

HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ

Ths. Trần Mạnh Trường
truongtm@gmail.com

Hà Nội – 2020





Nội dung môn học

❖ Tập trung nghiên cứu

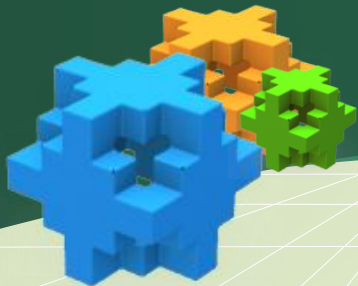
- các khái niệm cơ bản của Hệ thống tin địa lý (GIS)
- kiến trúc tổng thể của GIS
- các thuật toán phục vụ phát triển các thành phần của hệ thống GIS

❖ Nội dung môn học không tập trung vào

- xây dựng ứng dụng GIS trong các lĩnh vực khác nhau
- sử dụng các phần mềm GIS có sẵn

❖ Tóm lại

- Nội dung chính của môn học là nghiên cứu về GIS từ góc nhìn của khoa học máy tính.



Các chủ đề nghiên cứu

1

Giới thiệu về GIS

2

Biểu diễn dữ liệu địa lý

3

Định vị và tham chiếu không gian

4

Thu thập dữ liệu không gian

5

Phân tích dữ liệu không gian

6

Hiển thị dữ liệu địa lý

7

Các chủ đề GIS nâng cao

8

9

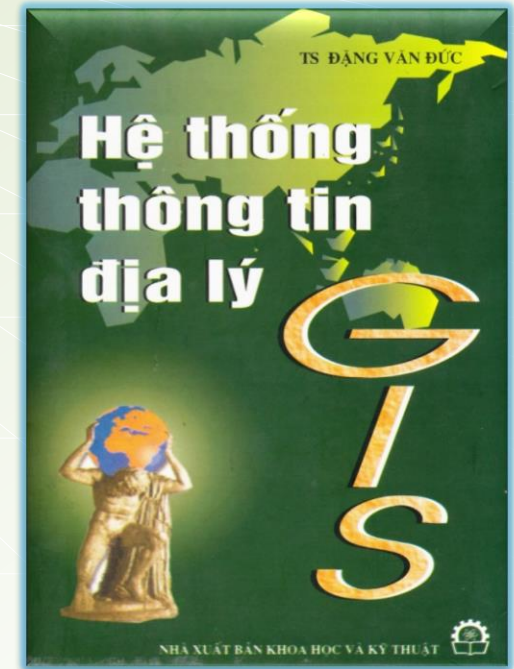
Tài liệu

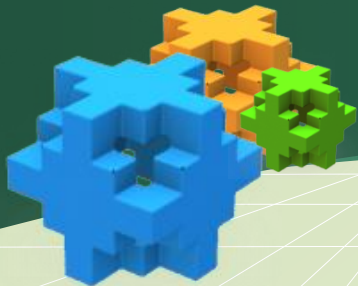
❖ Tài liệu học

- Bài giảng pptx
- Đặng Văn Đức, *Hệ thống thông tin địa lý*, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, 2001.

❖ Tài liệu tham khảo

- Otto Huisman, Rolf A. de By, *Principles of Geographic Information Systems*, Fourth Edition, ITC, The Netherlands, 2009.





Yêu cầu môn học

- ❖ **Nhiệm vụ của học viên**
 - Tham gia nghe giảng trên lớp học
 - Tự nghiên cứu
- ❖ **Đánh giá kết quả**
 - Điểm quá trình: 0.3
 - Thi viết/Bài tập lớn: 0.7



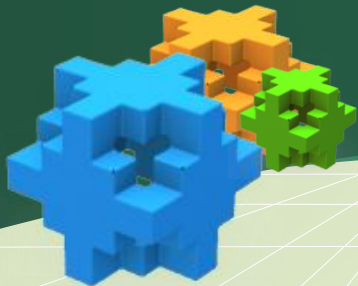
Bài 1

GIỚI THIỆU VỀ HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ

Ths. Trần Mạnh Trường
truongtm@gmail.com

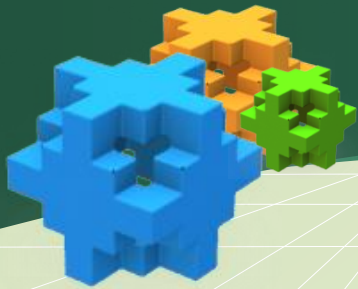


Hà Nội – 2020



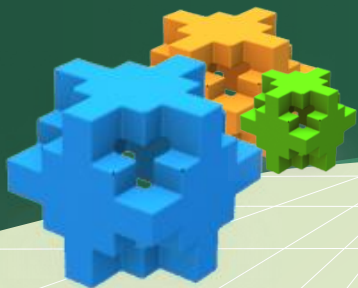
Nội dung

- ❖ Các khái niệm cơ bản về GIS
- ❖ Ví dụ về GIS
- ❖ Dữ liệu địa lý
- ❖ Các chức năng của GIS
- ❖ Khả năng ứng dụng GIS
- ❖ Tổng kết bài



1. Khái niệm cơ bản

- ❖ GIS - *Geographic Information System (Science, Study?)*
- ❖ Địa lý (*Geography*): tiến trình mô tả Trái đất
- ❖ Thông tin địa lý (*Geographical Information - GI*):
 - Là thông tin về các vị trí trên bề mặt Trái đất
 - Tri thức về cái gì đó (Hà Nội) ở đâu (*where something is*)
 - Tri thức về cái gì (*what*) ở tại vị trí biết trước (105°52", 21°02")
 - Các đặc trưng của thông tin địa lý bao gồm:
 - Có thể rất chi tiết: thông tin về từng ngôi nhà trong thành phố, từng cây trên đường phố.
 - Có thể rất thô: thời tiết, mật độ dân số của quốc gia.
 - Tương đối tĩnh: có thể thể hiện trên tờ bản đồ giấy (địa giới hành chính)
 - Có kích thước rất lớn: ảnh vệ tinh có tới 1024Gbyte/ngày

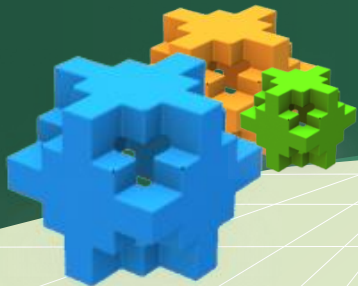


Khái niệm cơ bản

- ❖ Phương pháp truyền thống thu thập, lưu trữ và quản lý dữ liệu địa lý: Bản đồ giấy, mô tả, CSDL quan hệ...



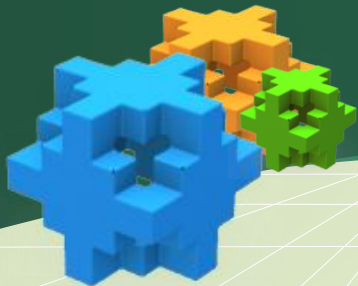
Need better ways to represent, understand, manage, and communicate our natural world!



Khái niệm cơ bản

❖ Định nghĩa GIS:

- Geographic Information System (GIS) is an information system able to encode, store, transform, analyze, and display geospatial information (<http://www.asprs.org>)
- Geographic information system (GIS) is a system for input, storage, manipulation, and output of geographic information (*NCGIA Core Curriculum in Geographic Information Science*)
- Geographic Information System (GIS) is a system of computer software, hardware and data, and personnel to help manipulate, analyze and present information that is tied to a spatial location (<http://www.gis.com>)

