Chapter 2 Spatial data

To understand GIS , we must understand spatial data, also called geographic data. This is not a long chapter, but it is one of the most important. Topics include the following: *Data and Information*: Differences, value, and use. *Spatial Data*: What it is, types, and characteristics. *Databases*: What they are and how they work, particularly for GIS. *Database Approach*: A wonderful way to manage and work with data. This chapter also discusses an aspect of spatial data structure important to an understanding of how GIS operates: raster and vector formats. These, along with topology (see Chapter 3), form the basic foundation of data construction and function. Raster and vector formats are a way of defining spatial data in the computer. Topology is a special characteristic of spatial data that establishes powerful relationships among features. Before we explore raster and vector formats, we need to look at some definitions.

องค์ประกอบหนึ่งของ GIS คือในเรื่องของข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีคุณลักษณะและคุณสมบัติเฉพาะและต่างจากข้อมูลสารสนเทศโดยทั่วไป

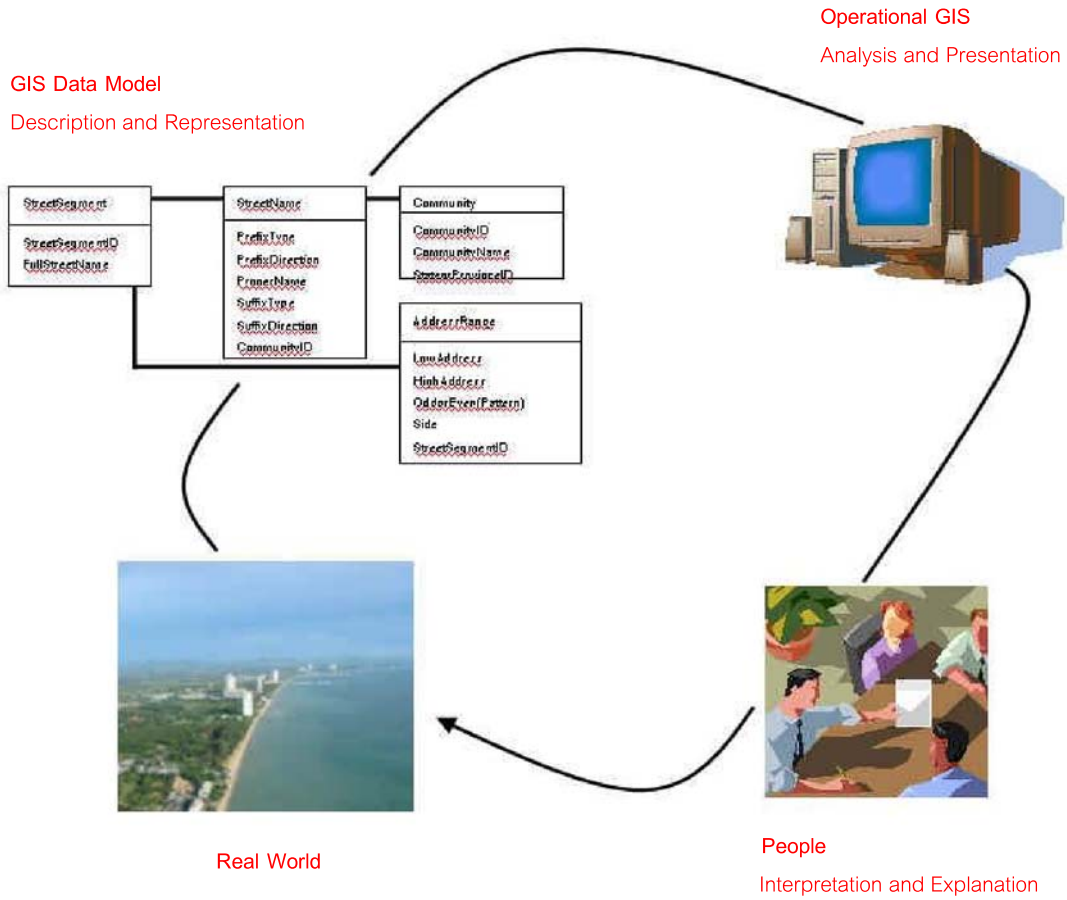
Data model

ได้มีการอธิบายในเรื่องของการสร้างแบบจำลองข้อมูลที่มีการนำเสนอแนวคิดจากต่างประเทศไว้พอสังเขป ดังนี้ The real world is too complex for our immediate and direct understanding. Geographical variation in the real world is infinitely complex, the closer we look, the more detail we see, almost without limit it would take an infinitely large database to capture the real world precisely, data must somehow be reduced to a finite and manageable quantity by a process of generalization or abstraction, geographical variation must be represented in terms of discrete elements or objects; the rules used to convert real geographical variation into discrete objects is the data model (Tomlin Dana andKlinkenberg Brian, 1999 and Star, J. L. and J. E. Estes, 1990).

A data model is a conceptual idea, as opposed to the way that the data is actually stored in the computer, which is the data structure. Tsichritzis and Lochovsky (1977) define a data model as "a set of guidelines for the representation of the logical organization of the data in a database... consisting or having named logical units of data and the relationships between them."

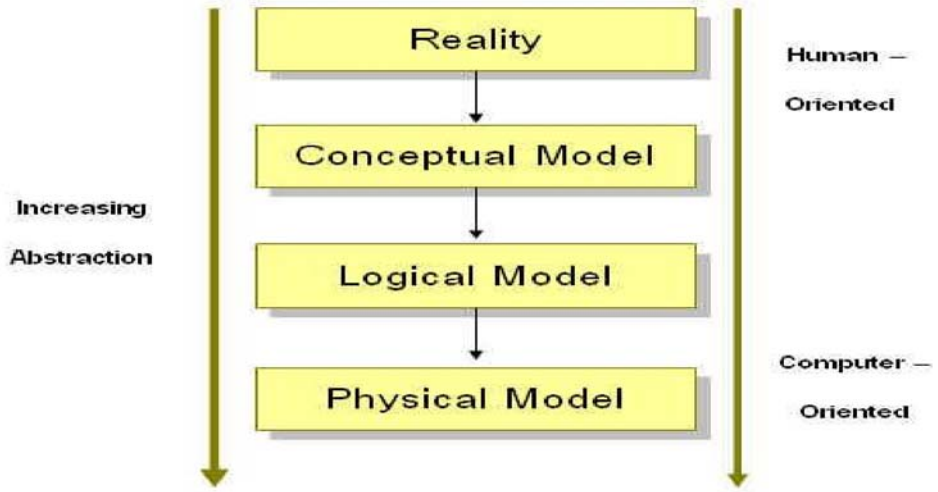
สรุปแล้วในโลกของความเป็นจริงนั้นมีความซับซ้อนกันอยู่มากในเรื่องต่าง ๆ เกินกว่าที่จะทำให้เราได้ศึกษาหรือทำความเข้าใจในสิ่งที่เกิดขึ้นจริงได้ยาก โดยเฉพาะทางภูมิศาสตร์กายภาพที่มีความซับซ้อนและยุ่งยากเป็นมาก จึงมีแนวคิดที่จะลดความซับซ้อน ยุ่งยากที่เกิดขึ้นบนโลก เพื่อจำลองเหตุการณ์หรือองค์ประกอบต่าง ๆ ให้สามารถที่จะทำความเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น ฐานข้อมูลที่จะสร้างหรือจำลองขึ้นจากความหลากหลายซับซ้อนที่เกิดขึ้นบนโลกจริง จะลดความซับซ้อนและสร้างความเข้าใจให้ดีขึ้นได้ ซึ่งจะทำให้แบบจำลองข้อมูลที่สร้างขึ้นสามารถหาเหตุผลมาอธิบายปรากฏการ์ที่เกิดขึ้นจริงบนโลกได้

ระดับขั้นของแบบจำลองข้อมูล (Data Model) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยเริ่มจากโลกที่เป็นของจริง (Real World) ไปจนกระทั่งได้แบบจำลองข้อมูล ที่สามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์บนโลกจริงได้อย่างเป็นเหตุและผลตามหลักทางวิทยาศาสตร์

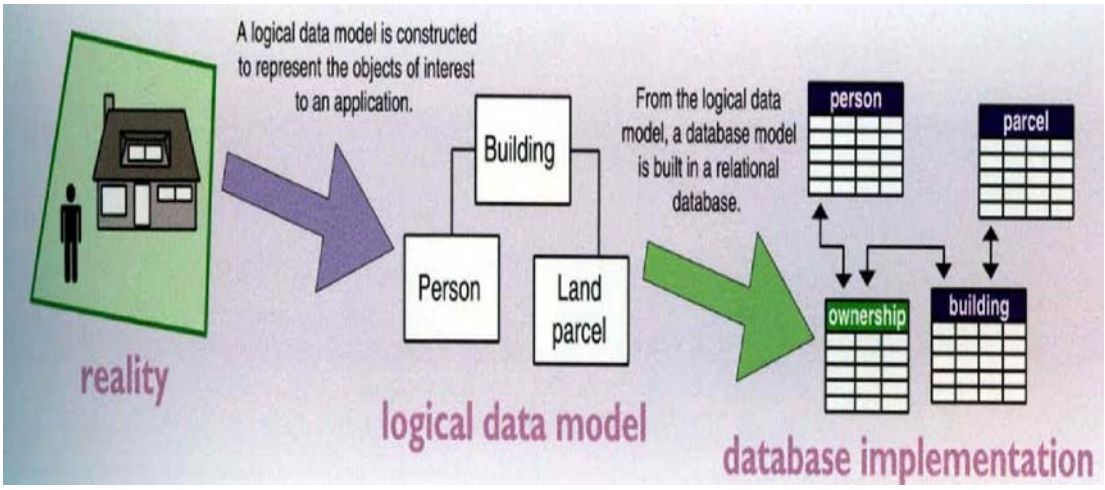


The role of a data model in GIS

ที่มา : Geographic Information Systems and Science , PAUL A, LONGLEY , MICHAEL F. GOODCHILD , DAVID J. MAGUIRE , DAVID W. RHIND



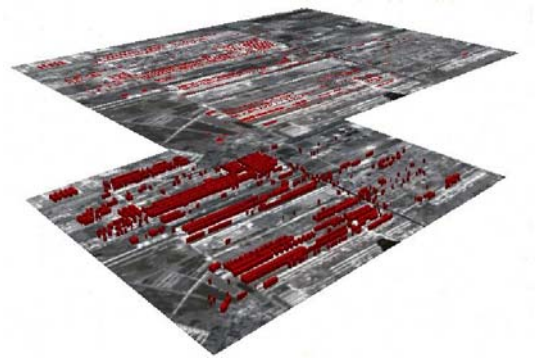
Levels of abstraction relevant to GIS data models



Conceptual Model Logical Model Physical Model

Geographic Feature

ปรากฏการณ์ หรือวัตถุต่างๆ ที่อยู่รอบๆ ตัวเราไม่ว่าจะเป็นสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติหรือสภาพแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้นสามารถที่จะแสดงลงบนแผนที่ด้วยจุด (Point) เส้น (line) พื้นที่ (Polygon) ตัวอักษร (Text)และสามารถที่จะอธิบายลักษณะของสิ่งที่ปรากฏบนแผนที่ด้วยสี(Color) สัญลักษณ์ (Symbol) ข้อความบรรยาย (Annotation)

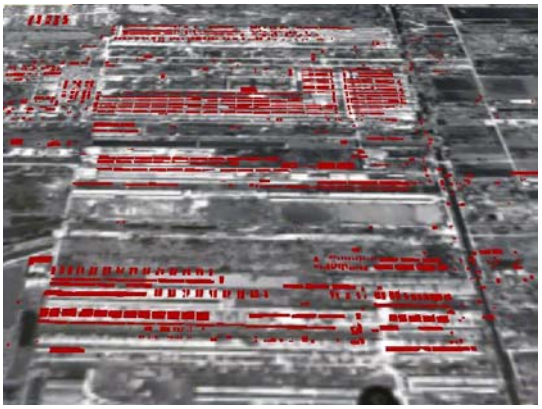


ภาพบน แสดง 2 มิติ ของบริเวณเดียวกัน ภาพล่าง แสดง 3 มิติ ของอาคารบ้านเรือนในบริเวณเดียวกัน

(ที่มา : ภาพถ่ายทางอากาศ บริเวณ ต.คูคต จ.ปทุมธานี ปี 2539 จากกรมแผนที่ทหาร)

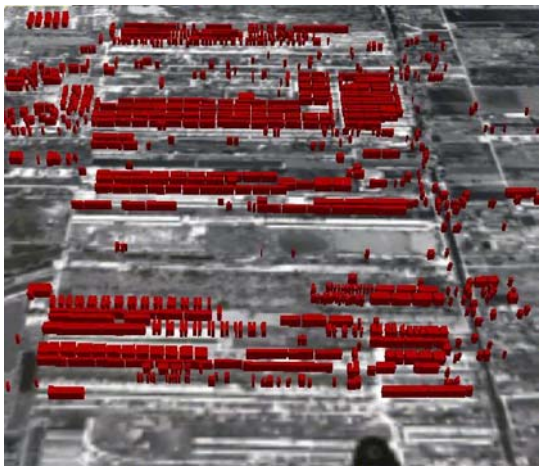
Location

ลักษณะข้อมูลภูมิศาสตร์จะต้องแสดงถึงที่ตั้งทางภูมิศาสตร์และที่ตั้งสัมพันธ์ของสถานที่หรือสิ่งต่างๆ บนโลกอันเป็นลักษณะเฉพาะของข้อมูลภูมิศาสตร์



รูปแสดงข้อมูลบ้านเรือนที่ซ้อนทับอยู่บนภาพถ่ายทางอากาศ

(ที่มา : ภาพถ่ายทางอากาศ บริเวณ ต.คูคต จ.ปทุมธานี ปี 2539 จากกรมแผนที่ทหาร)



ภาพความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีที่ตั้งอยู่ในระบบเดียวกันเชิงภูมิศาสตร์

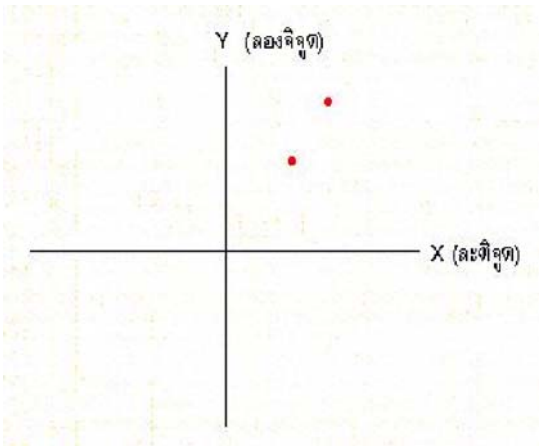
(ที่มา : ภาพถ่ายทางอากาศ บริเวณ ต.คูคต จ.ปทุมธานี ปี 2539 จากกรมแผนที่ทหาร)

