

MỤC TIÊU VÀ YÊU CẦU CỦA MÔN HỌC

Hệ thống thông tin địa lý – GIS là môn học cung cấp cho sinh viên những kiến thức cơ bản nhất về quy trình xây dựng bản đồ số: Những yếu tố cơ bản cấu thành nên hệ thống tin địa lý, cơ sở dữ liệu bản đồ, các dạng dữ liệu và cấu trúc dữ liệu, các phương pháp số hoá bản đồ, quá trình xây dựng cơ sở dữ liệu cho các tệp tin và thiết kế biên tập bản đồ.

1. Mục tiêu

Trang bị cho sinh viên những kiến thức cơ bản về hệ thống thông tin địa lý (GIS), những khái niệm cơ bản về GIS, các thành phần của GIS, cơ sở dữ liệu, đặc điểm của GIS, những phần mềm GIS, lịch sử hình thành và phát triển của GIS trên thế giới, các chức năng, ứng dụng của GIS trong mọi lĩnh vực.

2. Yêu cầu

+ Kiến thức

- Sinh viên phải trình bày được những kiến thức cơ bản nhất về GIS (các thành phần cơ bản của GIS, cơ sở dữ liệu, cấu trúc cơ sở dữ liệu trong GIS, các chức năng của GIS và những ứng dụng tiện lợi của GIS).

- Nắm được những kiến thức cơ bản về sử dụng một số phần mềm ứng dụng trong GIS (các bước cài đặt, tổ chức cơ sở dữ liệu, biên tập và xây dựng các bản đồ chuyên đề và những ứng dụng khác).

+ Kỹ năng

- Sinh viên phải có khả năng xây dựng cơ sở dữ liệu trong GIS, cách thức tổ chức quản lý, khai thác cơ sở dữ liệu, cách thức hiển thị bản đồ đáp ứng những yêu cầu đặt ra.

- Xây dựng cơ sở dữ liệu bản đồ, khả năng cập nhật và làm mới cơ sở dữ liệu và những kỹ năng hiển thị các đối tượng địa lý trên bản đồ.

+ Thái độ

- Có thái độ trung thực trong học tập trên lớp, bài tập ở nhà, thảo luận nhóm.

- Có tinh thần cầu thị trong việc lĩnh hội kiến thức cơ sở khoa học chuyên ngành.

- Xây dựng quan niệm đúng đắn những kiến thức về hệ thống thông tin địa lý.

- Xây dựng và củng cố lòng yêu nghề, tận tụy với công việc.

MỤC LỤC

Chương 1: Khái quát hệ thống thông tin địa lý	4
1.1. Khái niệm HTTTĐL và các yêu cầu đối với một HTTTĐL	4
1.2. Vai trò của HTTTĐL	5
1.3. Lược sử ra đời và phát triển của hệ thống thông tin địa lý	6
1.4. Các thành phần cơ bản của HTTTĐL.....	8
1.5. Giới thiệu các Modul chức năng cấu thành của HTTTĐL	12
1.6. Một số ứng dụng của GIS	15
Chương 2: Cơ sở dữ liệu và cấu trúc dữ liệu GIS	18
2.1. Một số khái niệm cơ bản.....	19
2.2. Cơ sở dữ liệu bản đồ.....	20
2.3. Cấu trúc dữ liệu	23
2.3.1. <i>Khái niệm về cấu trúc cơ sở dữ liệu</i>	21
2.3.2. <i>Cấu trúc dữ liệu Raster</i>	21
2.3.3. <i>Cấu trúc dữ liệu Vector</i>	25
2.3.4. <i>Chuyển đổi giữa các kiểu cấu trúc dữ liệu</i>	33
Chương 3: Xây dựng cơ sở dữ liệu trong hệ thống thông tin địa lý . Error! Bookmark not defined.	
3.1. Thu thập, lựa chọn cơ sở dữ liệu	37
3.2. Nhập dữ liệu	37
3.3. Các sai số trong quá trình xây dựng cơ sở dữ liệu	40
3.4. Kiểm tra, xử lý và lưu trữ dữ liệu.....	39
3.5. Kết nối dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính.....	41
Chương 4: Các chức năng của hệ thống thông tin địa lý Error! Bookmark not defined.	
4.1. Chức năng quản lý cơ sở dữ liệu	43
4.1.1. <i>Nhập và mở rộng cơ sở dữ liệu</i>	41
4.1.2. <i>Cập nhập dữ liệu thuộc tính</i>	43
4.1.3. <i>Tìm kiếm trên cơ sở dữ liệu</i>	44
4.2. Chức năng phân tích dữ liệu không gian	44
Chương 5: Mô hình số độ cao (DEM) Error! Bookmark not defined.	
5.1. Giới thiệu chung	51
5.2. Phương pháp biểu thị DEM	52
5.3. Phương pháp xây dựng DEM	54
5.4. Các sản phẩm ứng dụng DEM.....	56
Chương 6: Thành lập bản đồ số	Error! Bookmark not defined.
6.1. Khái niệm, đặc điểm, tính chất bản đồ số.....	61
6.2. Giới thiệu quy trình thành lập bản đồ số.....	62

6.3. Phân lớp thông tin.....	66
6.4. Xây dựng hệ thống ký hiệu bản đồ.....	68
6.5. Xây dựng tính chuyên đề cho các lớp thông tin riêng biệt.....	72
6.6. Biên tập và hoàn thiện bản đồ.....	73

CHƯƠNG I: KHÁI QUÁT HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ

1.1. Khái niệm HTTTĐL và các yêu cầu đối với một HTTTĐL

1.1.1. Khái niệm hệ thống

Hệ thống là tập hợp các phần tử có sự tương quan với nhau, mỗi phần tử đó có liên quan trực tiếp hoặc gián tiếp với các phần tử khác và không có tập hợp con nào là không liên quan với các tập con khác.

Các đối tượng được xác định nằm trong cùng một hệ thống khi chúng có mối quan hệ với nhau, có các đường ranh giới, cấu trúc và chức năng riêng.

1.1.2. Hệ thống thông tin

Hiện nay ở hầu hết các nước có trình độ phát triển cao đã có một khối lượng thông tin lớn để phục vụ cho nhu cầu sử dụng thông tin của xã hội.

Hệ thống thông tin có thể được hiểu là tập hợp các dữ liệu được khảo sát, thu thập, lưu trữ và sử dụng giúp cho việc lựa chọn để ra quyết định có lợi nhất cho con người.

Theo những mục tiêu cụ thể sẽ đòi hỏi nội dung và hình thức một hệ thống thông tin riêng. Ví dụ: hệ thống thông tin đất đai, hệ thống thông tin khí hậu, hệ thống thông tin về thảm thực vật, hệ thống thông tin địa chất, hệ thống thông tin quy hoạch, hệ thống thông tin quản lý đô thị... ở các nước phát triển người ta lại xây dựng hệ thống thông tin tổng hợp, đa chức năng, nó có thể đáp ứng hầu hết các yêu cầu sử dụng thông tin của các cơ quan nhưng khối lượng thông tin rất lớn và sự liên kết nội bộ giữa chúng rất khó khăn. Song bất kỳ một hệ thống thông tin nào cũng có bốn chức năng chính sau đây:

- Chức năng nhận dữ liệu từ các nguồn dữ liệu.
- Chức năng xử lý số liệu.
- Chức năng trình bày dữ liệu.
- Chức năng suy giải và phân tích thông tin để ra quyết định

1.1.3. Hệ thống thông tin địa lý

Hệ thống thông tin địa lý được gọi tắt là GIS (Geographical Information System). Có rất nhiều định nghĩa về GIS tùy theo quan điểm và cách tiếp cận trong các lĩnh vực nghiên cứu khác nhau như:

Định nghĩa 1: “*Hệ thống thông tin địa lý là một hệ thống thông tin bao gồm một số hệ con (subsystem) có khả năng biến đổi các dữ liệu địa lý thành những thông tin có ích*” (Calkins and Tomlinson, 1977)

Định nghĩa 2: “*Hệ thống thông tin địa lý là một hệ thống có chức năng xử lý các thông tin địa lý nhằm phục vụ việc quy hoạch, trợ giúp quyết định trong một lĩnh vực chuyên môn nhất định*” (Pavlidis, 1982)

Định nghĩa 3: “*Hệ thống thông tin địa lý là một hệ thống quản trị cơ sở dữ liệu bằng máy tính để thu thập, lưu trữ, phân tích và hiển thị dữ liệu không gian*” (National Center for Geographic Information and Analysis, 1988)

Định nghĩa tổng quát của Ủy ban tọa độ Quốc gia liên ngành về bản đồ số của Mỹ, 1988:

" Hệ thống thông tin địa lý (GIS) là một tập hợp phần cứng, phần mềm và các thủ tục để lưu trữ, quản lý, điều khiển, phân tích, mô hình hóa và hiển thị dữ liệu địa lý nhằm giải quyết các vấn đề quản lý và quy hoạch phức tạp. "

1.1.4. Các yêu cầu đối với một HTTTĐL

Một HTTTĐL cần thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Khả năng quản lý được lượng lớn thông tin không gian.
- Khả năng truy cập các thông tin có liên quan đến sự tồn tại, vị trí cũng như tính chất của một đối tượng không gian.
- Tính thích ứng với các đòi hỏi khác nhau của các đối tượng khác nhau.

1.2. Vai trò của HTTTĐL

Trong vài thập kỉ gần đây, địa lý học đã có nhiều phát kiến về vận dụng những kỹ thuật thông tin, trong đó bao gồm những phương pháp mới về mô hình toán học và mô hình thống kê, đồng thời cũng giới thiệu những nguồn thông tin mới như dữ liệu viễn thám.

Trong khung cảnh của những phát kiến này, GIS đóng vai trò quan trọng như là một kỹ thuật tổ hợp, GIS được coi là sự liên kết của một số các kỹ thuật khác nhau vào thành một tổng thể hài hòa. GIS là kỹ thuật mạnh mẽ cho phép nhà địa lý tổ hợp dữ liệu của họ và áp dụng những phương pháp hỗ trợ phân tích địa lý truyền thống như phân tích chồng ghép bản đồ và mô hình hóa trên máy tính. Với GIS, nhiều điều có thể thực hiện được như là vẽ bản đồ, xây dựng mô hình, hỏi đáp và phân tích một lượng lớn dữ liệu. Tất cả đều được lưu giữ trong cơ sở dữ liệu. GIS được phát triển dựa trên nền tảng của nhiều ngành khoa học khác nhau như: địa lý, bản đồ học, đo vẽ ảnh, viễn thám, khảo sát, trắc địa, xây dựng công trình, thống kê, khoa học máy tính, dân tộc học và nhiều nhánh khác của khoa học Trái đất và khoa học tự nhiên. GIS có thể được xem xét như một cơ sở dữ liệu số trong đó dữ liệu thông tin được liên kết trong một hệ tọa độ không gian. GIS cho phép thực hiện các chức năng:

1. Nhập dữ liệu
2. Lưu trữ dữ liệu, truy nhập và hỏi đáp
3. Chuyển đổi dữ liệu, phân tích và mô hình hóa
4. Báo cáo dữ liệu (xuất dữ liệu)

Đối tượng chính của các ứng dụng GIS là sự chồng ghép của những lớp thông tin khác nhau thông qua việc sử dụng nhiều nguồn dữ liệu đa dạng được xây dựng trên một bản đồ cơ sở địa hình. Điều quan trọng là tất cả các lớp thông tin phải được đăng kí với cùng một hệ quy chiếu không gian thông dụng. Với chức năng đo đạc và tổ hợp những

thành phần khác nhau, GIS cho ta nhìn thấy và quản lý tất cả những gì đang diễn ra trên bề mặt Trái đất.

GIS cho phép tìm kiếm những loại hình không gian, xử lý và cho những mối quan hệ giữa các lớp chuyên đề với nhau. Một bản đồ có thể là lớp chồng xếp của nhiều bản đồ chuyên đề cùng được đăng kí vào một hệ tọa độ chung. GIS cũng cho phép tách biệt một hay nhiều lớp từ các lớp thông tin nguồn. Thông tin của những lớp cụ thể có thể được tập hợp và chuyển sang lớp mới để tiếp tục phân tích về sau. Đây là quá trình thực hiện các phép tính đại số trên bản đồ.

Cùng với khoa học bản đồ, kỹ thuật GIS đã tăng cường hiệu quả và sức mạnh phân tích của việc thành lập bản đồ truyền thống. Một hệ GIS có thể được sử dụng để sản xuất những hình ảnh không phải chỉ là những bản đồ, mà còn là những bản vẽ kỹ thuật hay sản phẩm hình họa khác. Những hình ảnh này cho phép những nhà quan sát cảm nhận các đối tượng của họ theo cách mà chưa bao giờ nhìn thấy trong các tài liệu trước đây. Những hình ảnh này rất có ích trong việc dẫn dắt tới các khái niệm kỹ thuật của GIS dành cho những người không chuyên nghiên cứu khoa học.

1.3. Lược sử ra đời và phát triển của hệ thống thông tin địa lý

1.3.1. Trên thế giới

Đã từ lâu bản đồ là một công cụ thông tin quen thuộc đối với loài người. Trong quá trình phát triển kinh tế kỹ thuật, bản đồ luôn được cải tiến sao cho ngày càng đầy đủ thông tin và chính xác hơn. Khi khối lượng thông tin quá lớn trên một đơn vị diện tích bản đồ thì người ta tiến đến lập bản đồ chuyên đề. Ở bản đồ chuyên đề chỉ biểu diễn những thông tin theo một chuyên đề sử dụng nào đó. Trên một đơn vị diện tích địa lý sẽ có nhiều loại bản đồ chuyên đề: bản đồ địa hình, bản đồ hành chính, bản đồ địa chất, bản đồ du lịch, bản đồ giao thông vận tải...

Trên cơ sở của hệ thống tin bản đồ, những năm đầu của thập kỷ 60 (1963-1964) các nhà khoa học Canada đã cho ra đời hệ thống thông tin địa lý (Geographical Information Systems - GIS). GIS kế thừa mọi thành tựu trong ngành bản đồ cả về ý tưởng lẫn thành tựu của kỹ thuật bản đồ. GIS bắt đầu hoạt động cũng bằng việc thu thập dữ liệu theo định hướng tùy thuộc vào mục tiêu đặt ra. Dù là hệ thống thông tin địa lý hay hệ thống tin bản đồ, đều có nhiệm vụ phục vụ những yêu cầu chung nhất của các ngành như: Địa chính, Nông nghiệp, Lâm nghiệp, Ngư nghiệp, Giao thông, Xây dựng, Thủy lợi... Nhưng mỗi ngành lại có những yêu cầu khác nhau về các thông tin đó. Cho nên một hệ thống tin xây dựng cho nhiều ngành thì không thể thỏa mãn yêu cầu riêng của một ngành. Vì vậy lại xuất hiện hệ thống tin chuyên ngành như hệ thống tin địa lý nông nghiệp, hệ thống tin địa lý lâm nghiệp, hệ thống tin địa lý giao thông ...

Trong những năm 70 ở Bắc Mỹ đã có sự quan tâm nhiều hơn đến việc bảo vệ môi trường và phát triển GIS. Thời kỳ này hàng loạt thay đổi một cách thuận lợi cho sự phát triển của GIS, đặc biệt là sự gia tăng ứng dụng của máy tính với kích thước bộ nhớ và tốc độ tăng. Chính những thuận lợi này mà GIS dần dần được thương mại hoá. Năm 1977 đã có nhiều hệ thống tin địa lý khác nhau trên thế giới. Bên cạnh GIS thời kỳ này cũng phát triển mạnh mẽ các kỹ thuật xử lý ảnh viễn thám. Một hướng nghiên cứu kết hợp giữa GIS và viễn thám được đặt ra.

Thập kỷ 80 được đánh dấu bởi các nhu cầu sử dụng GIS ngày càng tăng với các quy mô khác nhau. Người ta tiếp tục giải quyết những tồn tại của những năm trước mà nổi lên là vấn đề số hoá dữ liệu. Thập kỷ này đánh dấu bởi sự nảy sinh các nhu cầu mới trong ứng dụng GIS như: theo dõi sử dụng tối ưu các nguồn tài nguyên, đánh giá khả thi các phương án quy hoạch, các bài toán giao thông... GIS trở thành một công cụ hữu hiệu trong công tác quản lý và trợ giúp quyết định.

Những năm đầu của thập kỷ 90 được đánh dấu bằng việc nghiên cứu hoà nhập giữa viễn thám và GIS. Các nước Bắc Mỹ và châu Âu thu được nhiều thành công trong lĩnh vực này. Khu vực châu Á Thái Bình Dương cũng đã thành lập nhiều trung tâm nghiên cứu viễn thám và GIS. Ở các nước như Trung Quốc, Nhật Bản, Thái Lan... đã chú ý nghiên cứu đến GIS chủ yếu vào lĩnh vực quản lý, đánh giá tài nguyên thiên nhiên và môi trường.

Ngày nay, GIS là một ngành công nghiệp hàng tỷ đô la với sự tham gia của hàng trăm nghìn người trên toàn thế giới. GIS được dạy trong các trường phổ thông, trường đại học trên toàn thế giới. Các chuyên gia của mọi lĩnh vực đều nhận thức được những ưu điểm của sự kết hợp giữa công việc của họ và GIS.

1.3.2. Ở Việt Nam

Tại Việt Nam, công nghệ GIS được tiếp nhận và nghiên cứu khá sớm với những quy mô và mục đích khác nhau. Mặc dù được biết đến từ khá sớm, nhưng mãi đến sau năm 2000, tức sau khi có được những kết quả đầu tiên về việc tổng kết chương trình GIS quốc gia ở Việt Nam, GIS mới thực sự được chú ý đến và bước đầu phát triển.

Trong lĩnh vực nghiên cứu lập quy hoạch, GIS đã được áp dụng trực tiếp vào một số đồ án điển hình do Bộ Xây dựng chủ trì như tập bản đồ quy hoạch các đô thị Việt Nam thời kỳ 1996 – 2020, Atlas quy hoạch các khu công nghiệp Việt Nam (1997 – 1999), quy hoạch xây dựng Vùng thủ đô (2005 – 2008), chiến lược phát triển đô thị (2006 – 2008)...

Ngoài ra, nhiều địa phương khác cũng đã xây dựng *Dự án GIS tổng thể* như Đồng Nai, Hà Nội, Khánh Hòa, Vũng Tàu, Vĩnh Phúc, Quảng Nam... làm định hướng cho các ứng dụng GIS phục vụ phát triển KT-XH. Một số đô thị đã và đang trong quá trình phát triển hệ thống GIS tích hợp phục vụ công tác quy hoạch và quản lý đô thị như TP Hồ Chí

Minh, Hà Nội, Đà Lạt, Nam Định, Huế, Thái Nguyên, Phú Lý... Một số địa phương đã thành lập trung tâm GIS như Đà Lạt và TP Hồ Chí Minh trực thuộc UBND thành phố.

Tỉnh miền núi Lào Cai đã mạnh dạn đầu tư xây dựng 888 bản đồ điện tử một cách đồng bộ, thống nhất ở ba cấp tỉnh, huyện, xã bằng công nghệ GIS và đưa các sản phẩm này lên internet nhằm chia sẻ rộng rãi cho các đối tượng và mục đích sử dụng khác nhau. Thành công của Lào Cai sẽ kích thích các tỉnh, thành phố chọn lựa để triển khai những ứng dụng phù hợp với điều kiện của địa phương từ rất nhiều ứng dụng của GIS.

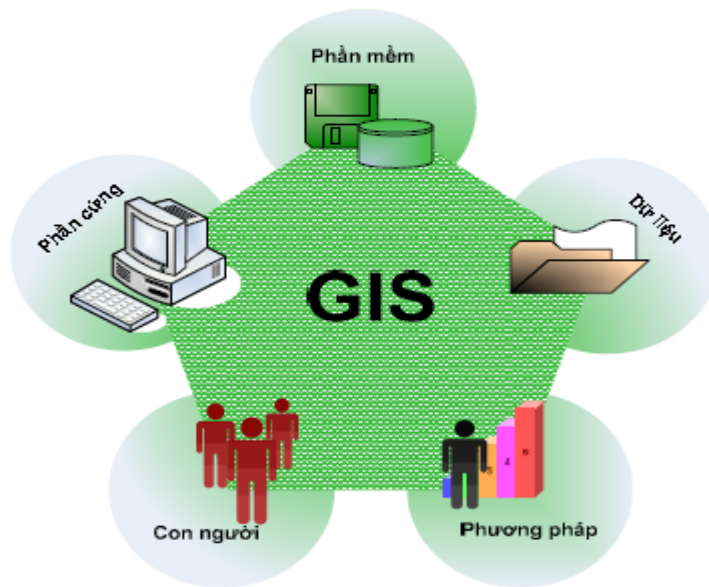
Hàng trăm công trình nghiên cứu và ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau đã được triển khai thực hiện, được báo cáo ở 13 hội thảo khoa học về GIS hằng năm tại TP Hồ Chí Minh với tên gọi rất ấn tượng là GISNet - mạng lưới GIS. Các ứng dụng GIS được triển khai ở tất cả các lĩnh vực: quản lý đất đai, giám sát tài nguyên thiên nhiên và môi trường, phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai, phát triển nông nghiệp và nông thôn, phát triển du lịch, quản lý đô thị,...

Như vậy hầu hết các nước trên thế giới trong đó có Việt nam đều quan tâm nghiên cứu hệ thống thông tin địa lý và ứng dụng nó vào nhiều ngành, nhiều lĩnh vực trong cuộc sống.

Nói chung, trong thời đại khoa học kỹ thuật và công nghệ phát triển với tốc độ chóng mặt như hiện nay, sự phát triển của công nghệ GIS cũng không nằm ngoài trào lưu đó. Có thể nói trong suốt quá trình hình thành và phát triển của mình, công nghệ GIS đã luôn tự hoàn thiện từ thấp đến cao, từ đơn giản đến phức tạp để phù hợp với các tiến bộ mới nhất của khoa học kỹ thuật.

1.4. Các thành phần cơ bản của HTTTĐL

Một hệ thống thông tin địa lý bao gồm *phần cứng, phần mềm, dữ liệu, con người và phương pháp*. Các hợp phần này phải được hợp nhất tốt để phục vụ cho việc sử dụng GIS hiệu quả. Sự phát triển và tương thích của các hợp phần là một quá trình lặp đi lặp lại theo chiều hướng phát triển liên tục. Việc lựa chọn và trang bị phần cứng và phần mềm thường là những bước dễ dàng nhất và nhanh nhất trong quá trình phát triển một hệ GIS. Việc thu thập và tổ chức dữ liệu, phát triển nhân sự và thiết lập các quy định cho vấn đề sử dụng GIS thường khó khăn và tốn nhiều thời gian hơn.



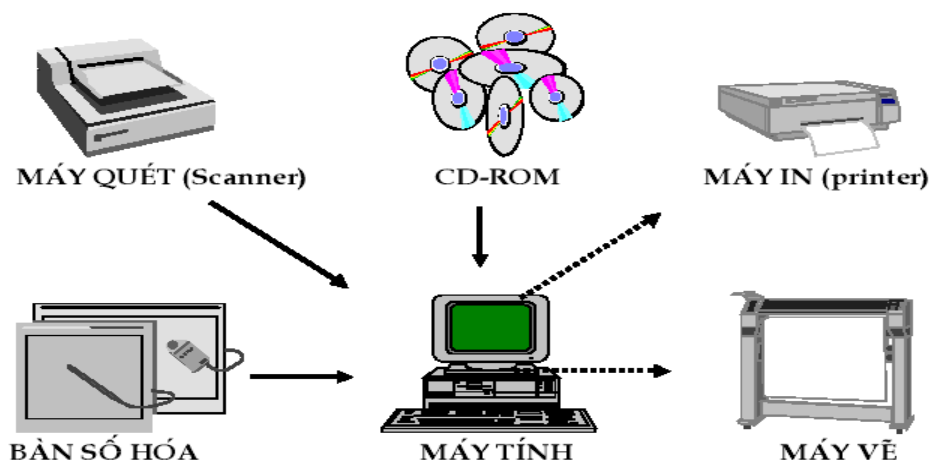
Hình 1.1: Các thành phần của GIS

1.4.1. Phần cứng

Phần cứng là các thiết bị mà người sử dụng có thể thao tác với các chức năng của GIS.

Về cơ bản, hệ thống phần cứng được chia ra:

- Bộ xử lý trung tâm (Central Processing Unit - CPU): có thể coi các máy tính cá nhân PC (Personal Computer) là bộ phận này. Chúng chịu trách nhiệm thao tác, xử lý với cơ sở dữ liệu. Tùy thuộc vào quy mô, phạm vi ứng dụng của hệ GIS cũng như mức độ đầu tư cho hệ thống, các máy tính được sử dụng có thể là đơn lẻ hay gồm nhiều máy tính được kết nối với nhau qua mạng (ví dụ: nối bằng mạng LAN).



Hình 1.2: Sơ đồ tổ chức một hệ phần cứng GIS

- Các thiết bị lưu trữ dữ liệu: Các đĩa CD, đĩa DVD, các ổ cứng, ...
- Các thiết bị ngoại vi (Peripherals):

+ Các thiết bị đầu vào (Input): sử dụng để đưa dữ liệu vào cơ sở dữ liệu. Chúng có thể là: các ổ đọc dữ liệu, bàn số hóa dùng để tạo dữ liệu vector, máy quét ảnh dùng để tạo dữ liệu raster, các thiết bị thu nhận thông tin điện tử, ...

+ Các thiết bị đầu ra (Output): Sử dụng để hiển thị, trình bày và đưa ra các kết quả xử lý dữ liệu. Ngoài các màn hình máy tính luôn đi cùng với các PC, ở đây chúng tôi muốn nói đến các thiết bị như: Máy in, các máy vẽ, ổ ghi CD, ổ ghi DVD, ...

1.4.2. Phần mềm

Phần mềm là tập hợp các câu lệnh, chỉ thị nhằm điều khiển phần cứng của máy tính thực hiện một nhiệm vụ xác định. Phần mềm GIS có thể là một hoặc một tổ hợp các phần mềm máy tính.

Các dạng phần mềm chính thường sử dụng cho GIS được chia thành các nhóm như sau:

- Phần mềm hệ thống - hệ điều hành: Thường cài đặt Unix cho máy trạm, server; cài Windows cho các PC.

- Phần mềm quản trị cơ sở dữ liệu: Sử dụng trong thu thập, cập nhật dữ liệu thuộc tính. Ví dụ: Access, SQL Server, Excel, ...

- Phần mềm GIS chuyên dụng: Hiện nay có nhiều phần mềm GIS có sẵn trên thị trường. Các phần mềm GIS thường có khả năng tổ chức cơ sở dữ liệu, làm việc với cả dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính. Một số phần mềm GIS tiêu biểu như sau:

+ Arc GIS (Arc/Info, ArcView) của ESRI...

+ MapInfo của MapInfo...