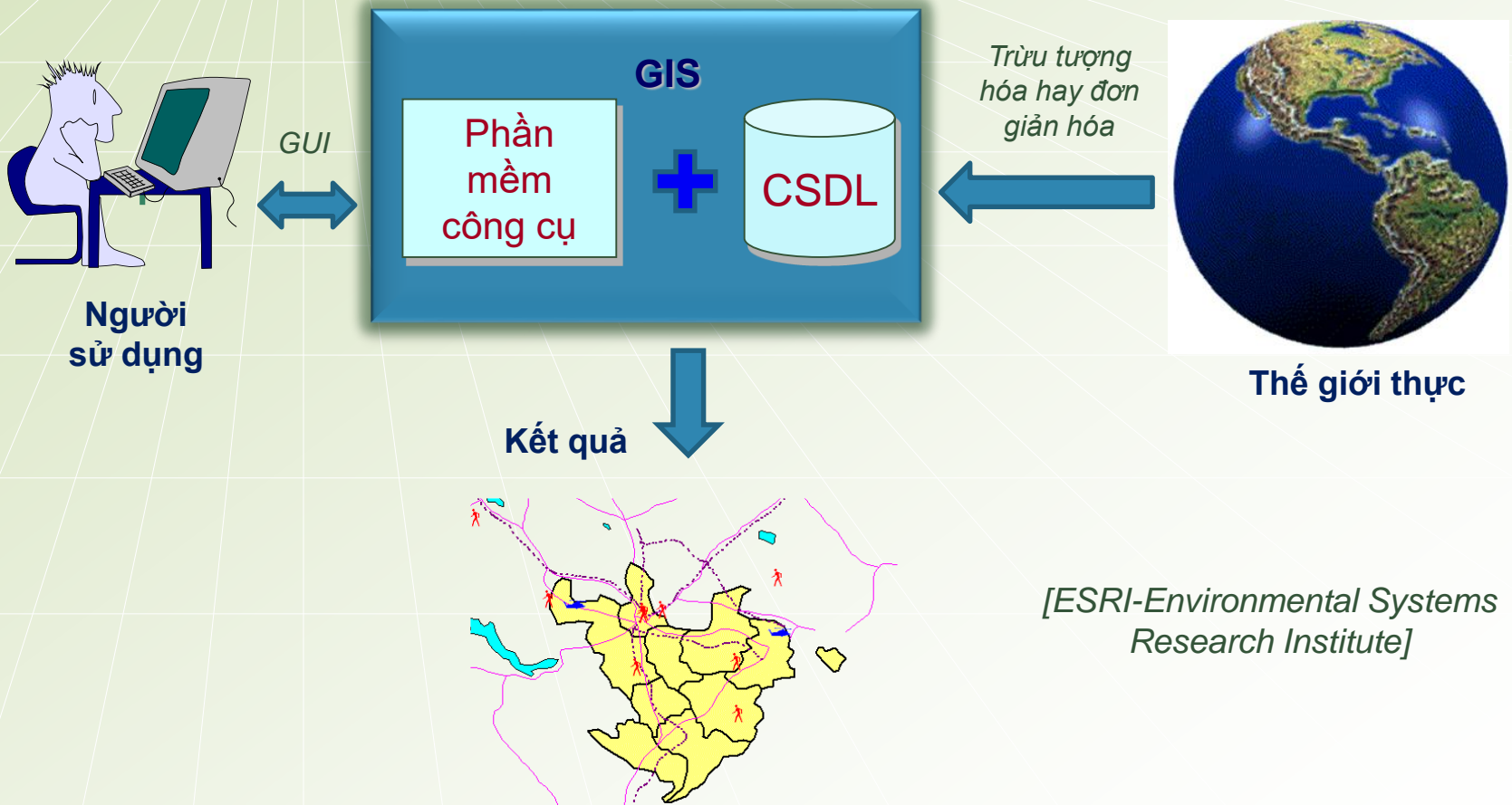


Khái niệm cơ bản

- ❖ Khái quát từ các định nghĩa GIS: GIS là hệ thống thông tin trên cơ sở máy tính với 04 khả năng chủ yếu như sau đây:
 - Thu thập và tiền xử lý dữ liệu tham chiếu địa lý, bao gồm dữ liệu từ bản đồ giấy, dữ liệu vệ tinh, điều tra hay từ các nguồn khác.
 - Quản lý dữ liệu, bao gồm lưu trữ và bảo trì trong CSDL
 - Biến đổi, phân tích, mô hình hóa dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính liên quan bằng các công cụ phần mềm
 - Trình diễn dữ liệu dưới dạng báo cáo, bản đồ chuyên đề, biểu đồ

Khái niệm cơ bản

❖ Các thành phần của GIS



[ESRI-Environmental Systems
Research Institute]



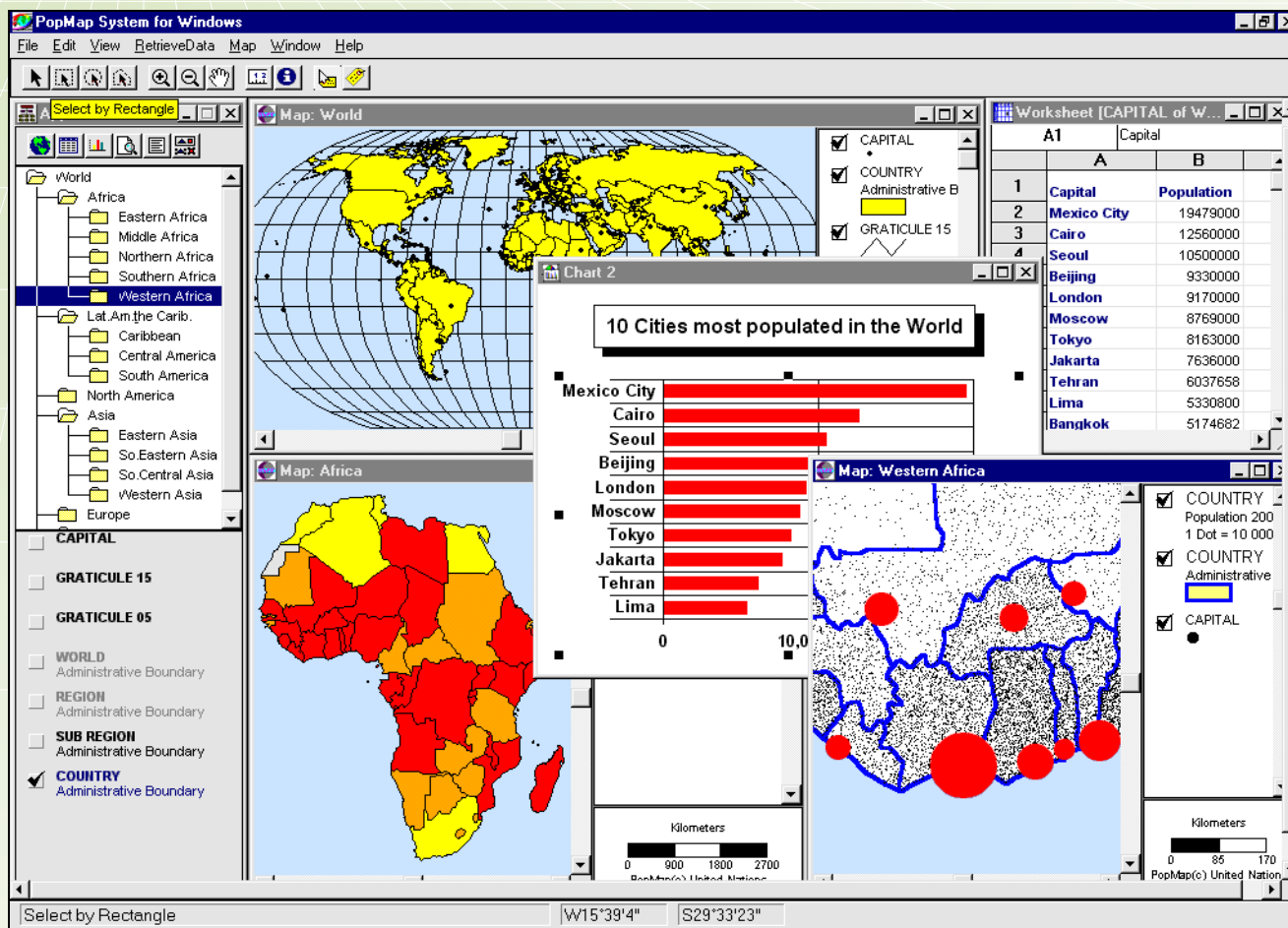
Khái niệm cơ bản

- ❖ Đối tượng nghiên cứu của GIS là hiện tượng địa lý
- ❖ Hiện tượng địa lý (*phenomena*)
 - Là hiện tượng hay tiến trình địa lý là các thực thể trong thế giới thực với khả năng:
 - Đặt tên hay mô tả được,
 - Tham chiếu địa lý được và
 - Được gán cho thời gian/khoảng thời gian mà nó tồn tại
 - Ví dụ: Nhiệt độ không khí, đất sử dụng...
- ❖ Một số hiện tượng địa lý xảy ra mọi nơi (*field*) trong khi một số khác chỉ xảy ra tại một số vị trí nhất định (*object*) của vùng nghiên cứu.



2. Ví dụ GIS

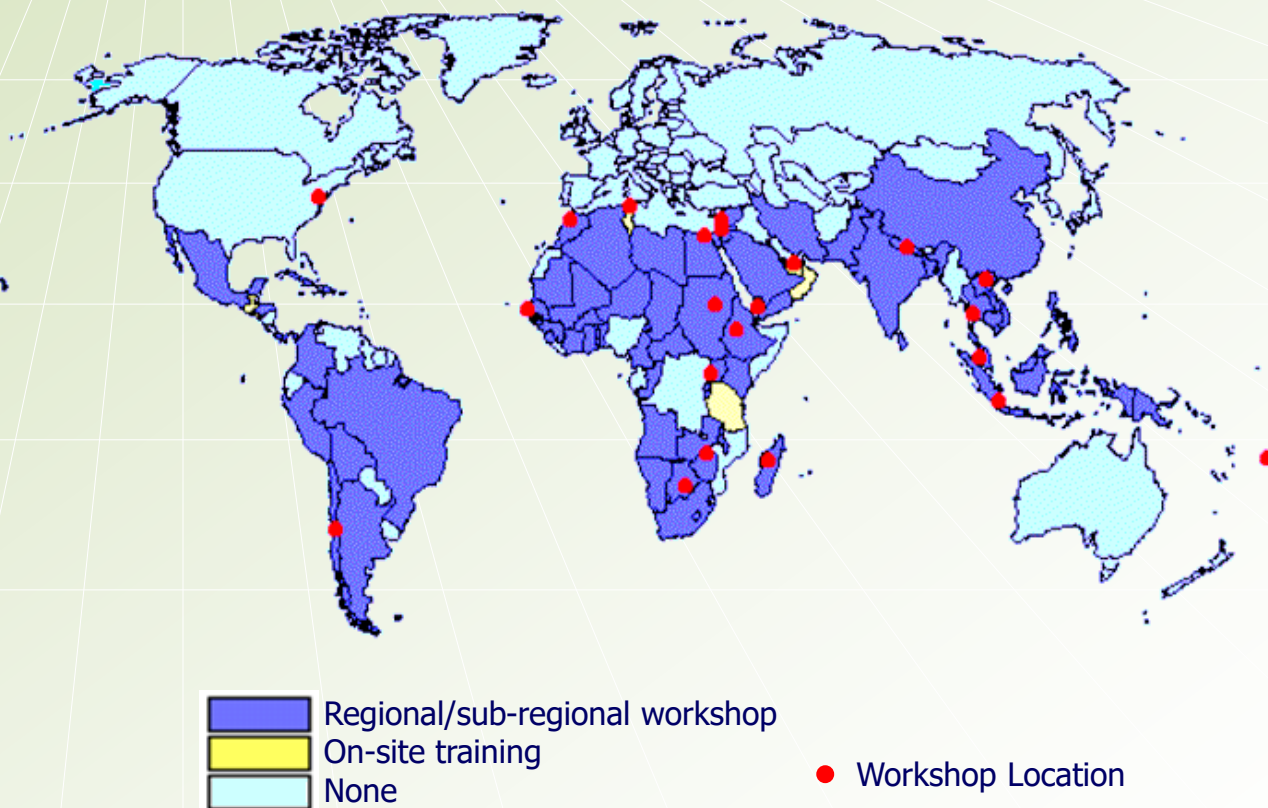
❖ PopMap for Windows (IOIT/UNSTAT, 1992-1999)

