

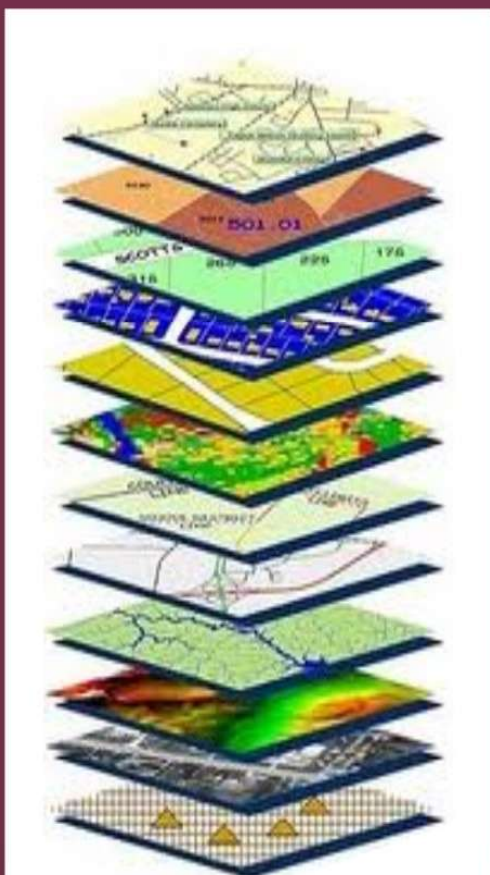
TRẦN THỊ PHƯỢNG

HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ



NXB ĐẠI HỌC HUẾ

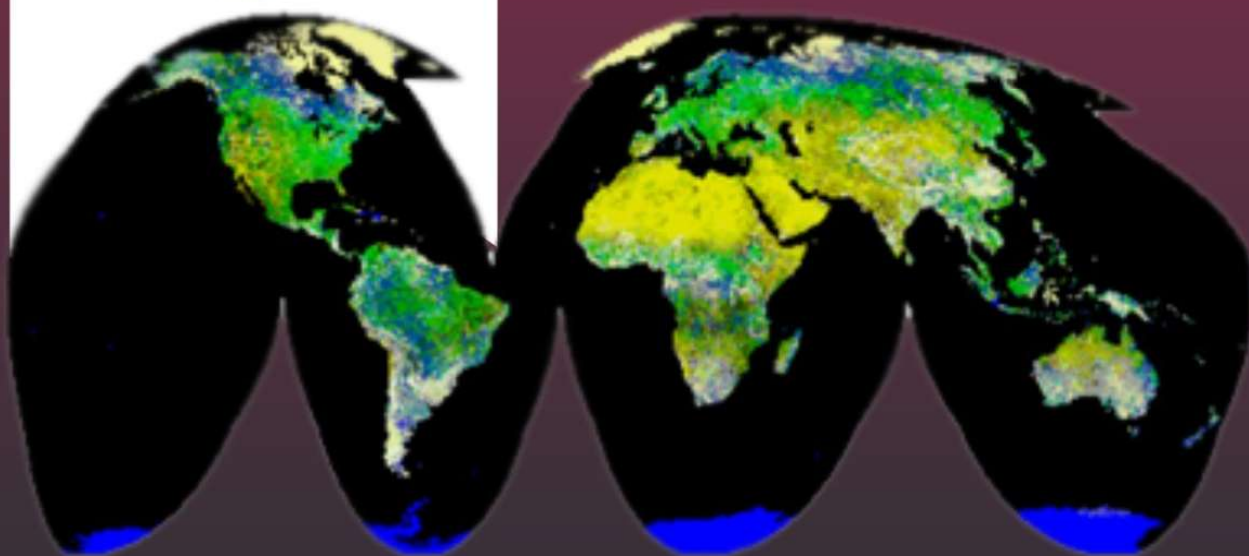
ĐẠI HỌC HUẾ
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM
TRẦN THỊ PHƯỢNG



GIÁO TRÌNH

HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ

GEOGRAPHIC
INFORMATION
SYSTEMS - GIS



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC HUẾ

ĐẠI HỌC HUẾ
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM

TRẦN THỊ PHƯỢNG

GIÁO TRÌNH
HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ - GIS

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC HUẾ, 2014

Biên mục trên xuất bản phẩm của Thư viện Quốc gia Việt Nam

Trần Thị Phụng

Giáo trình Hệ thống thông tin địa lý – Geographic Information Systems – GIS/ Trần Thị Phụng – Huế: Đại học Huế, 2014. – 229tr.; 24cm.

1. Tài nguyên đất
2. Ứng dụng
3. Hệ thống thông tin địa lý
4. Giáo trình

333.730285 – dc23

LỜI NÓI ĐẦU

Nội dung các chương có lồng ghép câu hỏi ôn tập và các ví dụ minh cụ thể để bạn đọc thuận lợi trong việc nắm bắt cả phần lý thuyết và thực tiễn. Phần cuối giáo trình là các khái niệm và thuật ngữ để bạn đọc tiện tra cứu. Tác giả đã cố gắng biên soạn nội dung và cập nhật những thay đổi, những lĩnh vực ứng dụng mới của GIS.

Giáo trình GIS được biên soạn trên cơ sở mục tiêu và khung chương trình đào tạo kỹ sư ngành Quản lý đất đai đã được Hội đồng khoa học - Giáo dục trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế thông qua. Bao gồm:

Chương 1. Các khái niệm cơ bản của hệ thống thông tin địa lý.

Chương 2. Cấu trúc và mô hình dữ liệu hệ thống thông tin địa lý.

Chương 3. Mô hình số độ cao - DEM.

Chương 4. Chức năng hệ thống thông tin địa lý.

Chương 5. Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý trong quản lý tài nguyên thiên nhiên.

Chương 6. Hướng dẫn ứng dụng phần mềm ArcGIS trong quản lý tài nguyên đất.

Với 6 chương bao gồm cả lý thuyết và thực hành, giáo trình Hệ thống thông tin địa lý được biên soạn để hỗ trợ người sử dụng áp dụng kỹ thuật GIS trong việc phân tích dữ liệu địa lý và mô hình hóa không gian để đưa ra quyết định và các giải pháp sử dụng tài nguyên có hiệu quả và bền vững.

Khi biên soạn giáo trình này, tôi đã nhận được sự hỗ trợ nhiệt tình từ phía quý thầy cô giáo trong Bộ môn Công nghệ quản lý đất đai. Bên cạnh đó, trong quá trình hoàn thiện giáo trình này, tôi đã nhận được nhiều ý kiến đóng góp của các nhà khoa học cùng chuyên môn, đặc biệt là PGS. TS. Huỳnh Văn Chương (phản biện 1) và TS. Hồ Kiệt (phản biện 2) cùng các đồng nghiệp khác. Tôi cũng xin chân thành gửi lời cảm ơn đến các tác giả đã từng biên soạn sách tham khảo và giáo trình hệ thống thông tin địa lý như: Petter A. Burrough, Michael N. Demers, David J. Maguire, Michael Batty, Michael F. Goodchild, TS. Nguyễn Văn Lợi, TS. Đặng Văn Đức và Th.S. Trần Thị Băng Tâm.

Mặc dù trong quá trình biên soạn, tôi đã chú ý bám sát mục tiêu và khung chương trình đào tạo để đảm bảo kiến thức về Hệ thống thông tin địa lý phù hợp với điều kiện thực tế trong công tác quản lý tài nguyên đất ở Việt Nam, nhưng chắc chắn không thể tránh khỏi những thiếu sót. Vì vậy, tôi rất mong được những ý kiến đóng góp quý báu của các độc giả.

Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về địa chỉ email: tranthiphuong@huaf.edu.vn.

Tôi xin chân thành cảm ơn sự tham gia đóng góp ý kiến của các nhà khoa học và các độc giả!

Tác giả

BẢNG CÁC CHỮ CÁI VIẾT TẮT

BTNMT	Bộ Tài nguyên và Môi trường
CAD	Hệ thống máy tính hỗ trợ thiết kế
CPU	Bộ phận điều khiển trung tâm
CSDL	Cơ sở dữ liệu
DBMS	Hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu
DEM	Mô hình số độ cao
DITAGIS	Trung tâm công nghệ thông tin địa lý
ESRI	Viện nghiên cứu hệ thống môi trường Mỹ
GRID	Lưới tam giác đồng đều
GCNQSDĐ	Giấy chứng nhận quyền sử dụng đất
GIS	Hệ thống thông tin địa lý
GPS	Hệ thống định vị toàn cầu
IDW	Nội suy theo trọng số
UBND	Ủy ban nhân dân
USDA	Dịch vụ bảo tồn đất (USDA)
RS	Viễn thám
TCVN	Tiêu chuẩn Việt Nam
TIN	Lưới tam giác bất quy tắc
TT	Thông tư

MỤC LỤC

Chương 1. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN CỦA HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ	1
1.1. Định nghĩa hệ thống thông tin địa lý - GIS	1
1.1.1. Lịch sử hình thành GIS	1
1.1.2. Định nghĩa GIS.....	3
1.2. Các thành phần chính của GIS.....	5
1.2.1. Phần cứng.....	6
1.2.2. Phần mềm.....	6
1.2.3. Dữ liệu.....	8
1.2.4. Người sử dụng	8
1.2.5. Phương pháp.....	9
1.3. Một số ứng dụng của GIS trong các ngành khoa học, kinh tế và kỹ thuật.....	10
1.3.1. Quản lý tài nguyên thiên nhiên và môi trường.....	10
1.3.2. Khoa học đất.....	11
1.3.3. Khí tượng thủy văn	12
1.3.4. Nông nghiệp và phát triển nông thôn.....	12
1.3.5. Dịch vụ tài chính.....	12
1.3.6. Y tế.....	12
1.3.7. Giao thông.....	13
1.3.8. Các ngành điện, nước, gas, điện thoại... ..	13
Chương 2. CẤU TRÚC VÀ MÔ HÌNH DỮ LIỆU CỦA HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ	14
2.1. Dữ liệu không gian.....	14
2.1.1. Cấu trúc dữ liệu dạng Vector	14
2.1.2. Cấu trúc dữ liệu dạng Raster	21
2.1.3. So sánh mô hình dữ liệu Vector và Raster.....	24
2.1.4. Chuyển đổi dạng dữ liệu Vector và Raster	25
2.2. Dữ liệu thuộc tính	31
2.2.1. Khái niệm và phân loại	31
2.2.2. Các mô hình cấu trúc dữ liệu thuộc tính.....	31
2.3. Mối quan hệ giữa dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính.....	33
Chương 3. MÔ HÌNH SỐ ĐỘ CAO	36
3.1. Khái niệm mô hình số độ cao	36
3.2. Phương pháp biểu thị mô hình số độ cao	37
3.2.1. Phương pháp toán học.....	37
3.2.2. Phương pháp vật thể bản đồ.....	37

3.3 Phương pháp xây dựng mô hình số độ cao	38
3.4 Các sản phẩm ứng dụng DEM.....	40
Chương 4. CHỨC NĂNG HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ	45
4.1. Chức năng thu nhận và xuất dữ liệu.....	45
4.1.1. Chức năng thu nhận dữ liệu	45
4.1.2. Chức năng xuất dữ liệu	51
4.2. Chức năng phân tích dữ liệu.....	52
4.2.1. Chức năng phân tích dữ liệu không gian	52
4.2.2. Chức năng phân tích dữ liệu thuộc tính.....	53
4.2.3. Chức năng phân tích hợp nhất dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính	54
4.3. Chức năng phân tích nhiều bản đồ.....	61
4.3.1. Định nghĩa.....	61
4.3.2. Quy luật phối hợp các lớp bản đồ.....	61
4.3.3. Các bước thực hiện phân tích nhiều loại bản đồ	62
Chương 5. ỨNG DỤNG HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ TRONG QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN ĐẤT	66
5.1. Ứng dụng GIS xây dựng cơ sở dữ liệu giá đất và quản lý thuế đất.....	66
5.1.1. Cơ sở dữ liệu đầu vào:	66
5.1.2. Phương pháp xây dựng cơ sở dữ liệu	66
5.2. Ứng dụng GIS trong xây dựng hệ thống thông tin bất động sản.....	71
5.3. Ứng dụng GIS trong quy hoạch và quản lý không gian đô thị.....	73
5.4. Ứng dụng GIS trong đánh giá thoái hóa đất.....	77
5.5. Ứng dụng GIS trong đánh giá tính thích hợp đất đai cho cây trồng	85
Chương 6. ỨNG DỤNG PHẦN MỀM ArcGIS TRONG QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN ĐẤT.....	94
6.1. Giới thiệu phần mềm ArcGIS.....	94
6.1.1. ArcGIS là gì?	94
6.1.2. Cấu trúc, tổ chức dữ liệu trong ArcGIS	94
6.1.3. Giao diện và trợ giúp trong ArcGIS.....	95
6.1.4. Các mô đun mở rộng trong ArcGIS.....	97
6.1.5. Thực hành làm quen với cơ sở dữ liệu trong ArcGIS	98
6.1.6. Biên tập bản đồ	109
6.2. Xây dựng cơ sở dữ liệu thuộc tính.....	110
6.2.1. Cấu trúc của bảng thuộc tính	110
6.2.2. Thêm Field.....	111
6.2.3. Xóa field.....	112
6.2.4. Thay đổi độ rộng của cột (Field	112

6.2.5. Sắp xếp lại các cột (Field) trong bảng.....	113
6.2.6. Đóng băng/mở đóng băng cột (Field)	113
6.2.7. Đặt tên cho cột (Field).....	113
6.2.8. Chọn các File được hiển thị.....	113
6.2.9. Định dạng chữ cho bảng.....	113
6.2.10. Sắp xếp các Record	114
6.2.11. Xóa các Record	115
6.2.12. Tính toán.....	115
6.2.13. Các bài tập thực hành các chức năng gắn, liên kết các bảng thuộc tính	117
6.3. Xây dựng cơ sở dữ liệu không gian	119
6.3.1. Các phương pháp hiển thị dữ liệu không gian trong GIS.....	119
6.3.2. Thực hành hiển thị cơ sở dữ liệu GIS The World trong ArcGIS.....	120
6.3.3. Chuyển đổi dữ liệu	125
6.4. Thiết lập mô hình số độ cao.....	128
6.4.1. Làm quen với mô-đun mở rộng Spatial Analyst.....	128
6.4.2. Xử lý và phân tích (bề mặt) địa hình.....	131
6.4.3. Xử lý dữ liệu Raster với Spatial Analyst.....	135
6.4.4. Hiển thị và lập bản đồ Raster.....	141
6.5. Các chức năng truy vấn và chồng xếp dữ liệu trong ArcGIS.....	145
6.5.1. Các chức năng truy vấn không gian trong ARC GIS.....	145
6.5.2 Các lệnh truy vấn (Query) cơ sở dữ liệu	145
6.5.3 Thực hành truy vấn CSDL theo thuộc tính và không gian trong ArcGIS.....	147
6.5.4. Truy vấn CSDL theo không gian.....	151
6.5.5. Chồng ghép dữ liệu không gian trong ArcGIS.....	152

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 2.1. Nén theo hàng cột.....	23
Bảng 2.2. So sánh mô hình dữ liệu dạng Vector và Raster	25
Bảng 3.1. Sản phẩm ứng dụng DEM trong GIS	40
Bảng 5.1. Công thức tính thuế đất ở đô thị.....	68
Bảng 5.2. Bảng thuộc tính thể hiện thông tin lớp nhà.....	75
Bảng 5.3. Bảng thuộc tính thể hiện thông tin lớp Cây xanh.....	75
Bảng 5.4. Bảng thuộc tính thể hiện thông tin lớp giao thông	75
Bảng 5.5. Phân cấp đánh giá đất bị xói mòn.....	79
Bảng 5.6. Phân mức đánh giá đất bị mặn hoá, phèn hoá.....	83
Bảng 5.7. Các nhóm tiêu chí cần đánh giá	88
Bảng 5.8. Phạm vi cho điểm theo Saaty	89
Bảng 5.9. Một ví dụ về cách tính toán trọng số tiêu chí theo phương pháp AHP	89
Bảng 5.10. Phân loại chỉ số thích hợp	90
Bảng 5.11. Diện tích thích hợp hiện tại của các loại cây trồng được lựa chọn	92

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1.1. Các loại hình hệ thống thông tin.....	2
Hình 1.2. Hệ thống thông tin địa lý.....	4
Hình 1.3. Các lớp bản đồ (Map layers)	5
Hình 1.4. Các thành phần của GIS	5
Hình 1.5. Các thành phần phần cứng của GIS	6
Hình 1.6. Các chức năng thành phần chính của một hệ quản trị dữ liệu địa lý	7
Hình 2.1. Các dữ liệu Vector dạng điểm, đường và vùng trong tọa độ phẳng x, y	14
Hình 2.2. Các cấu trúc Vector dạng đường	16
Hình 2.3. Vùng với cấu trúc topo riêng biệt	17
Hình 2.4. Vùng với cấu trúc topo mạng đầy đủ.....	18
Hình 2.5. Tính chất liên tục của Topology	19
Hình 2.6. Tính chất tạo vùng của Topology	20
Hình 2.7. Tính chất kề cận của Topology.....	20
Hình 2.8. Cấu trúc dữ liệu Raster.....	21
Hình 2.9. Khái niệm về các lớp dữ liệu và tổ chức dữ liệu Raster	22
Hình 2.10. Phương pháp nén Chain-code.....	23
Hình 2.11. Phương pháp nén cây tứ phân (Quadtree block)	24
Hình 2.12. Thuật toán Bresenham.....	27
Hình 2.13. Raster hóa đa giác	28
Hình 2.14. Raster hóa đa giác bằng đường quét	28
Hình 2.15. Chuyển đổi từ Raster sang Vector	29
Hình 2.16. Pixel liền kề	30
Hình 2.17. Cấu trúc dữ liệu mô hình cấp bậc và mạng lưới	32
Hình 2.18. Mô hình cấu trúc dữ liệu quan hệ	33
Hình 2.19. Mô hình quan hệ giữa dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính.....	34
Hình 3.1. Mô hình Lưới tam giác không đồng đều - TIN	38
Hình 3.2. Mạng TIN với sự thay đổi kích thước lưới đặc trưng.....	38
Hình 3.3. Ứng dụng TIN để biểu thị sự biến động độ cao địa hình	38
Hình 3.4. Sơ đồ Voronoi.....	39
Hình 3.5. Biểu đồ khối biểu thị sự biến động của độ cao địa hình	41
Hình 3.6. Bản đồ đường đồng mức	41
Hình 3.7. Bản đồ địa hình.....	41
Hình 3.8. Vectơ hướng dốc.....	42
Hình 3.9. Ứng dụng DEM để biểu thị địa hình, độ dốc, tô bóng mặt khuất.....	43

Hình 4.1. Bàn số hóa	46
Hình 4.2. Raster hoá dữ liệu	47
Hình 4.3. Các loại máy quét (Scanner) khổ lớn.....	48
Hình 4.4. Chuyển đổi phép chiếu (a) và hệ tọa độ (b)	52
Hình 4.5. Ghép biên các đối tượng	53
Hình 4.6. Chức năng khái quát hóa.....	54
Hình 4.7. Chức năng tính toán, đo đếm.....	55
Hình 4.8. Chồng ghép nhiều lớp bản đồ.....	55
Hình 4.9. Chồng ghép hai lớp bản đồ ở dạng Vector và Raster	56
Hình 4.10. Các chức năng phân tích không gian trong cơ sở dữ liệu Vector.....	57
Hình 4.11. Chồng ghép hai lớp dữ liệu không gian dạng Raster.....	57
Hình 4.12. Các phép tính logic được sử dụng trong tìm kiếm theo tiêu chí.....	58
Hình 4.13. Chức năng tạo vùng đệm cho các đối tượng điểm, đường và vùng.....	58
Hình 4.14. Phân tích mạng để xác định đường đi từ điểm S tới điểm cuối.....	59
Hình 4.15. Mô tả đường đi thuận lợi trong mô hình cấu trúc Raster	59
Hình 4.16. Sử dụng các toán tử logic để phối hợp nhiều lớp bản đồ	61
Hình 4.17. Trình tự các bước phát triển mô hình không gian.....	63
Hình 4.18. Phương pháp phối hợp tổ hợp (chồng Raster theo mô hình tập hợp trọng số)..	64
Hình 5.1. Cách xác định vị trí của các thửa đất	67
Hình 5.2. Sơ đồ mô tả phương pháp xây dựng cơ sở dữ liệu giá đất và quản lý thuế đất...	69
Hình 5.3. Lớp bản đồ ranh giới thửa đất và bảng thông tin thuộc tính đi kèm	70
Hình 5.4. Lớp bản đồ thể hiện giá của các thửa đất theo vị trí	70
Hình 5.5. Tính thuế sử dụng đất theo công thức ở Bảng 5.1 Cho một thửa đất cụ thể trên địa bàn phường Phú Hội, thành phố Huế	71
Hình 5.6. Lớp thông tin về giao thông và thuộc tính của nó	72
Hình 5.7. Lớp thông tin về bất động sản và các thuộc tính của nó	73
Hình 5.8. Lớp thông tin về bất động sản và các thuộc tính của nó	73
Hình 5.9. Quy trình xây dựng mô hình 3D trên GIS.....	74
Hình 5.10. Mô hình 3D của lớp nhà – Một ví dụ minh họa của quận Hải Châu	76
Hình 5.11. Minh họa mô hình 3D của một khu vực thuộc quận Hải Châu, Đà Nẵng	76
Hình 5.12. Minh họa mô hình dự báo không gian kiến trúc đô thị quận Hải Châu đến năm 2020	77
Hình 5.13. Sơ đồ quy trình xây dựng bản đồ suy giảm độ phì	79
Hình 5.14. Sơ đồ quy trình xây dựng bản đồ xói mòn do mưa.....	80
Hình 5.15. Sơ đồ quy trình xây dựng bản đồ đất bị khô hạn, hoang mạc hóa, sa mạc hóa.	81
Hình 5.16. Sơ đồ quy trình xây dựng bản đồ kết von, đá ong hóa	82
Hình 5.17. Sơ đồ quy trình xây dựng bản đồ đất bị kết von, đá ong hóa	82

Hình 5.18. Sơ đồ quy trình xây dựng bản đồ thoái hóa đất.....	84
Hình 5.19. Ví dụ minh họa về bản đồ và thống kê số liệu suy giảm Phốt pho tổng số năm 2010 ở xã Hồng Hạ, huyện A Lưới, tỉnh Thừa Thiên Huế.....	85
Hình 5.20. Ví dụ minh họa về bản đồ thoái hóa đất năm 2000 và 2010 ở xã Hồng Hạ, huyện A Lưới, tỉnh Thừa Thiên Huế.....	85
Hình 5.21. Sơ đồ phương pháp đánh giá thích hợp đất về mặt tự nhiên đối với cây trồng.	87
Hình 5.22. Sơ đồ phương pháp đánh giá thích hợp đất về mặt kinh tế - xã hội và môi.....	88
Hình 5.23. Ví dụ minh họa sản phẩm bản đồ độ dốc và bản đồ đơn vị đất đai của huyện Hương Trà, tỉnh Thừa Thiên Huế	91
Hình 5.24. Ví dụ minh họa sản phẩm bản đồ thích hợp đất đai hiện tại và bản đồ định hướng phát triển một số cây trồng có triển vọng của huyện Hương Trà, tỉnh Thừa Thiên Huế	91

Chương 1

CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN CỦA HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ

Chương 1 sẽ giới thiệu khái quát lịch sử hình thành Hệ thống thông tin địa lý (GIS), định nghĩa, các thành phần của GIS và mối quan hệ giữa các thành phần của GIS để người đọc có thể hiểu rõ hơn định nghĩa về GIS. Ứng dụng của GIS trong các ngành kinh tế khoa học kỹ thuật, tự nhiên và xã hội được trình bày trong chương này cho thấy GIS được xem như là một công cụ hỗ trợ hiệu quả trong công tác quản lý các nguồn tài nguyên thiên nhiên.