1.4.3. Cơ sở dữ liệu

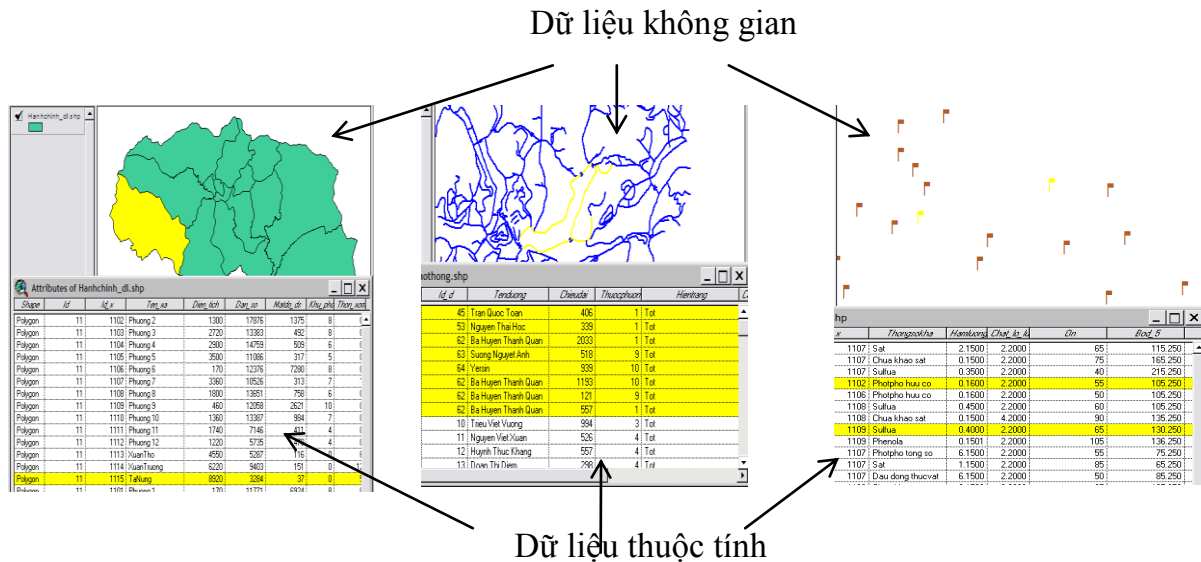
Phần quan trọng nhất của hệ thống thông tin địa lý là cơ sở dữ liệu, nó là một hệ thống các thông tin được lưu trữ dưới dạng số. Cơ sở dữ liệu của hệ thống thông tin địa lý bao gồm hai phần chính là cơ sở dữ liệu nền và cơ sở dữ liệu chuyên ngành.

- Cơ sở dữ liệu nền: bao gồm những lớp dữ liệu mà hệ thống thông tin địa lý chuyên ngành nào cũng có thể sử dụng như dữ liệu về lưới tọa độ (tọa độ địa lí, tọa độ quốc gia), dữ liệu về giao thông, độ cao, thủy hệ ...

- Cơ sở dữ liệu chuyên biệt: bao gồm dữ liệu các yếu tố chuyên ngành được biểu diễn theo mô hình dữ liệu không gian và phi không gian. Có thể có cơ sở dữ liệu của các nhóm chuyên ngành như: tài nguyên thiên nhiên, môi trường, sử dụng đất, cơ sở kỹ thuật hạ tầng, kinh tế, xã hội. Khi thiết kế cơ sở dữ liệu chuyên biệt cần chú ý đến những quan hệ giữa các yếu tố đơn tính trong 1 chuyên ngành đồng thời những quan hệ giữa các ngành với nhau. Đối với những chuyên ngành, tùy theo mục tiêu hệ thống thông tin địa lý mà quy trình xây dựng cơ sở dữ liệu được thiết kế khác nhau.

Cơ sở dữ liệu được chia thành hai loại:

- Cơ sở dữ liệu không gian: mang tính địa lý thể hiện hình dạng, vị trí, kích thước và các nét đặc trưng của bề mặt Trái đất.
- Cơ sở dữ liệu thuộc tính: không mang tính địa lý, thể hiện đặc tính hay chất lượng các nét đặc trưng của bề mặt Trái đất.



Hình 1.3. Dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính trong GIS

1.4.4. Con người

Trong GIS, phần con người còn được biết đến dưới tên gọi khác như *phần não hay phần sống* của hệ thống. Con người tham gia vào việc thiết lập, khai thác và bảo trì hệ thống một cách gián tiếp hay trực tiếp. Con người ở đây là các chuyên viên tin học, chuyên gia GIS, thao tác viên GIS, phát triển ứng dụng GIS bao gồm:

- **Người sử dụng hệ thống:** Là những người sử dụng GIS để giải quyết các vấn đề không gian. Nhiệm vụ chủ yếu của họ là số hóa bản đồ, kiểm tra lỗi, soạn thảo, phân tích dữ liệu thô và đưa ra các giải pháp cuối cùng để truy vấn dữ liệu địa lý.

- **Thao tác viên hệ thống:** Có trách nhiệm vận hành hệ thống hàng ngày để người sử dụng hệ thống làm việc hiệu quả. Công việc của họ là sửa chữa khi chương trình bị tắt nghẽn hay là công việc trợ giúp nhân viên thực hiện các phân tích có độ phức tạp cao. Họ còn làm việc như người quản trị hệ thống, quản trị cơ sở dữ liệu, an toàn, toàn vẹn cơ sở dữ liệu để tránh hư hỏng, mất mát dữ liệu.

- **Nhà cung cấp GIS:** Có trách nhiệm cung cấp phần mềm, cập nhật phần mềm, phương pháp nâng cấp cho hệ thống.

- **Nhà cung cấp dữ liệu:** Có thể là tổ chức Nhà nước hay tư nhân. Thông thường, các Công ty tư nhân cung cấp dữ liệu sửa đổi từ dữ liệu các cơ quan Nhà nước để cho phù hợp với ứng dụng cụ thể. Thường thì các cơ quan Nhà nước cung cấp dữ liệu được xây dựng cho chính nhu cầu của họ, nhưng dữ liệu này có thể được sử dụng trong các tổ chức, cơ quan khác.

- **Người phát triển ứng dụng:** Là những người lập trình viên được đào tạo. Họ xây dựng các giao diện người dùng, làm giảm khó khăn khi thực hiện các thao tác cụ thể trên các hệ thống GIS chuyên nghiệp.

- **Chuyên viên phân tích hệ thống GIS:** Là nhóm người chuyên nghiên cứu thiết kế hệ thống. Phần lớn họ là đội ngũ chuyên nghiệp, có trách nhiệm xác định mục tiêu của hệ GIS trong cơ quan, hiệu chỉnh hệ thống, đề xuất kỹ thuật, phân tích đúng đắn, đảm bảo tích hợp tốt hệ thống trong cơ quan.

1.4.5. Chính sách và quản lý GIS (Phương pháp)

Đây là hợp phần rất quan trọng để đảm bảo khả năng hoạt động của hệ thống, là yếu tố quyết định sự thành công của việc phát triển công nghệ GIS.

Để hoạt động thành công, hệ thống GIS phải được đặt trong một khung tổ chức phù hợp và có những hướng dẫn cần thiết để quản lý, thu thập, lưu trữ và phân tích số liệu, đồng thời có khả năng phát triển được hệ thống GIS theo nhu cầu. Hệ thống GIS cần được điều hành bởi 1 bộ phận quản lý, bộ phận này phải được bổ nhiệm để tổ chức hoạt động hệ thống GIS một cách có hiệu quả để phục vụ người sử dụng thông tin. Trong quá trình hoạt động, mục đích chỉ có thể đạt được và tính hiệu quả của kỹ thuật GIS chỉ được minh chứng khi công cụ này có thể hỗ trợ những người sử dụng thông tin để giúp họ thực hiện được những mục tiêu công việc. Ngoài ra việc phối hợp giữa các cơ quan chức năng có liên quan cũng phải được đặt ra, nhằm gia tăng hiệu quả sử dụng của GIS cũng như các nguồn số liệu hiện có.

Như vậy, trong 5 hợp phần của GIS, hợp phần chính sách và quản lý đóng vai trò rất quan trọng để đảm bảo khả năng hoạt động của hệ thống. Trong phối hợp và vận hành các hợp phần của hệ thống, 2 yếu tố huấn luyện và chính sách - quản lý là cơ sở của thành công. Việc huấn luyện các phương pháp sử dụng GIS sẽ cho phép kết hợp các hợp phần 1,2,3,4 với nhau để đưa vào vận hành. Tuy nhiên yếu tố chính sách và quản lý sẽ có tác động đến toàn bộ các hợp phần nói trên, đồng thời quyết định sự thành công của GIS.

1.5. Giới thiệu các Modul chức năng cấu thành của HTTTĐL

1.5.1. Nhập và kiểm tra dữ liệu.

Nhập dữ liệu là biến đổi các dữ liệu thu thập được dưới hình thức bản đồ, các quan trắc đo đạc ngoại nghiệp và các bộ phận thu cảm ứng (bao gồm các máy chụp ảnh hàng không, vệ tinh và các thiết bị ghi) thành dạng số.

Hiện nay, đã có một loạt các công cụ máy tính dùng cho mục đích này, bao gồm đầu tương tác và thiết bị hiện hình, bàn số hóa (Digitizer), danh mục các tập số liệu trong tập văn bản, các máy quét (Scanner) và các thiết bị cần thiết cho việc ghi số liệu đó viết tên phương tiện từ như băng hoặc đĩa từ. Việc nhập dữ liệu và kiểm tra dữ liệu là rất cần thiết cho việc xây dựng cơ sở dữ liệu địa lý.



Hình 1.4. Nhập dữ liệu trong GIS

1.5.2. Lưu trữ và quản lý dữ liệu

Việc lưu trữ và quản lý dữ liệu đề cập tới việc tổ chức các dữ liệu về vị trí, các mối liên kết topo, các tính chất của các yếu tố địa lý (Điểm, đường, diện tích) biểu thị các đối tượng trên mặt đất (Polygon). Chúng được tổ chức và quản lý theo những cấu trúc, khuôn dạng riêng tùy thuộc vào chức năng phần mềm nào đó của hệ TTDL.

Các chương trình phần mềm được sử dụng để thực hiện nhiệm vụ tổ chức cơ sở dữ liệu và có thể xem đây là hệ thống quản trị cơ sở dữ liệu. Các chương trình này sẽ lưu trữ và quản lý cơ sở dữ liệu theo cách thức quản lý riêng hợp lý để đáp ứng mọi nhu cầu cần thiết của hệ thống sao cho có hiệu quả cao nhất.



Hình 1.5. Các thành phần cơ bản của một cơ sở dữ liệu địa lý.

1.5.3. Xuất và trình bày dữ liệu

Xuất dữ liệu và trình bày dữ liệu đề cập đến những phương thức thể hiện kết quả các dữ liệu cho người sử dụng. Các dữ liệu có thể biểu hiện dưới dạng bản đồ, các bảng biểu, hình vẽ... Việc trình bày và xuất dữ liệu có thể thông qua các loại đầu ra như thiết bị hiện hình (VDV), máy in, máy vẽ hay các thông tin được ghi lại trên phương tiện từ dưới dạng số hoá.

Ngoài ra, các thông tin đầu ra đồng thời phải đáp ứng các yêu cầu đảm bảo cho quá trình chuyển đổi thông tin giữa các hệ thống máy tính và chúng sẽ được chuyển đổi nhờ các công cụ trung gian như băng từ, đĩa từ hoặc các loại mạng thông tin khác.



Hình 2.6. Xuất dữ liệu cho người sử dụng.

1.5.4. Biến đổi dữ liệu

Bao gồm hai loại hoạt động là:

+ Những biến đổi cần thiết để khử các sai số thô từ số liệu, hoặc chuyển hoá chúng thành loại số liệu mới có đủ điều kiện để tiến hành những bước xử lý tiếp theo, hoặc có thể so sánh chúng với các bộ số liệu quy chuẩn khác.

+ Xây dựng các phương pháp phân tích có thể áp dụng đối với dữ liệu trong trật tự thực hiện các câu trả lời với các câu hỏi đưa ra đối với hệ thống.

Các phép biến đổi có thể thực hiện đối với các dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính của các dữ liệu riêng lẻ hoặc các dữ liệu đó hợp nhất thành các tổ hợp. Việc sử dụng tối ưu phương pháp biến đổi và sử dụng chúng được thực hiện trong điều kiện thuận lợi và đơn giản. Song cũng có thể được thực hiện phối hợp với một thể loại nào đó của mô hình hoá địa lý mô hình không gian. Trong đó, việc kết nối dữ liệu cũng có thể coi đó là quá trình biến đổi dữ liệu.

Kết nối dữ liệu là quá trình rất quan trọng. Bởi vì khi giải quyết một vấn đề nào đó trong hệ thống thì cần phải kết hợp nhiều loại thông tin khác nhau với nhiều dạng kết hợp chuẩn trong một môi trường hợp nhất để từ đó có một cách nhìn riêng biệt hay tổng thể. Người thiết kế hệ thống làm việc với hệ thống thông tin địa lý sẽ phải chờ đợi mọi kết quả có được từ các phép biến đổi dữ liệu thông qua việc sử dụng và phân tích dữ liệu thật hiệu quả. Vì vậy người sử dụng có thể đặt một số lượng hầu như không hạn chế các câu hỏi phân tích và các câu hỏi này cần được trả lời bằng cách xây dựng các mô hình tìm kiếm dữ liệu và các cách lựa chọn phép biến đổi. Các câu hỏi phân tích mà một hệ thống thông tin địa lý có thể trả lời và mô tả theo định nghĩa thông thường hoặc qua các khả năng thực hiện của các toán tử không gian và sự liên kết các dữ liệu với nhau.

Thông thường có một số dạng câu hỏi mà hệ thống thông tin địa lý có thể trả lời, đó là:

1. Ở đâu thoả mãn các điều kiện này
2. Cái gì thoả mãn các điều kiện này?
3. Có cái gì tại vị trí này?
4. Cái gì đó thay đổi và thay đổi như thế nào từ thời điểm này đến thời điểm khác?
5. Những mẫu không gian nào tồn tại trên khu vực này?
6. Nếu quá trình diễn ra thì nó sẽ như thế nào? v.v...

Quá trình thực hiện hỏi đáp đó chính là khả năng giao diện giữa người và máy, hay nói cách khác là giữa thao tác viên và hệ thống. Trước đây một số phần mềm đồ hoạ hoặc hệ thống thông tin địa lý được đặt trong môi trường điều hành DOS như Autocad, Arc/Info,...nên việc giao diện chưa linh hoạt. Ngày nay hầu hết các phần mềm của hệ thống đều được đặt trong môi trường Window với các thanh công cụ có đầy đủ các biểu tượng kích hoạt nên giao diện giữa người và máy khá linh hoạt, hiệu quả và ngày càng hoàn hảo cùng với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ tin học.

1.6. Một số ứng dụng của GIS

Nhờ những khả năng phân tích và xử lý đa dạng, kỹ thuật GIS hiện nay được ứng dụng phổ biến trong nhiều lĩnh vực, được xem là "công cụ hỗ trợ quyết định (decision - making support tool). Một số lĩnh vực được ứng dụng chủ yếu ở nhiều nơi trên thế giới là:

1) Nghiên cứu quản lý tài nguyên thiên nhiên và môi trường

- Quản lý rừng (theo dõi sự thay đổi, phân loại...)
- Quản trị đường di cư và đời sống động vật hoang dã,
- Quản lý và quy hoạch đồng bằng ngập lũ, lưu vực sông,
- Phân tích các biến động khí hậu, thủy văn.
- Phân tích các tác động môi trường.
- Nghiên cứu tình trạng xói mòn đất,
- Quản trị sở hữu ruộng đất
- Quản lý chất lượng nước
- Quản lý, đánh giá và theo dõi dịch bệnh
- Xây dựng bản đồ và thống kê chất lượng thổ nhưỡng
- Quy hoạch và đánh giá sử dụng đất đai

2) Nghiên cứu điều kiện kinh tế - xã hội

- Quản lý dân số
- Quản trị mạng lưới giao thông (thủy – bộ),
- Quản lý mạng lưới y tế, giáo dục
- Điều tra và quản lý hệ thống cơ sở hạ tầng

3) Nghiên cứu hỗ trợ các chương trình quy hoạch phát triển

- Đánh giá khả năng thích nghi cây trồng, vật nuôi và động vật hoang dã
- Định hướng và xác định các vùng phát triển tối ưu trong sản xuất nông nghiệp
- Hỗ trợ quy hoạch và quản lý các vùng bảo tồn thiên nhiên
- Đánh giá khả năng và định hướng quy hoạch các vùng đô thị, công nghiệp lớn
- Hỗ trợ bố trí mạng lưới y tế, giáo dục

Trong nghiên cứu sản xuất nông nghiệp và phát triển nông thôn, các lĩnh vực ứng dụng của kỹ thuật GIS rất rộng rãi. Do vậy, GIS trở thành công cụ đắc dụng cho việc quản lý và tổ chức sản xuất nông nghiệp - nông thôn trên các vùng lãnh thổ

4) Các lĩnh vực ứng dụng của GIS trong sản xuất nông nghiệp và phát triển nông thôn

+ Trồng trọt:

- Khả năng thích nghi các loại cây trồng.
- Sự thay đổi của việc sử dụng đất.
- Xây dựng các đề xuất về sử dụng đất.
- Khả năng bền vững của sản xuất nông nghiệp Nông – Lâm kết hợp.
- Theo dõi mạng lưới khuyến nông.
- Khảo sát nghiên cứu dịch - bệnh cây trồng (côn trùng và cỏ dại)
- Suy đoán hay nội suy các ứng dụng lý thuật

+ Quy hoạch thủy văn và tưới tiêu:

- Xác định hệ thống tưới tiêu
- Lập thời biểu tưới nước
- Tính toán sự xói mòn/ bồi lắng trong hồ chứa nước
- Nghiên cứu đánh giá ngập lũ

+ Kinh tế nông nghiệp:

- Điều tra dân số/ nông hộ
- Thống kê
- Khảo sát kỹ thuật canh tác
- Xu thế thị trường của cây trồng
- Nguồn nông sản hàng hóa

+ Phân tích khí hậu:

- Hạn hán
- Các yếu tố thời tiết
- Thống kê
 - + Mô hình hóa nông nghiệp: Ước lượng/ tiên đoán năng suất cây trồng
 - + Chăn nuôi gia súc/ gia cầm:
- Thống kê
- Phân bố
- Khảo sát và theo dõi diễn biến, dự báo dịch bệnh

Một ứng dụng quan trọng của GIS là mô hình hoá các cấu trúc căn bản thực của thế giới trên dữ liệu con số. Nghệ thuật làm mô hình có thể phân tích những khuynh hướng, định nghĩa những nhân tố gây ra chúng, trình bày các khả năng cho phép chọn lựa các giải pháp để giải quyết những vấn đề được đặt ra, hoặc chỉ ra các mối quan hệ mật thiết và các kết quả của một quyết định. Thí dụ, GIS có thể chỉ ra các nguồn tài nguyên thiên nhiên có khả năng bị ảnh hưởng do các quyết định nào đó trên cơ sở các dữ liệu của ảnh vệ tinh. Những vùng chịu tổn thất từ vùng khai hoang có thể được định nghĩa và phân tích trên cơ sở dữ liệu chồng lấp của các yêu cầu về loại đất, sự gia tăng năng suất, thời gian, loại, tỷ lệ, và khả năng quản lý, nhu cầu thực tế có thể được chỉ ra và định rõ kết quả

Trong nông nghiệp, sự thiệt hại về tiềm năng tài nguyên thiên nhiên do việc mở rộng diện tích trồng lúa có thể được đánh giá về mặt số lượng, việc đánh giá trên cơ sở về mặt kinh tế của nơi có sự thay đổi về mặt kỹ thuật. GIS có thể chỉ ra sự thay đổi ở mặt giới hạn về số lượng (trong việc phát triển diện tích của một vùng mới). GIS cũng được sử dụng để chỉ ra những tuyến đường tốt nhất cho giao thông đường bộ và thủy lợi.

Một hướng sử dụng quan trọng khác của GIS là trong phân tích thống kê những đặc điểm (như diện tích của khu rừng hay chiều dài của con sông, kênh, đường, vùng) qua việc xác định các vùng đệm. Ví dụ, đất xung quanh một khu rừng được giới hạn có thể được nghiên cứu để quyết định cách sử dụng đất thích hợp nhất, vùng đệm xung quanh có

thể được chồng lấp với hiện trạng đất có khả năng tiềm tàng lý tưởng để chọn ra cách sử dụng có hiệu quả nhất

Một phương pháp khác có thể được sử dụng để đánh giá thích nghi đất cho việc canh tác các vụ riêng biệt. Phương pháp bao gồm sử dụng một vài bản đồ có chủ đề từ dữ liệu của vệ tinh cũng như dữ liệu không ảnh. Thí dụ, tài nguyên đất có thể được dùng để đánh giá cho sự phát triển ruộng lúa. Các dữ liệu về điều kiện đất, sức sản xuất của đất và yêu cầu điều kiện ẩm độ đất cần phải được thu thập và đánh giá khả năng thích nghi cho các vùng trồng lúa .

Có thể nói GIS là một hệ thống dưới dạng số dùng cho việc phân tích và quản lý các số liệu thuộc về địa lý được kết hợp với các hệ thống phụ dùng cho việc nhập các dữ liệu và quyết định một kế hoạch phát triển nào đó. Thí dụ như các bản đồ đất, mưa, địa hình, mật độ dân số, sử dụng đất, ... có thể được kết hợp để phát triển thành một bản đồ mới sẽ chỉ ra được những vùng có khả năng đất bị xói mòn hoặc những vùng đất thích nghi cho sự phát triển của các loại cây ăn trái hoặc lúa 2, 3 vụ, ... với các mức độ khác nhau tùy vào các yêu cầu mà ta đã đặt ra trước đó.

CHƯƠNG II: CƠ SỞ DỮ LIỆU VÀ CẤU TRÚC DỮ LIỆU GIS

2.1. Một số khái niệm cơ bản

2.1.1. Khái niệm về hình học Topo (Topology)

Topology là một thủ tục toán học nhằm xác định mối liên hệ không gian giữa các đối tượng bản đồ. Trong quá trình thành lập bản đồ, Topology giúp ta xác định sự ghép nối và liên hệ giữa các hình ảnh bản đồ. Ngoài ra Topology cũng giúp ta xác định được hướng của các đối tượng. Phần mềm công nghệ GIS dùng tập hợp tọa độ các điểm và quan hệ Topology của các đối tượng quản lý trong cơ sở dữ liệu để thể hiện các đối tượng đó trên màn hình máy tính theo các số liệu đó quản lý trong hệ thống.

2.1.2. Các thực thể của dữ liệu địa lý

Bản đồ là tập hợp các điểm, các đường, các miền (vùng) được định nghĩa cho cả vị trí của chúng trong không gian và cho cả các thuộc tính phi không gian. Mọi dữ liệu địa lý cần phải quy về ba khái niệm Topo cơ bản là điểm, đường và vùng. Mọi hiện tượng địa lý về nguyên tắc phải được biểu diễn bởi một điểm, một đường hoặc một vùng cộng với một nhóm nói lên nó là gì?.

2.1.2.1. Điểm

Đối tượng điểm là biểu diễn đơn giản nhất về một đối tượng, được dùng để biểu diễn cho một vị trí riêng biệt xác định một đối tượng bản đồ mà hình dạng của nó quá nhỏ để có thể biểu diễn như một đối tượng đường hay vùng hoặc nó có thể biểu diễn một địa điểm không có diện tích. Một ký hiệu đặc biệt hay một nhãn thường mô tả một điểm



Hình 3.1: Các kí hiệu đối tượng điểm trong GIS

2.1.2.2. Đường (lines)

Đường là tất cả các đặc trưng tuyến tính được xây dựng từ những đoạn thẳng nối hai hay nhiều tọa độ. Đường thẳng đơn giản nhất đòi hỏi sự lưu trữ tọa độ điểm bắt đầu và điểm kết thúc và một bản ghi về ký tự được biểu diễn.

Một cung, một chuỗi hay một xâu là một tập hợp của n cặp tọa độ mô tả một đường liên tục. Không gian lưu trữ dữ liệu có thể được tiết kiệm nhưng tốn thời gian xử lý. Việc lưu trữ các cặp số (tọa độ) thích hợp cho việc sử dụng các hàm nội suy toán học và dùng để đưa dữ liệu ra các thiết bị hiển thị. Với các điểm và các đường đơn giản, các

chuỗi có thể được lưu trữ thành các bản ghi cùng với ký hiệu đường được dùng để hiển thị.

2.1.2.3. *Vùng (polygons)*

Vùng (miền) là các đa giác có thể được biểu diễn nhiều cách khác nhau trong một cơ sở dữ liệu vector. Hầu hết các bản đồ chuyên đề sử dụng trong hệ thống tin địa lý phải làm việc với các đa giác.

Mục đích của một cấu trúc dữ liệu đa giác là khả năng mô tả các đặc trưng Topo của các vùng của các thực thể sao cho các tính chất liên kết của một khối không gian được biểu diễn quản lý và hiển thị trong một bản đồ chuyên đề. Mỗi vùng thành phần trên một bản đồ có một hình dạng chu vi và diện tích duy nhất.

2.2. Cơ sở dữ liệu bản đồ

2.2.1. *Cơ sở dữ liệu không gian*

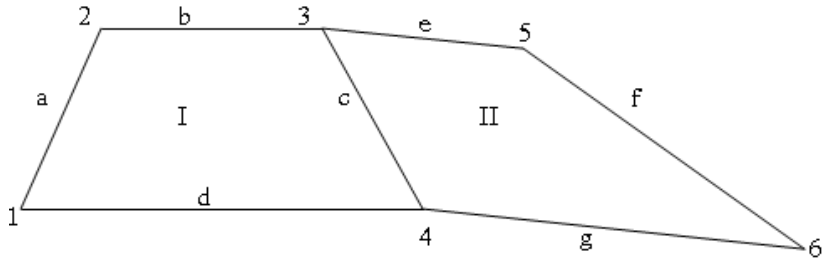
Đây là dạng dữ liệu cơ bản của một hệ thống GIS. Dạng dữ liệu này bao gồm các thông tin có tính đồ họa chỉ rõ hình dạng, phạm vi không gian, vị trí địa lý, ... của một thực thể trong thế giới thực được khái quát hóa thành các đặc tính địa lý như điểm, đường hay vùng trên bản đồ dưới dạng raster hoặc vector. Cấu trúc dạng raster và vector sẽ được trình bày rõ ở phần 2.3.

2.2.2. *Cơ sở dữ liệu thuộc tính*

Dữ liệu thuộc tính (Attribute): là các thông tin giải thích cho các hiện tượng địa lý gắn liền với hiện tượng địa lý. Các thông tin này được lưu trữ dữ liệu thông thường. Vấn đề đặt ra là phải tìm mối quan hệ giữa thông tin địa lý và thông tin thuộc tính. Từ thông tin ta có thể tìm ra được các thông tin kia trong cơ sở dữ liệu.

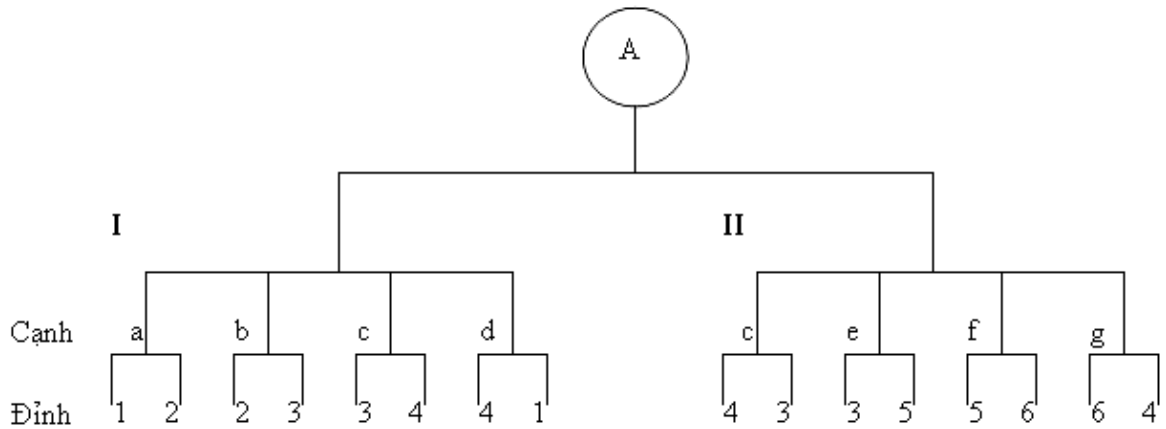
Các cơ sở dữ liệu trên bao gồm các file máy tính chứa các dữ liệu về vị trí và dữ liệu mô tả về các đối tượng trên bản đồ. Mặt mạnh của một hệ GIS phụ thuộc vào khả năng liên kết hai kiểu dữ liệu và duy trì được mối quan hệ không gian giữa các đối tượng bản đồ.