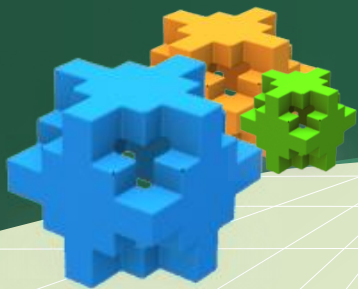


Ví dụ GIS

❖ PopMap for Windows (IOIT/UNSTAT, 1992-1999)

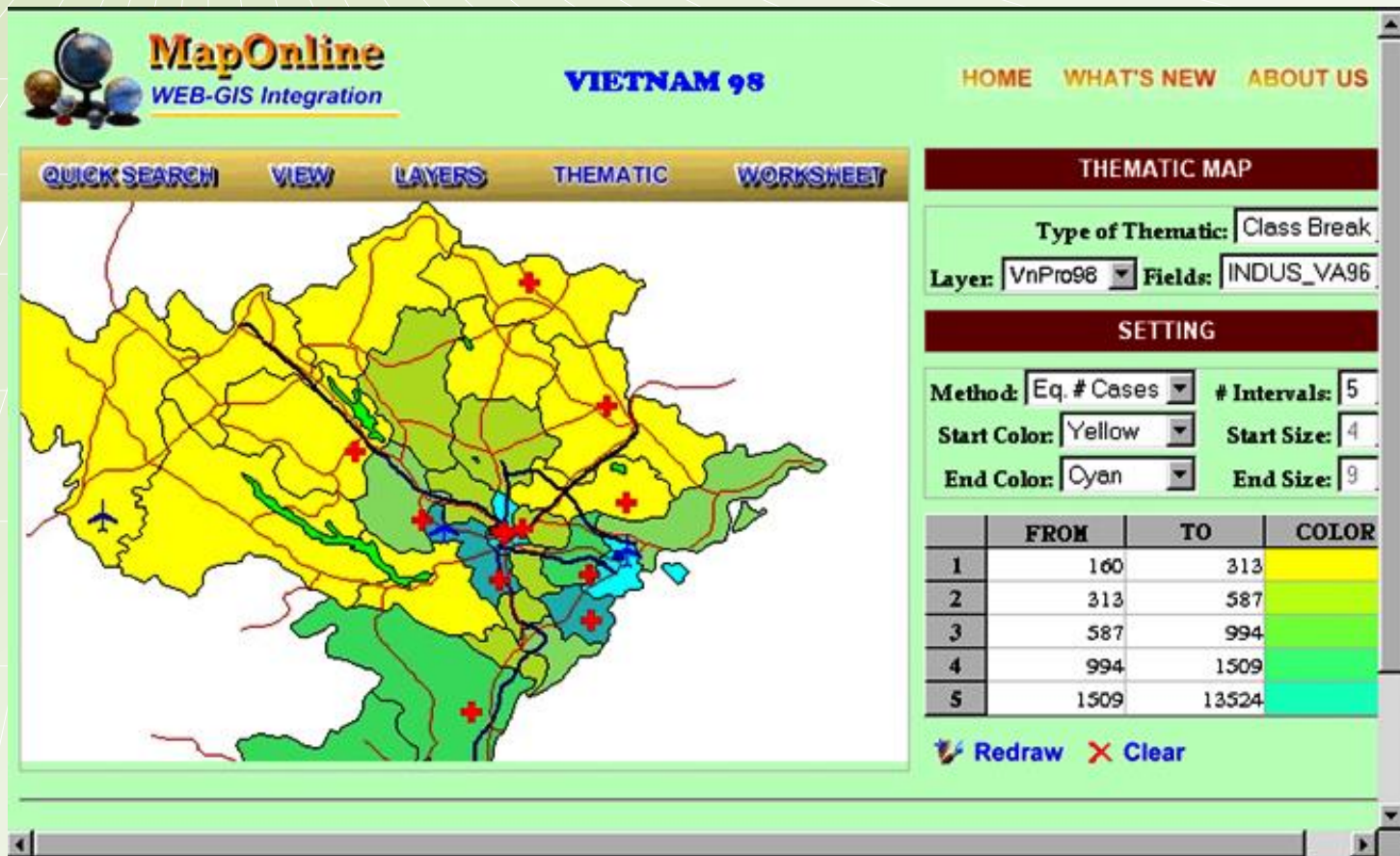
Huấn luyện sử dụng PopMap





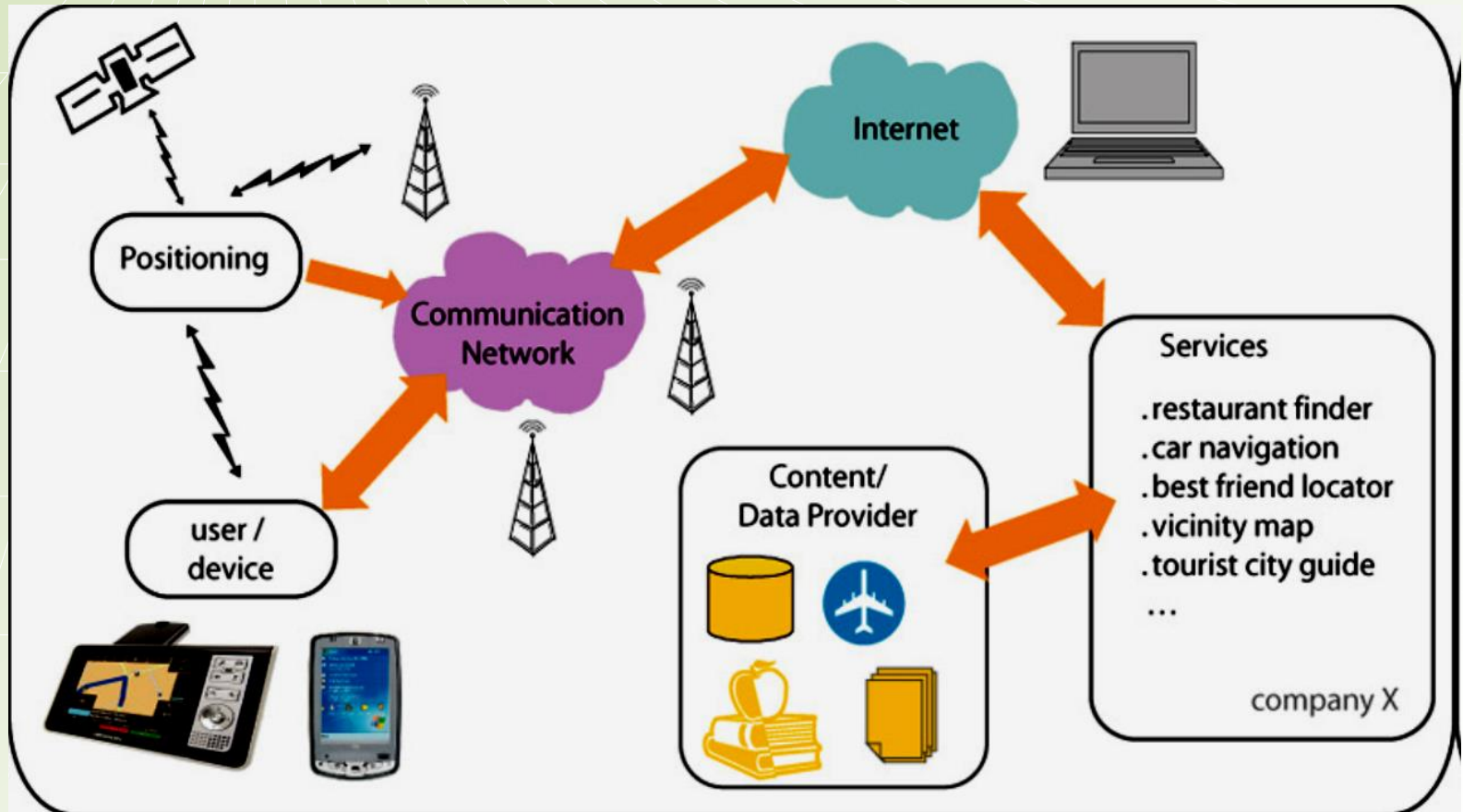
Ví dụ Web-GIS

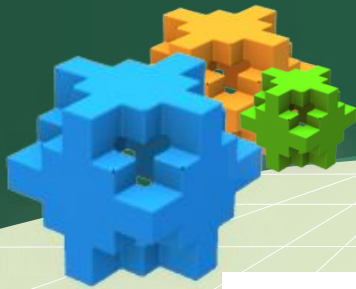
❖ MapOnline (2001)