ลักษณะข้อมูลทางภูมิศาสตร์นอกจากจะมีค่าของตำแหน่งพิกัด (X,Y) แล้ว ยังสามารถจำลองให้เห็นเป็นลักษณะ 3 มิติ ได้ รวมถึงมิติที่ 4 ที่มีช่วงเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับข้อมูลทางภูมิศาสตร์

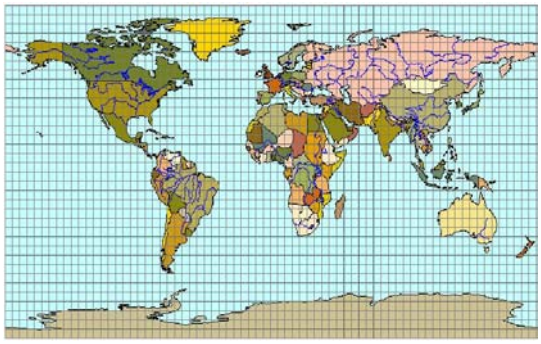
ถ้าหากลองเปรียบเทียบลักษณะข้อมูลภูมิศาสตร์กับสิ่งที่ปรากฏอยู่จริงบนโลก เราสามารถที่จะจำลองสิ่งต่าง ๆ ได้เช่น ตำแหน่งโรงเรียน ลักษณะข้อมูลภูมิศาสตร์ คือ จุด (Point) ถนน , ซอย ลักษณะข้อมูลภูมิศาสตร์ คือ เส้น (Line) บึง , หนองน้ำ , เขตการปกครอง ลักษณะข้อมูลภูมิศาสตร์ คือ พื้นที่ (Polygon) และอื่น ๆ อีกมากมาย

เมื่อได้รู้จักกับลักษณะข้อมูลทางภูมิศาสตร์แล้ว รายละเอียดของแต่ละประเภทอธิบายได้ดังนี้

1. ข้อมูลที่มีลักษณะเป็น จุด เป็นข้อมูลที่มีค่าทางตำแหน่ง (x, Y) โดยทั่วไปเราเคยชินกับตำแหน่ง x ,Y ในทางคณิตศาสตร์ที่ยังไม่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ เช่น ตำแหน่ง a มีค่า x,Y เท่ากับ 2,3 ตำแหน่ง b มีค่า x,Y เท่ากับ 4,5 ก็สามารถที่จะระบุตำแหน่งที่ปรากฏบนกราฟที่มี แกน x และ แกน y ได้ แต่ถ้านำข้อมูลภูมิศาสตร์ที่มีค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์มาระบุตำแหน่ง ก็สามารถที่จะแทนตำแหน่งจริง ๆ บนผิวโลกได้ โดยพิกัดที่อ่านส่วนใหญ่จะอ่านเป็นค่าละติจูด และลองจิจูด

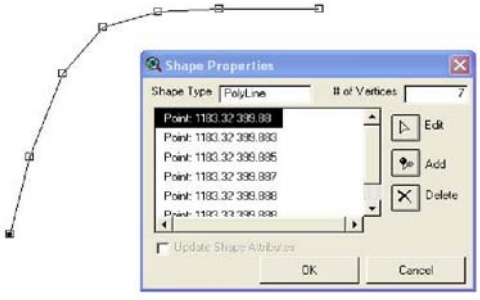


รูปแสดงการกำหนดตำแหน่งในพิกัด x และ y

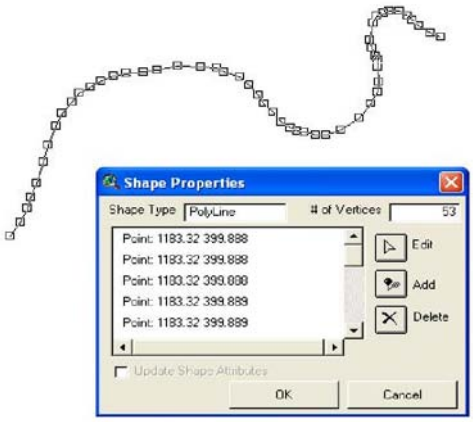


รูปแสดงประเทศแต่ละประเทศที่อ้างอิงตามพิกัดทางภูมิศาสตร์

2. ข้อมูลที่มีลักษณะเป็น เส้น จะประกอบไปด้วยข้อมูลที่มีลักษณะเป็นจุด เชื่อมกัน ไปเรื่อย ๆ โดยแต่ละจุดจะมีค่า x,Y เช่นเดียวกัน ซึ่งกรณีเช่นนี้ ขึ้นอยู่กับผู้ที่ทำการสร้างข้อมูลเภทนี้ว่า มีความถี่ในการเพิ่มจุดมากน้อยเพียงใด และแต่ละคนก็มีวัตถุประสงค์ในการที่จะลากต่างกัน เช่นกรณีที่ลากเส้นที่มีความคดเคี้ยวมากก็จำเป็นที่จะต้องเพิ่มจุดให้มีความถี่มากขึ้นด้วย เพื่อความราบเรียบ (Smoot) ของเส้น แต่กรณีที่เป็นเส้นค่อนข้างตรง คดเคี้ยวน้อย การเพิ่มจุดก็ไม่จำเป็นต้องมีความถี่มาก และถือว่าจุดเริ่มแรกและจุดสุดท้าย ของการเพิ่มจุดในการลากเส้นในแต่ละครั้งเป็นแค่ 1 ระเบียน (Record) ส่วนจุดในระหว่างจุดแรกและจุดสุดท้ายเป็นเพียงจุดกำหนดความโค้ง (Vertex) เท่านั้น

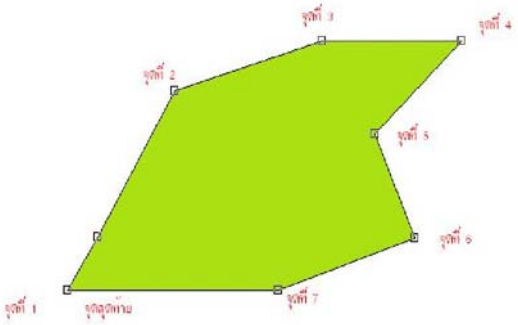


รูปแสดงคุณสมบัติของการลากเส้นอย่างหยาบ



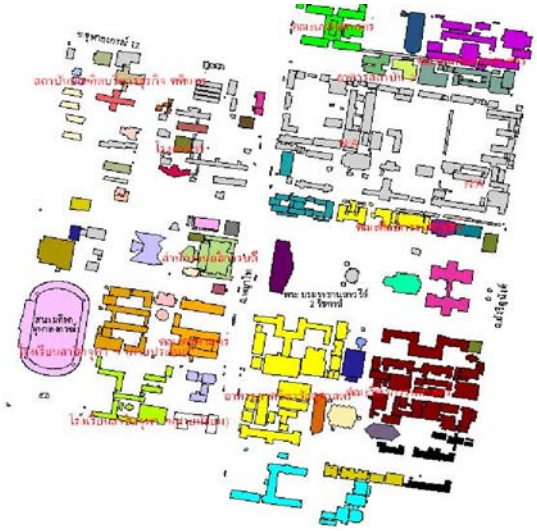
รูปแสดงคุณสมบัติของการลากเส้นอย่างละเอียด

3. **ข้อมูลที่มีลักษณะเป็น พื้นที่** จะประกอบไปด้วยข้อมูลที่มีลักษณะเป็นจุดเช่นเดียวกับข้อมูลที่มีลักษณะเป็นเส้น แต่จะต่างกันที่จุดจุดแรกและจุดสุดท้ายเป็นจุดเดียวกัน หรือตำแหน่งเดียวกัน จึงทำให้เป็นพื้นที่หลายเหลี่ยม (Polygon)



รูปแสดงลักษณะข้อมูลที่เป็น Polygon

นอกจากนี้ยังมีข้อมูลที่เป็นตัวบอกรายละเอียดของลักษณะข้อมูลทางภูมิศาสตร์ คือ ข้อความ (text) ซึ่งข้อความเหล่านี้เป็นตัวที่ดึงมาจากฐานข้อมูลเชิงบรรยาย เพื่อที่จะนำไปประกอบหรืออธิบายลักษณะข้อมูลภูมิศาสตร์แต่ละประเภทในเรื่องที่จะนำเสนอ หรือเรื่องที่สนใจ



รูปแสดงแผนที่บริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีชื่อแสดงกำกับไว้
ที่มา : ข้อมูลแผนที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Geo - Informatics data format

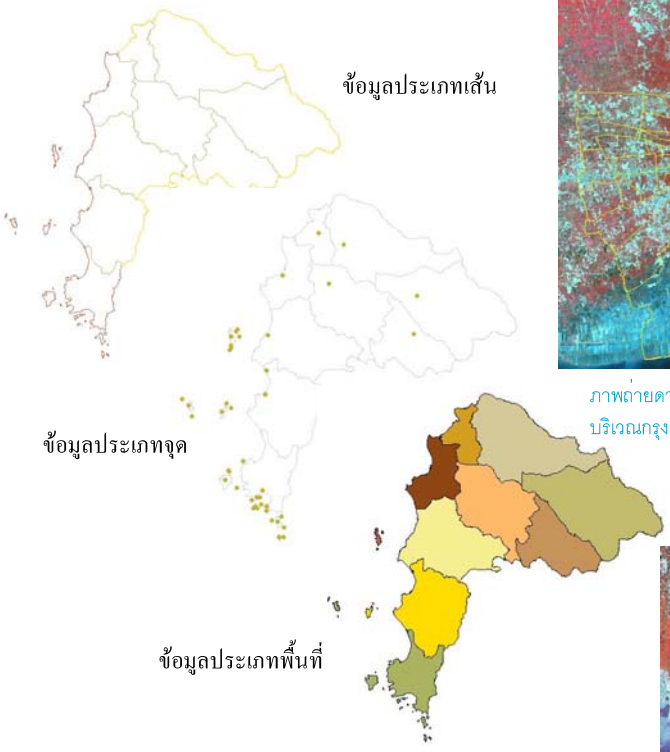
จากที่ได้กล่าวถึงลักษณะข้อมูลภูมิศาสตร์ (Geographic Feature) ยังมีอีกส่วนหนึ่งที่จะต้องกล่าวถึงเพื่อเพิ่มความเข้าใจในเบื้องต้นเกี่ยวกับข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ นั่นก็คือ รูปแบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์(Geo - Informatics Data Format) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก

1. ส่วนที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data)

ซึ่งแบ่งตามรูปแบบการจัดเก็บได้ 2 รูปแบบหลัก และรูปแบบอื่น ๆ

1.1 รูปแบบเวกเตอร์ (Vector Format)

เป็นรูปแบบข้อมูลที่มีการจัดเก็บทิศทางไว้ด้วย ได้แก่ลักษณะข้อมูลภูมิศาสตร์ทั้งหมด คือ จุด , เส้น , พื้นที่ ซึ่งรูปแบบนี้จะมีประโยชน์สำหรับข้อมูลบางประเภท เช่น แม่น้ำ จะมีทิศทางการไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ รูปแบบนี้จะใช้เนื้อที่ในการเก็บข้อมูลน้อย ทำให้มีการแสดงผลทางกราฟิกอย่างรวดเร็ว



ภาพลักษณะข้อมูลแบบ Vector ได้แก่ข้อมูลที่มีการนำเข้าโดยวิธีการ Digitize ทั้งหมด

ที่มา : ข้อมูลภูมิศาสตร์ แสดงพื้นที่จังหวัดชลบุรี จากศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคมของประเทศไทย

1.2 รูปแบบราสเตอร์ (Raster Format)

ข้อมูลจะมีลักษณะจำลองเป็นตารางจุด cell ของพื้นที่ตามแนวตั้งและแนวนอน เช่นข้อมูลที่เกิดจากการ SCAN ของภาพทำให้แต่ละ cell ของภาพจะมีค่าความเข้มของสีบรรจุลงในแต่ละ cell ดังนั้น รูปแบบนี้จะมีเนื้อที่ในการจัดเก็บมาก ทำให้มีการแสดงผลทางกราฟิกช้า

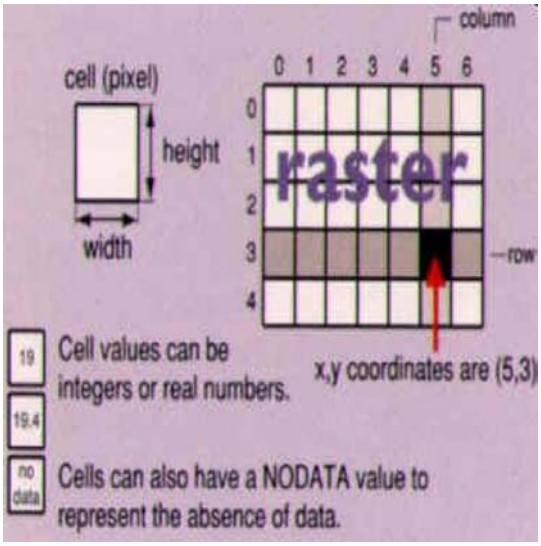
ภาพถ่ายดาวเทียมที่ซ้อนทับด้วยข้อมูลเวกเตอร์ (เขตการปกครอง) บริเวณกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล จากดาวเทียม Landsat TM5 ปี 2538 BAND 2,3,4

ที่มา : ข้อมูลเวกเตอร์แสดงขอบเขตการปกครอง จากกรมแผนที่ทหาร

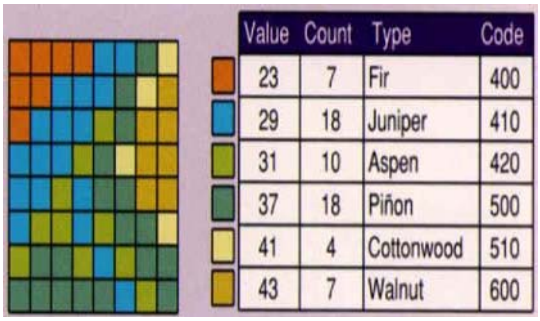
ภาพถ่ายดาวเทียมประเทศไทย

ที่มา : ภาพถ่ายดาวเทียมประเทศไทย จากสทอภ. www.gistda.or.th

ลักษณะข้อมูลรูปแบบ Raster ได้แก่ข้อมูลที่มีการนำเข้าโดย วิธีการ Scan ทั้งหมด เช่นภาพถ่ายดาวเทียม , ภาพถ่ายทางอากาศ