Khả năng tích hợp dữ liệu cho phép tìm kiếm và phân tích dữ liệu một cách hiệu quả. Người dùng có thể truy cập dữ liệu bằng thông qua bản đồ hoặc có thể tạo ra được bản đồ thông qua các cơ sở dữ liệu bảng. Để truy cập và hiển thị dữ liệu này, máy tính phải lưu trữ cả dữ liệu dạng bảng và dữ liệu đồ họa theo khuôn dạng có tổ chức và có thể tìm kiếm. Trong GIS, cơ sở dữ liệu thuộc tính thường bao gồm một số lớn các file. Các file dữ liệu thường được tổ chức theo ba kiểu cấu trúc sau: phân cấp, mạng và quan hệ.



Hình 2.1: Bản đồ A

a. Mô hình phân cấp (HIERACHICAL)



Hình 2.2: Biểu diễn bản đồ A bằng mô hình phân cấp

Mô hình dữ liệu là một cây, trong đó các nút biểu diễn các tập thực thể, giữa các nút con và nút cha được liên hệ theo một mối quan hệ xác định. Điểm nổi bật trong các thủ tục truy xuất đến một đối tượng trong mô hình phân cấp là đường dẫn đi từ gốc đến phần tử cần xét trong cây phân cấp.

Mô hình phân cấp khá phù hợp với những hình thức tổ chức phân cấp trong xã hội. Thường gặp trong các hệ thống máy tính là mô hình quản lý thư mục.

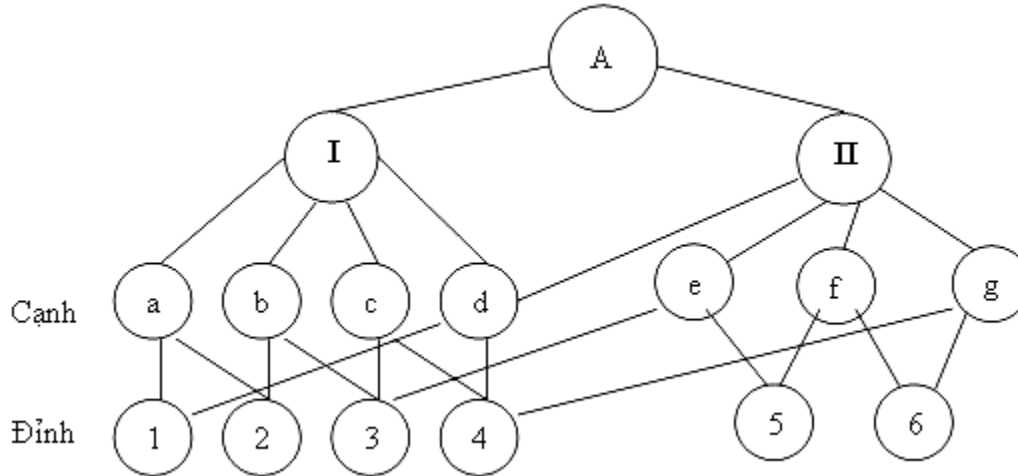
Các ưu nhược điểm của cấu trúc hình cây này là : Cấu trúc rõ ràng, dễ hiểu, dễ dàng cập nhật và mở rộng ; truy cập nhanh chóng nếu thông qua các chìa khóa nhưng sẽ khó khăn khi sử dụng các thuộc tính ; cấu trúc CSDL cứng nhắc và không thể thay đổi ; cần có một tệp tin phụ để lưu trữ các chỉ số và có thể có một lượng lớn số lần nhắc lại cũng một thuộc tính dẫn đến sự dư thừa dữ liệu không cần thiết, gây tốn kém bộ nhớ.

b. Mô hình lưới (Network Model)

Mô hình dữ liệu kiểu lưới là mô hình cho phép dùng một mô hình đồ thị trực tiếp và đơn giản cho dữ liệu. Loại cấu trúc này cho phép kết nối giữa các tệp tin trong CSDL, đặc biệt đối với dữ liệu đồ họa mà trong đó việc thể hiện kết nối giữa các vật thể nằm kề nhau có tầm quan trọng thiết yếu.

Để dễ dàng minh hoạ và phân biệt giữa mô hình phân cấp và mô hình lưới, xem xét ví dụ sau đây:

Cho một bản đồ A đơn giản gồm 2 đa giác I và II được xác định bởi tập hợp các đường thẳng trong đó có được một đường chung của 2 đa giác. Mỗi đường thẳng được xác định bởi các cặp toạ độ.



Hình 2.3. Biểu diễn bản đồ A bằng mô hình lưới (Nguồn : Phạm Trọng Mạnh, Phạm Vọng Thành, 1999)

Mô hình lưới và mô hình phân cấp nói chung là khá bất tiện cho lưu trữ và khai thác xử lý bởi vì toạ độ các điểm, một số cạnh phải lưu trữ nhiều lần (như ví dụ trên các cạnh c phải lưu trữ 2 lần) v.v.. gây nên sự dư thừa dữ liệu. Ngoài ra, hệ thống còn phải cần lưu trữ một số lớn các con trỏ móc nối gây nên phức tạp trong quá trình cập nhật, biến đổi dữ liệu, đặc biệt khi thêm bớt một cạnh hoặc một đỉnh nào đó.

c. Mô hình quan hệ (Relational Model)

Thuận lợi của mô hình quan hệ là được hình thức hoá toán học chặt chẽ do đó các xử lý, thao tác với dữ liệu là dễ dàng, có tính độc lập dữ liệu cao. Cấu trúc dữ liệu đơn giản mềm dẻo trong xử lý và dễ dàng cho người sử dụng. Đặc biệt các phép tính cập nhật dữ liệu cho mô hình quan hệ nói chung là ít phức tạp hơn nhiều so với các mô hình khác.

Một cách đơn giản hơn có thể hiểu mối quan hệ là một bảng 2 chiều tệp độc lập, trong đó mỗi cột (trường) là một thuộc tính, mỗi hàng (bộ) là một đối tượng. Trong thí dụ trên, có cấu trúc các quan hệ (bảng) như sau:

Bản đồ A
(quan hệ 1)

A	I	II
---	---	----

Đa giác
(quan hệ 2)

I	a	b	c	d
II	c	e	f	g

Đường
(quan hệ 3)

I	a	1	2
I	b	2	3
I	c	3	4
I	d	4	1
II	e	3	5
II	f	5	6
II	g	6	4
II	c	4	3

Hình 2.4. Biểu diễn bản đồ A bằng mô hình quan hệ (Nguồn : Phạm Trọng Mạnh, Phạm Vọng Thành, 1999)

Trong 3 loại mô hình nêu trên thì mô hình quan hệ có nhiều ưu điểm và được nhiều người quan tâm hơn cả. Bởi lẽ, mô hình dữ liệu quan hệ có tính độc lập rất cao, lại dễ dàng sử dụng; rất linh hoạt và có thể thỏa mãn mọi yêu cầu về tìm kiếm dữ liệu với công thức logic cũng như công thức đại số; và nhiều dạng dữ liệu có thể dễ dàng được truy vấn, kết hợp hay so sánh cũng như được cập nhật thêm hay xóa đi.

Tuy vậy, nó cũng có một số nhược điểm: Việc truy vấn xảy ra theo trình tự các tệp tin trên cơ sở các quan hệ nên có thể cần thời gian đáng kể để máy tính thực hiện thao tác này; công việc thiết kế CSDL đòi hỏi kỹ năng chuyên môn cao để có thể đạt được cấu trúc hợp lý cho khả năng truy vấn sau này và như vậy có thể giá thành thiết kế và xây dựng sẽ tăng cao hơn so với việc sử dụng các loại cấu trúc khác.

Trên cơ sở mô hình dữ liệu quan hệ, đến nay đã phát triển thêm một số loại mô hình khác nhằm mô tả và thể hiện thế giới thực một cách chính xác và phù hợp hơn như mô hình quan hệ thực thể (Entity Relationship model), mô hình dữ liệu hướng đối tượng (Object Oriented Model).

2.3. Cấu trúc dữ liệu

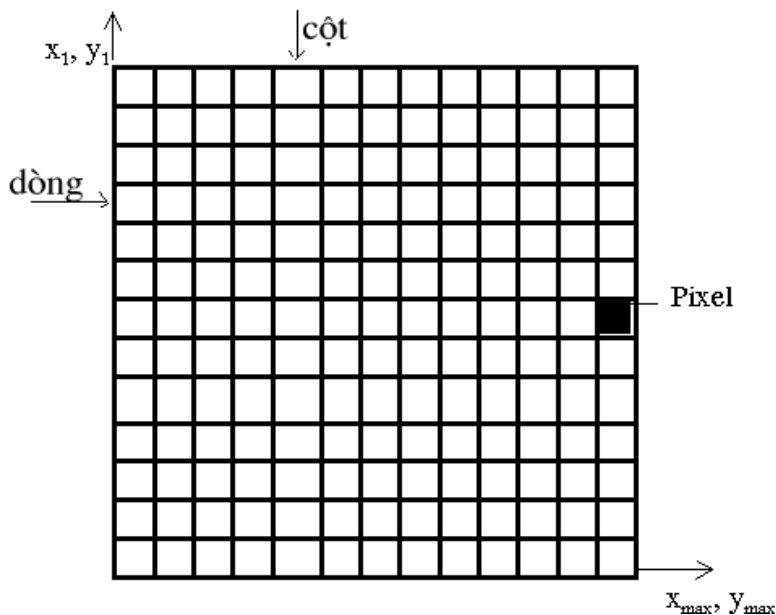
2.3.1. Khái niệm về cấu trúc cơ sở dữ liệu

Một cơ sở dữ liệu bao gồm nhiều tệp dữ liệu. Cấu trúc cơ sở dữ liệu là cách bố trí, tổ chức cơ sở dữ liệu để có thể truy nhập dữ liệu từ một hay nhiều tệp một cách dễ dàng. Có 3 loại mô hình cấu trúc cơ sở dữ liệu thuộc tính đó là: Cấu trúc phân cấp, cấu trúc mạng, cấu trúc quan hệ và có hai cách biểu diễn dữ liệu không gian Topo là: Dạng biểu diễn raster và dạng biểu diễn vector. Chúng ta đi nghiên cứu cấu trúc dữ liệu hai dạng này.

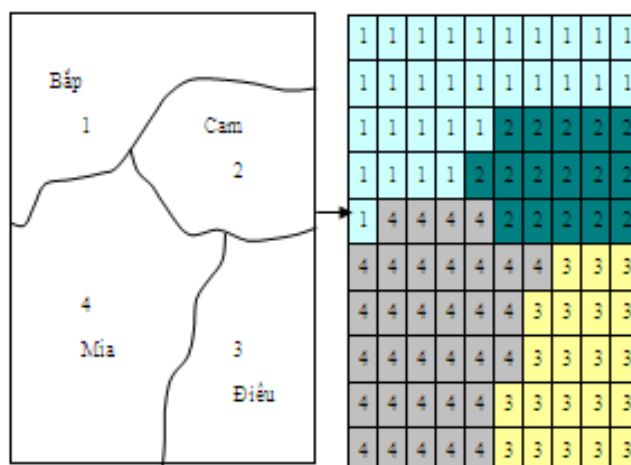
2.3.2. Cấu trúc dữ liệu raster

Mô hình dữ liệu dạng raster phản ánh toàn bộ vùng nghiên cứu dưới dạng một lưới các ô vuông hay điểm ảnh (pixel). Mô hình raster có các đặc điểm:

- Không gian được chia thành các ô.
- Vị trí của đối tượng địa lý được xác định bởi vị trí dòng và cột của các ô mà chúng chiếm đóng.
- Độ phân giải không gian được quyết định bởi kích thước ô vuông.
- Ô hay pixel là đơn vị cơ sở trong mô hình raster.
- Mỗi một điểm ảnh (pixel) chứa một giá trị.



Hình 2.5. Ma trận không gian của một file ảnh raster có cấu trúc pixel



Hình 2.6. Các đối tượng không gian được mã hoá trong mô hình Raster

Trong mô hình dữ liệu raster một tập các ma trận điểm và các giá trị tương ứng tạo thành một lớp (layer) và trong cơ sở dữ liệu có thể có nhiều lớp. Các nguồn dữ liệu xây dựng nên dữ liệu raster có thể bao gồm:

- Quét ảnh
- Ảnh máy bay, ảnh viễn thám
- Chuyển từ dữ liệu vector sang

Cấu trúc dữ liệu raster đề cập đến cách thức lưu trữ dữ liệu raster để chúng có thể được sử dụng và xử lý bởi máy tính.

Có ba cấu trúc thông dụng:

- Mã hóa từng ô (cell – by – encoding)
- Mã hóa đoạn chạy (run – length encoding)
- Phương pháp cây tứ phân hay mã hóa phân tư (quadtree)

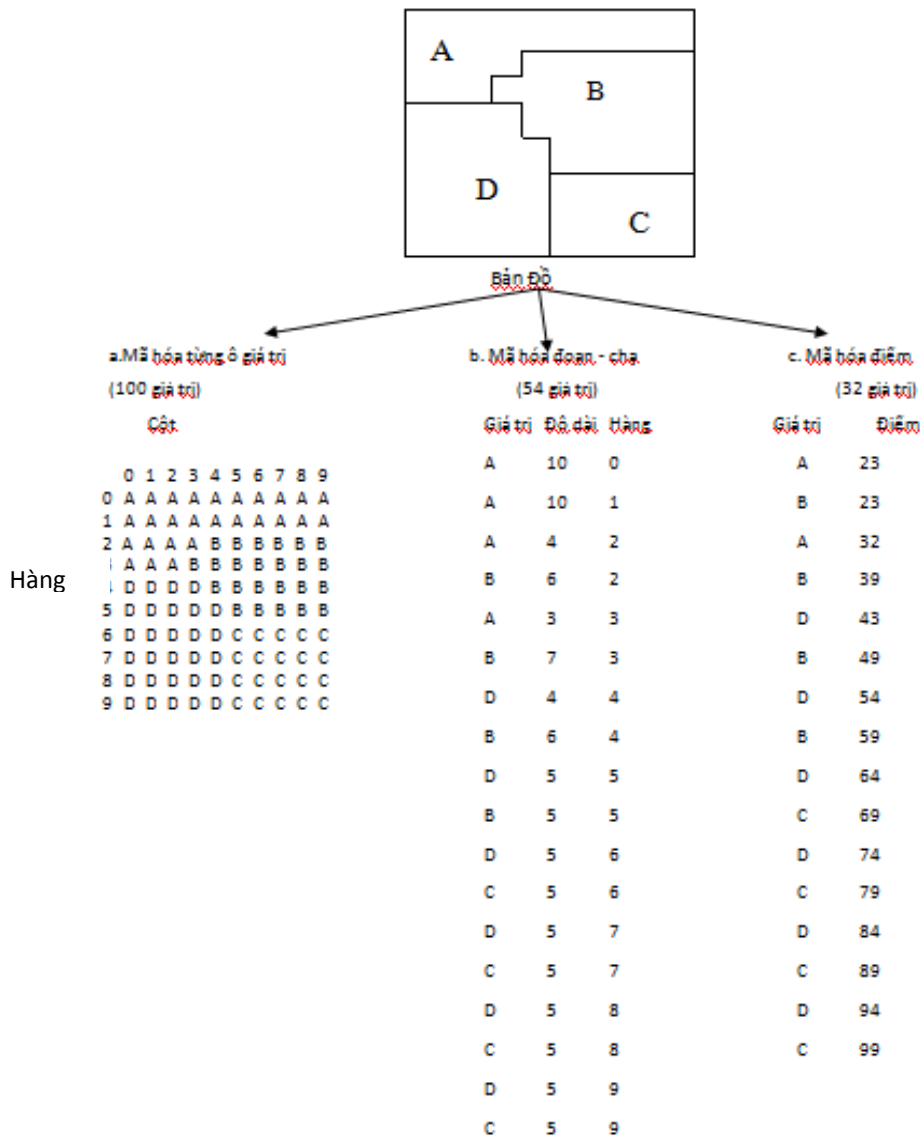
❖ Mã hóa từng ô

Phương pháp mã hóa từng ô là phương pháp mã hóa raster đơn giản nhất. Một lưới raster được lưu trữ như một ma trận, và giá trị ô được ghi vào một tập tin theo hàng và theo cột. Phương pháp này áp dụng rất tốt cho trường hợp giá trị ô biến thiên liên tục.

Mô hình số độ cao (digital Elevation Model DEM) sử dụng phương pháp này để lưu trữ bởi vì giá trị độ cao của các ô lân cận ít khi nào giống nhau. Ảnh vệ tinh cũng sử dụng phương pháp này để lưu trữ.

❖ Mã hóa đoạn chạy

Phương pháp mã hóa từng ô trở nên không hiệu quả nếu lưới raster chứa nhiều ô với giá trị lặp đi lặp lại. Trong trường hợp như vậy, tốt nhất nên sử dụng phương pháp mã hóa theo đoạn chạy. Phương pháp này giảm thiểu dung lượng tập tin lưu trữ. Phương pháp mã hóa đoạn chạy hoạt động dựa trên nguyên tắc nhóm các ô lân cận cùng một giá trị. Phương pháp này đạt hiệu quả cực đại đối với các vùng có ít chủng loại và vùng đồng nhất. Trong trường hợp nhóm các giá trị giống nhau trên cùng dòng ta có phương pháp mã hóa đoạn chạy. Trong trường hợp nhóm các giá trị giống nhau trên cả các dòng liên tiếp ta có *phương pháp mã hóa điểm giá trị*.

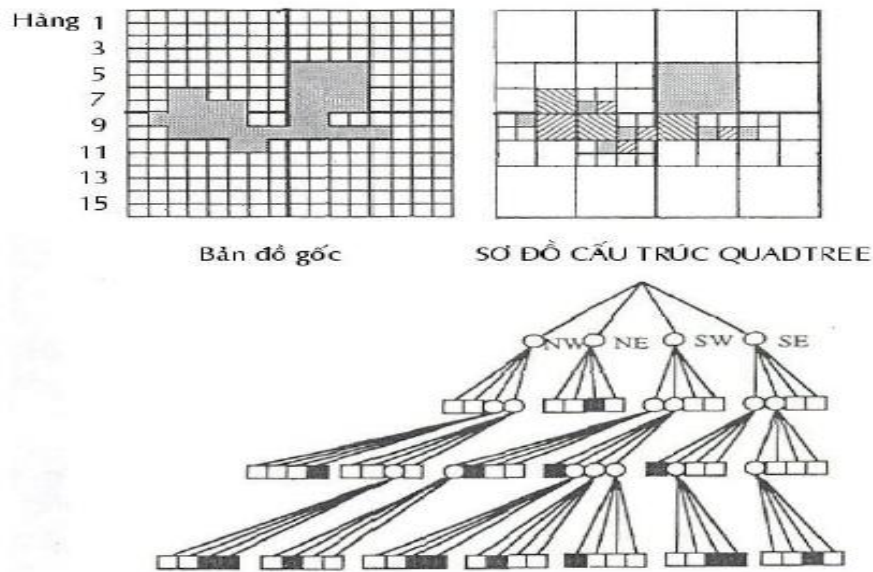


Hình 2.7. Phương pháp mã hóa

- Trong phương pháp mã hóa đoạn chạy, ta ghi nhận giá trị của pixel và số lần lặp lại của giá trị pixel.
- Trong phương pháp mã hóa điểm giá trị, ta ghi nhận giá trị của pixel và vị trí cuối cùng của pixel (đếm bắt đầu từ vị trí hàng 0, cột 0)

❖ **Phương pháp mã hóa phần tư (quad tree)**

Phương pháp nén này dựa trên cơ sở chia liên tục của dạng ma trận $2n \times 2n$ thành các thành phần dạng cây tứ phân. Cả vùng bản đồ được chia thành bốn phần liên tục trong khi thỏa mãn điều kiện giữa các ô vuông con phải nằm trọn trong vùng nghiên cứu. giới hạn thấp nhất của phép chia là một pixel. Hình cho ví dụ sự chia liên tục của một vùng thành những khối $\frac{1}{4}$. Cấu trúc block này có thể trình bày dưới dạng cây tứ phân gọi là quadtree. Toàn bộ mảng gồm $2n \times 2n$ điểm là nút gốc của cây tứ phân và chiều cao lớn nhất của cây tứ phân là n tầng.



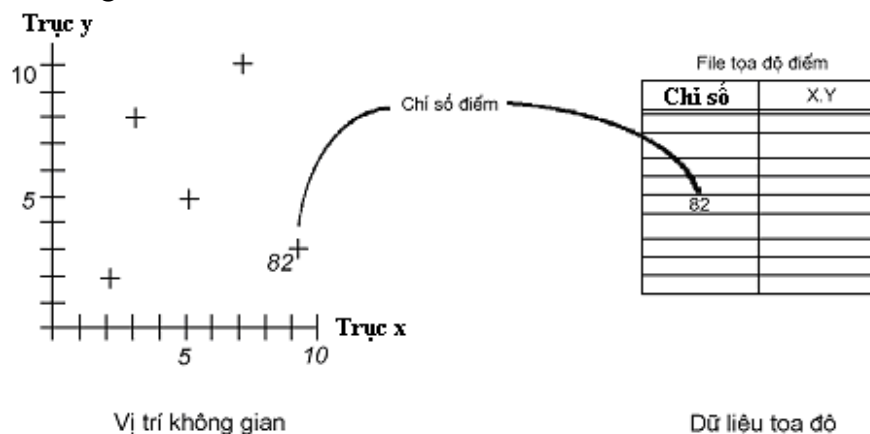
Hình 2.8. Phương pháp mã hóa phân tử

2.3.3. Cấu trúc dữ liệu vector

Trong cấu trúc vector, thực thể không gian được biểu diễn thông qua các phần tử cơ bản là điểm, đường, vùng và các quan hệ topology (khoảng cách, tính liên thông, tính kề nhau. . .) giữa các đối tượng với nhau.

Điểm dùng cho tất cả các đối tượng không gian mà được biểu diễn như một cặp tọa độ (X,Y). Ngoài giá trị tọa độ (X,Y), điểm cũng được thể hiện kiểu điểm, màu, hình dạng và dữ liệu thuộc tính đi kèm. Do đó trên bản đồ điểm có thể được biểu hiện bằng ký hiệu dưới dạng các biểu tượng hoặc text. Các đối tượng kiểu điểm có đặc điểm:

- Là tọa độ đơn (x,y)
- Không cần thể hiện chiều dài và diện tích

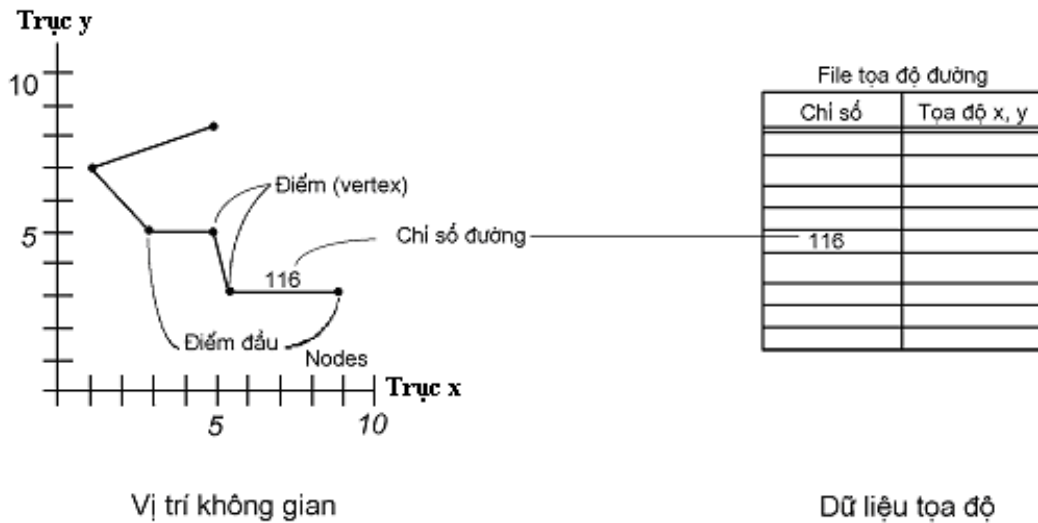


Hình 2.9. Số liệu vector được biểu thị dưới dạng điểm (Point)

Trên bản đồ tỷ lệ lớn, đối tượng thể hiện dưới dạng vùng. Tuy nhiên trên bản đồ tỷ lệ nhỏ, đối tượng này có thể thể hiện dưới dạng một điểm. Vì vậy, các đối tượng điểm và vùng có thể được dùng phản ánh lẫn nhau.

Đường dùng để biểu diễn tất cả các thực thể có dạng tuyến tính, được tạo nên từ hai hoặc nhiều hơn các cặp tọa độ (X,Y). Ví dụ đường dùng để biểu diễn hệ thống đường giao thông, hệ thống ống thoát nước. Các đối tượng đường có các đặc điểm sau:

- Là một dãy các cặp tọa độ
- Một arc bắt đầu và kết thúc bởi node
- Các arc nối với nhau và cắt nhau tại node
- Hình dạng của arc được định nghĩa bởi các điểm vertices
- Độ dài chính xác bằng các cặp tọa độ

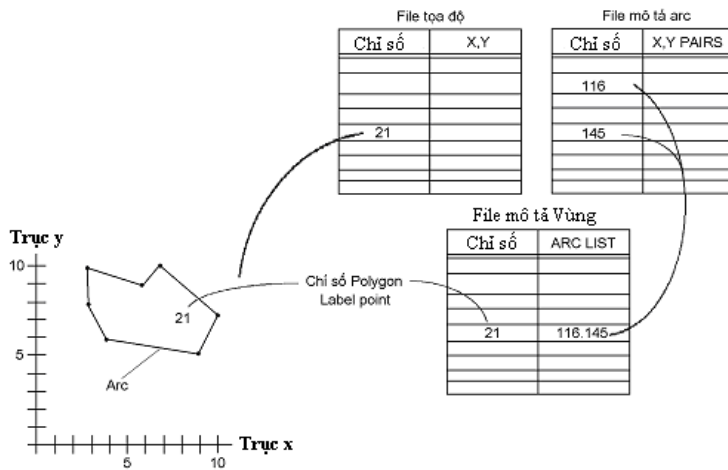


Hình 2.10. Số liệu vector được biểu thị dưới dạng Arc

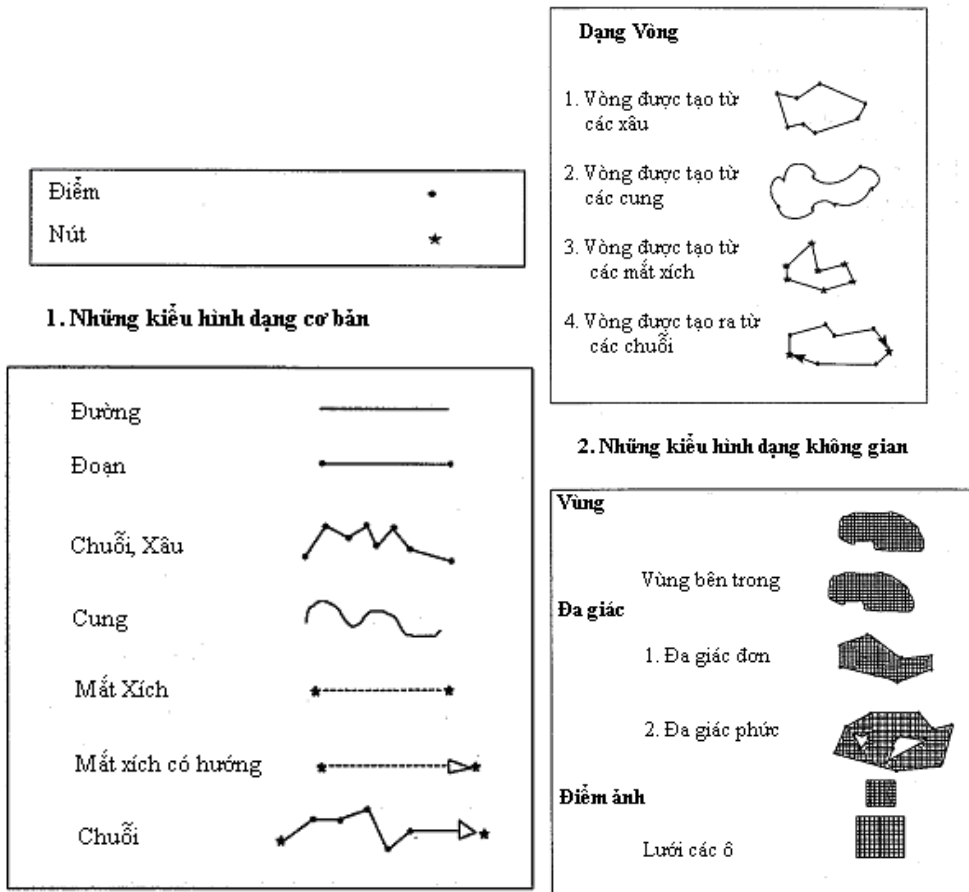
Vùng được xác định bởi một loạt các đường tạo nên một vùng khép kín và diện tích của vùng có thể đo được. Vùng có thể là một đa giác đơn giản hay là kết quả hợp nhất của nhiều đa giác đơn giản.

