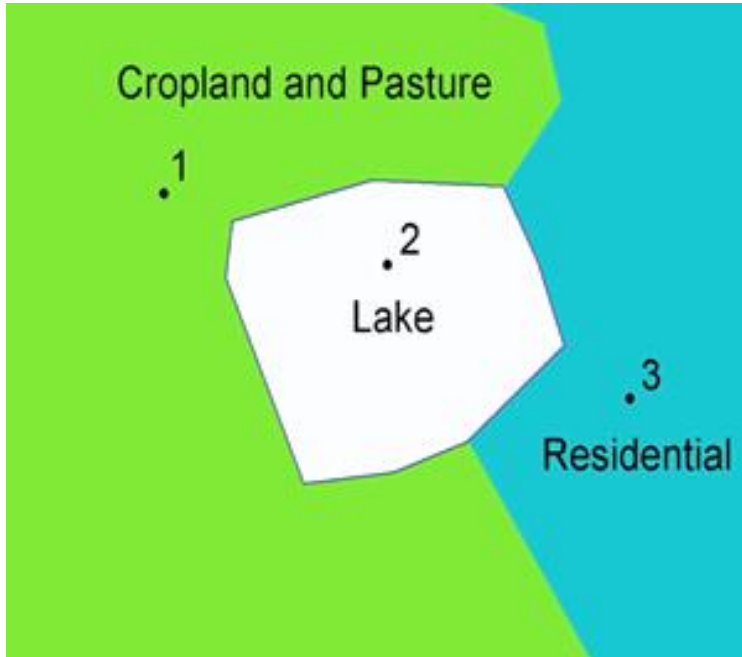
ข้อมูลเชิงพื้นที่แบบราสเตอร์ (Spatial data: raster)

จัดเก็บข้อมูลเป็นลักษณะตารางสี่เหลี่ยมจตุรัสเล็กๆ (Grid or Pixel) เท่ากัน และต่อเนื่องกัน ซึ่งสามารถอ้างอิงค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ได้ ขนาดของ ตารางกริดหรือความละเอียด (Resolution) ในการเก็บข้อมูลจะใหญ่หรือเล็ก ขึ้นอยู่กับการจัดแบ่งจำนวนแถว และจำนวนคอลัมน์ ตัวอย่างข้อมูลที่จัดเก็บ โดยใช้ตารางกริด เช่น ภาพทางอากาศ(Aerial photo) ภาพดาวเทียม (Satellite Imagery) เป็นต้น



1 Pixel มีได้เพียง 1 สี เท่านั้น

เปรียบเทียบภาพเวกเตอร์และราสเตอร์



ภาพเวกเตอร์

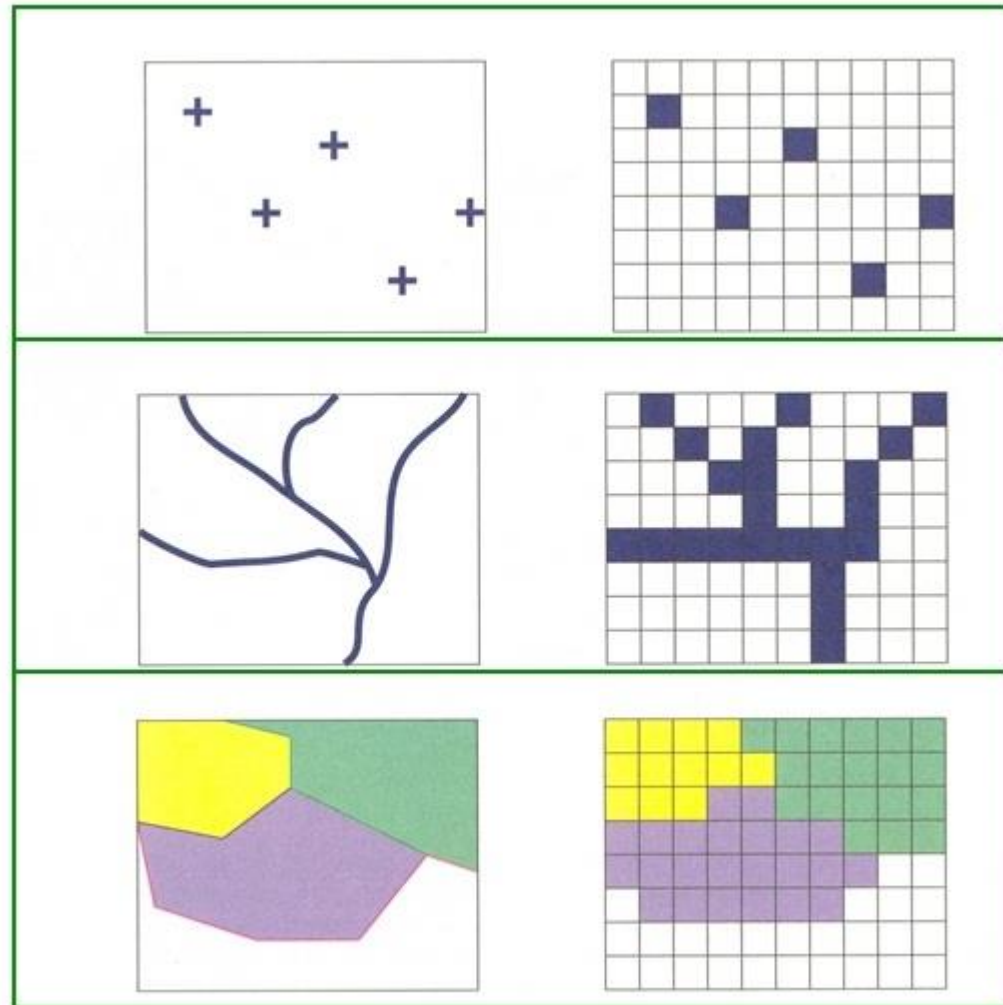
1	1	1	1	1	1	1	3	3	3
1	1	1	1	1	1	1	3	3	3
1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
1	1	1	1	2	2	2	3	3	3
1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
1	1	1	1	1	1	1	3	3	3
1	1	1	1	1	1	1	1	3	3

