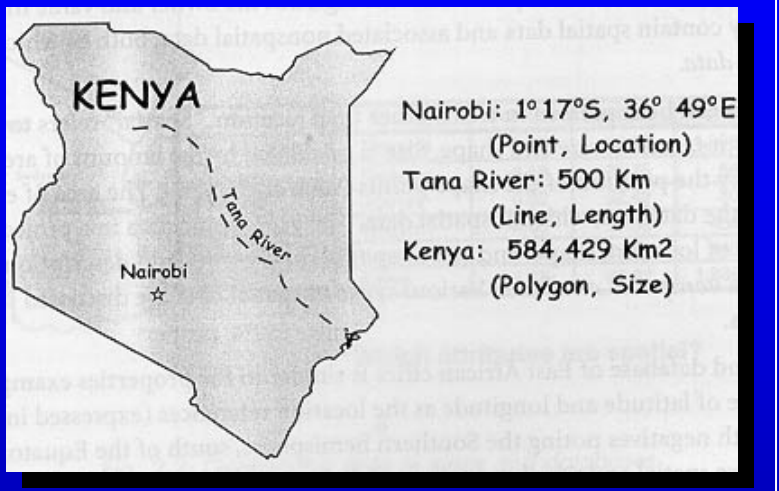
โครงสร้างของข้อมูลเชิงพื้นที่

(Spatial Data Structure)

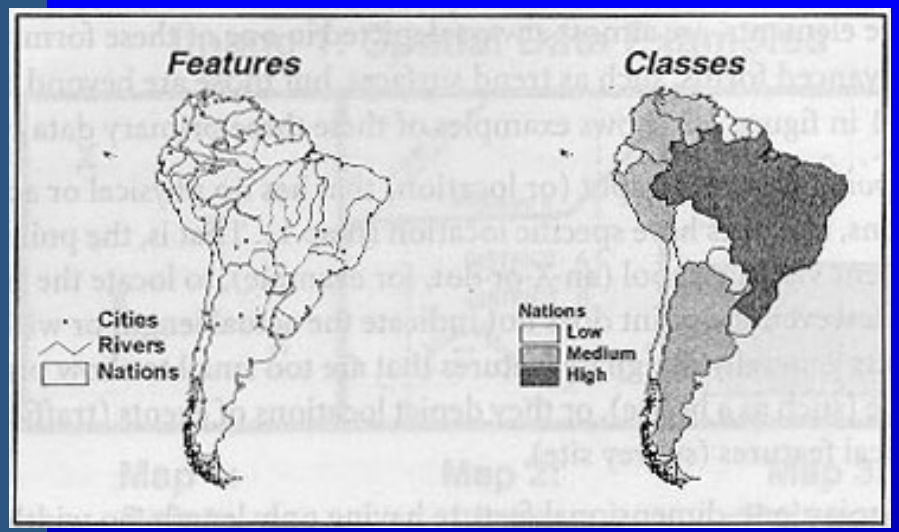
ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลเชิงพื้นที่
(Spatial Data Feature)

Point Lines Polygon ■ Text



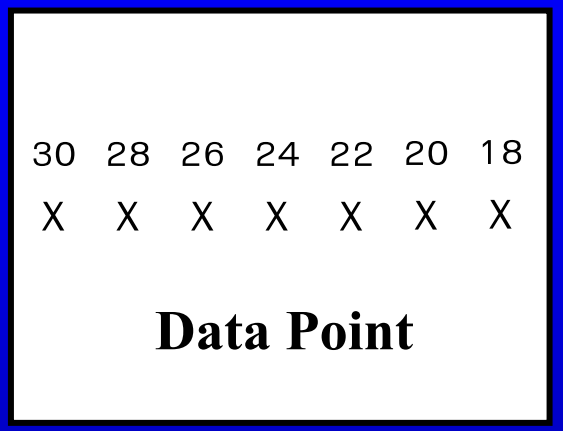
กลุ่มพื้นฐานของ Feature	ประเภทของ Feature
จุด (Point)	Point, node
ลายเส้น (Linear)	Arc, Route-system
พื้นที่ (Area)	Polygon
ตัวอักษร (Text)	Annotation

Discrete and Continuous Data



Discrete Data

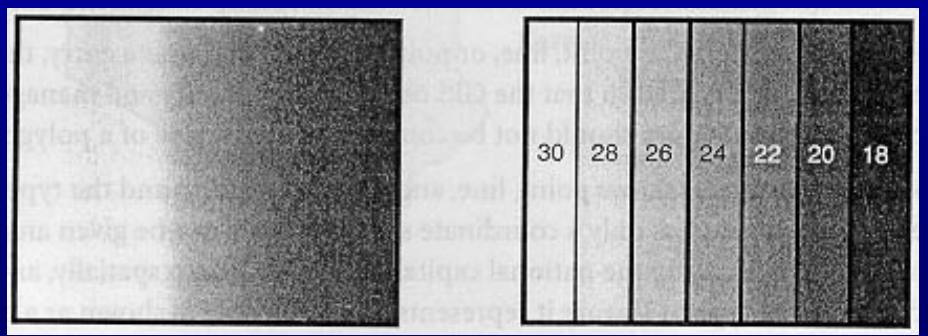
- Standard Feature
- Classification
- have definite boundaries
- have identities



Continuous Data

- no definite bounder

Continuous Tone **Discrete Zone**



โครงสร้างของข้อมูลเชิงพื้นที่

(Spatial Data Structure)

จำแนกออกเป็นแบบจำลอง 2 แบบ

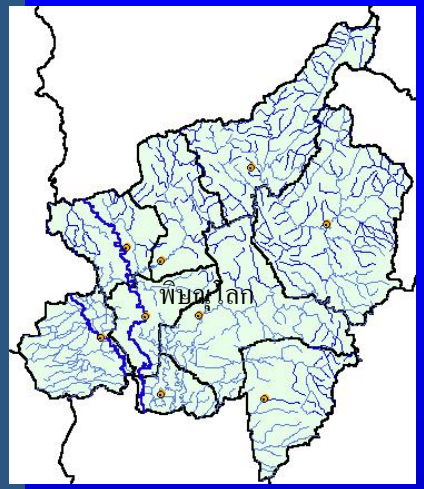
1. แบบจำลองเวกเตอร์ (Vector model)

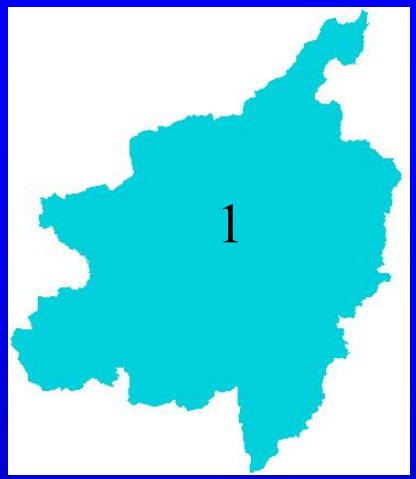
   เป็นแบบจำลองโครงสร้างของข้อมูลที่เก็บลักษณะทางภูมิศาสตร์ต่าง ๆ (geographic features) ในรูปของ จุด เส้น และ พื้นที่

2. แบบจำลองแรสเตอร์ (Raster model)

   แบ่งพื้นที่ออกเป็นตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดเท่า ๆ กัน ที่เรียกว่า CELL หรือ GRID หรือ PIXEL

Vector and Raster Format

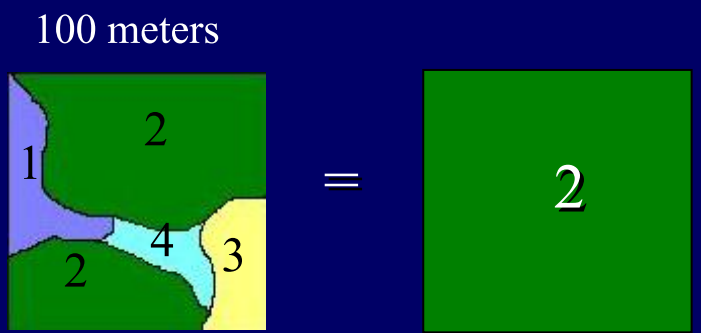




1	1	1	1	1	1	3	3	2	2
1	1	1	1	1	1	3	3	2	2
1	1	1	1	1	1	3	3	2	2
1	1	1	1	1	1	3	3	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	4	4
2	2	2	2	2	2	2	2	4	4
2	2	2	2	2	2	2	2	4	4
2	2	2	4	4	2	2	2	4	4
2	2	2	4	4	2	2	2	4	4

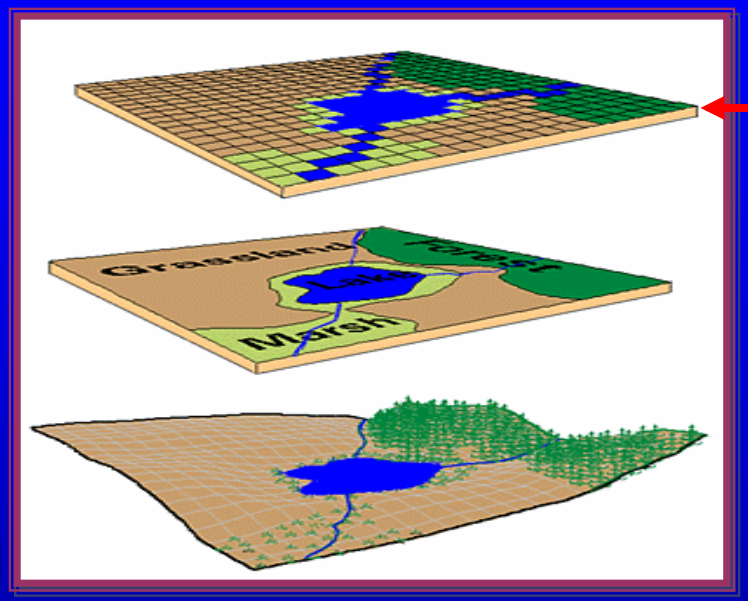
Vector Data Structure ■ **Raster Data Structure**

- **Point**
- **Line**
- **Polygon**
- **Annotation**



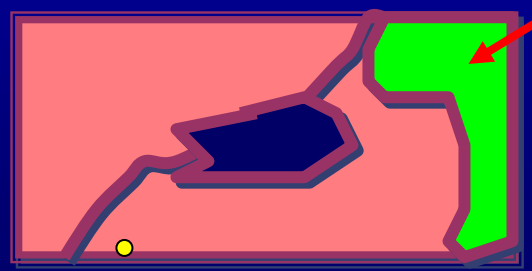
- **Grid Structure**
- **Generalized Reality**
- **Single feature identity for each cell**

โครงสร้างของข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อการนำเข้าและแสดงผลด้วย GIS



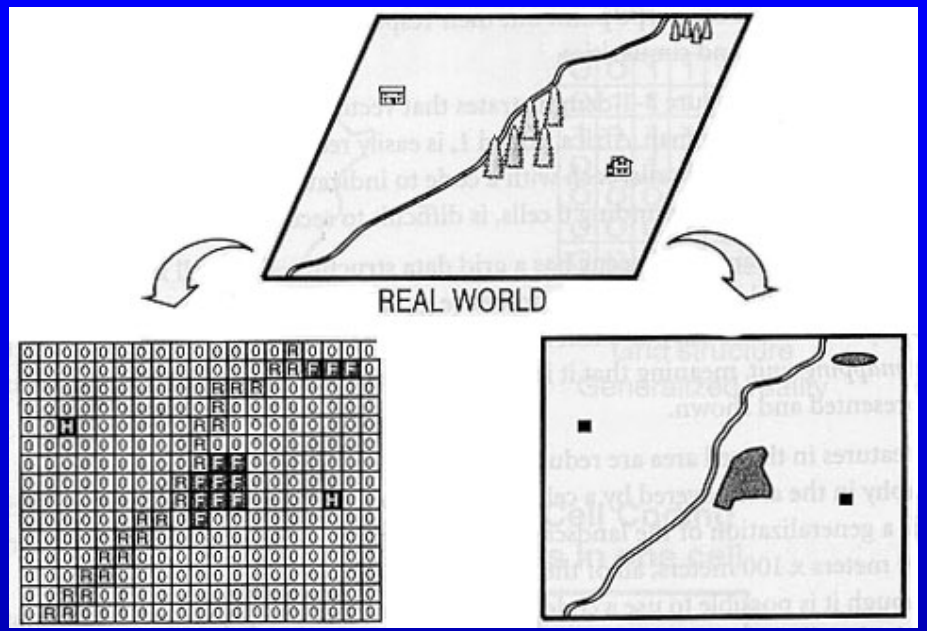
Real world

- **Raster** – *Grid*
  - จุดภาพ “pixels”
  - ตำแหน่ง และ ค่าที่เป็นตัวแทนของ feature
  - Satellite images and aerial photos are already in this format