1.1. Định nghĩa hệ thống thông tin địa lý - GIS

1.1.1. Lịch sử hình thành GIS

Hệ thống thông tin địa lý - Geographic Information System (GIS) được hình thành từ những năm 60 của thế kỷ trước và phát triển rất mạnh trong những thập kỷ gần đây. GIS được xem như là công cụ trợ giúp quyết định trong nhiều hoạt động kinh tế - xã hội, quốc phòng của nhiều quốc gia trên thế giới.

Với sự phát triển của công nghệ GIS, các nhà hoạch định chính sách, các nhà khoa học tự nhiên và xã hội, các tổ chức kinh tế, doanh nghiệp tư nhân và Nhà nước, đều có thể sử dụng GIS như một công cụ kỹ thuật để giải quyết các vấn đề cấp thiết như tình trạng chặt phá rừng, ô nhiễm môi trường, vấn đề đô thị hoá, dự báo về những biến động của khí hậu. GIS cung cấp cho con người những công cụ hiệu quả để có thể xây dựng, tổ chức, xử lý và quản lý các dữ liệu, cung cấp các thông tin trợ giúp cho các chuyên gia về GIS và các nhà quản lý trong việc ra các quyết định đúng đắn, các giải pháp hữu hiệu cho các vấn đề trên. Chính những khả năng này phân biệt GIS với các hệ thống thông tin khác và khiến cho GIS có phạm vi ứng dụng rộng trong nhiều lĩnh vực khác nhau (phân tích các sự kiện, dự đoán tác động và hoạch định chiến lược). Khi xác định một công việc kinh doanh mới như tìm một vùng đất thích hợp cho việc trồng một loại cây cụ thể nào đó, xây dựng trung tâm mua sắm, hoặc tính toán lộ trình tối ưu cho một chuyến xe khẩn cấp.

Lập bản đồ và phân tích địa lý không phải là kỹ thuật mới, nhưng GIS thực thi các công việc này tốt hơn và nhanh hơn các phương pháp thủ công cũ. GIS cho phép tạo lập bản đồ, phối hợp thông tin, khái quát các viễn cảnh, giải quyết các vấn đề phức tạp, và phát triển các giải pháp hiệu quả mà các công cụ trước đây không thực hiện được.

Khái niệm hệ thống thông tin địa lý được hình thành từ ba khái niệm địa lý, thông tin và hệ thống, được viết tắt là GIS, ý nghĩa của chúng được diễn giải như sau:

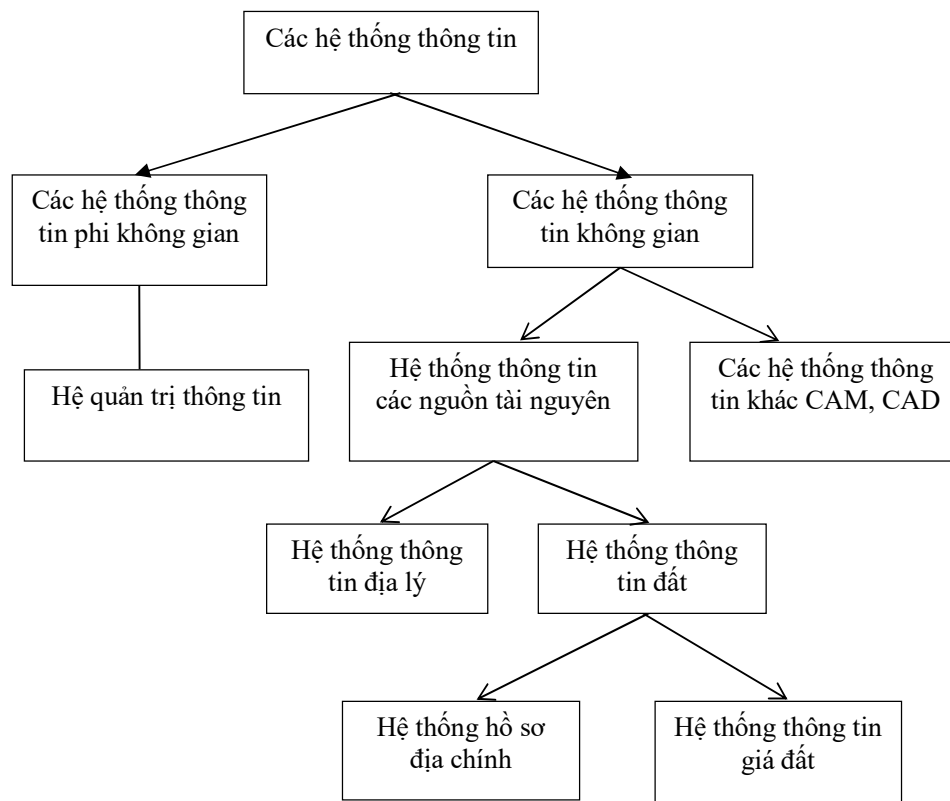
- Geographic Information Systems (Mỹ).
- Geographical Information Systems (Anh, Ôxtrâylia, Canada).
- Geographic Information Science (nghiên cứu lý thuyết, quan niệm của hệ thống thông tin địa lý và các công nghệ thông tin địa lý).
- Geographic Information Studies (nghiên cứu về ngữ cảnh xã hội của thông tin địa lý như ngữ cảnh pháp lý, khía cạnh kinh tế...).

Khái niệm “địa lý” (*Geographic*) được sử dụng ở đây vì trước hết GIS liên quan đến các đặc trưng “địa lý” hay các đặc trưng về không gian. Chúng có thể là các đối tượng vật lý, văn hóa hay kinh tế trong tự nhiên và xã hội. Các đặc trưng trên bản đồ là biểu diễn ảnh của các đối tượng không gian trong thế giới thực: biểu tượng màu và kiểu đường được sử dụng để thể hiện các đặc trưng không gian khác nhau trên bản đồ

không gian hai chiều (2D). Khái niệm “địa lý” đề cập đến bề mặt hai chiều, ba chiều (3D)... của trái đất. Còn khái niệm “không gian” (*Spatial*) đề cập đến bất kỳ cấu trúc đa chiều nào, ví dụ ảnh y học tham chiếu đến cơ thể con người. Do vậy “địa lý” là tập con của “không gian”. Nhưng trong thực tế thì hai khái niệm này thường xuyên được sử dụng thay thế cho nhau.

Khái niệm “thông tin” (*Information*) đề cập đến khối dữ liệu khổng lồ do GIS quản lý. Các đối tượng ở thế giới thực đều có tập riêng các dữ liệu chữ - số thuộc tính hay đặc tính (còn gọi là dữ liệu phi hình học, dữ liệu thống kê) và các thông tin vị trí cần cho lưu trữ, quản lý các đặc trưng không gian.

Khái niệm “hệ thống” (*System*) đề cập đến cách tiếp cận hệ thống của GIS. Môi trường của hệ thống GIS được chia nhỏ thành các Môđun để dễ hiểu, dễ quản lý nhưng chúng được tích hợp thành hệ thống thống nhất, toàn vẹn. Công nghệ thông tin đã trở thành quan trọng, cần thiết cho tiếp cận này và hầu hết các hệ thống thông tin đều được xây dựng trên cơ sở máy tính. Dưới đây là hình vẽ thể hiện mối quan hệ giữa các loại hình thông tin:



Hình 1.1. Các loại hình hệ thống thông tin

Ngoài ra, trong GIS còn thường sử dụng khái niệm “Công nghệ thông tin địa lý” (*Geographic Information Technology*) là các công nghệ thu thập và xử lý thông tin địa lý phục vụ cho phát triển GIS. Chúng bao gồm ba loại cơ bản sau:

- + Hệ thống định vị toàn cầu (*Global Positioning System – GPS*): Đo đạc vị trí trên mặt đất trên cơ sở hệ thống các vệ tinh.
- + Viễn thám (*Remote sensing*): Sử dụng các vệ tinh để thu thập thông tin về trái đất.

+ Hệ thống thông tin địa lý (GIS).

Từ những năm cuối thập niên 80 của thế kỷ XX, hệ thống thông tin địa lý (GIS) bắt đầu thâm nhập vào Việt Nam qua các dự án hợp tác quốc tế. Tuy nhiên, cho đến giữa thập niên 90, GIS mới có cơ hội phát triển ở Việt Nam. GIS ngày càng được nhiều người biết đến như một công cụ hỗ trợ quản lý trong các lĩnh vực như: quản lý tài nguyên thiên nhiên; giám sát môi trường; quản lý đất đai; quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội... Hiện nay, nhiều cơ quan Nhà nước và doanh nghiệp đã và đang tiếp cận công nghệ thông tin địa lý (công nghệ GIS) để giải quyết các bài toán của cơ quan mình như quản lý môi trường, tài nguyên hoặc thực hiện các bài toán quy hoạch sử dụng đất, quản lý và thiết kế các công trình hạ tầng kỹ thuật... Sự phát triển của công nghệ thông tin địa lý với nhiều ứng dụng hữu hiệu đã thu hút sự quan tâm của nhiều người và những ứng dụng ngày càng phong phú đã tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của khoa học thông tin địa lý (*GISscience*).

Ở Việt Nam, trong những năm gần đây đã hình thành một số trung tâm và công ty chuyên nghiên cứu, cung cấp và tư vấn về lĩnh vực GIS:

- Trung tâm công nghệ thông tin địa lý - DITAGIS, được thành lập năm 1994, là một trung tâm chuyên nghiên cứu và phát triển ứng dụng khoa học và công nghệ thông tin địa lý (*GISscience and GISsystems*) tại Việt Nam.

- VidaGIS là công ty liên doanh Việt Nam - Đan Mạch chuyên cung cấp sản phẩm, dịch vụ trong lĩnh vực GIS...

1.1.2. Định nghĩa GIS

Hiện nay có rất nhiều định nghĩa về GIS, nhưng nhìn chung chúng đều có điểm giống nhau đó là đều bao hàm khái niệm dữ liệu không gian và phi không gian, phân biệt giữa hệ thống thông tin quản lý và GIS.

Định nghĩa của Burroughs, 1986: GIS như là một tập hợp các công cụ cho việc thu nhập, lưu trữ, thể hiện và chuyển đổi các dữ liệu mang tính chất không gian từ thế giới thực để giải quyết các bài toán ứng dụng phục vụ các mục đích cụ thể.

Định nghĩa của dự án The Geographer's Craft, Khoa Địa lý, Trường Đại học Texas, Mỹ: GIS là cơ sở dữ liệu số chuyên dụng trong đó hệ trục tọa độ không gian là phương tiện tham chiếu chính. GIS bao gồm các công cụ để thực hiện các công việc sau:

- Nhập dữ liệu từ bản đồ giấy, ảnh vệ tinh, ảnh máy bay, số liệu điều tra và các nguồn khác.

- Lưu trữ dữ liệu, khai thác, truy vấn cơ sở dữ liệu.

- Biến đổi dữ liệu, phân tích, mô hình hóa, bao gồm các dữ liệu thống kê và dữ liệu không gian.

- Lập báo cáo bao gồm bản đồ chuyên đề, các bảng biểu, biểu đồ và kế hoạch.

Từ định nghĩa trên có thể thấy rõ ba vấn đề sau của GIS:

Thứ nhất, GIS có quan hệ với ứng dụng cơ sở dữ liệu (CSDL). Toàn bộ thông tin trong GIS đều liên kết với tham chiếu không gian. Có những CSDL chứa thông tin vị trí (địa chỉ đường phố, vị trí thửa đất...) nhưng CSDL GIS sử dụng tham chiếu không gian như phương tiện chính để lưu trữ và xâm nhập thông tin.

Thứ hai, GIS là công nghệ tích hợp. Hệ GIS đầy đủ sẽ có khả năng phân tích, bao gồm phân tích ảnh máy bay, ảnh vệ tinh hay tạo mô hình, kịch bản, số liệu thống kê, vẽ bản đồ...

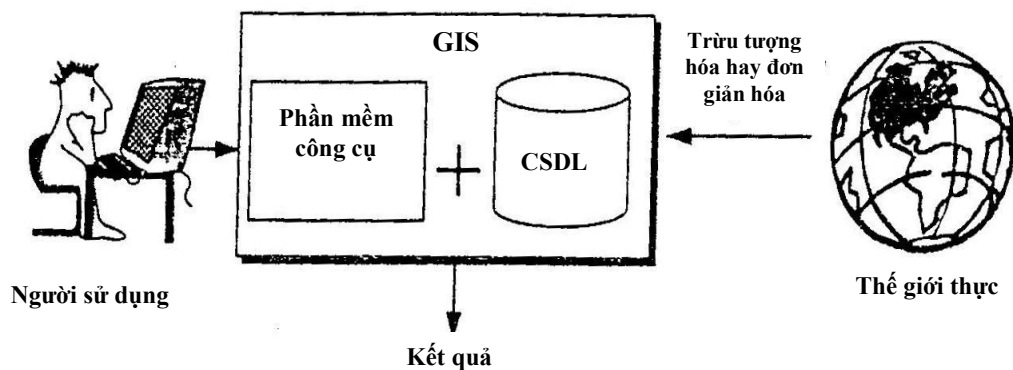
Thứ ba, GIS được xem như tiến trình không chỉ là phần cứng, phần mềm rời rạc mà GIS còn được sử dụng vào trợ giúp quyết định. Cách thức nhập, lưu trữ, phân tích, dữ liệu trong GIS phải phản ánh đúng cách thức thông tin sẽ được sử dụng trong công việc lập quyết định hay nghiên cứu cụ thể.

Định nghĩa của Viện nghiên cứu Hệ thống môi trường ESRI, Mỹ năm 1997: GIS là công cụ trên cơ sở máy tính để lập bản đồ và phân tích các tồn tại và các sự kiện xảy ra trên trái đất. Công nghệ GIS tích hợp các thao tác cơ sở dữ liệu như truy vấn và phân tích thống kê bản đồ.

Các khả năng này sẽ phân biệt GIS với các hệ thống thông tin khác. Có rất nhiều chương trình máy sử dụng dữ liệu không gian như AutoCAD và các chương trình thống kê, nhưng chúng không phải là GIS vì chúng không có khả năng thực hiện các thao tác đồng thời với cả hai loại dữ liệu không gian và thuộc tính.

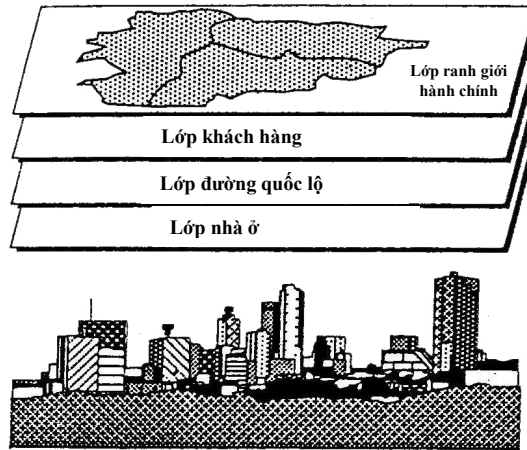
Định nghĩa của David Cowen, Mỹ: GIS là hệ thống phần cứng, phần mềm và các thủ tục được thiết kế để thu thập, quản lý, xử lý, phân tích, mô hình hóa và hiển thị các dữ liệu quy chiếu không gian để giải quyết các vấn đề quản lý và lập kế hoạch phức tạp.

Độ phức tạp của thế giới thực là không giới hạn. Càng quan sát thế giới gần hơn càng thấy được chi tiết hơn. Con người mong mỏi lưu trữ, quản lý đầy đủ các dữ liệu về thế giới thực. Nhưng sẽ dẫn đến phải có cơ sở dữ liệu lớn vô hạn để lưu trữ mọi thông tin chính xác về chúng. Do vậy, để lưu trữ được dữ liệu không gian của thế giới thực vào máy tính thì phải giảm số lượng dữ liệu đến mức có thể quản lý được bằng tiến trình đơn giản hóa hay trừu tượng hóa. Trừu tượng là đơn giản hóa một cách thông minh. Trừu tượng cho ta tổng quát hóa và “ý tưởng” hóa vấn đề đang xem xét. Chúng loại bỏ đi các chi tiết dư thừa mà chỉ tập trung vào các điểm chính, cơ bản. Các đặc trưng địa lý phải được biểu diễn bởi các thành phần rời rạc hay các đối tượng để lưu vào CSDL máy tính.



Hình 1.2. Hệ thống thông tin địa lý

Ý nghĩa chủ yếu của tin học hóa thông tin địa lý là khả năng tích hợp các kiểu và nguồn dữ liệu riêng biệt. Mục tiêu của GIS là cung cấp cấu trúc một cách hệ thống để quản lý các thông tin địa lý khác nhau và phức tạp, đồng thời cung cấp các công cụ, các thao tác hiển thị, truy vấn, mô phỏng... Cái GIS cung cấp là cách thức suy nghĩ mới về không gian. Phân tích không gian không chỉ là truy cập mà còn cho phép khai thác các quan hệ và tiến trình biến đổi của chúng.

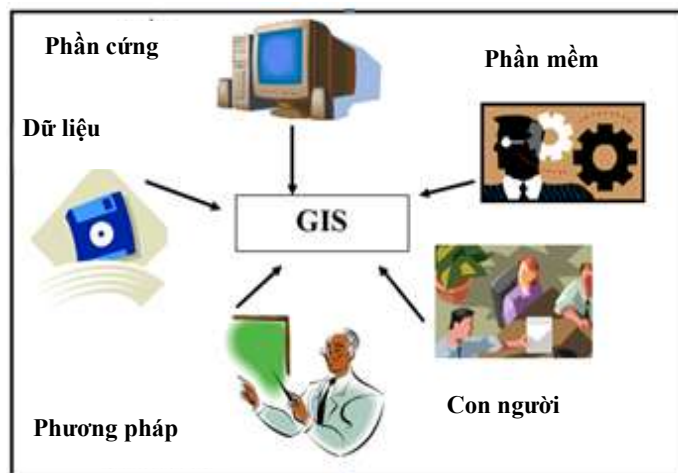


Hình 1.3. Các lớp bản đồ (Map layers)

GIS lưu trữ thông tin thế giới thực bằng các lớp (*layers*) bản đồ chuyên đề mà chúng có khả năng kết hợp địa lý với nhau. Giả sử, có vùng quan sát như hình trên. Mỗi nhóm người sử dụng sẽ quan tâm nhiều hơn đến một vài loại thông tin cụ thể. Ví dụ, Sở giao thông vận tải sẽ quan tâm nhiều hơn đến hệ thống đường phố. Sở Tài nguyên và Môi trường sẽ quan tâm nhiều đến khu vực dân cư và ranh giới hành chính. Sở Công Thương quan tâm nhiều đến sự phân bố khách hàng trong vùng. Tư tưởng tách bản đồ thành lớp (*layer*) tuy đơn giản nhưng khá mềm dẻo và hiệu quả, chúng cho phép người sử dụng khả năng giải quyết rất nhiều vấn đề về thế giới thực, từ theo dõi điều hành xe cộ giao thông đến các ứng dụng lập kế hoạch và mô hình hóa lưu thông. Ta có thể sử dụng tiến trình tự động, gọi là mã hóa địa lý (*geocoding*) để liên kết dữ liệu bên ngoài với dữ liệu bản đồ.

1.2 . Các thành phần chính của GIS

GIS đòi hỏi sự cung cấp một tập hợp các công cụ và phương pháp để người sử dụng có thể tổ chức thao tác và biểu diễn dữ liệu địa lý cho lĩnh vực áp dụng riêng của mình. GIS gồm có năm thành tố chính, bao gồm: con người, phần cứng, phần mềm, dữ liệu và phương pháp (Hình 1.4).



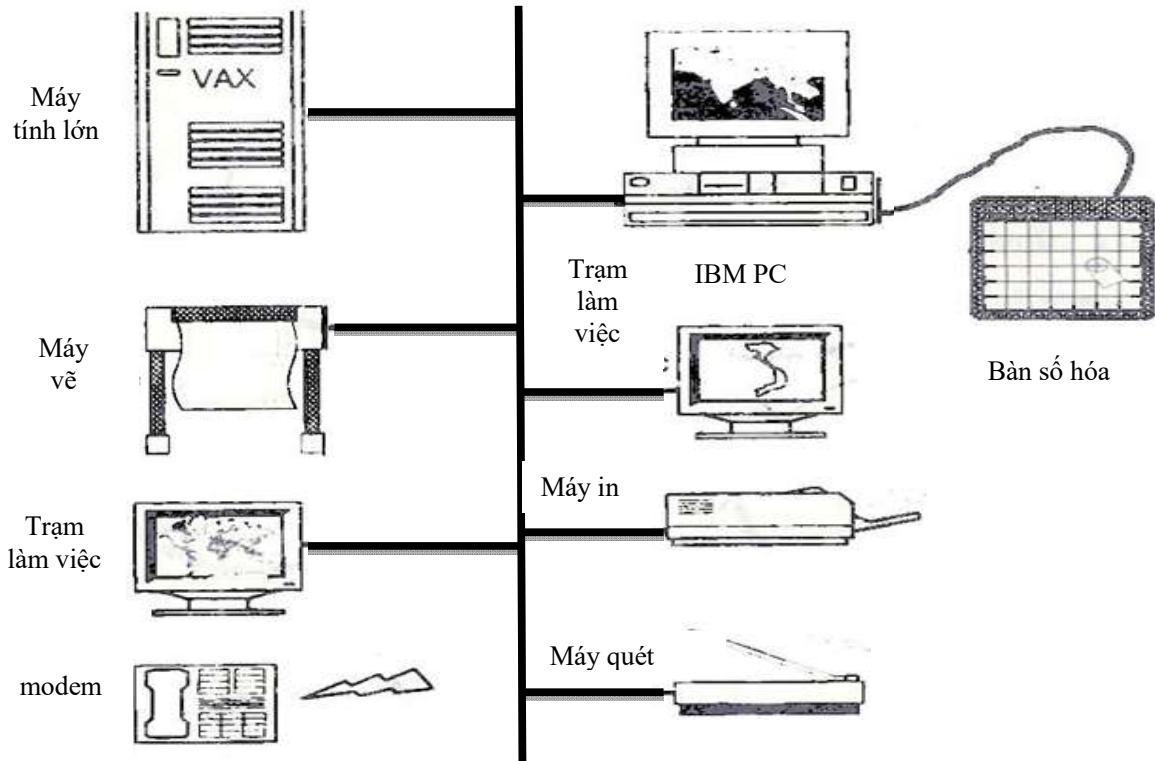
Hình 1.4. Các thành phần của GIS

1.2.1. Phần cứng

Các thành phần của phần cứng trong một Hệ thống thông tin địa lý thông thường được thể hiện ở Hình 1.5.

Phần cứng của một hệ GIS gồm máy vi tính, cấu hình và mạng công việc của máy tính, các thiết bị ngoại vi nhập xuất dữ liệu và lưu trữ dữ liệu. Các máy tính có thể làm việc độc lập hoặc có thể được đặt vào một mạng liên kết. Các thiết bị nhập dữ liệu như bàn số hóa hoặc máy quét dùng để chọn lọc các đặc tính địa lý từ một bản đồ hay ảnh nguồn vào hệ thống máy tính dưới dạng dữ liệu số Vector hay ma trận dạng lưới.

Bộ phận điều khiển trung tâm (CPU) được nối với bộ phận lưu trữ (*diskdrive*) làm nhiệm vụ lưu trữ dữ liệu và chương trình máy tính. Các thiết bị ngoại vi khác như máy in, máy vẽ (*plotter*) thường được dùng để trình bày, hiển thị và in các dữ liệu kết quả đã được xử lý. Các ổ đĩa DVD, CD, modem được sử dụng đồng thời trong việc lưu trữ các dữ liệu đầu vào và ra của hệ thống hay đóng vai trò chuyển dữ liệu giữa các hệ thống thông tin với nhau. Người sử dụng có thể thể hiện dữ liệu như bản đồ trên màn hình từ máy tính và các thiết bị ngoại vi như máy quét, máy in.