ภาพราสเตอร์เชิงตัวเลข

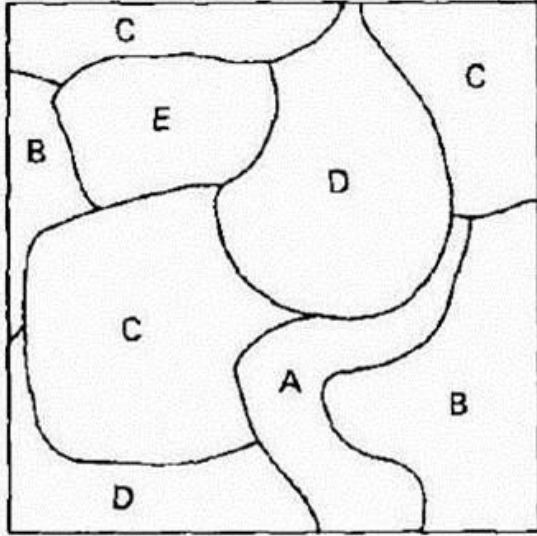
การแปลงข้อมูลเชิงพื้นที่ระหว่างราสเตอร์และเวกเตอร์

- การแปลงจากรูปแบบราสเตอร์เป็นเวกเตอร์ (Raster to vector format)
- การแปลงจากรูปแบบเวกเตอร์เป็นราสเตอร์ (Vector to raster format) หรือ Coding

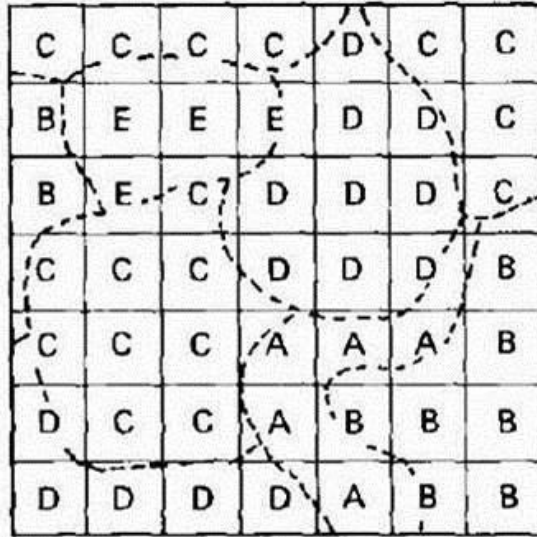
การแปลงข้อมูลเชิงพื้นที่จากรูปแบบเวกเตอร์เป็นราสเตอร์ และราสเตอร์เป็นเวกเตอร์