Ví dụ LBS

❖ LBS – Location-Based Service (2009)



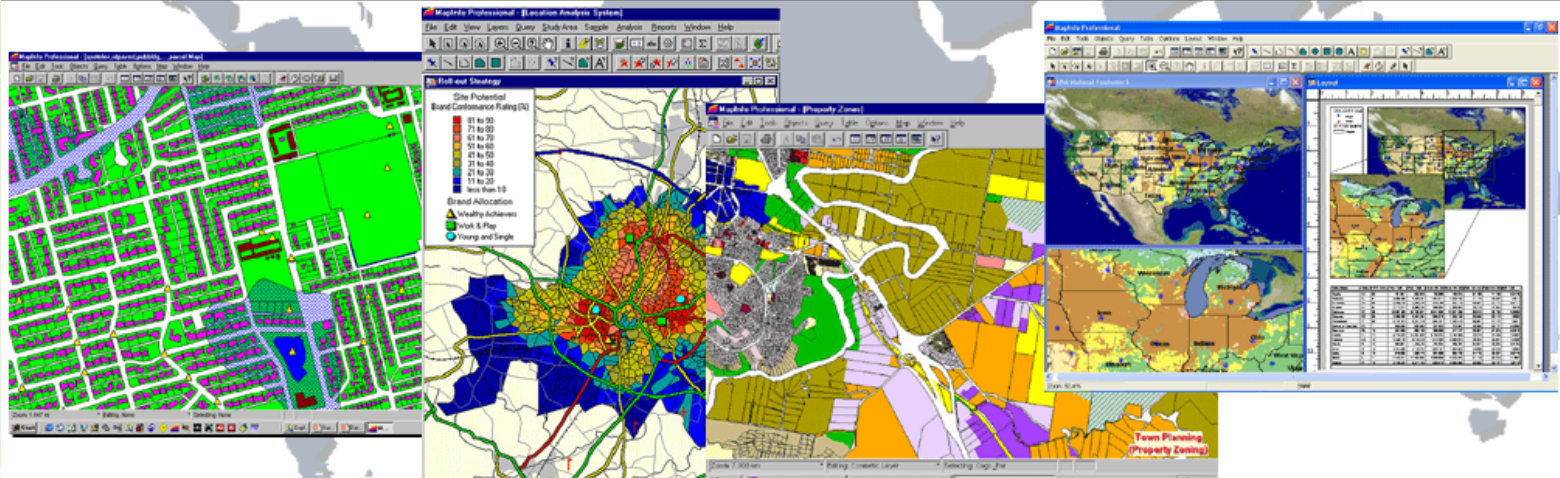


Ví dụ GIS



 **MapInfo**

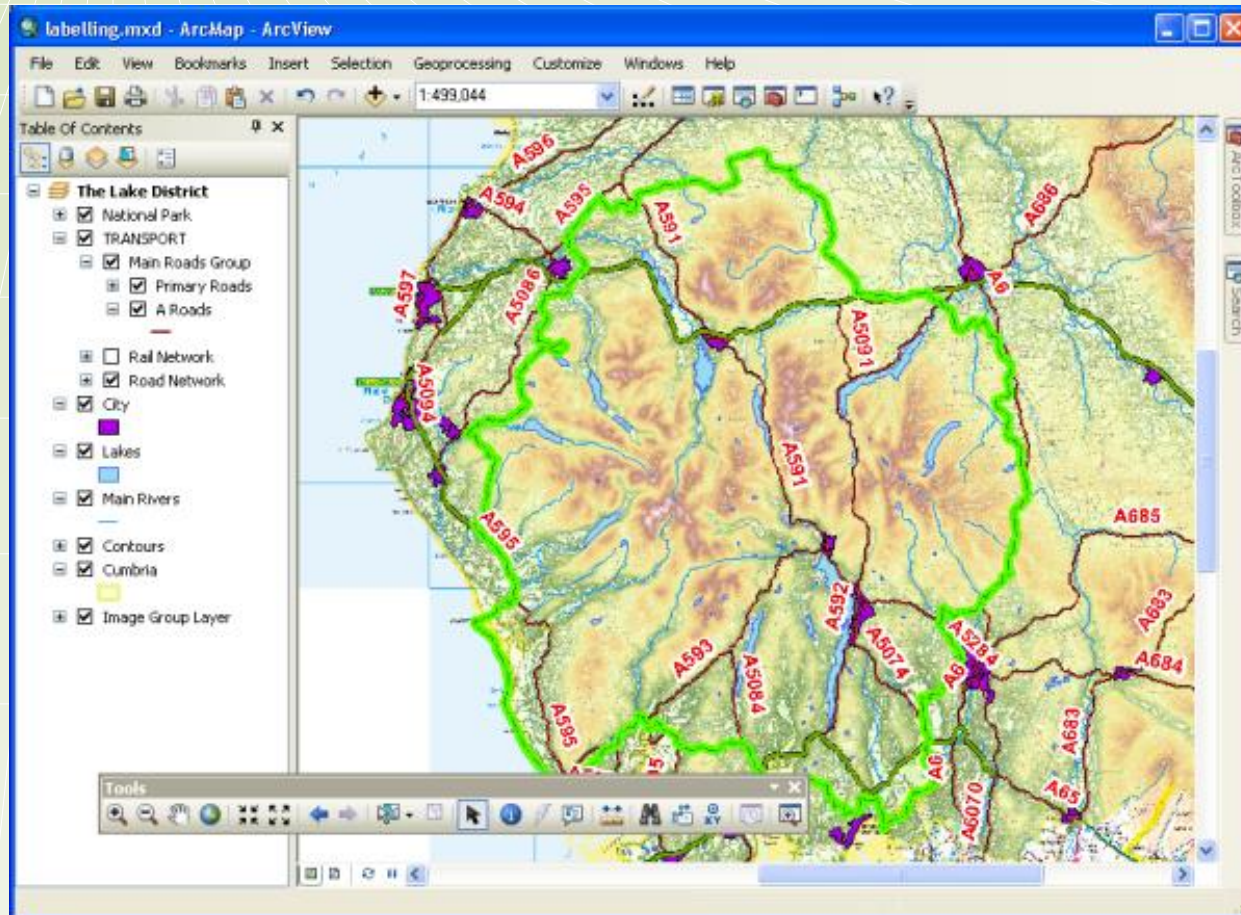
MapInfo® Professional®





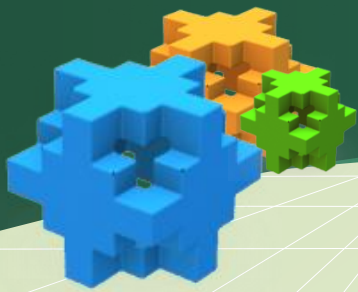
Ví dụ GIS

❖ ArcGIS (ESRI - *Environmental Systems Research Institute*)

