

# Hệ thống thông tin địa lý(GIS) và một số ứng dụng trong Hải Dương Học

*Nguyễn Hồng Phương  
Đinh Văn Ưu*



NXB Đại học quốc gia Hà Nội 2007, 36 Tr.

*Từ khoá: công nghệ GIS, Cấu trúc dữ liệu, hải dương học, phép chiếu bản đồ.*

---

*Tài liệu trong Thư viện điện tử ĐH Khoa học Tự nhiên có thể được sử dụng cho mục đích học tập và nghiên cứu cá nhân. Nghiêm cấm mọi hình thức sao chép, in ấn phục vụ các mục đích khác nếu không được sự chấp thuận của nhà xuất bản và tác giả.*

---

# Mục lục

<b>Chương 1</b>	<b>GIỚI THIỆU HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ (GIS)</b> .....	<b>5</b>
1.1	Mở đầu .....	5
1.2	Những cột mốc trong lịch sử hình thành và phát triển công nghệ GIS .....	6
1.3	Các thành phần của GIS .....	7
1.3.1	Phần cứng .....	7
1.3.2	Các modul phần mềm của hệ thống thông tin địa lý .....	8
1.4	Đối tượng của GIS .....	10
<b>Chương 2</b>	<b>DỮ LIỆU SỬ DỤNG TRONG GIS</b> .....	<b>11</b>
2.1	Các dữ liệu địa lý .....	11
2.2	Các dữ liệu không gian và các dữ liệu thuộc tính .....	11
2.3	Các cấu trúc dữ liệu địa lý .....	12
2.3.1	Cấu trúc dữ liệu phân cấp .....	12
2.3.2	Cấu trúc dữ liệu mạng .....	12
2.3.3	Cấu trúc dữ liệu quan hệ .....	13
2.4	Các mô hình dữ liệu địa lý .....	14
2.4.1	Vector và raster .....	14
2.4.2	So sánh các mô hình dữ liệu vector và raster .....	15
2.5	Các lớp thông tin địa lý .....	16
<b>Chương 3</b>	<b>CÁC PHÉP CHIẾU BẢN ĐỒ</b> .....	<b>17</b>
3.1	Mở đầu .....	17
3.2	Kiến thức cơ sở .....	17
3.3	Hệ toạ độ cầu .....	18
3.4	Các tính chất của phép chiếu bản đồ .....	19
3.5	Phân loại các phép chiếu bản đồ .....	19
3.5.1	Các phép chiếu nón .....	20
3.5.2	Các phép chiếu trụ .....	20
3.5.3	Các phép chiếu phẳng .....	21
<b>Chương 4</b>	<b>ỨNG DỤNG GIS</b> .....	<b>23</b>
4.1	Về các ứng dụng GIS .....	23
4.1.1	Các ứng dụng kiểm kê .....	23
4.1.2	Các ứng dụng phân tích .....	23
4.1.3	Các ứng dụng quản lý .....	23
4.2	Ứng dụng GIS trong việc xây dựng và quản lý cơ sở dữ liệu tổng hợp .....	23
4.2.1	Cơ sở dữ liệu tổng hợp .....	23
4.2.2	GIS trong việc thiết kế cơ sở dữ liệu .....	24
4.2.3	GIS trong việc xây dựng và quản lý cơ sở dữ liệu .....	25
4.3	Một số kết quả ứng dụng GIS trong nghiên cứu hải dương học và quản lý tài nguyên môi trường biển ở Việt Nam .....	28
4.3.1	Vẽ bản đồ biển Đông và các vùng biển Việt Nam .....	28
4.3.2	Xây dựng mô hình dự báo cá khai thác phục vụ đánh bắt xa bờ ở vùng biển Việt Nam .....	29
4.3.3	Nghiên cứu tác động của quá trình đô thị hoá lên chất lượng nước vịnh Hạ Long .....	29
4.3.4	Nghiên cứu quản lý tổng hợp tài nguyên môi trường vịnh Văn Phong, Khánh Hòa .....	30

4.4	Giới thiệu một số phần mềm xử lý đồ họa và GIS thông dụng.....	30
4.4.1	Phân biệt các phần mềm xử lý GIS và các phần mềm đồ họa máy tính .....	30
4.4.2	Các phần mềm xử lý đồ họa bằng máy tính.....	31
4.4.3	Các phần mềm xử lý GIS .....	31

## LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay, khi mọi sự vật trong thế giới xung quanh ta, từ ngôi nhà, đường phố, hàng cây đến khu rừng, dãy núi hay biển cả, tất cả đều có thể được thu nhỏ lại và nằm gọn trong tầm tay của chúng ta nhờ một công cụ vô cùng mạnh mẽ: công nghệ Hệ thống thông tin địa lý (gọi tắt theo tên tiếng Anh là GIS), thì ngày càng có nhiều người đến với GIS.