Vùng có các đặc điểm sau:

- Polygons được mô tả bằng tập các đường (arcs) và điểm nhãn (label points)
- Một hoặc nhiều arc định nghĩa đường bao của vùng
- Một điểm nhãn label points nằm trong vùng để mô tả, xác định cho mỗi một vùng.



Hình 2.11. Số liệu vector được biểu thị dưới dạng vùng (Polygon)



Hình 2.12. Một số khái niệm trong cấu trúc cơ sở dữ liệu bản đồ.

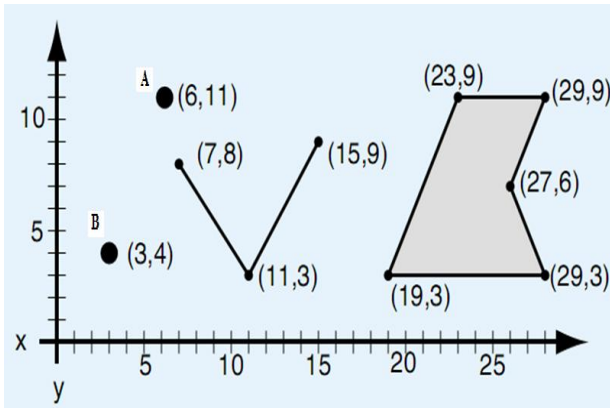
Sau khi nhập dữ liệu không gian bằng các kỹ thuật khác nhau, ta được các file tọa độ với một tổ chức tuần tự, tức là theo trình tự các file tạo ra. Các dữ liệu không gian đó phải được cấu trúc lại để biểu diễn và quản lý các đối tượng địa lý. Đối với dữ liệu vector, có hai loại cấu trúc được sử dụng phổ biến:

- Cấu trúc Spaghetti
- Cấu trúc Topology

❖ **Cấu trúc dữ liệu Spaghetti**

Đây là dạng cấu trúc sơ đẳng của dữ liệu vector, trong đó mọi đối tượng địa lý được miêu tả bằng các thực thể hình học độc lập được biểu diễn bằng tọa độ hoặc bằng các phương trình tham số (đường thẳng, đường cong, đường tròn,...)

Cấu trúc này rất hữu hiệu đối với công việc thiết kế và trình bày đồ họa, nhưng lại rất hạn chế đối với việc nghiên cứu các quan hệ giữa các đối tượng địa lý vì mỗi đối tượng độc lập với các đối tượng lân cận.



Đối tượng	Tọa độ
Điểm A	(6,11)
Điểm B	(3,4)
Đường	(7,8), (11,3), (15,9)
Vùng	(23,9), (29,9), (27,6), (29,3), (19,3), (23,9)

Hình 2.13. Cấu trúc Spaghetti

Dữ liệu Spaghetti thường được tạo ra từ việc số hóa thủ công các bản đồ, trong đó ranh giới chung của các đa giác bị lặp lại do phải số hóa hai lần, dẫn đến dư thừa dữ liệu, tốn bộ nhớ và các cung có thể vắt qua nhưng không hề cắt nhau. Như vậy, dữ liệu Spaghetti là một tập hợp các điểm và đường không có kết nối. Việc lưu trữ và tìm kiếm dữ liệu này là tuần tự và mất thời gian.

❖ **Cấu trúc dữ liệu Topology**

Trong GIS, Topology được dùng để ghi lại và xử lý các mối quan hệ không gian giữa các đối tượng địa lý. Một số thuật ngữ liên quan đến Topology là nút, cung và vùng. Trong đó nút là điểm đầu và điểm cuối của một cung và là điểm giao nhau của hai hay nhiều cung; cung là tập hợp các điểm kết nối với nhau và mỗi cung có một điểm đầu và điểm kết thúc; vùng là một đa giác khép kín được tạo thành bởi các cung.

Các mối quan hệ không gian giữa các đối tượng địa lý được đề cập đến trong GIS là tính tạo vùng, tính liên lục và tính kề nhau. Trong bản đồ số, các mối quan hệ không gian giữa các đối tượng được mô tả bằng cách sử dụng Topology. Topology giúp xác lập rõ ràng các mối quan hệ không gian giữa các đối tượng độc lập với tọa độ của chúng.

Có ba kiểu topology chủ yếu là topology cung – nút, vùng – cung và trái – phải. Cụ thể là:

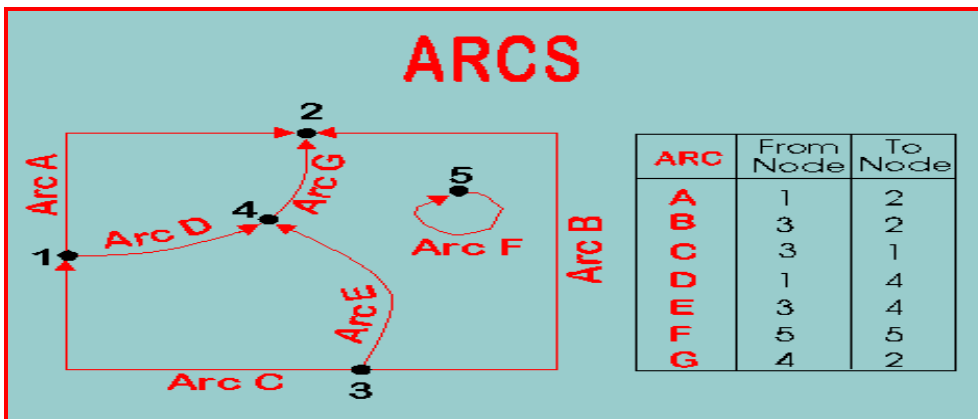
- Các cung kết nối với nhau tại các nút (cung – nút) dùng để nhận biết mối liên kết giữa các đường.

- Các cung kết nối xung quanh để định nghĩa một vùng (vùng – cung) dùng để xác định một vùng.

- Các cung có hướng và kề cận trái, phải (trái – phải) dùng để nhận biết các vùng kề cận nhau.

➤ **Topology cung – nút:**

Các điểm có tọa độ (x,y) nằm dọc theo các cung sẽ xác định hình dạng của cung đó. Các điểm cuối của cung được gọi là các nút. Mỗi cung có hai nút: nút đi và nút đến. Các cung chỉ có thể nối với nhau tại các nút. Bằng cách đó, các cung gặp nhau sẽ tạo một nút, từ đó ta có thể biết được những cung nào được nối với nhau.

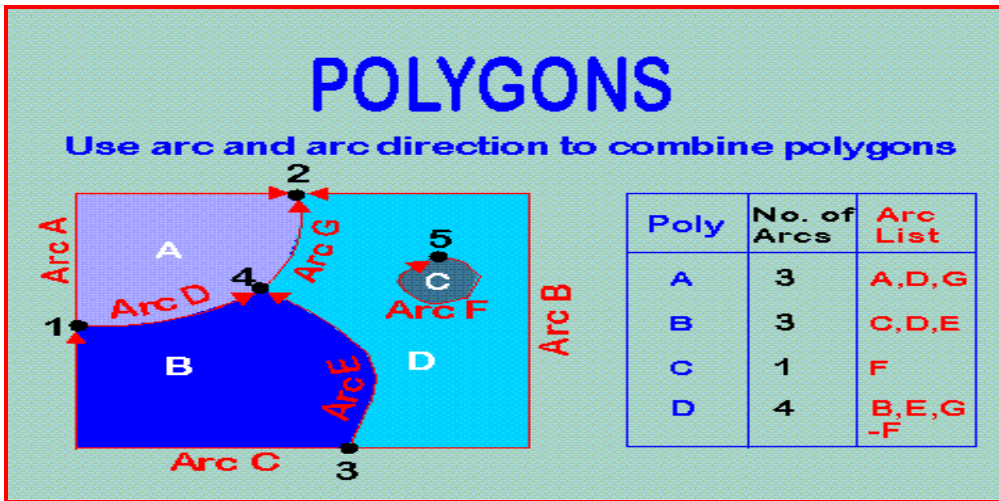


Hình 2.14. Topology cung-nút

Trong ví dụ trên, các cung A, B, G đều được nối với nút 2. Do đó, máy tính sẽ biết được rằng có thể đi từ cung A rẽ sang cung B, hoặc rẽ sang cung G bởi vì chúng đều có chung một nút (nút số 2). Nhưng không thể rẽ trực tiếp từ cung A sang cung E được vì hai cung A và E không có chung một nút nào cả.

➤ **Topology vùng – cung:**

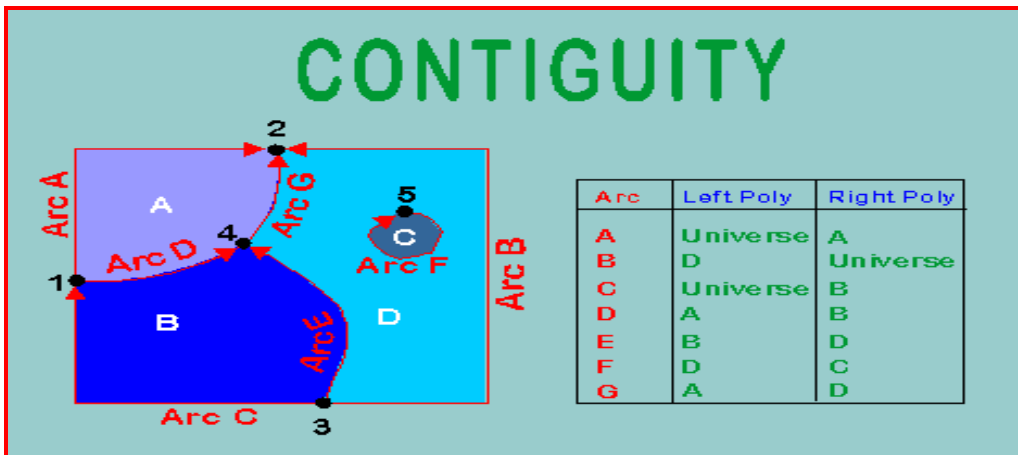
Các vùng được biểu diễn bằng một dãy tọa độ (x,y) liên kết bao quanh một miền đồng nhất, một số hệ GIS lưu trữ theo khuôn dạng này. Tuy nhiên, lưu trữ tọa độ các cung xác định một vùng có thể sẽ có ích hơn là lưu trữ một tập các tọa độ (x,y). Danh sách các cung bao quanh một vùng được lưu trữ và sử dụng để cấu trúc thành các vùng khi cần thiết.



Hình 2.15. Topology vùng-cung

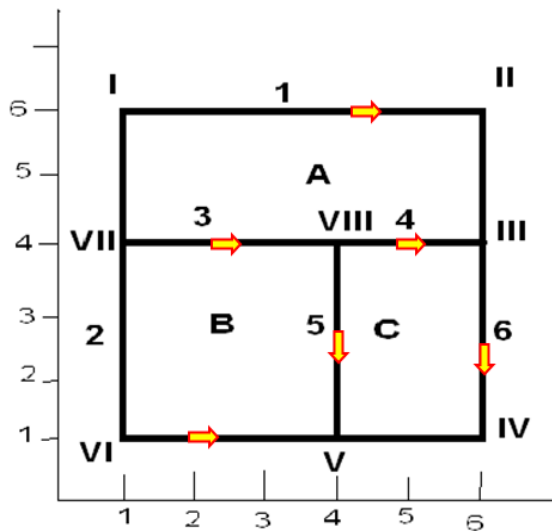
➤ **Topology trái – phải:**

Bởi vì tất cả mọi cung đều có hướng (một nút đi và một nút đến) nên trong GIS sẽ lưu lại danh sách các vùng ở kê trái hoặc kê phải của một cung. Vì vậy, các vùng có chung một cung sẽ nằm kề nhau.



Hình 2.16. Topology trái phải

Việc tạo ra và lưu trữ các quan hệ không gian giữa các đối tượng địa lý có một số ưu điểm như dữ liệu sẽ được lưu trữ đầy đủ hơn khi sử dụng topology. Dữ liệu dư thừa được loại bỏ vì một cung có thể là một đối tượng tuyến hay một phần ranh giới của một đối tượng vùng hay cả hai. Vì vậy, ta có thể xử lý các dữ liệu nhanh chóng hơn và trên các tập dữ liệu lớn hơn. Khi tồn tại các quan hệ hình học, chúng ta còn có thể thực hiện các thao tác phân tích như tổ hợp các vùng kế cận có các đặc tính tương tự, chồng ghép các đối tượng địa lý.



<u>Điểm</u>	<u>Toa độ X</u>	<u>Toa độ Y</u>
I	1	6
II	6	6
III	6	4
IV	6	1
V	4	1
VI	1	1
VII	1	4
VIII	4	4

<i>Cung</i>	<i>Nút đi</i>	<i>Nút đến</i>	<i>Vùng trái</i>	<i>Vùng phải</i>
1	VII	III	Universe	A
2	VII	V	B	Universe
3	VII	VIII	A	B
4	VIII	III	A	C
5	VIII	V	C	B
6	III	IV	Universe	C

Vùng	Số cung	Danh sách cung
A	3	1,3,4
B	3	2,3,5
C	3	4,5,6

Hình 2.17. Dữ liệu không gian vector topology

Bên cạnh đó, mô hình dữ liệu topology còn có một số nhược điểm như việc tính toán để nhận biết tất cả các nút mất nhiều thời gian, dễ phát sinh lỗi liên quan đến việc khép kín các đa giác và tạo nút trong các mạng lưới phức tạp. Mỗi khi nhập dữ liệu mới vào, các nút mới phải được tính toán và cập nhật các bảng topology.

➤ **Mối quan hệ topology giữa các đối tượng**

Trong thực tiễn, tồn tại đa dạng các mối quan hệ topology giữa các đối tượng phân bố theo không gian. Các mối quan hệ topology sau đây thường gặp:

- **Điểm – Điểm (Point – Point) :**

- + « Is within » : Trong một khoảng cách nhất định
- + « Is nearest to » : Gần nhất đối với một điểm xác định nào đó

- **Điểm – Đường (Point – Line) :**

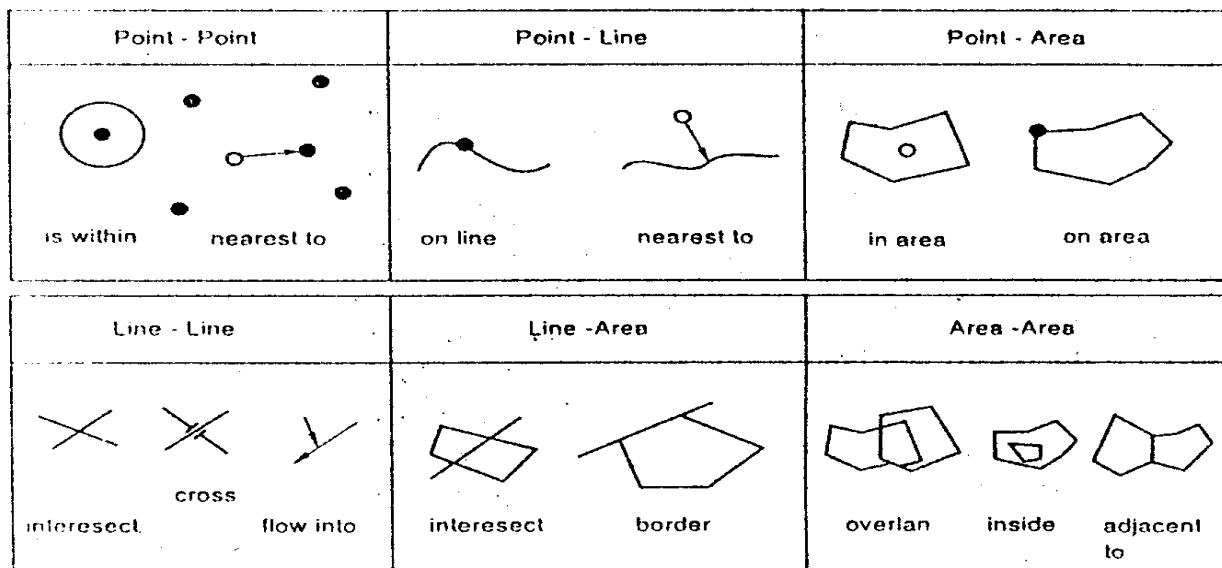
- + « On line » : Một điểm trên đường

+ « Is nearest to » : Gần nhất đối với một đường xác định nào đó

- Điểm – Vùng (Point – Area) :

+ « Is contained in » : Điểm trong vùng

+ « On border of area » : Điểm nằm trên biên của một vùng



Hình 2.18. Mối quan hệ topology giữa các đối tượng

- Đường – Đường (Line – Line) :

+ « Intersects » : Hai đường giao nhau

+ « Crosses » : Hai đường băng ngang nhau nhưng không cắt

+ « Flow into » : Nhập vào nhau

- Đường – Vùng (Line – Area) :

+ « Intersects » : Đường giao với vùng

+ « Borders » : Đường là phần ranh của vùng

- Vùng – Vùng (Area – Area) :

+ « Is within » : Một đảo nằm trong 1 vùng

+ « Overlaps » : Hai vùng chồng phủ lên nhau

+ « Is adjacent to » : Hai vùng có chung 1 phần đường ranh giới.

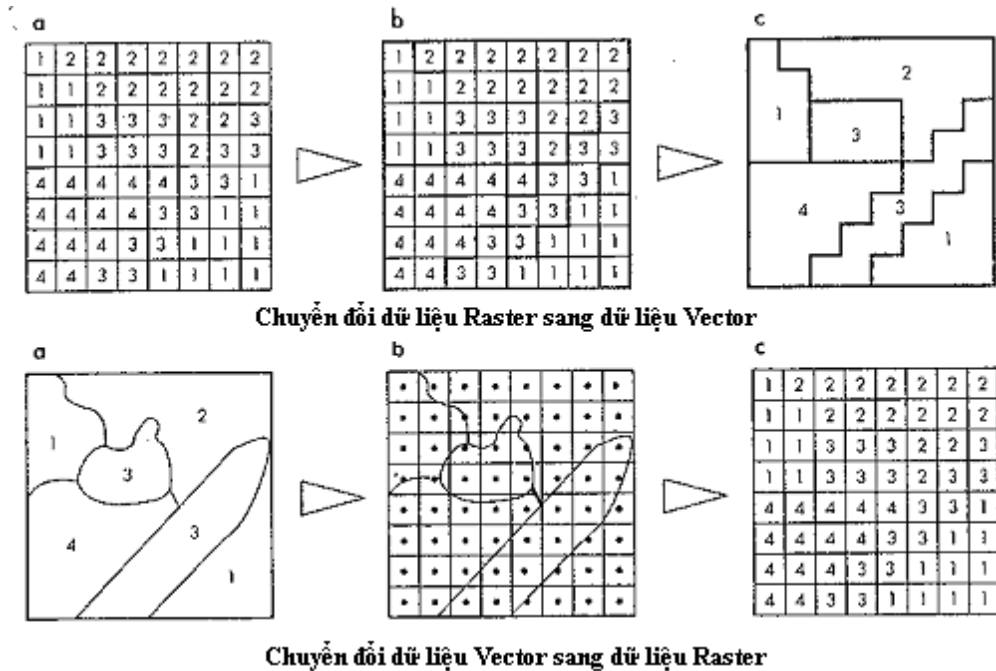
2.3.4. Chuyển đổi giữa các kiểu cấu trúc dữ liệu

Việc chọn của cấu trúc dữ liệu dưới dạng vector hoặc raster tùy thuộc vào yêu cầu của người sử dụng, đối với hệ thống vector thì dữ liệu được lưu trữ sẽ chiếm dung lượng bộ nhớ nhỏ hơn rất nhiều so với hệ thống raster, đồng thời các đường contour sẽ chính xác hơn hệ thống raster. Ngoài ra cũng tùy vào phần mềm máy tính đang sử dụng mà nó cho phép nên lưu trữ dữ liệu dưới dạng vector hay raster. Tuy nhiên đối với việc sử dụng ảnh vệ tinh trong GIS thì nhất thiết phải sử dụng dưới dạng raster.

Một số công cụ phân tích của GIS phụ thuộc chặt chẽ vào mô hình dữ liệu raster, do vậy nó đòi hỏi quá trình biến đổi mô hình dữ liệu vector sang dữ liệu raster, hay còn gọi là raster hoá. Biến đổi từ raster sang mô hình vector, hay còn gọi là vector hoá, đặc

biệt cần thiết khi tự động quét ảnh. Raster hoá là tiến trình chia đường hay vùng thành các ô vuông (pixel). Ngược lại, vector hóa là tập hợp các pixel để tạo thành đường hay vùng. Nếu dữ liệu raster không có cấu trúc tốt, thí dụ ảnh vệ tinh thì việc nhận dạng đối tượng sẽ rất phức tạp.

Nhiệm vụ biến đổi vector sang raster là tìm tập hợp các pixel trong không gian raster trùng khớp với vị trí của điểm, đường, đường cong hay đa giác trong biểu diễn vector. Tổng quát, tiến trình biến đổi là tiến trình xấp xỉ vì với vùng không gian cho trước thì mô hình raster sẽ chỉ có khả năng địa chỉ hoá các vị trí tọa độ nguyên. Trong mô hình vector, độ chính xác của điểm cuối vector được giới hạn bởi mật độ hệ thống tọa độ bản đồ còn vị trí khác của đoạn thẳng được xác định bởi hàm toán học.



Hình 2.19. Chuyển đổi dữ liệu Vector và Raster

❖ So sánh ưu nhược điểm của cấu trúc dữ liệu raster và vector:

	Dữ liệu vector	Dữ liệu raster
Ưu điểm	<ul style="list-style-type: none"> - Biểu diễn tốt các đối tượng địa lý - Dữ liệu nhỏ, gọn - Các quan hệ topo được xác định bằng mạng kết nối - Chính xác về hình học - Khả năng sửa chữa, bổ sung, thay đổi các dữ liệu hình học cũng như thuộc tính nhanh, tiện lợi 	<ul style="list-style-type: none"> - Cấu trúc rất đơn giản - Dễ dàng sử dụng các phép toán chồng xếp và các phép toán xử lý ảnh viễn thám - Dễ dàng thực hiện nhiều phép toán phân tích khác nhau - Bài toán mô phỏng là có thể thực hiện được do đơn vị không gian là giống nhau (cell) - Kỹ thuật rẻ tiền và có thể phát triển mạnh

Nhược điểm	<ul style="list-style-type: none"> - Cấu trúc dữ liệu phức tạp - Chồng xếp bản đồ phức tạp - Các bài toán mô phỏng thường khó giải vì mỗi đơn vị không gian có cấu trúc khác nhau - Các bài toán phân tích và các phép lọc là rất khó thực hiện. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dung lượng dữ liệu lớn - Độ chính xác có thể giảm nếu sử dụng không hợp lý kích thước cell - Bản đồ hiển thị không đẹp - Các bài toán mạng rất khó thực hiện - Khối lượng tính toán để biến đổi tọa độ là rất lớn
-----------------------	--	---

CHƯƠNG III: XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU TRONG HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ

3.1. Thu thập, lựa chọn cơ sở dữ liệu

Một cơ sở dữ liệu của HTTTĐL có thể chia ra làm hai loại số liệu cơ bản: Số liệu không gian và phi không gian. Mỗi một loại có những đặc điểm riêng và chúng khác nhau về yêu cầu lưu giữ số liệu, hiệu quả, xử lý và hiển thị. Vì vậy việc lựa chọn, thu thập cơ sở dữ liệu cho HTTTĐL bao gồm việc thu thập, lựa chọn hai loại số liệu này.

Số liệu không gian là những mô tả số của hình ảnh bản đồ, chúng bao gồm tọa độ, quy luật và các ký hiệu dùng để xác định một hình ảnh bản đồ có thể trên tờ bản đồ. Hệ thống thông tin địa lý dùng các số liệu không gian để tạo ra một bản đồ hay hình ảnh bản đồ trên màn hình hoặc trên giấy thông qua thiết bị ngoại vi. Các dữ liệu này là những thông tin mô tả về đặc tính hình học của các đối tượng địa lý như hình dạng, kích thước, vị trí... tồn tại trong thế giới thực của chúng. Vì tính đa dạng và phức tạp về đặc tính hình học của các đối tượng địa lý trên thực tế, cho nên người ta phải thực hiện trừu tượng hoá các đối tượng đó và quy chúng về các loại đối tượng hình học cơ bản để lưu trữ và thể hiện trên bản đồ cũng như trong cơ sở dữ liệu. Số liệu không gian được thu thập trực tiếp ngoài thực tế hoặc từ những tài liệu đó có sẵn.

Số liệu phi không gian là những diễn tả đặc tính, số lượng, mối quan hệ của các hình ảnh bản đồ với vị trí địa lý của chúng. Các số liệu phi không gian được gọi là dữ liệu thuộc tính, chúng liên quan đến vị trí địa lý hoặc các đối tượng không gian và liên kết chặt chẽ với chúng trong hệ thống thông tin địa lý thông qua một cơ chế thống nhất chung. Thông thường hệ thống thông tin địa lý có 4 loại số liệu thuộc tính:

- Đặc tính của đối tượng: Là những đặc điểm tính chất của đối tượng có thể thực hiện các phép phân tích và Liên kết chặt chẽ với các thông tin không gian .

- Số liệu hiện tượng, tham khảo địa lý: miêu tả những thông tin, các hoạt động thuộc vị trí xác định.

- Chỉ số địa lý: Tên, địa chỉ, khối, phương hướng định vị... liên quan đến các đối tượng địa lý.

- Quan hệ giữa các đối tượng trong không gian, có thể đơn giản hoặc phức tạp (sự liên kết, khoảng tương thích, mối quan hệ đồ hình giữa các đối tượng).

Để tạo thành một tờ bản đồ hoàn chỉnh bao giờ cũng phải có đầy đủ hai loại số liệu không gian và số liệu phi không gian, hai loại số liệu này có mối quan hệ chặt chẽ với nhau tạo nên sự thống nhất chung trong cơ sở dữ liệu.

3.2. Nhập dữ liệu

3.2.1. Khái niệm

Nhập dữ liệu là quá trình mã hoá dữ liệu và ghi chúng vào cơ sở dữ liệu. Để cơ sở dữ liệu số không lỗi là công việc quan trọng và phức tạp nhất quyết định lợi ích của hệ GIS. Chúng ta có 3 giai đoạn cơ bản để nhập dữ liệu cho GIS:

- Nhập dữ liệu không gian (dạng số).
- Nhập dữ liệu phi không gian, đặc tính liên quan.
- Liên kết giữa dữ liệu không gian và phi không gian.

Sau mỗi giai đoạn nên kiểm tra dữ liệu để đảm bảo kết quả cơ sở dữ liệu không có sai sót.