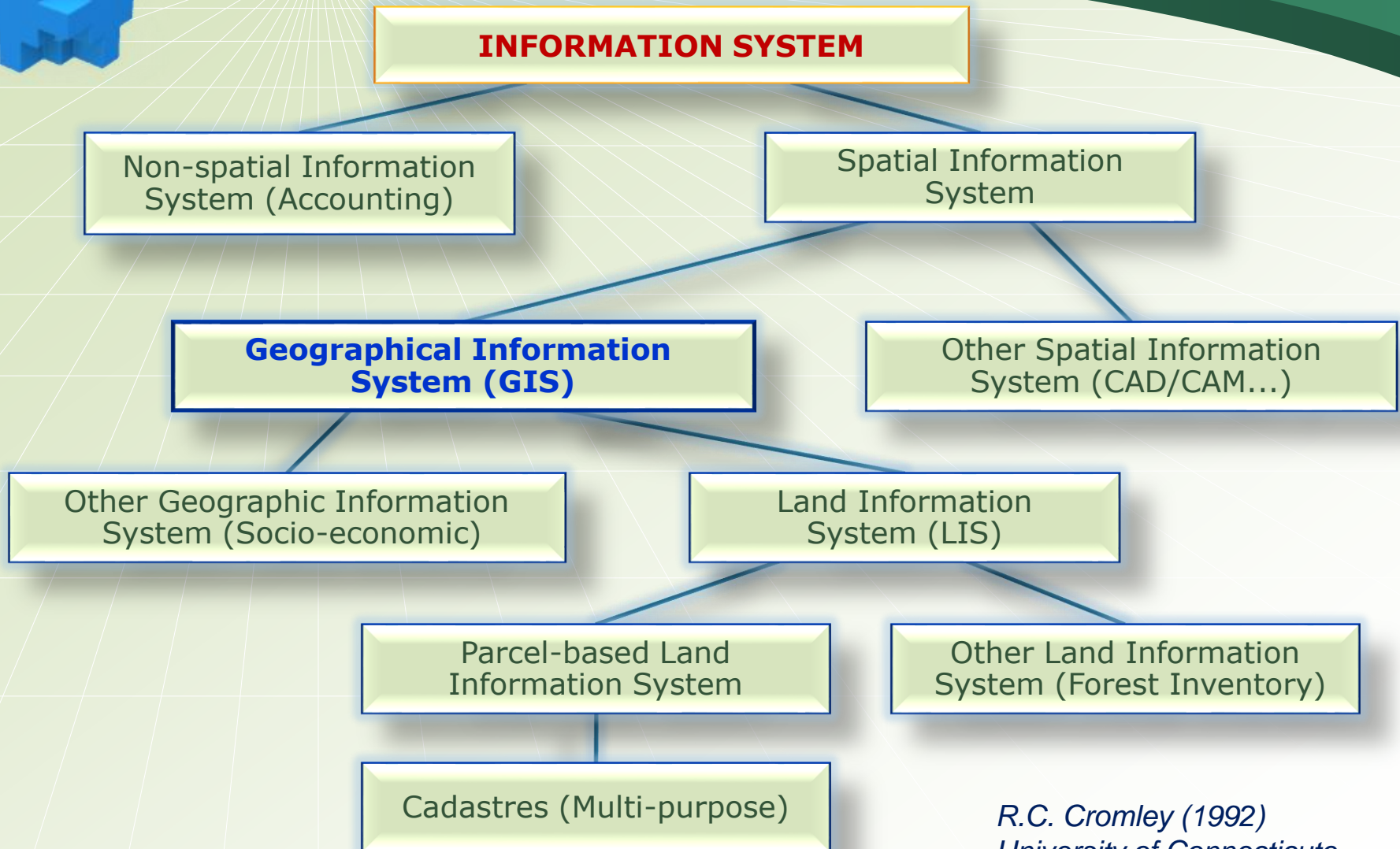


Ví dụ GIS





Phân loại hệ thống thông tin

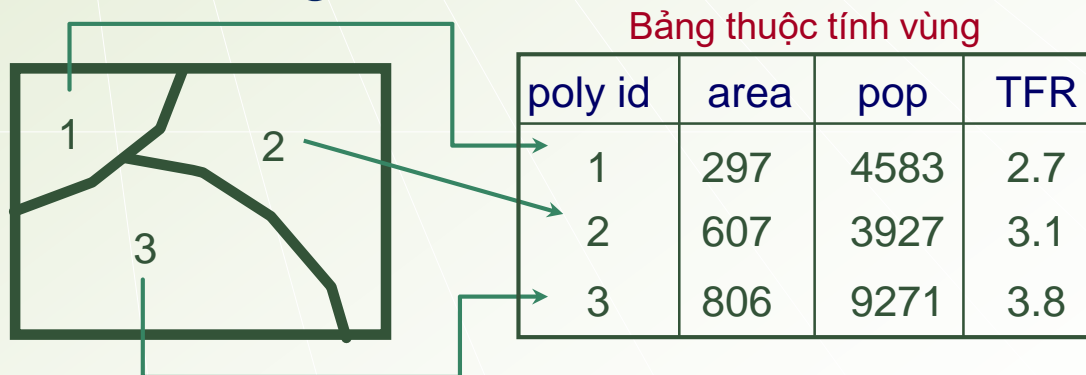


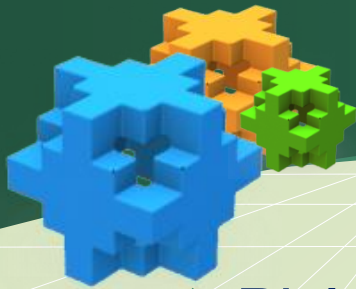
*R.C. Cromley (1992)
University of Connecticut*



3. Dữ liệu địa lý

- ❖ Dữ liệu của GIS rất phong phú về chủng loại
- ❖ Hai thành phần dữ liệu địa lý:
 - Thuộc tính (thống kê, phi không gian)
 - Ví dụ: Dân số của một tỉnh
 - Hình học (không gian, vị trí địa lý):
 - Ví dụ: Đa giác hình thành bởi đường biên hành chính tỉnh và có vị trí địa lý
- ❖ Hai thành phần dữ liệu địa lý được lưu trữ và kết nối logic với nhau trong GIS.





Thành phần dữ liệu thuộc tính

❖ Phân loại dữ liệu thuộc tính theo hệ thống đo đạc

- Độ đo tên (nominal): Để nhận biết hoặc phân biệt giữa các thực thể địa lý với nhau. Chỉ sử dụng tên, không theo trật tự đặc biệt nào, ví dụ loại cây trồng Lúa, Ngô, Khoai
- Độ đo thứ tự (ordinal): Danh sách các lớp rời rạc nhưng có thứ tự. Không có ý nghĩa khi cộng hay lấy tỷ lệ biến thứ tự, ví dụ thứ tự về đích của các vận động viên là thứ nhất, thứ nhì...
- Độ đo khoảng (interval): Có trình tự tự nhiên, khoảng cách giữa các giá trị là có ý nghĩa, ví dụ nhiệt độ 20, 25 và 35 độ C
- Độ đo tỷ lệ (ratio): Có tính chất như biến khoảng nhưng có giá trị 0 (điểm bắt đầu). Tỷ lệ của chúng là có ý nghĩa, ví dụ có nghĩa khi nói rằng người cân nặng 50 kg có trọng lượng bằng nửa người nặng 100 kg ...

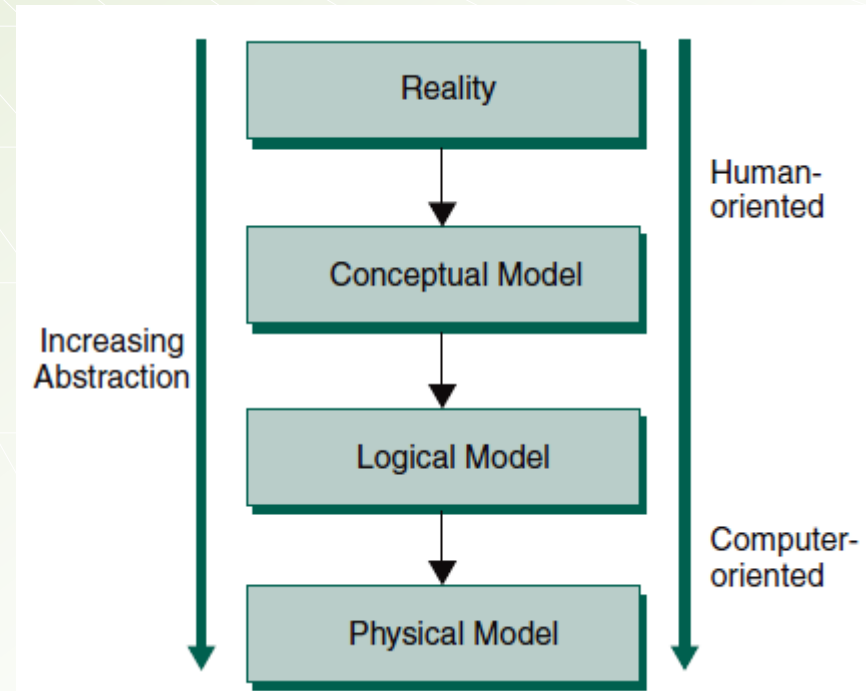
❖ Ngoài 4 kiểu giá trị thuộc tính nói trên, trong GIS còn sử dụng thuộc tính hướng (hướng bản đồ) và chu kỳ.

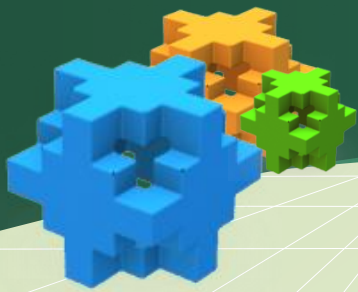


Các mức độ trừu tượng dữ liệu

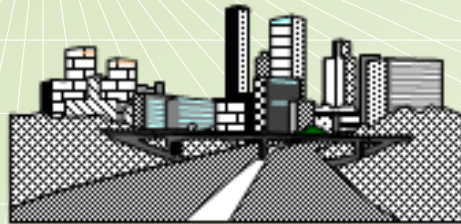
❖ Bốn mức độ trừu tượng dữ liệu địa lý

- Reality: Bao gồm các hiện tượng thế giới thực (đường phố, cây, ao, hồ, con người...)
- Conceptual Model: Định hướng con người, là mô hình của các đối tượng, tiến trình được lựa chọn, mà nó liên quan đến ứng dụng cụ thể (mô hình dữ liệu)
- Logical Model: Định hướng cài đặt thế giới thực (biểu đồ, danh sách...)
- Physical Model: Mô tả cài đặt cụ thể trong GIS (các bảng lưu trữ trong tệp hay trong CSDL)

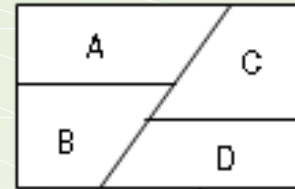




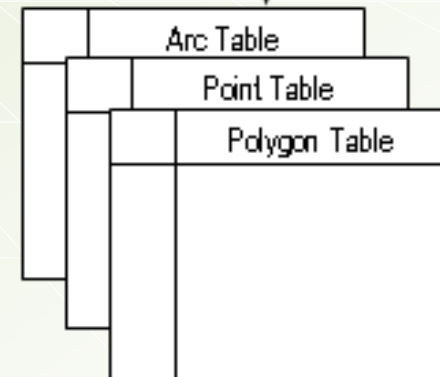
Các mức độ trừu tượng dữ liệu



Thế giới thực

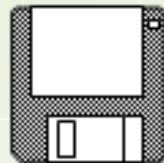


Mô hình dữ liệu



Cấu trúc dữ liệu

STORE_PARCEL Length=20
PREFIX Type=BYTE(6), OFFSET=0
PID Type=BYTE(6), OFFSET=0
 Index=HBTX
DSTCODE Type=BYTE(6), OFFSET=12
.....