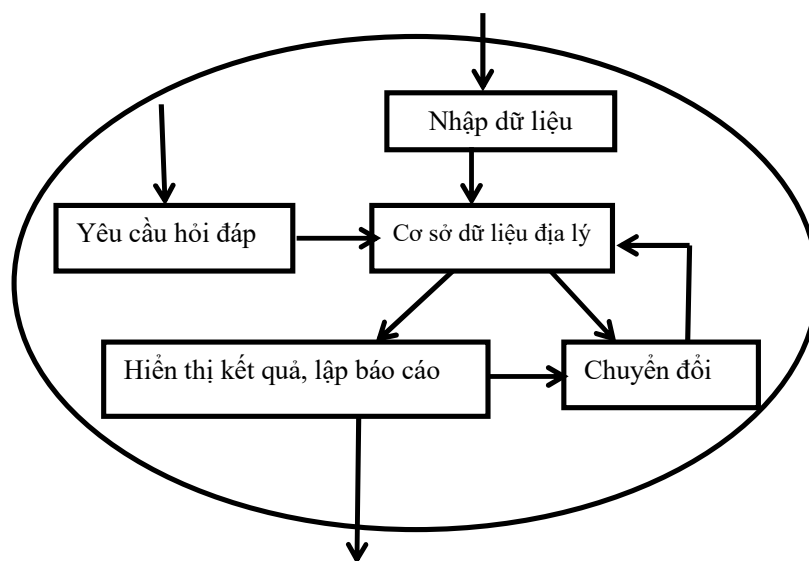
Hình 1.5. Các thành phần phần cứng của GIS

1.2.2. Phần mềm

Một hệ GIS thường có chương trình máy tính có khả năng lưu trữ và quản trị các dữ liệu địa lý gồm năm phụ hệ kỹ thuật (*subsystem*) chủ yếu sau:

- Nhập dữ liệu;
- Lưu trữ dữ liệu và quản lý dữ liệu;
- Chuyển đổi dữ liệu;
- Hiển thị dữ liệu và báo cáo kết quả.

- Giao diện với người dùng.



Hình 1.6. Các chức năng thành phần chính của một hệ quản trị dữ liệu địa lý

Trên thị trường thế giới hiện nay có các phần mềm GIS có khả năng đáp ứng rất nhiều ứng dụng khác nhau. Một số phần mềm có thể tải được miễn phí từ internet và một số phần mềm cần phải mua bản quyền sử dụng. Để có thể lựa chọn phần mềm phù hợp cho từng trường hợp hay công việc cụ thể, người sử dụng cần phải hiểu rõ sự khác biệt giữa các phần mềm đồ họa với các phần mềm GIS.

Phần mềm đồ họa là phần mềm chỉ đơn thuần được sử dụng để vẽ đề các đối tượng đồ họa lên nhau. Các phần mềm này có ưu thế trong thiết kế và vẽ các đối tượng trên bản đồ, chẳng hạn như phần mềm AutoCAD, Sufer, Map Viewer, Famis... Tuy nhiên, nhược điểm của các phần mềm đồ họa là không có khả năng quản lý và phân tích đồng thời hai loại dữ liệu không gian và thuộc tính. Trong công tác quản lý tài nguyên đất, phần mềm chuẩn và thống nhất được sử dụng để xây dựng một số bản đồ chuyên đề như bản đồ địa chính, bản đồ hiện trạng sử dụng đất là Famis. Đây là phần mềm có ưu thế về đồ họa, có khả năng vẽ và biên tập các loại bản đồ chuyên đề theo đúng quy phạm. Tuy nhiên, hạn chế của phần mềm này là không thể kết nối các đối tượng trên bản đồ với dữ liệu thuộc tính trong các loại sổ như Sổ Địa chính, Sổ Mục kê... trong Hệ thống Hồ sơ địa chính. Chính vì vậy, để có thể quản lý chung các loại bản đồ chuyên đề và thông tin thuộc tính trong hệ thống sổ sách, biểu mẫu quy định của ngành Quản lý đất đai cần phải sử dụng các phần mềm GIS.

Phần mềm GIS là những phần mềm có khả năng xây dựng và quản lý đồng thời dữ liệu không gian và thuộc tính, có khả năng sử dụng mối quan hệ không gian để xử lý dữ liệu thông qua chức năng chồng ghép các lớp dữ liệu để tạo ra các lớp dữ liệu mới. Như vậy, có thể thấy thế mạnh nổi bật của các phần mềm GIS chính là khả năng làm việc với cơ sở dữ liệu địa lý. Hiện có nhiều phần mềm GIS được sử dụng phổ biến như phần mềm ArcGIS, ArcView, MapInfo... Mỗi phần mềm đều có những ưu và nhược điểm của nó vì vậy người sử dụng cần hiểu rõ được khả năng đáp ứng của từng phần mềm trên cơ sở bốn chức năng cơ bản: nhập dữ liệu, chỉnh lý dữ liệu, phân tích dữ liệu và biểu thị kết quả để chọn phần mềm ứng dụng cho phù hợp với từng trường hợp hay công việc cụ thể. Các công ty cung cấp phần mềm GIS chính trên thế giới hiện nay là ESRI, Intergraph,

Landmark Graphic và Mapinfo. Trong phạm vi môn học này sẽ giới thiệu cho người học phần mềm ArcGIS (xem cụ thể ở Chương 6).

1.2.3. Dữ liệu

Có thể coi thành phần quan trọng nhất trong một hệ GIS là dữ liệu, bao gồm các dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính. Hệ GIS sẽ kết hợp dữ liệu không gian với các nguồn dữ liệu khác. Các nguồn dữ liệu đầu vào của một hệ GIS bao gồm: số liệu đo đạc trắc địa, số liệu thu nhận được từ hệ thống định vị toàn cầu - GPS, ảnh hàng không, ảnh viễn thám, và các bản đồ dạng giấy...

Các thao tác liên quan đến dữ liệu:

Thu thập dữ liệu: Các dữ liệu được thu nhận vào một hệ GIS có thể từ nhiều nguồn khác nhau như từ hệ thống quan trắc môi trường, hoặc từ các cơ sở dữ liệu đã có sẵn. Các dữ liệu không gian có chứa các thuộc tính như các dữ liệu thô, số liệu thí nghiệm hoặc các chỉ số phải được chuyển đổi sang dạng dữ liệu đầu vào của GIS. Các dữ liệu không gian ban đầu cũng ở dạng như bản đồ giấy, các file dữ liệu dạng ảnh máy bay hay ảnh viễn thám... Ngoài ra các dữ liệu địa lý khác như tỉ lệ bản đồ (ảnh), phép chiếu, vị trí địa lý, năm thu thập dữ liệu và khả năng thực hiện cũng phải được xác định và chuẩn hóa để đưa vào hệ thống.

Nhập dữ liệu: Đây là giai đoạn thực hiện các thao tác như trút dữ liệu, số hóa, quét, hoặc nhập dữ liệu từ bàn phím. Quá trình lựa chọn các dữ liệu để nhập vào hệ thống gắn liền với sự trợ giúp của các thiết bị ngoại vi như bàn số hóa, máy quét, máy vi tính... và các phần mềm có chức năng nhập dữ liệu. Việc nhập dữ liệu dạng số sẵn có từ định dạng dữ liệu khác cũng đòi hỏi phải định dạng lại (*reformat*) khuôn dạng dữ liệu. Chẳng hạn như các bản đồ địa chính và bản đồ hiện trạng sử dụng đất trong ngành Tài nguyên và Môi trường thường được thành lập ở định dạng *.dgn nên khi muốn sử dụng các bản đồ này trong môi trường GIS, phần mềm ArcGIS hoặc ArcView, cần phải thực hiện thao tác chuyển đổi định dạng dữ liệu sang *.shp. Như vậy, sự chuyển đổi khuôn dạng dữ liệu là yêu cầu để có thể làm việc được với các dữ liệu trong môi trường GIS và phải được đặt ra trong qui trình nhập dữ liệu.

Các thao tác chỉnh lý và thể hiện dữ liệu cho phép thông báo các dữ liệu không gian với bất kỳ một hay tổ hợp các thuộc tính đi kèm dưới dạng bản đồ và bảng thuộc tính. Phân tích dữ liệu GIS đòi hỏi chương trình máy tính thực hiện các thao tác như tính toán diện tích, khoảng cách, phép tạo vùng đệm, chồng xếp các lớp dữ liệu không gian, thống kê hoặc các hoạt động tính toán sử dụng chức năng logic... Khả năng và sự linh hoạt của một hệ GIS có thể chứng minh qua quá trình phân tích dữ liệu. Thiết kế, xây dựng chính xác một cơ sở dữ liệu sẽ đáp ứng được các yêu cầu của người sử dụng và tránh được những giả thuyết sai lệch.

Mô hình hóa các dữ liệu không gian cũng là một chức năng rất quan trọng trong GIS. Một hệ GIS có thể chứa mô hình phương pháp số hoặc có thể là một môi trường máy tính độc lập. Khi sử dụng một hệ thống riêng biệt để mô hình hóa các kết quả đưa vào hệ thống GIS cần phải được xem xét, chỉnh sửa và được lưu giữ như một phần của cơ sở dữ liệu cho các mục đích phân tích khác.

1.2.4. Người sử dụng

Các yếu tố về kỹ thuật (phần cứng, phần mềm và cơ sở dữ liệu) của một hệ thống thông tin địa lý sẽ không có hiệu quả nếu như thiếu kỹ năng sử dụng của con người, không được vận dụng vào một hoàn cảnh thích hợp và thống nhất với chính sách phát triển của Nhà nước.

Nguồn nhân lực để vận hành một hệ GIS bao gồm các cán bộ vận hành, cán bộ kỹ thuật chuyên môn và các nhà quản lý. Cán bộ vận hành là những đồ họa viên thiết kế, biên tập bản đồ theo các tiêu chuẩn và qui phạm về hệ thống ký hiệu bản đồ đang có hiệu lực hiện hành. Các cán bộ thu nhận dữ liệu có nhiệm vụ biến đổi dữ liệu bản đồ giấy sang dạng số, hoặc tạo mới dữ liệu từ kết quả đo đạc trắc địa, giải đoán ảnh viễn thám cho một hệ GIS. Cán bộ kỹ thuật bao gồm các nhà phân tích thông tin (*information analyst*) giải quyết các vấn đề đặc biệt và đáp ứng các yêu cầu thông tin cho người sử dụng. Cán bộ quản lý hệ thống có trách nhiệm bảo trì hoạt động của hệ thống (phần cứng, phần mềm). Lập trình viên là những người sử dụng ngôn ngữ máy tính để đưa các vấn đề chuyên môn đã được chuẩn bị bởi phân tích viên trở thành các chương trình. Người quản lý dữ liệu trợ giúp cho các phân tích viên, lập trình viên và người sử dụng trực tiếp tổ chức các đặc tính địa lý thành các lớp (*layers*), xác minh nguồn dữ liệu, gán mã cho các dữ liệu phi không gian và giải trình thông tin về nội dung của cơ sở dữ liệu.

Nhà quản lý có nhiệm vụ tổ chức và điều hành thường xuyên việc thực hiện một dự án GIS và quản lý quá trình biên tập, sản xuất các kết quả (*output data*) theo các yêu cầu của tổ chức. Sản phẩm thông tin đầu ra phải đáp ứng được các yêu cầu chuyên môn và phải được chấp nhận.

1.2.5. Phương pháp

GIS là một loại hệ thống thông tin đặc biệt nên tùy từng mục đích và hoàn cảnh ứng dụng cụ thể mà lựa chọn và thiết kế hệ thống cho phù hợp. Muốn một hệ GIS hoạt động có hiệu quả đòi hỏi phải có sự phối hợp tốt giữa các nhà quản lý, khoa học chuyên môn và các kỹ sư thiết kế xây dựng hệ thống. Xây dựng một hệ GIS đơn giản hay hiện đại là tùy thuộc vào hoàn cảnh cụ thể của mục đích và yêu cầu cung cấp thông tin cho các lĩnh vực chuyên môn. Một dự án GIS chỉ thành công khi nó được quản lý tốt và người sử dụng hệ thống phải có kỹ năng tốt, nghĩa là phải có sự phối hợp tốt giữa công tác quản lý và công nghệ GIS.

1.3. Một số ứng dụng của GIS trong các ngành khoa học, kinh tế và kỹ thuật

Công nghệ GIS ngày càng được sử dụng rộng rãi. GIS có khả năng sử dụng dữ liệu không gian và phi không gian từ các nguồn khác nhau khi thực hiện phân tích không gian để trả lời các câu hỏi của người sử dụng. Các câu hỏi mà GIS có khả năng trả lời:

- Có cái gì ở...? Nhận diện (*Identification*): Nhận biết tên hay các thông tin khác của đối tượng bằng cách chỉ ra vị trí trên bản đồ. Việc này cũng có thể thực hiện bằng cách cung cấp số liệu tọa độ, tuy nhiên kém hiệu quả hơn.

- ...ở đâu? Vị trí (*Location*): Câu hỏi này dẫn đến một hoặc nhiều vị trí thỏa mãn yêu cầu của người sử dụng. Nó có thể là tập hợp các tọa độ hay bản đồ chỉ ra vị trí của một đối tượng cụ thể, hay nhiều đối tượng.

- Cái gì đã thay đổi từ...? Xu thế (*Trend*): Câu hỏi này liên quan đến các dữ liệu không gian tạm thời. Chẳng hạn, câu hỏi liên quan đến phát triển của các vùng đô thị trên địa bàn tỉnh Thừa Thiên Huế trong giai đoạn từ năm 2004 đến 2014.

- Đường nào đi là tốt giữa...? Tìm đường đi tối ưu (*Optimal path*): Trên cơ sở mạng lưới của đường đi (hệ thống đường bộ, đường thủy...) câu trả lời cho biết đường đi nào là ngắn nhất.

- Giữa... và... có quan hệ gì? Mẫu (*Pattern*): Câu hỏi này khá phức tạp, tác động đến nhiều dữ liệu. Ví dụ, câu trả lời có thể phản ánh quan hệ giữa khí hậu địa phương và vị trí của nhà máy, công trình công cộng trong vùng lân cận.

- Cái gì xảy ra nếu...? Mô hình (*Model*): Câu hỏi này liên quan đến các hoạt động lập quy hoạch và dự báo. Ví dụ, cần phải nâng cấp xây dựng mạng lưới giao thông, điện như thế nào nếu phát triển khu dân cư về phía Nam thành phố Huế.

Vì GIS được thiết kế như một hệ thống chung để quản lý dữ liệu không gian, nó có rất nhiều ứng dụng trong việc phát triển đô thị và môi trường tự nhiên như là: quy hoạch đô thị, quản lý nhân lực, nông nghiệp, điều hành hệ thống công ích, lộ trình, nhân khẩu, bản đồ, giám sát vùng biển, cứu hỏa và bệnh tật. Trong phần lớn các lĩnh vực này, GIS đóng vai trò như là một công cụ hỗ trợ quyết định cho việc lập kế hoạch hoạt động. Dưới đây là một vài ứng dụng cụ thể của GIS thường thấy trong thực tế:

1.3.1. Quản lý tài nguyên thiên nhiên và môi trường

Theo những chuyên gia GIS kinh nghiệm nhất thì có rất nhiều ứng dụng đã phát triển trong những tổ chức quan tâm đến môi trường. Với mức đơn giản nhất người dùng sử dụng GIS để đánh giá môi trường, ví dụ như vị trí và thuộc tính của các loại cây trồng. Ứng dụng GIS với mức phức tạp hơn là dùng khả năng phân tích của GIS để mô hình hóa các tiến trình xói mòn đất, sự lan truyền ô nhiễm trong môi trường không khí hay nước, hoặc sự ảnh hưởng của một trận mưa lớn đến một vùng đất nào đó trong lưu vực. Nếu những dữ liệu thu thập gắn liền với đối tượng vùng và sử dụng các chức năng phân tích phức tạp thì mô hình dữ liệu dạng ảnh (Raster) có khuynh hướng chiếm ưu thế.

GIS còn được ứng dụng trong giám sát sự thay đổi bề mặt lớp phủ và sử dụng đất (*Land use and Land cover change*): Các nhà khoa học thế giới trong các lĩnh vực khoa học kỹ thuật ứng dụng các hệ thống công nghệ cao như GIS, viễn thám (*Remote Sensing*), và hệ thống định vị toàn cầu (*Global Positioning System*) kết hợp với các hệ thống nghiên cứu xã hội con người... nhằm tìm ra các nguyên nhân tác động đến những biến đổi của bề mặt trái đất, nghiên cứu các mối liên quan, ảnh hưởng và kết quả giữa các vấn đề sử dụng đất và các diễn biến thay đổi của các lớp phủ bề mặt đất.

Ngoài ra, GIS còn trợ giúp các cơ quan quản lý Nhà nước và địa phương trong quy hoạch vùng và quy hoạch sử dụng đất các cấp. Giảm bớt các ảnh hưởng bất lợi do sự phát triển (ví dụ quy hoạch phát triển đô thị) đối với các vùng cảnh quan tự nhiên.

Ở các thành phố lớn, GIS được ứng dụng trong quy hoạch kiến trúc đô thị, quy hoạch không gian đô thị, biểu diễn phối cảnh thành phố, điều hành mạng lưới giao thông, cứu hỏa cứu thương, quản lý bất động sản, cấp thoát nước đô thị...

- Quản lý tài nguyên (đất, nước, rừng, động vật, công trình kiến trúc và di sản văn hoá);

- Sử dụng GIS để giải các bài toán địa hình trong công tác qui hoạch các vùng đất dốc phục vụ sản xuất nông lâm nghiệp, khôi phục bề mặt do ảnh hưởng của xói mòn và tích tụ bề mặt;

- Sử dụng mô hình DEM để nghiên cứu sự lắng đọng của các lớp bồi tích đại dương dựa trên thông tin thực địa;

- Mô hình mô phỏng biến đổi bề mặt đất.

1.3.2. Khoa học đất

Ứng dụng GIS trong khoa học đất không phải là vấn đề mới mà đã được nhiều tài liệu giới thiệu từ những năm 70. Tuy nhiên, trong quá khứ những sự quan sát đã được thực hiện tại những điểm hiện trường và thông tin về đất chỉ dựa trên dữ liệu phần diện đất (mô tả, phân tích trong phòng thí nghiệm). Ngày nay, với những kỹ thuật tổ hợp của thành lập bản đồ, nội suy viển thám và mô hình hoá, GIS trở nên rất hiệu quả cho những người điều tra về đất và những nhà quy hoạch môi trường. Bản đồ đất thế giới tỉ lệ 1:1.000.000 được thành lập dựa trên cơ sở dữ liệu đất và địa hình với đầy đủ các dữ liệu không gian và tính chất lý hóa học của đất với đặc điểm địa hình của tất cả các loại đất trên thế giới. Trước đây, những nhà khoa học đất quan tâm đến các vấn đề nghiên cứu gắn liền với thành lập bản đồ đất, ngày nay đã cố gắng miêu tả sự biến đổi không gian của đất. Với kỹ thuật GIS, thông tin có thể được cung cấp dưới những dạng khác nhau cho những người sử dụng đất từ người quy hoạch đô thị ở các nước phương Tây tới chuyên gia tài nguyên đất ở các nước đang phát triển. GIS ngày nay được thiết lập để khảo sát thực tế về đất toàn cầu, được sử dụng chủ yếu cho sản xuất bản đồ, lập các bản đồ thích hợp đất đai để đáp ứng yêu cầu người sử dụng.

Các cơ quan khảo sát thổ nhưỡng quốc gia như Dịch vụ bảo tồn đất (USDA) sử dụng Hệ thống thông tin đất đai như một công cụ tổng quan cho thành lập bản đồ và cung cấp thông tin thổ nhưỡng cho người sử dụng. Sau đây là một số ứng dụng về bản đồ phân loại đất với các thuộc tính liên quan:

- Xây dựng bản đồ thể hiện cơ cấu của đất, xem xét các biến đổi đặc tính mỗi khoảnh đất; Đổi tên, phân loại những vùng đất khác nhau; Chồng ghép logic các lớp thông tin đất với các lớp thông tin khí hậu, thảm che phủ đất, địa mạo, đá mẹ; Tính toán giá trị thuộc tính từ những lớp thông tin khác nhau hoặc ước tính khối lượng đất hàng năm mất đi do xói mòn kết hợp sử dụng phương trình tổng hợp xói mòn đất (USLE) phổ dụng;

- Tạo một cơ sở dữ liệu đất;

- Sử dụng dữ liệu phần diện: Ước tính, mô tả định lượng về tính chất đất bao gồm các giá trị trung bình, giá trị phương sai của tất cả những tính chất định lượng của đất.

- Thành lập những bản đồ chuyên đề bằng phương pháp nội suy dữ liệu phần diện đất trong nghiên cứu ô nhiễm đất; Tạo mô hình ước tính sản lượng mùa vụ hoặc mô hình định lượng khác từ phần diện đất và dữ liệu khác.

- Phân tích nhu cầu sử dụng phân bón cấp vùng và quốc gia.

Thử nghiệm phần mềm GIS trên những tiêu bản đất và tính toán nhu cầu phân bón của đất. Hồi đáp, tìm kiếm được dựa trên cơ sở dữ liệu địa lý (bản đồ) và dữ liệu phi địa lý (nhóm đất lớn nhất, độ dốc, mức độ xói mòn, điều kiện tưới tiêu, nhiễm mặn, kiềm, tính sỏi, đá, phân loại tiềm năng sử dụng đất, dự đoán tình trạng dinh dưỡng NPK và pH) cho mỗi vùng.

1.3.3. Khí tượng thuỷ văn

Trong lĩnh vực này GIS được dùng như là một hệ thống đáp ứng nhanh, phục vụ phòng chống thiên tai như lũ quét, sạt lở, xác định tâm bão, dự đoán các luồng chảy, xác định mức độ ngập lụt, hạn hán...từ đó đưa ra các biện pháp phòng chống kịp thời. Vì những ứng dụng này mang tính phân tích phức tạp nên mô hình dữ liệu không gian dạng ảnh (raster) sẽ chiếm ưu thế.

1.3.4. Nông nghiệp và phát triển nông thôn

Những ứng dụng đặc trưng của GIS trong lĩnh vực nông nghiệp và phát triển nông thôn bao gồm: Giám sát thu hoạch, quản lý sử dụng đất, dự báo về hàng hoá, nghiên cứu về đất canh tác, kế hoạch tưới tiêu, kiểm tra nguồn nước. Dân số thế giới tính đến tháng 7 năm 2013 đã đạt khoảng hơn 7 tỉ người. Người ta dự đoán rằng con số này sẽ tăng gấp đôi vào năm 2050. Sự tăng dân số chủ yếu ở những nước đang phát triển và điều này đi cùng với hiện tượng di dân từ nông thôn ra thành thị. Sự tăng trưởng cơ học này sẽ gây ra những vấn đề nghiêm trọng trong công nghiệp, môi trường và sức khoẻ con người. Để tìm cách giải quyết những vấn đề này, những dữ liệu tin cậy gần đây về số lượng dân cư, tính chất và sự phân bố dân cư phải luôn sẵn có. Những nguồn thông tin về dân tộc học (thống kê và những yêu cầu thông tin) có chi phí lớn và không đầy đủ trong đa số các trường hợp ở những nước đang phát triển. Trong khung cảnh này, kỹ thuật viễn thám được tổ hợp với GIS để điều tra và xử lý dữ liệu cho các nghiên cứu dân tộc học.

Ở Việt nam, công nghệ GIS mới được chú ý đến trong vòng hơn 20 năm trở lại đây. Tuy nhiên do những hạn chế về công nghệ, kỹ thuật và quản lý, GIS mới chỉ được tập trung ở một số cơ quan nghiên cứu trung ương của một số ngành như nông lâm nghiệp, địa chất, khí tượng thuỷ văn, giao thông vận tải, quốc phòng. Phần lớn mới chỉ dừng lại ở mức xây dựng cơ sở dữ liệu cho các dự án nghiên cứu. Một số phần mềm lớn về GIS như ArcGIS, MapInfo, Mapping Office đã được sử dụng ở nhiều nơi để xây dựng lại các bản đồ địa hình, địa chính, hiện trạng trên phạm vi toàn quốc. Sự kết hợp giữa công nghệ viễn thám và GIS đã bắt đầu được ứng dụng trong nhiều nghiên cứu về nông lâm nghiệp, chẳng hạn như trong công tác điều tra quy hoạch rừng (Viện điều tra quy hoạch rừng), công tác điều tra và đánh giá và quy hoạch đất nông nghiệp của Viện quy hoạch, thiết kế Nông Nghiệp... đã mở ra các triển vọng đáng chú ý trong việc ứng dụng GIS.