รูปแสดงองค์ประกอบภาย cell



Value	Count	Type	Code
23	7	Fir	400
29	18	Juniper	410
31	10	Aspen	420
37	18	Piñon	500
41	4	Cottonwood	510
43	7	Walnut	600

รูปแสดงข้อมูลที่อยู่ใน cell

นอกจากนี้ยังมีข้อมูลที่ประกอบด้วยตารางของความสูงของพื้นที่เหนือระดับของพื้นหลักฐาน(Datum Plain) ที่เรียกว่า Digital Elevation Model (DEM) ซึ่งเป็นข้อมูลรูปแบบราสเตอร์ประเภทหนึ่ง

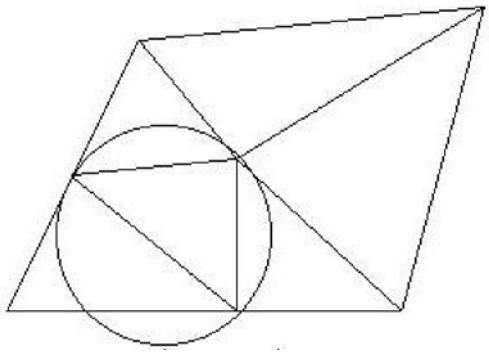
รูปแสดงการสร้างข้อมูล DEM บริเวณ ภาคเหนือของประเทศไทย

1.3 รูปแบบอื่น ๆ

ในส่วนของข้อมูลเชิงพื้นที่ที่จัดเก็บในรูปแบบอื่น ๆ ที่มีการใช้งาน 3 มิติ โดยทั่วไป เช่น

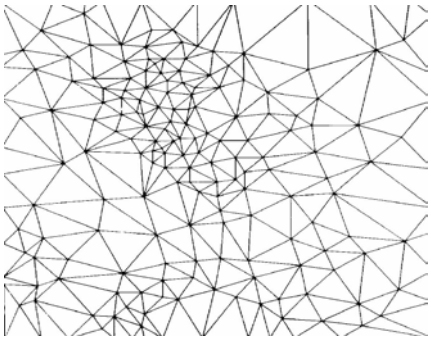
- Triangular Irregular Network (TIN)

ซึ่งเป็นโครงสร้างของข้อมูลความสูงที่มีลักษณะเป็นจุด(Node) กระจายทั่วบริเวณพื้นที่ที่สนใจในลักษณะที่ ระยะห่างระหว่างจุดมีระยะไม่เท่ากันหรือ Irregularly spaced data โดยในโครงสร้างข้อมูลของ TIN จะใช้จุด(Node)มาเชื่อมต่อกันเพื่อให้เกิดรูปสามเหลี่ยมที่มีคุณสมบัติพึงประสงค์ดังนี้ “ เมื่อลากวงกลมผ่านจุดหรือ Node สามจุดที่ประกอบเป็นรูปสามเหลี่ยม ภายในวงกลมนั้นจะไม่มีจุดหรือ Node อื่นจากสามเหลี่ยมอื่นปรากฏเลย “ สามเหลี่ยมที่มีคุณสมบัตินี้เรียกว่า สามเหลี่ยม Delaunay



รูปสามเหลี่ยม Delaunay

ข้อดีประการหนึ่งในโครงสร้างแบบ Tin คือ เราสามารถเพิ่มเติม สิ่งที่ประกอบภูมิประเทศได้เช่น เส้นทางน้ำ ถนน ที่เรียกกันว่า Break Line หรือทะเลสาป หรือ เกาะ ซึ่งจะทำให้ภูมิประเทศมีความสมจริงมากขึ้น

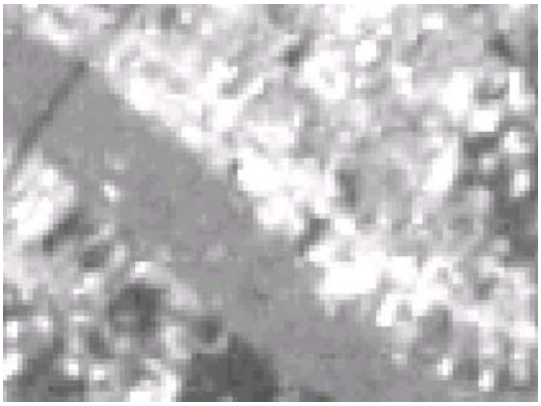


รูปโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ

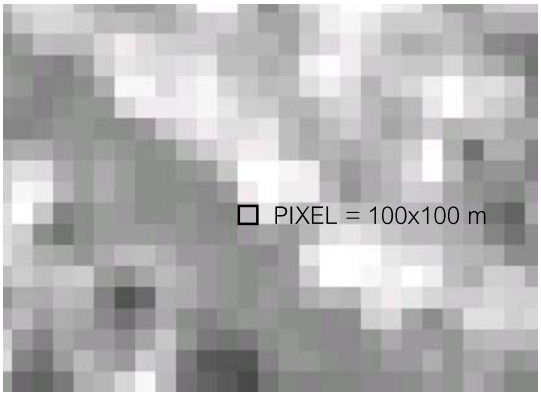
ภาพถ่ายทางอากาศ ความละเอียด 1 เมตร บริเวณแม่น้ำเจ้าพระยา

รูปแสดงการสร้างข้อมูลในรูปแบบ TIN ของประเทศไทย
โดยจำลองความสูงจากเส้นชั้นความสูง (Contour Line)

ที่มา : ชั้นข้อมูลเส้นชั้นความสูงที่ใช้ในการสร้างข้อมูลในรูปแบบ TIN
จาก แผนที่ภูมิประเทศกรมแผนที่ทหาร



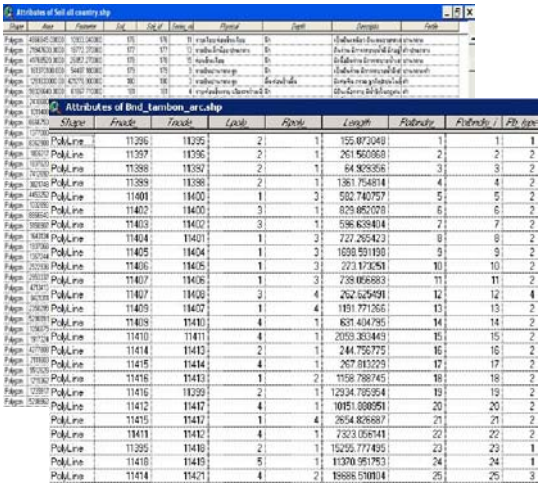
ภาพถ่ายทางอากาศ ความละเอียด 30 เมตร บริเวณเดียวกัน



ภาพถ่ายทางอากาศ ความละเอียด 100 เมตร บริเวณเดียวกัน
ที่มา : ภาพถ่ายทางอากาศ จากกรมแผนที่ทหาร ปี 2538

2. ส่วนที่เป็นข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data)

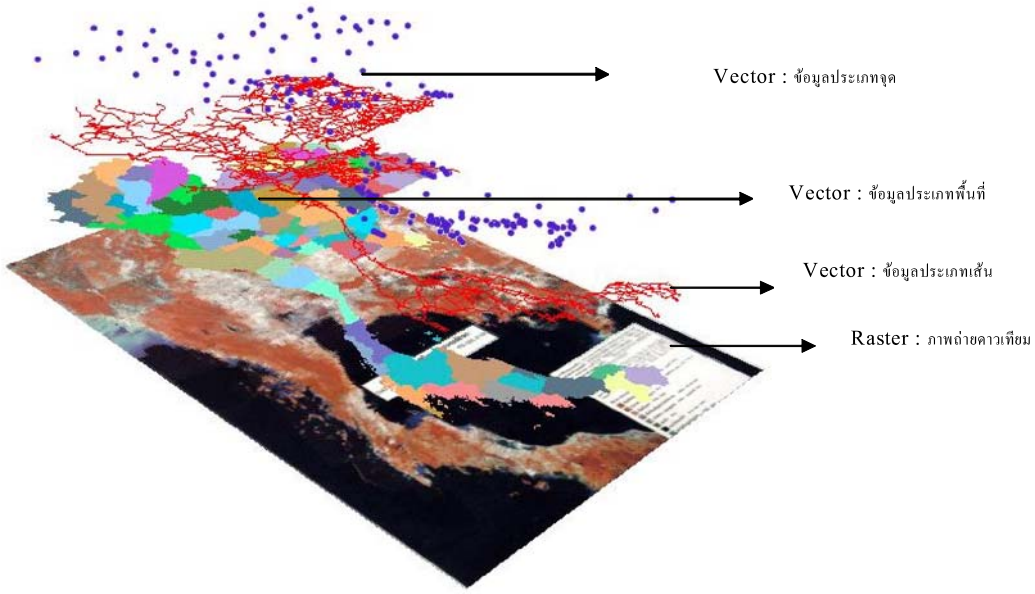
ข้อมูลเชิงบรรยาย เป็นข้อมูลที่อธิบายถึงคุณภาพรายละเอียดของข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น โรง งานแห่งนี้มีจำนวนคนงาน 100 คน มีกำลังการผลิต 500 แรงม้า เป็นต้น โดยทั่วไปจะทำการเก็บข้อมูลเชิงบรรยายในรูปของตาราง (TabularData)ในระบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System, RDBMS) จากคุณลักษณะ ของ GIS ทำให้ทราบว่า ทั้งข้อมูลรูปแบบเวกเตอร์ (Vector) และข้อมูลรูปแบบราสเตอร์ (Raster) สามารถที่จะมองเห็นได้พร้อม ๆ กัน หากมีตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ตรงกัน ซึ่งในทาง GIS เรียกขบวนการที่มองเห็นพร้อม ๆ กันได้นี้ว่า การซ้อนทับ (Overlay) และยังมีอีกหลายขบวนการที่เป็นความสามารถของ GIS ที่สามารถทำให้เราไปสู่ความสำเร็จในการบริหารจัดการ ไม่ว่าจะเป็นด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเศรษฐกิจและสังคม วัฒนธรรม รวมไปถึงด้านการเมือง และด้านอื่น ๆ ซึ่ง GIS มีความเกี่ยวข้องอยู่ ดังนั้นจึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ ที่จะไม่ยอมรับว่า GIS ได้ช่วยให้เราทำงานได้สะดวกและจัดการในเรื่องต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น



กล่าวโดยสรุปรูปแบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ การได้มาซึ่งการนำเข้าข้อมูลโดยวิธีการ Digitize ถือว่าเป็นการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบ Vector ทั้งหมด ส่วนการได้มาซึ่งการนำเข้าโดยวิธีการ Scan ถือว่าเป็นการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบ Raster ทั้งหมด หลังจากที่ได้ทราบเกี่ยวกับลักษณะข้อมูลภูมิศาสตร์ (Geographic Feature) และรูปแบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Informatic Data Format) น่าจะบอกได้ว่าหน่วยงานของคุณมีรูปแบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์หรือไม่ และมีรูปแบบเป็นแบบใด การที่ได้มีการพิจารณาข้อมูลในหน่วยงานก็ถือได้ว่าเป็นโอกาสอันดีที่จะนำ GIS เข้ามาใช้ในการจัดการข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ในเบื้องต้นได้ และเมื่อมีการการเรียนรู้พร้อมทั้งนำไปปฏิบัติก็จะทำให้เกิดประสบการณ์ในการในการใช้งาน GIS ขึ้นเป็นลำดับ

ตัวอย่างการใช้ข้อมูลที่มีอยู่มาผลิตเป็นแผนที่หรือภาพจำลองที่จะนำเสนอจากรูปเป็นตัวอย่างพื้นที่อุทกภัย บ้านน้ำก้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

ที่มา : Map model by GISTHAI



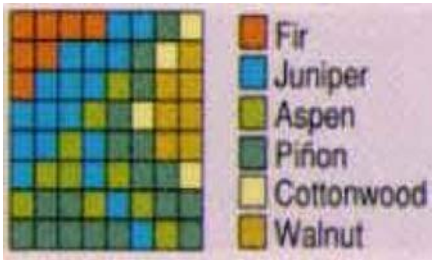
รูปแสดงชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่นำมาซ้อนทับ (Overlay)กัน

Type of data represented

การแทนข้อมูลทางภูมิศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลประเภทเวกเตอร์ หรือข้อมูลประเภทราสเตอร์ จะมีการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ประจำตำแหน่ง เส้นหรือพื้นที่นั้น ๆ สำหรับข้อมูลประเภทเวกเตอร์ และประจำ Cell หรือ Grid สำหรับข้อมูลประเภทราสเตอร์ ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งดังนี้

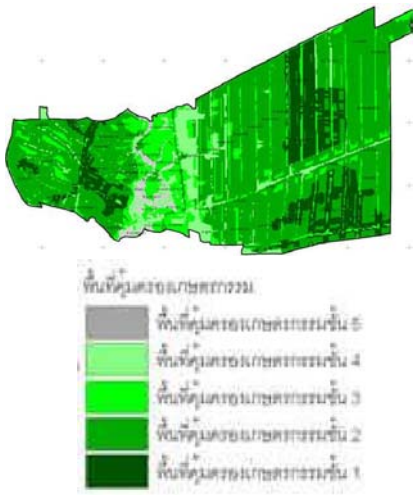
1. Nominal Data เป็นการแทนข้อมูลประจำตำแหน่งทั้งเวกเตอร์และราสเตอร์ในลักษณะเป็นชื่อหรือค่าในแต่ละตำแหน่งซึ่งเป็นชื่อเดียวหรือค่าเดียว

รูปแสดงข้อมูลประเภทเวกเตอร์ ที่มีการแทนข้อมูลในตำแหน่งเป็นแบบ Nominal

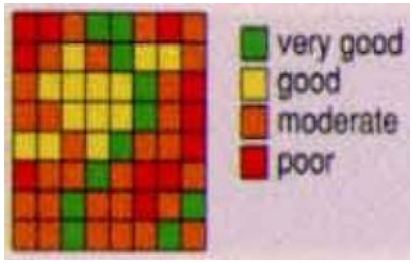


รูปแสดงข้อมูลประเภทราสเตอร์ ที่มีการแทนข้อมูลในตำแหน่งเป็นแบบ Nominal

2. Ordinal Data เป็นการแทนข้อมูลประจำตำแหน่งทั้งเวกเตอร์และราสเตอร์ในลักษณะลำดับ เช่นความเหมาะสม มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย ไม่เหมาะสม สำหรับพื้นที่เกษตรกรรม