Cuốn sách này sẽ giới thiệu với các bạn về công nghệ GIS. Và mặc dù đây là cuốn giáo trình biên soạn cho sinh viên khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, trường Đại học Khoa học Tự nhiên, nó cũng có thể trở nên bổ ích cho những ai lần đầu tiên làm quen với khái niệm này, và cả những ai muốn nắm bắt công nghệ này và biến nó trở thành một công cụ đắc lực trong công việc chuyên môn của mình trong tương lai.

Giáo trình này bao gồm hai phần chính. Phần thứ nhất là phần lý thuyết, giới thiệu khái niệm và những nguyên lý cơ bản nhất của GIS. Phần thứ hai là phần thực hành, với nội dung hướng dẫn người đọc sử dụng phần mềm *ArcView GIS*, một trong những công cụ xử lý mạnh cho phép làm việc trên môi trường PC. Trong phần hai còn có các bài tập thực hành đi kèm theo mỗi chương. Việc giải các bài tập thực hành này không chỉ giúp cho các học viên hiểu sâu thêm về những vấn đề lý thuyết đã được học, mà còn có thể sử dụng thành thạo phần mềm này như một công cụ mạnh và có được những ứng dụng thiết thực trong công tác chuyên môn sau khi kết thúc khoá học.

Do đây là lần đầu biên soạn, giáo trình không khỏi có những thiếu sót. Chúng tôi hoan nghênh ý kiến đóng góp từ phía các bạn sinh viên, những người đọc và sử dụng cuốn giáo trình này để cho chất lượng của giáo trình và hiệu quả của các ứng dụng sau khoá học ngày càng được nâng cao.

*Các tác giả*

## Chương 1

# GIỚI THIỆU HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ (GIS)

### 1.1 Mở đầu

Quá trình phát triển xã hội loài người đã nảy sinh yêu cầu giao lưu giữa những người đương thời với nhau và giữa người đời trước và người đời sau. Những nội dung họ thông tin với nhau là phi vật chất nhưng cần được thể hiện thông qua một hình thức nào đó như hình vẽ, mô hình, chữ viết...

Việc sinh ra chữ viết là một bước ngoặt lớn của nhân loại về khả năng thông tin. Bằng một quyển sách nhỏ họ có thể miêu tả chi tiết một sự vật, một hiện tượng tự nhiên hay xã hội và lưu trữ lại cho các thế hệ sau này nhận thức lại. Thế rồi thông tin chữ viết vẫn chưa thỏa mãn được nhu cầu ngày càng cao của quá trình trao đổi thông tin không gian nhất là nhiều thông tin trên một diện rộng thì việc biểu diễn bằng văn bản đã bộc lộ những yếu điểm.

Một hình thức thông tin khác đã ra đời, đó là bản đồ. Người ta biểu diễn các thông tin không gian bằng cách thu nhỏ kích thước sự vật theo một tỉ lệ nào đó rồi vẽ lên mặt phẳng. Để biểu diễn độ cao thấp thì dùng các dạng ký hiệu riêng (màu, ghi độ cao, đường bình độ). Những thông tin biểu diễn các điểm tính chất của sự vật thì giải thích bằng chữ và số kèm theo các sự vật được biểu diễn. Sự có mặt của hệ thông tin bản đồ đã làm cho nhiều ngành khoa học kĩ thuật phát triển thêm một bước dài, nhất là khoa học quân sự.