1.3.5. Dịch vụ tài chính

GIS được sử dụng trong lĩnh vực dịch vụ tài chính tương tự như là một ứng dụng đơn lẻ. Nó đã từng được áp dụng cho việc xác định vị trí những chi nhánh mới của Ngân hàng, điểm đặt trạm ATM. Hiện nay việc sử dụng GIS đang tăng lên trong lĩnh vực này, nó là một công cụ đánh giá rủi ro và mục đích bảo hiểm, xác định với độ chính xác cao hơn những khu vực có độ rủi ro lớn nhất hay thấp nhất. Lĩnh vực này đòi hỏi những dữ liệu cơ sở khác nhau như là hình thức vi phạm luật pháp, địa chất học, thời tiết và giá trị tài sản.

1.3.6. Y tế

Ngoại trừ những ứng dụng đánh giá, quản lý mà GIS thường được sử dụng, GIS còn có thể áp dụng trong lĩnh vực Y tế. Ví dụ như, nó chỉ ra được lộ trình nhanh nhất giữa vị trí

hiện tại của xe cấp cứu và bệnh nhân cần cấp cứu, dựa trên cơ sở dữ liệu giao thông. GIS cũng có thể được sử dụng như là một công cụ nghiên cứu dịch bệnh để phân tích nguyên nhân bùng phát và dự đoán khả năng lây lan bệnh tật trong cộng đồng.

1.3.7. Giao thông

GIS có khả năng ứng dụng đáng kể trong lĩnh vực vận tải. Việc lập kế hoạch và duy trì cơ sở hạ tầng giao thông rõ ràng là một ứng dụng thiết thực. Hiện tại, GIS kết hợp với GPS được ứng dụng khá rộng rãi trong lĩnh vực vận tải và xây dựng hải đồ điện tử.

1.3.8. Các ngành điện, nước, gas, điện thoại...

Những công ty trong lĩnh vực này là những người dùng GIS linh hoạt nhất, GIS được dùng để xây dựng những cơ sở dữ liệu là nhân tố của chiến lược công nghệ thông tin của các công ty trong lĩnh vực này. Dữ liệu Vector thường được dùng trong các lĩnh vực này. những ứng dụng lớn nhất trong lĩnh vực này là *Automated Mapping* và *Facility Management* (AM-FM). AM-FM được dùng để quản lý các đặc điểm và vị trí của các cáp, valve... Những ứng dụng này đòi hỏi các bản đồ số với độ chính xác cao. Một tổ chức dù có nhiệm vụ là lập kế hoạch và bảo dưỡng mạng lưới vận chuyển hay là cung cấp các dịch vụ về nhân lực, hỗ trợ cho các chương trình an toàn công cộng và hỗ trợ trong các trường hợp khẩn cấp, hoặc bảo vệ môi trường, thì công nghệ GIS luôn đóng vai trò cốt yếu bằng cách giúp cho việc quản lý và sử dụng thông tin địa lý một cách hiệu quả, nhằm đáp ứng các yêu cầu hoạt động và mục đích chương trình của tổ chức đó.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày khái niệm hệ thống thông tin địa lý.
2. Phân tích vai trò của các thành phần trong GIS.
3. Thành phần quan trọng nhất trong Hệ thống thông tin địa lý là gì? Tại sao?
4. Nêu các ứng dụng của GIS trong các ngành khoa học kỹ thuật và kinh tế trên thế giới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Aronoff, S., 1989. *Geographic Information Systems: A management perspective*. WDL Publications, Ottawa, Canada. 294 p.
2. Bernhardsen, T., 2002. *Geographic Information System: An Introduction*. John Wiley & Sons, Inc., Indianapolis, U.S.
3. Burrough, P. A., 1986. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford Science Publications, Monographs on Soil and Resources Survey. New York: Oxford University Press.
4. Burrough, P. A. and R. A. McDonell, 1998. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press.
5. Đặng Văn Đức, 2001. Giáo trình Hệ thống thông tin địa lý. NXB Khoa học và kỹ thuật. Hà Nội.
6. Longley, P.A., M. F. Goodchild, D. J. Maguire, and D. W. Rhind. 2005. *Geographic information systems and science*. Hoboken, N. J.: John Wiley and Sons.
7. Maguire, D. J., M. F. Goodchild, and D. W. Rhind, eds., 1991. *Geographical Information Systems: Principles and Applications* Essex: Longman Scientific & Technical.
8. Michael N. Demers, 2005. *Fundamental of Geographic Information Systems*. Third edition. Wiley.

Chương 2

CẤU TRÚC VÀ MÔ HÌNH DỮ LIỆU CỦA HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ

Chương 2 sẽ cung cấp cho người đọc những hiểu biết về cấu trúc quản lý dữ liệu của hệ thống thông tin địa lý, các khái niệm về dữ liệu không gian (hay còn gọi là dữ liệu bản đồ), dữ liệu phi không gian (hay còn gọi là dữ liệu thuộc tính) trong cơ sở dữ liệu của hệ thống thông tin địa lý và mối quan hệ mật thiết giữa hai loại dữ liệu cơ bản này.

Đặc điểm dữ liệu trong GIS khác biệt với dữ liệu ở các hệ thống thông tin khác (ngân hàng, thư viện, quản lý khách hàng, y tế...) ở chỗ chúng bao gồm cả thông tin về vị trí không gian, thậm chí cả các mối liên hệ không gian và các thông tin mô tả (thuộc tính) các vật thể trong hệ thống dữ liệu.

Dữ liệu địa lý biểu thị các vật thể trên bề mặt trái đất bao giờ cũng được thể hiện trên mặt giấy phẳng hai chiều bằng ba thực thể chính: điểm (*point*), đường (*line*) và vùng (*polygon*) được mã hóa vào trong hệ thống cơ sở dữ liệu địa lý. Các thực thể này biểu thị tất cả các vật thể địa lý trên mặt đất để mô hình hóa thế giới thực tế.

Người ta sử dụng một hệ thống tọa độ nhất định để liên hệ dữ liệu địa lý với vị trí thực tế của vật thể mà dữ liệu đại diện trên bề mặt trái đất. Hệ thống tọa độ có thể là hệ cục bộ cho các vùng nghiên cứu nhỏ hoặc là hệ thống tọa độ quốc gia (chẳng hạn như hệ tọa độ VN-2000 của Việt Nam) hay quốc tế như UTM (*Universal Transverse Mercator*).

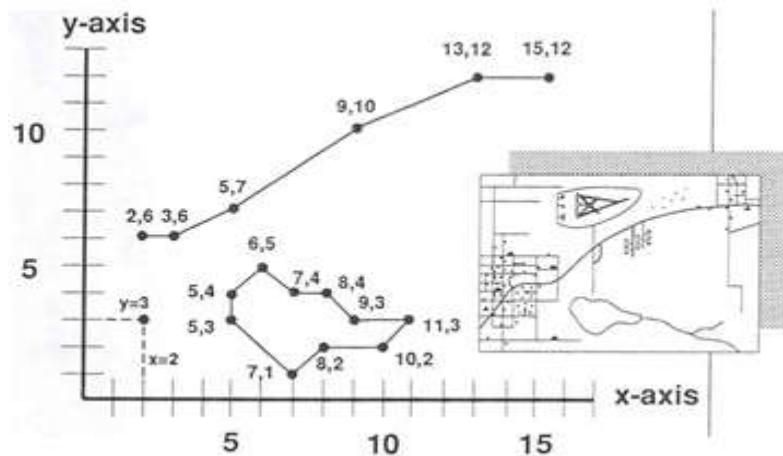
Ngoài các dữ liệu không gian được mô tả ở trên, trong các GIS còn tồn tại loại dữ liệu khác không kém phần quan trọng là dữ liệu phi không gian.

2.1. Dữ liệu không gian

Đây là dạng dữ liệu cơ bản của một hệ thống thông tin địa lý. 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 (ảnh) dưới dạng Raster hoặc Vector.

2.1.1. Cấu trúc dữ liệu dạng Vector

Theo quan niệm toán học thì Vector bao gồm một điểm (với cặp tọa độ x, y trong không gian phẳng hay x, y, z trong không gian ba chiều), một khoảng cách và một chỉ số hướng.



Hình 2.1. Các dữ liệu Vector dạng điểm, đường và vùng trong tọa độ phẳng x, y

Ví dụ để lưu trữ dữ liệu biểu thị một vật thể hình tròn thì trong cấu trúc raster ta tạo mã code cho tập hợp những ô vuông sơ cấp nằm trong phạm vi hình tròn trong khi đối với cấu trúc dạng vector thì ta chỉ cần lưu trữ tọa độ điểm tâm vòng tròn và giá trị bán kính của hình tròn.

a. Định nghĩa

Cấu trúc dữ liệu Vector là sự thể hiện chính xác các đối tượng trong thế giới thực lên bản đồ số bằng giá trị liên tục của các cặp tọa độ và xác định chính xác mối quan hệ không gian của các đối tượng. Do khoảng không gian được coi là liên tục chứ không lấy giá trị trung bình nên tất cả các vị trí không gian, các khoảng cách và các kích thước đều có thể được hiển thị chính xác tỷ lệ theo giá trị thực của chúng.

Tuy vậy, thực sự không thể tồn tại sự thể hiện chính xác tuyệt đối mà phụ thuộc vào mức độ thể hiện của máy tính. Bất cứ thiết bị thu nhận dữ liệu Vector nào cũng bị giới hạn bởi một khoảng cách cơ bản, mặc dù khoảng cách này có giá trị vô cùng nhỏ so với độ phân giải của hầu hết thiết bị Raster. Bên cạnh giả thiết về sự chính xác thể hiện tọa độ thì cấu trúc Vector sử dụng các công thức quan hệ chính xác nên có thể lưu trữ dữ liệu phức tạp hiệu quả về mặt tiết kiệm dung lượng bộ nhớ.

b. Các thực thể Vector

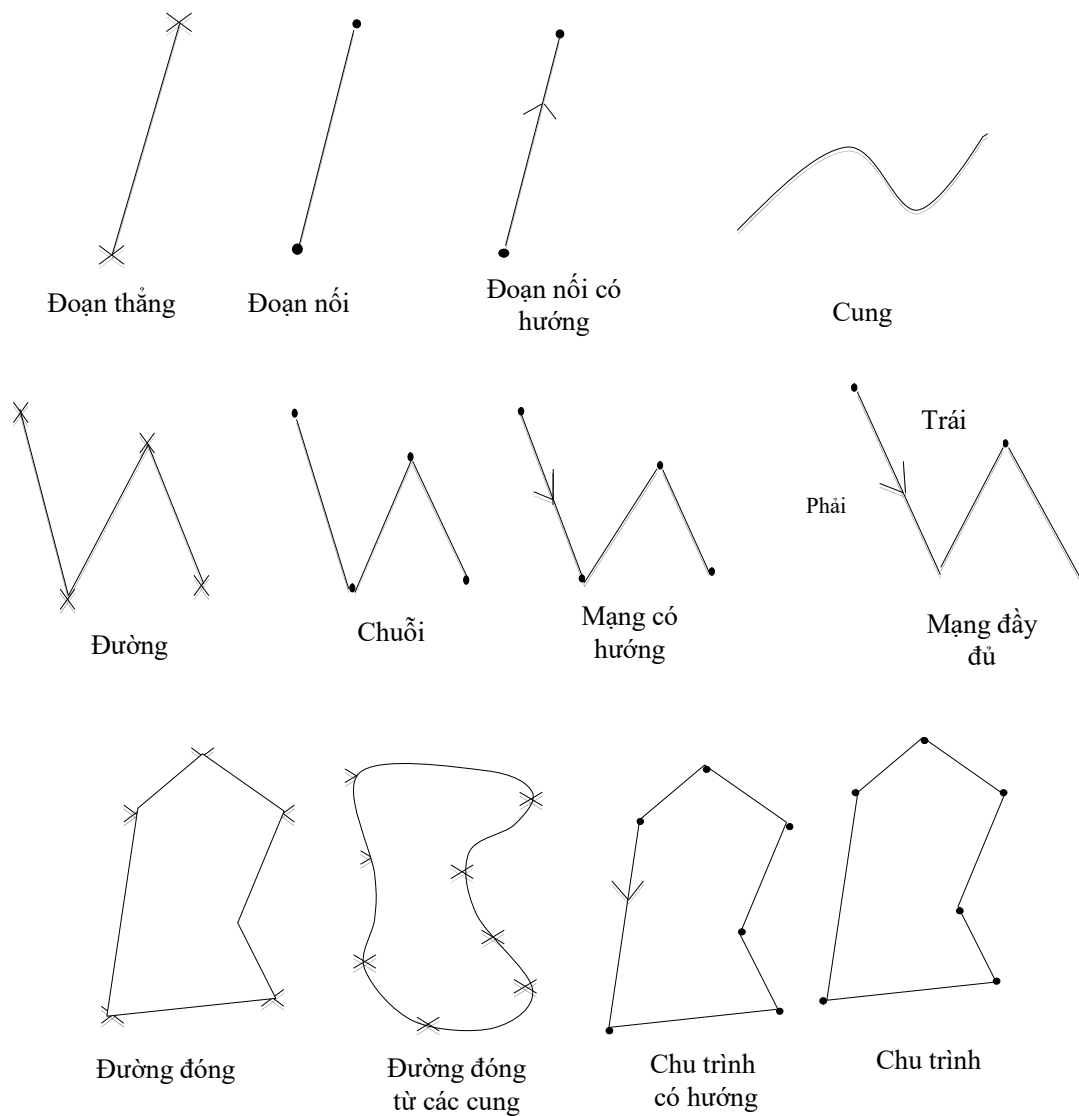
Cấu trúc Vector coi vật thể tự nhiên là tập hợp các thực thể không gian cơ sở (điểm, đường và vùng) và tổ hợp giữa các thực thể này. Các thực thể sơ cấp này được thành lập trên cơ sở các cặp tọa độ của các điểm trong một hệ tọa độ nhất định.

Thực thể điểm (*point entity*) là các thực thể địa lý được xác định bởi một cặp tọa độ (x, y) duy nhất. Ngoài ra, các dữ liệu mô tả điểm đó như ký hiệu, tên gọi... cũng được lưu trữ cùng với giá trị của cặp tọa độ.

Thực thể đường (*line entity*) được định nghĩa như là tập hợp các thực thể địa lý được xác định bằng những đoạn thẳng có ít nhất hai hay nhiều cặp tọa độ. Một đường đơn giản nhất được tạo thành khi lưu trữ một điểm đầu và một điểm cuối (hai cặp tọa độ X, Y) và có thể kèm theo dữ liệu ký hiệu thể hiện nó trên bản đồ. Một cung (*arc*), một kênh (*chain*) hay một chuỗi (*string*) là tập hợp của n cặp tọa độ biểu thị một đường cong phức tạp và liên tục. Người ta có thể giảm đáng kể bộ nhớ lưu trữ nếu có thể biểu diễn cả đường cong bằng phương trình toán học vì khi đó chỉ cần lưu trữ các thông số của phương trình thay vì lưu trữ giá trị của tất cả các cặp tọa độ.

Khái niệm mạng lưới đường (*line network*): Tổ hợp các đoạn thẳng đơn giản không chứa các thông tin liên quan đến mạng lưới và sẽ gây khó khăn trong các phân tích đường tiêu nước, hệ thống giao thông... Để có thể tạo được một cấu trúc mạng, trong đó máy tính dễ dàng xác định thứ tự liên quan giữa các đường, người ta phải tạo các quan hệ ràng buộc, chỉ ra sự liên kết giữa các đoạn thẳng. Line Network là sự tổ hợp của các đoạn thẳng gắn với sự thể hiện liên tục quan hệ giữa chúng qua các điểm nút (*node*). Các node cho biết hướng và xác định góc mà mỗi đoạn cong gắn vào nút, tạo thành mối quan hệ không gian cho toàn bộ mạng lưới (*topology*). Hình 2.2 là minh họa cho các loại đường khác nhau được thể hiện dạng Vector trong GIS.

Thực thể vùng (*polygon entity, region or area*): Vùng là một đối tượng hình học 2 chiều. Vùng có thể là một đa giác đơn giản hay hợp của nhiều đa giác đơn giản. Do một vùng được cấu tạo từ các đa giác nên cấu trúc dữ liệu của đa giác phải ghi lại được sự hiển diện của các thành phần này và các phần tử cấu tạo nên đa giác.



Hình 2.2. Các cấu trúc Vector dạng đường

c. Phân loại cấu trúc dạng Vector

Mục đích của cấu trúc dữ liệu Vector dạng vùng là nhằm biểu thị được các tính chất topo không gian của các thực thể vùng (như hình dạng, quan hệ kề cận, và phân cấp) để sau đó các thực thể sơ cấp cấu thành này có thể thể hiện được các vùng lên màn hình và dễ dàng được xử lý, phân tích như các bản đồ chuyên đề. Trước khi diễn tả và phân tích các loại cấu trúc dữ liệu Vector, cần liệt kê các yêu cầu của hệ thống GIS đối với mạng lưới (network polygon):

- Mỗi một polygon sơ cấp trên bản đồ sẽ có một giá trị diện tích, chu vi và hình dạng duy nhất. Trong cấu trúc Vector ta không có thực thể sơ cấp cấu thành như kiểu ô vuông cell của dữ liệu cấu trúc dạng Raster.
- Các dữ liệu polygon phải kèm theo dữ liệu về các thực thể giáp ranh tương tự như mạng lưới đường (*line network*).
- Các polygon khác nhau trong một bản đồ chuyên dụng không nhất thiết phải được thể hiện đồng mức. Các vùng kích thước nhỏ có thể nằm trọn trong các vùng lớn.

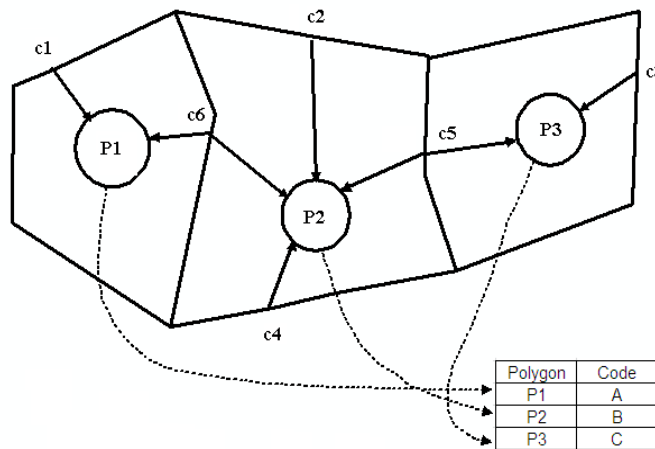
Các phương pháp để thể hiện vùng sử dụng cấu trúc Vector có thể được phân loại như: (a) Thể hiện bằng các đa giác thông thường; (b) Thể hiện bằng điểm tương ứng duy nhất cho từng đa giác, chứa các cặp tọa độ của các đỉnh; (c) Thể hiện thành một hệ thống với các quan hệ topo rõ ràng; và (d) Cấu trúc mạng topo.

Polygon đơn giản (thông thường): Phương pháp đơn giản nhất để thể hiện một đa giác là mở rộng cách lưu trữ đường cong như là một tập hợp các cặp tọa độ XY trên đường biên của đa giác. Tên hay ký hiệu của vùng mà đa giác đại diện được lưu trữ dưới dạng các ký tự văn bản (text) để người sử dụng biết thông tin riêng của vùng. Mặc dù đây là cách biểu thị đơn giản nhưng nó còn tồn tại nhiều nhược điểm.

- Các đường biên của các vùng kề nhau phải được số hoá và lưu trữ hai lần. Điều này rất dễ tạo ra sai số khi ghép biên và sinh ra các vùng nhỏ mới không có ý nghĩa giữa các đường biên chung.
- Không có thông tin về các quan hệ liền kề.
- Không thể hiện được sự hiện diện của các đa giác con nằm trọn bên trong một đa giác lớn khác.
- Sẽ rất khó khăn khi muốn kiểm tra được các lỗi trên các đường biên như đường biên không khép kín, đa giác có cạnh cắt chéo vào phía trong.

Polygon với các điểm tọa độ lưu trữ theo thứ tự: trong loại lưu trữ này, các cặp tọa độ điểm được đánh số liên tiếp theo một hướng nhất định và cũng được gắn với một chỉ số cho biết điểm đó thuộc về polygon nào. Loại lưu trữ này tránh được sự trùng lặp lưu trữ các đường biên của đa giác nhưng các vấn đề về truy xét lân cận và nhận biết bao trùm vẫn không giải quyết được.

Polygon với cấu trúc topo riêng: Loại lưu trữ dữ liệu không gian này có một bảng dữ liệu riêng biệt để chứa các thông tin về thành phần các đường trong từng polygon (Hình 2.3). DIME (*Dual Independent Map Encoding*) của Cục Điều tra Dân số Hoa kỳ (*US Bureau of Census*) là một trong những cấu trúc loại polygon có cấu trúc topo riêng biệt. Thực thể sơ cấp là một đoạn thẳng xác định bởi hai điểm ở hai đầu; đường cong được xác định bởi một tập hợp các đoạn thẳng. Mỗi đoạn thẳng được gắn hai chỉ dẫn ở hai đầu và mã thể hiện các polygon ở hai phía của nó.

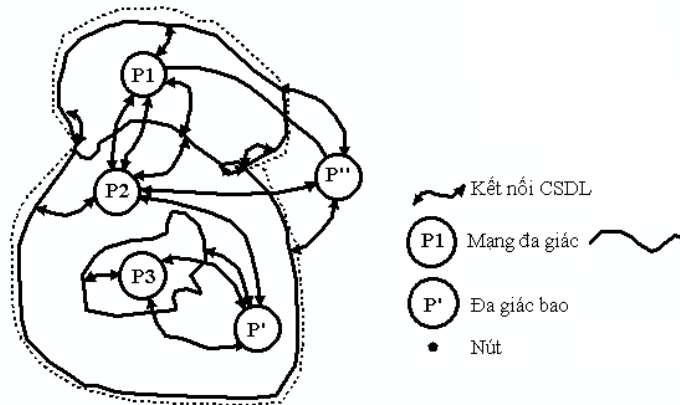


Hình 2.3. Vùng với cấu trúc topo riêng biệt

Loại cấu trúc dữ liệu Vector này vẫn chưa tạo điều kiện tốt cho việc phân tích dữ liệu (chồng xếp hay tìm kiếm) và vẫn còn phải lưu trữ nhiều dữ liệu thừa.

Polygon với cấu trúc mạng topo hoàn chỉnh là loại cấu trúc Vector được sử dụng trong hầu hết các phần mềm Vector GIS hiện nay. Nó được trình bày trực quan như trong sơ đồ Hình 2.4, và sẽ được tiếp tục được bàn luận đến trong phần tiếp theo về tô pô cấu trúc dữ liệu Vector.

Cấu trúc polygon với mạng topo hoàn chỉnh này cho phép giải quyết vấn đề các polygon con nằm trọn trong polygon lớn (đảo polygon), vấn đề xử lý các sai số đường biên và vùng cận kề...



Hình 2.4. Vùng với cấu trúc topo mạng đầy đủ

(Nguồn: Trần Thị Băng Tâm, 2006)

d. Quan hệ trong cấu trúc mạng Vector (Vector topology)

Trong bản đồ số, mối quan hệ không gian giữa các đối tượng trên bản đồ gọi là topology. Đối với một bản đồ, topology cho biết sự liên tục giữa các đối tượng, chỉ ra các polygon kề nhau và có thể xác định được một đối tượng như một vùng là một tập hợp của một loạt đối tượng khác (đường). Sau đây là mô tả các tính chất của topology chủ yếu dựa trên tài liệu của Viện nghiên cứu hệ thống môi trường Mỹ (ESRI).

Topology có 3 tính chất quan trọng: (a) tính liên tục (*connectivity*): các cung, đường nối với nhau tại các node; (b) tính tạo vùng (*area definition*): các cung hoặc đường (*line*) nối lần lượt với nhau thành vòng khép kín, bao quanh một vùng, tạo thành một polygon; và (c) tính tiếp giáp (*contiguity*): các cung (*arc*) đều có hướng và được gán chỉ số biểu thị cho các polygon ở bên phải và bên trái nó.