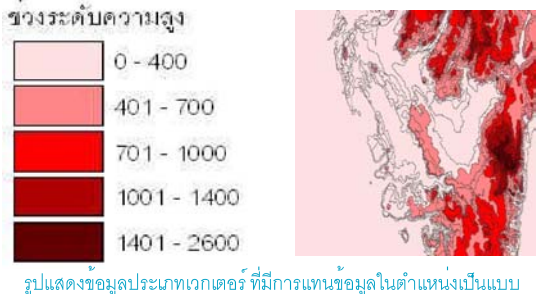


รูปแสดงข้อมูลประเภทเวกเตอร์ ที่มีการแทนข้อมูลในตำแหน่งเป็นแบบ Ordinal

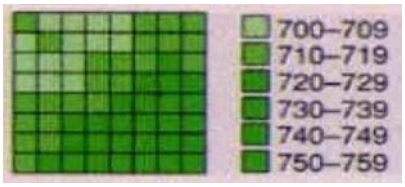


รูปแสดงข้อมูลประเภทราสเตอร์ ที่มีการแทนข้อมูลในตำแหน่งเป็นแบบ Ordinal

3.Interval Data เป็นการแทนข้อมูลประจำตำแหน่งทั้งเวกเตอร์และราสเตอร์ในลักษณะเป็นตัวเลขที่มีค่าเป็นช่วง เช่น ช่วงระดับความสูงภูมิประเทศ

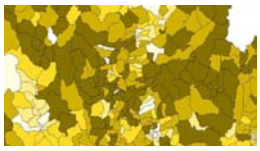


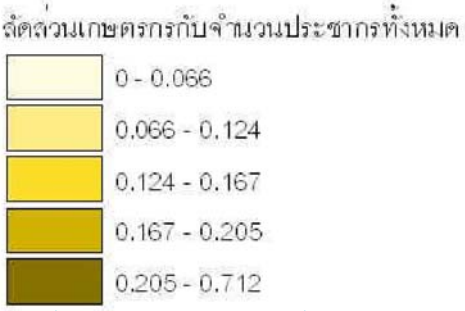
รูปแสดงข้อมูลประเภทเวกเตอร์ ที่มีการแทนข้อมูลในตำแหน่งเป็นแบบ Interval



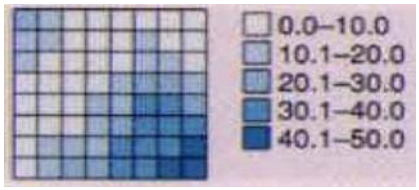
รูปแสดงข้อมูลประเภทราสเตอร์ ที่มีการแทนข้อมูลในตำแหน่งเป็นแบบ Interval

4. Ratio Data เป็นการแทนข้อมูลประจำตำแหน่งทั้งเวกเตอร์และราสเตอร์ในลักษณะสัดส่วน เช่น ปริมาณฝนตก สัดส่วนประชากร





รูปแสดงข้อมูลประเภทเวกเตอร์ ที่มีการแทนข้อมูลในตำแหน่งเป็นแบบ Ratio

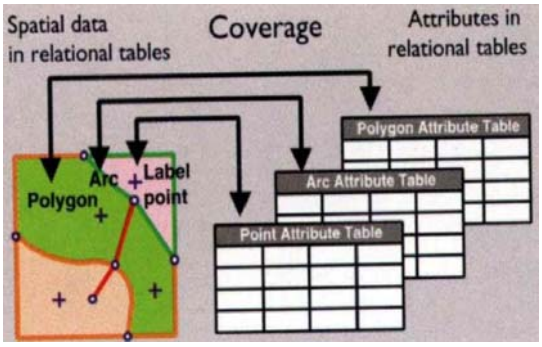


รูปแสดงข้อมูลประเภทราสเตอร์ ที่มีการแทนข้อมูลในตำแหน่งเป็นแบบ Ratio

Georelational data model

จากแนวคิดเรื่องการจำลองข้อมูล (Data Model) **ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในขั้นของ** Logical Model **และ** Physical Model **จะเป็นลักษณะความสัมพันธ์เชิงพื้นที่หรือเชิงภูมิศาสตร์**(Georetation)

ซึ่งเป็นคุณลักษณะของ GIS ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 1 ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ก็จะเป็นความสัมพันธ์เฉพาะของลักษณะข้อมูลภูมิสาสตร์ (Geographic Feature) ทั้งข้อมูลที่เป็นจุด (point) เส้น (line) และ พื้นที่ (polygon) โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้จะมีสิ่งที่บอกถึงความเป็นจุด เป็นเส้น หรือเป็นพื้นที่ นอกจากที่จะมีตัวกำหนดที่จะบอกถึงลักษณะของข้อมูลแล้ว ยังมีลักษณะที่ข้อมูลดังกล่าวเชื่อมโยงความสัมพันธ์กัน เช่น ข้อมูล A มีข้อมูลอะไรอยู่ด้านซ้ายหรือขวาของข้อมูล A หรือ ข้อมูล C อยู่ติดกับข้อมูลอะไร หรือข้อมูลมีข้อมูลอะไรอยู่ในข้อมูล D เป็นต้น ที่เรียกว่า Topology ของข้อมูล

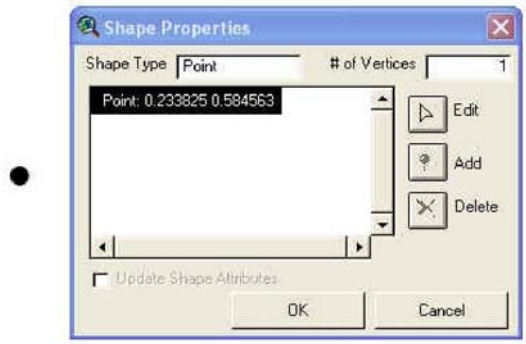


รูปแสดง Georelational Data Model

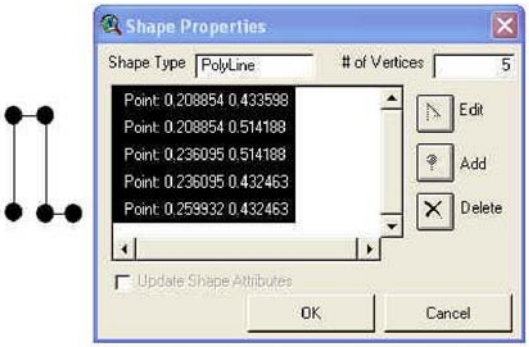
ลักษณะของข้อมูลที่จะบ่งบอกถึง Topology นั้น โดยปกติการสร้างแบบจำลองข้อมูลขึ้นมา สิ่งหนึ่งที่จะต้องกำหนดให้ก่อนที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ คือ การสร้าง Topology ให้กับข้อมูล ซึ่งจะต่างจาก Data Model โดยทั่วไป ที่ไม่มีการกำหนด Topology ให้กับข้อมูลเนื่องจากไม่มีการใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่

การสร้าง Topology ให้กับข้อมูลภูมิศาสตร์ โดยปกติการสร้างข้อมูลขึ้นมาใช้งานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ตามหน้าที่และความสามารถของ GIS นั้น กระบวนการแรกคือการนำเข้าข้อมูลหรือการสร้างข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำเข้าโดยการ Digitizeซึ่งเป็นการแปลงข้อมูลรูปที่เราทำการ Digitize ให้เป็นค่าตัวเลขที่คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจได้ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ทำการ Digitize ไปนั้นคอมพิวเตอร์จะเก็บค่าทางตำแหน่งไว้ คือ X1 และ Y1 ไปจนกระทั่งถึง Xn และ Yn ก็จะได้ข้อมูลที่เก็บอยู่ในรูปของค่าตัวเลข (Digital) ไว้ซึ่งคอมพิวเตอร์ไม่สามารถที่จะรู้ได้เลยว่าข้อมูลที่ทำการ Digitize นั้น มี Topology เป็นอย่างไร ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องสร้างTopology ให้กับข้อมูล ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 แบบตามคุณลักษณะพื้นฐานของข้อมูลภูมิศาสตร์ ได้แก่

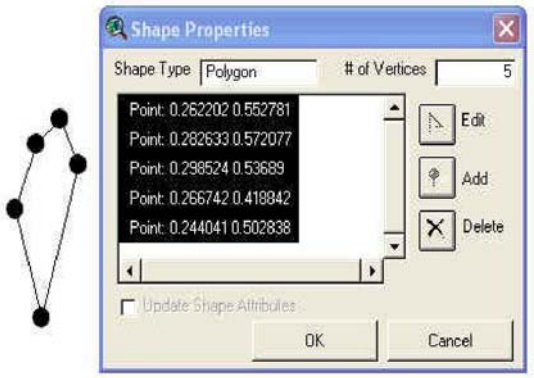
1. Topology แบบจุด (Point) (x,y)



2. Topology แบบเส้น (Line) (X1,Y1) ถึง (X2,Y2) ถึง (X3,Y3) จนถึง (Xn,Yn)



3. Topology แบบพื้นที่ (Polygon) (X1,Y1) ถึง (X2,Y2) ถึง (X3,Y3) ถึง (Xn,Yn) จนบรรจบที่จุดเริ่มต้น (X1,Y1)



ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจะเป็นการเชื่อมโยง (Link) กันระหว่าง Topology แต่ละประเภทกับข้อมูลเชิงอรรถาธิบาย (Attribute Data) ดังที่กล่าวในคุณลักษณะของ GIS (Characteristic of GIS) ในส่วนของการจัดการข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งโดยทั่วไปในปัจจุบันนี้มีซอฟต์แวร์ในการจัดการฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มากมายหลายบริษัทที่ทำการผลิต เช่น บริษัท ESRI , บริษัท Intergraph เป็นต้น โดยที่ซอฟต์แวร์ในแต่ละบริษัทจะมีความแตกต่างกันในส่วนของรูปแบบการใช้งานเชิงกราฟิก (Graphic User Interface : GUI) และเทคนิคในการแข่งขันทางการค้าเพื่อตอบสนองต่อผู้ใช้งานมากขึ้น แต่ในส่วนของหลักการทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะเหมือนกัน กล่าวคือ สามารถนำไปใช้งานทางด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยใช้ GIS เป็นเครื่องมือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นตามความสามารถของ GIS เริ่มตั้งแต่ การนำเข้าข้อมูล การปรับแต่งและจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการนำเสนอข้อมูล และนำไปใช้จัดการปัญหาต่าง ๆ ตามสถานการณ์ของพื้นที่

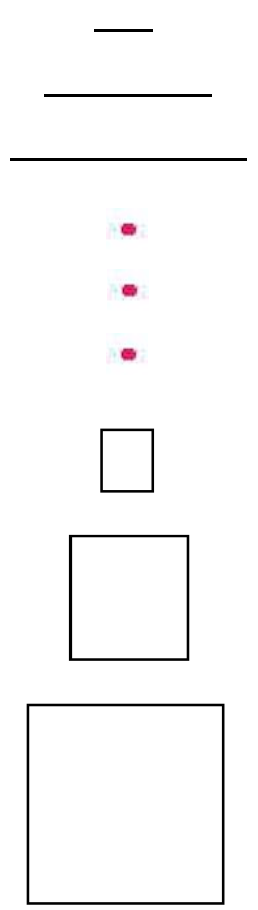
Data conversion

จากที่ได้กล่าวถึงลักษณะของรูปแบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบข้อมูลเวกเตอร์ และรูปแบบข้อมูลราสเตอร์นั้น การใช้ประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากข้อมูลทั้ง 2 รูปแบบนั้นจะแตกต่างกันบ้างตามการใช้ประโยชน์และคุณสมบัติของรูปแบบข้อมูลนั้น ๆ เช่น การใช้รูปแบบข้อมูลราสเตอร์ในการเป็นพื้นหลัง (Background) ให้กับเรื่องที่ศึกษา แต่จะมีข้อจำกัดในการประมวลผลบ้าง เนื่องจากขนาดของข้อมูลมีขนาดใหญ่ จะส่งผลในเรื่องของเวลาได้ แต่อย่างไรก็ตามจะทำให้เห็นถึงสภาพจริงของพื้นที่เพื่อทำให้การวิเคราะห์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และในทางกลับกันบางเหตุการณ์อาจจะยังไม่จำเป็นต้องใช้รูปแบบข้อมูลราสเตอร์ถ้ามีข้อจำกัดในด้านของเวลา เป็นต้น และในบางเหตุการณ์อาจจะจำเป็นต้องใช้รูปแบบข้อมูลราสเตอร์ เพื่อการตรวจสอบข้อมูล หรือศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามช่วงเวลา และอาจจะมีบางเหตุการณ์ที่จำเป็นต้องมีการแปลงข้อมูลระหว่างกัน (Conversion) เพื่อการวิเคราะห์ ทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่จะกล่าวในบทต่อ ๆ ไป

สำหรับเรื่องของการแปลงข้อมูลระหว่างรูปแบบข้อมูลราสเตอร์ และรูปแบบข้อมูลเวกเตอร์นั้น โดยหลักการแล้ว จะพิจารณาเป็น 2 แนวทาง คือ 1. การแปลงรูปแบบข้อมูลเวกเตอร์ เป็นรูปแบบข้อมูลราสเตอร์ และ 2. การแปลงรูปแบบข้อมูลราสเตอร์ เป็นรูปแบบข้อมูลเวกเตอร์

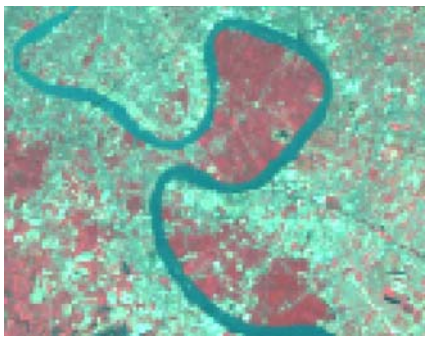
รูปแบบข้อมูลเวกเตอร์ เป็นการจัดเก็บข้อมูลในลักษณะของจุดหรือตำแหน่ง (X,Y) ไม่ว่าลักษณะข้อมูลจะเป็นประเภท จุด (Point) เส้น (Line) และพื้นที่ (Polygon) ก็ล้วนแต่เกิดจากจุด (X,Y) ทั้งสิ้นตามที่ได้กล่าวไว้ ส่วนรูปแบบข้อมูลราสเตอร์ เป็นการ

จัดเก็บข้อมูลในลักษณะของรูปแบบ Cell หรือ Grid ที่มีค่าประจำ Cell ในแต่ละ Cell นั้น ๆ ข้อแตกต่างรูปแบบข้อมูลระหว่างราสเตอร์ และเวกเตอร์นั้น เมื่อทำการขยายข้อมูล (Zoom) ขึ้นเป็นลำดับ ข้อมูลเวกเตอร์ก็จะยังคงเห็นเป็นจุดหรือตำแหน่งเช่นเดิม ส่วนข้อมูลราสเตอร์จะเห็นเป็น Cell หรือ Grid ที่ชัดขึ้นเป็นลำดับ