3.2.2. Nhập dữ liệu không gian

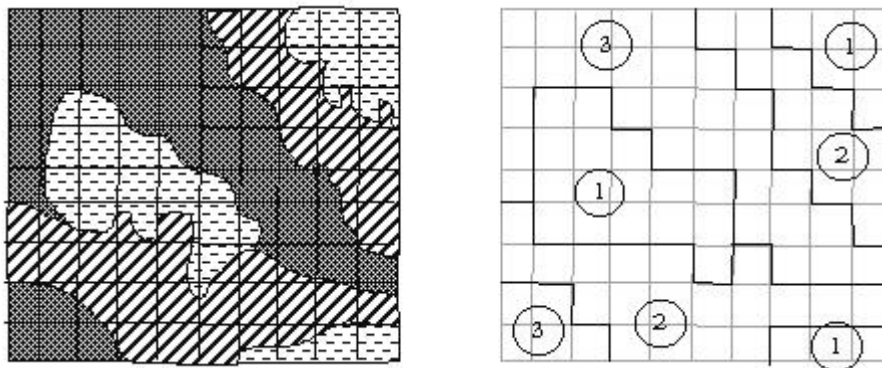
3.2.2.1. Nhập dữ liệu từ số liệu đo đạc ngoại nghiệp

Số liệu đo đạc ngoại nghiệp ở đây sẽ thu được là độ dài, phương vị các đoạn thẳng (giữa các điểm đo), toạ độ các điểm, diện tích vùng hay miền... Các số liệu này có thể được nhập trực tiếp vào hệ thông tin địa lý bằng tay từ bàn phím hoặc nhập dưới dạng file, tệp dữ liệu riêng sau đó gán vào hệ thông tin địa lý.

3.2.2.2. Nhập dữ liệu từ bản đồ giấy

➤ Nhập dữ liệu từ bản đồ giấy thành dữ liệu có cấu trúc Raster

Nhập dữ liệu raster bằng tay: Đối với hệ thống này, mọi điểm, đường, vùng đều được biến thành các cell. Phương pháp thông dụng nhất được diễn ra như sau: Đầu tiên chọn kích cỡ lưới ô, sau đó chồng lên bản đồ giá trị tại từng ô nhận được từ bản đồ sẽ được ghi lại vào máy tính. Hình 3.1 mô tả quá trình chuyển dữ liệu bản đồ giấy thành dữ liệu raster.



Hình 3.1. Raster hoá dữ liệu

Ngày nay khoa học kỹ thuật phát triển các thiết bị phần cứng trong GIS được tăng cường, một trong những thiết bị đó là máy quét scanner giúp cho việc nhập dữ liệu từ những tờ bản đồ có sẵn. Việc nhập dữ liệu thông qua máy quét scanner sẽ thu được dữ

liệu có cấu trúc raster. Bằng phép chuyển đổi thông dụng chúng ta sẽ chuyển dữ liệu raster về dạng vector.

Ngoài dữ liệu không gian được nhập trên bản đồ hay số liệu điều tra thực địa cũng có dữ liệu không gian đã ở dạng raster đó là các ảnh vệ tinh, ảnh máy bay được thu nhận nhờ các bộ cảm. Tuy nhiên hầu hết các dữ liệu được quét từ bộ cảm có định dạng không phù hợp với dạng được nhập vào hệ thông tin địa lý cho nên chúng cần được xử lý sơ bộ. Hiện nay có rất nhiều chương trình dùng cho phân tích dữ liệu viễn thám có kết hợp với GIS để xử lý dữ liệu ở dạng này.

➤ ***Nhập dữ liệu từ bản đồ giấy thành dữ liệu có cấu trúc Vector***

Nguồn dữ liệu được xem như các điểm, các đường, hoặc các miền. Toạ độ của dữ liệu tìm được nhờ chiếu lên lưới có tên trên bản đồ. Chúng đơn giản là một tệp hoặc một chương trình được nhập vào.

Nhập dữ liệu vector bằng bàn số hoá Digitizer: Các điểm, đường và đường bao của miền chỉ đơn giản là nhập vào các cặp toạ độ. Mục đích của bàn số hoá là lập nhanh và chính xác toạ độ của các điểm, đường hoặc biên giới miền.

3.2.3. Nhập dữ liệu thuộc tính

Dữ liệu thuộc tính (cũng gọi là dữ liệu phi không gian) là những tính chất, đặc điểm riêng mà thực thể không gian cần đến để thể hiện trong GIS. Ví dụ một con đường cần được số hoá như một tập các pixel nối với nhau trong cấu trúc dữ liệu raster hoặc là một thực thể dạng đường trong cấu trúc vector. Đường trong GIS cũng được thể hiện với một màu nào đó hoặc ký hiệu hoặc một vài con số đi kèm theo. Các con số đi kèm này có thể là kiểu của đường, dạng bề mặt đường, phương pháp xây dựng, ngày xây dựng... Đó là những dữ liệu phi không gian. Tất cả các số liệu này đều được gán chung cho một thực thể, do đó sẽ rất hiệu quả nếu chúng ta ghi và quản lý chúng riêng. Các dữ liệu này có chung một mã khoá với thực thể mà nó gắn với. Khi cần, lần theo mã khoá đó, người ta sẽ nhanh chóng khôi phục toàn bộ số liệu về thực thể.

Dữ liệu thuộc tính thông thường được các *Hệ quản trị CSDL (HQTCSDL)* quản lý. Hiện nay đa phần các GIS chuyên nghiệp đều dựa vào một HQTCSDL quan hệ để quản lý số liệu thuộc tính phi không gian của mình.

Các hệ GIS nhỏ hơn thì quản lý số liệu dưới dạng ASCII hay sử dụng các khuôn dạng EXCEL, DBASE thành các bảng riêng biệt. Các hệ thống này sẽ gặp rắc rối nếu dữ liệu thuộc tính có quan hệ với nhau hoặc sẽ gặp khó khăn trong các vấn đề về bảo mật số liệu.

Đối với các HQTCSDL quan hệ, người xây dựng sẽ nhập số liệu tuân thủ các qui tắc của một HQTCSDL quan hệ. Quá trình nhập số liệu diễn ra như sau:

- Thiết lập CSDL mới nếu chưa có CSDL. Nếu đã có CSDL, khởi động để mở CSDL

- Mở các bảng tương ứng để nhập số liệu
- Kiểm tra và cập nhật các mã khoá
- Cập nhật kết nối (nếu phát sinh).

3.3. Các sai số trong quá trình xây dựng cơ sở dữ liệu

Khi xét đến loại sai số này, ở đây không tính đến sai số số liệu gốc. Ví dụ như sai số đo ngoại nghiệp, sai số của bản đồ gốc..v.v... mà chỉ đề cập đến những sai số do chính những thao tác kỹ thuật của công nghệ này gây ra như định vị bản đồ bị sai, sử dụng hệ toạ độ sai, số hoá bị sai, bị thừa bị bỏ sót v.v....

Sai số trong hệ GIS chủ yếu xuất hiện trong quá trình mã hoá và nhập dữ liệu không gian, phi không gian. Các sai số này có thể được chia nhóm như sau:

- Không hoàn thành dữ liệu không gian do đã bỏ sót các điểm, đường hoặc vùng khi nhập dữ liệu thủ công. Khi quét bỏ sót dữ liệu thường ở dạng gián đoạn giữa xử lý chuyển đổi raster và vector bị lỗi kết hợp các phần của đường. Tương tự chuyển đổi raster – vector của dữ liệu được quét làm hỏng. Số hoá thủ công, các đường được số hoá có thể không chỉ một lần.

- Dữ liệu không gian sai vị trí: có thể sắp xếp theo thứ tự từ sai số vị trí nhỏ sang sai số vị trí lớn. Dạng này thường là kết quả của số hoá không cẩn thận, có thể do kết quả của bản gốc hoặc do thay đổi tỷ lệ trong suốt quá trình số hoá, có thể là do hỏng phần cứng hay phần mềm.

- Các dữ liệu bị sai tỷ lệ: Nếu tất cả dữ liệu bị sai tỷ lệ, thì chủ yếu do việc số hoá sai tỷ lệ. Trong hệ thống vector tỷ lệ rất dễ bị thay đổi.

- Dữ liệu không gian có thể bị méo vì bản đồ cơ bản dùng số hoá không đúng tỷ lệ. Hầu hết các ảnh chụp hàng không không đúng tỷ lệ trên toàn bộ ảnh do góc nghiêng của máy bay, do địa hình khác nhau và do khoảng cách từ ống kính đến đối tượng khác nhau ở phần khác nhau ở một vùng. Sự chuyển đổi từ một thống toạ độ này sang hệ thống toạ độ khác cũng làm cho các toạ độ biểu thị sai.

- Liên kết sai giữa dữ liệu không gian và phi không gian: thường do mã nhận dạng sai được nhập vào trong khi mã hoá không gian.

Tóm lại: để giảm thiểu các sai số do các nguyên nhân phân tích ở trên thì từng công đoạn cần phải kiểm tra kỹ lưỡng từ khâu kiểm tra chất lượng tài liệu phục vụ số hoá đến định vị bản đồ và tất cả các khâu thực hiện trong suốt quá trình xử lý. Khi kiểm tra cần

tuan theo nguyên tắc kiểm tra chéo và áp dụng những kỹ thuật đặc biệt để phát hiện sai số.

3.4. Kiểm tra, xử lý và lưu trữ dữ liệu

Người quản lý phải hiểu được những vấn đề thường xảy ra nhất đối với các cơ sở dữ liệu. Những nhà chuyên giao hệ thống thông tin địa lý phải nhận thức được sự đảm bảo an toàn cho cơ sở dữ liệu về lâu dài như là một phần cải tiến hệ thống.

Các số liệu sau khi đó được số hoá phải được kiểm tra độ chính xác của nó. Dữ liệu không gian có thể kiểm tra bằng cách so sánh bản số hoá với bản vẽ trên giấy bóng can, cần kiểm tra sai sót các bộ và tính phù hợp khi liên kết dữ liệu. Dữ liệu phi không gian có thể kiểm tra bằng cách in ra và so sánh các nội dung bằng mắt thường. Có thể dựng chương trình kiểm tra độ chính xác các liên kết. Chương trình này được thiết kế theo kiểu khi gặp sai số thì sẽ đánh dấu lại. Bằng cách như vậy ta sẽ loại bỏ những sai số thông thường.

Khi dữ liệu nhập vào bị sai bị thiếu hoặc có nhiều thông tin địa lý thay đổi theo thời gian thì phải tiến hành bổ sung, sửa chữa, thay đổi lại cơ sở dữ liệu. Những giá trị thuộc tính hay không gian trên bản đồ được bổ sung sửa chữa bằng cách thay đổi, thêm bớt những đối tượng đó số hoá. Những bổ sung trong cơ sở dữ liệu vector có thể thực hiện bằng cách sử dụng khoá trong dữ liệu mới, chỉ ra vị trí trong bảng số, hoặc dựng lệnh để thực hiện việc quay, thêm, xoá, dịch chuyển...ghép tách các phần theo yêu cầu.

Việc xây dựng một cơ sở dữ liệu số khá tốn kém, đồng thời nó có thể sử dụng lâu dài vì vậy phải lưu trữ dữ liệu, thực chất là việc chuyển đổi thông tin số hoá trong máy ra các môi trường nhỏ cố định để được bảo vệ tốt hơn. Trong hầu hết các trường hợp, dữ liệu được lưu trữ trong các môi trường từ như băng từ, đĩa từ... thông thường kết quả số hoá được ghi lưu ít nhất ở cơ số 2

3.5. Kết nối dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính

Việc kết nối giữa các đối tượng trên bản đồ và các bản ghi chứa các thông tin mô tả tương ứng trên cơ sở dữ liệu được thực hiện đơn giản trên cơ sở mối quan hệ 1-1.

Điều kiện để thực hiện được thao tác kết nối dữ liệu không gian và dữ liệu phi không gian là các dữ liệu không gian phải được nhập vào hệ thống và phải được tiền xử lý. Điều này có nghĩa là các đặc tính địa lý (điểm, đường, vùng) phải được đặt đúng vị trí thực và được bổ sung với đầy đủ các thông tin cần thiết với các mẫu tin tương ứng trong bảng thuộc tính. Việc kết nối giữa các đối tượng trên bản đồ và các bản ghi chứa các thông tin mô tả tương ứng trên cơ sở dữ liệu được thực hiện đơn giản trên cơ sở mối quan hệ 1-1 giữa các đối tượng địa lý trên bản đồ và các mẫu tin tương ứng mô tả thuộc tính của nó. Số duy nhất để tạo mối liên kết là mã (code) của đối tượng, gọi là chỉ số liên kết thuộc tính.

Thông thường người ta sử dụng một chương trình phần mềm để thực hiện công việc kết nối này. Đối với các thực thể không gian, người dùng sẽ phải nhập các mã khóa một cách trực tiếp cho từng thực thể. Đối với dữ liệu thuộc tính thì người dùng nhập mã khóa vào CSDL quan hệ thông qua HQTCSDL. Người dùng sẽ dùng chương trình phần mềm kết nối để khai báo cho GIS.

CHƯƠNG IV: CÁC CHỨC NĂNG CỦA HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ

4.1. Chức năng quản lý cơ sở dữ liệu

Các khả năng xử lý dữ liệu (data manipulation) không chỉ bao gồm các chức năng thông thường của một hệ thống quản lý dữ liệu (DBMS) nhằm quản lý và tìm kiếm dữ liệu có trong cơ sở dữ liệu (cho cả dữ liệu thuộc tính và dữ liệu không gian), mà còn cả khả năng cập nhật và chuyển đổi dữ liệu từ những dạng chuẩn khác nhau hay từ những nguồn khác nhau, khả năng chỉnh lý dữ liệu và xóa bỏ dữ liệu không còn có tác dụng. Bình thường thì dữ liệu thu thập được là từ các nguồn khác nhau và chúng không bao giờ tương thích ngay lập tức về dạng lưu trữ để có thể nhập ngay vào hệ thống GIS.

Một hệ thống GIS cần phải cho phép người quản trị thực hiện được các hoạt động: (1) nhập dữ liệu từ các nguồn bên ngoài GIS, (2) dễ dàng cập nhật và sửa đổi dữ liệu, và (3) truy cập để trả lời các câu hỏi tìm kiếm (query) dữ liệu. Phần mềm chuyên dụng về hệ thống quản lý CSDL (DBMS) thường là một thành phần quan trọng của bất cứ hệ thống GIS nào và sẽ cung cấp các công cụ để thực hiện các công việc đã đề cập ở trên. Người sử dụng cũng có thể dùng phần mềm về quản lý CSDL bên ngoài hệ thống GIS. Sau đây là cụ thể các động tác với CSDL khi sử dụng phần mềm quản lý CSDL thông dụng.

4.1.1. Nhập và mở rộng cơ sở dữ liệu

Dữ liệu nhập vào hệ thống GIS, nhất là dữ liệu thuộc tính, thường ở dạng tệp tin tiêu chuẩn ASCII (American Standard Code for Information Interchange). ASCII là tiêu chuẩn dạng dữ liệu mà hầu hết các hệ thống máy tính đều có thể đọc được. Một hệ GIS có thể có khả năng nhập được các tệp tin dạng khác.

Phương pháp nhập dữ liệu khác là mở rộng CSDL bằng cách sử dụng bàn phím. Bất kỳ CSDL nào cũng có thể tạo ra một lượng dữ liệu có hạn bằng phương pháp này (khoảng vài trang giấy số liệu).

Hệ quản lý CSDL cũng cho phép kiểm tra sai số tự động khi dữ liệu mới được nhập vào hay dữ liệu cũ được chỉnh sửa. Tuy nhiên không phải tất cả mọi sai số đều có thể được phát hiện tự động nên người sử dụng rất cần thiết phải theo dõi sát quá trình nhập và chỉnh sửa dữ liệu.

Hệ thống GIS cũng phải có công cụ để xuất dữ liệu sang các dạng khác nhau. Trong quá trình đó dữ liệu được ghi lại dưới dạng lưu trữ chung nhất (ví dụ ASCII) vào tệp tin để sau đó có thể được nhập vào các hệ máy tính hay hệ phần mềm khác.

4.1.2. Cập nhật dữ liệu thuộc tính

Công đoạn phổ biến nữa là cập nhật và chỉnh sửa dữ liệu thuộc tính khi cần thiết. Bởi vì không ai có thể hình dung được trong tương lai sẽ cần dữ liệu gì nên hệ thống GIS phải được trang bị công cụ thân thiện nhằm chỉnh sửa và cập nhật dữ liệu. Dữ liệu thuộc tính

là loại dữ liệu rất hay thay đổi giá trị nên tính thời sự của cơ sở dữ liệu phụ thuộc rất nhiều vào khả năng cập nhật và chỉnh sửa của nó.

4.1.3. Tìm kiếm trên cơ sở dữ liệu

Sử dụng cơ sở dữ liệu để trả lời những câu hỏi liên quan đến dữ liệu thường được thực hiện thông qua quá trình phân tích cơ sở dữ liệu. Quá trình tìm kiếm này cho ra kết quả ở dạng bảng số. Những kết quả bảng này có thể là một phần của các báo cáo tóm tắt hoặc chúng được nhập vào các phần mềm khác (như Microsoft Excel) để tiếp tục được xử lý.

Để thực hiện việc tìm kiếm (query), ta cần thành lập các biểu thức lôgic biểu thị các điều kiện. Những điều kiện này biểu thị những vật thể địa lý nào cần phân tích và chúng sẽ được phân tích ra sao. Kết quả sẽ là một phần của cơ sở dữ liệu. Một số biểu thức logic có thể rất đơn giản với chỉ một điều kiện nhưng nhiều biểu thức rất phức tạp, thường thì bao gồm rất nhiều điều kiện.

Ví dụ ta có một CSDL gồm vị trí, kích thước và các đặc điểm khác (như tên chủ nhân) của các hồ nước trong một quốc gia và người sử dụng đặt câu hỏi đơn giản “Trong tỉnh X có những hồ nước nào?”. Để trả lời câu hỏi đó, hệ thống quản lý CSDL sẽ tạo nên một bộ dữ liệu con và biểu thị nó dưới dạng bảng (hàng và cột). Bộ dữ liệu con này chỉ cần thỏa mãn một điều kiện duy nhất: các hồ ở trong địa giới tỉnh X. Phức tạp hơn, nếu câu hỏi của người sử dụng là “Có những hồ nước nào trong tỉnh X thuộc sở hữu cá nhân và có diện tích mặt hồ lớn hơn 50 ha?” thì đây là tìm kiếm với nhiều điều kiện. Bộ dữ liệu kết quả gồm các hồ phải thỏa mãn các điều kiện về địa giới, về chủ nhân và về diện tích mặt hồ.

Có những câu hỏi bắt buộc hệ thống CSDL phải sử dụng cả thuật toán logic và phân tích toán học để giải quyết như tính toán mật độ dân số, tính toán tổng kết thống kê, và chuyển đổi hệ thống đo lường.

4.2. Chức năng phân tích dữ liệu không gian

Các phần mềm hệ thống CSDL và phần mềm GIS đều được trang bị công cụ để tiến hành phân tích CSDL nhưng phần mềm GIS khác biệt ở khả năng phân tích bản đồ (dữ liệu không gian). Ta sẽ dễ hình dung hơn khi tưởng tượng phân tích dữ liệu không gian như việc sắp đặt các lớp bản đồ GIS. Các lớp này tương tự như những bản đồ giấy có nền trong suốt mà ta có thể chồng xếp lên nhau. Thường thì một lớp bản đồ GIS chỉ chứa một loại dữ liệu (gọi là theme). Khi chưa có máy tính thì người ta phải thực hiện việc phân tích thủ công với các bản đồ có nền trong suốt.

Nếu giải quyết một vấn đề dữ liệu có tính không gian, người sử dụng phải xác định hiện tượng cần nghiên cứu và trình tự tiến hành phân tích dữ liệu. Hệ thống GIS cung cấp một tập hợp các công cụ "tools" hay còn gọi là các chương trình máy tính cho phép người sử dụng thực hiện một loạt các động tác xử lý đối với bản đồ số và các dữ liệu thuộc tính.

Các động tác phân tích này bao gồm các tìm kiếm không gian, các xử lý dữ liệu và phân tích không gian như sẽ được trình bày tiếp theo.

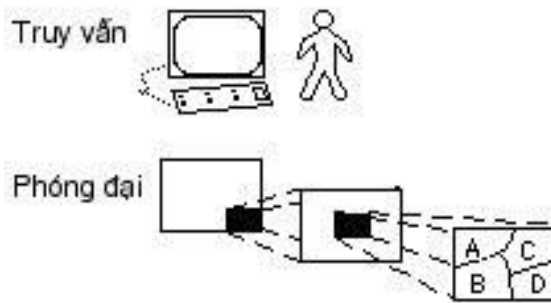
Các chức năng phân tích và xử lý dữ liệu thuộc tính trong GIS sử dụng các biểu thức logic cũng tương tự như các công cụ đối với cơ sở dữ liệu thông thường như đã diễn tả ở phần đầu chương. Khi phân tích dữ liệu không gian (bản đồ), trừ chức năng chồng ghép thì các hoạt động khác có thể được thực hiện trên một lớp dữ liệu duy nhất hay trên hai hay nhiều lớp dữ liệu.

Các công cụ phân tích dữ liệu không gian trong GIS có thể được phân thành một số cơ bản như sau: (1) truy xét, phân loại và đo đạc, (2) chồng bản đồ theo logic và trực quan, (3) phép tính toán đại số.

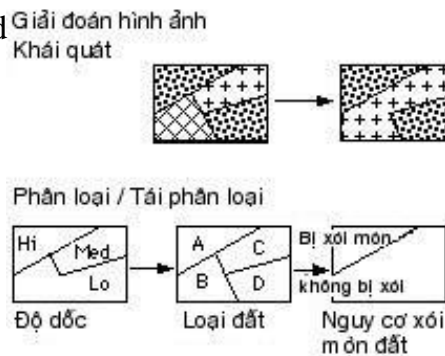
4.2.1. Truy vấn dữ liệu, phân loại và phép đo dữ liệu không gian

Truy vấn dữ liệu, phân loại và đo đạc là ba chức năng riêng biệt nhưng rất hay được sử dụng kết hợp với nhau. Ví dụ một người sử dụng GIS quan tâm đến vấn đề thu nhập dân cư mong có được bản đồ riêng của từng khu vực trong đó chia rõ các vùng nhỏ với tổng thu nhập các hộ gia đình tương đương nhau hay ở trong một giới hạn cho trước.

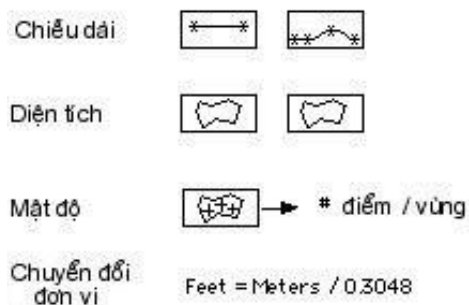
a) Truy vấn không gian
(Spatial Retrieval)



b) Phân loại (Deliniation and Classification)



c) Đo đạc (Measurement)



Ở phần các chức năng của CSDL ta thấy ví dụ tìm các hồ nước theo tiêu chuẩn chủ sở hữu và diện tích mặt hồ và kết quả được biểu thị theo dạng bảng số. Trong hệ GIS, dữ liệu còn có thể truy cập theo tiêu chuẩn vị trí của chúng và theo các quan hệ không gian với các vật thể địa lý khác. Quá trình này được gọi là truy vấn không gian. Ví dụ, các hồ nước có diện tích từ 0 đến 1 ha có thể được tô một màu, từ 1 đến 5 ha tô màu khác, v.v., và kết quả ta có một bản đồ màu biểu thị các hồ nước ứng với độ lớn diện tích khác nhau. Phương cách biểu thị theo không gian như vậy rõ ràng có hiệu quả hơn nhiều so với cách biểu thị bằng bảng biểu nếu chỉ sử dụng CSDL.

Khi bản đồ được biểu thị trên màn hình máy tính thì ta có thể phóng đại một vùng nào đó để xem xét chi tiết. Động tác này có thể được thực hiện với con chuột hay với việc đặt điều kiện chỉ rõ tọa độ giới hạn vùng xem xét. Kết quả các vật thể (điểm, đường và đa giác) nằm trong vùng xem xét có thể được đặt vào một lớp bản đồ mới để tăng tốc độ xử lý phân tích tiếp theo.

Phân loại không gian đòi hỏi phải có nhiều lớp dữ liệu và những dữ liệu thuộc tính không gian này sẽ được kết hợp, chồng ghép theo một trình tự đến khi đạt được kết quả mong muốn. Ví dụ, việc xác định các vùng dân cư với mức sống nghèo khổ khác nhau có thể được xác định trên cơ sở dữ liệu về tỷ lệ thất nghiệp, mức trợ cấp của chính phủ, và dữ liệu thống kê về thu nhập. Việc kết hợp những dữ liệu này sẽ cho biết xu thế phân bố tổng hợp và có thể vạch ra những đường đồng đẳng về vấn đề mà ta quan tâm. Những dạng phân bố kết quả có thể được tiếp tục phân tích nếu thấy cần thiết (ví dụ, xác định những vùng ưu tiên thiết lập văn phòng cho các dịch vụ xã hội).

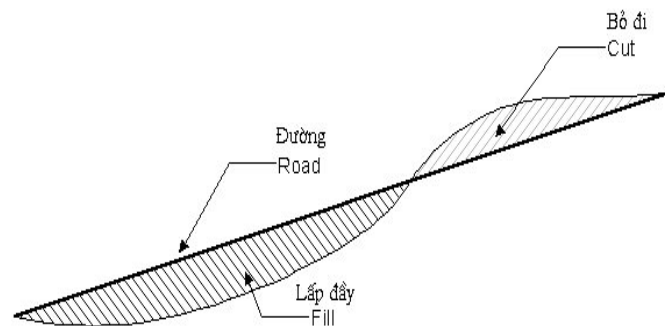
Công việc xác định chiều dài của đường giao thông, sông ngòi, diện tích của khu dân cư, mật độ dân số, v.v có thể thực hiện được với chức năng đo đạc của hệ thống GIS. Một hệ thống GIS cho phép thực hiện việc đo đạc đơn giản và phức hợp. Khả năng đo đạc tự động giúp cho hiệu quả các công việc loại này tăng lên rất nhiều.

Với chức năng đo đạc, hệ thống GIS có cung cấp khả năng chuyển đổi đơn vị đo, ví dụ chiều dài có thể chuyển đổi từ đơn vị Anh sang hệ mét và ngược lại. Chiều cao và chiều dài sườn dốc thường là kết quả khi phân tích các quan hệ ba chiều trong mô hình độ cao. Khoảng cách mia, góc đo so với phương bắc và các số đo trắc địa có thể được biến đổi thành vị trí, khoảng cách và góc đo địa hình để thành lập bản đồ địa hình.

Người sử dụng GIS nhiều khi muốn biết số lần xảy ra của một hiện tượng. Ví dụ trong việc nghiên cứu ô nhiễm nước ngầm họ muốn xác định vị trí của các giếng khoan có thể bị ô nhiễm và có thể muốn tìm các khu vực có khả năng bị ô nhiễm. Trong trường hợp này ta phải có cả bản đồ chứa đựng dữ liệu về mức độ mẫu nước bị ô nhiễm trong các giếng (theo không gian) và số lần lấy các mẫu nước đó (tần suất theo thời gian).

Trong các nghiên cứu khác, người ta mong muốn tìm ra sự phân loại một thông số theo không gian dựa trên dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính. Khi đó dữ liệu trong vùng nghiên cứu phải được xếp loại, kết hợp với một thang phân loại để xác định các đường đồng đẳng chia diện tích thành các vùng có giá trị thông số đồng nhất. Việc phân tích quan điểm chính trị của cộng đồng là một ví dụ loại này, trong đó dữ liệu không gian (vị trí điểm dân cư và dân số) có thể kết hợp với dữ liệu phi không gian (quan điểm chính trị) để lập bản đồ quan điểm chính trị và tính toán diện tích tương ứng.

Chức năng đo đạc khác nữa liên quan đến việc xác định kích thước theo không gian ba chiều. Thao tác 'đào và đắp' được biết tới trong ngành xây dựng thuộc loại thao tác này. Ví dụ việc tính toán tổng khối lượng đất đắp đi (đào) hoặc lấp đầy vào chỗ trống (đắp) để xây dựng đường giao thông (Hình 4.1).