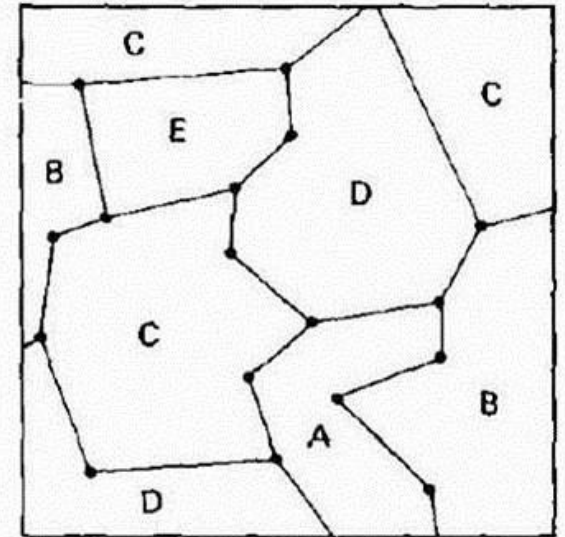
เปรียบเทียบแผนที่ลายเส้น ภาพราสเตอร์และภาพเวกเตอร์



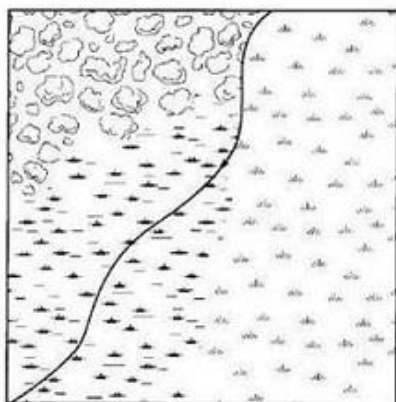
(a) Original line map



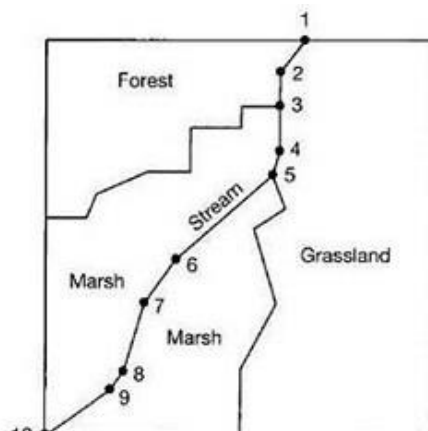
(b) Raster format



(c) Vector format



(a)



(b)

F	F	F	S	G	G
F	F	M	S	G	G
F	M	S	S	G	G
M	S	S	G	G	G
M	S	M	G	G	G
S	S	M	G	G	G

(c)

F	F	F	F	F	F	F	S	G	G	G	G
F	F	F	F	F	F	F	S	G	G	G	G
F	F	F	F	F	F	M	S	G	G	G	G
F	F	F	F	F	M	M	S	G	G	G	G
F	F	M	M	M	M	S	S	G	G	G	G
F	M	M	M	M	S	S	G	G	G	G	G
M	M	M	M	S	S	M	G	G	G	G	G
M	M	M	S	M	M	M	G	G	G	G	G
M	M	S	S	M	M	M	G	G	G	G	G
M	M	S	M	M	M	M	G	G	G	G	G
M	S	S	M	M	M	M	G	G	G	G	G
S	S	M	M	M	M	M	G	G	G	G	G

(d)

แผนที่สิ่งปกคลุมดินของบริเวณ (a) บริเวณซึ่งใช้สัญลักษณ์มาตรฐาน (b) บริเวณพื้นที่เดียวกันแต่ใช้รูปแบบเวกเตอร์ (c) บริเวณพื้นที่เดียวกันแต่ใช้รูปแบบราสเตอร์ด้วยกริดเซลที่มีความละเอียดต่ำ (d) บริเวณพื้นที่เดียวกันแต่ใช้รูปแบบราสเตอร์ด้วยกริดเซลที่มีความละเอียดสูง



รูปที่ 7.6 ข้อมูลเวกเตอร์วางซ้อนบนภาพราสเตอร์

ข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบของภาพราสเตอร์และเวกเตอร์

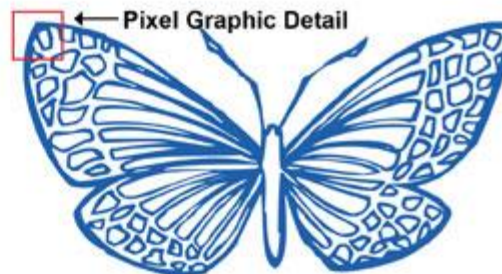
(Advantage and disadvantage)