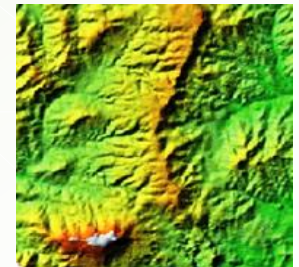
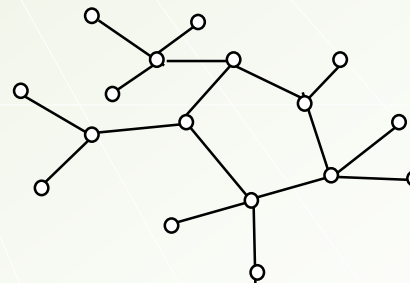
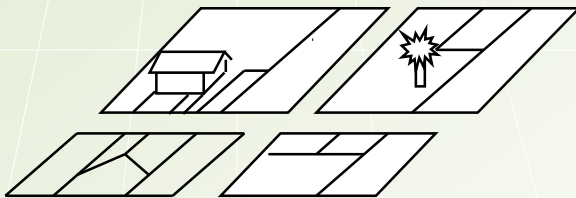
Cấu trúc tệp





Mô hình khái niệm

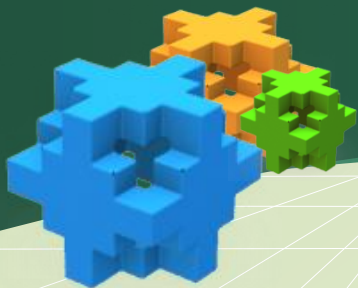
- ❖ Mô hình khái niệm trừu tượng không gian (cách quan sát hiện tượng tự nhiên của người sử dụng)
 - Mô hình không gian đối tượng: Mô hình hóa các hiện tượng riêng rẽ độc lập, ví dụ thửa đất, ngôi nhà, đường phố hay các tiện ích...
 - Mô hình mạng: Liên kết giữa các đối tượng, ví dụ thủy hệ, đường giao thông....
 - Mô hình nền (field): Sự vật trải dài liên tục trên vùng nghiên cứu, ví dụ độ cao, ô nhiễm khí quyển, nhiệt độ bề mặt, hướng gió...



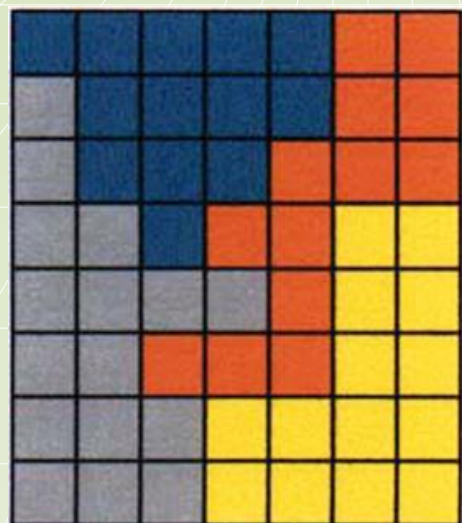


Mô hình dữ liệu GIS

- ❖ Mô hình dữ liệu GIS là các quy tắc được sử dụng để biến đổi đặc trưng địa lý của thế giới thực thành các đối tượng rời rạc.
- ❖ GIS cung cấp các phương pháp (quy tắc) để thu thập và lưu trữ dữ liệu hình học theo các mô hình khái niệm
- ❖ Hai nhóm mô hình dữ liệu không gian
 - Mô hình dữ liệu véc tơ: Mô hình này xem hiện tượng địa lý là tập các thực thể không gian cơ sở như điểm, đoạn thẳng và vùng.
 - Mô hình dữ liệu raster (lưới tế bào): Hiển thị, định vị và lưu trữ dữ liệu đồ họa sử dụng ma trận hay lưới tế bào.
- ❖ Mỗi mô hình dữ liệu có ưu và nhược điểm riêng. Lựa chọn sử dụng mô hình nào tùy thuộc loại ứng dụng



Mô hình dữ liệu GIS



Mô hình Raster

*Kiểu thành
phần sơ cấp*

Biểu diễn bằng đồ họa

Điểm



Đường



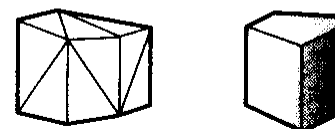
Vùng



Bề mặt



Khối



Mô hình Véc tơ



Tầng (layer) bản đồ

- ❖ Tầng bản đồ là tập dữ liệu mô tả cùng một tính chất của các vị trí trong vùng địa lý nghiên cứu.
- ❖ Chỉ một loại thông tin xuất hiện tại mỗi vị trí trong một tầng bản đồ. Bao nhiêu loại thông tin cần bấy nhiêu tầng bản đồ.

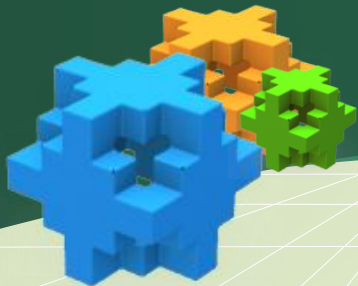




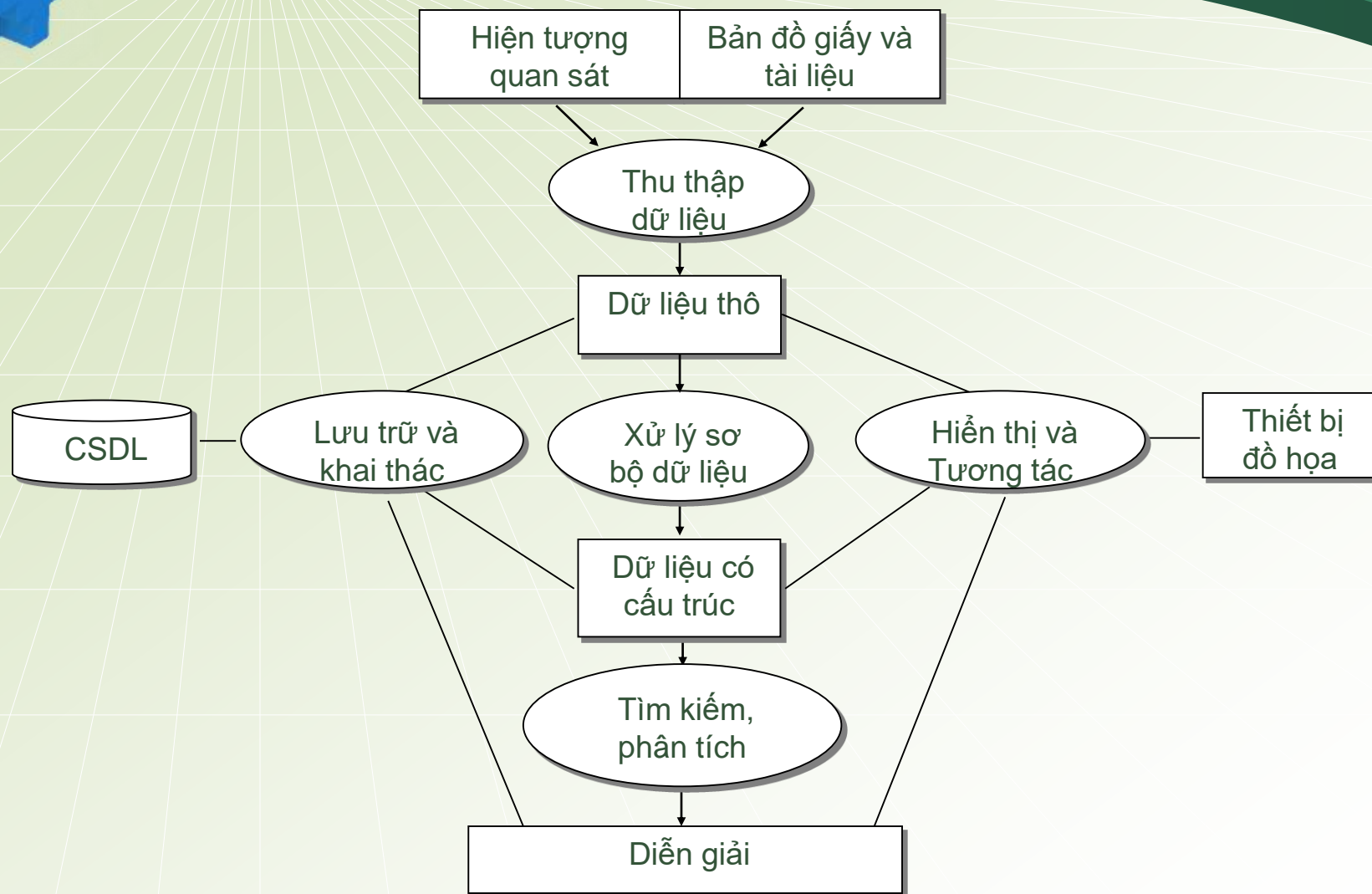
4. Chức năng của GIS

❖ GIS có 5 nhóm chức năng cơ bản sau đây

- Thu thập dữ liệu
- Xử lý sơ bộ dữ liệu
- Lưu trữ và truy vấn dữ liệu
- Tìm kiếm và phân tích không gian
- Hiển thị đồ họa và tương tác