❖ Tính liên tục (*connectivity*)

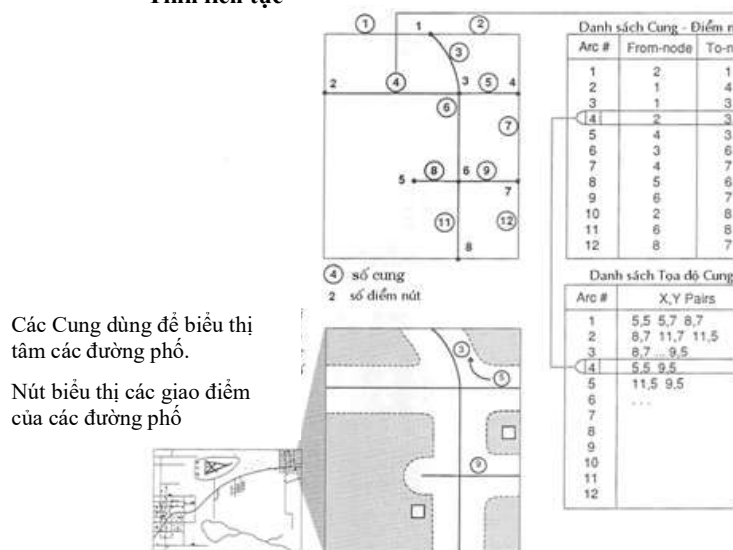
Theo định nghĩa, vị trí tọa độ các điểm (các cặp X, Y) dọc theo một cung (*arc*) xác định hình dạng của cung đó. Điểm cuối của cung gọi là điểm nút (*node*).

Mỗi cung (*arc*) bao giờ cũng có 2 nút: nút đầu và nút cuối (*from-node* và *to-node*). Các *arc* chỉ có thể nối được với nhau tại các điểm cuối của chúng (điểm nút). Để biết được cung nào nối với cung nào (những *arc* nào nối với nhau) thì chương trình máy tính chỉ việc rà soát dữ liệu ở tất cả các nút. Theo ví dụ trong Hình 2.5 thì các cung 3, 4, 5 và 6 gặp nhau tại nút số 3. Như vậy máy tính biết được có thể dịch chuyển dọc theo *arc* số 5 để đến *arc* số 3 vì chúng có chung một điểm node 3 nhưng không thể rẽ trực tiếp từ *arc* 5 đến *arc* 9 vì chúng không có chung điểm node nào cả.

Tính liên tục

Topology

Topology Cung – Điểm nút

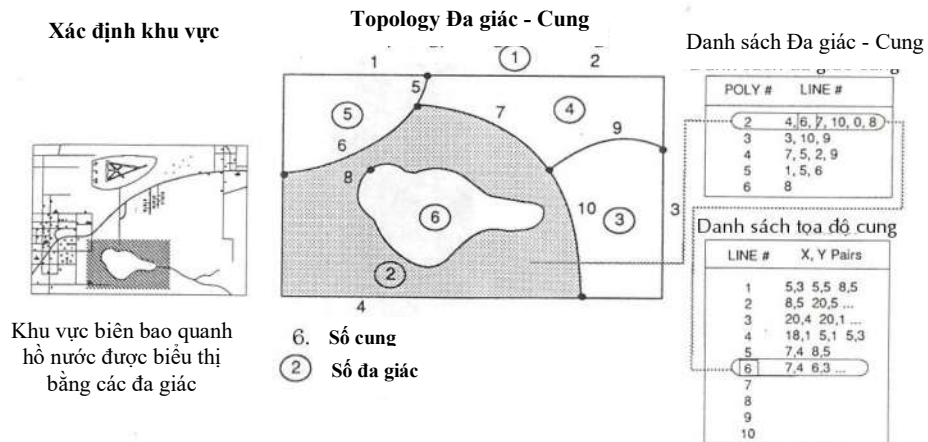


Hình 2.5. Tính chất liên tục của Topology

❖ Tính tạo vùng (area definition)

Polygon là một chuỗi các cặp tọa độ X, Y nối liên tiếp với nhau để khép kín thành một vùng. Tuy vậy trong tổ chức dữ liệu Vector được nhiều phần mềm GIS áp dụng, thì vùng (polygon) được lưu trữ dưới dạng tập hợp các cung (arc) bao quanh nó. Máy tính lưu trữ danh sách các vùng cùng với các cung tạo ra mỗi vùng, gọi là Polygon-Arc list, bên cạnh danh sách tọa độ các cung (*Arc coordinate list*) như thường lệ. Trong ví dụ Hình 2.6, polygon số 2 được xác định bởi các arc số 4, 6, 7, 10, và 8 tạo thành. Vì cung 8 tạo nên đa giác 6 là đa giác đảo nằm trong polygon số 2 nên trong danh sách đa giác-cung phải mã hóa thêm chữ số 0 trước số 8).

Mặc dù tên chỉ số của một cung có thể xuất hiện nhiều lần trong Danh sách Đa giác - Cung (trong Hình 2.6 thì tên cung số 6 có cả trong hàng cho vùng 2 và vùng 5), nhưng dữ liệu về cung đó chỉ được lưu trữ một lần duy nhất ở danh sách Tọa độ Cung. Việc tổ chức lưu trữ 2 danh sách bảng riêng biệt (đa giác - cung và tọa độ cung) như vậy đã tránh được sự lưu trữ lặp tọa độ các cung tạo nên đa giác và đồng thời bảo đảm được việc các đường biên chung của 2 đa giác cận kề bao giờ cũng trùng khớp lên nhau.

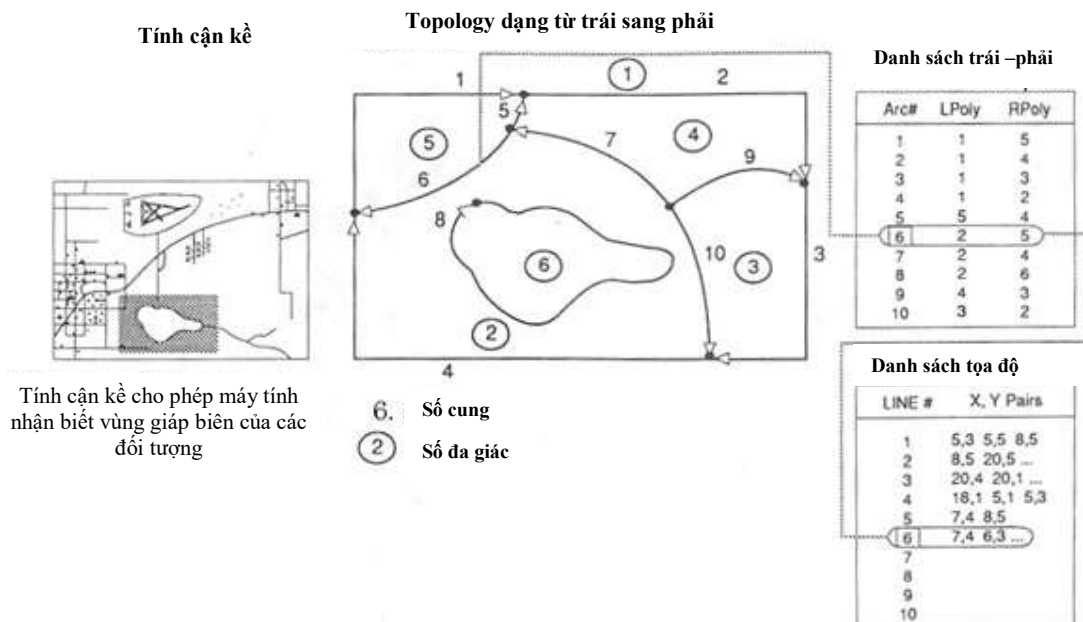


Hình 2.6. Tính chất tạo vùng của Topology

(Nguồn: Trần Thị Băng Tâm, 2006)

❖ **Tính kề cận (contiguity)**

Vì mỗi một cung (*arc*) đều được gán cho chỉ số hướng (node đầu và node cuối) nên có thể lưu trữ danh sách liệt kê các polygon nào nằm ở bên phải hoặc bên trái của từng cung (*arc*), gọi là Danh sách trái-phải (*Left-right list*). Như vậy ta có thể nhận ra các polygon nào kề cận nhau nếu chúng có chung ít nhất một *arc*. Ví dụ trong Hình 2.7, có thể thấy polygon số 2 ở bên trái và polygon số 5 ở bên phải của arc số 6. Qua đó phần mềm sẽ nhận ra ngay polygon số 2 và số 5 là liền kề nhau.



Hình 2.7. Tính chất kề cận của Topology

(Nguồn: Trần Thị Băng Tâm, 2006)

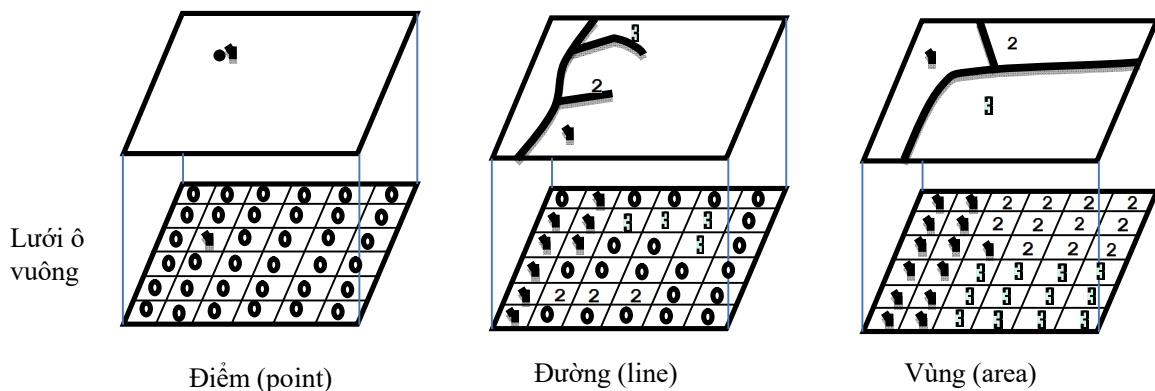
2.1.2. Cấu trúc dữ liệu dạng Raster

a. Định nghĩa

Cấu trúc Raster là cấu trúc dữ liệu đơn giản nhất trong GIS. Nó còn có tên là “tổ chức theo ô vuông của dữ liệu không gian” (*cellular organization of spatial data*). Với cấu trúc dữ liệu dạng Raster, giá trị của thông số nghiên cứu như độ cao địa hình (m), loại đất, sinh khối thực vật (gr/m^2)... phải được xác định cho từng ô lưới (*cell*) và lúc đó ta sẽ có một ma trận không gian hai chiều. Trong cấu trúc dữ liệu dạng Raster (Hình 2.8), các vật thể trên bản đồ có thể được mô tả bằng các yếu tố (*map features*) sau:

- Điểm (point): Là một ô vuông.
- Đường (line): Là tập hợp các ô lưới vuông nối tiếp nhau và sắp xếp theo một hướng nhất định.
- Vùng (area): Là một tập hợp khép kín các ô vuông lưới có vị trí liên kề nhau.

Tọa độ



Hình 2.8. Cấu trúc dữ liệu Raster

Cấu trúc dữ liệu Raster đơn giản nhất là một ma trận ô lưới (ma trận hàng và cột). Mỗi một ô vuông (*gridcell*) được đặt theo một hàng và cột và mang một số đại diện cho kiểu hay giá trị của thuộc tính của đặc tính địa lý (code có trên bản đồ). Cấu trúc dữ liệu trên cũng cho thấy ở mặt phẳng 2 chiều các dữ liệu địa lý không được thể hiện một cách liên tục mà từng phần, nên sẽ có ảnh hưởng đáng kể đến tính toán độ dài hay diện tích cho các đặc tính bản đồ khi kích thước của các *gridcell* đại diện cho các đặc tính càng lớn.

Lớp dữ liệu: Vì mỗi *cell* trong một bảng 2 chiều chỉ mang một số nên các thuộc tính địa lý khác nhau phải được thể hiện theo các tập hợp ma trận riêng biệt gọi là lớp chồng xếp. Thế giới thực là sự thể hiện tổng hợp của một tập hợp chồng xếp các lớp dữ liệu mang các đặc tính khác nhau (địa hình, loại đất, đường, sông suối, nhà cửa, dân cư...). Phép chồng xếp lớp bản đồ rất quan trọng trong công tác xử lý ảnh số, ảnh viễn thám và là cơ sở của hầu hết các quá trình xử lý ảnh dạng dữ liệu Raster.

b. Tổ chức dữ liệu Raster trong GIS

Mục đích tổ chức dữ liệu Raster trong GIS là để tối ưu hoá việc nhập dữ liệu, giảm bớt sự lưu trữ và các yêu cầu về xử lý dữ liệu. Các dữ liệu Raster được tổ chức như sau:

Khi đã xác định được các đối tượng và thuộc tính của các đối tượng, chúng có thể tổ chức các đặc tính địa lý thành các lớp dữ liệu như trong Hình 2.9. Có nhiều yếu tố ảnh

hưởng đến tổ chức lớp trong cơ sở dữ liệu địa lý và chúng khác nhau trong mỗi kiểu ứng dụng. Cách thông thường nhất là tổ chức lớp theo kiểu của các đặc tính (điểm, đường, vùng) và nhóm theo các chuyên đề. Các lớp được tổ chức sao cho các điểm, đường và vùng được lưu trữ trong các lớp riêng biệt. Ví dụ như các nhà ở mang đặc tính điểm có thể được lưu riêng thành một lớp trong khi đường giao thông đại diện cho đặc tính đường thì được lưu trong một lớp khác. Các đặc tính có thể tổ chức theo chuyên đề mà nó đại diện. Ví dụ dòng chảy và đường giao thông tuy cùng mang đặc tính đường nhưng có thể tổ chức thành 2 lớp khác nhau. Các thuộc tính đi kèm đặc tính địa lý thủy hệ (sông suối) có thể là tên gọi, phân loại (sông hoặc kênh rạch) và vận tốc dòng chảy trong khi thuộc tính của đường giao thông là tên gọi, kết cấu bề mặt và độ rộng... Do sự khác nhau rất xa về thuộc tính nên chúng phải được lưu trữ vào các lớp khác nhau nhưng phải cùng chung một vùng quan trắc địa lý (cùng một hệ thống tham chiếu không gian).

Lớp (Layer)	Loại đối tượng	Kiểu đối tượng	Đặc tính
	Loại đất	Polygons	Đánh giá Phân loại đất
	Sử dụng đất	Polygons	Mã hóa thửa đất Định giá đất Loại hình sử dụng đất
	Giao thông	Lines	Mã hóa đường
	Sông ngòi	Lines	Phân loại sông ngòi

Hình 2.9. Khái niệm về các lớp dữ liệu và tổ chức dữ liệu Raster

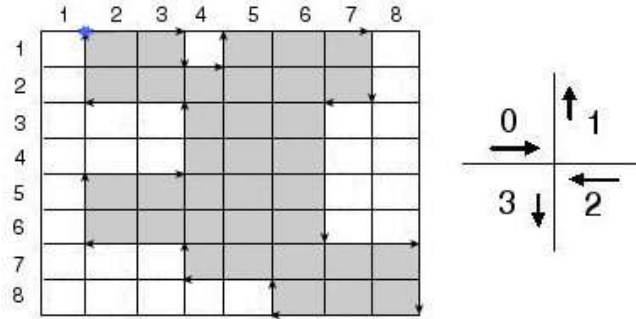
c. Các phương pháp nén để lưu trữ dữ liệu Raster

Khi mỗi một ô vuông được gán một giá trị thuộc tính thì sẽ phải lưu trữ (n hàng $\times$ m cột $\times$ 3 giá trị tọa độ X, Y và giá trị thuộc tính = $n \times m \times 3$) số liệu cho mỗi lớp dữ liệu Raster. Đây là trường hợp khi muốn số hóa bản đồ địa hình thành một ma trận độ cao. Nếu trong nhiều tập hợp thành phần gồm nhiều ô vuông có chứa cùng một giá trị thuộc tính thì ta có thể áp dụng các thuật toán lưu trữ nén để giảm đáng kể bộ nhớ của máy tính. Các phương pháp nén này như ta sẽ thấy ở phần tiếp theo, chỉ có thể được sử dụng khi ta không có quan hệ loại một - đa phương của thông số thuộc tính với các tọa độ ngang của các ô vuông. Có ba phương pháp nén cơ bản dữ liệu dạng Raster: phương pháp nén dọc theo biên (Chain codes, Run-length codes và Quadtrees).

❖ Phương pháp nén dọc theo biên (Chain-codes)

Các đường biên của một vùng (vùng gồm các ô tô đậm trong Hình 2.10) có thể được thể hiện bằng một dãy các vec tơ đơn vị liên tiếp nhau theo 4 hướng. Các hướng này được qui ước bằng các số (hướng Đông = 0, Bắc = 1, Tây = 2, Nam = 3). Ví dụ, muốn lưu trữ dữ liệu vùng được tô đậm trong Hình 2.10 bằng cách biểu thị đường biên ngoài của vùng với mã chain-code, bắt đầu từ đỉnh phía trên, bên trái của cell hàng 1, cột 1 và đặt mã lần lượt theo chiều kim đồng hồ sẽ có dãy giá trị sau thể hiện biên của vùng tô đậm:

0², 3, 0, 1, 0³, 3², 2, 3⁴, 0², 3², 2³, 1, 2², 1, 2², 1², 0², 3², 2², 1²



Hình 2.10. Phương pháp nén Chain-code

Chain-codes là một phương thức lưu trữ và nén dữ liệu Raster hiệu quả. Nó cho phép tiến hành dễ dàng các phép tính chu vi và diện tích, nhận biết vùng lỗi lồi lõm hoặc vị trí thay đổi hướng đột ngột. Tuy vậy, phương pháp này lại gây khó khăn cho phép phân tích chồng xếp như kết hợp và ghép bản đồ nếu không biến đổi dữ liệu trở về dạng không nén. Nhược điểm nữa là vấn đề dư thừa dữ liệu vì tất cả các đường biên phải lưu trữ hai lần.

❖ *Phương pháp nén theo hàng cột (Run-length codes)*

Phương pháp này cho phép các điểm trên mỗi đơn vị bản đồ được lưu trữ theo hàng từ trái qua phải bắt đầu bằng ô (cell) đầu tiên đến ô cuối của mỗi vùng con. Trong Hình 2.10 ví dụ trên, có thể viết như ở Bảng 2.1.

Vùng nghiên cứu với 64 ô vuông (cell) đã được lưu trữ chỉ bằng 18 chữ số (9 cặp số) và như vậy đã giảm xuống đáng kể bộ nhớ cần thiết để lưu trữ dữ liệu. Phương pháp này phù hợp cho việc lưu trữ dữ liệu trong các máy tính có dung lượng bộ nhớ nhỏ. Tuy nhiên việc nén quá nhiều dữ liệu có thể sẽ gây trở ngại cho quá trình xử lý và phân tích dữ liệu.

Bảng 2.1. Nén theo hàng cột

Hàng	Cột
hàng 1:	2,3 5,7
hàng 2:	2,7
hàng 3:	4,6
hàng 4:	4,6
hàng 5:	2,6
hàng 6:	2,6
hàng 7:	4,8
hàng 8:	6,8

❖ *Phương pháp nén cây tứ phân (quadtree block)*

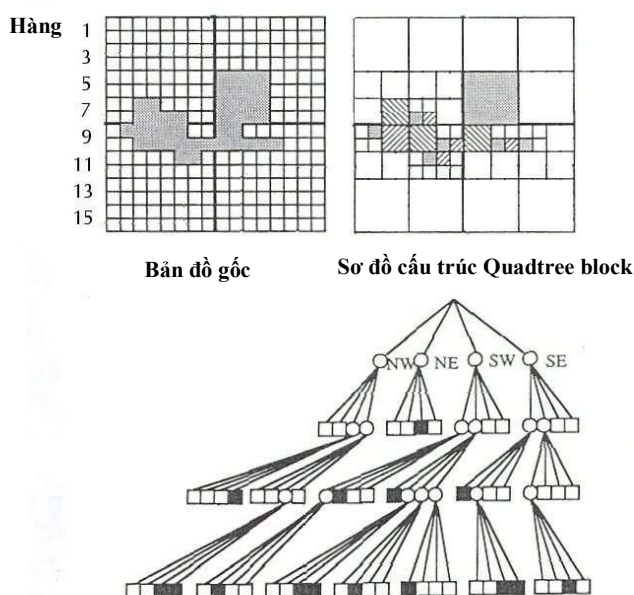
Phương pháp nén cây tứ phân dựa trên cơ sở chia liên tục của dạng ma trận $2^n \times 2^n$ thành các thành phần dạng cây tứ phân. Cả vùng bản đồ được chia thành bốn phần liên tục trong khi thỏa mãn điều kiện giữ các ô vuông con phải nằm trọn trong vùng nghiên cứu. Giới hạn thấp nhất của phép chia là một pixel. Hình 2.11 thể hiện ví dụ về sự chia liên tục của một vùng thành những khối 1/4. Cấu trúc block này có thể trình bày dưới dạng cây tứ phân gọi là quadtree. Toàn bộ mảng gồm $2^n \times 2^n$ điểm là nút gốc của cây tứ phân và chiều cao lớn nhất của cây là n tầng. Mỗi nút có bốn nhánh là bốn quadtree NW, NE, SW và SE. Nút lá tương ứng với quadtree mà nó không cần phải tiếp tục chia tiếp để bao trùm vùng nghiên cứu.

Phương pháp nén hình cây tứ phân có các ưu điểm so với các phương pháp lưu trữ nén khác: (a) dễ tính toán diện tích chu vi của các vùng có hình dạng chuẩn; và (b) có thể giảm bớt sự lưu trữ với các độ phân giải khác nhau do đặc điểm nó có thể thay đổi độ phân giải và giảm dung lượng lưu trữ ở các khu vực có giá trị thông số thuộc tính đồng đều.

Tuy vậy, những vấn đề nảy sinh đối với phương pháp này là: (a) các vùng có cùng kích thước và hình dạng có thể được biểu thị bằng những quadtree khác nhau nên sẽ gây khó khăn cho việc phân tích nhận diện hình dạng; và (b) rất khó khăn nếu muốn chia nhỏ một vùng hay tạo lỗ trống một vùng trên bản đồ.

Tóm lại, khi bản đồ bao gồm $n \times n$ ô vuông (*cell*) và mỗi ô chứa một giá trị thông số thuộc tính khác nhau thì ý định giảm dung lượng bộ nhớ lưu trữ sẽ rất khó thực hiện được. Hạn chế của cấu trúc dữ liệu loại Raster chủ yếu do nó tạo nên khối lượng lưu trữ lớn. Tuy vậy, khi tồn tại những vùng đồng nhất về giá trị thông số thuộc tính có thể sử dụng một trong ba phương pháp nén như đã trình bày ở trên.

Phương pháp nén run-length code có thể là hiệu quả nhất trong việc hiển thị và lưu trữ các vùng khi các kích cỡ các pixel lớn so với kích thước của bản đồ. Khi độ phân giải tăng cao và số lượng các pixel trong một vùng tăng thì có thể phương pháp nén quadtree sẽ trở thành phương án cần áp dụng.



Hình 2.11. Phương pháp nén cây tứ phân (Quadtree block)

2.1.3. So sánh mô hình dữ liệu Vector và Raster

Cấu trúc lưu trữ dữ liệu không gian trong một phần mềm GIS có thể bao gồm thông tin topo khi cần thiết. Thông tin về topo không những diễn tả vị trí của vật thể trong không gian mà còn chỉ ra những quan hệ không gian của vật thể với các vật thể cận kề nó. Những thông tin topo đặc biệt quan trọng đối với rất nhiều loại phân tích dữ liệu không gian như tự động nhận biết lỗi nhập dữ liệu, tạo cửa sổ biểu thị vật thể và giao diện trên màn hình, ứng dụng tính toán mạng lưới, xác định nếu một điểm có nằm trong một vùng, tạo vùng đệm, chồng xếp bản đồ, và các xử lý cắt bản đồ khác. Tuy vậy nếu ứng dụng phần mềm không đòi hỏi các thông tin chi tiết về quan hệ không gian thì có thể việc lưu trữ các thông tin topo chỉ làm phức tạp hóa không cần thiết cấu trúc của cơ sở dữ liệu. Điều này chỉ làm cho các động tác quản lý như cập nhập, mở rộng cơ sở dữ liệu trở nên kém hiệu quả.