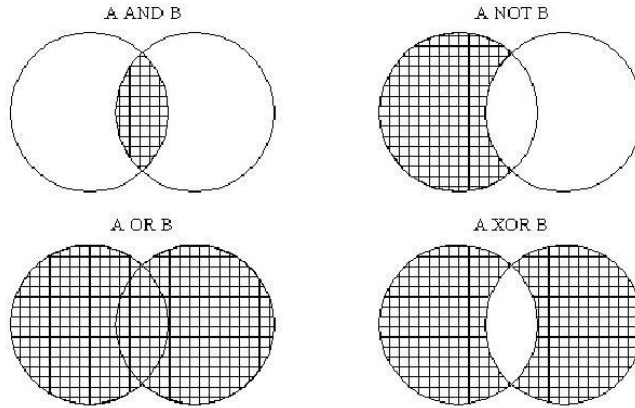


Hình 4.1. Thao tác đào và đắp

Trong ba chức năng truy vấn, phân loại và đo đạc của hệ thống GIS thì chức năng truy vấn hay còn gọi là “hỏi đáp tìm kiếm” rất hay được sử dụng thường xuyên. Ta nên chú ý là sự hỏi đáp trên dữ liệu chuyên đề có thể được thực hiện trên một hoặc nhiều tính chất của các đối tượng.

Quá trình đặt câu hỏi là quá trình lựa chọn thông tin từ tập hợp dữ liệu dựa trên những điều kiện được định rõ. Trường hợp lựa chọn một tính chất (điều kiện đơn) phép tính đại số được sử dụng để cấu thành sự lựa chọn bao gồm tập hợp phép tính đại số bằng, lớn hơn, nhỏ hơn và tổ hợp của 3 phép đó ($=$, $>$, $<$, $<>$, \geq , \leq). Ví dụ lựa chọn tất cả những thửa đất chuyên dùng có diện tích lớn hơn hoặc bằng 1000 m² để có thể sử dụng vào việc xây dựng một trạm y tế.

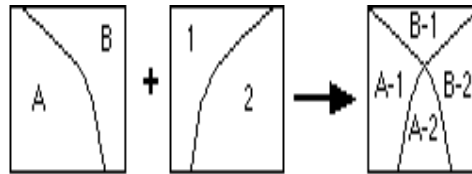
Khi nhiều điều kiện đơn được tổ hợp lại để tạo thành những điều kiện phức tạp (lựa chọn nhiều hơn 1 tính chất của đối tượng) thì người ta cần sử dụng toán tử Boolean (AND, OR, XOR, NOT) để thiết lập sự lựa chọn phức tạp. Kiểu đặt vấn đề này có thể được minh họa trên sơ đồ Venn (xem hình 4.2). Những vùng đánh bóng diễn biến kết quả lựa chọn (Bernhardsen 1999).



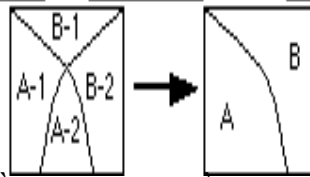
Hình 4.2. Sơ đồ Venn

4.2.2. Chức năng chồng ghép và phép logic

a) Chồng bản đồ
(Overlay)



b) Ghép bản đồ
(Dissolve)



Hình 4.3. Chồng ghép bản đồ

Chức năng chồng các lớp bản đồ cho phép người sử dụng đặt các lớp dữ liệu lên nhau trên cơ sở các quan hệ không gian. Ghép bản đồ tạo ra các loại dữ liệu tổng quát hơn trong bản đồ.

Phép chồng ghép và khả năng đánh giá các quan hệ không gian có thể là chức năng được biết đến nhiều nhất của các hệ thống GIS. Quan hệ giữa các lớp dữ liệu có thể được truy vấn thông qua các biểu thức toán học (lô gic) hoặc/và bằng trực quan họa hình.

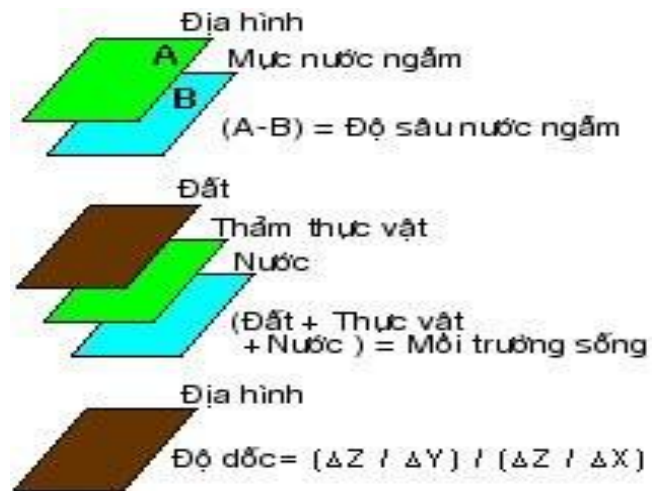
Phép chồng ghép bản đồ sử dụng các biểu thức logic hoặc các hàm không gian và tích trữ kết quả trong CSDL GIS như là các lớp dữ liệu mới (Hình 4.3a). Do các lớp đã được biến đổi đồng nhất về tọa độ và hệ tham chiếu nên chúng có thể được chồng khớp lên nhau về mặt kích thước không gian. Ví dụ các đường sông ngòi (lines) và vị trí đã quan sát thấy động vật quý hiếm như hươu nai (points) có thể được tích hợp với dữ liệu về diện tích rừng (polygons) để tạo nên một CSDL mới diễn tả quan hệ giữa ba yếu tố đó thành bản đồ khu vực sống của động vật.

Chức năng ghép bản đồ cho phép người sử dụng biến một lớp dữ liệu phức tạp thành một lớp dữ liệu mới trong đó các đường phân cách hai vùng có cùng một giá trị thông số bị loại trừ (dissolve) như diễn tả trong hình 4.3b). Kết quả là một lớp có giá trị dữ liệu tổng quát hơn. Chức năng này thực chất là chức năng ngược của phép chồng xếp bản đồ. Ví dụ việc ghép dữ liệu không gian của một bản đồ sở hữu về các loại chủ nhân của các vùng đất bao gồm chủ nhân là chính quyền địa phương, chính quyền trung ương, các xí nghiệp công nghiệp tư nhân, các vùng đất sở hữu tư nhân, sẽ dẫn đến việc thành lập quan hệ không gian giữa sở hữu công cộng và sở hữu tư nhân.

Phép logic là việc sử dụng các lệnh logic để tạo ra các lớp dữ liệu mới và chọn ra các đặc tính địa lý mới từ bảng thuộc tính. Sự lựa chọn lô gic dựa trên các biểu thức luận lý hoặc các giá trị thuộc tính. Các giá trị thuộc tính được lựa chọn sẽ được chọn, sát nhập hoặc loại bỏ để tạo ra lớp dữ liệu mới

4.2.3. Phép tính đại số

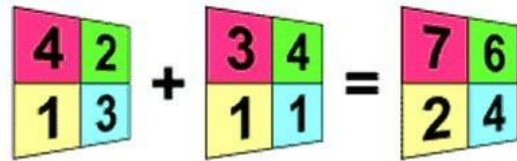
Phép tính đại số
(Map Algebra Utilities)



Hình 4.4. Phép tính đại số trên bản đồ.

Chức năng sử dụng phép tính đại số cho phép GIS xác định quan hệ toán học giữa các lớp dữ liệu. Toàn bộ các bản đồ có thể được gộp với nhau (phép cộng), cắt lẫn nhau (phép trừ), nhân và chia các dữ liệu thuộc tính theo những điều kiện hay quy tắc do người sử dụng đặt ra. Ví dụ một lớp dữ liệu mới từ dữ liệu về độ cao địa hình và dữ liệu về mực nước ngầm để thành lập lớp dữ liệu về các khoảng cách từ mặt đất đến mực nước ngầm (Hình 4.4).

Map algebra (Đại số bản đồ) có thể được sử dụng để phân tích không gian các dữ liệu dạng raster. Các biểu thức của algebra cũng tương tự như các hoạt động chồng xếp nhưng các thành phần phép tính đại số được sử dụng trong việc kết hợp hoặc so sánh các lớp dữ liệu (Hình 4.5).



Hình 4.5. Chồng xếp đại số hai lớp dữ liệu không gian

Map algebra cho biết cách so sánh các lớp dữ liệu thông qua chức năng thuật toán. Trong sơ đồ này giá trị của các cell trùng khớp trong hai lớp dữ liệu được tính bằng tổng của chúng trong lớp dữ liệu kết quả biểu thức xây dựng là: [grid1] + [grid2]

Trong ESRI ArcView, Mapinfo biểu thức đại số bản đồ (Map algebra expressions) được xây dựng trong chức năng Map Calculator để phân tích một hay nhiều lớp dữ liệu. Kết quả là tạo ra một lớp dữ liệu mới sau khi áp dụng biểu thức đại số (được thành lập từ sử dụng bàn phím hoặc nhấn chuột vào lớp dữ liệu toán tử) và các yêu cầu.

CHƯƠNG V: MÔ HÌNH SỐ ĐỘ CAO - DEM

5.1. Giới thiệu chung

Khác với các đơn vị sử dụng đất, phân loại đất và địa chất, độ cao địa hình có xu hướng biến đổi liên tục nên không thể biểu diễn chúng bằng bản đồ chuyên dụng thông thường. Tất nhiên trong địa hình tồn tại những vùng thay đổi độ cao đột ngột như vực sâu, khe núi nhưng phần lớn chỉ là sự thay đổi cục bộ.

Thông thường thì sự thay đổi độ cao địa hình được thể hiện bằng một loạt đường đồng mức mà các điểm trên một đường đồng mức có cùng một giá trị độ cao. Các đường này là các đường cong khép kín mà trong GIS người ta gọi là các polygons. Bằng phương pháp này thì yếu tố địa hình cũng được thể hiện và lưu trữ trong GIS như trong các bản đồ chuyên dùng khác. Tuy vậy phương pháp biểu thị đó chưa phải là tối ưu khi sử dụng phương pháp số để phân tích và để mô hình hóa. Người ta cần một phương pháp tốt hơn để hiển thị và phân tích loại dữ liệu thay đổi liên tục (tương tự như số đo độ cao địa hình) và phương pháp đó là mô hình số độ cao.

Bất kỳ sự biểu thị bằng số sự thay đổi liên tục của độ cao trong không gian đều được gọi là mô hình số độ cao (Digital Elevation Model, DEM). Nó có thể là độ cao tuyệt đối của các điểm trên bề mặt quả đất, độ cao của các tầng đất, hoặc của mực nước ngầm. DEM còn nhiều tên gọi khác trong tiếng Anh như là Digital Terrain Model (DTM), Digital Terrain Data (TDD) và Digital Terrain Elevation Data (DTED). Ngoài ứng dụng để biểu thị địa hình, DEM còn có thể được ứng dụng để thể hiện sự thay đổi liên tục trong khoảng không hai chiều của bất kỳ thông số môi trường khác nào.

Sự cần thiết của DEM, mô hình số độ cao có vô vàn ứng dụng trong thực tiễn, đặc biệt phổ biến là những ứng dụng sau:

1. Lưu trữ dữ liệu bản đồ số địa hình trong các cơ sở dữ liệu (CSDL) quốc gia.
2. Giải quyết tính toán đào lấp đất trong thiết kế đường và các dự án kỹ thuật công chánh khác.
3. Biểu thị ba chiều trực quan điều kiện địa hình có mục đích quân sự (thiết kế hệ thống đạn đạo, huấn luyện phi công) và cho mục đích thiết kế và quy hoạch cảnh quan (kiến trúc cảnh quan)
4. Phân tích tầm quan sát xuyên địa hình (tương tự dùng cho mục đích quân sự và thiết kế cảnh quan)
5. Thiết kế xác định vị trí cho đường giao thông và cho đập nước.
6. Phân tích thống kê và so sánh các loại địa hình

7. Tính toán và thành lập bản đồ độ dốc, bản đồ hướng dốc, bản đồ hình dạng mái dốc để từ đó thành lập ảnh địa hình trực quan có hình bóng (ứng dụng trong nghiên cứu tầng địa chất hay dự báo khả năng xói mòn đất và dòng chảy mặt)
8. Sử dụng làm bản đồ nền hay bản đồ tích hợp với các bản đồ chuyên dụng như bản đồ loại đất, loại sử dụng đất hay thảm thực vật.
9. Sử dụng như là dữ liệu vào cho các mô hình mô phỏng cảnh quan và các quá trình tự nhiên liên quan đến cảnh quan môi trường.
10. Khi thay thế độ cao bằng một trong các thông số thuộc tính khác thì DEM có thể biểu thị trực quan dạng mặt cong cho vấn đề quãng thời gian hành trình, giá thành, dân số, mức độ ô nhiễm, mực nước ngầm...

5.2. Phương pháp biểu thị DEM

Sự biến đổi giá trị độ cao địa hình trên một vùng đất có thể được mô hình hóa theo nhiều cách. DEM có thể được biểu thị và lưu trữ dưới dạng hàm số toán học ba chiều (phương trình mặt phẳng) hay dưới dạng các điểm hoặc các đường hình ảnh như liệt kê ở bảng dưới:

Bảng 5.1 Phương pháp biểu thị mặt cong địa hình

A. Phương pháp toán học	
Toàn vùng	Dãy Fourier
	Đa thức bậc bốn bội
Chi tiết	Chia vùng đồng đều
	Chia vùng không đồng đều
B. Phương pháp vật thể bản đồ	Đường đồng mức (đường bình độ ngang)
	Đường mặt cắt dọc
	Điểm (ma trận độ cao) hay mạng lưới đều (Regular rectangular grid, GRID)
	Vector: Mạng không đều tam giác (Triangular irregular network, TIN)

5.2.1. Phương pháp toán học

Phương pháp toán học để biểu thị mặt cong địa hình chủ yếu dựa vào các hàm số toán ba chiều và có khả năng mô phỏng với độ nhẵn rất cao các mặt địa hình phức tạp. Phương pháp cục bộ chia vùng mô phỏng ra thành các miếng bé hình vuông hoặc hình dạng tùy ý có diện tích tương tự nhau và độ cao của từng miếng sẽ được ước lượng dựa trên độ cao các điểm đã quang trắc trong miếng đó. Với mục đích bảo đảm sự liên tục của độ dốc qua đường biên giữa các miếng con thì người ta sử dụng các hàm số đối trọng

(weighting functions). Các hàm số xấp xỉ rời rạc (piecewise approximation) rất ít khi được sử dụng trong việc thành lập bản đồ số nhưng lại rất phổ biến trong hệ thống máy tính hỗ trợ thiết kế (CAD, computer added design).

5.2.2. Phương pháp vật thể bản đồ

Phương pháp sử dụng vật thể đường đầu tiên truyền thống trong bản đồ học để biểu diễn bề mặt địa hình là sử dụng đường bình độ hay còn gọi là đường đồng mức. Mọi điểm nằm trên cùng một đường đồng mức sẽ có cùng một giá trị độ cao.

Phương pháp sử dụng mặt cắt dọc để biểu diễn độ cao được sử dụng thuận tiện để phân tích độ dốc vùng nghiên cứu. Tuy nhiên, như đã đề cập ở trên, hai phương pháp sử dụng đường trên không thuận tiện cho mục đích phân tích dữ liệu trong GIS. Vì vậy phương pháp chung nhất trong hệ GIS là sử dụng mô hình lưới đều GRID (Regular Rectangular Grid) hay lưới tam giác không đều TIN (triangular Irregular Network).

Mô hình lưới đồng đều hay còn gọi là ma trận độ cao được thành lập từ việc phân tích lập thể ảnh hàng không hoặc có thể thông qua việc nội suy từ lưới dữ liệu quan trắc độ cao. Do máy tính có khả năng xử lý ma trận dễ dàng nên dữ liệu loại mô hình GRID này rất phổ biến, được sử dụng cho các hệ GIS dạng raster. Trong mô hình raster GRID này vùng địa hình được chia thành các ô (cell) trên cơ sở hàng và cột. Mỗi một ô chứa độ cao của điểm trung tâm của ô. Ma trận độ cao được sử dụng để thành lập đường đồng mức, tính toán độ dốc, hướng dốc và xác định đường biên các lưu vực sông.

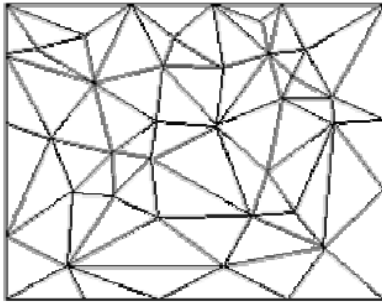
Tuy vậy, phương pháp lưới đồng đều này có các nhược điểm sau:

- Tồn tại số lượng dữ liệu không cần thiết tại các vùng có địa hình đồng nhất;
- Không có khả năng thích ứng để biểu thị các vùng có địa hình phức tạp trừ lúc thay đổi toàn bộ kích thước ma trận.

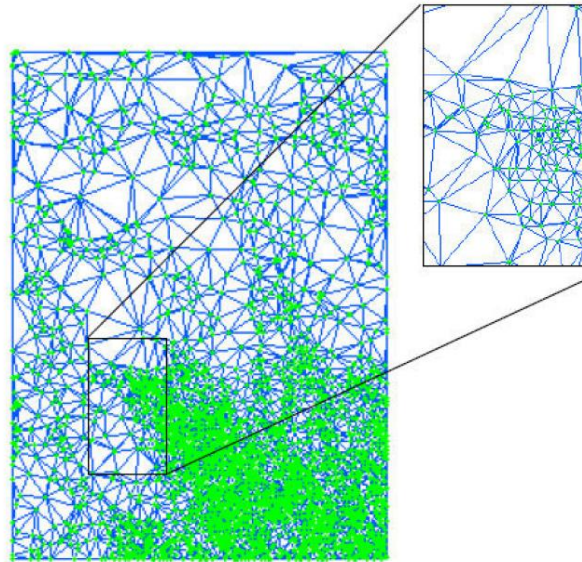
Như vậy, lưới đồng đều không có khả năng biểu thị các vùng địa hình thay đổi đột ngột như các khe vực, hố lồi lõm và sông ngòi. Hạn chế này có thể gây sự nhầm lẫn trong khi đánh giá kết quả phân tích địa hình.

TIN được coi là phương pháp thuận tiện và kinh tế hơn. Mô hình TIN là thể hiện vector của cấu trúc địa hình, bao gồm các dây tam giác không đều không phủ lên nhau và bao trùm toàn bộ bề mặt địa hình, mỗi một tam giác xác định một mặt phẳng. TIN, theo khái niệm hình học là tập các đỉnh nối với nhau thành các tam giác. Mỗi một tam giác được giới hạn bởi 3 điểm đặc trưng về giá trị X, Y và Z (độ cao). Các tam giác này hình thành một bề mặt 3 phía, có độ dốc và hướng dốc. TIN có khả năng biểu diễn bề mặt liên tục từ tập điểm dữ liệu rời rạc và được coi như tập hợp các tam giác có các thuộc tính về độ dốc, diện tích và hướng. Hình 5.1 thể hiện cấu trúc mô hình TIN và hình 5.2 trình bày mô hình TIN trong thực tế khi thường phải thể hiện sự thay đổi kích thước lưới theo yêu

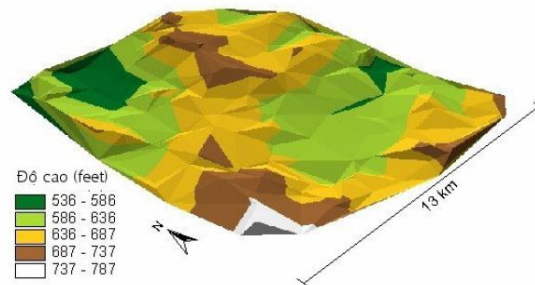
cầu biến đổi của dữ liệu. Hình 5.3 là ví dụ về áp dụng TIN và kỹ thuật tô bóng để thể hiện độ cao địa hình một khu vực



Hình 5.1. Ví dụ mô hình TIN



Hình 5.2. Mạng TIN với sự thay đổi kích thước lưới đặc trưng



Hình 5.3. Ứng dụng TIN để biểu thị sự biến động độ cao địa hình

5.3. Phương pháp xây dựng DEM

Phương pháp chụp ảnh lập thể:

Phương pháp này dùng một dụng cụ chụp ảnh chuyên dùng để chụp một số lượng lớn điểm mẫu với các giá trị X, Y, Z từ các ảnh lập thể hay viễn thám; sau đó các điểm được nội suy thành các ô vuông đồng nhất (grid). Phương pháp này tốn thời gian và đòi hỏi kỹ thuật chụp ảnh cao và số điểm kiểm soát phải nhiều nên ít khi được áp dụng.

Nội suy từ các đường đồng mức:

Đây là phương pháp tiêu chuẩn để xây dựng DEM trong môi trường GIS. Đối với một khu vực, một số thông tin về địa hình có sẵn, việc xây dựng một DEM từ các đường đồng mức phải qua một số bước sau:

- Bước 1: Số hóa các đường đồng mức, có thể thực hiện qua một trong 2 cách sau:

Số hóa tự động quét ảnh (scanning): chuyển các thông tin từ ảnh chụp hay bản đồ sang dạng tệp in raster. Để có kết quả tốt, bản đồ đường đồng mức không nên kèm các thông tin khác. Sau đó bản đồ được chuyển sang dạng vector bằng các phần mềm chuyên dụng nhưng mỗi đường đồng mức phải được gán mã bằng tay. Nếu ảnh nguồn không rõ ràng thì phương pháp này tốn công hơn việc số hóa bằng bàn số hóa (digitizing).

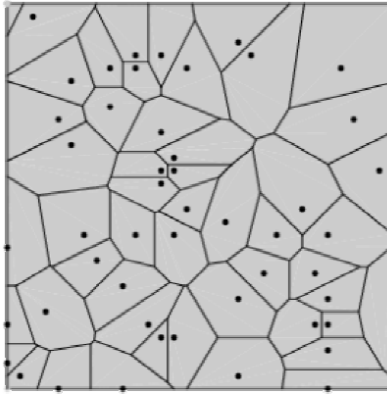
Số hóa bằng thủ công: Dùng bàn số hoá để số hóa các đường đồng mức vẫn được coi là phương pháp tiêu chuẩn để xây dựng một DEM. Mỗi đường đồng mức được số hóa riêng lẻ và được gán mã thể hiện độ cao tương ứng.

- Bước 2: Raster hóa các đường đồng mức: được thực hiện bởi các chức năng rasterizing của các phần mềm chuyên dụng. Vấn đề quan trọng ở đây là việc chọn kích thước của các pixel mà các đường đồng mức chạy qua được tự động gán giá trị bằng độ cao của chính đường đồng mức đó.
- Bước 3: Nội suy các đường đồng mức đã được raster hóa: Từ các đường bình độ chuẩn được raster hóa có thể nội suy ra các đường đồng mức khác, do vậy mỗi pixel trong bản đồ sẽ nhận giá trị cho điểm trung tâm của pixel.
- Bước 4: Xây dựng mô hình TIN (hình 5.4), thường được thực hiện với sơ đồ Voronoi.

Sơ đồ Voronoi:

Giả sử trong một mạng điện thoại của thành phố, mỗi máy điện thoại sẽ được nối với một cột điện thoại gần nhất do vậy ta phải chia thành phố thành nhiều vùng, mỗi vùng có duy nhất một cột và khoảng cách từ mỗi vị trí trong vùng đến cột trong vùng đó là ngắn nhất. Kết quả của phân hoạch này là sơ đồ Voronoi.

Sơ đồ Voronoi có thể được tóm tắt như sau. Gọi $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ là tập hợp n điểm nằm trong mặt phẳng hai chiều. Ta chia (phân hoạch), mặt phẳng thành n đa giác sao cho bất kỳ điểm vị trí nào nằm trong một đa giác i đều có khoảng cách đến điểm i ngắn hơn khoảng cách từ nó đến các điểm vị trí p_k khác. Sơ đồ đa giác này gọi là sơ đồ Voronoi $V(p_i)$ và được biểu diễn bằng ngôn ngữ toán học như sau:



Hình 5.4. Sơ đồ Voronoi

Sơ đồ Voronoi có rất nhiều ứng dụng trong hình học giải tích, hình học đồ họa và GIS:

- Xác định vùng lân cận gần nhất (Nearest neighbor search) – Khi phải xác định vùng lân cận gần nhất của một điểm (vị trí) cho trước trong tổng số N điểm thì vùng đó chính là đa giác bao quanh điểm đó trong sơ đồ Voronoi.
- Xác định vị trí phục vụ hợp lý (facility location) – Ví dụ mạng lưới cửa hàng siêu thị muốn lập một cửa hàng mới và điều đầu tiên là xác định vị trí mới thích hợp. Vị trí mới này phải thỏa mãn yêu cầu ít ảnh hưởng nhất đến lượng khách hàng của các siêu thị đang vận hành hay nói cách khác là càng xa các siêu thị hiện có càng tốt. Người ta có thể sử dụng sơ đồ Voronoi bằng cách so sánh và phân tích tất cả các cạnh thẳng trong sơ đồ của vị trí các siêu thị hiện có.
- Hình tròn rỗng lớn nhất (largest empty circle) – Ví dụ ta cần tìm một vùng đất lớn chưa phát triển (dân cư và dịch vụ công cộng) để xây một nhà máy mới. Điều kiện là mảnh đất đó phải càng cách ly được tối đa các điểm dân cư hay công cộng. Đây là bài toán tương tự như trường hợp xác định vị trí hợp lý.
- Quy hoạch đường (path lanning) – Khi các điểm vị trí trong sơ đồ là các trở ngại bất thuận lợi cho giao thông mà đường đi cần tránh xa thì các cạnh của đa giác trong sơ đồ Voronoi chính là các đoạn đường bảo đảm tránh được xa nhất các trở ngại.

Trong GIS, sơ đồ Voronoi được áp dụng để hình thành các chức năng biến đổi đối tượng raster sang vector nhờ kỹ thuật xây dựng mô hình TIN.

5.4. Các sản phẩm ứng dụng DEM:

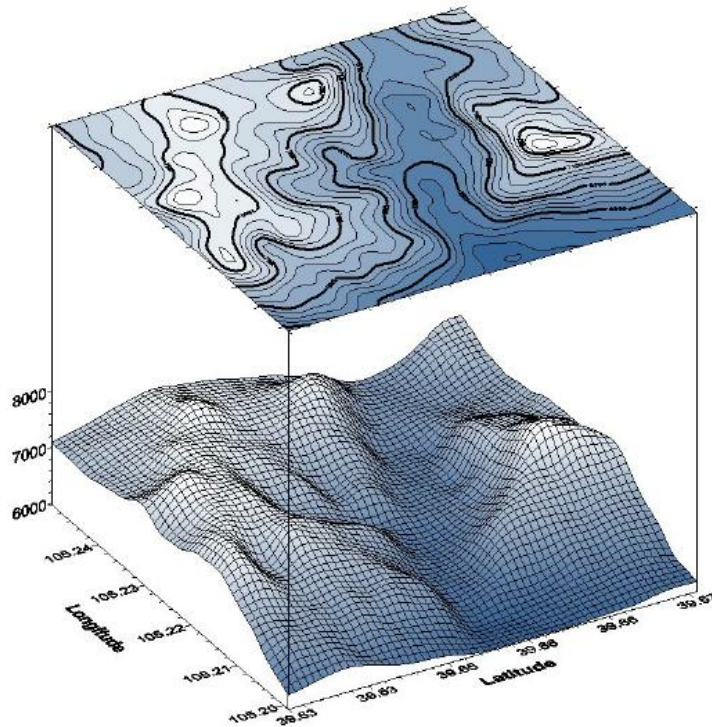
Kết quả các ứng dụng của DEM trong GIS có thể được tóm tắt trong bảng 5.2:

Bảng 5.2: Sản phẩm ứng dụng DEM trong GIS

a. Biểu đồ khối, lát cắt dọc và ngang
b. Tính toán thể tích các khối
c. Bản đồ độ dốc, độ lồi, độ lõm và hướng dốc
d. Đường quan sát nhìn thấy
e. Bản đồ đường đồng mức
f. Bản đồ địa hình tô bóng mặt khuất
g. Xác định đường biên của lưu vực sông ngòi và vùng tiêu nước.