- **Vector** – *Linear*
  - Points, lines & polygons
  - “Features” (house, lake, etc.)
    - Attributes
      - size, type, length, etc

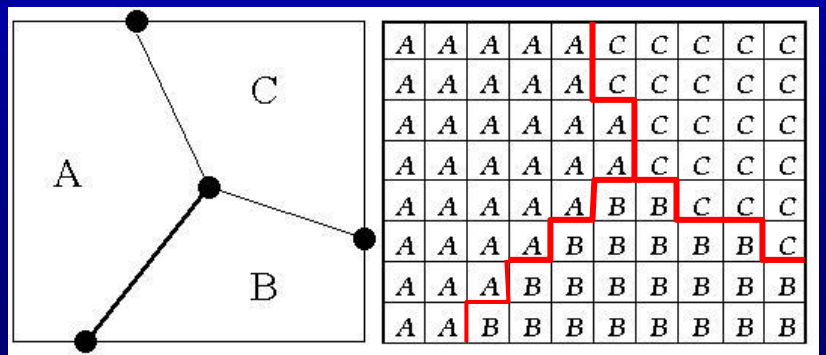
Vector and Raster Model



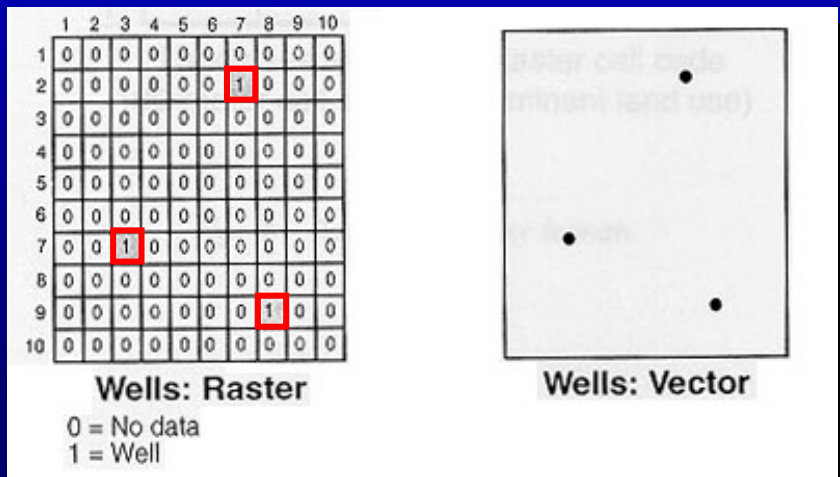
Raster Data Format

Vector Data Format

- **Polygon Features**

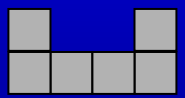
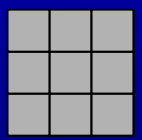
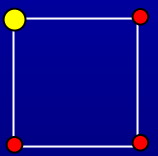
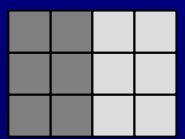
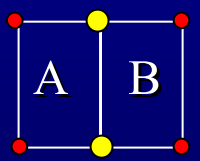


- **Point Features**



Vector and Raster Data Structure

- ความแตกต่างกันในการเก็บบันทึกและแสดงผลข้อมูล

	Raster	Vector
Point	Single cell	Single node
Simple line	A Sequence of cell	Chain (connected 2 nodes)
Complex line	 Connected cells	Vertices at changes in direction
Single polygon	 Filled with cells	 Single node and several vertices
Connected polygon	 Two blocks of cells (side by side)	 a shared common border and node

1. แบบจำลองเวกเตอร์ (Vector model)

- เป็นแบบจำลองที่เก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยกำหนดตำแหน่งของลักษณะทางภูมิศาสตร์ (feature) บนผิวโลกได้อย่างแม่นยำ ไม่ว่าจะเป็นตำแหน่งของจุด (Points) เส้น (Lines/Arcs) และรูปหลายเหลี่ยม (Polygons/areas)

พยายามที่แสดงให้เหมือนของเดิมมากที่สุด

แนวความคิดในการเก็บตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ

- ตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ จะถูกกำหนดโดยใช้ระบบพิกัด X , Y หรือ **ระบบพิกัดคาร์เตเซียน (Cartesian Coordination System)** ในลักษณะที่เป็น 2 มิติ ได้แก่ จุด เส้น และพื้นที่

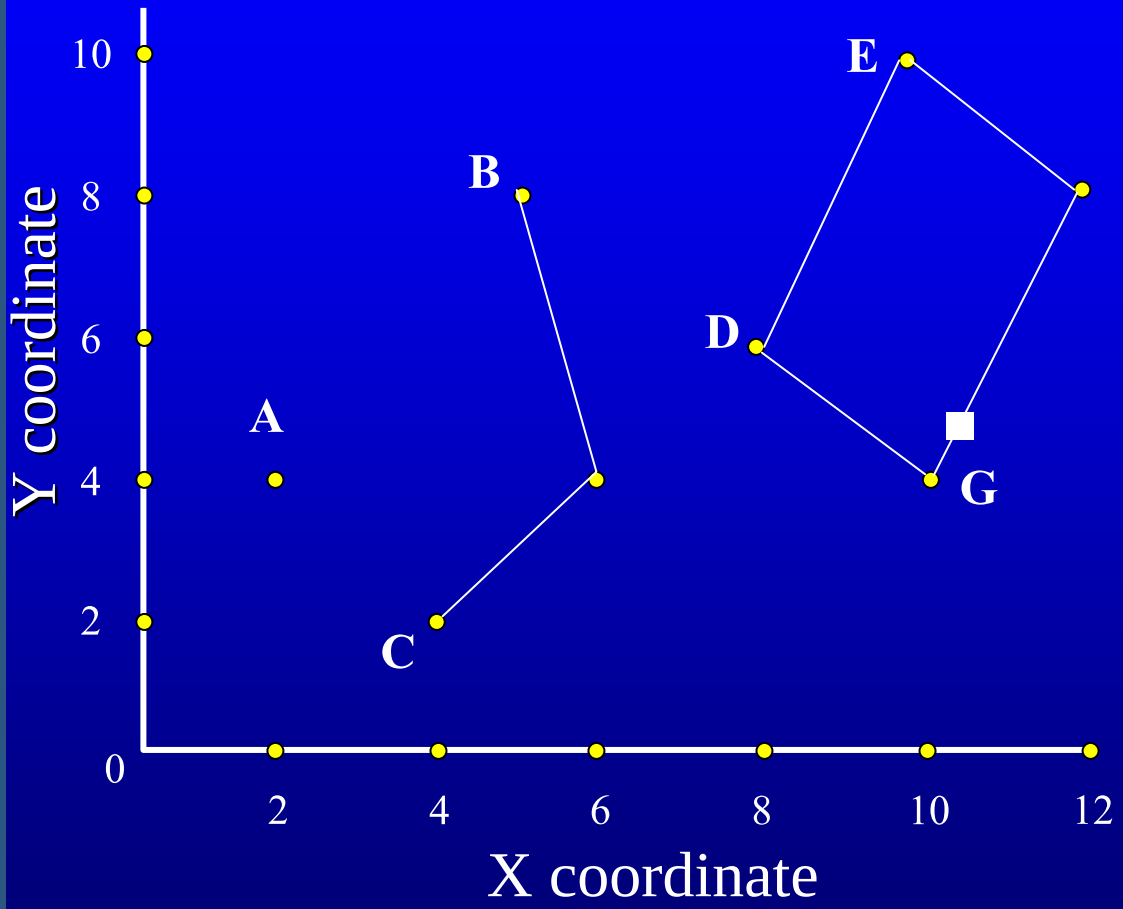
ระบบพิกัดคาร์เตเซียน
(Cartesian Coordination System)

- เป็นแบบจำลองระยะแรกของการพัฒนา ที่นำมาใช้เก็บข้อมูลค่าพิกัดของจุด เส้น และรูปหลายเหลี่ยม ซึ่งออกแบบมารองรับความต้องการในการผลิตแผนที่แบบอัตโนมัติเท่านั้น โดยยังไม่มีการเก็บข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (attribute data) ควบคู่ไปด้วย

สิ่งที่ถูกแสดงเป็น	■	ถูกบันทึกบนแผนที่เป็น
Point	→	ค่าพิกัด X,Y หนึ่งคู่
Line	→	กลุ่มของค่าพิกัด X,Y
Polygon	→	กลุ่มของค่าพิกัด X,Y ที่ลากมาบรรจบเป็นขอบเขต

ระบบพิกัดคาร์เตเซียน

(Cartesian Coordination System)



การแสดงตำแหน่งโดยใช้ค่าพิกัด x,y

จุด A • ค่าพิกัด 2, 4

เส้น B • กลุ่มของค่าพิกัด

4,2 ; 6,4 ; 5,8

รูปเหลี่ยม DEFG

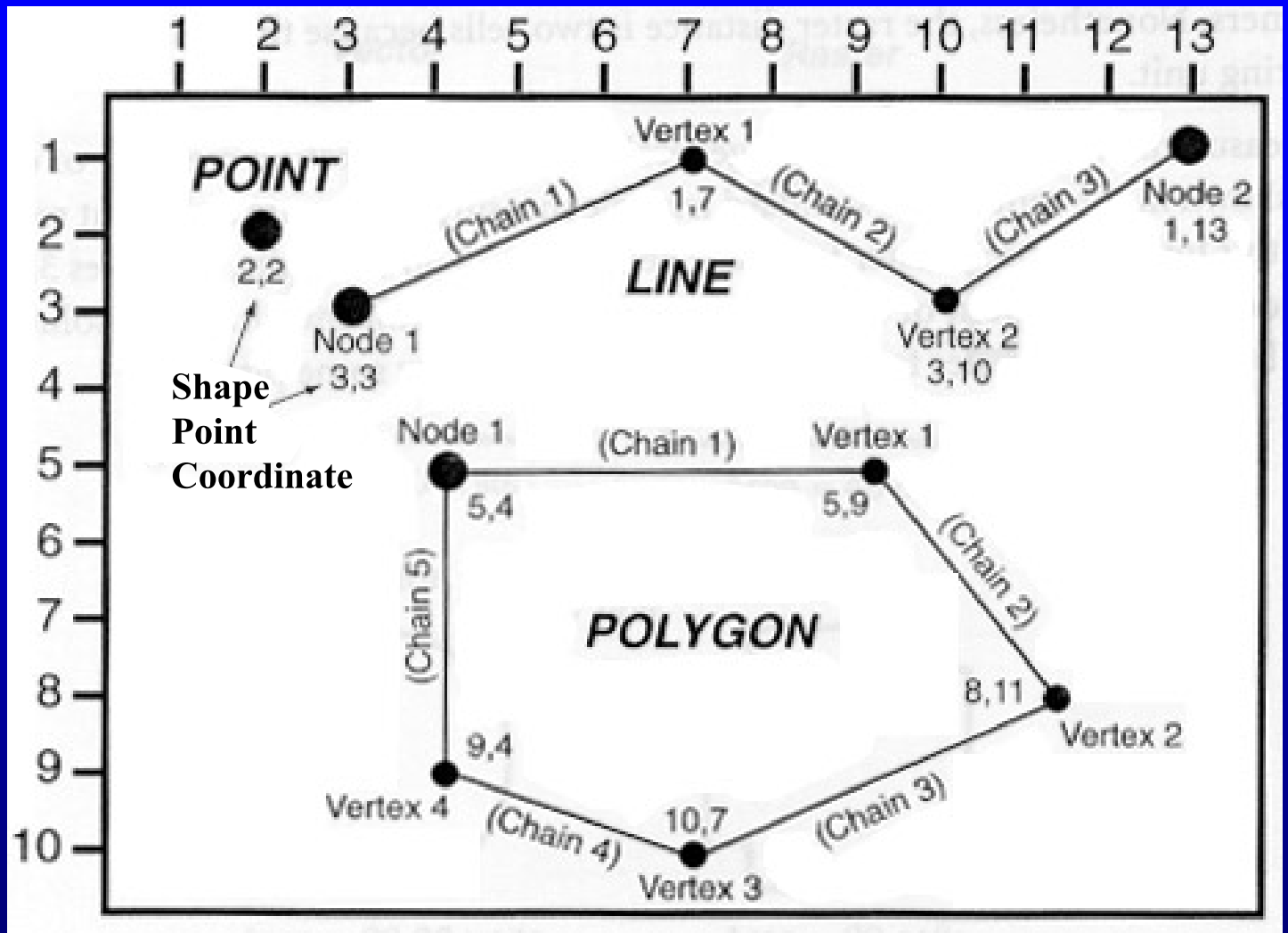
• ชุดของค่าพิกัด

8,6 ; 10,10 ; 12,8 ; 10,4 ; 8,6

ข้อมูลเชิงเส้น (Vector Data)