Vấn đề so sánh ưu nhược điểm của hai loại cấu trúc dữ liệu không gian phổ biến Raster và Vector đã được nghiên cứu và trình bày trong rất nhiều tài liệu về GIS. Mặc dù bản chất lưu trữ hai loại dữ liệu này hoàn toàn khác nhau nhưng việc so sánh sẽ giải thích được phần nào cho các khả năng ứng dụng của chúng. Các chỉ số so sánh cơ bản dựa trên khối lượng bộ nhớ để lưu trữ (hiệu suất lưu trữ dữ liệu), tốc độ truy cập, độ ổn định, hiệu suất xử lý và phân tích dữ liệu, độ chính xác hiển thị dữ liệu...

Mô hình Raster có ưu điểm là có cấu trúc dữ liệu đơn giản, dễ dàng chồng xếp các dữ liệu, có khả năng phân tích biến động không gian ở mức cao, có hiệu quả trong việc tăng dày và thể hiện các dạng ảnh số. Nhược điểm của mô hình này là lưu trữ và nén dữ liệu gặp khó khăn, khó thể hiện các mối quan hệ vị trí không gian, chất lượng ảnh không cao. Muốn khắc phục điều này thường phải tăng độ phân giải, giảm kích thước của pixel (tăng số lượng pixel) nhưng điều đó lại làm tăng khối lượng dữ liệu lưu trữ và tất nhiên ảnh hưởng lớn đến hiệu suất việc quản lý dữ liệu lưu trữ và công tác phân tích sau này.

Bảng 2.2. So sánh mô hình dữ liệu dạng Vector và Raster

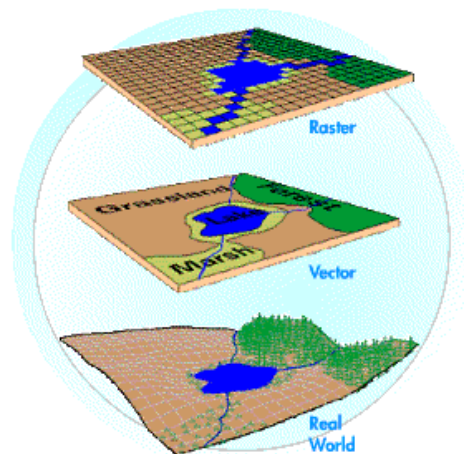
Tiêu chí so sánh	Raster	Vector
1. Nhập dữ liệu	Nhanh	Chậm
2. Khối lượng dữ liệu	Lớn	Nhỏ
3. Chất lượng đồ họa	Trung bình	Tốt
4. Cấu trúc dữ liệu	Đơn giản	Phức tạp
5. Độ chính xác hình học	Thấp	Cao
6. Khả năng phân tích vùng	Tốt	Kém
7. Khả năng phối hợp các lớp dữ liệu	Tốt	Kém

Mô hình Vector có ưu điểm hơn hẳn Raster trong việc lưu trữ dữ liệu. Có hiệu quả cao khi phân tích dữ liệu với mô hình topo. Chẳng hạn như trong phân tích mô hình mạng (network analysis). Hình ảnh bản đồ có chất lượng cao khi in ấn và thể hiện trên màn hình. Tuy vậy, mô hình Vector có cấu trúc dữ liệu phức tạp gây trở ngại trong các phép phân tích dữ liệu như chồng xếp và xử lý bản đồ. Bảng 2.2 tóm tắt các ưu nhược điểm khi sử dụng hai loại mô hình cấu trúc dữ liệu này.

2.1.4. Chuyển đổi dạng dữ liệu Vector và Raster

Phần lớn các GIS trên cơ sở Vector đều sử dụng thiết bị hiển thị đồ họa trên công nghệ Raster. Mỗi khi hiển thị dữ liệu Vector trên màn hình, máy in... thì phải Raster hóa nhờ các thuật toán biến đổi Vector - Raster trong hệ thống đồ họa. Với hệ thống GIS trên cơ sở Raster thì thao tác biến đổi Vector - Raster là thao tác căn bản để hệ thống sử dụng được dữ liệu Vector. Với hệ thống GIS Vector, việc thu thập dữ liệu có thể thông qua máy quét để có ảnh Raster, sau đó cần phải biến đổi sang dữ liệu Vector để hệ thống sử dụng được.

Mục đích của biến đổi Raster sang Vector là phát sinh các đường biên bản đồ từ ảnh quét. Bước tiếp theo là gán chỉ danh cho



các đường phát sinh. Mức cao hơn là hệ thống có khả năng nhận dạng chữ viết và các đối tượng có hình dạng khác nhau trên bản đồ. Trong trường hợp sử dụng ảnh vệ tinh thì phải phân lớp ảnh thành các đối tượng đã biết.

a. Biến đổi Vector sang Raster

Nhiệm vụ biến đổi Vector sang Raster là tìm tập 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 hóa các vị trí có 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.

Thuật toán Raster hóa đường phải tìm vị trí các pixel gần nhất có thể tới các điểm mẫu phát sinh từ công thức toán học. Raster hóa đa giác tô màu phải tìm ra mọi pixel nằm trong đa giác. Đường biên của đa giác có thể được xử lý xấp xỉ như tiến trình Raster hóa đoạn thẳng.

❖ Raster hóa đường thẳng

Thuật toán Raster hóa đoạn thẳng thường thực hiện theo cách tăng dần, bắt đầu từ điểm cuối của đường. Tổng số pixel tối thiểu tạo nên đoạn thẳng (nhưng vẫn giữ được tính liên tục giữa các pixel) được xác định bởi vị trí pixel giữa hai đầu đoạn thẳng theo chiều x và y . Nếu đầu và cuối đoạn thẳng có hệ tọa độ Raster x_1, y_1 và x_2, y_2 thì khoảng cách x, y sẽ là:

$$D_x = \text{abs}(x_2 - x_1) \quad (2.1)$$

$$D_y = \text{abs}(y_2 - y_1) \quad (2.2)$$

Trong đó, abs là hàm lấy giá trị tuyệt đối. Tổng số pixel cần vẽ sẽ là:

$$D_{\max} = \max(D_x, D_y) \quad (2.3)$$

$$n = D_{\max} + 1 \quad (2.4)$$

Giá trị dịch chuyển theo chiều x và y được xác định theo các biểu thức sau:

$$\text{inc}_x = \frac{D_x}{D_{\max}}, \text{inc}_y = \frac{D_y}{D_{\max}} \quad (2.5)$$

Để tìm được vị trí của pixel tiếp theo ta phải làm tròn tọa độ thành số nguyên gần nhất sau khi tăng chiều y và x . Sau khi đặt được vị trí thứ nhất cho pixel, thuật toán tiếp tục bằng vòng lặp như sau:

```
for(i = 1; i < n - 1; i++)
{
    x += incx;
    y += incy;
    ix = round(x)
    iy = round(y)
    setpixel(ix, iy)
}
```

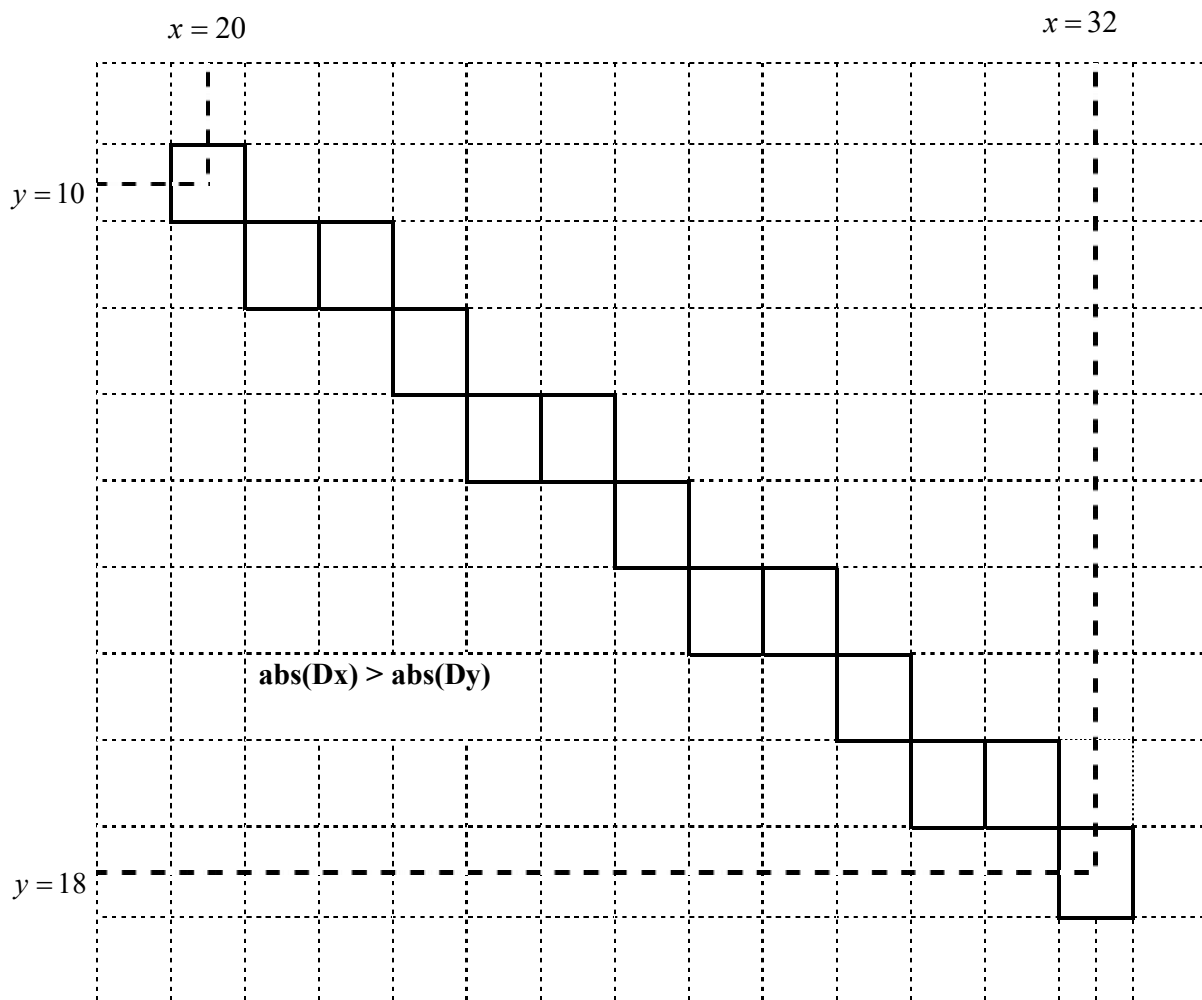
Yêu cầu đặt ra là tiến trình của thuật toán càng nhanh càng tốt. Tốc độ tính toán số trên máy tính tăng nhanh nếu sử dụng tính toán số nguyên thay cho số thực. Đó là bản chất của thuật toán vẽ đường thẳng của Bresenham.

Thuật toán Bresenham dành cho đường thẳng có hệ số góc lớn hơn 0 được tóm tắt như sau:

Dựa trên tương quan của Dx là Dy (Hình 2.12), quyết định điểm nào sẽ được vẽ tiếp theo.

- Nếu $abs(Dx) > abs(Dy)$ ta cho y biến thiên theo x .
- Nếu $abs(Dy) = abs(Dx)$ ta cho x biến thiên theo y .

Để tăng tốc độ thực hiện ta phải thay số học số thực bằng số học số nguyên và tránh các phép toán nhân và chia. Giả sử tỷ lệ $abs(Dy) : abs(Dx)$ là 8:12 như hình vẽ 4.18. Khi đó y sẽ biến thiên theo x với tỷ lệ này, x tăng thêm 12 điểm thì y mới tăng thêm 8. Chia hai thành phần cho 12 ta có tỷ lệ $(8/12):1$; như vậy mỗi khi tăng x lên 1 thì y mới tăng $8/12$. Ta không thực hiện chia ngay $8/12$ mà lưu trữ 8 trong biến d để theo dõi sự biến thiên của x để quyết định biến thiên của y . Mỗi khi x tăng thêm 1 ta cộng d với $abs(Dy)$. Khi nào $d < abs(Dx)$ thì cho y tăng thêm 1 và d giảm một lượng $abs(Dx)$, tiếp tục thực hiện cho đến tọa độ cuối cùng.

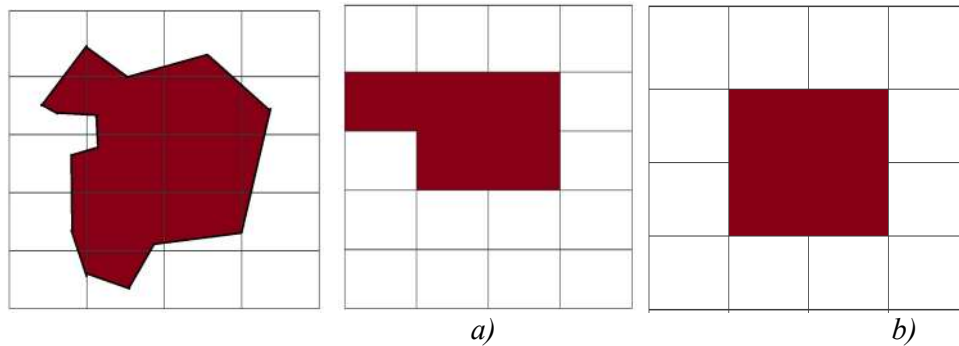


Hình 2.12. Thuật toán Bresenham

Với đường có hệ số góc nhỏ hơn 0 thì thuật toán được thực hiện tương tự, nhưng một trục tăng còn trục kia giảm (ngược lại với trường hợp hệ số góc của đường lớn hơn 0).

❖ Raster hóa đa giác

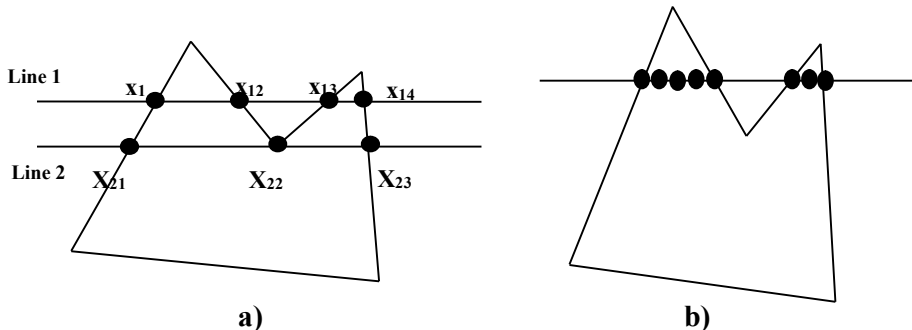
Tiến trình Raster hóa đa giác đòi hỏi tìm ra các pixel nằm trong đa giác. Kỹ thuật Raster hóa đa giác được sử dụng chung nhất là kỹ thuật áp dụng cho đồ họa máy tính, đó là thuật toán biến đổi đường quét đa giác. Thuật toán này thực hiện khá tốt việc xác định các điểm ảnh trong đa giác, tuy nhiên có lỗi kéo theo khi Raster hóa đường biên đa giác vì kích thước các điểm ảnh là có hạn. Việc quyết định pixel trên đường biên có thuộc đa giác hay không phụ thuộc vào kỹ thuật nào được áp dụng. Nếu tâm của pixel nằm trong đa giác nào thì chúng thuộc đa giác đó, phương pháp này được gọi là *tâm điểm* (Hình 2.13a). Nếu diện tích của phần pixel thuộc đa giác lớn hơn phần còn lại thì toàn bộ pixel thuộc đa giác, phương pháp này gọi là *đơn vị trội* (Hình 2.13b). Raster hóa theo tâm điểm khá đơn giản vì việc quyết định pixel biên đa giác nhờ làm tròn tọa độ X. Cài đặt phương pháp Raster hóa đơn vị trội phức tạp hơn vì chúng đòi hỏi tính diện tích phần giao pixel với phần đa giác biểu diễn bởi vector. Hai kỹ thuật Raster hóa đa giác này có thể dẫn tới kết quả khác nhau như trên hình 2.13.



Hình 2.13. Raster hóa đa giác

❖ Liên kết đường quét

Một cách tiệm cận đến vấn đề Raster hóa đa giác là xử lý độc lập các pixel lân cận của đa giác. Giải pháp hiệu quả hơn là tìm ra hàng các pixel nằm gần kề. Thay vì việc tìm từng pixel trong đa giác, thuật toán tìm các biên của tập hợp liên tục các pixel của một hàng hay đường quét ảnh để tạo thành khối trong đa giác.



Hình 2.14. Raster hóa đa giác bằng đường quét

Thuật toán biến đổi đường quét đa giác khảo sát từng đường quét đi qua đa giác để tìm giao điểm giữa chúng với các cạnh đa giác (Hình 2.14a). Sau khi đã tính tọa độ giao điểm, chúng được sắp xếp theo hướng tăng dần trước khi làm đầy đường quét giữa các cặp

Cần chú ý khi làm đầy pixel giữa các cặp giao điểm liên tục. Với line 1 các giao điểm x_{11} , x_{12} , x_{13} , x_{14} được lưu trữ. Các pixel giữa cặp (x_{11}, x_{12}) và (x_{13}, x_{14}) được làm đầy. Với line 2, giao điểm x_{22} được lưu hai lần vì chúng là đỉnh của đa giác cực tiểu cục bộ. Tương tự cho các đỉnh đa giác cực đại cục bộ. Các pixel giữa cặp (x_{21}, x_{22}) và (x_{22}, x_{23}) sẽ được làm đầy.

b. Biến đổi Raster sang Vector

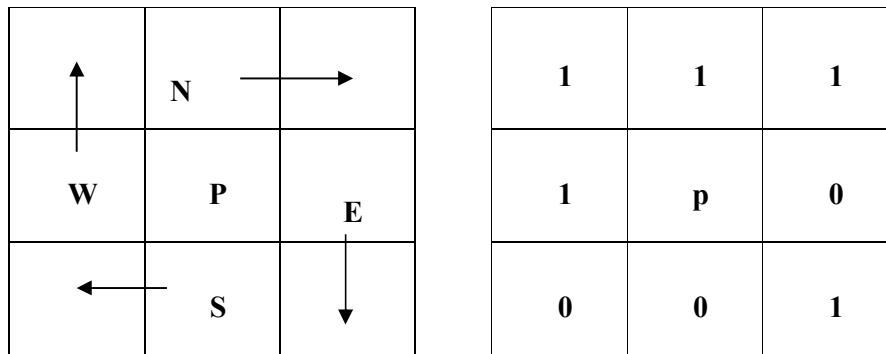
Figure 1 illustrates the process of image segmentation. It shows three stages: (a) a continuous image with three regions (1, 2, 3) and their boundaries, (b) the image discretized into a grid, and (c) the grid cells labeled with numbers 1, 2, or 3, representing the segmented regions.

Tiệm cận máy tính tới chuyển đổi Raster - Vector được chia ra hai loại chính: tự động và bán tự động. Mặc dù có rất nhiều cố gắng trong nghiên cứu tiến trình chuyển đổi Raster - Vector tự động, nhưng chúng vẫn cần phải nâng cấp nhiều hơn trong thực tế thì dữ liệu trong các hình dạng không gian chứa nhiều loại thông tin đến mức khó mà tự động tách nó ra được. Vì vậy, kỹ thuật bán tự động phù hợp và khả thi hơn. Musavi và đồng nghiệp đã đưa ra các bước cần thực hiện khi chuyển đổi ảnh Raster sang khuôn mẫu Vector. Các bước này tương tự như trong các phần mềm thương mại.

29

- Làm trơn (*smoothing*): Loại bỏ biến dạng do nhiễu, các điểm đốm.
- Làm mảnh (*thin*): Làm mảnh đường sau cho độ rộng chúng bằng một pixel.
- Mã xâu (*chain code*): Chuyển ảnh Vector thành tập các xâu pixel, mỗi xâu biểu diễn một cung (đường).
- Giảm thiểu Vector (*Vector-reduction*): Mỗi xâu pixel được chuyển vào dãy Vector.

Thuật toán làm mảnh được sử dụng nhiều là phép suy diễn từ phương pháp biến đổi trực trung vị của Montanari (1969). Thuật toán làm mảnh đường theo Zang và Suen (1984) được mô tả dưới đây.



Hình 2.16. Pixel liên kề

Giả sử ảnh Raster nhị phân có hai ký hiệu 0 biểu diễn màu trắng và một biểu diễn màu đen. Nếu làm mảnh màu đen, với mỗi vị trí pixel p ta có số nguyên $N(p)$ là tổng giá trị của tám pixel liên kề của p . Đồng thời p_N, p_S, p_E, p_W là các giá trị pixel trên, dưới, trái, phải của p . Cuối cùng $T(p)$ là số đếm của sườn từ 0 sang 1 của các liên kề của p theo chiều quay. Hình 2.16 cho kết quả $N(p) = 5$, $p_N = p_W = 1$, $p_S = p_E = 0$ và $T(p) = 2$.

Giả sử đầu vào có ảnh nhị phân kích thước $m \times n$ (0 – trắng, 1 – đen). Sau khi thực hiện thuật toán ta có ảnh nhị phân kích thước $m \times n$, trong đó màu đen đã được làm mảnh. Thuật toán làm mảnh đường của Zang và Suen (1984) được mô tả như sau :

- Bước 1: Với mỗi điểm ảnh p hãy thực hiện:

Nếu $2 \leq N(p) \leq 6$ và $T(p) = 1$ và $p_N \cdot p_S \cdot p_E = 0$ và $p_W \cdot p_S \cdot p_E = 0$ thì đánh dấu p .

- Bước 2: Với mỗi điểm P của ảnh hãy thực hiện:

Nếu có điểm nào bị đánh dấu thì gán giá trị 0 cho chúng, nếu không thì dừng.

- Bước 3: Với mỗi điểm ảnh P hãy thực hiện

Nếu $2 \leq N(p) \leq 6$ và $T(p) = 1$ và $p_N \cdot p_S \cdot p_W = 0$ và $p_W \cdot p_E \cdot p_N = 0$ thì đánh dấu p .

- Bước 4: Với mỗi điểm p của ảnh hãy thực hiện:

Nếu có điểm nào bị đánh dấu thì gán giá trị 0 cho chúng, nếu không thì dừng.

- Bước 5: Thực hiện bước 1.

Sau khi làm mảnh cần phải tạo lập xâu. Thuật toán tạo lập xâu được Freeman phát biểu từ 1961. Xâu được hình thành từ trình tự các pixel của ảnh Raster mảnh. Cần phải xác

định đem mỗi pixel là nằm ở giữa đoạn thẳng, cuối đoạn thẳng hay tại giao điểm của chúng. Thuật toán tạo xâu sẽ tìm pixel tạo ra điểm cuối, *sợi*, sau đó duyệt theo các pixel trên đường và dừng tại điểm cuối hay ở giao điểm. Như vậy, trật tự của các pixel (hay xâu) đã được tạo ra. Thuật toán được lặp đi lặp lại cho đến khi toàn bộ các pixel của ảnh được xử lý.

Bước cuối cùng của tiến trình Vector hóa là giảm thiểu Vector, chính là chuyển đổi các xâu thành tập Vector. Tất nhiên các đường lượn sóng sẽ tạo thành nhiều Vector hơn đường thẳng, phụ thuộc vào độ chính xác yêu cầu. Thuật toán Douglas-Peucker thường được sử dụng để thực hiện công việc này.

Tuy chưa có phương pháp Vector hóa tự động nào thật hoàn hảo, nhưng thực tế thì mọi cố gắng thực hiện tiến trình tự động Vector hóa đã rất có ý nghĩa. Với số lượng lớn dữ liệu ảnh không gian thu thập được thì chúng sẽ làm giảm đáng kể thời gian thao tác và xử lý.