Biểu đồ khối:

Biểu đồ khối là một trong các kết quả phổ biến của DEM. Nó cho phép xem xét trực quan ba chiều sự thay đổi trong không gian hai chiều của giá trị một thông số ta quan tâm. Thông số này không nhất thiết phải là độ cao địa hình. Hiện nay có rất nhiều phần mềm có khả năng tạo ra loại biểu đồ khối này từ tập hợp dữ liệu X, Y, và Z. Ví dụ kết quả loại biểu đồ khối được trình bày trong hình 5.5.



Hình 5.5. Biểu đồ khối biểu thị sự biến động của độ cao địa hình

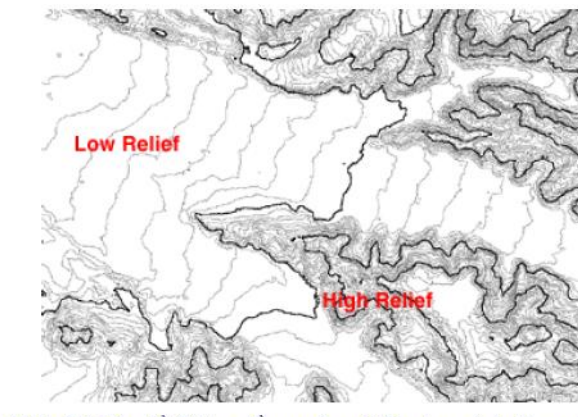
Tính toán thể tích các khối:

Trong thiết kế các công trình dân dụng, ví dụ tính toán san phẳng đất trong nông nghiệp và xây dựng, hay thiết kế đường giao thông, việc tính toán khối lượng đào đắp đất luôn là vấn đề rất quan trọng và cần thiết. Phương pháp phổ biến là xây dựng một mô

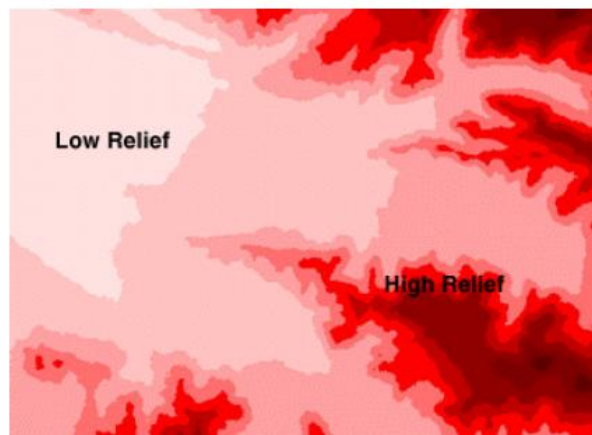
hình DEM cho vùng đất nghiên cứu sau khi hoàn thành công việc đo đạc địa hình. Sau đó một mô hình DEM khác được thành lập để thể hiện tình trạng địa hình sau khi đã thực hiện công trình (sau khi đã san phẳng nếu là thiết kế san phẳng đất). Khối lượng đào đắp sẽ được tính toán dựa trên sự khác biệt giữa hai mô hình DEM.

Bản đồ đường đồng mức:

Các đường đồng mức có thể dễ dàng thành lập bằng cách phân loại giá trị độ cao của các ô (cell) theo một thang độ độ cao nhất định và sau đó thể hiện các loại độ cao đó bằng các đường phân giới hay thể hiện bằng các màu sắc. Bản đồ đường đồng mức thường được tạo ra bằng cách cắt giao tiếp mô hình DEM địa hình với các mặt phẳng ngang theo phân loại độ cao địa hình. Hình IV.14 cho ví dụ về bản đồ đường đồng mức địa hình và hình IV.15 cũng là bản đồ địa hình nhưng thể hiện bằng mô hình DEM.



Hình 5.6. Bản đồ đường đồng mức với khoảng cách độ cao 5m



Hình 5.7. Bản đồ địa hình ở hình 5.6 nhưng sử dụng mô hình DEM

Đường quan sát nhìn thấy:

Khả năng quan sát đóng một vai trò quan trọng trong các hoạt động quân sự, thông tin liên lạc sử dụng microwave và các nghiên cứu cảnh quan du lịch. Việc xác định tầm quan sát trên bản đồ giấy rất khó khăn do số lượng các lát cắt dọc cần xem xét rất lớn.

Tầm quan sát được xác định trên bản đồ số có mạng TIN bằng phương pháp truy vấn đường đi (tracking procedure). Phương pháp này là một biến đổi của thuật toán đường ẩn (hidden line algorithm).

Bản đồ độ dốc, độ lồi, độ lõm và hướng dốc:

Trước khi mô hình độ cao DEM xuất hiện thì người ta sử dụng rất nhiều kỹ thuật để đánh giá độ dốc và độ lồi lõm của địa hình. Với DEM thì các công việc này trở nên nhanh chóng và thuận tiện, không cần nhiều công sức như trước đây.

Sau khi dữ liệu độ cao địa hình đã được chỉnh lý và thể hiện bằng mô hình TIN thì ta có thể sử dụng nhiều công cụ của phần mềm TIN để tính toán độ dốc, hướng dốc và độ lồi lõm của vùng nghiên cứu. Sau đây là những công thức tính toán chủ yếu.

Xác định hướng dốc:

Góc của vector tổng hợp giữa các vector D_x và D_y sẽ cho chúng ta hướng dốc (hình 5.6). Điểm cần lưu ý là phải tính toán giá trị + hay - trong bản đồ D_x và D_y .

$$\text{Hướng dốc } \% = 57,29579 \times \arctan\left(\frac{D_x}{D_y}\right)$$

$$\text{Góc dốc } \beta = 57,29579 \times \arctan\left(\frac{\text{dodoc}\%}{100}\right)$$

Trong đó, số 57,29579 là hệ số chuyển đổi từ gradient sang độ. Giá trị có thể tính từ - 90° đến + 90°

Tính toán độ dốc:

Độ dài của vector (góc dốc) đã được xác định theo chiều X và Y có thể tính theo định lý Pithago

$$\text{Độ dốc } \% = \sqrt{\frac{(D_x^2 + D_y^2)}{k_c^2}} \times 100$$

Trong đó D_x là gradient theo trục X; D_y là gradient theo trục Y; và k_c là kích thước của pixel.

Để xác định sự sai khác về độ dốc theo từng mét, người ta chia độ dốc tính theo công thức trên cho kích thước của pixel.

Tính độ dốc theo độ:

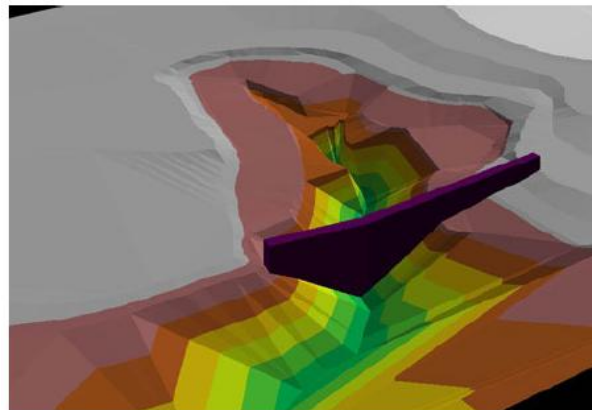
$$\text{Góc dốc (độ)} = 57,29579 \times \text{arctag} \sqrt{\frac{(D_x^2 + D_y^2)}{k_c^2}}$$

Bản đồ địa hình tô bóng mặt khuất:

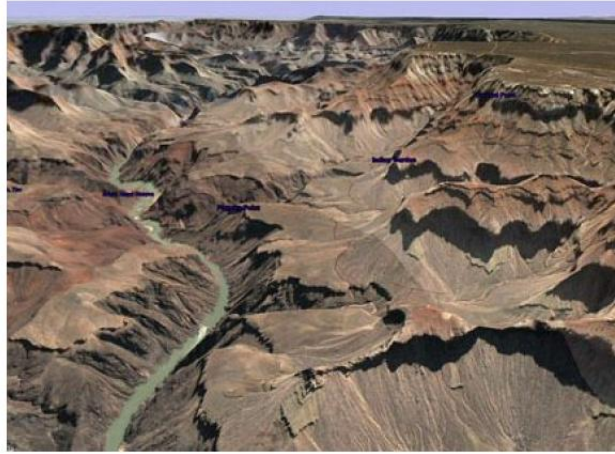
Các nhà vẽ bản đồ đã tạo ra nhiều phương pháp để cải tiến việc thể hiện trực quan của bản đồ, nhất là dạng địa hình của vùng đồi núi. Một trong những kỹ thuật thành công nhất là cách tô bóng địa hình được tạo ra chủ yếu bởi trường phái nghệ nhân bản đồ Thụy Sĩ và Áo. Kỹ thuật này có nguồn gốc ở thể loại nghệ thuật hội họa thời phục hưng, với việc đánh bóng và thể hiện ánh sáng để thể hiện hình ba chiều. Phương pháp thủ công này dùng bút vẽ để đánh bóng mặc dù thường tạo ra hình ảnh rất ấn tượng nhưng có giá thành rất cao và chủ yếu phụ thuộc vào kỹ năng và trí tưởng tượng của nghệ sĩ. Người ta cũng cho rằng các nghệ nhân bản đồ này phải là người sinh sống ở vùng núi.

Từ khi xuất hiện bản đồ số, rất nhiều chuyên gia bản đồ đã nghĩ đến khả năng tạo bóng cho bản đồ địa hình một cách tự động, chính xác và dễ lặp lại. Nguyên tắc phương pháp tạo bóng cho địa hình là hình dung hình ảnh địa hình được chiếu sáng từ một vị trí nhất định. Kết quả tương tự một ảnh hàng không do việc sử dụng các gam màu sáng tối khác nhau. Tuy vậy bản đồ số địa hình có nhiều điểm khác biệt so với ảnh hàng không. Trước hết bản đồ tô bóng này không biểu thị đúng hình ảnh mặt đất mà chỉ là của bề mặt đã số hóa của mặt đất. Thứ hai là nguồn ánh sáng tưởng tượng trong bản đồ tô bóng thường được chọn ở góc bằng hoặc lớn hơn 45° phía trên đường chân trời phía Tây – bắc. Góc chiếu sáng này có tính chất nhân tạo mà rất khó có khả năng xảy ra trong thực tế thiên văn. Điểm khác biệt thứ ba nằm ở bản chất của mô hình độ cao DEM bởi mô hình này đã là sự đơn giản hóa bởi số lượng hạn chế số điểm dữ liệu và không thể thể hiện hết tất cả các chi tiết của địa hình thực tế.

Hình 5.8 và hình 5.9 cho ta thấy hai ứng dụng phổ biến của mô hình DEM. Hình 9 là một ví dụ về sử dụng kỹ thuật tô bóng cho bản đồ địa hình vùng hồ chứa có đập nước và hình 10 là một ví dụ cho bản đồ địa hình vùng núi đá Garand Canyon, Hoa Kỳ.



Hình 5.8. Ứng dụng DEM để biểu thị địa hình



Hình 5.9. Hình ảnh tô bóng của bản đồ địa hình vùng núi đá

Xác định đường dòng và đường biên của lưu vực sông ngòi và vùng tiêu nước:

Khi các đường sông ngòi và tuyến tiêu nước không được số hóa bằng bản số hóa thì với việc sử dụng mô hình TIN ta có một công cụ tự động xác định các đường dòng này. Phương pháp thủ công truyền thống trên cơ sở xem xét tỉ mỉ các hình ảnh viễn thám hoặc bản đồ địa hình thường rất tốn công sức và rất dễ tạo sai số, nhất là đối với ảnh vệ tinh có chứa các mảng bị nhiễu.

Xác định đường dòng: Để vạch được đường dòng trên mô hình TIN, người ta phải xác định được vị trí các điểm lồi và lõm của địa hình. Phương pháp đơn giản nhất là xét lần lượt từng mảng 4 ô (cells) và đánh dấu ô có độ cao cao nhất và ô độ cao nhỏ nhất. Khi xem xét hết tất cả các cặp 4 ô của bản đồ thì nối liền các ô có đánh dấu để từ đó xác định đường dòng chảy hay đường đường tiêu nước. Những phương pháp khác cũng tương tự nhưng tăng số lượng ô xem xét đồng thời lên thành 3x3 hay cao hơn nữa.

Xác định đường biên của lưu vực sông ngòi: Lưu vực một con sông hay nhánh sông được hiểu là diện tích tập trung nước mưa của sông hay của nhánh sông đó. Trình tự logic xác định các đường biên lưu vực bắt đầu bằng việc tính độ dốc và hướng dốc cho từng ô (cell). Sau đó chương trình tìm kiếm các vùng thượng lưu của từng điểm trên dòng chảy sông. Thuật toán cũng tương tự như việc xác định đường dòng, bắt đầu từ điểm cuối hạ lưu và xem xét từng cặp 3x3 ô. Đối tượng xem xét ở đây là hướng dốc của từng ô chứ không chú ý đến độ dốc như trong trường hợp xác định đường dòng chảy.

CHƯƠNG VI: THÀNH LẬP BẢN ĐỒ SỐ

6.1. Khái niệm, đặc điểm, tính chất bản đồ số

6.1.1. Khái niệm bản đồ số.

Bản đồ số là một tập hợp có tổ chức các dữ liệu bản đồ trên thiết bị có khả năng đọc bằng máy tính và được thể hiện dưới dạng hình ảnh bản đồ.

Bản đồ số được tổ chức và lưu trữ gọn nhẹ, khác với bản đồ truyền thống ở chỗ: Bản đồ số chỉ là các file dữ liệu ghi trong bộ nhớ máy tính và có thể thể hiện ở dạng hình ảnh giống như bản đồ truyền thống trên màn hình máy tính. Nếu sử dụng các máy vẽ thì ta có thể in được bản đồ trên giấy giống như bản đồ thông thường. Ta chỉ có thể nhìn thấy hình ảnh của nó (dạng tương tự) khi nó được in ra trên giấy, hay thể hiện trên các phương tiện hiển thị khác nhau như màn hình máy tính, mạng máy tính... khi in ra giấy (hoặc vật liệu phẳng), ta được bản đồ truyền thống; khi hiện trên màn hình máy tính thì gọi là bản đồ điện tử (hoặc bản đồ màn hình). Để sử dụng và làm việc với bản đồ số, phải có máy tính điện tử và các thiết bị liên quan, có các phần mềm (chương trình) máy tính và phần mềm bản đồ chuyên dụng. Mức độ đầy đủ thông tin về nội dung và độ chính xác các yếu tố trong bản đồ số hoàn toàn giống như bản đồ truyền thống, chúng phải đáp ứng được các yêu cầu và tiêu chuẩn bản đồ.

Bản đồ số địa chính là loại bản đồ chuyên ngành đất đai được thiết kế, biên tập, lưu trữ và hiển thị trong máy tính như các loại bản đồ số thông thường. Bản đồ số địa chính là cơ sở dữ liệu không gian cho hệ thống thông tin đất đai (LIS).

Nhờ các máy tính có khả năng lưu trữ khối lượng thông tin lớn, khả năng tổng hợp, cập nhật, phân tích thông tin và xử lý dữ liệu bản đồ phong phú nên bản đồ số được ứng dụng rộng rãi và đa dạng hơn rất nhiều so với bản đồ giấy.

6.1.2. Đặc điểm của bản đồ số

Bản đồ số trước hết là bản đồ, có đầy đủ các đặc điểm đặc trưng của bản đồ truyền thống, như:

- Bản đồ là hình ảnh thu nhỏ của một phần hay toàn bộ bề mặt Trái đất, trên cơ sở toán học xác định, bao gồm: tỷ lệ, phép chiếu, bố cục bản đồ và sai số biến dạng của bản đồ tùy theo phép chiếu được lựa chọn.

- Các đối tượng và hiện tượng (nội dung bản đồ) được biểu thị theo một phương pháp lựa chọn và khái quát nhất định (tổng quát hoá bản đồ).

- Các đối tượng và hiện tượng được biểu thị bằng ngôn ngữ bản đồ.

Ngoài ra, bản đồ số còn có một số đặc điểm riêng như:

- Mọi thông tin của bản đồ số được ghi ở dạng số (mã nhị phân - binary).

- Thông tin của bản đồ số được cấu trúc theo kiểu raster hoặc vector, có kèm theo topology, tổ chức thành các file bản đồ riêng, hoặc liên kết thành thư mục, được lưu trong hệ thống máy tính hoặc thiết bị ghi thông tin có khả năng đọc bằng máy tính.

- Ngoài thông tin đồ họa, bản đồ số còn chứa đựng những dữ liệu mà bản đồ truyền thống không liên kết trực tiếp được.

- Khối lượng dữ liệu lớn hơn.

- Tỷ lệ của bản đồ số mang tính điều kiện.

- Bản đồ số có tính linh hoạt hơn hẳn bản đồ truyền thống, có thể dễ dàng thực hiện các công việc như:

+ Cập nhật và hiện chỉnh thông tin.

+ Chồng xếp hoặc tách lớp thông tin theo ý muốn.

+ Bất cứ lúc nào cũng có thể dễ dàng biên tập tạo ra bản đồ số khác và in ra bản đồ mới.

+ Có khả năng liên kết sử dụng trong mạng máy tính.

Việc sử dụng bản đồ số thuận lợi và có hiệu quả kinh tế cao, vì thế hiện nay trong ngành Trắc địa - Địa chính chủ yếu sử dụng kỹ thuật công nghệ mới để thành lập và sử dụng bản đồ số trong công tác quản lý đất đai.

6.1.3. Tính chất của bản đồ số

Bản đồ số có nhiều tính chất ưu việt hơn bản đồ truyền thống:

- Tính trực quan.

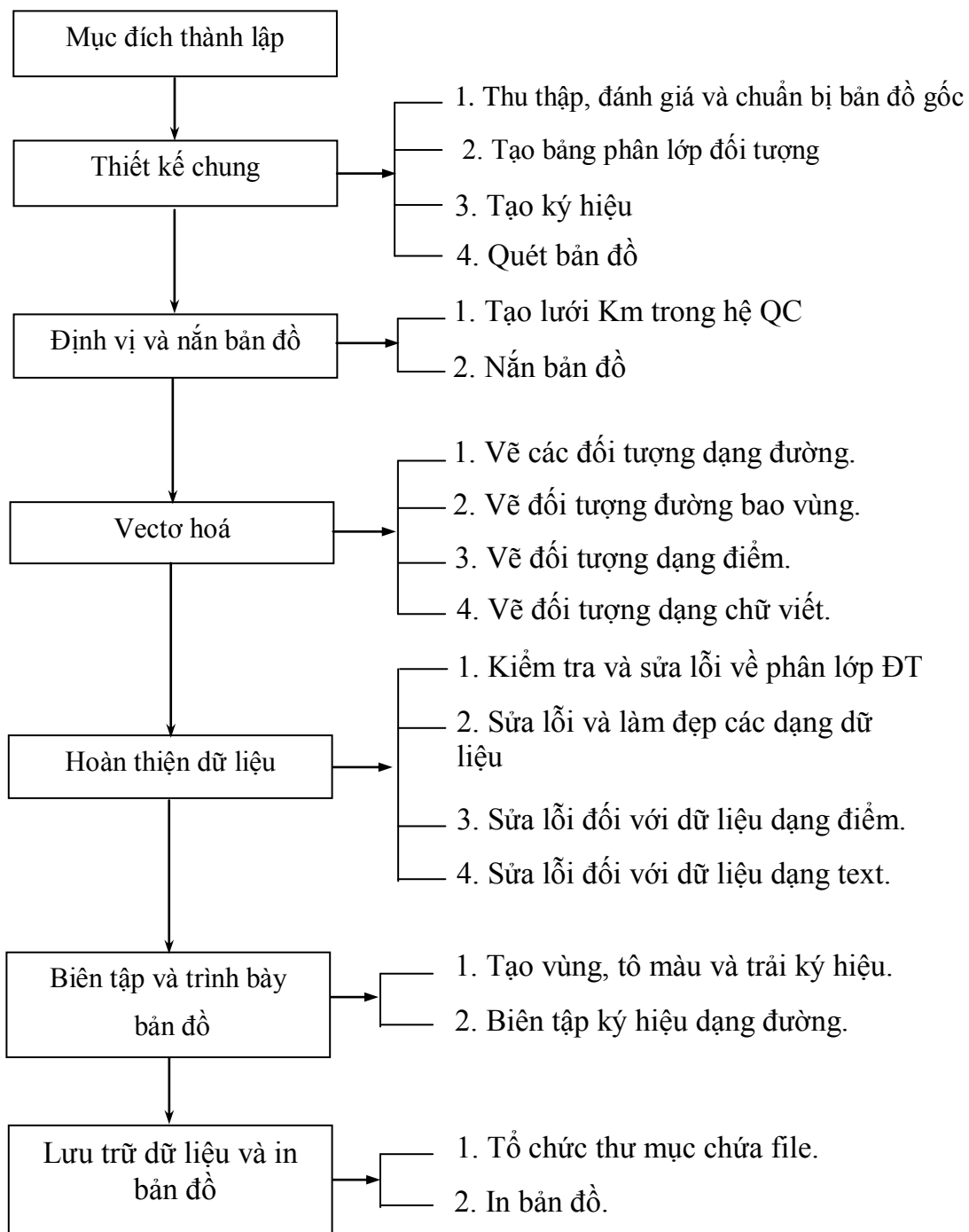
- Tính đầy đủ.

- Cấu trúc Bản đồ số có tính chuẩn hoá cao.

- Tính linh hoạt.

- Sử dụng bản đồ số rất tiện lợi.

6.2. Giới thiệu quy trình thành lập bản đồ số



6.2.1. Thiết kế chung

Để đảm bảo tính thống nhất hệ thống cho tất cả các bản đồ trong khối công việc, các công tác chuẩn bị cho quá trình số hoá và biên tập bản đồ sau này sẽ được thực hiện và sử dụng chung. Công tác bao gồm:

a) Xác định mục đích, ý nghĩa của bản đồ cần thành lập

Xác định, nghiên cứu các yêu cầu đối với bản đồ cần thành lập. Xác định đối tượng sử dụng bản đồ.

Giải quyết các nhiệm vụ của bản đồ, chỉ dẫn thực hiện các công việc nhằm đạt mục đích của bản đồ.

b) Thu thập tài liệu

Tài liệu bản đồ dùng để thành lập bản đồ số phải đảm bảo độ chính xác về cơ sở toán học, tính hiện thời về chất lượng nội dung, đủ điểm mốc để định vị hình ảnh của bản đồ và phù hợp về hệ quy chiếu theo quy định của Tổng cục địa chính (trừ khi có yêu cầu đặc biệt khác hoặc khi kết hợp hiện chỉnh, cập nhật nội dung và số hoá bản đồ).

c) Phân lớp đối tượng

Các đối tượng bản đồ khi tồn tại dưới dạng số được thể hiện và lưu trữ trên các lớp thông tin khác nhau. Vì vậy trước khi tiến hành số hoá, cần phải tách các lớp thông tin để số hoá, có nghĩa là: các đối tượng cần được thể hiện trên bản đồ phải được xác định trước sẽ được lưu trữ trên lớp thông tin nào.

Ví dụ: các đối tượng là sông, hồ sẽ được lưu trữ trong lớp thông tin thứ nhất, các đối tượng là đường bình độ cơ bản sẽ được lưu trên lớp thông tin thứ hai,...

d) Tạo kí hiệu

Theo cách phân loại dữ liệu không gian, các kí hiệu trên bản đồ được chia thành 4 loại.

- Kí hiệu dạng điểm.
- Kí hiệu dạng đường.
- Kí hiệu dạng pattern (các kí hiệu được trải đều trên diện tích một vùng nào đó).
- Kí hiệu dạng chữ chú thích.

e) Quét bản đồ

Mục đích của quá trình này là chuyển các bản đồ được lưu trữ trên giấy, trên phim hoặc diamat thành các file dữ liệu số dưới dạng raster. Sau đó các file này sẽ được chuyển đổi về các định dạng của chương trình sử dụng để xử lý ảnh.

Tùy theo từng loại bản đồ và mục đích sử dụng sau này mà sử dụng các máy quét cùng các phần mềm chuyên dụng khác nhau.

Độ phân giải quy định trong mỗi bản đồ khi quét phụ thuộc vào chất lượng của tài liệu gốc và mục đích sử dụng. Thông thường, độ phân giải càng cao, sẽ cho chất lượng dữ liệu raster tốt hơn cho quá trình số hoá sau này, nhưng nó cũng làm cho dung lượng của file dữ liệu tăng lên.

Ngoài các tiêu chuẩn kỹ thuật đã nêu trên, các tư liệu này phải sạch, rõ nét và phải có đủ điểm mốc để nắn, có thể đối với bản đồ địa hình là phải có đủ 4 mốc trùng với 4 góc khung trong của tờ bản đồ và 36 - 50 điểm khác (điểm tam giác và giao điểm các mắt lưới kilomet; Số điểm mốc này tùy thuộc vào chất lượng phim gốc, bản gốc, vào kinh nghiệm của người thao tác quét và vào thiết bị dùng để quét trong trường hợp dùng phương án quét để số hoá). Trong trường hợp số điểm nói trên không đủ thì phải tiến hành các biện pháp tăng dày điểm nắn, như trích điểm, bình mốc vv... như trong công nghệ truyền thống.

Các bản phim dương, lưu đồ đen được quét bằng máy quét đen trắng, cùng các tư liệu là bản đồ màu phải quét bằng máy quét màu. Độ phân giải quét các tư liệu đen trắng tối thiểu là 300 dpi và tối đa là 500 dpi, tư liệu màu từ 200 đến 300 dpi, tùy theo chất lượng bản gốc dùng để quét. Tùy theo phần mềm dùng để số hóa mà ảnh quét được ghi lại ở khuôn dạng (format) phù hợp.

Ảnh sau khi quét phải đầy đủ, rõ nét, sạch sẽ, không có lỗi về quét (chẳng hạn hình ảnh không bị co hoặc giãn cục bộ) để đảm bảo chất lượng cho khâu nắn và vector hóa.

6.2.2. Nắn bản đồ

Mục đích: Chuyển đổi các ảnh quét đang ở tọa độ hàng cột của các pixel về tọa độ trắc địa (tọa độ thực - hệ tọa độ địa lý hoặc tọa độ phẳng). Đây là bước quan trọng nhất trong quy trình thành lập bản đồ số vì nó ảnh hưởng tới toàn bộ độ chính xác của bản đồ sau khi được số hoá dựa trên nền ảnh.

Lưới km và lưới kinh vĩ độ được thiết lập dựa vào tọa độ của các góc khung và khoảng cách giữa các mắt lưới. Lưới km được sử dụng làm cơ sở cho việc chọn các điểm khống chế khi nắn bản đồ. Quá trình nắn này được dựa trên tọa độ của các điểm khống chế trên ảnh, tọa độ của các điểm khống chế tương ứng trên mô hình được chọn để nắn.

Khi định vị bản đồ gốc để số hoá hoặc nắn ảnh quét, các điểm chuẩn để định vị và nắn là các mốc khung trong, các giao điểm lưới km và các điểm khống chế tọa độ trắc địa có trên mảnh bản đồ. Sai số cho phép sau khi định vị hoặc nắn phải nằm trong hạn sai của sai số định vị và nắn.

Tùy thuộc vào cơ sở toán học của tài liệu sử dụng, cũng như số điểm đối được chọn để nắn mà phương pháp nắn có thể khác nhau.

File ảnh đã nắn hoàn chỉnh phải được lưu riêng (kể cả sau khi đã số hóa xong) để sử dụng trong quá trình kiểm tra nghiệm thu.

6.2.3. Vector hoá đối tượng

Mục đích: là quá trình biến đổi dữ liệu raster thành dữ liệu vector. Sử dụng các thanh công cụ hiện có của phần mềm để số hoá theo từng lớp thông tin đã được định sẵn.

6.2.4. Hoàn thiện và chuẩn hoá dữ liệu

Sau quá trình số hoá, dữ liệu nhận được chưa phải đã hoàn thiện và sử dụng được. Các dữ liệu này thường được gọi là các dữ liệu thô, cần phải qua một quá trình kiểm tra, chỉnh sửa và hợp lệ các dữ liệu.