Vector Data Structure

- Node คือ Point ที่จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของ line หรือ polygon
- Vertex คือ Point ที่ตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนทิศทาง (bend) ของ line หรือ polygon
- Chains or links เป็นการแสดงการเชื่อมต่อกันระหว่าง shape points



แบบจำลองการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่แบบเวกเตอร์

1. แบบจำลองข้อมูลสปาเกตตี (Spaghetti Data Model)

2. แบบจำลองความสัมพันธ์แวดล้อม (Topological Model)

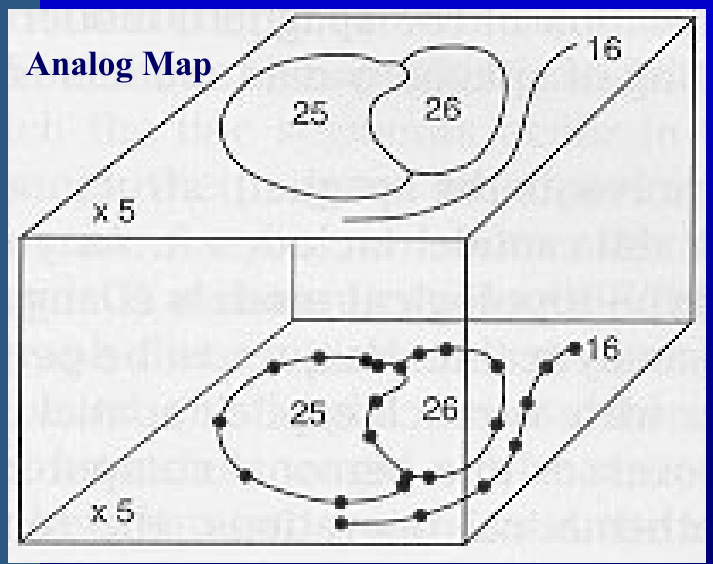
3. โครงข่ายสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า (Triangulated Irregular Network)

แบบจำลองข้อมูลสปาเกตตี
(Spaghetti Data Model)

- ใช้แนวคิดของ **ระบบพิกัดคาร์เตเซียน (Cartesian Coordination System)** ในการถ่ายทอดรายละเอียดหรือเก็บข้อมูล
- จุด ถูกเก็บบันทึกเป็นค่าพิกัด x,y หนึ่งคู่
- เส้น ถูกเก็บบันทึกเป็นกลุ่มของค่าพิกัด x,y ที่เชื่อมต่อกัน
- พื้นที่ ถูกเก็บบันทึกเป็นชุดของค่าพิกัด x,y ของเส้นที่ลากมาบรรจบเป็นขอบเขต
- เป็นแบบจำลองข้อมูลที่มีโครงสร้างของค่าพิกัดที่ไม่ซับซ้อน แต่ไม่เป็นระเบียบ
- ไม่มีการบันทึกความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่

แบบจำลองข้อมูลสปาเกตตี
(Spaghetti Data Model)

- มีประสิทธิภาพต่ำในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่
- มีประสิทธิภาพสูงในการผลิตแผนที่ เนื่องจากไม่มีการเก็บบันทึกรายละเอียดอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ค่าพิกัด x,y ทำให้สะดวกรวดเร็วในการแสดงผล



Digital map
(in Cartesian Coordination System)

โครงสร้างข้อมูล

Feature	Number	Location
Point	5	x.y (single pair)
Line	16	(String of x,y coordinate pairs)
Polygon	25	(Close loop of x,y coordinate pairs where first and last pair the same)
	26	(Close loop sharing coordinates of with adjacent polygons to form a date structure

แบบจำลองความสัมพันธ์แวดล้อม

(Topological Model)

- เป็นแบบจำลองที่อธิบายหรือกำหนดความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่
- เป็นลักษณะของความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงเรขาคณิต ที่ถูกแสดงอยู่ในรูปของเอนทิตีจุด, เส้น, และรูปหลายเหลี่ยม

- Point Entities

- Line/Arc Entities

- Node Entities

- Polygon Entities

แบบจำลองความสัมพันธ์แวดล้อม

(Topological Model)

Point Entities

- เอนทิตีต่าง ๆ ทางภูมิศาสตร์หรือทางกราฟฟิก ซึ่งกำหนดตำแหน่งด้วยค่าพิกัด X,Y เพียง 1 คู่ “และ/หรือมีข้อมูลคุณลักษณะที่ระบุว่า ตำแหน่ง ณ จุดนั้นคืออะไร” รวมทั้งข้อมูล/สารสนเทศอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย

Spatial graphic

Attribute table

Shape	Point
Area	0.000000
Perimeter	0.000000
P_	112
P_id	112
Village_	112
Village_id	11703
Vill_code	37011703
Vill_nam_e	Ban_Khok_Matum
Vill_nam_t	บ้านโคกมะตูม

P_ID	X	y
111	603074	18609
112	604899	18592
113	603234	18602

P_id	Vill_nam_e	Vill_nam_t
111	Ban_Sanam_Bin_Mai	บ้านสนามบินใหม่
112	Ban_Khok_Matum	บ้านโคกมะตูม
113	Ban_Nong_Pla_Khao	บ้านหนองปลาค้าว
114	Ban_Nong_Bua,_Saphan_San	บ้านหนองบัว,สะพาน3
115	Ban_Na_Pho_Daeng	บ้านนาโพธิ์แดง
116	Ban_Ta_Pakhao_Hai	บ้านตาปะขาวหาย

แบบจำลองความสัมพันธ์แวดล้อม

(Topological Model)

Line/Arc Entities

- เอนทิตีที่ประกอบไปด้วยชุดข้อมูลของจุด โดยเริ่มต้นที่ตำแหน่งหนึ่ง และสิ้นสุดที่จุดอีกตำแหน่งหนึ่ง

Node Entities

- คือ เอนทิตีจุดต่อ ที่ประกอบไปด้วยชุดข้อมูลของจุดต่อ (node) ซึ่งเป็นตำแหน่งของเส้น 2 เส้น หรือมากกว่ามาตัดกัน หรือเป็นตำแหน่งที่ปลายของเส้น ซึ่งเรียกว่า ส่วนโค้งไม่บรรจบ (dangling arc)

แบบจำลองความสัมพันธ์แวดล้อม

(Topological Model)

Polygon Entities

- ประกอบไปด้วยชุดข้อมูลของเส้นที่มาบรรจบกัน แทนขอบเขตของพื้นที่รูปหลายเหลี่ยม

Node

{Node No., (x,y)}

Chain

Start

Left

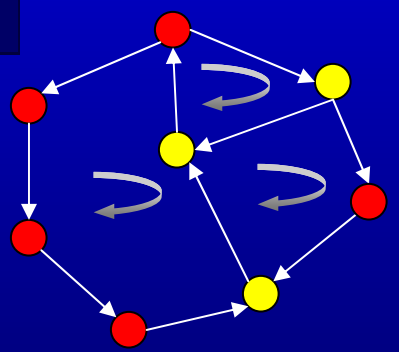
End

Start

Right

{Chain No., Start and End Node No., Left and Right Polygon No.}

Polygon



{Polygon No., Series of chain in clockwise chain No.}

Topology

การกำหนดความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของ feature ต่าง ๆ ทางภูมิศาสตร์

- เป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งใช้ในการกำหนดคุณลักษณะ (property) และความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (spatial relationship) โดยรวมถึงสิ่งเหล่านี้ด้วย :

  - การนิยามขอบเขตพื้นที่ของ Polygon
  - การเชื่อมต่อ (connectivity) ของ arc
  - ทิศทางของ arc
  - ความยาวของ arc
  - การต่อเนื่อง (adjacency หรือ contiguity) ของ Polygon

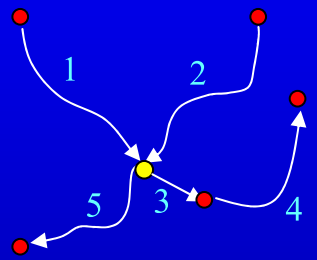
Topology

- **Topology ใช้ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ กำหนดคุณลักษณะเชิงพื้นที่**

ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่	คุณลักษณะเชิงพื้นที่
Arc แต่ละเส้นมี node เริ่มต้นของ arc และ node สิ้นสุดของ arc	ความยาวของ arc, ทิศทางของ arc
Arc เชื่อมต่อกับ arc เส้นอื่นที่ node	การเชื่อมต่อ (Connectivity)
Arc ที่ต่อเนื่องกันเป็นขอบเขตของ Polygon	พื้นที่ของ Polygon (Area) เส้นรอบวงของ Polygon (Perimeter)
Arc แต่ละเส้นมี Polygon ด้านซ้ายและ Polygon ด้านขวา	การต่อเนื่อง (Adjacency หรือ Contiguity)

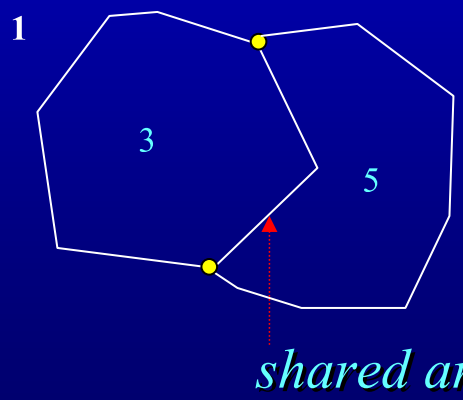
Topology

- **Defining spatial relationship**



Arc-node topology : กำหนดความยาว ทิศทาง และการเชื่อมต่อของ arc

- **Connectivity**
- **Length**
- **Direction**



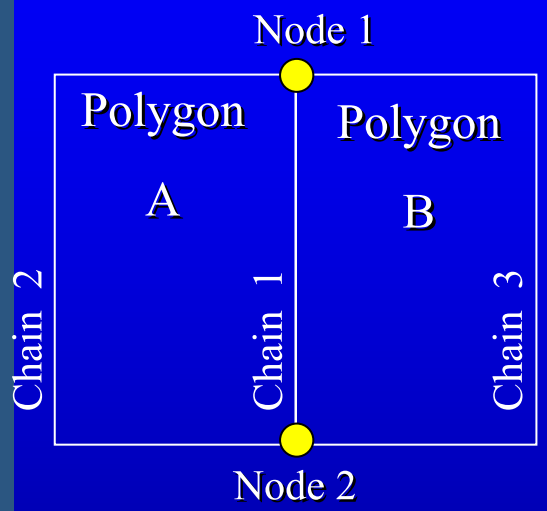
Polygon-arc topology :

แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง arc กับ polygon ที่เชื่อมต่อกันเป็นขอบเขต เส้นรอบรูป โดยจะกำหนดพื้นที่และความต่อเนื่อง

- **Adjacency**
- **Area definition**
- **Universe polygon (background)**

Topology

Topology Concepts



Polygon A is related to polygon B using chain 1

Chain Topology

Chain	Left Polygon	Right Polygon
1	A	B
2	O	A
3	B	O

O = outside

Phisanulok-Sukhothai Topology

Chain Topology of Phisanulok-Sukhothai

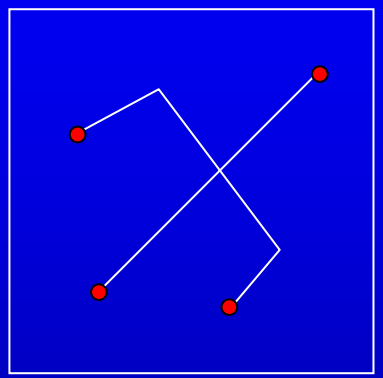
Chain	Left Polygon	Right Polygon
1	Sukhothai	Phisanulok
2	O	Sukhothai
3	Phisanulok	O

O = outside

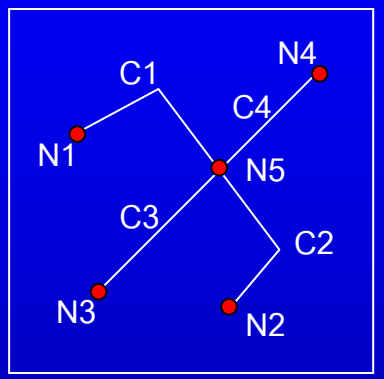
Applying Topology

Establishing Topology

Digitized



Topology

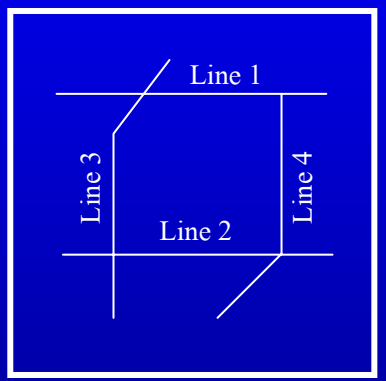


C = Chain ;