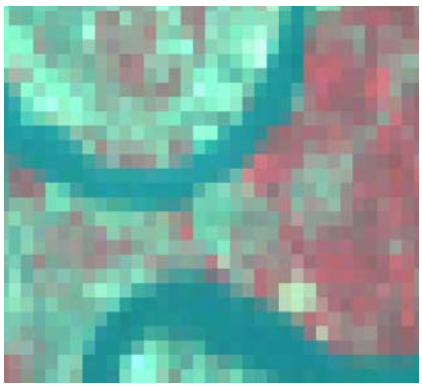


รูปแบบแสดงรูปแบบข้อมูลเวกเตอร์ เมื่อทำการขยาย (Zoom) ก็จะเห็นเป็นตำแหน่งหรือจุดเช่นเดิม กรณีลักษณะข้อมูลเป็นจุด(Point) และจะมองเห็นเป็นจุดต่อกับจุด กรณีลักษณะข้อมูลเป็นเส้น (Line) หรือพื้นที่ (Polygon)

Zoom ครั้งที่ 1



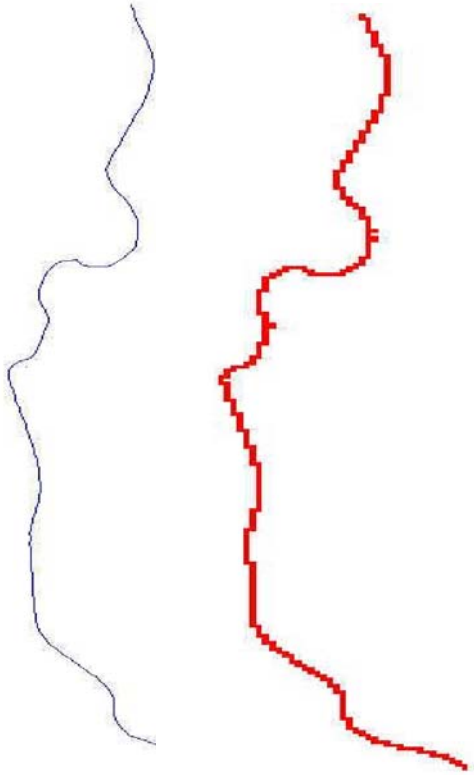
Zoom ครั้งที่ 2



Zoom ครั้งที่ 3

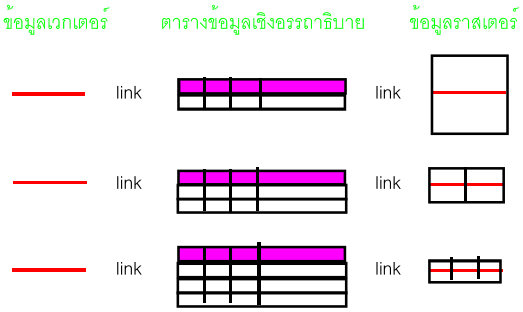
รูปแสดงรูปแบบข้อมูลราสเตอร์ เมื่อทำการขยาย (Zoom) ก็จะเห็นเป็น Cell หรือ Grid ที่เห็นชัดมากยิ่งขึ้นเป็นลำดับ
ที่มา : ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM ปี 2538 บริเวณ กรุงเทพ ฯ และสมุทรปราการ จาก GISTHAI

การแปลงข้อมูลจากรูปแบบเวกเตอร์ ไปเป็นรูปแบบราสเตอร์นั้น คือการจำลองข้อมูลในรูปแบบเวกเตอร์ (จุด , เส้น , พื้นที่) ให้เปลี่ยนเป็นข้อมูลในรูปแบบราสเตอร์ (Cell หรือ Grid) ยกตัวอย่างเช่น การแปลงข้อมูลถนนที่เป็นรูปแบบเวกเตอร์ ไปเป็นข้อมูลถนนเดิมในรูปแบบราสเตอร์



รูปแสดงข้อมูลถนนในรูปแบบเวกเตอร์ด้านซ้ายที่ทำการแปลงเป็นข้อมูลในรูปแบบราสเตอร์ด้านขวา

แนวคิดของการแปลงข้อมูลจากเวกเตอร์ไปเป็นข้อมูลราสเตอร์นั้น ก็เป็นการจำลองข้อมูลให้เป็น cell ตามที่ได้กำหนดขนาดของ cell ไว้ เช่น 5x5 เมตร หรือ 10x10 เมตร ซึ่งขนาดของ cell ที่กำหนดนั้น จะมีผลกระทบในเรื่องของเวลาที่ใช้ในการสร้าง cell ดังนั้น ในการแปลงข้อมูลจากเวกเตอร์ไปเป็นข้อมูลราสเตอร์นั้น สิ่งที่จะต้องทำก่อนคือการกำหนดขนาดของ cell เพื่อให้มีความเหมาะสมกับการที่เราจะนำไปใช้งาน ขั้นต่อไปคือการใส่ค่าให้กับ cell ที่กำหนดขนาดไว้แล้ว ค่าที่จะนำมาใส่นั้นเป็นค่าประจำของ Cell ที่ทำการสร้างขึ้น ซึ่งใช้จะค่าตามที่เราต้องการ เช่น ชื่อถนน หมายเลขถนน หรือ ความยาวถนน เป็นต้น ซึ่งค่าดังกล่าวก็นำมาจากข้อมูลเวกเตอร์ที่จะทำการแปลงเป็นข้อมูลราสเตอร์ ค่าประจำ cell ที่กำหนดให้นั้นก็สามารถใช้เป็นค่าที่จะทำการเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงอรรถาธิบายอื่น ๆ อีกเช่นเดียวกันกับข้อมูลเวกเตอร์ เช่น ประเภทถนน วัสดุที่ใช้ในการสร้างถนน เป็นต้น

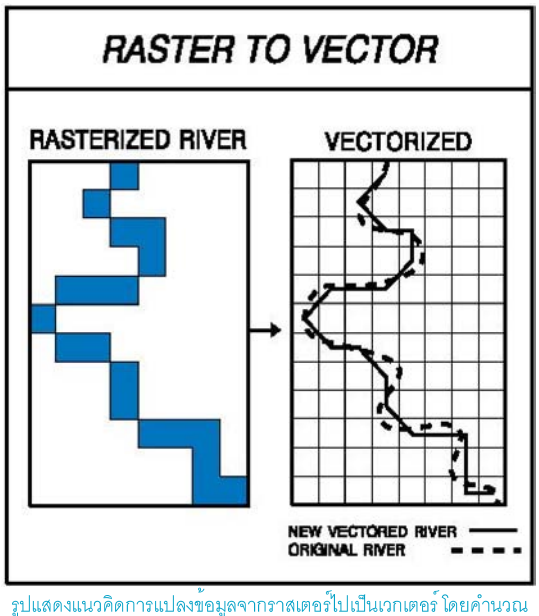


รูปแสดง การแปลงข้อมูลรูปแบบเวกเตอร์ไปเป็นข้อมูลรูปแบบราสเตอร์ ซึ่งจำเป็นจะต้องกำหนดขนาดของ cell ก่อน โดยที่ cell ที่มีขนาดใหญ่(ด้านขวาบนสุด) จะใช้เวลาในการแปลงน้อย และมีเนื้อที่ในการจัดเก็บน้อย (กลางบนสุด) และผลลัพธ์จากการแปลงจะมีความละเอียดน้อย ในทางตรงข้ามถ้ากำหนดให้ cell มีขนาดที่เล็กลงมากขึ้นเท่าใด (ด้านขวากลางและล่างสุด) ก็จะใช้เวลาในการแปลงมากขึ้นเท่านั้น รวมถึงมีเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูลที่มากขึ้นเป็นลำดับ (ด้านกลางและล่างสุด)แต่ผลลัพธ์จากการแปลงจะมีความละเอียดมากยิ่งขึ้นและคล้ายคลึงกับข้อมูลเวกเตอร์ที่นำมาทำการแปลง (ด้านขวาล่างสุด)

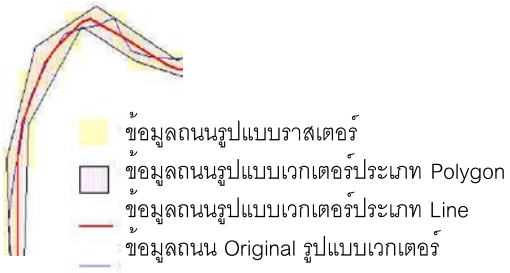
สำหรับการแปลงข้อมูลจากรูปแบบราสเตอร์ไปเป็นรูปแบบเวกเตอร์นั้น คือการจำลองข้อมูลในรูปแบบราสเตอร์ (Cell หรือ Grid) ให้เปลี่ยนเป็นข้อมูลในรูปแบบเวกเตอร์ (จุด , เส้น , หรือพื้นที่) แนวคิด

ของการแปลงข้อมูลจากราสเตอร์ไปเป็นข้อมูลเวกเตอร์นั้น เป็นการจำลองข้อมูลให้เป็นจุดหรือตำแหน่ง (X,Y) โดยยึดตำแหน่ง X และ Y ตรงจุดกึ่งกลาง cell ซึ่งข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จะมีความละเอียดหรือเหมือนกับข้อมูลดั้งเดิมมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของ cell กล่าวคือถ้า cell มีขนาดที่ละเอียดยิ่งมากเท่าไหร่ ความราบเรียบ (Smooth) ของข้อมูลเวกเตอร์ที่ได้ก็จะคล้ายคลึงกับข้อมูลดั้งเดิม (Original data) มากขึ้นเท่านั้น

นอกจากนี้แล้วการแปลงข้อมูลจากราสเตอร์ไปเป็นข้อมูลเวกเตอร์นั้น ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ เข้ามามีส่วนช่วยในการจัดการด้านต่าง ๆ ซึ่งทำให้การบริหารจัดการข้อมูลมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งจากเดิมการแปลงข้อมูลราสเตอร์ไปเป็นข้อมูลเวกเตอร์นั้น กระทำขึ้นโดยมือ (Manual) ซึ่งถือตำแหน่งจุดกึ่งกลาง cell ในการแปลงข้อมูลให้เป็นเวกเตอร์ ความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากบุคคลที่ทำจึงเกิดมีขึ้นได้ (Human errors) และความละเอียดหรือความราบเรียบยังขึ้นอยู่กับขนาดของ cell ดังนั้นในปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาซอฟต์แวร์ทางด้าน GIS ที่มีคำสั่งที่ใช้ในการแปลงข้อมูลจากราสเตอร์ ไปเป็นข้อมูลเวกเตอร์ และจากข้อมูลเวกเตอร์ไปเป็นข้อมูลเตอร์ ที่มีการคำนวณจุดกึ่งกลาง cell ที่แม่นยำ และยังมีคำสั่งอื่น ๆ อีกหลายคำสั่งที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ได้หลากหลาย และตรงตามความต้องการของตนเอง เช่นการแปลงข้อมูลจากราสเตอร์ที่มีขนาดของ cell ที่ใหญ่ ไปเป็นข้อมูลเวกเตอร์ที่มีความราบเรียบคล้ายกับข้อมูลเดิม ซอฟต์แวร์ก็สามารถที่จะคำนวณเป็นผลลัพธ์ที่เราต้องการได้ เช่น กรณีการแปลงข้อมูลถนนที่เป็นราสเตอร์ ไปเป็นข้อมูลถนนที่เป็นข้อมูลเวกเตอร์นั้น ถ้าหากว่า ข้อมูลราสเตอร์มีขนาดของ cell ที่ใหญ่ การคำนวณเพื่อแปลงไปเป็นเวกเตอร์นั้น โดยคำนวณจากจุดกึ่งกลาง cell จะทำให้ข้อมูลถนนที่เป็นเวกเตอร์นั้นไม่ราบเรียบ การแก้ไขโดยซอฟต์แวร์จะมีคำสั่งที่ช่วยในการสร้างข้อมูลของถนนที่เป็นเวกเตอร์ในลักษณะของพื้นที่ (Polygon) เพื่อช่วยลดความไม่ราบเรียบ แล้วสั่งให้โปรแกรมคำนวณเส้นกึ่งกลาง ก็จะได้เส้นถนนที่เป็นเวกเตอร์และมีความราบเรียบมากยิ่งขึ้น



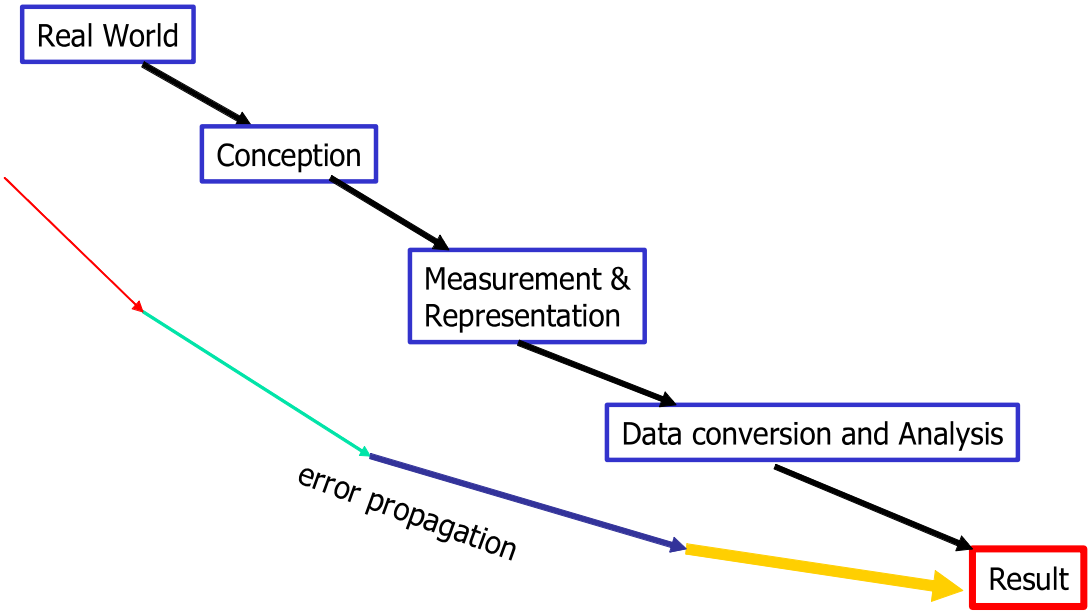
รูปแสดงแนวคิดการแปลงข้อมูลจากราสเตอร์ไปเป็นเวกเตอร์ โดยคำนวณจากค่ากึ่งกลาง cell