Vector Graphic



Vector Graphic Detail Enlarged

Pixel Graphic



Pixel Graphic Detail Enlarged

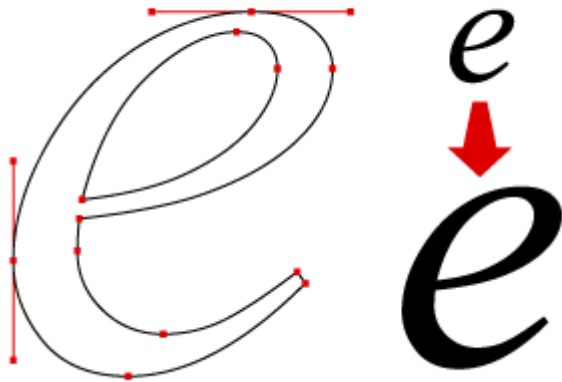
VECTOR



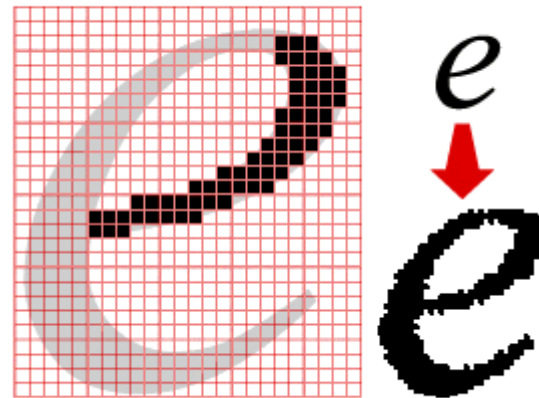
RASTER



VECTOR GRAPHICS



BITMAPMED (RASTER) GRAPHICS



ข้อมูลเชิงอธิบาย (Non-spatial data หรือ Attribute data)

ข้อมูลเชิงอธิบายอาจจะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรืออาจจะเป็นเชิงคุณภาพ ซึ่งบอกคุณลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่สัมพันธ์เกี่ยวข้องโดยตรง

ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่เป็นตัวเลข เช่น ข้อมูลการถือครองที่ดิน คุณภาพน้ำ สภาพทางเศรษฐกิจและสังคม ดังนั้น สามารถวิเคราะห์ทางสถิติได้

ข้อมูลเชิงคุณภาพ เช่น ชื่อ คำอธิบาย รหัส ไม่แสดงความหมายทางปริมาณ ดังนั้น จึงนำมาวิเคราะห์ทางสถิติไม่ได้

ระบบค่าพิกัด (Coordinate system)

ระบบค่าพิกัดที่ใช้ในจีไอเอสสำหรับข้อมูลเชิงพื้นที่ มี 2 ระบบ

- พิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate system) ได้แก่ (Latitude, Longitude)
- พิกัดยูทีเอ็ม (UTM coordinate system) ได้แก่ (E,N)

ถ้าต้องการคำนวณ ระยะทาง ขนาดพื้นที่ ต้องใช้ พิกัดยูทีเอ็ม

ภาพแสดงเครื่องมือจีพีเอสใช้หาค่าพิกัดในรูปพิกัดยูทีเอ็ม และพิกัดภูมิศาสตร์







การประยุกต์ใช้งานจีไอเอส

ปัจจุบันนี้ ได้มีการนำจีไอเอสไปประยุกต์ใช้งานสาขาต่างๆ ดังนี้

- สิ่งปกคลุมดิน (Land cover)
- สิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ (Natural environment)
- พลังงาน (Energy)
- ทรัพยากรมนุษย์
- พื้นที่ที่มีความสำคัญด้านสถานะแวดล้อม
- น้ำ
- ทรัพยากรธรรมชาติ
- การเกษตรกรรม
- การป้องกันอาชญากรรม การบังคับการใช้กฎหมายและการดำเนินการผู้กระทำผิด

- ความมั่นคงในเขตที่พำอาศัยและระบบการป้องกัน
ชีวิตประชาชน
- การสื่อสาร
- ระบบขนส่ง
- อื่น ๆ

การประยุกต์ใช้งานจีไอเอส

ปัจจุบันนี้ ได้มีการนำจีไอเอสไปประยุกต์ใช้งานสาขาต่างๆ ดังนี้

สิ่งปกคลุมดิน (Land cover)

จีไอเอสช่วยคำนวณหาปริมาณสิ่งปกคลุมดิน (Land cover) แต่ละชนิด การแบ่งโซน การวิเคราะห์ผลกระทบด้านสถานะแวดล้อม การวิเคราะห์หาตำแหน่ง (Locational analysis) ของการใช้ที่ดินแต่ละประเภทและการวิเคราะห์ประเภทการใช้ที่ดิน (Site analysis)

สิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ (Natural environment)

ระบุ วาดภาพและจัดการพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับสถานะแวดล้อม วิเคราะห์ความจุของพื้นที่และช่วยผลกระทบทางสถานะแวดล้อม

พลังงาน (Energy)

คำนวณค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายพลังงาน คำนวณพลังงานสำรองที่เหลืออยู่
คำนวณหาประสิทธิภาพของโครงการ ลดของเสีย ลดมลภาวะความร้อน ระบุ
พื้นที่ที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ ประเมินผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม
พัฒนาโครงการจัดสรรทรัพยากร

ทรัพยากรมนุษย์

ช่วยในเรืองแผนการสำหรับการขนส่งมวลชน พื้นที่เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ
การวิเคราะห์รูปแบบการอพยพเข้า การเพิ่มขึ้นของประชากร รูปแบบ
อาชญากรรม

พื้นที่ที่มีความสำคัญด้านสถานะแวดล้อม

จีไอเอสทำให้การตรวจสอบยืนยันทรัพยากรที่มีอยู่แห่งเดียวเฉพาะง่ายขึ้น จัดการ
พื้นที่ที่ระบุและคำนวณหาความสำคัญที่สัมพันธ์ระหว่างแหล่งทรัพยากรต่าง ๆ

น้ำ

คำนวณพื้นที่น้ำท่วมถึง การจัดหาแหล่งน้ำสะอาด ระบบชลประทานและมลภาวะ
ในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต

ทรัพยากรธรรมชาติ

จีไอเอสช่วยทำให้การจัดการไม่ง่ายขึ้น การสงวนพื้นที่เพื่อการเกษตรกรรม การ
อนุรักษ์แหล่งพลังงาน การจัดการสัตว์ป่า วิเคราะห์ตลาด การจัดสรรทรัพยากร

การเกษตรกรรม

จีไอเอสช่วยในการจัดการพืชสวน การรักษาไว้สำหรับพื้นที่เพื่อการเกษตรกรรม
กระบวนการที่ใช้สำหรับการอนุรักษ์พื้นที่เพื่อการเกษตรกรรม รวมทั้งช่วยในการ
จัดการและนโยบายสำหรับพื้นที่เพื่อการเกษตรกรรมหลัก

การป้องกันอาชญากรรม การบังคับการใช้กฎหมายและการดำเนินการ ผู้กระทำผิด

จีไอเอสช่วยทำให้การเลือกพื้นที่เป้าหมายได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ ยังช่วยในด้านการสร้างกระบวนการประเมินความเสี่ยงสำหรับแต่ละพื้นที่ การจัดสรรกำลังลาดตระเวน การเลือกพื้นที่เพื่อทำการวิเคราะห์การป้องกันอาชญากรรม การยอมรับรูปแบบอาชญากรรม

ความมั่นคงในเขตที่พักอาศัยและระบบการป้องกันชีวิตประชาชน
จีไอเอสช่วยทำให้การประเมินแผนการบรรเทาความหายนะที่เป็นไปได้ต่าง ๆ ความต้องการด้านการสะสมเสบียง อาหารและยาบำบัดรักษาเพื่อใช้บรรเทาความเดือดร้อนของประชาชนผู้ประสบภัย ผู้ประสบภัย แผนการใช้สำหรับการอพยพประชาชนผู้ประสบภัยรวมทั้งการกำหนดเขตพื้นที่บรรเทาความหายนะ

การสื่อสาร

จีไอเอสช่วยให้การหาตำแหน่งที่จะวางระบบสายส่ง การหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งชุดอุปกรณ์โทรศัพท์รวมทั้งการศึกษาด้านระบบการสื่อสารง่ายขึ้น

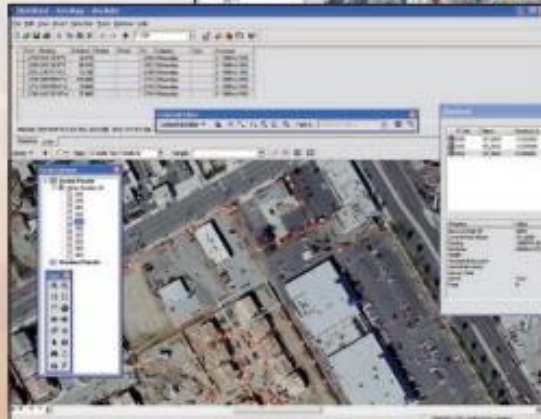
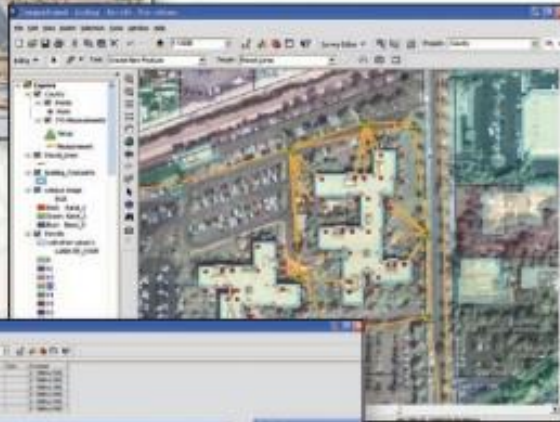
ระบบขนส่ง