2.2. Dữ liệu thuộc tính

2.2.1. Khái niệm và phân loại

Dữ liệu thuộc tính là các thông tin đi kèm với các dữ liệu không gian, chỉ ra các tính chất đặc trưng cho mỗi đối tượng điểm, đường và vùng trên bản đồ. Phần lớn dữ liệu thuộc tính được lưu trữ trong các tập tin riêng biệt và cấu trúc lưu trữ của chúng hiện nay được xây dựng dựa trên quan niệm về hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu (*Database Management Systems - DBMS*).

Trong ngành Tài nguyên và Môi trường, người ta phân các thông tin thuộc tính thành các nhóm như sau:

- *Thông tin cơ sở hạ tầng*: Gồm các thông tin hỗ trợ cho các lớp dữ liệu không gian như thông tin về các loại đường giao thông, hệ thống thủy lợi, thủy văn, về mạng lưới điện, mạng lưới cấp thoát nước, về các công trình cơ sở hạ tầng...

- *Thông tin kinh tế văn hóa xã hội*: Các thông tin về mạng lưới hành chính, dân cư, phát triển kinh tế, đầu tư giáo dục y tế, an ninh quốc phòng...

- *Thông tin môi trường*: Các thông tin về ô nhiễm môi trường, về hạn hán ngập lụt, sâu bệnh, về các thảm họa, rủi ro do thiên nhiên gây ra.

- *Thông tin đất đai, địa chính*: Các thông tin về tài nguyên đất, hệ thống thửa đất, đăng ký đất đai, hệ thống thuế đất, định giá đất và tài sản, hệ thống pháp luật đất đai...

Các thông tin thuộc tính thường được lưu trữ dưới dạng các tệp tin dữ liệu của các hệ quản trị dữ liệu như Dbase, Excel, Access, Oracle. Thông thường các phần mềm GIS như ArcGIS, Mapinfo thường có thêm phần chức năng quản trị cơ sở dữ liệu thuộc tính dưới dạng các tệp *.dat, *.dbf.

2.3 Cấu trúc dữ liệu trong cơ sở dữ liệu GIS

Cơ sở dữ liệu gồm nhiều tệp dữ liệu. Vì vậy, cần thiết phải tuân theo sự sắp đặt về cấu trúc hay tổ chức để có thể truy nhập dữ liệu từ một hay nhiều tệp một cách dễ dàng. Có 3 loại mô hình cấu trúc dữ liệu được công nhận là: mô hình phân cấp (*Hierarchical model*), mô hình mạng lưới (*Network model*) và mô hình quan hệ (*Rational model*).

2.3.1. Mô hình phân cấp

Trong mô hình này dữ liệu được phân cấp theo quan hệ cha-con hoặc 1-> nhiều (Hình 2.17). Chẳng hạn như quản lý vị trí các thửa đất theo 4 cấp: vị trí 1, vị trí 2, vị trí 3

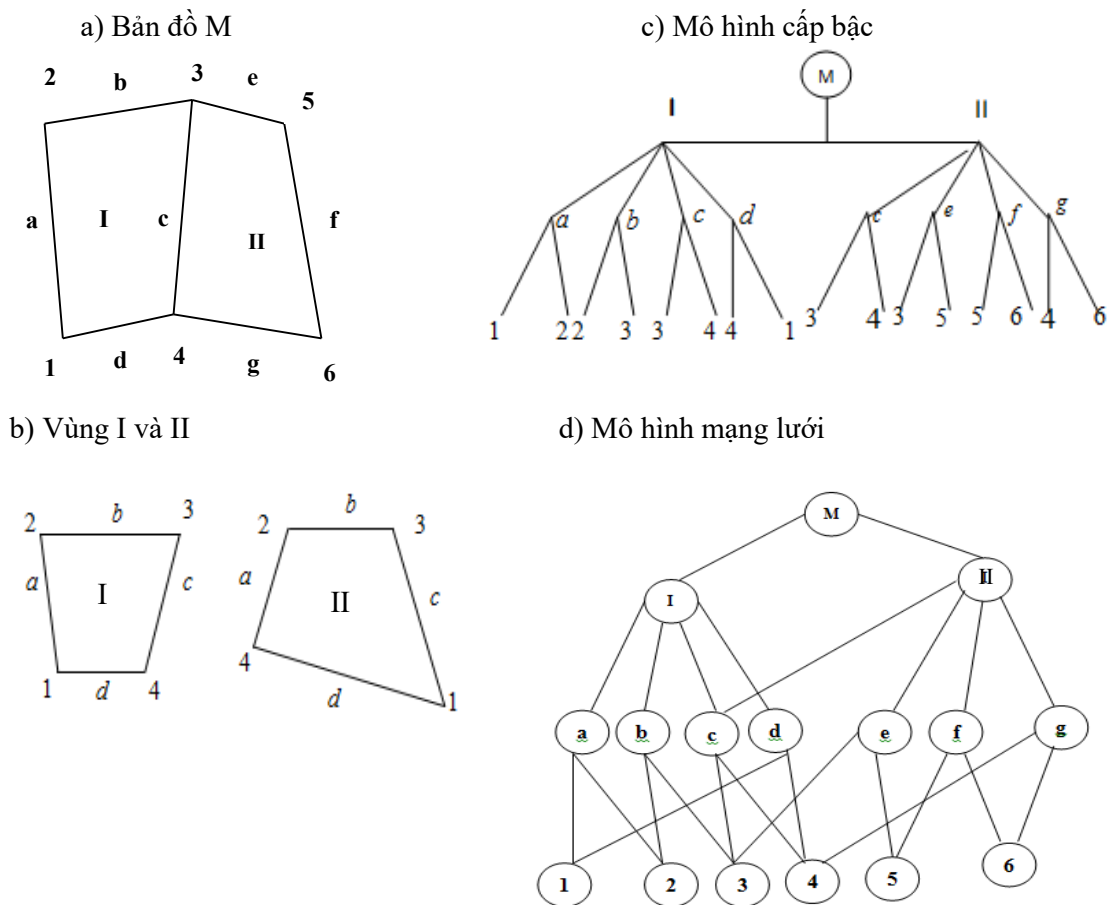
và vị trí 4. Cấu trúc này tạo thuận lợi cho việc truy nhập dữ liệu. Hệ thống phân cấp chấp nhận mỗi phần của cấp đưa ra sử dụng một khóa mà nó thể hiện đầy đủ cấu trúc dữ liệu.

Mô hình phân cấp rất thuận lợi cho việc bổ sung, sửa đổi và mở rộng dữ liệu, tiện lợi cho việc truy nhập dữ liệu theo thuộc tính khóa, nhưng khó khăn cho những thuộc tính không phải là *khóa*.

Bất lợi của cấu trúc dữ liệu phân cấp là tập chỉ số lớn cần phải được duy trì và các giá trị của thuộc tính cần phải được lặp lại nhiều lần gây ra dư thừa dữ liệu, làm tăng chi phí lưu trữ và thời gian truy nhập.

2.3.2. Cấu trúc mạng lưới

Trong cấu trúc dữ liệu địa lý, việc thể hiện các mục tương ứng trên bản đồ hay sơ đồ là gần nhau thì lại là các phần khác xa nhau của cơ sở dữ liệu. Hệ thống mạng rất cần thiết để thể hiện dạng này. Thông thường trong đồ thị cấu trúc mạng được thể hiện bởi cấu trúc vòng tròn các điểm (Hình 2.17). Cấu trúc mạng phù hợp khi quan hệ và mối liên kết đã được xác định trước, tránh được dư thừa dữ liệu. Bất tiện cho việc mở rộng bởi tổng số các điểm. Việc sửa đổi và duy trì cơ sở dữ liệu khi thay đổi cấu trúc các điểm đòi hỏi tổng chi phí lớn.



Hình 2.17. Cấu trúc dữ liệu mô hình (c) cấp bậc và (d) mạng lưới

2.3.3. Cấu trúc dữ liệu quan hệ

Mô hình cấu trúc dữ liệu quan hệ rất mềm dẻo, nó có thể thỏa mãn được tất cả các yêu cầu mà phải được công thức hóa bởi sử dụng các thuật toán logic Boolean và các thao tác toán

học. Mô hình này cho phép các loại dữ liệu khác nhau được tìm kiếm và so sánh. Việc bổ sung, thay đổi các mục dữ liệu dễ dàng (Hình 2.18).

Bản đồ

M	I	II
---	---	----

Vùng

I	a	b	c	d
II	c	e	f	g

Đường

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 2.18. Mô hình cấu trúc dữ liệu quan hệ

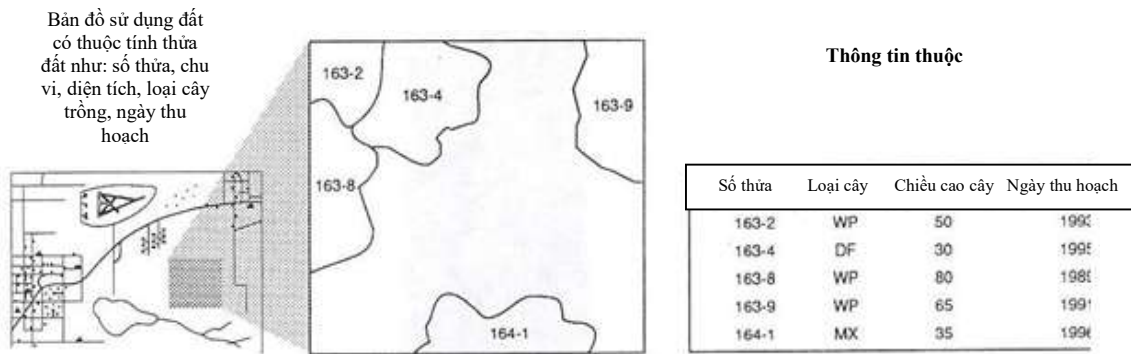
Mô hình quan hệ là mô hình được sử dụng phổ biến trong môi trường GIS để xây dựng, cập nhật, chỉnh lý và quản lý các thông tin thuộc tính, vì mô hình này được hình thức hóa toán học tốt cho phép tìm kiếm, tích hợp và so sánh các loại dữ liệu khác nhau, xóa bỏ dữ liệu rất dễ dàng và thuận tiện. Tuy nhiên, đối với những thao tác đòi hỏi tìm kiếm tuần tự đối với cơ sở dữ liệu lớn sẽ làm mất nhiều thời gian.

Trên cơ sở mô hình dữ liệu quan hệ, các nhà khoa học đã phát triển thêm một số 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*).

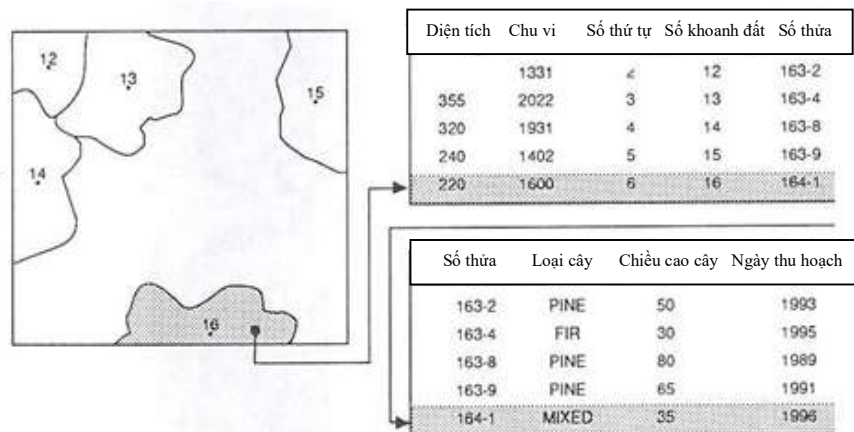
2.3. Mối quan hệ giữa dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính

Ví dụ cấu trúc quan hệ giữa hai loại dữ liệu quan trọng này trong GIS về tình hình sử dụng đất được minh họa trong Hình 2.19. Các mối quan hệ này thể hiện sự kết nối giữa 2 tập dữ liệu có cùng một hay nhiều thuộc tính chung theo các kiểu quan hệ 1-1 (một tập đến một tập khác), 1-N (một tập đến N tập khác) hay N-M (nhiều tập đến nhiều tập khác). Ví dụ quan hệ giữa thửa đất và mã thửa đất là 1-1, giữa tờ bản đồ và các thửa đất là 1-N, giữa các thửa đất và các mục đích sử dụng đất là N-M.

Để thể hiện các quan hệ đó người ta sử dụng các trường khoá chung trong các tệp tin quan hệ. Các trường chung này có tên là khoá quan hệ (*key field*), ví dụ trường số thửa đất trong các bảng ở Hình 2.19 là trường khóa quan hệ.



Mối quan hệ giữa dữ liệu không gian (bản đồ) với dữ liệu thuộc tính



Hình 2.19. Mô hình quan hệ giữa dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Thế nào là lớp dữ liệu? Vai trò của lớp dữ liệu trong quản lý và phân tích dữ liệu?
2. Hãy trình bày về mô hình Vector và Raster?
3. Trình bày các phương pháp nén dữ liệu Raster: Chain-code, Run - length code, Quad-tree. Hãy nêu các ưu nhược điểm của mỗi phương pháp?
4. Pixel là gì? Vai trò của pixel trong mô hình dữ liệu Raster? Cho ví dụ minh họa?
5. Trình bày mô hình quan hệ không gian trong cấu trúc Vector (Vector topology)?
6. Định nghĩa dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính? Mối quan hệ giữa dữ liệu không gian và thuộc tính trong GIS?

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Anselin, L., I. Syabri, and Y. Kho. 2005b. GeoDa: An introduction to spatial data analysis. *Geographical Analysis*.
2. Anselin, L., R. Dodson, and S. Hudak. 1993. Linking GIS and spatial data analysis in practice. *Geographical Systems* 1:3-23.
3. Aronoff, S., 1989. *Geographic Information Systems: A management perspective*. WDL Publications, Ottawa, Canada. 294 p.
4. Bernhardsen, T., 2002. *Geographic Information System: An Introduction*. John Wiley & Sons, Inc., Indianapolis, U.S.
5. Burrough, P. A. and R. A. McDonell, 1998. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press.
6. Bailey, T. C, Gatrell, 1995, *Interactive spatial data analysis*. Harlow, UK: Longman Scientific and Technical.
7. Banerjee, S., B. Carlin, and A. Gelfand. 2004. *Hierarchical modeling and analysis for spatial data*. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.
8. DeMers, M. N., 2002. *GIS Modeling in Raster*. New York: John Wiley & Sons.
9. Getis, A., and B. Boots, 1978. *Models of Spatial Processes: An Approach to the Study of Point, Line and Area Patterns*. Cambridge: Cambridge University Press.
10. Moellering, H., Ed., 1992. *Spatial Data Transfer Standards: Current International Status*. London: Elsevier Applied Science.
11. Trần Thị Phương, 2013. *Bài giảng Hệ thống thông tin địa lý*. Trường Đại học Nông Lâm Huế.
12. Trần Thị Phương, 2010. *Bài giảng Ứng dụng GIS trong quản lý tài nguyên thiên nhiên*. Trường Đại học Nông Lâm Huế.
13. Robinson, A. H., J. L. Morrison, P.C. Muehrcke, A. J. Kimerling, and S. C.Guptill, 1995. *Elements of Cartography*, 6th ed. New York: John Wiley & Sons.
14. Shaffer, C. A., H. Samet, and R. C. Nelson, 1987. *QUILT: A Geographic Information System Based on Quadrees*. College Park: University of Maryland, Center for Automation Research, CAR-TR-307, CS-TR-1885, DAAL02-87-K-0019.
15. Ullman, J. D., 1982. *Principles of Database Systems*. Rockville, MD: Computer Science Press.

Chương 3

MÔ HÌNH SỐ ĐỘ CAO

Mô hình số độ cao (*Digital Elevation Model - DEM*) là sự biểu diễn bằng số độ cao địa hình. DEM là một khái niệm liên quan chặt chẽ đến GIS và được ứng dụng rộng rãi để giải quyết nhiều vấn đề thực tiễn không chỉ trong giới hạn biểu diễn địa hình. Chương 3 trình bày khái niệm, phương pháp thành lập và các ứng dụng của mô hình số độ cao.

3.1. Khái niệm mô hình số độ cao

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 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, yếu tố địa hình cũng được thể hiện và lưu trữ trong GIS như trong các bản đồ số 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.

Việc biểu thị bằng số sự thay đổi liên tục của độ cao trong không gian đều được gọi là mô hình số độ cao (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. Mô hình số độ cao 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 mô hình số độ cao:

Có rất nhiều ứng dụng của mô hình số độ cao trong thực tiễn, đặc biệt phổ biến là những ứng dụng sau:

- Lưu trữ dữ liệu bản đồ số địa hình trong các cơ sở dữ liệu.
- Giải quyết tính toán đào đắp đất trong thiết kế đường và các dự án kỹ thuật giao thông công chánh.
- 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).
- Phân tích tầm quan sát xuyên địa hình (tương tự dùng cho mục đích quân sự và thiết kế cảnh quan).
- Thiết kế xác định vị trí cho đường giao thông và cho đập nước.
- Phân tích thống kê và so sánh các loại địa hình.
- 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).

- 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.
- Sử dụng như là dữ liệu đầu vào cho các mô hình mô phỏng cảnh quan và các quá trình tự nhiên liên quan đến cảnh quan môi trường.
- 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...

3.2 Phương pháp biểu thị mô hình số độ cao

Sự biến đổi giá trị độ cao địa hình trên một vùng đất có thể được mô hình hóa theo nhiều cách. Mô hình số độ cao 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.

3.2.1 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 mảnh hình vuông nhỏ hoặc hình dạng tùy ý có diện tích tương tự nhau và độ cao của từng mảnh sẽ được ước lượng dựa trên độ cao các điểm đã quan trắc trong mảnh đó. Với mục đích bảo đảm sự liên tục của độ dốc qua đường biên giữa các mảnh nhỏ 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 (*Computer Added Design-CAD*).

3.2.2 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.

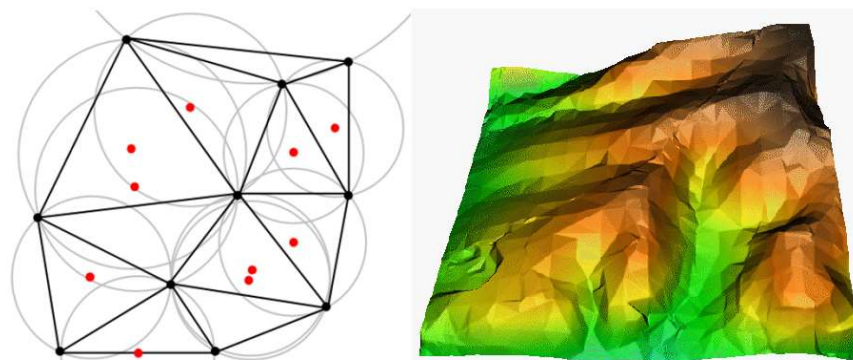
Phương pháp sử dụng mặt cắt dọc để biểu diễn độ cao có ứng dụng thuận tiện để phân tích độ dốc vùng nghiên cứu. Tuy nhiên như đã đề cập ở trên hai phương pháp sử dụng đường trên không thuận tiện cho mục đích phân tích dữ liệu trong GIS. Vì vậy phương pháp chung nhất trong hệ GIS là sử dụng mô hình lưới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

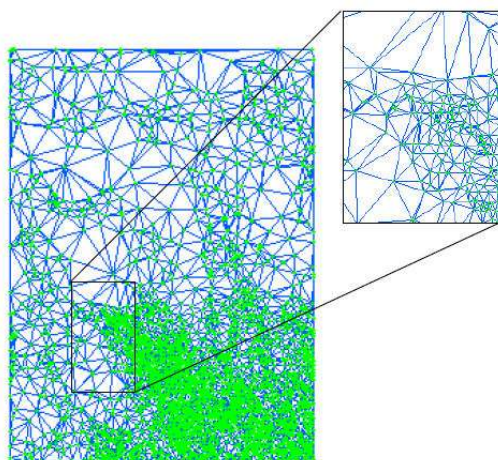
- Tồn tại số lượng dữ liệu không cần thiết tại các vùng có địa hình đồng nhất;
- Không có khả năng thích ứng để biểu thị các vùng có địa hình phức tạp trừ lúc thay đổi toàn bộ kích thước ma trận.

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

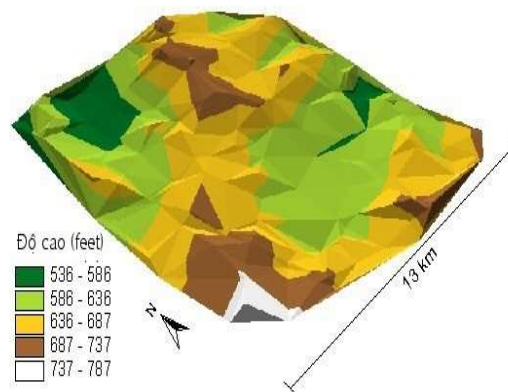


Hình 3.1. Mô hình Lưới tam giác không đồng đều - TIN

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 đồng nhất về giá trị X,Y và Z (độ cao). Các tam giác này hình thành thành một bề mặt 3 phía, có độ dốc và hướng dốc. TIN có khả năng biểu diễn bề mặt liên tục từ tập hợp 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 3.1 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 3.2 là ví dụ về áp dụng TIN và kỹ thuật tô bóng để thể hiện địa hình độ cao một khu vực.



Hình 3.2. Mạng TIN với sự thay đổi kích thước lưới đặc trưng



Hình 3.3. Ứng dụng TIN để biểu thị sự biến động độ cao địa hình

3.3 Phương pháp xây dựng mô hình số độ cao

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 hai cách sau.

Số hóa tự động quét ảnh: Chuyển các thông tin từ ảnh chụp hay bản đồ sang dạng tệp tin 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 bản số hóa.

Số hóa theo phương pháp thủ công: Dùng bản số hóa 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.

* 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.

* 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.

* Xây dựng mô hình TIN, thường được thực hiện với sơ đồ Voronoi.

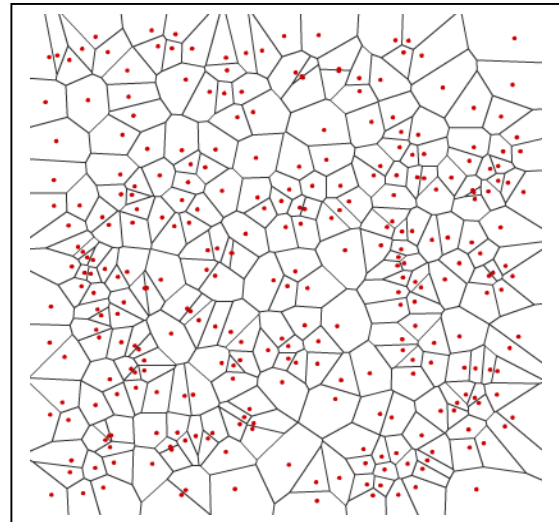
Sơ đồ Voronoi:

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, 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. 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 các đa giác này gọi là sơ đồ Voronoi $V(p_i)$ và được biểu diễn bằng ngôn ngữ toán học như sau:

$$V(P_i) = \{x: |p_i - x| \leq |p_j - x|, \forall j \neq i\} \quad (3.1)$$

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



Hình 3.4. Sơ đồ Voronoi

- 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: 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 cửa hàng hoặc các chi nhánh 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 cần tìm một vùng đất lớn chưa phát triển (dân cư và dịch vụ công cộng) để xây lên một nhà máy mới. Điều kiện là mảnh đất đó phải càng cách ly được tối đa các điểm dân cư hay công trình công cộng. Đây là bài toán tương tự như trường hợp xác định vị trí hợp lý.

- Quy hoạch đường (*Path planning*) – 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.