Chức năng của GIS





Các chức năng của GIS

❖ Thu thập và nhập (capture/input) dữ liệu:

- Nhập dữ liệu từ bản đồ giấy, từ ảnh vệ tinh hay nhập trực tiếp các tọa độ đối tượng
- Chuyển đổi khuôn mẫu từ nguồn dữ liệu khác
- Soạn thảo trong GIS nhằm sửa lỗi hay bổ sung đặc trưng
- Đặt tên cho các đặc trưng để hệ thống có thể nhận danh

❖ Xử lý dữ liệu thô

- Tạo lập cấu trúc topo cho dữ liệu
- Phân lớp ảnh viễn thám
- Raster hóa nếu cần
- Véc tơ hóa nếu cần
- Nội suy lưới tế bào
- Tam giác hóa
- Tái phân lớp
- Biến đổi chiếu bản đồ



Các chức năng của GIS

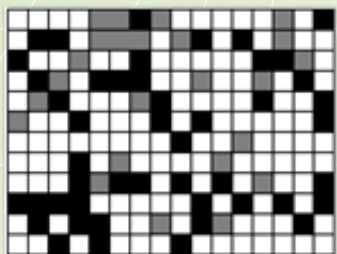
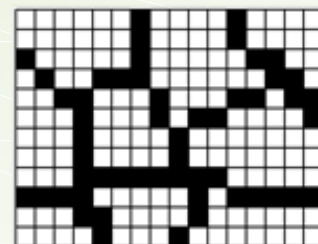
❖ Xử lý dữ liệu thô (tt)



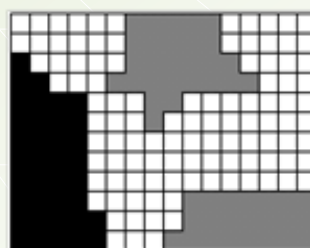
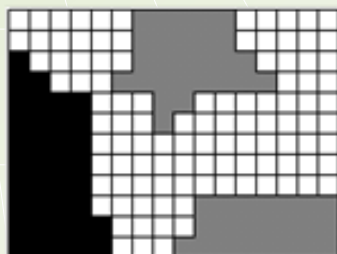
(a) Cấu trúc topo



(c) Raster hóa

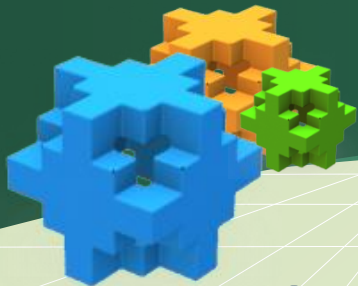


(b) Phân lớp ảnh



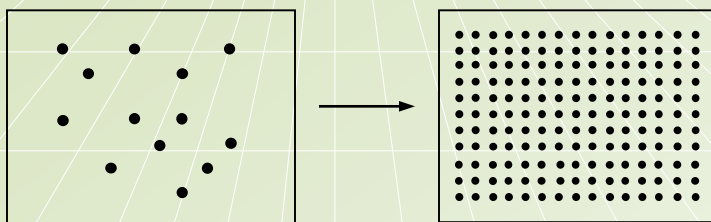
(d) Vectơ hóa



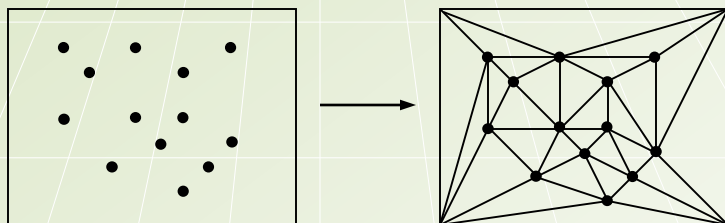


Các chức năng của GIS

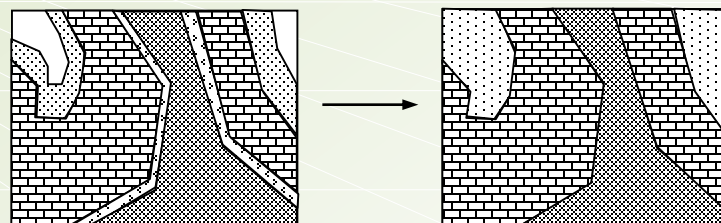
❖ Xử lý dữ liệu thô (tt)



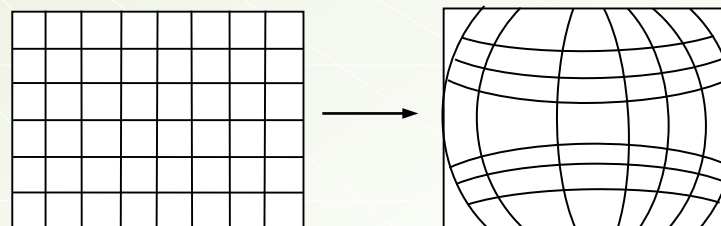
(e) Nội suy lưới



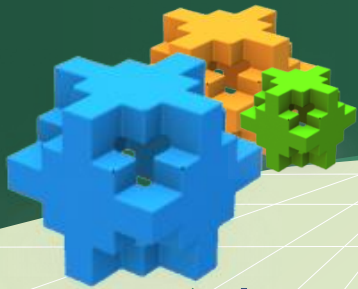
(f) Tam giác hóa



(g) Tái phân loại



(h) Biến đổi chiếu



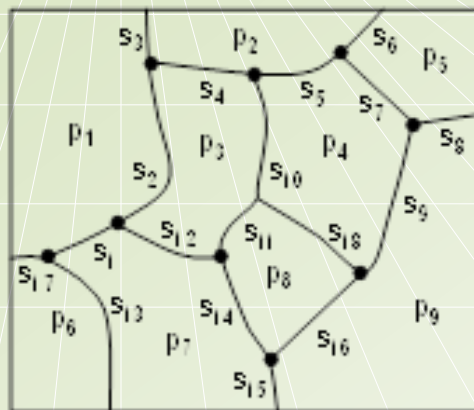
Các chức năng của GIS

- ❖ Lưu trữ và truy vấn dữ liệu không gian:
 - Liên kết dữ liệu thuộc tính với các đối tượng không gian
 - Liên kết với CSDL ngoài
 - Cập nhật các đặc trưng trong CSDL
 - Nhập và xuất dữ liệu với GIS hay DBMS khác
 - Tổ hợp các tờ bản đồ để tạo lập CSDL lớn hơn, khớp các cạnh của các tờ bản đồ láng giềng



Các chức năng của GIS

❖ Lưu trữ và truy vấn dữ liệu không gian (tt)



Dữ liệu phi không gian

Id đa giác	Số hiệu mảnh đất	Chủ đất	Thời gian
p ₁	856		1976
p ₂	455		1942
p ₃	152		1899
p ₄	357		1902
p ₅	358		1903
p ₆	480		1930
p ₇	390		1900
p ₈	840		1970
p ₉	362		1902

Dữ liệu không gian

Id đa giác	Id đoạn thẳng
p ₃	s ₂ , s ₁₂ , s ₁₁ , s ₁₀ , s ₄
p ₄	s ₇ , s ₅ , s ₁₀ , s ₁₈ , s ₉
p ₈	s ₁₁ , s ₁₄ , s ₁₆ , s ₁₈
...	...

Id đoạn thẳng	Tọa độ đoạn thẳng
s ₁	(x ₁ , y ₁)(x ₂ , y ₂), (x ₃ , y ₃) ...
s ₂	(x ₇ , y ₇)(x ₈ , y ₈) ...
s ₃	(x ₁₀ , y ₁₀)(x ₁₁ , y ₁₁) ...
...	...