จีไอเอสทำให้แผนจัดการระบบการขนส่งประเภทต่าง ๆ การวิเคราะห์ทำเลที่จะทำการก่อสร้าง การขนส่งมวลชนและการอนุรักษ์พลังงานง่ายขึ้น

GIS Solutions for Surveying

Building New Opportunities

- การวางแผนของระบบสายส่ง (Transmission line)
- การวางระบบท่อลำเลียง (Pipelines)
- การวางแผนถนน ทางหลวง ทางรถไฟ



ตัวอย่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานจีไอเอส

- Idrisi
- ArcView
- ERDAS
- ArcInfo
- ArcGIS

การประยุกต์ใช้จีไอเอสกับงานสำรวจเส้นทาง

(Uses of GIS applications to route surveying)

- งานสำรวจเส้นทางเกี่ยวข้องกับการเลือกบริเวณที่เส้นทางจะต้องตัดผ่านภูมิประเทศที่มีความเหมาะสมเพื่อลดค่าก่อสร้าง ความง่ายในการก่อสร้างรวมถึงความปลอดภัยต่อการขับขี่สำหรับเส้นทางที่เป็นถนน
- ความสูงต่ำของพื้นที่ซึ่งเทียบกับระดับอ้างอิงจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่ง
- ปัจจุบัน ข้อมูลระดับความสูงของพื้นที่นิยมใช้แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital elevation model, DEM หรือ digital terrain model, DTM) ซึ่งเป็นแบบจำลองสามมิติ มีค่าพิกัดในแนวราบและแนวตั้ง (X, Y, Z)
- ในกรณีที่พื้นที่ที่มีขนาดเล็ก ค่าพิกัด X และ Y สมมติให้อยู่บนระนาบได้

■ ใช้ค่าพิกัดยูทีเอ็ม (Universal transverse mercator, UTM) เป็นค่าพิกัดทางราบ

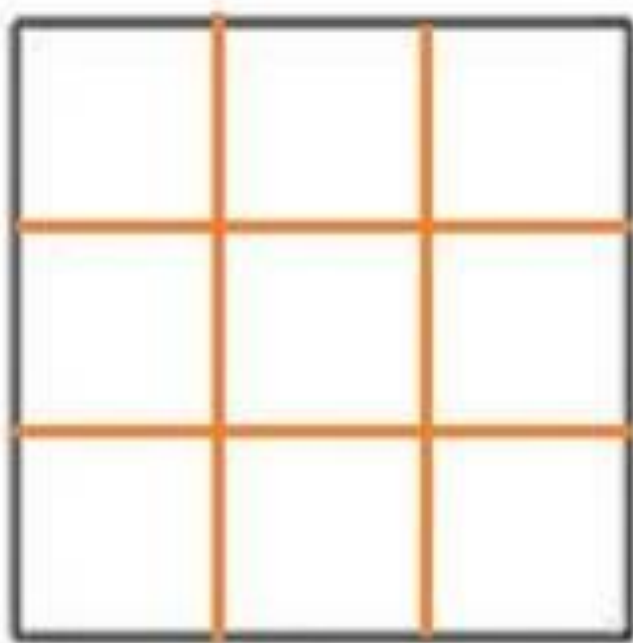
■ กรณีพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ จะคำนึงถึงความโค้งของผิวโลกด้วย จึงใช้ค่าพิกัดที่เกิดจากการตัดกันของเส้นละติจูดและลองจิจูด

■ ในอดีต DEM (DTM) ได้จากการเทียบหาจากสามเหลี่ยมคล้าย (Interpolation) จากเส้นชั้นความสูง (Contour lines)