รูปแสดงการแปลงข้อมูลจากราสเตอร์เป็นเวกเตอร์ของชั้นข้อมูลถนนเพื่อพิจารณาเปรียบเทียบความราบเรียบที่เกิดขึ้นและความคล้ายคลึงของข้อมูลดั้งเดิม (Original data)

Uncertainty

จากที่ได้กล่าวมาแล้วถึงคุณลักษณะและรูปแบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประการหนึ่งที่มักจะประสบอยู่บ่อย ๆ ก็คือ ความไม่แม่นยำ ความไม่แน่นอน ที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนของการได้มาซึ่งข้อมูล (Data Entry) การปรับแก้ข้อมูล (Data Edit) และการปรับแต่งข้อมูล (Data Manipulation) คำถามที่จะต้องตอบต่อไปคือ ความน่าเชื่อถือได้ของข้อมูลก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนถัดไป สิ่งที่ต้องศึกษาสำหรับเรื่องนี้ ได้แก่



A conceptual view of uncertainty (U)

ที่มา : Geographic Information Systems and Science , PAUL A, LONGLEY , MICHAEL F. GOODCHILD , DAVID J. MAGUIRE , DAVID W. RHIND

ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในขั้นของ Conception เกิดจากการสร้างแบบจำลองข้อมูลที่ไม่ได้ถูกลงกำหนดขึ้นอย่างมีกฎเกณฑ์ที่ดีพอ ดังนั้นหากมีการนำมาใช้ในกระบวนการต่อจากนี้ไป ก็อาจจะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือหากมีการนำไปใช้งานโดยไม่พิจารณาเสียใหม่ก็จะเกิดความผิดพลาดส่งผลต่อในขั้นตอนถัดไป โดยในขั้นของ Conception จะมีข้อคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

1. Spatial uncertainty ความไม่แน่นอนของข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่ถูกจำลองขึ้นโดยปราศจากการตรวจสอบโดยเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับขอบเขตซึ่งไม่ได้ถูกกำหนดอย่างชัดเจน กรณีดังกล่าวอาจจะเกิดขึ้นกับขอบเขตที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด กล่าวคือมีช่วงเวลามาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น ขอบเขตการแพร่กระจายของสารมลพิษ ความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นของข้อมูลนั้น หากนำมาวิเคราะห์โดยปราศจากการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เช่น แบบจำลอง

การแพร่กระจายของสารมลพิษ อาจจะทำให้ผลการวิเคราะห์มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้ ดังนั้นผลการวิเคราะห์ จึงเป็นผล ณ เวลานั้น ๆ

2. Vagueness คือความไม่ชัดเจนของการกำหนดหรือการจำลองข้อมูลขึ้นมาอย่างคลุมเครือ เช่นความไม่ชัดเจนของการจำลองข้อมูลสิ่งปกคลุมดินขึ้นมา แล้วพิจารณาถึงสัดส่วนของพืชพรรณในแต่ละ Species ว่ามีสัดส่วนอย่างไร ซึ่งจะเป็นไปไม่ได้เลยหากจะพิจราณาในประเด็นนี้ โดยที่ไม่ได้สร้างแบบจำลองข้อมูลของการใช้ประโยชน์ในระดับที่ 3 ขึ้นมา เพียงแต่สามารถบอกถึงประเภทของสิ่งปกคลุมดินว่ามีอะไรบ้าง ได้เท่านั้นเอง

3.Ambiguity คือการกำหนดหรือสร้างแบบจำลองข้อมูลขึ้นมาจากสภาพพื้นที่จริง โดยไปแทนหรือไปอ้างถึงกับแบบจำลองข้อมูลอีก 1 แบบจำลอง ทั้งอ้างถึงโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ตาม ย่อมเกิดความกำกวมขึ้นได้จากการสื่อความหมายได้ 2 นัย ทั้ง ๆ ที่มีความหมายที่ถูกต้องเพียงหนึ่งอย่างเท่านั้น เช่น หากมีการสร้างแบบจำลองข้อมูลขึ้นมาโดยกล่าวว่าระดับของธาตุอาหารในดินเป็นตัวชี้ชัดได้โดยตรงถึงผลผลิตที่จะเกิดขึ้น แต่มิได้หมายความว่าระดับผลผลิตจะเป็นตัวชี้ชัดถึงระดับของธาตุอาหารในดินเพียงอย่างเดียว ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความกำกวมของการนำไปใช้แทนที่หรือการนำไปอ้างถึงกัน ก่อนที่จะได้รับการตรวจสอบหรือพิสูจน์ขึ้นตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

4.Regionalization problems คือปัญหาในเรื่องของการกำหนดขอบเขตขึ้นมาซึ่งเป็นเพียงสิ่งสมมติขึ้นมาเอง โดยข้อตกลงอย่างเป็นสากลและมีหลายระบบตามแต่ละประเทศที่จะนำมาใช้งานในส่วนของตน ซึ่งโดยความเป็นจริงขอบเขตได้ถูกกำหนดขึ้นมาเองจากสภาพทางกายภาพที่เป็นอยู่ เพียงแต่ได้ถูกจำลองขึ้นมาในภายหลังความคลาดเคลื่อนหรือความผิดพลาดจึงมีอยู่ เช่น ชนิดของดิน สภาพภูมิประเทศ หรือสภาพภูมิอากาศ เป็นต้นส่วนขอบเขตที่ถูกสมมติขึ้นมาอีกประเภทหนึ่งคือ การสมมติขอบเขตขึ้นมาเพื่อใช้ทำหน้าที่เฉพาะอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอบเขตตามการบริหารของแต่ละประเทศ ซึ่งจะพบปัญหากับการนำข้อมูลหรือแบบจำลองข้อมูลมาเชื่อมโยงกันในระดับประเทศได้ จากขอบเขตที่ถูกกำหนดขึ้นอย่างเป็นระบบมากมาย ซึ่งแต่ละประเทศก็จะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับตนเอง

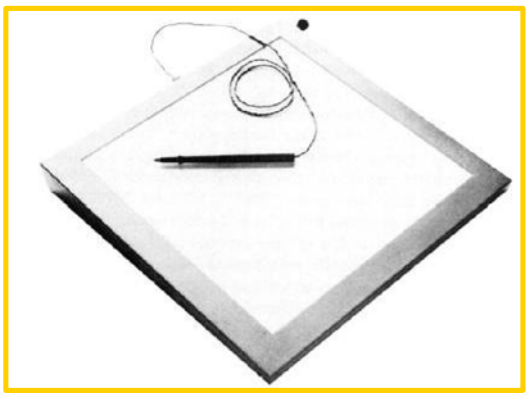
ความคลาดเคลื่อนในขั้นของ Measurement เกิดขึ้นต่อจากขั้น Conception ที่ได้มีการปรับเพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดขึ้นได้ จากขั้นตอนนั้น ในส่วนถัดมาก็เริ่มมีกระบวนการที่จะต้องมีการจัดสร้างแบบจำลองข้อมูลขึ้นมา ก็จะพบความคลาดเคลื่อนในขั้นตอนนี้ดังนี้

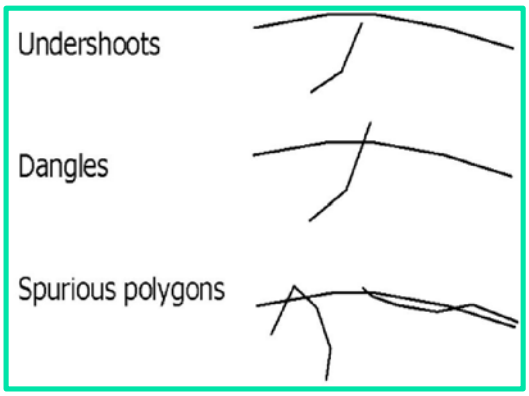
1. Physical measurement error เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากเครื่องมือ และวิธีการวัด ซึ่งโดยปกติความผิดพลาดนี้มักที่จะสามารถยอมรับกันได้ที่ระดับหนึ่งเท่านั้น กับการนำไปใช้งานตามแต่ละประเภท

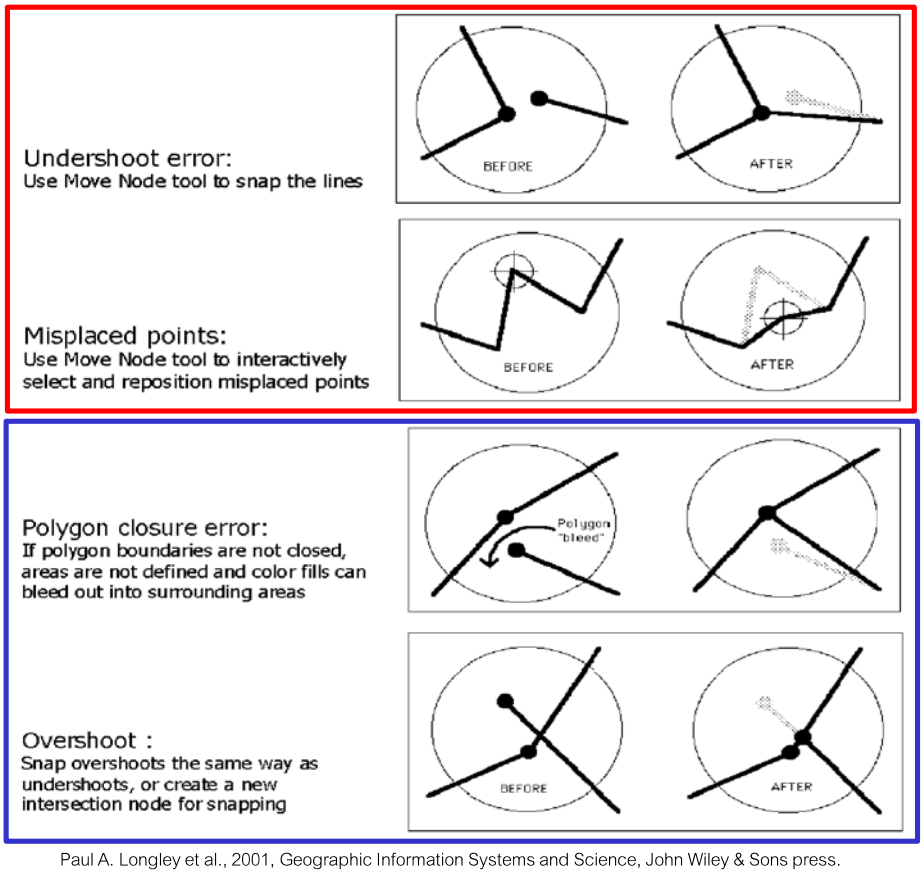
2.Digitizing error คือความคลาดเคลื่อนจากที่ผู้ใช้ทำการนำเข้าข้อมูลจากแผนที่กระดาษ สู่เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นความผิดพลาดเฉพาะบุคคล (Human Error) โดยสามารถปรับแก้ไขความผิดพลาดขึ้นได้จากซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

3. Error caused by combining data sets with different lineages เป็นความคลาดเคลื่อนจากการนำชุดข้อมูลมารวมกันโดยชุดข้อมูลที่นำมารวมกันเป็นชุดข้อมูลที่มีการจัดสร้างต่างระบบกัน โดยอาจจะเป็นคนละหน่วยงานในการจัดสร้าง ดังนั้นความน่า

เชื่อถือได้จึงขึ้นอยู่กับหน่วยงานที่เป็นผู้จัดทำข้อมูลขึ้นมา จำเป็นอย่างยิ่งเมื่อเรานำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้จะต้องอ้างอิงข้อมูลจากผู้จัดทำข้อมูลเสมอ





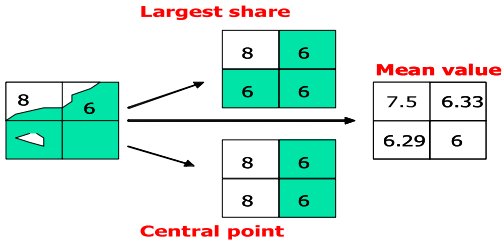


Paul A. Longley et al., 2001, Geographic Information Systems and Science, John Wiley & Sons press.

ความคลาดเคลื่อนในขั้นของ Representation ซึ่งจะมีความใกล้เคียงกันกับในขั้นของ Measurement แต่จะต่างกันเล็กน้อย โดยเหตุที่ทำการแยกความคลาดเคลื่อนในส่วนของ Representation ออกมานั้น เนื่องจากโดยความเป็นจริง โลกที่มีความซับซ้อนเป็นอย่างมาก และยากต่อการเข้าใจ ซึ่งเมื่อทำการจำลองข้อมูลจากโลกขึ้นมาก็สามารถที่จะทำความเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น จึงได้แยกพิจารณาออกมาเฉพาะในส่วนของ Representation ดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนในการจำลองโลก (Uncertainty in earth model) : รูปแบบต่าง ๆ ของการจำลองโลก เช่น ellipsoid models , รูปแบบของการสร้างหมุดหลักฐานต่าง ๆ (Datum type) , การ Projection ในรูปแบบต่าง ๆ ดังกล่าวนี้จะทำให้มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้หากมีการนำมาใช้อย่างไม่ถูกต้องในแต่ละประเทศ

2. ความไม่แน่นอนในแบบจำลองโครงสร้างข้อมูลราสเตอร์ (Uncertainty in the raster data model) จากรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลที่เป็นราสเตอร์นั้น จะถูกจัดเก็บเป็นตารางกริดหรือที่เรียกว่า Pixel โดยที่ค่าความคลาดเคลื่อนนั้นจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความละเอียดในการจัดเก็บ หากมีความละเอียดมากค่าความคลาดเคลื่อนจะเกิดขึ้นน้อย



8x(1/6)+6x(5/6)=6.33
8x(3/4)+6x(1/4)=7.5
8x(1/7)+6x(6/7)=6.29

3. ความไม่แน่นอนในแบบจำลองโครงสร้างข้อมูลเวกเตอร์ (Uncertainty in the vector data model) ในหลายกรณีมีการจัดสร้างข้อมูลในรูปแบบเวกเตอร์ เช่น การสร้าง Polygon หรือ Point แล้วนำไปใช้จำลองข้อมูลภูมิศาสตร์อย่างไม่ถูกต้อง ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ เช่น การเชื่อมโยงข้อมูลเกี่ยวกับประชากร เข้ากับตำแหน่งหมู่บ้าน ซึ่งแทนด้วยคุณลักษณะที่เป็นจุด (Point) ย่อมสื่อได้ถึงจำนวนประชากรในระดับหมู่บ้าน แต่ทั้งนี้ในการนำเสนอในลักษณะเป็นตำแหน่งหมู่บ้านนั้น จะมองได้แค่ภาพของการกระจายตัวของประชากร แต่จะไม่สามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้อ้างอิงกับสภาพพื้นที่จริงที่มีลักษณะเป็นพื้นที่ (Polygon) หรือ ขอบเขตของหมู่บ้าน ซึ่งจะหมายถึงจำนวนประชากรรายครัวเรือนในหมู่บ้านนั้น ๆ ได้