Các chức năng của GIS

❖ Truy vấn và phân tích dữ liệu

■ Query

- Chọn các đặc trưng theo các thuộc tính: “Hãy tìm các tỉnh có tỷ lệ đỗ tốt nghiệp phổ thông > 90%”
- Chọn các đặc trưng theo quan hệ địa lý: “Hãy tìm các trường học đạt chuẩn Quốc gia trong Tỉnh A”
- Truy vấn tổ hợp thuộc tính/địa lý: “Hãy tìm tất cả các xã trong vòng 10 km từ bệnh viện tỉnh mà có số trẻ con tử vong cao”

■ Buffering: tìm mọi khu dân cư trong vòng 10 km từ bệnh viện

■ Point-in-polygon: tìm ra các làng trong đó có thảm thực vật

■ Polygon overlay: tổ hợp các bản ghi hành chính với dữ liệu y tế của huyện

■ Geocoding/address matching: khớp danh sách địa chỉ với bản đồ đường phố

■ Network : tìm con đường ngắn nhất từ làng tới bệnh viện



Các chức năng của GIS

- ❖ Mô hình hóa: nhận biết hay dự đoán tiến trình được hình thành hay sẽ hình thành mẫu (*pattern*)
 - Diffusion: tình hình dịch tả đang lan truyền trong tỉnh như thế nào?
 - Interaction: dân di cư đến đâu?
 - What-if scenarios: nếu xây dựng đập nước ở đây thì có bao nhiêu dân phải di cư?
- ❖ Hiển thị và xuất dữ liệu:
 - Thăm dò (*Exploratory*)
 - hiển thị mẫu và nhận biết các dị thường
 - so sánh thông tin trong không gian bản đồ và không gian dữ liệu
 - Xây dựng bản đồ (*Cartography*)
 - Xuất dữ liệu bản đồ cho các hệ thống khác



4. Khả năng ứng dụng GIS

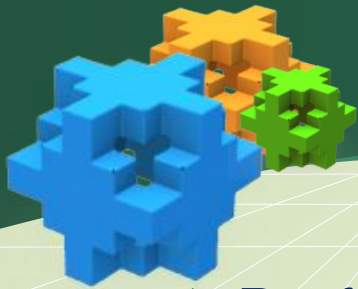
❖ GIS có thể trả lời các câu hỏi:

- Location: **What is at...?**
 - Tìm ra cái gì tồn tại ở vị trí cụ thể. Vị trí được thể hiện bằng tên, mã bưu điện hay tọa độ địa lý (kinh/vĩ độ)
- Condition: **Where is it?**
 - Tìm ra vị trí thỏa mãn một số điều kiện (vùng không có rừng diện tích 2000m² và xa đường quốc lộ 100m và loại đất phù hợp cho xây dựng)
- Trends: **What has changed since...?**
 - Tìm ra sự khác biệt (thay đổi) theo thời gian của một vùng nghiên cứu
- Patterns: **What spatial patterns exist?**
 - Tìm ra nơi nào phù hợp mẫu, ví dụ cancer là nguyên nhân chính của cái chết của người dân gần nhà máy nguyên tử?
- Modeling: **What if...?**
 - Câu hỏi này xác định cái gì xảy ra, ví dụ, nếu có đường mới mở hay nếu chất độc thải vào nguồn nước...



Các lĩnh vực ứng dụng

- ❖ Quản lý và lập kế hoạch mạng lưới đường phố
 - Tìm kiếm địa chỉ, vị trí đường phố; điều khiển đường đi, lập kế hoạch lưu thông xe cộ; phân tích vị trí, chọn địa điểm xây dựng các công trình công cộng...
- ❖ Giám sát tài nguyên, thiên nhiên, môi trường
 - Quản lý sông, ngòi các vùng lụt, vùng đất nông nghiệp, đất rừng, sông hoang dã; phân tích tác động môi trường; vị trí của các công trình công cộng...
- ❖ Quản lý đất đai
 - Lập kế hoạch vùng sử dụng đất; quản lý nước tưới tiêu; mặt bằng sử dụng đất...
- ❖ Quản lý và lập kế hoạch các dịch vụ công cộng:
 - Tìm kiếm địa điểm cho các công trình ngầm: ống dẫn, đường điện...; lập kế hoạch bảo dưỡng các công trình công cộng...



5. Hệ thống phần mềm GIS

❖ Professional GIS:

- Có khả năng thu thập, soạn dữ liệu, quản trị CSDL, phân tích không gian và các công cụ chuyên dụng khác. Ví dụ: *ESRI ArcGIS, Smallworld GIS*

❖ Desktop GIS:

- Tập trung vào sử dụng dữ liệu thay cho tạo lập dữ liệu. Có các công cụ tuyệt vời để tạo lập bản đồ, báo cáo và biểu đồ. Ví dụ: *ESRI ArcView, Intergraph GeoMedia, MapInfo professional, Clark Lab's Idrisi*

❖ Hand-held GIS:

- Là hệ thống gọn nhẹ (Lightweight systems) trên thiết bị di động và sử dụng tại hiện trường. Ví dụ: *Autodesk Onsite, ESRI ArcPad, and Smallworld Scout.*
- ->



Hệ thống phần mềm GIS

❖ Component GIS

- Là các toolkits sử dụng để lập trình tạo nên các ứng dụng cụ thể. Ví dụ: *Blue Marble Geographic GeoObjects*, and *MapInfo MapX*, *ESRI MapObject*

❖ GIS viewer

- Có khả năng hiển thị, truy vấn các tệp có khuôn mẫu thông dụng. Ví dụ: *ESRI ArcExplorer*, *Intergraph's GeoMedia*, and *MapInfo's ProViewer*

❖ Internet GIS

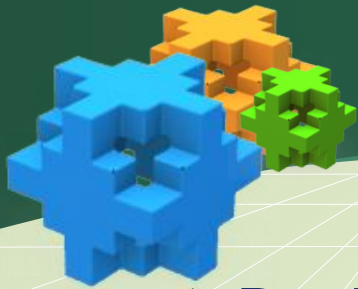
- Tập trung vào các ứng dụng hiển thị và truy vấn dữ liệu không gian và làm bản đồ. Ví dụ: *Autodesk MapGuide*, *ESRI ArcIMS*, *Intergraph GeoMedia Web Map*, và *MapInfo MapXtreme*.

(Longley, Goodchild, et al., *Geographic Information Systems and Science*, 2005)



Phần mềm nguồn mở

- ❖ Chuẩn OGC (Open Geospatial Consortium)
- ❖ Internet GIS
 - MapServer:
 - Được University of Minnesota (UMN), NASA và Minnesota Department of Natural Resources (MNDNR) phát triển
 - Viết bằng C++
 - <http://mapserver.org/>
 - GeoServer:
 - Phát triển bởi dự án The Open Planning Project. Viết bằng Java.
 - <http://geoserver.org>
 - Deegree
 - Được công ty lat/lon GmbH (Đức) phát triển. Viết bằng Java.
 - <http://www.deegree.org/>



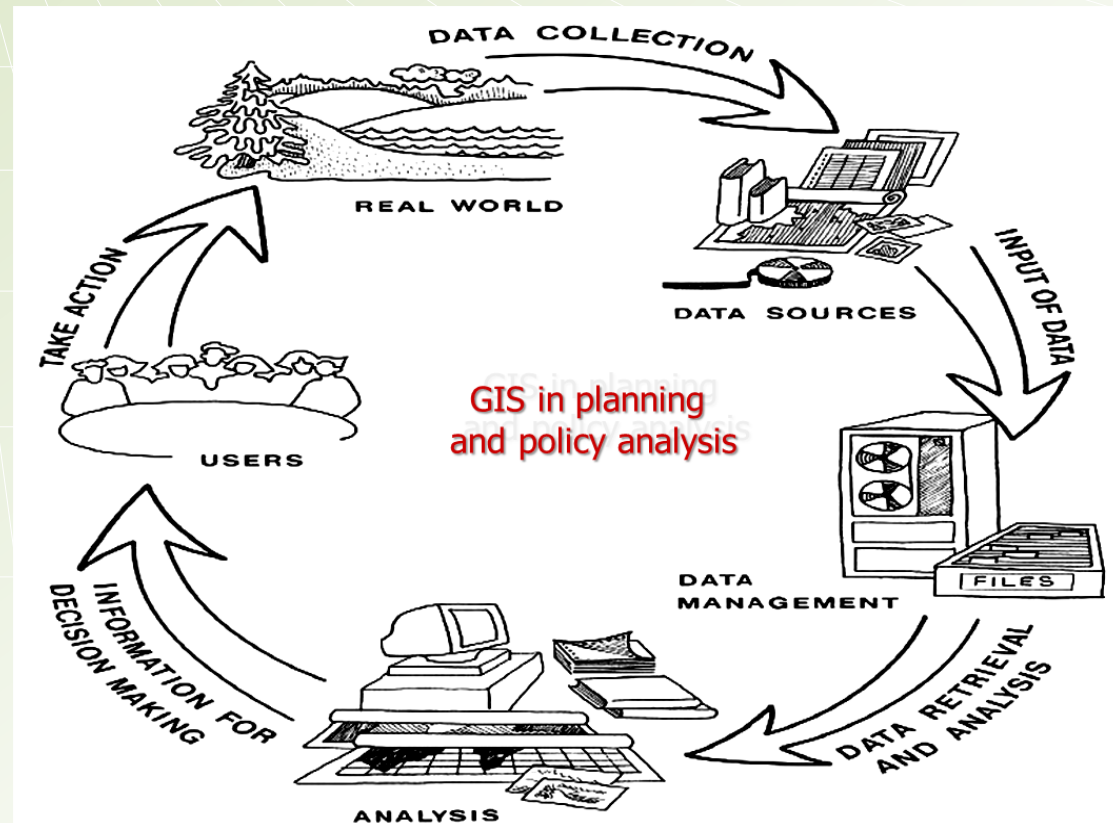
Phần mềm nguồn mở

❖ Desktop GIS

- Map Window:
 - Là desktop GIS for Microsoft Windows phát triển trên nền nguồn mở
 - Được phát triển bởi [Idaho State University Geospatial Software Lab.](#)
 - Bao gồm GIS ActiveX control; và thư viện lập trình GIS bằng C# với tên DotSpatial
 - <http://www.mapwindow.org/>
- ...

6. Tổng kết bài

- ❖ *Geotechnology* identified as "one of the three most important emerging and evolving fields, along with Nanotechnology and Biotechnology". (*Nature*, 427:376-377, 2/1/2004)
- ❖ Chu kỳ GIS



Câu hỏi?