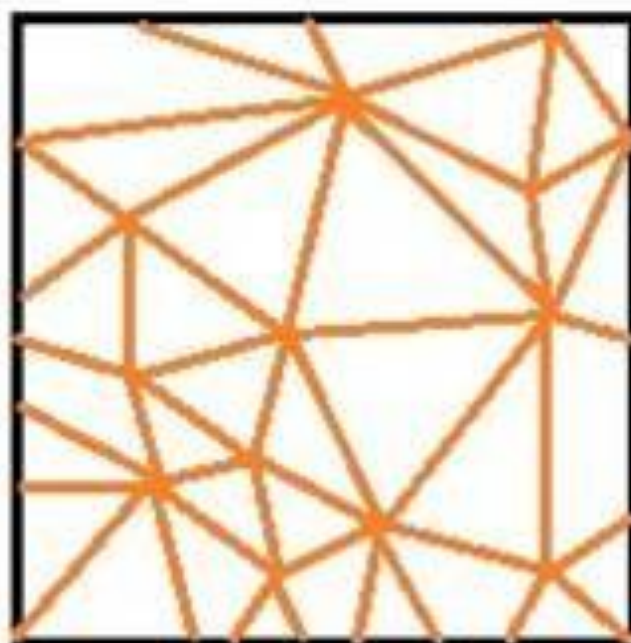
■ ในปัจจุบัน DEM (DTM) หาได้จากวิธีการต่างๆ เช่น LIDAR (Light detection and ranging) การสำรวจจากภาพถ่าย (Photogrammetry) และ IFSAR (Interferometric synthetic aperture radar) แล้วจึงนำไปใช้หาเส้นชั้นความสูง ค่าพิกัดในแนวนอนจะเป็นรูปตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือกริด ค่าระดับที่ได้ จะเป็นระดับของผิวโลกที่ปราศจากอาคารสิ่งก่อสร้าง ต้นไม้

- DEM (DTM) สร้างขึ้นจาก 2 รูปแบบคือ แบบตารางกริด (Grid) และแบบโครงข่ายของรูปสามเหลี่ยม (Triangulated irregular network, TIN)
- แบบจำลองพื้นผิวเชิงเลข (Digital surface model, DSM) เป็นแบบจำลองค่าระดับที่เกิดจาก 2 ส่วนคือค่าระดับของผิวโลกที่ปราศจากอาคารสิ่งก่อสร้าง ต้นไม้ ซึ่งเป็นบริเวณที่เป็นที่โล่งและค่าระดับของส่วนยอดบนสุดของสิ่งก่อสร้าง ต้นไม้ ผสมกัน