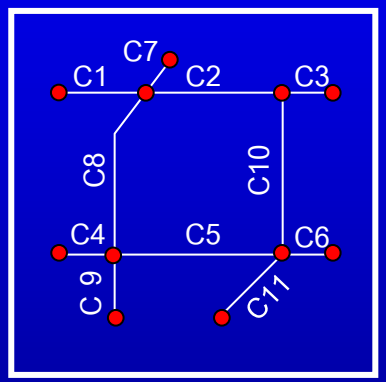
N = Node

Complex Line Topology

Digitized Spaghetti (unconnected chain)



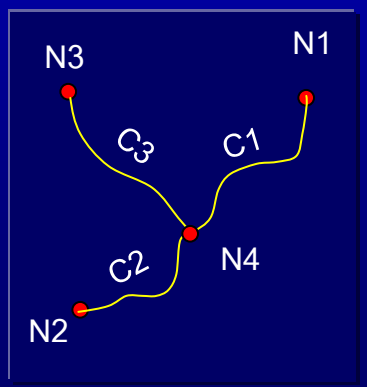
Topological Structure (connected chain)



C = Chain ;

● = Node

River Topology



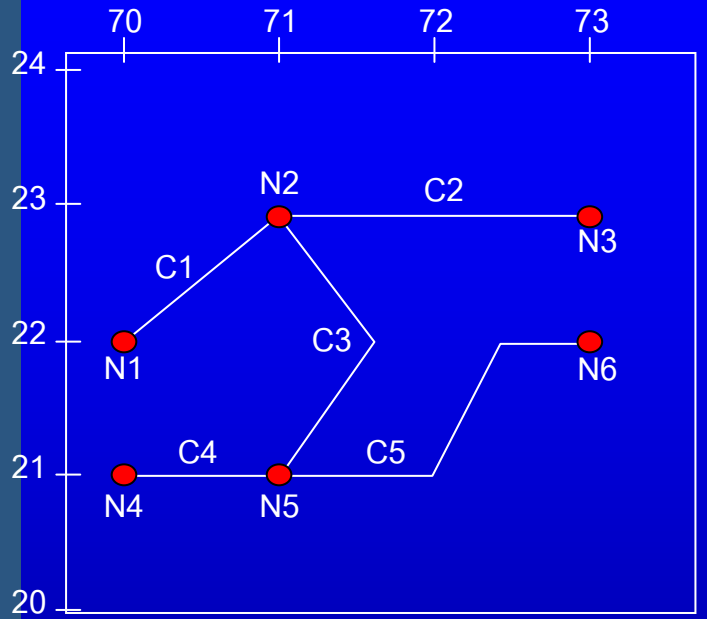
Chain Topology

Chain	Start Node	End Node
1	1	4
2	4	2
3	3	4

C = Chain ; N = Node

หลังจากการนำเข้าข้อมูล graphic มาสู่ระบบ GIS แล้วจะต้องทำการสร้าง Topology เพื่อสร้างตารางโครงสร้างข้อมูลสำหรับ Feature ต่าง ๆ

Topology Table1



C = Chain ;

N = Node

Chain Topology

Chain	Start Node	End Node
1	1	2
2	2	3
3	3	5
4	4	5
5	5	6

Chain Coordinates

Chain	Coordinates
1	70,22 71,23
2	71,23 73,23
3	71,23 71.5,22 71,21
4	70,21 71,21
5	70,21 72,21 72.5,22 73,22

Node Topology

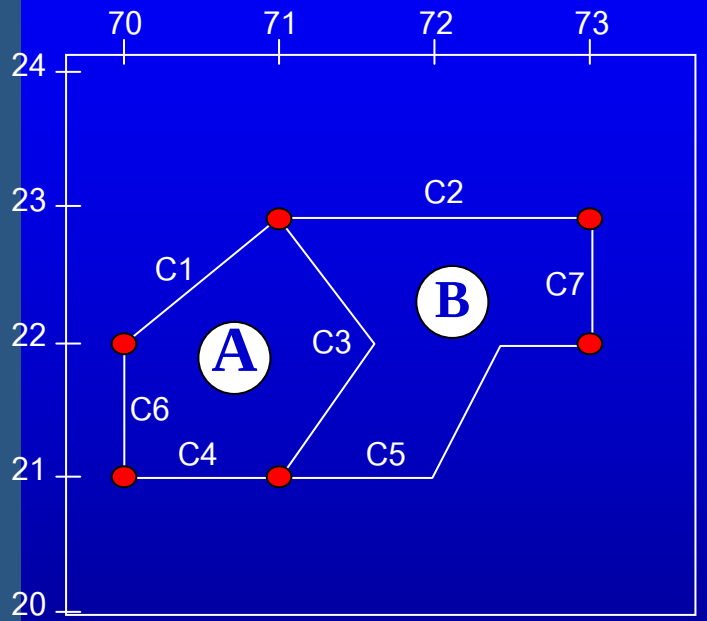
Node	Chains
1	1
2	1,2,3
3	2
4	5
5	3,4,5
6	5

- **Topology table** จะประกอบไปด้วยรายละเอียดทางโครงสร้างของข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในการกำหนดความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของ feature และใช้จำแนกชนิดของ feature อีกด้วย

- โดยที่ Node และ Chain เป็นองค์ประกอบทางโครงสร้างของข้อมูลที่สำคัญมาก สำหรับ Topology ของ Line feature และ polygon feature

Topology Table2

Polygon Features



C = Chain ;

= Node

Chain Topology

Chain	Left Polygon	Right Polygon
1	O	A
2	O	B
3	A	B
4	A	O
5	B	O
6	O	A
7	B	O

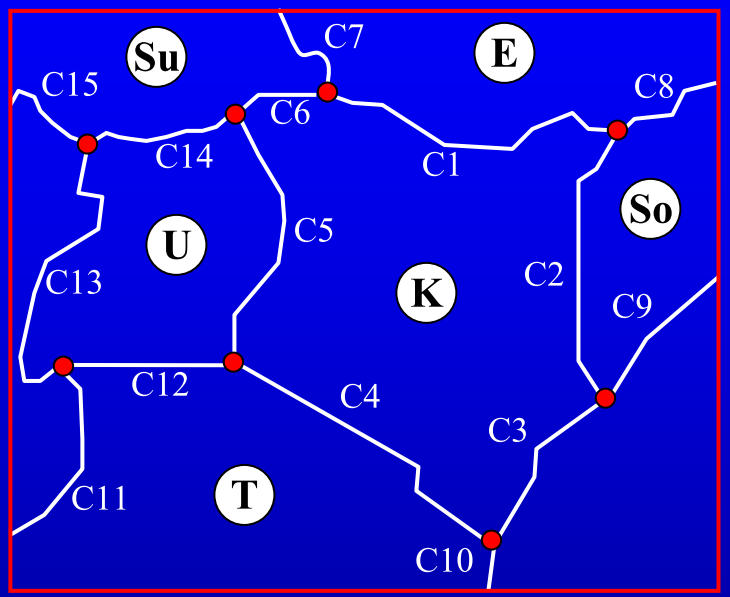
Polygon Topology

Polygon	Chains
1	1,3,4,6
2	2,3,5,7

• Polygon Topology จะมี ตาราง Node และ ตาราง Chain เหมือนกับโครงสร้างตารางของ Line feature เพียงแต่จะมี ตาราง “Polygon Topology Table” สร้างเพิ่มขึ้นมา เพื่อจะวินิจฉัยว่า แต่ละ polygon ถูกสร้างขึ้นมาด้วย chain ใดบ้าง

Topology Table2

Polygon Features



- Chain Topology Table จะวินิจฉัยถึง Polygon ที่อยู่ด้านซ้าย และขวาของแต่ละ Chain

Chain Topology

Chain	Left Polygon	Right Polygon
1	E	K
2	K	So
3	K	Outside
4	T	K
5	U	K
6	Su	K
7	Su	E
8	E	So
9	So	Outside
10	T	Outside
11	Outside	T
12	U	T
13	Outside	U
14	Su	U
15	Outside	Su

Polygon Topology

Polygon	Chains
K	1,2,3,4,5,6
E	1,7,8
So	2,8,9
T	4,10,11,12
U	5,12,13,14
Su	6,7,15

Polygon Attributes

Name	Chains	Area (km^2)
K	3406	584425
E	5315	1132320
So	2367	639065
T	3412	944900
U	2695	245060
Su	7647	2465308

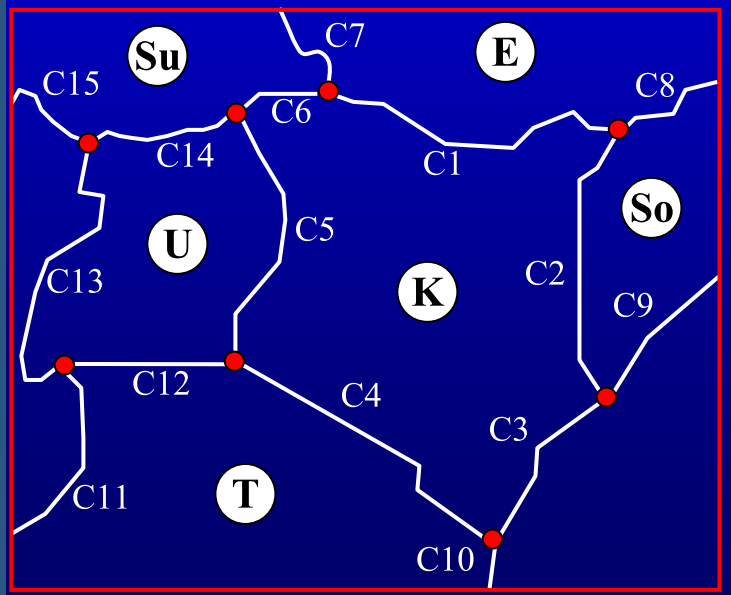
Topology's Contribution

Spatial Information

- ความยาว (Length), ระยะทาง (Distance), เส้นรอบรูป (Perimeter), และพื้นที่ (Area)

Spatial Relationship

- สร้างความสัมพันธ์กันเชิงพื้นที่ระหว่าง feature เช่น ภาวะการเชื่อม (Connections) ซึ่งเป็นฟังก์ชันในการเชื่อมกันระหว่าง polygon Features ที่อยู่ติดกัน ทำให้สามารถสอบถามหรือค้นหารายละเอียดของ polygon ที่อยู่ด้านซ้ายและด้านขวาของ line feature ได้



Polygon Topology

Name	Perimeter	Area (km^2)
K	3406	584425
E	5315	1132320
So	2367	639065
T	3412	944900
U	2695	245060
Su	7647	2465308

Chain Topology

Chain	Left Polygon	Right Polygon
1	E	K
2	K	So
3	K	Outside
-	-	-
15	Outside	Su

Topology's Contribution

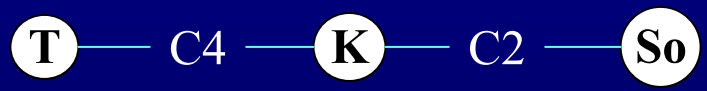
Multiple linkages

- แต่ละ feature จะถูกเชื่อมโยงเข้ากับ features อื่น ซึ่งจะเป็นการสร้าง multiple connection (Linkages) และ นำ features เหล่านั้นรวมเข้าด้วยกัน (Join)

Network analysis

- จากฟังก์ชัน Connection, ระยะทาง, และความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ นำมาประมวลผลรวมกันกับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ทำให้เกิดการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) ขึ้นได้ เช่น หาระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่าง features (shortage route) เป็นต้น