Từ lâu bản đồ là một công cụ thông tin quen thuộc đối với loài người. Trong quá trình phát triển kinh tế kĩ thuật, bản đồ luôn được cải tiến sao cho ngày càng đầy đủ thông tin hơn, ngày càng chính xác hơn. Khi khối lượng thông tin quá lớn trên một đơn vị diện tích bản đồ thì người ta tiến đến việc lập bản đồ chuyên đề. Ở bản đồ chuyên đề, chỉ có những thông tin theo một chuyên đề nào đó được biểu diễn. Trên một đơn vị diện tích địa lí 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, bản đồ hiện trạng xây dựng...

Trong những năm đầu thập kỉ 60 (1963-1964) các nhà khoa học ở Canada đã cho ra đời hệ thông tin địa lý. Hệ thống thông tin địa lý kế thừa mọi thành tựu trong ngành bản đồ cả về ý tưởng lẫn thành tựu của kĩ thuật bản đồ. Hệ thông tin địa lý bắt đầu hoạt động cũng bằng việc thu thập dữ liệu theo định hướng tùy thuộc vào mục tiêu đặt ra.

Bên cạnh Canada, nhiều trường đại học ở Mỹ cũng tiến hành nghiên cứu và xây dựng Hệ thông tin địa lý. Trong các Hệ thông tin địa lý được tạo ra cũng có rất nhiều hệ không tồn tại được lâu vì nó được thiết kế công kênh mà giá thành lại cao. Lúc đó người ta đặt lên hàng đầu việc khắc phục những khó khăn nảy sinh trong quá trình xử lý các số liệu đồ họa truyền thống. Họ tập trung giải quyết vấn đề đưa bản đồ, hình dạng, hình ảnh, số liệu vào máy tính bằng phương pháp số để xử lý các dữ liệu này. Tuy kĩ thuật số hóa đã được sử dụng từ năm 1950 nhưng điểm mới của giai đoạn này chính là các bản đồ được số hóa có thể liên kết với nhau để tạo ra một bức tranh tổng thể về tài nguyên thiên nhiên của một khu vực. Từ đó máy

tính được sử dụng và phân tích các đặc trưng của các nguồn tài nguyên đó, cung cấp các thông tin bổ ích, kịp thời cho việc quy hoạch. Việc hoàn thiện một Hệ thống tin địa lý còn phụ thuộc vào công nghệ phần cứng mà ở thời kỳ này các máy tính IBM 1401 còn chưa đủ mạnh. Giai đoạn đầu những năm 60 của thế kỷ trước đánh dấu sự ra đời của Hệ thống tin địa lý chủ yếu được phục vụ cho công tác điều tra quản lý tài nguyên. Đến giữa thập kỷ 60 thì Hệ thống tin địa lý đã phát triển, có khả năng phục vụ công tác khai thác và quản lý đô thị như DIME của cơ quan kiểm toán Mỹ, GRDSR của cơ quan thống kê Canada,... Năm 1968, Hội địa lý quốc tế đã quyết định thành lập Ủy ban thu thập và xử lý dữ liệu địa lý.

Trong những năm 70 ở Bắc Mỹ đã có sự quan tâm nhiều hơn đến việc bảo vệ môi trường và phát triển Hệ thống tin địa lý. Cũng trong khung cảnh đó, hàng loạt yếu tố đã thay đổi một cách thuận lợi cho sự phát triển của Hệ thống tin địa lý, đặc biệt là sự giảm giá thành cùng với sự tăng kích thước bộ nhớ, tăng tốc độ tính toán của máy tính. Chính nhờ những thuận lợi này mà Hệ thống tin địa lý dần dần được thương mại hóa. Đứng đầu trong lĩnh vực thương mại phải kể đến các cơ quan, công ty: ESRI, GIMNS, Intergraph.... Chính ở thời kỳ này đã xảy ra “loạn khuôn dạng dữ liệu” và vấn đề phải nghiên cứu khả năng giao diện giữa các khuôn dạng. Năm 1977 đã có 54 Hệ thống tin địa lý khác nhau trên thế giới. Bên cạnh Hệ thống tin địa lý, thời kỳ này còn phát triển mạnh mẽ các kỹ thuật xử lý ảnh viễn thám. Một hướng nghiên cứu kết hợp Hệ thống tin địa lý và viễn thám được đặt ra và cùng bắt đầu thực hiện.