นอกจากนี้แล้วการนำเสนอในรูปแบบของแผนที่ก็จะมีความคลาดเคลื่อนได้เช่นกัน (Map representation error) ดังตาราง

Map scale	Ground distance, accuracy, or resolution (corresponding to 0.5 mm map distance)
1:1,250	0.625 m
1:2,500	1.25 m
1:5,000	2.5 m
1:10,000	5 m
1:24,000	12 m
1:50,000	25 m
1:100,000	50 m
1:250,000	125 m
1:1,000,000	500 m
1:10,000,000	5 km

ตารางแสดงความคลาดเคลื่อนในแผนที่และระยะทางบนโลกจริงในมาตราส่วนต่าง ๆ

ความคลาดเคลื่อนในขั้นของ Conversion และ Analysis แบ่งได้เป็น 6 รูปแบบดังนี้

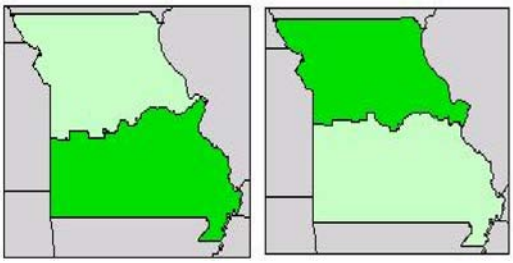
1. ความคลาดเคลื่อนในการแปลงข้อมูล (Data conversion error) เช่น การแปลงข้อมูลจากรูปแบบ Raster เป็นรูปแบบ Vector เป็นต้น

2. ความคลาดเคลื่อนในวิธีการอ้างอิงตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Georeferencing and resampling) เช่น อยู่ใกล้อะไร หรืออยู่ระหว่างอะไร

3. ความคลาดเคลื่อนจากการทำ Projection และการแปลงหมุดหลักฐาน (Projection and datum conversions) ควรมีการใช้ให้ถูกต้องตามแต่ละประเทศที่กำหนด

4. ความคลาดเคลื่อนอันเกิดจากความเข้าใจในเรื่องของ Ecological Zone ผิดพลาด ซึ่ง Ecological Zone หมายถึง ลักษณะทางนิเวศวิทยาที่เป็นลักษณะเฉพาะในแต่ละพื้นที่ และจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ที่มีสภาพทางกายภาพ และสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้นในขั้นของการวิเคราะห์นิเวศวิทยา และสิ่งแวดล้อม ก็เป็นเหตุผลหนึ่งที่จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ในแต่ละพื้นที่ เช่น เราไม่อาจจะสรุปได้ว่าปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายเร็วหรือช้าของเชื้อไข้หวัดมรณะ (โรค SARS) ที่พบในประเทศแคนาดา จะเป็นปัจจัยตัวเดียวกันที่จะส่งผลต่อการแพร่กระจายเร็วหรือช้าในประเทศจีน หากมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม ก็สามารถที่จะขจัดหรือลดความคลาดเคลื่อนกรณีนี้ลงได้

5. ความคลาดเคลื่อนอันเกิดจากการเปลี่ยนตัวเลขขนาด และรูปร่าง (The modifiable areal unit problem (MAUP)) เช่นในการวิเคราะห์เปรียบเทียบตามช่วงเวลาเกี่ยวกับความหนาแน่นของจำนวนประชากรรายตำบล จะไม่สามารถเปรียบเทียบได้ทั้งหมด 100 เปอร์เซ็นหากพบว่า ได้มีการเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่างของตำบลเปลี่ยนแปลงไป อาจจะมีการประกาศเป็นตำบลใหม่เกิดขึ้น ดังนี้แล้วทำให้การเปรียบเทียบตามช่วงเวลาไม่สามารถที่จะนำมาวิเคราะห์ได้ จึงจำเป็นต้องมีการปรับแก้เสียใหม่ให้มีความถูกต้องเสียก่อนนำไปวิเคราะห์



รูปแสดงตัวอย่างของการปรับเปลี่ยนพื้นที่ ขนาด
จะเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้หากนำไปวิเคราะห์ก่อนที่จะปรับแก้

6. ความคลาดเคลื่อนจากวิธีการแปลข้อมูล (Classification errors)โดยจะขึ้นอยู่กับความละเอียดของข้อมูลที่จะทำการแปล ข้อมูลที่มีความหยาบ เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 ระบบ ETM+ จะมีความละเอียดที่ 30 เมตร ดังนั้น ผลลัพธ์จากการแปลจะมีความหยาบกว่าการใช้ภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS ที่มีความละเอียดถึง 1 เมตร ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจึงสามารถที่จะยอมรับได้ แต่ทั้งนี้ความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะลดความคลาดเคลื่อนประเภทนี้ได้ คือการออกตรวจสอบในภาคสนามเพื่อปรับแก้ให้ข้อมูลมีความถูกต้องมากที่สุด เป็นต้น

กล่าวโดยสรุปเมื่อพิจารณาในเรื่องของความคลาดเคลื่อน (Uncertainty) นั้น เราแทบจะพบความผิดพลาดแทบทุกขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การได้มาซึ่งข้อมูล การสร้างแบบจำลองข้อมูล การวิเคราะห์ รวมถึงการนำเสนอข้อมูล จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องลดความผิดพลาดเหล่านี้ลง สิ่งหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มความเชื่อมั่นในการจัดทำข้อมูลหรือใช้ข้อมูลก็คือ คุณภาพของข้อมูลที่จะบ่งบอกให้ผู้ใช้ทราบว่าสามารถนำไปใช้และอ้างอิงได้มากน้อยเพียงใด เหมาะสมหรือไม่

สิ่งที่พอจะบอกได้ในเรื่องของคุณภาพข้อมูล ก็คือ คำอธิบายข้อมูลของข้อมูล (Metadata) ที่จะกล่าวในหัวข้อถัดไป

GIS Metadata

Metadata หมายถึงชุดข้อมูลที่ทำการอธิบายข้อมูล ซึ่งเปรียบเสมือน ป้ายหรือฉลากสำหรับอธิบายว่าข้อมูลแต่ละประเภทมีลักษณะการจัดเก็บเป็นอย่างไร ผู้ใช้ได้ทำการนำเข้าข้อมูลดังกล่าวมาจากแหล่งข้อมูลประเภทใด ระยะเวลา รวมทั้งความต่อเนื่องของการจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศดังกล่าวอยู่ในลักษณะใด โดยผู้ใช้ข้อมูลไม่จำเป็นต้องเปิดดูข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ทุกชั้นของข้อมูล เพียงแต่ดูที่ชุดของข้อมูลที่อธิบายข้อมูล ก็สามารถตัดสินใจว่าข้อมูลนี้มีประโยชน์ เกี่ยวข้องกับงานของผู้ใช้หรือไม่

มาตรฐานของการอธิบายข้อมูล Metadata แบ่งเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 และระดับที่ 2

ระดับที่ 1 : เป็นระดับขั้นต่ำสุดในการอธิบายชุดข้อมูล โดยมีจุดประสงค์เพื่อจัดทำรายการและลำดับชุดข้อมูล ทั้งนี้เพื่ออำนวยความสะดวกในการค้นหาชุดข้อมูลที่ต้องการ

ระดับที่ 2 : เป็นลักษณะของการอธิบายชุดข้อมูลอย่างสมบูรณ์ ไม่ว่าจะเป็นการอธิบายในชุดข้อมูลเดียวหรือหลายชุดข้อมูลต่อเนื่องกัน รวมทั้งลักษณะข้อมูลทางภูมิศาสตร์โดยกำหนดรายละเอียดของการอธิบายเพื่อให้ทราบถึงการดำเนินการในการจำแนก การประเมินคุณภาพ การแบ่งแยก การนำไปใช้งาน และการจัดการข้อมูลทางภูมิศาสตร์ โดยองค์ประกอบของ Metadata ในระดับนี้ สามารถจำแนกได้คร่าว ๆ เป็น 4 ประเภท คือ

1.รายละเอียดทั่วไปของชุดข้อมูล ซึ่งจะบอกถึงลักษณะของข้อมูลแต่ละประเภทที่ทำการจัดเก็บภายในหน่วยงาน ว่าอยู่ในลักษณะใด มีความต่อเนื่องของการจัดเก็บข้อมูลเป็นอย่างไร

2.คุณภาพของชุดข้อมูล ข้อมูลประเภทนี้จะบอกถึง แหล่งของข้อมูลที่ทำการจัดเก็บ ว่าอยู่ในรูปแบบใด รวมทั้งการนำเข้าข้อมูล มาตราส่วนของแผนที่ รวมทั้งวิธีการนำเข้าข้อมูล ว่านำเข้าข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ดังกล่าวในลักษณะใด

3.การจัดเก็บและเผยแพร่ข้อมูล ข้อมูลประเภทนี้ จะบอกถึง ประเภทพิกัดแนวราบDatum ของพิกัดแนว ราบ ความละเอียดของพิกัดที่บันทึกDatumของพิกัดแนวดิ่ง หน่วยของข้อมูล ความละเอียดของความสูงที่บันทึกรวมทั้งลักษณะของการเผยแพร่ข้อมูลสารสนเทศดังกล่าวว่าสามารถเผยแพร่อยู่ในรูปใดได้บ้าง ขั้นตอนในการขอใช้ข้อมูลดังกล่าวสามารถทำได้โดยวิธีใด

4.ข้อมูลของ Metadata ข้อมูลในส่วนนี้จะบอกถึง ข้อมูลที่เกี่ยวกับ Metadata เอง ว่า ทำขึ้นเมื่อใด มีผู้ใดเป็นคนให้ข้อมูลดังกล่าว ผู้รับผิดชอบในการดูแลข้อมูลเป็นใครบ้าง เป็นต้น

ตัวอย่างการอธิบายข้อมูล GIS ด้วย Metadata ตามมาตรฐานการอธิบายข้อมูล ได้ดังนี้

<u>การอธิบายในระดับที่ 1</u>

1. **ชื่อเรื่อง/ชั้นข้อมูล** (Title) * :
   เป็นชื่อของชุดข้อมูลที่รู้จักกันโดยทั่วไป
   ตัวอย่างเช่น ชื่อเรื่อง/ชั้นข้อมูล (Title) * :
   แผนที่ภูมิประเทศลายเส้นเชิงเลข มาตราส่วน 1:50,000
2. **วันที่สำหรับอ้างอิง** (Reference Date) * :
   เป็นช่วงเวลาที่ชุดข้อมูลถูกตีพิมพ์หรือสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้
   ตัวอย่างเช่น วันที่สำหรับอ้างอิง (Reference Date) * : 19990701

3. **ข้อมูลหน่วยงานรับผิดชอบ** (Responsible Party Information) :

ข้อมูลเกี่ยวกับหน่วยงานรับผิดชอบที่อ้างอิงได้

หน่วยงานที่ 1

3.1 ชื่อหน่วยงานรับผิดชอบ (Responsible Party Organization Name) :

ชื่อของหน่วยงานที่รับผิดชอบข้อมูล

ตัวอย่างเช่น

ฝ่าย/ส่วน :

กอง/สำนัก :

กรม : แผนที่ทหาร

ทบวง/กระทรวง : กลาโหม

3.2 บทบาทของหน่วยงาน (Responsible Party Role) * :

บทบาทตามหน้าที่และความรับผิดชอบของหน่วยงานที่มีต่อชุดข้อมูลนี้ โดยแบ่งเป็น ผู้ริเริ่ม ผู้จัดพิมพ์ ผู้ครอบครอง ผู้สำรวจ ผู้จัดหา ผู้ดำเนินการ ผู้เผยแพร่ ผู้ติดต่อ ผู้จัดทำ metadata อื่น ๆ

ตัวอย่างเช่น บทบาทของหน่วยงาน (Res ponsible Party Role) *: ผู้ริเริ่ม

3.3 ที่อยู่ : -

ที่อยู่ของหน่วยงานที่สามารถติดต่อได้

ตัวอย่างเช่น ที่อยู่ : - กรมแผนที่ทหาร ถนนกัลยาณไมตรี

3.4 ตำบล/แขวง : ตำบลที่หน่วยงานตั้งอยู่

ตัวอย่างเช่น ตำบล/แขวง : แขวงพระราชวัง

3.5 อำเภอ/เขต : อำเภอที่หน่วยงานตั้งอยู่

ตัวอย่างเช่น อำเภอ/เขต : เขตพระนคร

3.6 จังหวัด : จังหวัดที่หน่วยงานตั้งอยู่

ตัวอย่างเช่น จังหวัด : กรุงเทพมหานคร

3.7 รหัสไปรษณีย์ : รหัสไปรษณีย์

ตัวอย่างเช่น รหัสไปรษณีย์ : 10200

3.8 ประเทศ : ประเทศที่หน่วยงานตั้งอยู่

ตัวอย่างเช่น ประเทศ : ไทย

3.9 โทรศัพท์ : หมายเลขโทรศัพท์ที่ติดต่อได้

ตัวอย่างเช่น โทรศัพท์ :(02) 2238213

3.10 โทรสาร : หมายเลขโทรสารของหน่วยงาน

ตัวอย่างเช่น โทรสาร : (02) 2253347

3.11 การเชื่อมต่อทางสาย :

เว็ปไซต์ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้

ตัวอย่างเช่น การเชื่อมต่อทางสาย : www.rtsd.mi.th

4. **ขอบเขตของชุดข้อมูล** (Dataset Extent)

เป็นข้อมูลในแนวดิ่งและแนวราบและช่วงเวลาของชุดข้อมูล

<u>ชุดข้อมูลที่ 1</u>

ชื่อขอบเขตทางภูมิศาสตร์ (Geographic Extent Name) * : ชื่อที่ใช้เรียกโดยทั่วไปของสถานที่ พื้นที่ หรือภูมิภาคที่บอกถึงขอบเขตเชิงพื้นที่ของชุดข้อมูล

ตัวอย่างเช่น ชื่อขอบเขตทางภูมิศาสตร์ (Geographic Extent Name) * : ประเทศไทย

วันที่สำรวจ/เก็บข้อมูล (Temporal Extent Date/Time) : เป็นช่วงเวลาของข้อมูลที่นำมาใช้