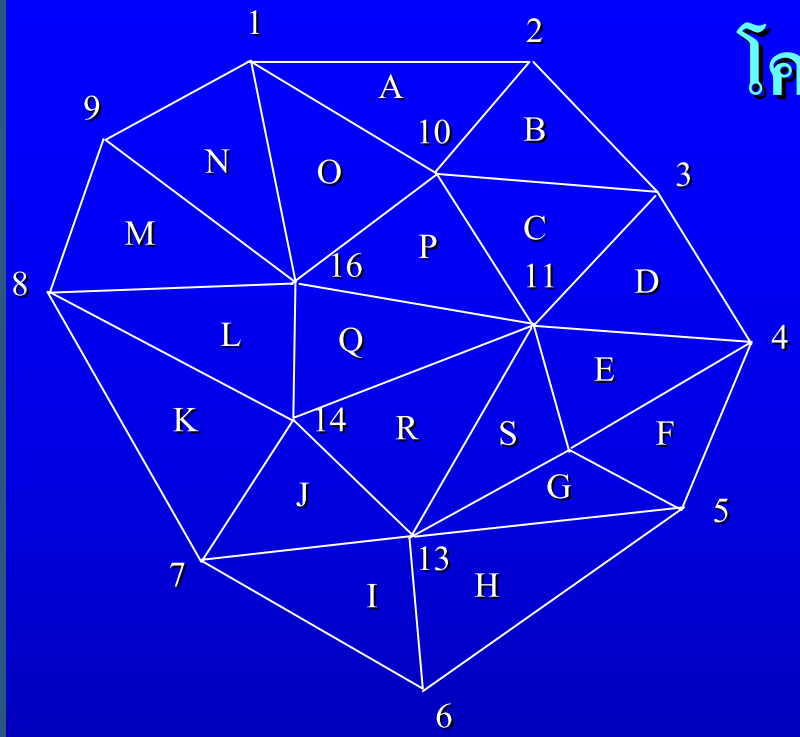
Multiple linkages



โครงข่ายสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า
(Triangulated Irregular Network:TIN)

- เป็นแบบจำลองภูมิประเทศ ที่ใช้โครงสร้างข้อมูลแบบ vector ร่วมกับแบบจำลองความสัมพันธ์
- เป็นการแสดงพื้นผิวของภูมิประเทศโดยใช้ชุด หรือกลุ่มของหน้าสามเหลี่ยม (triangular facet) ที่เชื่อมต่อกัน
- แต่ละชุดของ triangular facet จะมีค่าพิกัด X,Y (พิกัดตำแหน่ง) และ Z (ความสูง) บันทึกไว้เสมอ ซึ่งทำให้สามารถคำนวณหาปัจจัยต่าง ๆ ของลักษณะภูมิประเทศได้ เช่น ความลาดเอียง (slope)และทิศด้านลาด (aspect)

โครงสร้างของ TIN



X,Y Coordinate

Node	Coordinate
1	x1,y1
2	x2,y2
3	x3,y3
-	-
15	x15,y15

Z Coordinate

Node	Coordinate
1	z1
2	z2
3	z3
-	-
15	z15

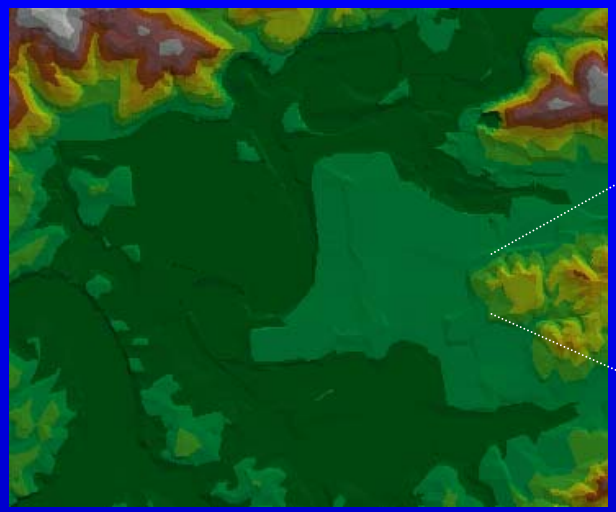
Edge Table

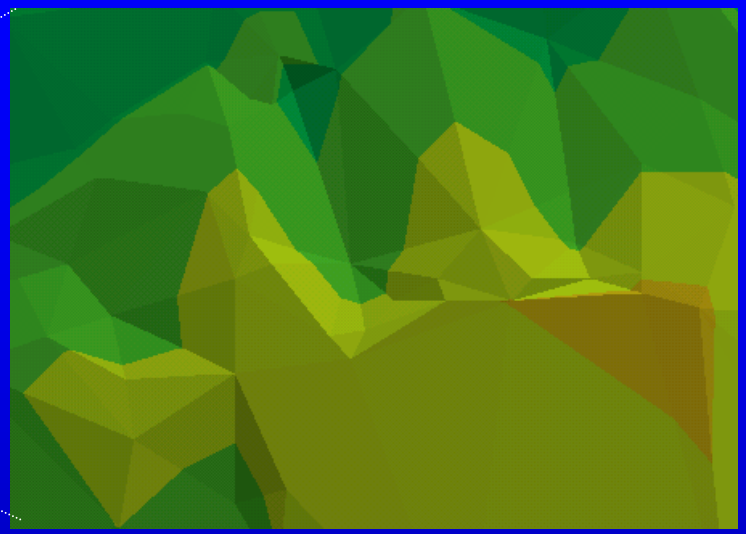
Triangle	▲ ที่อยู่ติด
A	B,Q
B	A,C
C	B,D,P
D	C,E
E	D,F,S
F	E,G
G	F,H,S
-	-
-	-
-	-
S	E,G,R

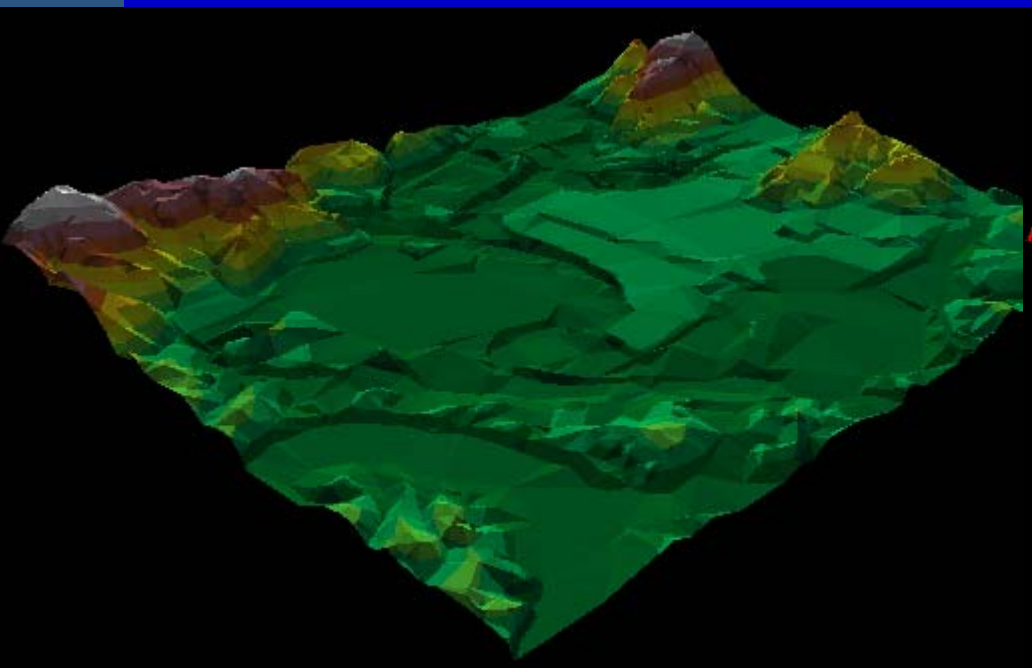
Node Table

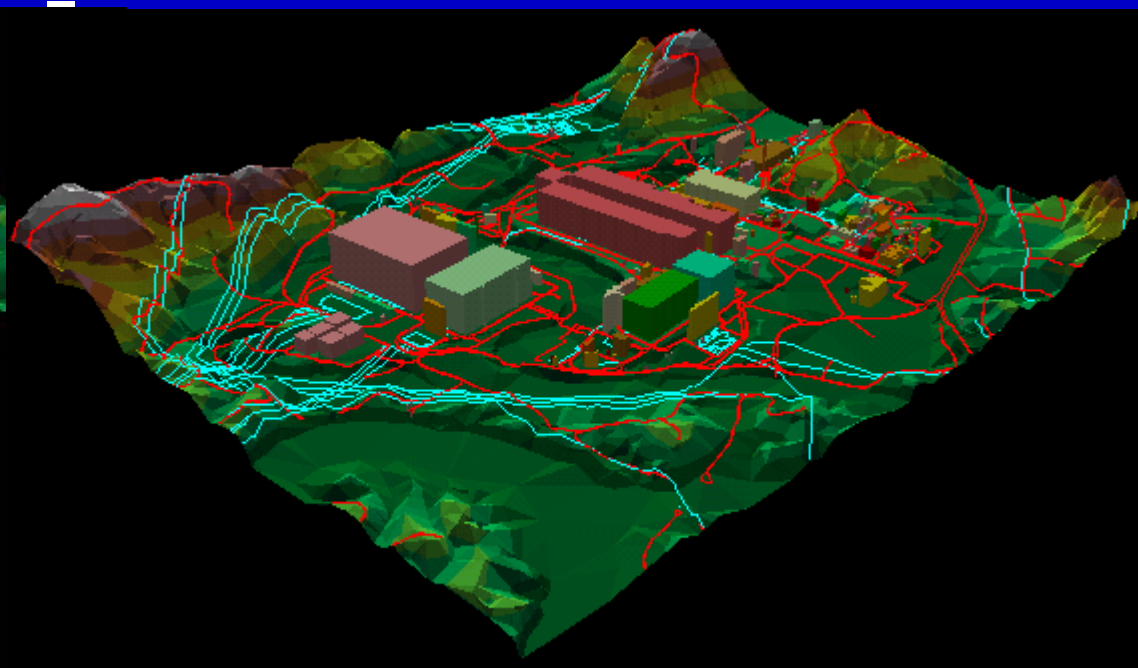
Triangle	Node
A	1,2,10
B	2,3,10
C	3,10,11
D	3,4,11
E	4,11,12
F	4,5,12
G	5,12,13
-	-
-	-
-	-
S	11,12,13

TIN









2. แบบจำลองแรสเตอร์ (Raster model)

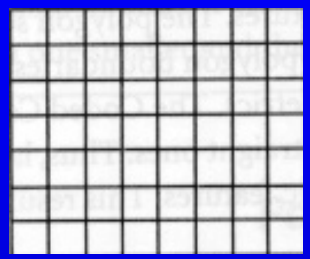
- เป็นแบบจำลองข้อมูลที่แสดง Feature ทางภูมิศาสตร์โดยใช้โครงสร้างแบบ grid cell (ตารางกริดขนาดเท่า ๆ กัน) โดยแต่ละช่องกริด (cell) จะเรียกว่า PIXEL (Picture cell)

- แต่ละ Pixel ในแฟ้มข้อมูลแบบ raster จะถูกกำหนดค่าให้เพียงค่าเดียว ซึ่งเรียกว่า Cell's value หรือ Value หรือ Code หรือ **ค่าเชิงคุณลักษณะ**

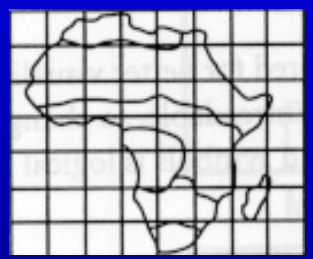
- ค่าที่ถูกเก็บบันทึกในแต่ละ pixel จะเป็นค่าที่เป็นตัวแทนของ feature ทั้งหมดภายในแต่ละ pixcel ซึ่ง ค่าเหล่านี้ ไม่ได้แสดงถึงรูปร่าง ขนาด และตำแหน่งที่แท้จริงของแต่ละ Feature

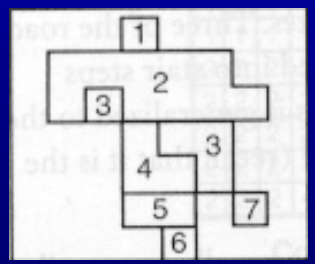
Raster Resolution

Low Resolution



8 x 7 grid
1 cell = 1,210,000 km^2



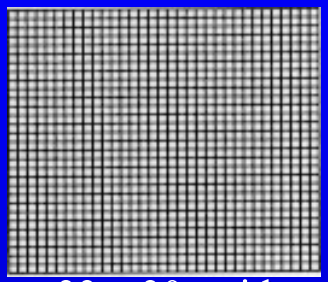


Digitized Vector Map

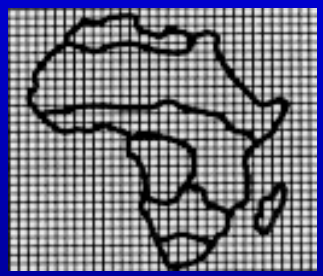
GRIDED

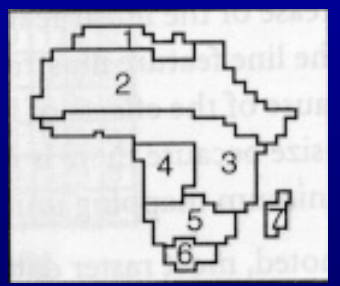
Raster Map

High Resolution



33 x 30 grid
1 cell = 90,000 km^2





More Spatial resolution & accuracy

การลดขนาดแฟ้มข้อมูล Raster

สามารถทำได้โดยการบีบอัดข้อมูล (data compression) ซึ่งได้แก่

1. การเข้ารหัสช่วงยาว (run-length encoding)