Thập kỷ 80 được đánh dấu bởi các nhu cầu sử dụng Hệ thống tin địa lý 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 hóa dữ liệu: sai số, chuyển đổi khuôn dạng... Thời kỳ này có sự nhảy vọt về tốc độ tính toán, sự mềm dẻo trong việc xử lý dữ liệu không gian. Thập kỷ này được đánh dấu bởi sự nảy sinh các nhu cầu mới trong ứng dụng Hệ thống tin địa lý như: Khảo sát thị trường, đánh giá khả thi các phương án quy hoạch, sử dụng tối ưu các nguồn tài nguyên, các bài toán giao thông, cấp thoát nước... Có thể nói đây là thời kỳ bùng nổ Hệ thống tin địa lý.

Những năm đầu của thập kỷ 90 được đánh dấu bằng việc nghiên cứu sự hoà nhập giữa viễn thám và Hệ thống thông tin địa lý. Các nước Bắc Mỹ và châu Âu gặt hái được nhiều thành công trong lĩnh vực này. Khu vực châu Á - Thái Bình Dương cũng đã thành lập được nhiều trung tâm nghiên cứu viễn thám và Hệ thống thông tin địa lý. Rất nhiều hội thảo quốc tế về ứng dụng viễn thám và Hệ thống thông tin địa lý được tổ chức nhằm trao đổi kinh nghiệm và thảo luận về khả năng phát triển các ứng dụng của công nghệ Hệ thống thông tin địa lý.

*Hệ thống tin địa lý có thể được định nghĩa như là tập hợp các công cụ để thu thập, lưu trữ, chỉnh sửa, truy cập, phân tích và cập nhật các thông tin địa lý cho một mục đích chuyên biệt.*

## 1.2 Những cột mốc trong lịch sử hình thành và phát triển công nghệ GIS

Dưới đây liệt kê vắn tắt những thời điểm, sự kiện lịch sử, tên tuổi các tổ chức và các nhà khoa học đã có đóng góp quan trọng vào quá trình hình thành và phát triển của công nghệ GIS.

- ✓ 1963 – Phòng đồ họa vi tính của trường Đại học tổng hợp Harvard (R. Fisher, J. Dangermond, D. Sinton, N. Chrisman, G. Dutton, S. Morehouse, T. Peuker).
- ✓ 1963 – Thành lập Hiệp hội các hệ thống thông tin đô thị và khu vực (URISA).
- ✓ 1964 – Symap ra đời (Hệ thống phần mềm vẽ bản đồ cơ sở do Đại học tổng hợp Harvard xây dựng).

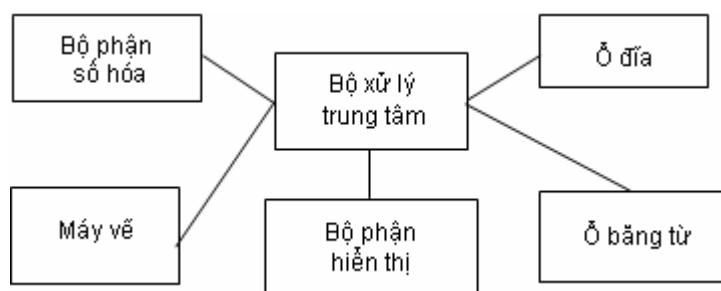
- ✓ Giữa những năm 60 – Tổng cục Điều tra dân số của Mỹ xây dựng quy trình vẽ bản đồ địa chính theo địa chỉ (D. Cooke, M. White xây dựng lý thuyết về quan hệ không gian cho các dữ liệu địa lý).
- ✓ 1967 – GIS Canada ra đời (R. Tomlinson là tác giả của thuật ngữ GIS).
- ✓ 1967 – Thành lập Cơ quan đo vẽ bản đồ thực nghiệm ở Anh (Boyle, Rhind).
- ✓ 1969 – Thành lập Intergraph và ESRI (Dangermond và Morehouse).
- ✓ 1973 – Các hội nghị về Hệ thống thông tin đô thị (URPIS) được tổ chức tại Ôxtrâyliia dẫn đến sự thành lập của Tổ chức các hệ thống thông tin đô thị Ôxtrâyliia (AURISA) năm 1975.
- ✓ 1974 – Các hội nghị về AutoCarto được tổ chức.
- ✓ 1973 – ODYSSEY (tiền thân của phần mềm GIS do Tổng hợp Harvard xây dựng) ra đời.
- ✓ 1978 – Hệ thống hiển thị thông tin nội địa Nhà Trắng (Mỹ) ra đời.
- ✓ 1980 – Phần mềm ArcINFO ra đời.
- ✓ 1987 – Phần mềm MapINFO ra đời.
- ✓ 1987 – Tạp chí GIS quốc tế ra đời.