ตัวอย่างเช่น วันที่สำรวจ/เก็บข้อมูล (Temporal Extent Date/Time) : 19950801

5. **ระดับของความละเอียด** (Resolution Level) :

ปัจจัยในการรวบรวมที่ทำให้ทราบถึงความหนาแน่นของข้อมูลเชิงพื้นที่

ตัวอย่างเช่น ระดับของความละเอียด (Resolu - tion Level) : 1:40K-1:199K

6. **ภาษาของชุดข้อมูล** (Language of Dataset Code) * : ภาษาที่ใช้ในชุดข้อมูล
ตัวอย่างเช่น ภาษาของชุดข้อมูล (Language of Dataset Code) * : ไทย อังกฤษ

7. **บทคัดย่อ** (Abstract) * :
การอธิบายสรุปของชุดข้อมูล
ตัวอย่างเช่น บทคัดย่อ (Abstract) * :
ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศลายเส้นเชิงตัวเลขเป็นข้อมูลเวกเตอร์ที่มีมาตราส่วน 1:50,000 ประกอบไปด้วยข้อมูลทางแผนที่และตัวหนังสือ ที่จัดเก็บลงบนแผ่น CD ROM พื้นที่ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลเวกเตอร์มีมากกว่า 1,200 เมกะไบต์ ซึ่งมีข้อมูลทั้งสิ้น 9 ชั้นข้อมูล ข้อมูลจะรวมถึงเครือข่ายถนน และทางรถไฟ อาคาร สิ่งปลูกสร้าง และขอบเขตการปกครอง เส้นชั้นระดับความสูง (ระยะห่าง 20 เมตร) ทางน้ำ ขอบเขตพืชพรรณ รายละเอียดชายฝั่ง ชื่อนามศัพท์ และรายละเอียดขอบระวางแผนที่

8. **จุดมุ่งหมาย** (Purpose) :
การอธิบายสรุปถึงจุดมุ่งหมายในการพัฒนาชุดข้อมูล
ตัวอย่างเช่น จุดมุ่งหมาย (Purpose) :
แผนที่ภูมิประเทศลายเส้นเชิงตัวเลขมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะออกแบบฐานข้อมูลระดับภูมิภาคในการสนับสนุนการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และการผลิตแผนที่อัตโนมัติ

9. **ความก้าวหน้า** (Progress) :
บอกถึงสถานภาพของชุดข้อมูล
ตัวอย่างเช่น ความก้าวหน้า (Progress) :
Complete (เสร็จสมบูรณ์)

10. **ลักษณะข้อมูล** (Category)
คำหรือกลุ่มคำที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นอยู่ของชุดข้อมูล
10.1 ชั้นข้อมูล (Theme) * : ชุดข้อมูลเชิงพื้นที่
ตัวอย่างเช่น ชั้นข้อมูล (Theme) * : การใช้ที่ดิน
10.2 ข้อมูลคำสำคัญ (Keyword Information)
ข้อมูลของคำสำคัญ ที่อ้างอิงถึงและใช้ค้นหาข้อมูลได้
ลำดับที่ 1
คำสำคัญ (Keyword) :
คำหรือกลุ่มคำทั่วไปที่อธิบายถึงสิ่งที่เป็นอยู่ในชุดข้อมูล
ตัวอย่างเช่น คำสำคัญ (Keyword) : Roads, Railroads, Rivers
ประเภทคำสำคัญ (Keyword Type) : ประเภทของการจัดกลุ่มคำสำคัญ
ตัวอย่างเช่น ประเภทคำสำคัญ (Keyword Type) : Theme (หัวข้อ)
ลำดับที่ 2
คำสำคัญ (Keyword) :
ประเภทคำสำคัญ (Keyword Type) :

11. **ข้อจำกัดในการเข้าถึง** (Access Constraints) :
ข้อจำกัดและสิ่งที่จะต้องทำก่อนตามกฎหมายสำหรับการเข้าถึงชุดข้อมูลรวมถึงข้อจำกัดโดยเฉพาะบางอย่างในการได้รับชุดข้อมูล
ตัวอย่างเช่น ข้อจำกัดในการเข้าถึง (Access Constraints) : ได้รับอนุมัติจากรองอธิบดีด้านบริหาร (CIO)

12. **ข้อจำกัดในการใช้** (Use Constraints) :
ข้อจำกัดและสิ่งที่จะต้องทำก่อนตามกฎหมายสำหรับการใช้ชุดข้อมูล หลังจากได้รับอนุญาตให้เข้าถึงข้อมูลอย่างถูกต้อง

ตัวอย่างเช่น ข้อจำกัดในการใช้ (Use Constraints) : Non-Commercial (ไม่ใช้เพื่อการค้า)

13. **รายงานคุณภาพเชิงลึก** :
การบรรยายถึงรายละเอียดของคุณภาพข้อมูล
ตัวอย่างเช่น รายงานคุณภาพเชิงลึก : ตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้ GPS ในการสำรวจภาคสนาม
14. **รายการของข้อมูลประวัติการเป็นมา** :
ข้อมูลเกี่ยวกับลำดับในการจัดทำและแหล่งที่มาของข้อมูล
ตัวอย่างเช่น รายการของข้อมูลประวัติการเป็นมา : นำเข้าข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม
15. **ประเภทของการนำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่** (Spatial Representation Type) :
วิธีที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ในชุดข้อมูล
ตัวอย่างเช่น ประเภทของการนำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Representation Type) : Text (ตัวหนังสือ) Vector (ข้อมูลเชิงเส้น)
16. **ประเภทของระบบการอ้างอิงข้อมูลเชิงพื้นที่** (Spatial Reference System Type) :
ระบบอ้างอิงที่ใช้ในการอ้างอิงตำแหน่งของพื้นที่ในชุดข้อมูล
ตัวอย่างเช่น ประเภทของระบบการอ้างอิงข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Reference System Type) : Geographic Identifiers (การจำแนกทางภูมิศาสตร์)
17. **การระบุ/จำแนกในการเผยแพร่** (Distribution Identifier) :
ตัวบ่งชี้ที่ทำให้ผู้เผยแพร่รู้ถึงชุดข้อมูลเพื่อความสะดวกในการค้นหาเพื่อเผยแพร่
ตัวอย่างเช่น การระบุ/จำแนกในการเผยแพร่ (Distribution Identifier) : Topo 1:50,000
18. **ชื่อรูปแบบของการเผยแพร่** (Distribution Format Name) :
ชื่อของรูปแบบที่ใช้ในการเผยแพร่ชุดข้อมูล
ตัวอย่างเช่น ชื่อรูปแบบของการเผยแพร่ (Distribution Format Name) : Arc/Info, ArcView
19. **สื่อที่ใช้ในการเผยแพร่** (Distribution Media) :
ชื่อของสื่อที่สามารถใช้ในการบันทึกเพื่อขอรับข้อมูล
ตัวอย่างเช่น สื่อที่ใช้ในการเผยแพร่ (Distribution Media) : CD-ROM 3.5" floppy disk
20. **ระดับมาตรฐานการอธิบายข้อมูล** (Level of Conformance) * :
ระดับของมาตรฐานการอธิบายข้อมูล
ตัวอย่างเช่น ระดับมาตรฐานการอธิบายข้อมูล (Level of Conformance) * : ระดับที่ 1
21. **ภาษาของการอธิบายข้อมูล** (Language of Metadata) * : ภาษาที่ใช้ในการอธิบายข้อมูล
ตัวอย่างเช่น ภาษาของการอธิบายข้อมูล (Language of Metadata) * : ไทย
22. **วันที่กรอกแบบสอบถาม** (Metadata Date) * :
วันเวลาที่ทำการอธิบายข้อมูลหรือปรับปรุงแก้ไขการอธิบายในชุดข้อมูล
ตัวอย่างเช่น วันที่กรอกแบบสอบถาม (Metadata Date) * : 19990701

การอธิบายในระดับที่ 2

1. รายละเอียดทั่วไปของชุดข้อมูล

ข้อสนเทศเพื่อการอ้างอิงข้อมูล CITATION

หน่วยงานที่รวบรวมข้อมูล	*กองสารสนเทศภูมิศาสตร์*
ชื่อชุดข้อมูล	*พื้นที่ปกครองระดับเขต/อำเภอ*
รูปแบบที่ใช้จำลองโลกจริง	*พื้นที่และแนวเขตปกครองระดับเขต/อำเภอ*
หน่วยงานที่เผยแพร่ข้อมูล	*กองสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำนักนโยบายและแผน กรุงเทพมหานคร*

คำอธิบายข้อมูล DESCRIPTION

คำอธิบาย	*เป็นชุดข้อมูลดิจิตอลในรูปเวคเตอร์ของพื้นที่และแนวเขตปกครองระดับเขต/อำเภอ*
วัตถุประสงค์	*เพื่อเป็นข้อมูลฐานสำหรับอ้างอิงในการจัดทำข้อมูลปริภูมิอื่นๆ เพื่อใช้อ้างอิงถึงสถานที่ที่สำคัญในกรุงเทพมหานคร*
ข้อมูลกำกับเพิ่มเติม	*พิกัดที่ตั้งของจุดมีความถูกต้อง และใช้แทนตำแหน่งในโลกจริงได้ถูกต้อง 0.5 มม . ที่มาตราส่วน 1: 20000 (ความคลาดเคลื่อนประมาณ 10 เมตร) ข้อมูลนี้เหมาะสำหรับการวางแผนจัดการ และบริหารทรัพยากรในเขตกรุงเทพมหานคร แต่ไม่เหมาะสำหรับการออกแบบทางวิศวกรรมอย่างละเอียด*

ช่วงเวลาของข้อมูล TIME PERIOD OF CONTENT

วันที่เริ่มต้นของข้อมูล	
วันสุดท้ายของข้อมูล	
นัยด้านเวลาของข้อมูล	

สถานะของข้อมูล STATUS

ความก้าวหน้าของข้อมูล	*ดำเนินการปรับปรุงข้อมูลครบทั้งพื้นที่กรงเทพมหานคร*
ความถี่ในการปรับปรุงข้อมูล	*ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลภายใต้การกำกับของกองสารสนเทศภูมิศาสตร์*

ขอบเขตพื้นที่ที่ข้อมูลครอบคลุม SPATIAL DOMAIN

ขอบเขตด้านเหนือ	
ขอบเขตด้านใต้	
ขอบเขตด้านตะวันออก	
ขอบเขตด้านตะวันตก	

คำสำคัญ KEYWORDS

คำสำคัญสำหรับเนื้อหาข้อมูล	
คำคล้ายเคียงสำหรับเนื้อหา	
คำสำคัญสำหรับสถานที่	*กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ สมุทรสาคร ปทุมธานี*
คำคล้ายเคียงสำหรับสถานที่	*ภาคกลาง ปริมณฑล*

การใช้ข้อมูล USAGE CONDITIONS

เงื่อนไขการขอใช้ข้อมูล	*ไม่มี*
เงื่อนไขการใช้ข้อมูล	*ต้องระบุว่าเป็นข้อมูลของกองสารสนเทศภูมิศาสตร์ กทม.*
กิตติกรรมประกาศ	

การเตรียมชุดข้อมูล NATIVE DATA SET ENVIRONMENT

โปรแกรมที่ใช้ในการเตรียมข้อมูล	
การบันทึกข้อมูล	
ขนาดไฟล์	

2. คุณภาพของชุดข้อมูล

ความถูกต้องของข้อมูลอรรถาธิบาย ATTRIBUTE ACCURACY

รายงานความถูกต้อง	*ความถูกต้องในการระบุชื่อ ของสถานที่สำคัญมีไม่น้อยกว่าร้อยละ 90*
วิธีการประเมิน	

ความสม่ำเสมอในเชิงตรรกะ LOGICAL CONSISTENCY

รายงานความสม่ำเสมอ	
วิธีการประเมิน	

ความสมบูรณ์ของข้อมูล COMPLETENESS

รายงานความสมบูรณ์	
คำอธิบายเพิ่มเติม	

ความถูกต้องของตำแหน่งข้อมูล POSITIONAL ACCURACY

ความถูกต้องแนวราบ	
คำอธิบายความถูกต้องแนวราบ	
ความถูกต้องแนวดิ่ง	
คำอธิบายความถูกต้องแนวดิ่ง	

การจัดทำชุดข้อมูล LINEAGE

แหล่งข้อมูล	
อักษรย่อของแหล่งข้อมูล	
บรรณานุกรมของแหล่งข้อมูล	
มาตราส่วนของข้อมูลที่ใช้	
ประเภทสื่อที่บันทึกข้อมูล	
ช่วงเวลาในการรวบรวมข้อมูล	
ประเภทของข้อมูล	
วิธีการนำข้อมูลเข้าระบบ	

3. การจัดเก็บและเผยแพร่ข้อมูล

คุณลักษณะของข้อมูลปริภูมิ SPATIAL REFERENCE INFORMATION

ประเภทพิกัดแนวราบ	
Datum **ของพิกัดแนวราบ**	
ความละเอียดของพิกัดที่บันทึก	
Datum **ของพิกัดแนวดิ่ง**	
หน่วยของข้อมูล	
ความละเอียดของความสูงที่บันทึก	
ชนิดของเวคเตอร์*	
จำนวนเวคเตอร์*	

คุณลักษณะข้อมูลอรรถาธิบาย ENTITY AND ATTRIBUTE INFORMATION

ภาพรวมของข้อมูล	
การอ้างอิงข้อมูล	

การเผยแพร่ข้อมูล DISTRIBUTION INFORMATION

หน่วยงานที่เผยแพร่ข้อมูล	
สถานที่ตั้ง	
รหัสไปรษณีย์	
URL **ของหน่วยงานที่เผยแพร่**	
ชื่อผู้รับผิดชอบ	
โทรศัพท์	
โทรสาร	
E-MAIL **ของผู้รับผิดชอบ**	
ชื่อข้อมูลสำหรับอ้างอิง	
ความรับผิดชอบของหน่วยงานเผยแพร่ข้อมูลต่อชุดข้อมูล	
ขั้นตอนการขอใช้ข้อมูล	

4. ข้อมูล Metadata ของชุดข้อมูล

คุณลักษณะของข้อมูลของข้อมูล METADATA REFERENCE INFORMATION

วันที่บันทึก METADATA	
มาตรฐาน METADATA ที่ใช้	*ดัดแปลงจากชุด metadata ของ US-FGDC*
หน่วยงานที่จัดทำ METADATA	
สถานที่ตั้ง	
รหัสไปรษณีย์	
URL ของหน่วยงานที่เผยแพร่	
ชื่อผู้รับผิดชอบ	
โทรศัพท์	
โทรสาร	
E-MAIL ของผู้รับผิดชอบ	