เป็นวิธีการที่รวม CELL ที่อยู่ติดกันในแถวหนึ่ง ๆ ที่มีค่าเชิงคุณลักษณะเหมือนกัน และจัดให้เป็นกลุ่มเดียวกัน เรียกว่า ช่วง (run) แล้วจะบันทึกค่านั้นเพียงครั้งเดียว พร้อมกับบันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับขนาดหรือจำนวน Cell (length) และตำแหน่งของช่วงว่างอยู่แถวใด

- การเข้ารหัสช่วงยาวแบบมาตรฐาน (standard run-length encoding)
- การเข้ารหัสตำแหน่งของค่าเชิงคุณลักษณะ (Value point encoding)

การเข้ารหัสช่วงยาวแบบมาตรฐาน
(Standard run length encoding)

- เป็นการกำหนดค่าของข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (value), จำนวน cellในแต่ละช่วง (run length), และเลขหมายประจำแถว (row number) จะถูกบันทึก

	0	1	2	3
0	A	A	A	A
1	B	B	B	B
2	C	C	C	C
3	C	C	A	A

จำนวนค่าของข้อมูล เท่ากับ 4 x 4 = 16

Value	Length	Row
A	4	0
B	4	1
C	4	2
C	2	3
A	2	3

จำนวนค่าของข้อมูล เท่ากับ 5 x 3 = 15

การเข้ารหัสตำแหน่งของค่าเชิงคุณลักษณะ (Value point encoding)

- เป็นการกำหนดตำแหน่งของค่าเชิงคุณลักษณะ (code) ที่เหมือนกันประจำ cell ซึ่งอยู่ท้ายสุดของแต่ละช่วง โดยเริ่มต้นจากมุมซ้ายบนนับไปทางขวา และ จากแถวบนลงมาแถวล่าง

- โดยตำแหน่งของ cell ท้ายสุดของแต่ละช่วงจะถูกบันทึกลงใน column ที่ชื่อ Point ส่วนค่าเชิงคุณลักษณะประจำ cell (Value) ในแต่ละช่วงจะถูกบันทึกลงใน column ที่ชื่อว่า value

การเข้ารหัสตำแหน่งของค่าเชิงคุณลักษณะ (Value point encoding)

บันทึกรหัส raster แบบธรรมดา

	0	1	2	3
0	A	A	A	A
1	B	B	B	B
2	C	C	C	C
3	C	C	A	A

จำนวนค่าของข้อมูล เท่ากับ 4 x 4 = 16

การเข้ารหัสตำแหน่งของค่าเชิงคุณลักษณะ

Value	Point
A	03
B	13
C	23
C	31
A	33

จำนวนค่าของข้อมูล เท่ากับ 5 x 2 = 10

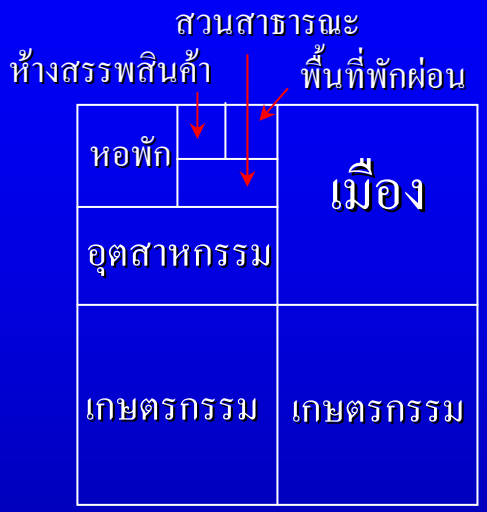
การลดขนาดแฟ้มข้อมูล Raster

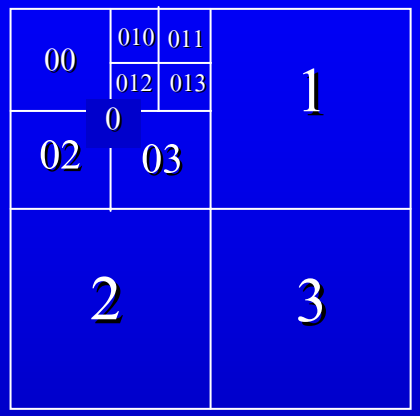
2. โครงสร้างข้อมูลแบบต้นไม้สี่กิ่ง (Quadtree)

- เป็นวิธีการบีบอัดข้อมูล Raster โดยการแบ่งพื้นที่ออกเป็น cell ขนาดแตกต่างกัน แทนที่จะเป็น cell ขนาดเดียวกัน โดยจะแบ่งย่อย cell ให้มีขนาดเล็กลงเฉพาะในพื้นที่ที่ต้องการ

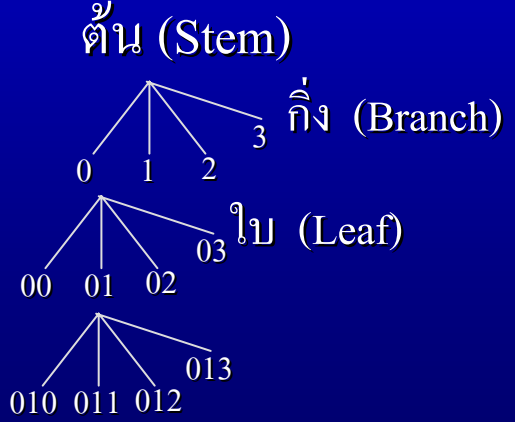
- cell ขนาดใหญ่จะบันทึกรหัสแทนพื้นที่ที่มีค่าเชิงคุณลักษณะแบบเอกพันธ์ (homogenous), cell ขนาดเล็กจะใช้กับพื้นที่ที่มีความแตกต่างของค่าเชิงคุณลักษณะมาก

โครงสร้างข้อมูลแบบต้นไม้สี่กิ่ง (Quadtree)





- แบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน
- กำหนดหมายเลขประจำ cell จากซ้ายไปขวาและจากบนลงล่าง
- cell ที่มีค่าเชิงคุณลักษณะเหมือนกัน ไม่ต้องแบ่งย่อยอีก



ลำดับกิ่งก้าน			ค่าเชิงคุณลักษณะ
1	2	3	
0			เขตพานิชณ์
	00		หอพัก
	01		พื้นที่ให้บริการ
		010	ห้างสรรพสินค้า
		011	พื้นที่พักผ่อน
		012, 013	สวนสาธารณะ
	02,03		อุตสาหกรรม
1			เขตเมือง
2,3			เกษตรกรรม

ข้อดีและข้อด้อยของ โครงสร้างข้อมูลแบบต้นไม้สี่กิ่ง

- สามารถระบุ cell ที่อยู่โดยรอบได้ โดยอาศัยหมายเลขประจำ cell ซึ่งจะสะดวกในการจัดระเบียบของข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ เนื่องจาก cell ที่ใกล้กันบนแผนที่จะถูกบันทึกในตำแหน่งที่ใกล้กันในแฟ้มข้อมูล

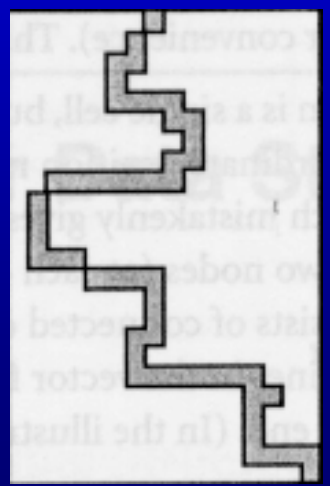
- สามารถปรับระดับของความละเอียดของ cell ได้ง่าย

- ใช้เวลานานในการสร้างและปรับปรุงแฟ้มข้อมูล

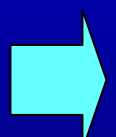
- แฟ้มข้อมูลอาจมีขนาดใหญ่มาก ถ้าค่าของข้อมูลเชิงคุณลักษณะมีความหลากหลายและการกระจายตัวเป็นกลุ่มเล็ก ๆ

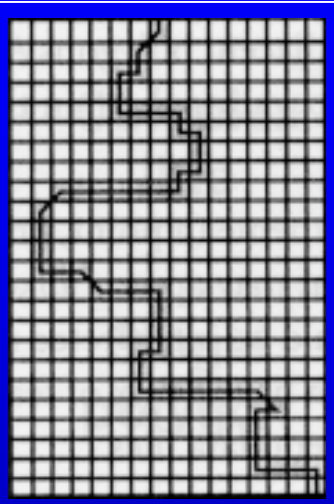
Raster to Vector Conversion

Original river

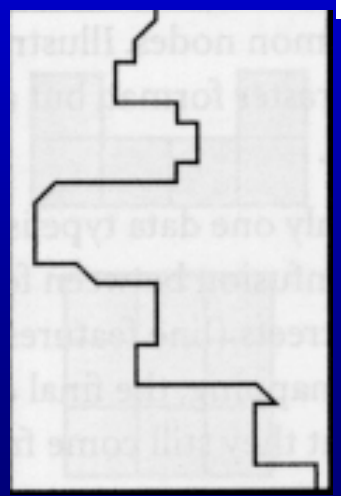


Raster version



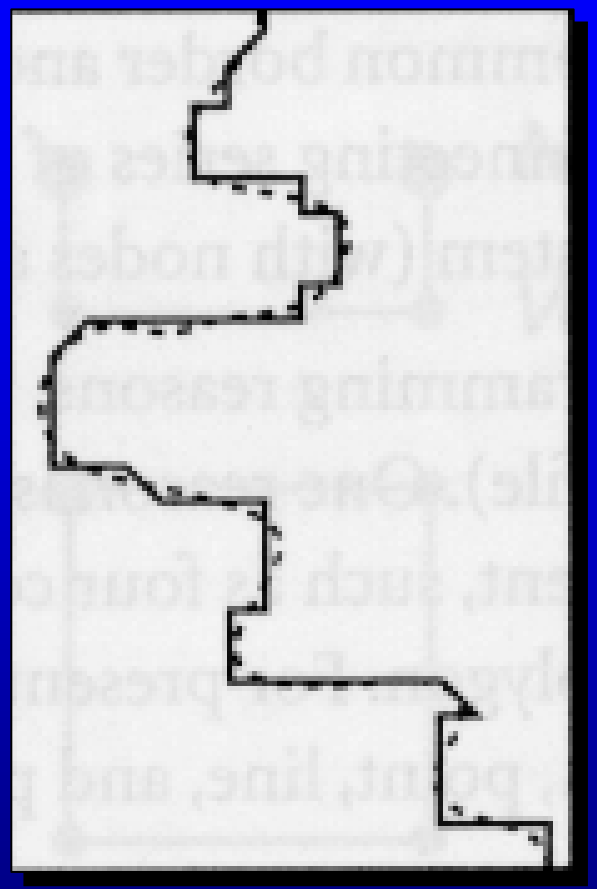


1. Cell-Center Connections



2. Vectorized River

Vectorization



Comparison :