Quá trình này bao gồm các công đoạn:

- Kiểm tra và sửa chữa các lỗi về thuộc tính đồ họa (sai lớp, sai kiểu đường, màu sắc, lực nét...).

- Sửa các lỗi riêng của dữ liệu dạng đường: Loại bỏ điểm thừa (filter), làm trơn đường (smooth), loại bỏ các đối tượng trùng nhau, sửa các điểm cuối tự do, tạo các điểm giao.

- Sửa các lỗi riêng của dữ liệu dạng điểm và chữ viết .

6.2.5. Biên tập và trình bày bản đồ

Các đối tượng bản đồ khi được thể hiện bằng màu sắc và kí hiệu phải đảm bảo được tính tương quan về vị trí địa lý cũng như tính thẩm mỹ của bản đồ.

a) *Tạo vùng, tô màu, trải kí hiệu.*

Các đối tượng dạng vùng cần tô màu hoặc trải kí hiệu, các đối tượng đó phải tồn tại dưới dạng vùng hoặc tổ hợp vùng. Vì vậy cần phải qua một bước tạo vùng từ những đường bao đóng kín (trong môi trường Microstation).

b) *Biên tập các ký hiệu dạng đường.*

Đối với các đối tượng dạng đường khi tồn tại ở dạng dữ liệu thì nó phải gặp nhau tại các điểm nút và nó là một đối tượng đường duy nhất. Nhưng để thể hiện nó dưới dạng kí hiệu bản đồ thì có thể phải thể hiện nó bằng hai hoặc nhiều kiểu đường khác nhau theo hệ thống ký hiệu quy chuẩn các loại đường giao thông.

6.2.6. Lưu trữ dữ liệu và in bản đồ

Kết quả của quá trình số hoá và biên tập bản đồ có thể được lưu trữ dưới hai dạng: Lưu trữ trên đĩa và in ra giấy. Khi lưu trữ dữ liệu nên tổ chức dữ liệu dưới dạng các thư mục một cách khoa học và lưu trữ cả các file phụ trợ đi kèm.

6.3. Phân lớp thông tin

Nội dung bản đồ số phải thống nhất như bản đồ địa hình in trên giấy đã được qui định trong qui phạm thành lập bản đồ địa hình ở các tỉ lệ do Tổng Cục Địa chính ban hành. Toàn bộ ký hiệu được thiết kế theo ký hiệu bản đồ địa hình hiện hành tỉ lệ tương ứng.

6.3.1. Phân lớp nội dung bản đồ địa hình số

Các yếu tố nội dung bản đồ địa hình số hóa được quy định chia thành 7 nhóm lớp theo 7 chuyên đề là: Cơ sở toán học, Thủy hệ, Địa hình, Dân cư, Giao thông, Ranh giới và Thực vật. Các yếu tố thuộc một nhóm lớp được số hóa thành một tệp tin riêng. Trong một nhóm lớp các yếu tố nội dung lại được sắp xếp theo từng lớp. Cơ sở của việc phân chia nhóm lớp và lớp là các qui định về nội dung bản đồ địa hình trong các quyền "Ký hiệu bản đồ địa hình tỉ lệ 1:10.000, 1:25.000" ban hành năm 1995 và "Ký hiệu bản đồ địa hình tỉ lệ 1:50.000 và 1:100.000" ban hành năm 1998.

a) *Phân loại nội dung của các nhóm lớp:*

Như trên đã nêu, các yếu tố nội dung bản đồ thuộc các nhóm lớp khác nhau được số hóa thành các tệp tin khác nhau. Nội dung chính của các nhóm lớp qui định như sau:

1. Nhóm lớp "Cơ sở toán học" bao gồm khung bản đồ; lưới kilomet; các điểm khống chế trắc địa; giải thích, trình bày ngoài khung và các nội dung có liên quan.
2. Nhóm lớp "Dân cư" bao gồm nội dung dân cư và các đối tượng kinh tế, văn hoá, xã hội.
3. Nhóm lớp "Địa hình" bao gồm các yếu tố dáng đất, chất đất, các điểm độ cao.
4. Nhóm lớp "Thủy hệ" bao gồm các yếu tố thủy văn và các đối tượng liên quan.

5. Nhóm lớp "Giao thông" bao gồm các yếu tố giao thông và các thiết bị phụ thuộc.
6. Nhóm lớp "Ranh giới" bao gồm đường biên giới, mốc biên giới; địa giới hành chính các cấp; ranh giới khu cấm; ranh giới sử dụng đất.
7. Nhóm lớp "Thực vật" bao gồm ranh giới thực vật và các yếu tố thực vật.

b) Quy tắc đặt tên cho các nhóm lớp

Để tiện cho việc lưu trữ và khai thác dữ liệu, các tệp tin chứa các đối tượng của từng nhóm lớp phải được đặt tên theo một qui tắc thống nhất: các ký tự đầu là số hiệu mảnh, 2 ký tự cuối là các chữ viết tắt dùng để phân biệt các nhóm lớp khác nhau. Tuy nhiên, để tránh cho tên tệp không dài quá 8 ký tự, qui định dùng chữ A thay cho số múi 48 và chữ B cho múi 49. Tên tệp có thể bỏ qua số đai và số múi, nhưng tên thư mục chứa các tệp tin thành phần của 1 mảnh bản đồ thì phải đặt theo phiên hiệu đầy đủ của mảnh đó, ví dụ \FA118Cb1\118Cb1CS.dgn.

6.3.2. Quy tắc đặt tên cho các tệp tin

Việc đặt tên cho các tệp tin sao cho dễ tìm, dễ đọc dễ nhớ....Riêng đối với việc thành lập bản đồ địa hình số thì việc đặt tên cho các tệp tin phải theo quy định.

Các tệp tin được đặt tên có thể trong phần mềm Microstation như sau:

1. *Tệp tin của nhóm "Cơ sở toán học" được đặt tên: (phiên hiệu mảnh)CS.dgn (ví dụ 118CbCS.dgn).*

2. *Tệp tin của nhóm "Dân cư" được đặt tên: (phiên hiệu mảnh)DC.dgn (ví dụ: 117ADC.dgn).*

3. *Tệp tin của nhóm "Địa hình" được đặt tên: (phiên hiệu mảnh)DH.dgn (ví dụ : 117ADH.dgn).*

4. *Tệp tin của nhóm "Thủy hệ" được đặt tên: (phiên hiệu mảnh)TH.dgn (ví dụ 117ATH.dgn).*

5. *Tệp tin của nhóm "Giao thông" được đặt tên: (phiên hiệu mảnh)GT.dgn (ví dụ : 117AGT.dgn).*

6. *Tệp tin của nhóm "Ranh giới" được đặt tên: (phiên hiệu mảnh)RG.dgn (ví dụ 117ARG.dgn).*

7. *Tệp tin của nhóm "Thực vật" được đặt tên: (phiên hiệu mảnh)TV.dgn (ví dụ: 117ATV.dgn).*

6.4. Xây dựng hệ thống ký hiệu bản đồ

Bản đồ chỉ được số hóa sau khi đã nắn ảnh quét đạt hạn sai như đã nêu trên. Các yếu tố thuộc cơ sở toán học của bản đồ phải được xây dựng tự động theo các chương trình chuyên dụng cho lưới chiếu bản đồ, điểm khống chế tọa độ trắc địa được thể hiện theo tọa độ thật, các yếu tố nội dung khác của bản đồ được số hóa theo trình tự như sau:

1. Điểm khống chế trắc địa (các điểm khống chế trắc địa khác không dùng trong quá trình định vị và nắn)
2. Thủy hệ và các đối tượng có liên quan.

3. Địa hình.
4. Giao thông và các đối tượng có liên quan.
5. Dân cư và đối tượng văn hóa, kinh tế, xã hội.
6. Ranh giới hành chính
7. Thực vật.

Ký hiệu tương ứng của các đối tượng trên đã được quy định có thể rõ ràng trong tập ký hiệu bản đồ địa hình do tổng cục địa chính ban hành.

1. Điểm khống chế trắc địa (không dùng trong quá trình định vị và nắn)

Ngoài các điểm khống chế tọa độ trắc địa được xác định trên bản đồ khi định vị và nắn hình ảnh, cùng các điểm khác : điểm độ cao Nhà nước, điểm độ cao kỹ thuật, điểm khống chế đo vẽ ... phải được thể hiện bằng các ký hiệu tương ứng. Sai số đặt tâm ký hiệu so với vị trí trên bản gốc hoặc so với hình ảnh quét đã nắn khi số hóa không được vượt quá 0,1 mm trên bản đồ.

2. Dân cư và các đối tượng kinh tế, văn hóa, xã hội

Các khu dân cư được thể hiện theo tỉ lệ phải được số hóa thành một đối tượng kiểu vùng khép kín. Trong trường hợp khu dân cư có hình thức quá phức tạp có thể cắt thành một số vùng nhỏ hơn giáp nhau. Không số hóa khu dân cư đông đúc thành từng vùng riêng biệt theo mép đường giao thông nét đôi nửa theo tỉ lệ (nghĩa là khu dân cư phải số hóa thành vùng liên tục và đường giao thông nửa theo tỉ lệ số hóa đi qua vùng dân cư).

Các đường bao làng, nghĩa trang là hàng rào, tường vây, ranh giới thực vật v.v. phải số hóa vào các lớp có nội dung tương ứng, không số hóa vào lớp riêng.

Đường dây điện các loại ngoài khu dân cư chạy liên tục thì vào “linestyle” để chọn kiểu đường để biểu thị, trong khu dân cư dùng cell để biểu thị ký hiệu cột vào những vị trí tương ứng.

3. Đường giao thông và các đối tượng liên quan

Các đối tượng đường giao thông cùng một tính chất phải được số hóa liên tục, không đứt đoạn, kể cả các đoạn đường qua sông nét đôi, qua cầu, qua các chữ ghi chú hay chạy qua điểm dân cư và các địa vật độc lập khác (khi chế in sẽ phải thêm một số thủ thuật để khắc phục những vấn đề này).

Chỗ giao nhau của các đường giao thông (ngã ba, ngã tư...) vẽ nửa theo tỉ lệ được phép chùng đờ ký hiệu đường, không phải tu chỉnh để đảm bảo tính liên tục của đường. Tại các điểm này phải có các điểm nút (vertex).

Đường giao thông cũng như các địa vật hình tuyến khác không được trùng lên đường bờ nước hoặc đường sông 1 nét. Trong trường hợp các ký hiệu đường này đi quá gần sông, chúng được phép dịch chuyển sao cho cách sông hoặc đường bờ nước 0,2 mm trên bản đồ.

Các đường nét đôi nửa theo tỉ lệ phải được số hóa vào giữa tâm đường và phải được biểu thị bằng linestyle, không được số hóa 2 lần theo mép đường hoặc dùng công cụ offset element hoặc copy parallel để vẽ.

Các đường 2 nét vẽ theo tỉ lệ nếu 2 mép đường song song cách đều nhau thì dùng công cụ multi-line để vẽ. Trường hợp 2 mép đường không song song cách đều nhau và các ngã ba, ngã tư có độ rộng được thể hiện theo tỉ lệ trên bản đồ thì số hóa theo các mép đường. Lòng đường là vùng khép kín đóng theo mép đường.

Các cầu thể hiện bằng ký hiệu nửa theo tỉ lệ dùng linestyle để biểu thị, cùng các cầu phi tỉ lệ dùng cell để biểu thị.

4. Thủy hệ và các đối tượng liên quan

Các sông suối và đường bờ nước phải được số hóa theo đúng hình ảnh đã được quét. Các sông, kênh mương 1 nét cũng phải được số hóa liên tục, không đứt đoạn. Mỗi một nhánh sông có tên riêng phải là đoạn riêng biệt, không số hóa các nhánh sông có tên khác nhau liền thành 1 nét liên tục. Đường bờ sông 2 nét khi số hoá phải vẽ liên tục không để ngắt quãng bởi các cầu phà như trên bản đồ giấy (khi ra phim chế in sẽ biên tập lại). Những đoạn bờ sông, ao, hồ là đường giao thông hay đập chắn nước, bờ dốc thì được số hóa thành các đối tượng tương ứng và được thể hiện bằng các ký hiệu tương ứng. Các sông, suối, kênh, mương vẽ một nét phải bắt liền vào hệ thống sông ngòi vẽ 2 nét, tại các điểm bắt nối phải có điểm nút (vertex).

Nền sông vẽ nét đôi, ao hồ, các bãi cát chìm, đầm lầy là các vùng khép kín đóng theo đường bờ nước. Trường hợp các vùng nước quá lớn hoặc quá phức tạp, thì có thể chia chúng ra thành các vùng nhá liền kề nhau, nhưng không được chồng đè lên nhau.

5. Địa hình

Đường bình độ phải phù hợp về dáng với thủy hệ. Các khe, mom phải được thể hiện rõ ràng trên bản đồ số hóa (nghĩa là đường bình độ khi đi qua sông phải có một điểm bắt vào sông, suối 1 nét hoặc vào đường bờ nước và điểm đó phải là điểm nhọn nhất của đường bình độ tại khu vực đó).

Đường bình độ không cắt nhau, trong trường hợp đường bình độ vẽ chập, tròn trên bản đồ gốc, khi số hoá phải phóng to các khu vực này để vẽ liên tục.

Đường bình độ, điểm độ cao phải được gán đúng giá trị độ cao (như là tọa độ thứ 3 (z) của đối tượng).

Các loại ký hiệu bãi cát ven bờ, cát lán sùng, cát đôn, cát cồn đều được biểu thị như bói cát phẳng, kích thước chắm bằng nhau, màu nâu hoặc màu đen tương ứng với ký hiệu đã được qui định trong các quyển ký hiệu. Trên bản in phun và bản đồ giấy, các bói cát, bói đá v.v. thể hiện bằng các mẫu ký hiệu trái (pattern) nhưng không thể hiện đường viền các vùng khép kín (polygon) được dùng để trái mẫu ký hiệu. Tuy vậy, các vùng này vẫn phải được lưu giữ riêng vào một file để phục vụ cho việc biên tập các bản đồ khác về sau.

Khu vực núi đá và vách đá khi không có khả năng thể hiện đường bình độ vì độ dốc quá lớn, địa hình phức tạp thì được phép thể hiện bằng sổng núi kết hợp với màu nâu 10%. Trong trường hợp trên vùng núi đá có thực phủ là rừng thì trên bản in phun thể hiện màu nền của rừng và ranh giới vùng núi đá in màu đen cùng với chữ ghi chú "núi đá".

Đường bình độ cũng phải được số hóa vào đúng hình ảnh đã được quét, tuy nhiên trừ những chỗ khi biên tập cần nhấn khe của địa hình thì đường bình độ có thể được số hóa lệch đi, nhưng không được vượt quá hạn sai cho phép (1/3 khoảng cao đều).

Các loại bờ đắp, bờ dốc, gũ đồng vẽ theo tỉ lệ trên bản đồ địa hình tỉ lệ 1:10.000 và 1:25.000 không biểu thị bằng cách trải nét từ mép bờ tới chân dốc như bản đồ in trên giấy, mà mép bờ cao nhất biểu thị bằng ký hiệu qui ước (bằng cách dùng linestyle với phần răng cưa quay về phía dốc xuống), chân bờ dốc được thể hiện bằng chấm ranh giới khoanh bao. Phần mái dốc được hiểu là khoảng cách từ mép bờ cao nhất đến chấm ranh giới khoanh bao.

6. Thực vật

Các vùng thực vật (kể cả thực phủ của làng, nghĩa trang, công viên) phải là các vùng khép kín, được lồng (fill) màu hoặc được trải màu ký hiệu (pattern) phù hợp với các ký hiệu đó được qui định trong ký hiệu bản đồ địa hình tỉ lệ tương ứng. Bảng hướng dẫn sử dụng bộ ký hiệu bản đồ địa hình (các tỉ lệ tương ứng) trong môi trường Microstation). Trong trường hợp các vùng thực vật quá lớn, hình thực quá phức tạp thì có thể chia một vùng thực vật thành nhiều vùng con nằm cạnh nhau, nhưng không được chồng đổ lên nhau hoặc để sót các khoảng trống giữa chúng.

Đối với các vùng thực vật được thể hiện bằng mẫu ký hiệu (pattern) như cây bụi, cá, các loại cây trồng v.v. tuy trên bản đồ giấy cũng như bản đồ số hóa chỉ thể hiện bằng các mẫu ký hiệu (pattern), nhưng vẫn cần phải giữ lại các vùng khép kín (polygon) vào một lớp để tiện cho việc biên tập các loại bản đồ chuyên đề hoặc bản đồ địa hình tỉ lệ nhỏ hơn sau này.

7. Biên giới, địa giới hành chính các cấp, ranh giới (sau đây gọi chung là địa giới)

Các đường địa giới phải là những đường liên tục từ điểm giao nhau này đến điểm giao nhau khác và phải đi theo đúng vị trí thực của đường địa giới, không vẽ qui ước như trên bản đồ giấy. Ví dụ, khi đường địa giới trùng với sông 1 nét thì đoạn địa giới đó phải trùng khít với sông 1 nét mà không vẽ chộ cánh sê dọc 2 bờ sông như trên bản đồ giấy (khi số hóa phải copy đoạn sông 1 nét đó sang lớp địa giới); nếu đường địa giới chạy giữa sông vẽ 2 nét, thì đường địa giới được số hóa thành một đường liền đi giữa sông (không đứt đoạn). Khi ra phim chế in offset, địa giới sẽ phải biên tập lại theo qui định của bản đồ trên giấy.

Các trường hợp địa giới chạy dọc theo yếu tố hình tuyến khác, ví dụ như đường giao thông, cũng áp dụng nguyên tắc như trên.

8. Chữ ghi chú trên bản đồ

Kiểu chữ, cỡ chữ, số ghi chú trên bản đồ được chọn trong tệp chuẩn phong chữ tiếng Việt và phù hợp với qui định của ký hiệu bản đồ địa hình tỉ lệ tương ứng. Địa danh gắn liền với phạm vi phân bố hiện tượng, đối tượng có độ uốn lượn phải bố trí theo đúng phạm vi, chiều uốn lượn của đối tượng.

6.5. Xây dựng tính chuyên đề cho các lớp thông tin riêng biệt

6.5.1. Nguyên tắc phân loại bản đồ chuyên đề

Đề tài bản đồ xác định mức độ đầy đủ chi tiết khác nhau của nội dung bản đồ chuyên đề (theo đề tài có thể). Ngoài ra, trên các bản đồ chuyên đề (BĐCĐ) bao giờ cũng phải xác định mức độ thể hiện các tập hợp địa lý (nền cơ sở địa lý), để trên đó thể hiện các đối tượng hiện tượng chuyên đề.

Ý nghĩa chính của bản đồ chuyên đề là đảm bảo cung cấp cho người sử dụng các thông tin chuyên đề về môi trường tự nhiên và các đối tượng kinh tế – xã hội để giải quyết các nhiệm vụ khoa học hay kinh tế quốc dân, hay truyền đạt các hiểu biết về thế giới quanh ta.

Trên bản đồ chuyên đề cần biểu thị mức độ kiến thức hiện đại về các đối tượng, hiện tượng tương ứng với các ngành khoa học. Mức độ đầy đủ, chi tiết nội dung bản đồ cần tương ứng với tỉ lệ và mục đích bản đồ. Sự phát triển và tiến bộ của bản đồ chuyên đề đảm bảo điều kiện tối ưu giải quyết các nhiệm vụ chuyên ngành. Từ đó xuất hiện các thuật ngữ mới – bản đồ chuyên đề (BĐCĐ) chuyên ngành.

Sự đa dạng phong phú của bản đồ chuyên đề là điều kiện để phân loại và xác định các dạng, loại BĐCĐ. Khi thiết kế BĐCĐ cần xem xét đến mối liên hệ của chúng với các bản đồ địa lý chung.

BĐCĐ có thể phân loại như sau:

- Theo nội dung (đề tài).
- Theo các phương pháp thể hiện.
- Theo mục đích sử dụng.
- Theo tỉ lệ và vùng lãnh thổ thể hiện.

Theo nội dung, BĐCĐ nên được chia nhóm: theo các yếu tố môi trường tự nhiên và các yếu tố kinh tế, xã hội; theo khoa học mà chúng được dùng để nghiên cứu.

Theo phương pháp thể hiện, trên bản đồ chuyên đề có thể sử dụng các phương pháp khác nhau. Theo các chỉ số, đặc trưng chất lượng, số lượng các đối tượng hiện tượng, chúng biểu thị nhiều mặt của đối tượng hiện tượng cần nghiên cứu: cấu trúc hiện tượng, phân bố đối tượng, mối liên quan của chúng, động thái của chúng...

Theo mục đích sử dụng, BĐCĐ được phân loại theo các dấu hiệu sau:

- Bản đồ khai thác và đánh giá, Bản đồ kế hoạch hoá, Bản đồ dự báo...

Theo tỉ lệ và vùng lãnh thổ bản đồ thể hiện, BĐCĐ được phân loại theo nguyên tắc chung như bản đồ địa lý chung.

6.5.2. Đặc điểm thành lập bản đồ chuyên đề

Những đặc điểm chính của thành lập bản đồ chuyên đề gồm có:

- Trên bản gốc biên vẽ người ta nhận được hình ảnh nội dung chuyên đề và các yếu tố đặc điểm địa lý.
- Các bản gốc nội dung chuyên đề là sản phẩm của các cơ quan khác nhau, tổ chức khác nhau (không thuộc ngành bản đồ) do đó đòi hỏi ở mức độ khác nhau.
- Bản gốc biên vẽ có thể thành lập ở dạng tách riêng (bản gốc nội dung chuyên đề + nền cơ sở địa lý) hay tổng hợp.
- Thành lập các bản gốc nội dung chuyên đề có thể là các cơ quan chuyên ngành và phi bản đồ hay các cơ quan thuộc chuyên ngành Trắc địa – Bản đồ.
- Không phụ thuộc là BĐCĐ được thành lập ở đâu, những bản gốc này phải thành lập trên phép chiếu bản đồ đã xác định, bằng hệ thống kí hiệu quy ước và nội dung nền, nét cần phải tương ứng với bảng chú giải đã soạn thảo. Những yêu cầu này là tiêu chuẩn, là bắt buộc với tác phẩm bản đồ.
- Trong thực tế các bản gốc nội dung chuyên đề không tốt (chất lượng đồ hoạ kém, nội dung không chính xác...), không thể sử dụng được, chỉ có thể trả lại và yêu cầu các tư liệu khác cho thành lập BĐCĐ.

6.6. Biên tập và hoàn thiện bản đồ

6.6.1. Biên tập bản đồ

Bản đồ sau khi số hóa phải được biên tập theo các qui định sau:

Các yếu tố nội dung bản đồ sau khi số hoá phải được biên tập theo đúng qui định về phân nhóm lớp, lớp, mã đối tượng. Màu sắc, kích thước và hình dáng của các ký hiệu dùng để thể hiện nội dung bản đồ phải tuân thủ theo các qui định hiện hành cho các loại bản đồ in trên giấy. Ngoài ra, mỗi một màu trên bản đồ được qui định gán một số hiệu màu duy nhất trong bảng màu và độ lớn lực nét các ký hiệu cũng được gán các số hiệu lực nét tương ứng.

6.5.2. Sơ đồ mô tả cấu trúc của một bản đồ số

CẤU TRÚC BẢN ĐỒ SỐ

A. CÁC LỚP TT NỀN ĐỊA LÝ

- A1. Lớp thông tin địa hình - các đường đồng mức
- A2. Hệ thống thủy văn-Sông ngòi, kênh mương, Ao, Hồ
- A3. Hệ thống các đường giao thông
- A4. Sự phân bố các cụm dân cư
- A5. Các công trình văn hoá xã hội
- A6. Ranh giới hành chính và các khu vực ...
- A7. Hệ thống lưới điện và đường dây liên lạc.
-V.V.....

B. CÁC LỚP TT CHUYÊN ĐỀ

- B1. Hiện trạng rừng.
- B2. Hiện trạng sử dụng đất.
- B3. Hiện trạng cây xanh.
- B4. Quy hoạch rừng.
- B5. Quy hoạch sử dụng đất.
-V.V.....

C. CÁC LỚP TT BỔ TRỢ

- C1. Khung và lưới bản đồ
- C2. Thước tỷ lệ
- C3. Đường bao khu vực đo vẽ
- C4. Bảng chú giải các yếu tố nội dung bản đồ
- C5. Nhân bản đồ chuyên đề.
-V.V.....

D. VÍ DỤ

1. Bản đồ hiện trạng rừng = A+B1+C
2. Bản đồ hiện trạng sử dụng đất = A+B2+C
3. Bản đồ hiện trạng cây xanh = A+B3+C
- V.V.....

NỘI DUNG PHẦN THỰC HÀNH

Bài 1: Giới thiệu các chức năng và thanh công cụ xây dựng bản đồ trong Mapinfo

- 2.1. Cài đặt phần mềm Mapinfo
- 2.2. Các chức năng xây dựng bản đồ trong Mapinfo
- 2.3. Các thanh công cụ xây dựng, biên tập bản đồ trong Mapinfo

Bài 2: Quét và định vị bản đồ

- 2.1. Quét bản đồ
- 2.2. Định vị bản đồ
- 2.3. Định vị bản đồ theo toạ độ mặt đất của các điểm địa vật
- 3.4. Định vị bản đồ chuyên đề theo một bản đồ số đã có của khu vực
- 4.5. Kiểm tra kết quả định vị

Bài 3: Xây dựng cơ sở dữ liệu không gian

- 3.1. Số hoá đối tượng dạng vùng
- 3.1. Số hoá đối tượng dạng đường
- 3.1. Số hoá đối tượng dạng điểm và ghi chú

Bài 4: Xây dựng cơ sở dữ liệu thuộc tính

- 4.1. Xây dựng cơ sở dữ liệu thuộc tính đối tượng dạng vùng
 - 4.1.1. Thiết kế và xây dựng các trường CSDL
 - 4.1.2. Liên kết CSDL thuộc tính với CSDL không gian (nhập CSDL)
- 4.2. Xây dựng cơ sở dữ liệu thuộc tính đối tượng dạng đường
 - 4.2.1. Thiết kế và xây dựng các trường CSDL
 - 4.2.2. Liên kết CSDL thuộc tính với CSDL không gian (nhập CSDL)
- 4.3. Xây dựng cơ sở dữ liệu thuộc tính đối tượng dạng điểm và ghi chú
 - 4.3.1. Thiết kế và xây dựng các trường CSDL
 - 4.3.2. Liên kết CSDL thuộc tính với CSDL không gian (nhập CSDL)

Bài 5: Thiết kế xây dựng các lớp thông tin bổ trợ

- 5.1. Thiết kế khung lưới bản đồ
- 5.2. Thiết kế bảng chú giải
- 5.3. Thiết kế thước tỷ lệ
- 5.4. Thiết kế bản đồ hành chính hoặc sơ đồ hành chính
- 5.5. Thiết kế bố cục ngoài khung

Bài 6: Chồng xếp chuẩn hoá các tệp tin và in bản đồ

- 6.1. Chồng xếp các tệp tin và chuẩn hoá dữ liệu bản đồ
- 6.2. Thiết kế trang in theo tỷ lệ định trước

6.3. In bản đồ

Bài 7: Phân tích và xử lý thông tin

7.1. Hỏi đáp, tìm kiếm và hiển thị thông tin

7.2. Hiệu chỉnh, cập nhật và biến đổi bản đồ

7.3. Thống kê, phân tích số liệu

Bài 8: Chuyển đổi dữ liệu bản đồ giữa các phần mềm

8.1. Chuyển đổi dữ liệu từ AutoCad sang MicroStation

8.2. Chuyển đổi dữ liệu từ MicroStation sang AutoCad

8.3. Chuyển đổi dữ liệu từ MicroStation hoặc AutoCad sang MapInfo

8.4. Chuyển đổi dữ liệu từ MapInfo sang MicroStation hoặc AutoCad

8.5. Chuyển dữ liệu từ MapInfo sang ArcView

8.6. Chuyển dữ liệu từ ArcView sang MapInfo