### 1.3 Các thành phần của GIS

Hệ thống thông tin địa lý bao gồm bốn thành phần quan trọng là phần cứng của máy tính, tập hợp các modul phần mềm ứng dụng, cơ sở dữ liệu GIS và yếu tố con người. Yếu tố con người ở đây bao hàm cả các chuyên gia trong lĩnh vực GIS lẫn lĩnh vực chuyên môn hẹp là đối tượng của các ứng dụng GIS. Đây là thành phần quan trọng nhất, vì chỉ có con người mới có thể sử dụng các công cụ GIS để xây dựng cơ sở dữ liệu và tạo ra các sản phẩm GIS. Cơ sở dữ liệu GIS sẽ được đề cập đến trong chương II. Dưới đây sẽ giới thiệu chi tiết hơn về các phần cứng và phần mềm, vốn có chức năng như là các công cụ của một hệ thống thông tin địa lý.

#### 1.3.1 Phần cứng

Phần cứng tổng quát của Hệ thống thông tin địa lý gồm những thiết bị được thể hiện theo sơ đồ sau (Hình 1.1):



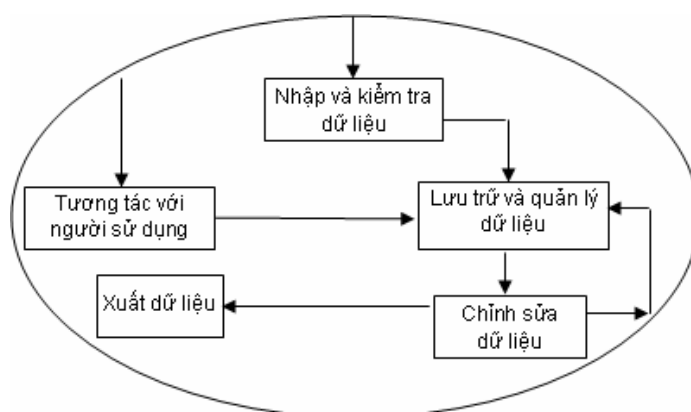
**Hình 1.1.**  
Các thành phần cứng chính của hệ thống thông tin địa lý

Đơn vị xử lý trung tâm được kết nối với đơn vị lưu trữ gồm ổ đĩa, băng từ để lưu trữ dữ liệu và chương trình. Bản số hóa hoặc các thiết bị tương tự khác được xử lý dùng cho chuyển đổi dữ liệu trong bản đồ thành dạng số và gửi vào máy tính. Máy vẽ hoặc các thiết bị hiển thị khác dùng để hiển thị các kết quả xử lý dữ liệu. Băng từ còn sử dụng để truyền thông với các hệ thống khác. Việc kết nối truyền thông các máy tính được thực hiện thông qua hệ thống

mạng với các đường dữ liệu đặc biệt hoặc đường điện thoại qua modem. Thiết bị hình là thiết bị giao tiếp hiển thị như màn hình, thông qua đó người sử dụng điều khiển máy tính.

### 1.3.2 Các modul phần mềm của hệ thống thông tin địa lý

Các thành phần phần mềm cơ bản của Hệ thống thông tin địa lý được thể hiện qua sơ đồ trên hình 1.2. Hệ thống phần mềm của Hệ thống thông tin địa lý lại bao gồm năm thành phần cơ bản, thực hiện các chức năng sau:



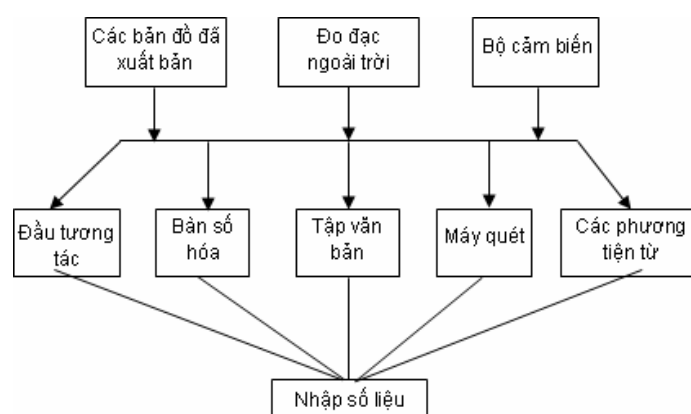
**Hình 1.2.**

Thành phần phần mềm cơ bản của hệ thống thông tin địa lý

- ✓ Nhập và kiểm tra dữ liệu.
- ✓ Lưu trữ và quản lý cơ sở dữ liệu.
- ✓ Xuất dữ liệu.
- ✓ Chỉnh sửa dữ liệu.
- ✓ Tương tác với người sử dụng.

Dưới đây trình bày chi tiết bốn chức năng chính của hệ thống phần mềm sử dụng trong một hệ thống thông tin địa lý. Đó là các chức năng nhập, lưu trữ-quản lý, biến đổi và xuất dữ liệu.

#### 1. Nhập dữ liệu



**Hình 1.3.**

Sơ đồ nhập số liệu

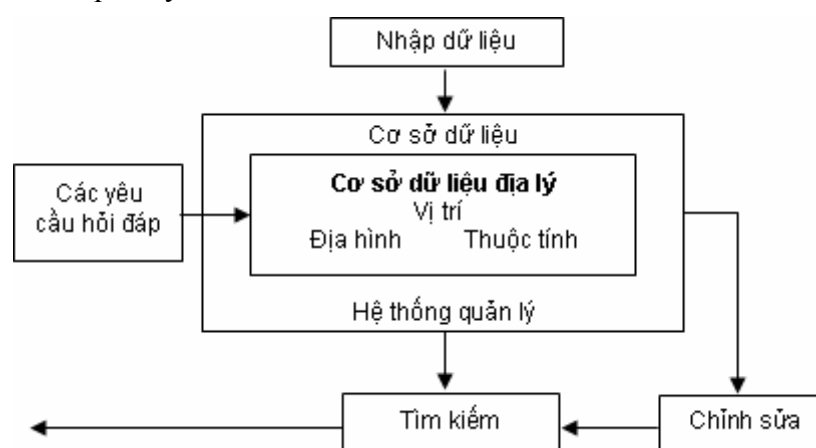
Hệ thống này bao gồm tất cả các công cụ và phương pháp thực hiện quy trình biến đổi dữ liệu đã ở dạng bản đồ, dữ liệu quan trắc, các dữ liệu đo từ các bộ cảm biến (bao gồm ảnh vũ trụ, ảnh hàng không, thiết bị ghi) thành dạng số tương thích. Rất nhiều công cụ máy tính sẵn có cho công việc này bao gồm các thiết bị đầu cuối tương tác, thiết bị hiển thị nhìn thấy



được, thiết bị số hóa, thiết bị quét, các dữ liệu trong tệp văn bản. Dữ liệu nhập vào sẽ được lưu trữ trên thiết bị từ như đĩa, băng từ. Quá trình nhập và kiểm tra dữ liệu rất cần thiết cho việc xây dựng cơ sở dữ liệu địa lý. Sơ đồ hệ thống nhập dữ liệu trong một hệ thống tin địa lý được minh họa trên hình 1.3.