โครงสร้างข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข

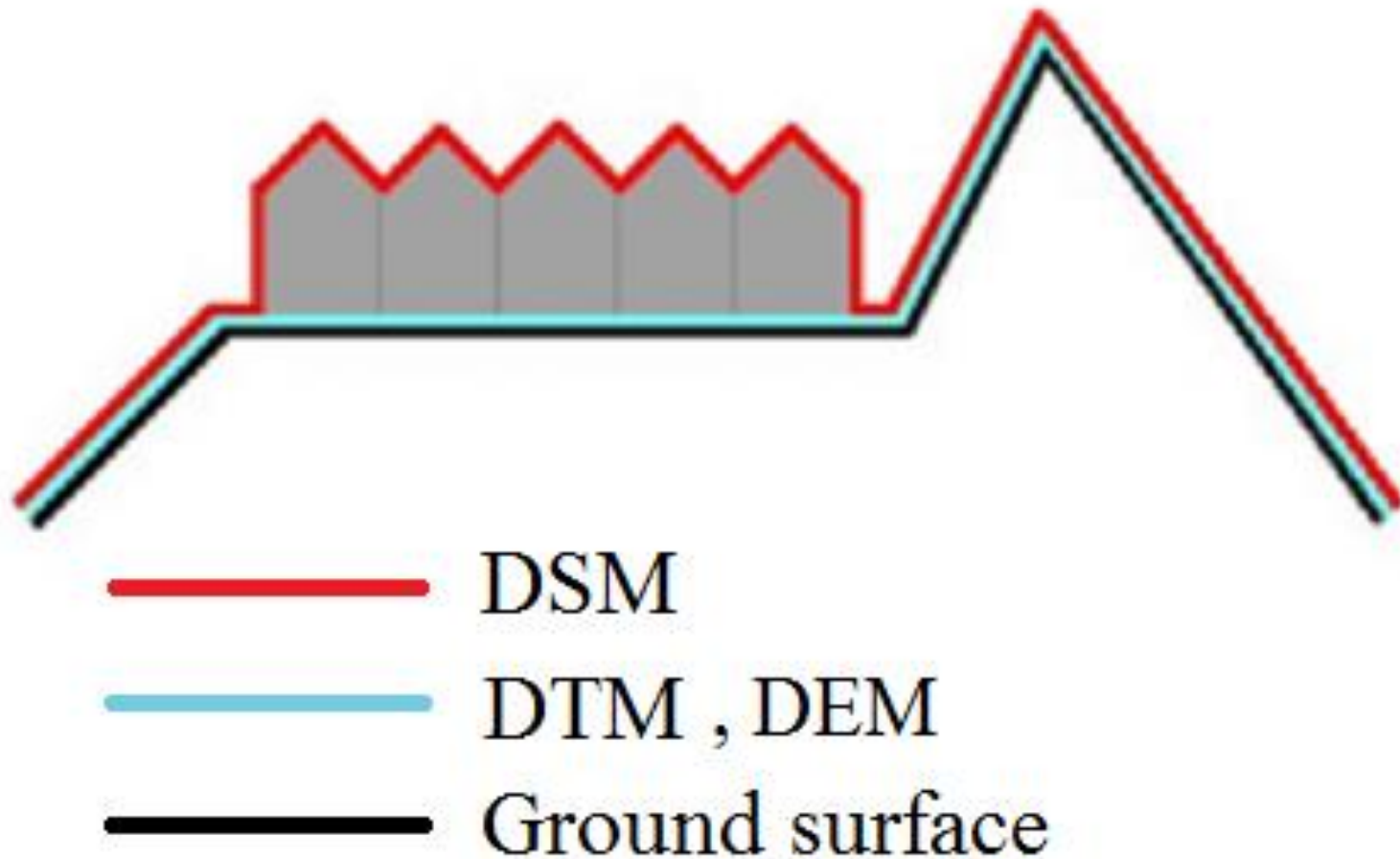


Grid structure

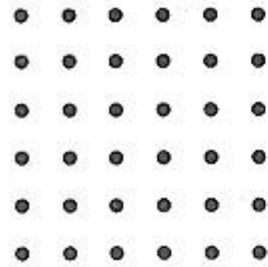


TIN structure

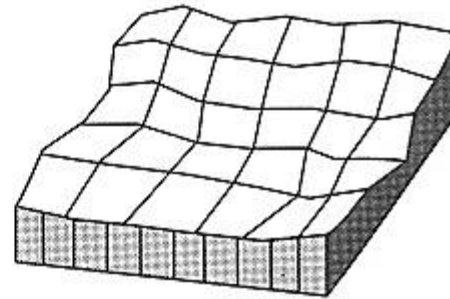
ภาพแสดงเปรียบเทียบ DEM(DTM) และ DSM



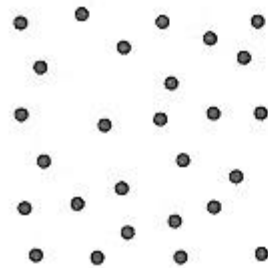
Sampling points/lines



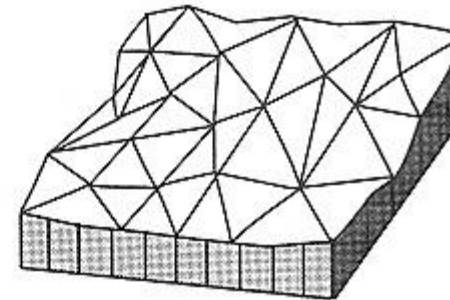
(a) Grid Points



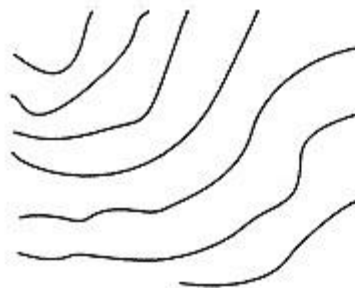
DEM and DTM (Grid model)



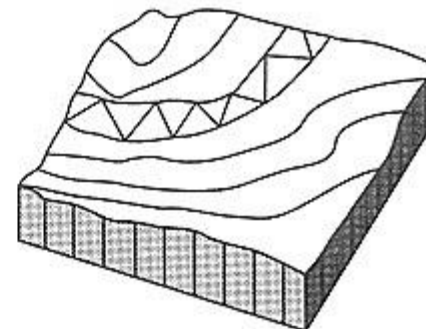
(b) Random Points



DEM and DTM (TIN model)



(c) Contour Lines



TIN model with contour lines

การออกแบบวางแผนเส้นทางตัดผ่านภูมิประเทศ