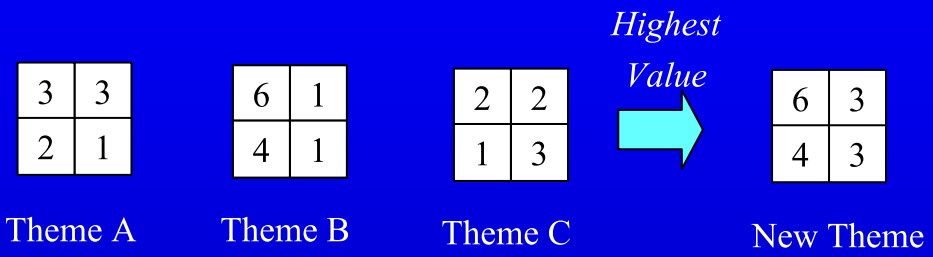
Original & Vectorized version

Raster Advantages

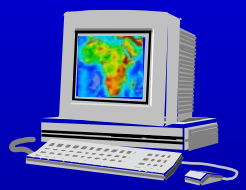
1: Simple Data Structure

2	1	0	0
3	4	2	5

2: Easy Analysis

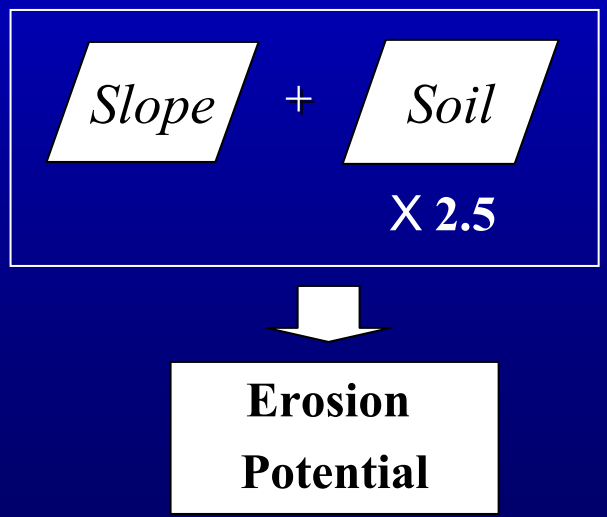


3: Low-Tech Platforms



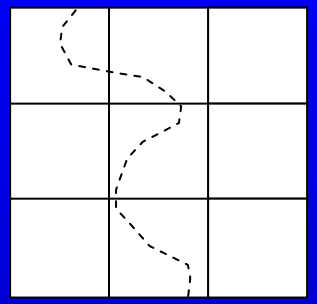
4: Remote Sensing image

5: Modeling

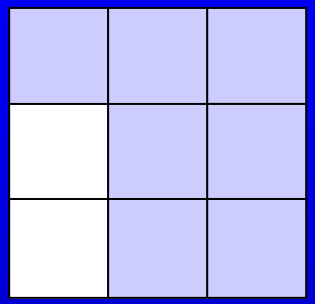


Raster Disadvantages

1: Spatial inaccuracy

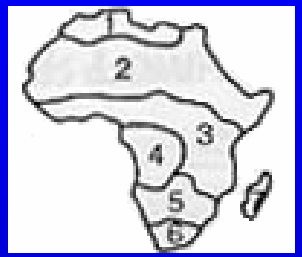


Vector river



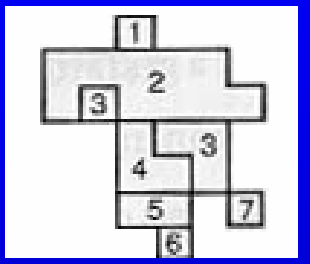
Raster version

2: Generalization



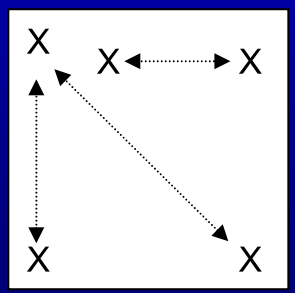
Original map

Low Resolution raster



High Resolution raster

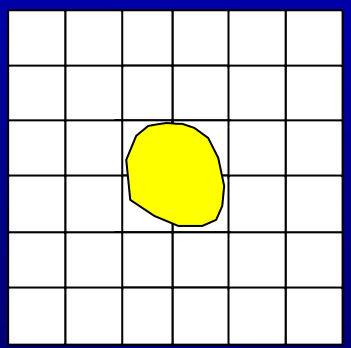
3: Implicit Data



(caused by data generalization)

Implied location

4: Large Data Sets



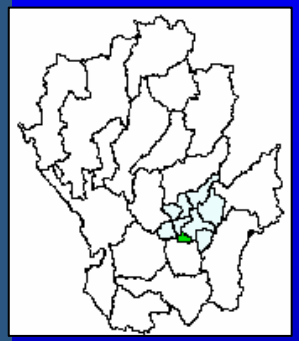
Single feature

0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	2	2	0	0
0	0	2	2	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

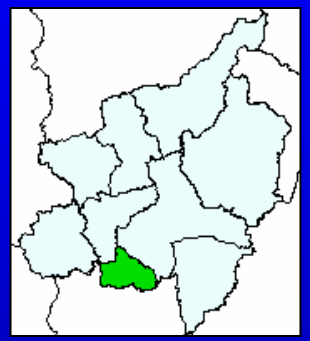
Every cell code

Vector Advantages

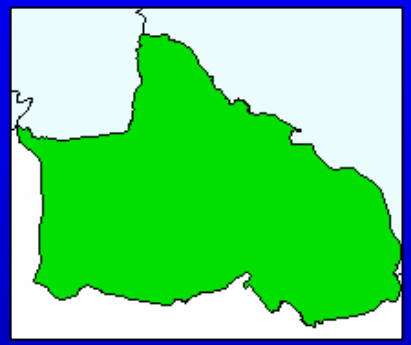
1: High-resolution Map Analog
(high spatial accuracy)



Northern Thailand

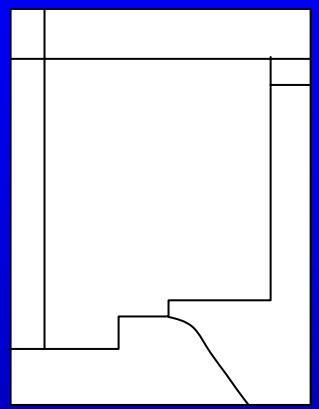


Zoom1:Phisanulok

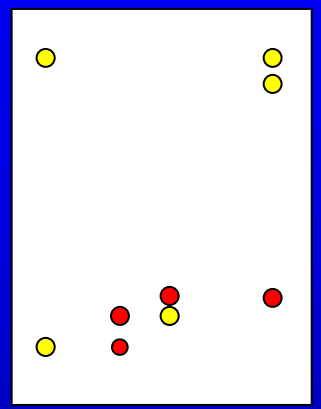


Zoom2 :Bang Kra-tum

2: Node-Vertex Storage
(less storage space & better capacity)

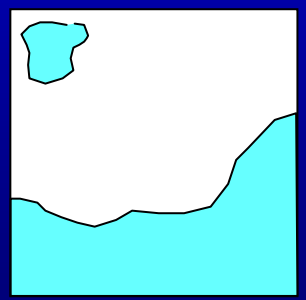


Vector Display

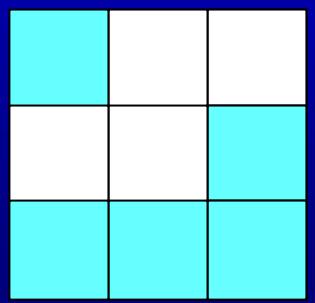


Shape Point Storage

3: Understandable



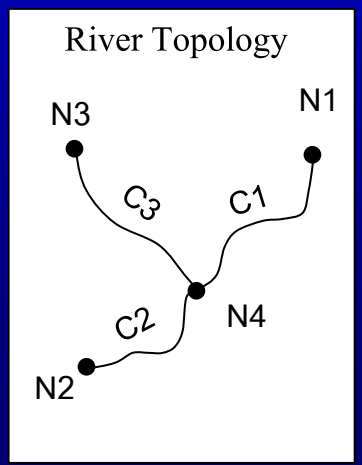
Vector



Raster

(better quality of display and presentation)

4: Topology
(special data structure for advantage in GIS)



Vector Disadvantages

1: Complex Data Structure

Chain Topology

Chain	Start Node	End Node
1	1	2
2	2	3
3	3	5
4	4	5
5	5	6

Node Topology

Node	Chains
1	1
2	1,2,3
3	2
4	4
5	3,4,5
6	5

Chain Coordinates

Chain	Coordinates
1	70,22 71,23
2	71,23 73,23
3	71,23 71,51 71,21
4	70,21 71,21
5	70,21 72,21 72,22 73,22

Node Coordinates

Node	X	Y
1	70	22
2	71	23
3	73	23
4	70	21
5	71	21
6	73	22

2: Demanding Teaching

Technical skill required

3: Introductory Training

Decision of cost, needed technical skill, applications, relevancy , and other considerations

เปรียบเทียบโครงสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่แบบ Raster และ Vector

เปรียบเทียบคุณลักษณะบางประการของข้อมูลแบบ Raster และ แบบ Vector

คุณลักษณะ	Raster	Vector
การรวบรวมข้อมูล	เร็ว	ช้า
ความคมชัด	ปานกลาง	ดี
โครงสร้างข้อมูล	ง่าย	ซับซ้อน
ความละเอียดเชิงเรขาคณิต	ต่ำ	สูง
การวิเคราะห์แบบโครงข่าย	ไม่ดี	ดี
การวิเคราะห์เชิงพื้นที่	ดี	ปานกลาง
การวางนัยทั่วไป	ง่าย	ซับซ้อน

ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของ Coverage

Coverage

- คือ หน่วยพื้นฐานในการเก็บข้อมูลเวกเตอร์ของ **ARC/INFO** ในลักษณะเป็น directory
- สามารถเก็บชั้นข้อมูลแผนที่ในเชิงตัวเลข (digital format) ซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบด้วย Feature ทางภูมิศาสตร์เพียงประเภทเดียว เช่น แม่น้ำ หรือ ชนิดดิน เป็นต้น
- ประกอบไปด้วยข้อมูลแสดงตำแหน่งที่ตั้ง และข้อมูลเชิงคุณลักษณะของ feature ทางภูมิศาสตร์
- Coverage เป็นการแยกประเภทข้อมูลที่เรียกว่า Theme ภายในพื้นที่ทางภูมิศาสตร์หนึ่ง ๆ

ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของ Coverage

ARC/INFO

ใช้ feature แบบ จุด เส้น พื้นที่ และข้อความ เพื่อใช้แทนปรากฏการณ์บนพื้นโลกดังนี้

ประเภท feature	สิ่งที่แสดง	ตัวอย่าง
POINT	Point feature ตำแหน่งค่าพิกัด X,Y 1 คู่	บ่อน้ำ ที่ตั้งอำเภอ
ARCS	Linear feature ชุดของตำแหน่งค่าพิกัด X,Y	ถนน ลำธาร เส้นสาธารณูปโภค
NODES	ตำแหน่งค่าพิกัด X,Y ซึ่งปรากฏที่จุดตัดของเส้น	ไฟจาราจร
POLYGONS	Areal feature พื้นที่ประเภทเดียวกันซึ่งถูกล้อมรอบด้วยเส้นแสดงขอบเขต	แปลงที่ดิน ขอบเขตการใช้ที่ดิน

ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของ Coverage

ARC/INFO

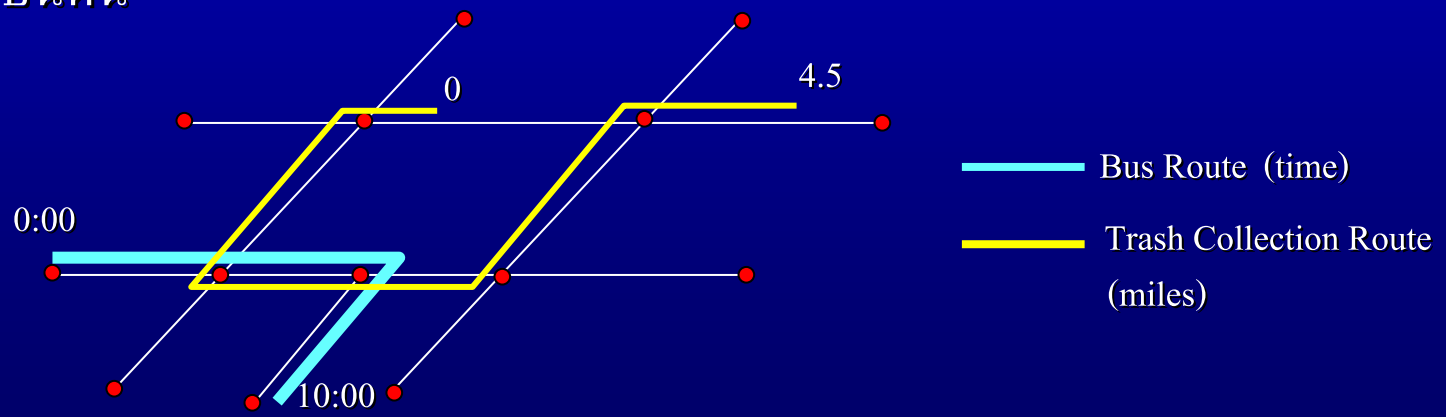
ประเภท feature เพิ่มเติม ที่เป็นกลุ่มของเส้น พื้นที่ และข้อความ ที่ซับซ้อน

ประเภท feature	สิ่งที่แสดง	ตัวอย่าง
ROUTES	Linear feature ซึ่งประกอบไปด้วยเส้นและระบบการวัดลายเส้น (a linear measurement system)	Route ซึ่งแสดงเครือข่ายการขนส่ง
REGIONS	Areal feature ประกอบด้วยหนึ่งหรือหลาย polygon	แปลงที่ดิน พื้นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า
ANNOTATION	ข้อความเชิงบรรยาย ที่สัมพันธ์กับ feature ทางภูมิศาสตร์	ชื่อถนน ชื่อชุดดิน

ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของ Coverage

ROUTE-SYSTEM

- Route (เส้นทาง) เป็น การจัดรวม section ต่าง ๆ ซึ่งแสดง linear feature อย่างเป็นลำดับ
- Section (ส่วนของเส้นทาง) คือ arc หลายเส้น ซึ่งรวมกันเป็นกลุ่ม
- Measures เป็นการวัด เพื่อใช้จัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีพื้นฐานอยู่บนการวัดแบบลายเส้น (linear measure) เช่น การแสดงข้อมูลเป็นระยะทาง หรือ เวลา
- Route System เป็นการรวบรวมเอา route, section และการวัดระยะเข้าด้วยกัน
- Coverage หนึ่ง ๆ ของ ARC/INFO สามารถเก็บระบบ Route ได้หลายระบบ โดยแต่ละระบบจะเป็นประเภทย่อย (subclass) ที่แยกจากกัน เช่น เส้นทางเดินรถประจำทาง, ทางด่วน, เส้นทางเดินรถโรงเรียน, และอื่น ๆ เป็นต้น



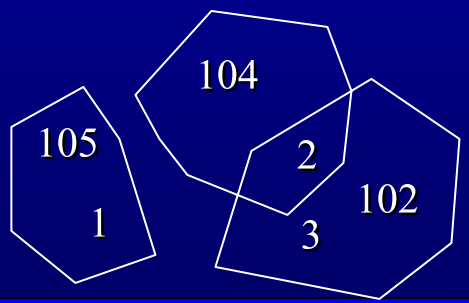
ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของ Coverage

REGIONS

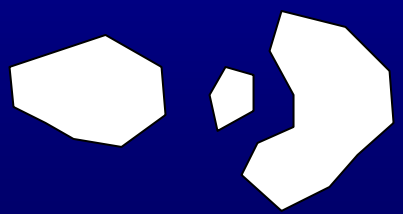
เป็นประเภทของ feature ถูกออกแบบเพื่อดัดแปลง feature ที่เกี่ยวกับพื้นที่ ดังต่อไปนี้

- Polygon ที่ซ้อนทับ “overlapping polygon” ของข้อมูลประเภทเดียวกัน (เช่น พื้นที่ที่มีทั้งน้ำมัน และก๊าซ)
- กลุ่มของ polygon ที่ต่อกัน หรือไม่ต่อกัน (noncontiguous) สามารถรวมเป็น feature ทางภูมิศาสตร์ชนิดหนึ่งได้ (เช่น หมู่เกาะ)
- “Nested Polygon” คือกลุ่ม polygon ซึ่งรวมกันเป็นพื้นที่ 1 ผืน ในระดับที่สูงขึ้นไปตามแบบโครงสร้างต้นไม้หัวกลับ (hierarchy) เช่น เขตสำมะโนประชากร ประกอบด้วย กลุ่มสำมะโนประชากรย่อย

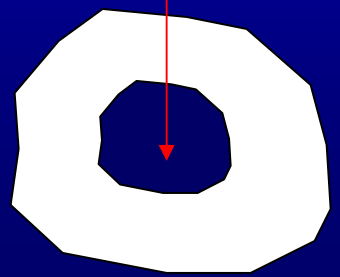
Overlapping polygon



Noncontiguous polygon



Hole (Void area)



การเชื่อมโยง Feature เข้ากับ Attribute Data

- ทุก feature ใน coverage จะมีตัวชี้ (identifier) ซึ่งเป็นตัวเลขไม่ซ้ำกันกับ feature อื่นๆ โดยจะแสดงตำแหน่งและชุดของข้อมูลคุณลักษณะที่ไม่ซ้ำกันกับ feature อื่น

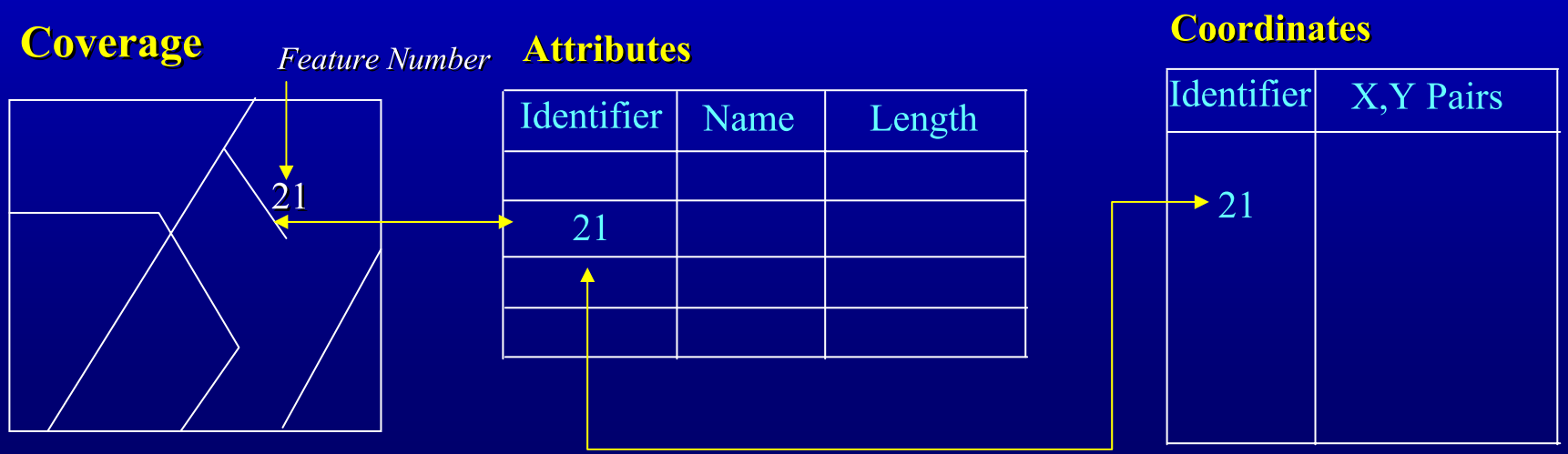
แบบจำลองข้อมูลของ Coverage

เชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่ (ข้อมูลที่ตั้งและความสัมพันธ์ทางพื้นที่) กับข้อมูลเชิงคุณลักษณะเข้าด้วยกัน

- ข้อมูลเชิงที่ตั้ง (coordinate) บอกถึง ตำแหน่งของ feature
- ความสัมพันธ์ทางพื้นที่ บอกถึง ตำแหน่งของ feature ในลักษณะที่สัมพันธ์กับ feature อื่น
- ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (attribute) บอกว่า feature นั้นคืออะไร

การเชื่อมโยง Feature เข้ากับ Attribute Data

- Identifier จะถูกเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลที่ตั้ง (ค่าพิกัด หรือ Coordinate data) และแฟ้มข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (attribute data) ซึ่งทำให้มั่นใจถึงความสัมพันธ์แบบ 1 ต่อ 1 ที่ถูกต้องของข้อมูลเชิงพื้นที่และเชิงบรรยาย
- กุญแจสำคัญในการเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูลเชิงคุณลักษณะคือ Identifier



ชนิดของ Topology

Types of Topology

Line features can share endpoints

arc-node topology

Area features can overlap with other area features

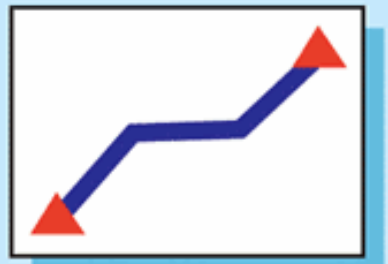
region topology

Area features can share boundaries

polygon topology

Line features can share endpoint vertices with point features

node topology

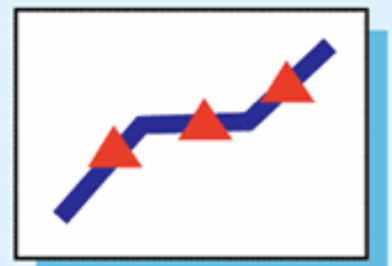


Line features can share segments with other line features

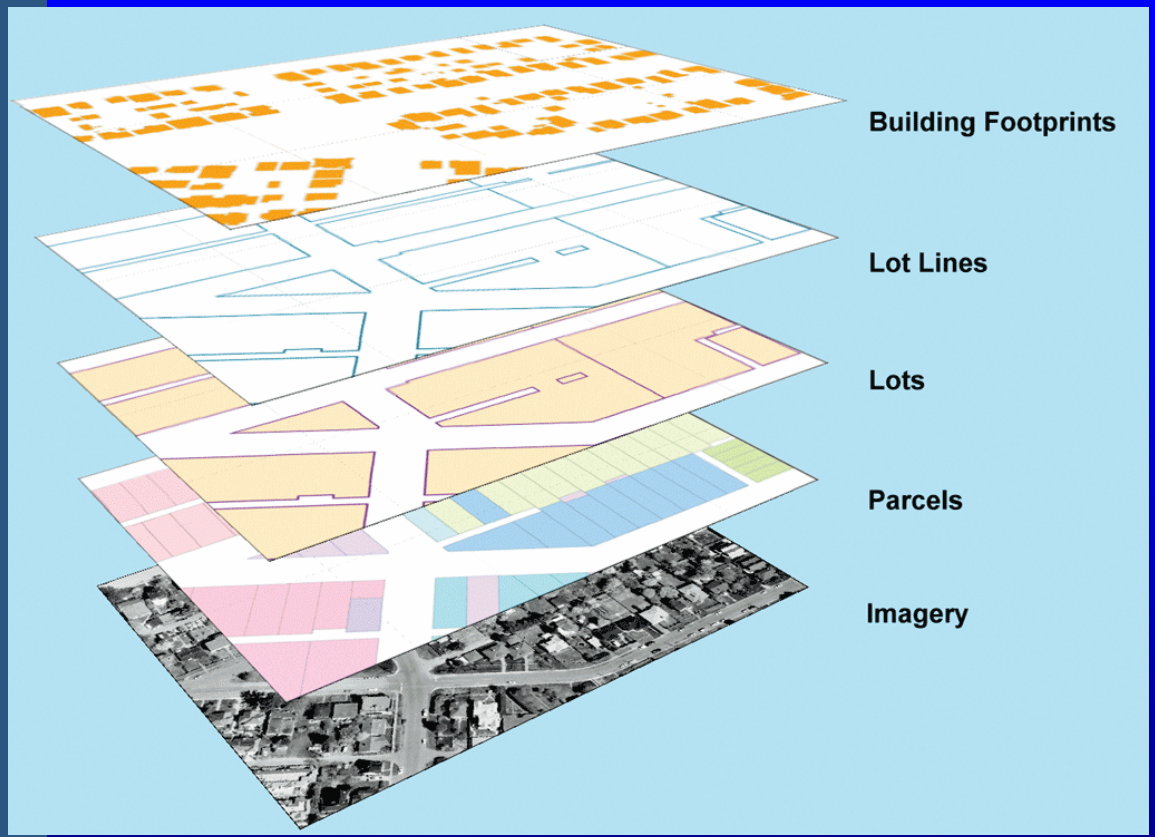
route topology

Point features can share vertices with line features

point events



ชนิดของ Topology



A simple geodatabase

Topology **ParcelFeatures**

Cluster tolerance: *0.0098026437*

Participating feature classes and weights

Feature class	Coordinate Rank
Buildings	5
Lot Lines	1
Lots	2
Parcels	3
Imagery	-

Topology rules

Topology rules
Lots cannot overlap one another
Lots must completely cover Parcels
Lot Lines boundaries must be covered by Parcels

topology rules that could be applied to this data

ฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Database)

การเชื่อมโยงกันของข้อมูล

- ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (attribute data) จะถูกจัดเก็บในรูปตารางและจัดการโดย RDBMS (Relational Database Management System)
- ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) จะถูกจัดเก็บในแฟ้มข้อมูลและจัดการโดยซอฟแวร์ GIS

ชั้นข้อมูลต่าง ๆ ทางภูมิศาสตร์

- Feature ทางภูมิศาสตร์ จะถูกนำมาจัดเก็บในชั้นข้อมูล (Layer) หรือ เรื่อง (Theme) อย่างเป็นระบบ
- ตัวอย่างคือ แผนที่ฐาน (Base map) สามารถนำมาจัดออกได้หลาย Theme เช่น ขอบเขตการปกครอง ลำธาร ถนน เส้นระดับชั้นความสูง เป็นต้น

ฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์
(Geographic Database)

- เป็นที่เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่อยู่ภายในพื้นที่บนโลกบริเวณเดียวกัน
- มีโครงสร้างที่ให้บริการแก่ระบบงานระบบหนึ่ง หรือหลายระบบอย่างมีประสิทธิภาพ
- ข้อมูลต่างชนิดกันจะถูกจัดเก็บไว้ด้วยโครงสร้างที่ต่าง กัน โดยข้อมูลเหล่านี้จะเชื่อมโยงกันด้วยตัวเลข “Identifier” ที่ไม่ซ้ำกัน ซึ่งถูกเก็บไว้ทั้งในข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลคุณลักษณะ

Attribute Table

Identifier	Length	Streat Name

Layers in a geographic database