## 2. Lưu trữ và quản lý cơ sở dữ liệu

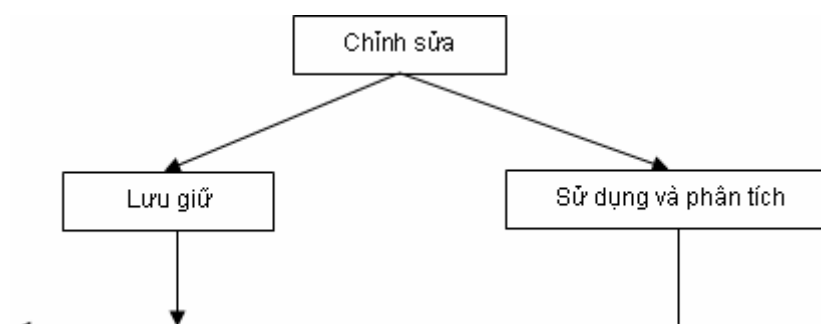
Lưu trữ và quản lý cơ sở dữ liệu đề cập đến phương pháp kết nối các dữ liệu không gian và thông tin thuộc tính của các đối tượng địa lý (điểm, đường, vùng đại diện cho các đối tượng thực trên bề mặt Trái Đất). Cả hai loại dữ liệu đó được cấu trúc, tổ chức liên hệ với cách chúng sẽ được thao tác trong máy tính sao cho người sử dụng hệ thống có thể hiểu được. Mô hình của modul quản lý và lưu trữ cơ sở dữ liệu minh họa trên hình 1.4.



**Hình 1.4.**  
Mô hình của modul quản lý và lưu trữ cơ sở dữ liệu

## 3. Chỉnh sửa dữ liệu

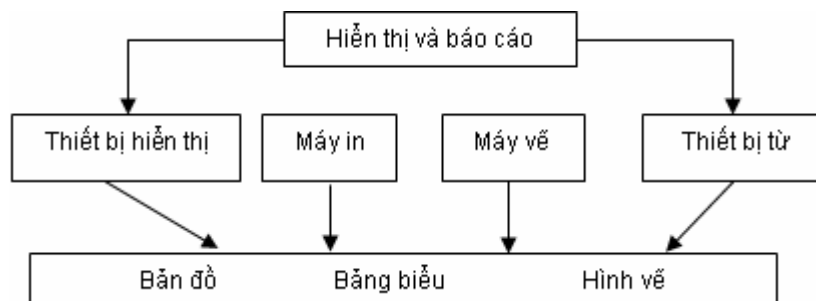
Chỉnh sửa dữ liệu gồm hai loại thao tác nhằm mục đích xoá bỏ lỗi từ dữ liệu và cập nhật chúng. Modul này áp dụng các phương pháp phân tích dữ liệu khác nhau để tìm ra câu trả lời cho các yêu cầu, các câu hỏi của hệ thống thông tin địa lý. Việc chỉnh sửa dữ liệu có thể thực hiện riêng biệt đối với các dữ liệu không gian và thông tin thuộc tính hoặc đồng thời đối với cả hai loại dữ liệu này. Chỉnh sửa dữ liệu có thể hiểu như các hành động được kết nối với việc thay đổi tỷ lệ, phù hợp dữ liệu khi chuyển sang lưới chiếu mới, tính toán chu vi diện tích... Nói chung các thao tác đó phụ thuộc vào mục đích cụ thể của ứng dụng hệ thống thông tin địa lý.



**Hình 1.5.**  
Chỉnh sửa dữ liệu

#### 4. Xuất dữ liệu

Modul xuất dữ liệu (hình 1.6) đưa các báo cáo kết quả của quá trình phân tích dữ liệu tới người sử dụng. Dữ liệu được đưa ra có thể dưới dạng bản đồ, bảng, biểu đồ, lưu đồ được thể hiện bằng hình ảnh trên màn hình, máy in, máy vẽ hoặc được ghi trên các thiết bị từ dưới dạng số.



**Hình 1.6.**  
Xuất dữ liệu

#### 1.4 Đối tượng của GIS

- ✓ Hỗ trợ hiệu quả cho việc lập kế hoạch và ra quyết định;
- ✓ Cung cấp các công cụ mạnh trong các quá trình thu thập, quản lý và xử lý số liệu;
- ✓ Khả năng tích hợp thông tin và dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau;
- ✓ Khả năng phân tích-tra vấn tổng hợp, sử dụng các dữ liệu địa lý đã được tham chiếu địa lý để tạo các kết quả mới.
- ✓ Các ứng dụng GIS có thể đáp ứng các yêu cầu sau đây:
- ✓ Định vị: Đối tượng nào đang có tại một vị trí xác định?
- ✓ Điều kiện: Xác định các vị trí thoả mãn một hoặc nhiều điều kiện cụ thể;
- ✓ Xu thế: Những biến động theo thời gian;
- ✓ Mô hình: Những biến động theo không gian;
- ✓ Kịch bản: Nếu... thì...