3.4 Các sản phẩm ứng dụng DEM

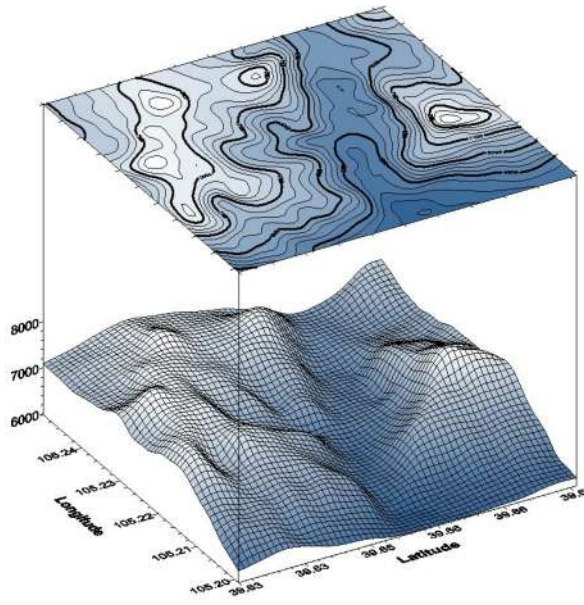
Kết quả các ứng dụng của DEM trong GIS có thể được tóm tắt như trong Bảng 3.1.

Bảng 3.1. Sản phẩm ứng dụng DEM trong GIS

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

❖ *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 3.5.



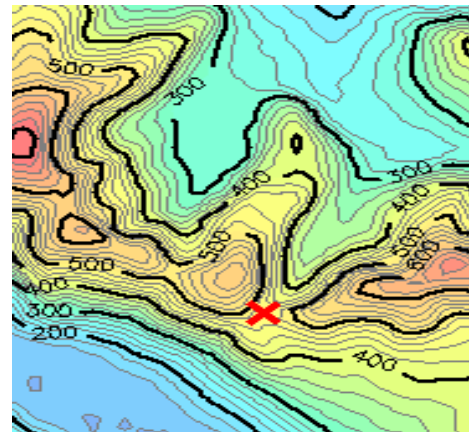
Hình 3.5. Biểu đồ khối biểu thị sự biến động của độ cao địa hình

❖ *Tính toán thể tích*

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 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 3.6 cho ví dụ về bản đồ đường đồng mức địa hình từ nguồn dữ liệu SRTM.



Hình 3.6. Bản đồ đường đồng mức

❖ *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 vi sóng 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 và hướng dốc*

Trước khi mô hình số độ cao xuất hiện, người ta sử dụng rất nhiều kỹ thuật để đánh giá độ dốc và độ lồi lõm của địa hình. Với mô hình số độ cao các công việc này trở nên nhanh chóng và thuận tiện hơn, không cần mất 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, 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 véc tơ tổng hợp giữa các vectơ D_X và D_Y sẽ cho chúng ta hướng dốc (Hình 3.7). Điểm cần lưu ý là phải tính toán giá trị + hay - trong bản đồ D_X và D_Y .

$$\text{Góc dốc \%} = 57,29579 \times \arctg\left(\frac{D_x}{D_y}\right) \quad (3.2)$$

$$\text{Góc dốc } \beta = 57,29579 \times \arctg\left(\frac{\text{dodoc\%}}{100}\right) \quad (3.3)$$

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 vectơ (góc dốc) đã được xác định theo chiều X và Y có thể tính theo định lý Pythagore.

$$\text{Độ dốc \%} = \sqrt{\frac{(D_x^2 + D_y^2)}{k_c^2}} \times 100 \quad (3.4)$$

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

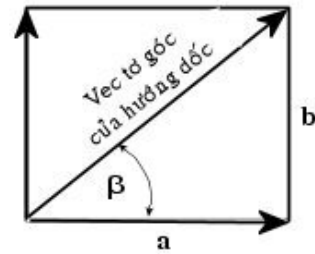
Để xác định sự sai khác về độ dốc theo từng mét, người ta chia độ dốc tính theo công thức trên cho kích thước của pixel.

Tính độ dốc theo độ:

$$\text{Góc dốc (độ)} = 57,29579 \times \arctg \sqrt{\frac{(D_x^2 + D_y^2)}{k_c^2}} \quad (3.5)$$

• Bản đồ địa hình tô bóng mặt khuất:

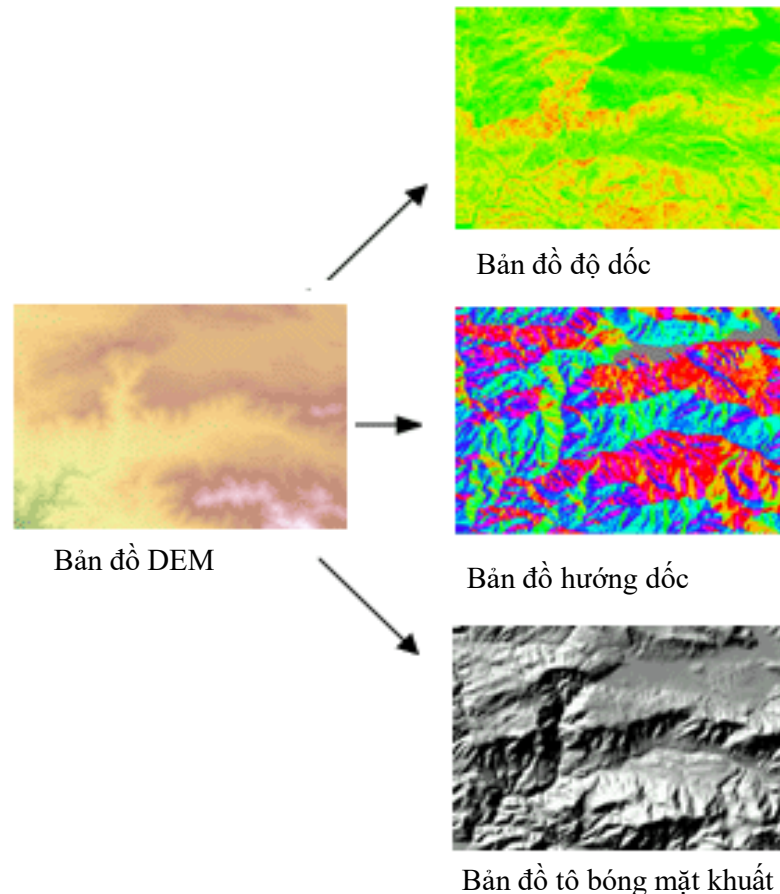
Các nhà biên tập bản đồ đã tạo ra nhiều phương pháp để cải tiến việc thể hiện thực quan của bản đồ, nhất là dạng địa hình của vùng đồi núi. Một trong những kỹ thuật thành công nhất là cách tô bóng địa hình được tạo ra chủ yếu bởi trường phái nghệ nhân bản đồ người Thụy sỹ và Áo. Kỹ thuật này có nguồn 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



Hình 3.7. Vector hướng dốc

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 người vẽ. 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 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 số độ cao 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 3.9. Ứng dụng DEM để biểu thị độ dốc, hướng dốc và tô bóng mặt khuất

- Xác định đường dòng chảy và đường biên của lưu vực sông

Khi các đường thủy hệ (sông, suối...) không được số hóa bằng *digitizing*, thì với việc sử dụng mô hình TIN, ta có một công cụ tự động xác định các đường dòng chảy này. Phương pháp thủ công cổ truyền 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 pixel bị lỗi.

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. 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 chảy, bắt đầu từ điểm cuối của hạ lưu và xem xét từng cặp 3 x 3 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.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Khái niệm Mô hình số độ cao và các ứng dụng của nó?
2. Trình bày các phương pháp biểu thị DEM?
3. Trình bày phương pháp xây dựng DEM bằng cách nội suy từ đường đồng mức?

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Anselin, L., I. Syabri, and Y. Kho. 2005b. GeoDa: An introduction to spatial data analysis. *Geographical Analysis*.
2. Anselin, L., R. Dodson, and S. Hudak. 1993. Linking GIS and spatial data analysis in practice. *Geographical Systems* 1:3-23.
3. Birkin, M., and G. P. Clarke. 1991. Spatial interaction in geography. *Geography Review*, 5(4): 16-21.
4. David J. Maguire, Michael Batty and Michael F. Goodchild., 2005. *GIS, spatial analysis and Modeling*. ESRI Express, Redlands, California, US.
5. DeMers, M. N., 2002. *GIS Modeling in Raster*. New York: John Wiley & Sons.
6. Getis, A., and B. Boots, 1978. *Models of Spatial Processes: An Approach to the Study of Point, Line and Area Patterns*. Cambridge: Cambridge University Press.
7. Herring, J. R., 1987. "TIGRIS: Topologically integrated Geographic Information System." In *Proceedings of AUTOCARTO 8*. Falls Church, VA: ASPRS, pp. 282-291.
8. Mark, D. M., and F. F. Xia, 1994. "Determining Spatial Relations Between Lines and Regions in ARC/INFO Using the 9-Intersection Model." In *Proceedings of the 14th Annual ESRI User Conference*, pp. 1207-1213.
9. Mark, D. M., 1978. "Concepts of Data Structure for Digital Terrain Models." In *proceedings of the DTM symposium*, American Society of Photogrammetry. American Congress on Survey and Mapping, St. Louis, MO, pp. 24-31.
10. Oliver, M. A., and R. W. Oliver, 1990. "Kriging: A Method of Interpolation for Geographic Information systems." *International Journal of Geographical Information Systems*, 4(3): 313-332.
11. Tomlin, C. D., 1990. *Geographical Information Systems and Cartographic Modeling*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Chương 4

CHỨC NĂNG HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ

Chương 4 sẽ cung cấp cho người đọc các nội dung liên quan đến chức năng của hệ thống thông tin địa lý như chức năng thu nhận và xuất dữ liệu, các sai số trong quá trình thu nhận dữ liệu, chức năng phân tích dữ liệu không gian và thuộc tính. Các chức năng tính toán, đo đếm dữ liệu. Chức năng chồng ghép bản đồ được trình bày cho cả hai dạng dữ liệu Vector và Raster. Bên cạnh đó, các phương pháp nội suy dữ liệu cũng được đề cập một cách chi tiết trong chương này.

4.1. Chức năng thu nhận và xuất dữ liệu

4.1.1. Chức năng thu nhận dữ liệu

Thu nhận dữ liệu là hoạt động gán mã cho các dữ liệu và ghi nhận chúng vào cơ sở dữ liệu (CSDL). Có 2 loại dữ liệu được nhập là dữ liệu không gian chỉ ra vị trí địa lý của các đối tượng và dữ liệu thuộc tính mô tả các dữ liệu không gian.

Dữ liệu được đưa vào CSDL thông qua các chức năng đầu vào của GIS. Nhập dữ liệu là một quá trình mã hoá lưu trữ và tổ chức dữ liệu vào CSDL. Đây là một quá trình rất quan trọng của hệ thống ảnh hưởng đến độ chính xác và tính logic của dữ liệu trong CSDL, do đó các thiết bị nhập dữ liệu cũng như các phần mềm nhập dữ liệu đều phải đảm bảo độ chính xác và thông thường có chi phí tương đối cao.

Trong GIS, các dữ liệu không gian và thuộc tính được lưu trữ và được tổ chức quản lý theo các tiêu chuẩn chặt chẽ của một CSDL. Người ta có thể phân tách thành ba công đoạn chính trong quá trình nhập dữ liệu mới vào GIS:

- Nhập dữ liệu không gian;
- Nhập dữ liệu thuộc tính;
- Kết nối dữ liệu không gian và thuộc tính.

Dữ liệu đầu vào có thể là các ảnh hàng không, ảnh viễn thám, bản đồ giấy hoặc các bản vẽ tay. Phương pháp nhập dữ liệu phụ thuộc vào cấu trúc dữ liệu và phần mềm quản trị CSDL đang sử dụng. Các phương pháp nhập dữ liệu không gian thông dụng là:

- Nhập bằng tay;
- Số hoá bằng bàn số hoá (*digitizer*); hoặc
- Sử dụng máy quét (*scanner*).

a. Nhập dữ liệu dạng Vector

Hiện nay các dữ liệu bản đồ được lưu trữ trong CSDL của GIS thường ở dạng cấu trúc Vector. Các dữ liệu được số hoá từ các bản đồ giấy, dữ liệu ảnh hàng không và ảnh viễn thám thường ở dạng cấu trúc Raster.

Nhập dữ liệu Vector bằng tay: Dữ liệu này là điểm, đường hay vùng được nhập từ bàn phím, theo các tọa độ chính xác hoặc nhập từ tệp dữ liệu dạng ASCII.

Số hoá bằng bàn số hoá: Số hoá bằng bàn số là quá trình đưa dữ liệu trên bản đồ giấy vào máy tính nhờ sự hỗ trợ của bàn số hoá. Bàn số hoá này cho ta biết tọa độ (X, Y)

của một điểm bất kỳ trên bản đồ số hoá. Tọa độ này sẽ được chuyển đổi thành tọa độ tương ứng trên thực tế khi biết tọa độ các điểm khống chế.

Cấu tạo của bàn số hoá có hai thành phần chính: Bàn từ tính và Con chuột cảm ứng. Để số hoá được dữ liệu bản đồ giấy, người ta đặt bản đồ lên bàn số hoá, khai báo các mốc tọa độ khống chế và kích chuột vào các đối tượng trên bản đồ để nhận được tọa độ.



Hình 4.1. Bàn số hóa

Bàn số hoá sẽ cho phép nhập ba kiểu dữ liệu chính: Điểm, Đường, Chữ, Các đối tượng vùng được xây dựng trên cơ sở cấu trúc topo mạng đa giác. Do vậy việc xây dựng cấu trúc topo cho dữ liệu số hoá là rất quan trọng. Nó bao gồm từ quá trình cắt đường, sửa chữa lỗi đến quá trình tạo topo cho dữ liệu.

Các đặc tính địa lý trên bản đồ có thể được số hóa theo 2 kiểu sau:

- *Point mode*: Mỗi cặp tọa độ được ghi lại sau mỗi lần nhấn chuột;
- *Stream mode*: Các cặp tọa độ được ghi lại liên tục dọc theo các cung đường mà không cần nhấn chuột.

Trong một khoảng cách nhất định nào đó, một điểm được ghi lại bất cứ lúc nào khi con chuột chuyển động theo hướng X hoặc Y, hoặc là trong một khoảng thời gian số cặp tọa độ đã định trước được tạo ra theo từng giây. Kiểu số hóa này thường được sử dụng để số hóa các đường cong như là sông suối hoặc đường bình độ.

Các giá trị tọa độ được ghi lại bởi kỹ thuật viên số hóa sẽ phụ thuộc vào đặc điểm của các bản số hóa. Để biến đổi các giá trị này vào hệ thống tham chiếu bản đồ, các điểm giao trong lưới chiếu (lưới ô vuông) hay các góc của bản đồ cũng phải được số hóa. Sau đó sẽ so sánh giá trị tọa độ của bản số hóa và giá trị tọa độ thực của bản đồ gốc. Sử dụng phép chuyển đổi toán học, bất cứ tọa độ của một điểm bất kỳ nào được số hóa cũng sẽ được chuyển đổi vào hệ thống tham chiếu.

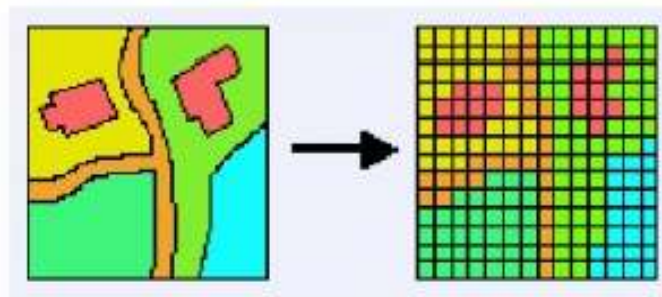
Trước khi số hóa đòi hỏi phải phân loại các đặc tính địa lý cần số hóa. Điều này có thể thực hiện bằng cách gán cho chúng một trị số mang ý nghĩa riêng như Đường = 1, thửa đất = 2... và nhập thủ công từ bàn phím hoặc sử dụng con chuột với các phím số hoặc sử dụng các hộp trình đơn. Với hộp này máy tính sẽ biết phải ghi lại các đối tượng địa lý nào tiếp theo tương tự như kiểu mã đối tượng trước đó.

Độ chính xác của các bản số hóa có trong khoảng 0,01 mm hoặc 0,001 inch. Tuy vậy trong thực tế, độ chính xác của các đối tượng số hóa bằng phương pháp này khó đạt được con số như trên vì phụ thuộc vào kỹ năng của kỹ thuật viên thực hiện các thao tác số hóa. Số hoá đòi hỏi người kỹ thuật viên phải có các kỹ năng về tổ chức dữ liệu, các kỹ thuật số hoá. Ngoài ra, đây là một quá trình tiêu tốn nhiều thời gian và rất dễ tạo ra các sai sót về kỹ thuật như bỏ sót dữ liệu hoặc dư thừa dữ liệu làm ảnh hưởng đến các quá trình kỹ thuật tiếp theo như chỉnh sửa, phân tích và xử lý dữ liệu.

b. Nhập dữ liệu Raster

❖ Nhập dữ liệu dạng Raster bằng tay:

Đối với phương pháp này, mọi điểm, đường, vùng đều được biến thành các ô vuông (*cell*). Phương pháp thông dụng nhất được diễn ra như sau: Đầu tiên chọn kích cỡ lưới ô vuông, sau đó chồng lên bản đồ. Quá trình phân loại các ô vuông sẽ được thực hiện bằng tay. Giá trị tại từng ô nhận được từ bản đồ sẽ được ghi lại vào máy tính. Giả sử một lưới Raster là 1000×1000 . Như vậy sẽ có 1.000.000 giá trị được nhập sẽ là một công việc mất rất nhiều thời gian và công sức. Hình 4.2 mô tả quá trình chuyển dữ liệu bản đồ giấy thành dữ liệu Raster.



Hình 4.2. Raster hoá dữ liệu

❖ Nhập dữ liệu dạng Raster bằng phương pháp quét:

Trong phương pháp này kích thước cell trong lưới ô vuông là tham số rất quan trọng. Nếu chọn kích thước cell lớn để tiết kiệm bộ nhớ lưu trữ dữ liệu thì độ chính xác của dữ liệu sẽ kém đi; nếu cần độ chính xác dữ liệu cao thì phải đặt kích thước cell nhỏ, điều này sẽ dẫn đến việc dữ liệu lưu trữ sẽ chiếm dung lượng trong bộ nhớ lớn.

Các thiết bị quét ảnh (*scanner*) được chế tạo mô phỏng lại hoàn toàn quá trình tạo dữ liệu Raster bằng tay. Về thực chất, các thiết bị này chuyển đổi các tín hiệu ánh sáng phản xạ từ bản đồ thành giá trị pixel và ghi chúng lại theo một khuôn dạng nhất định. Chất lượng dữ liệu raster quét phụ thuộc vào thiết bị quét, về độ phân giải theo mỗi chiều của mặt phẳng.

Quá trình quét (*scanning*) dựa trên nguyên tắc đơn giản là một điểm trên phần nào của bản đồ có thể có một hay 2 màu khác nhau (đen, trắng). Máy quét đưa vào một chùm ánh sáng laze có năng lượng thấp và một buồng cảm ứng (*camera*) có độ phân giải cao. Buồng camera được gắn với một dụng cụ cảm ứng không gian. máy quét có 2 loại: loại phẳng (*flat bed*) và loại dạng hình trống có thể xoay được. Độ phân giải được điều chỉnh theo chế độ trong các khoảng khác nhau. Các máy hiện đại có thể đạt tới độ phân giải 25 - 50 micrômét. Do vậy số lượng pixel sẽ rất lớn và chiếm một dung lượng lưu trữ đáng kể. Nếu độ phân giải thấp kích thước pixel lớn thì tốc độ scan nhanh nhưng quét được ít dữ liệu hoặc bỏ sót dữ liệu. Nếu độ phân giải cao máy sẽ quét chậm khi đó khối lượng dữ liệu cần lưu trữ sẽ rất lớn. Chất lượng dữ liệu Raster quét phụ thuộc vào thiết bị quét, về độ

phân giải theo mỗi chiều của mặt phẳng quét và độ phân giải theo tín hiệu phản xạ từ bản đồ. Thông thường trên thị trường Việt nam hiện có các máy quét với độ phân giải từ 600 - 2400 dpi (*dot per inch*), nghĩa là có thể phân biệt được từ 0,05 - 0,01 mm trong khi đó mắt thường chỉ phân biệt được 0,1 mm. Có 2 loại scanner chính: Loại scanner đen trắng và loại scanner màu. Loại đen trắng chỉ nhận được mức năng lượng phản xạ lại từ bản đồ, loại kia thì có bộ phận phân tích thành 3 dải màu cơ bản và ghi chúng thành các cấp độ khác nhau. Thường thì mỗi dải màu được phân thành 256 - 1024 cấp độ.

Thiết bị quét ảnh là thiết bị rất chính xác, do đó các scanner khổ lớn có công nghệ quét và hiệu chỉnh sai số hoàn toàn khác so với các scanner khổ nhỏ. Các scanner thường được cài đặt chương trình phần mềm làm tăng cường chất lượng của ảnh quét trong quá trình phân tích sau khi quét.



Hình 4.3. Các loại máy quét (Scanner) khổ lớn

❖ Các dạng số liệu nhập bằng các thiết bị khác:

Các ảnh hàng không và ảnh viễn thám được thu nhận từ các thiết bị cảm ứng từ xa, đặt trên máy bay hay vệ tinh. Các dữ liệu Raster này có thể được nhập trực tiếp vào CSDL bằng các chức năng đọc và mở ảnh của các phần mềm GIS.

c. Các sai số trong quá trình thu nhận dữ liệu

Sai số có thể xảy ra trong quá trình thu nhận dữ liệu không gian theo nhiều cách khác nhau. Sai số trong quá trình cập nhập dữ liệu có thể được chỉnh sửa dễ dàng nếu chúng dẫn đến các kết quả phân tích bất bình thường, nhưng nếu các kết quả phân tích không có sự bất thường hay đột biến thì sẽ rất khó nhận biết để chỉnh sửa.

❖ Sai số đo đạc:

Dữ liệu thu thập có thể có chất lượng kém do quá trình quan trắc đo đạc thực địa diễn ra thiếu tính tin cậy, không chính xác và sử dụng thiết bị không đúng tiêu chuẩn theo quy định của quy trình, quy phạm đo. Người đọc kết quả đo cần phân biệt rõ khái niệm đúng (*accuracy*) và chính xác (*precision*). Số đo đúng là số đo gần nhất với số thực tế, hay là mức độ gần sát với số thực. Theo quan điểm thống kê thì độ chính xác biểu thị sự biến động của dữ liệu đo (thường là độ biến động chuẩn - *Standard deviation*) xung quanh số trung bình. Trong ngành máy tính thì độ chính xác được biểu thị bằng số chữ số sau dấu thập phân.

❖ Sai số thực địa:

Người đi quan trắc thực địa có tầm quan trọng đặc biệt đối với chất lượng dữ liệu mà họ thu thập. Các tiêu chuẩn, phương pháp và trình tự quan trắc cần được thống nhất và có tài liệu chỉ dẫn rõ ràng nhằm giúp cho người đi thực địa nâng cao chất lượng kết quả. Tuy vậy người sử dụng dữ liệu quan trắc, chẳng hạn như số liệu quan trắc môi trường, nên hiểu rõ các tập dữ liệu quan trắc bao giờ cũng có độ chính xác khác nhau nếu chúng được thu thập bởi những tổ chức khác nhau và trong các thời điểm khác nhau.

Ở các tổ chức chuyên về đo đạc thực địa lớn thường lưu trữ đánh giá chất lượng quan trắc của từng cá nhân thực hiện công việc. Các dữ liệu phụ này có thể nên được công bố cùng với dữ liệu quan trắc, mặc dù có sự phản đối của phần lớn người quan trắc thực địa. Cách thức hiệu quả hơn để tăng độ chính xác quan trắc là chấn chỉnh và tiêu chuẩn hóa tất cả các vấn đề liên quan đến công việc thu thập dữ liệu thực địa như tiêu chuẩn hóa kỹ thuật đo đạc, tiêu chuẩn hóa biểu mẫu, và thành lập các tiểu ban liên quan giữa các nhà quản lý và người đi thực địa để công việc thu thập dữ liệu có thể được thực hiện theo những tiêu chuẩn chất lượng cao nhất.

❖ Biến động không gian và chất lượng bản đồ:

Rất nhiều bản đồ chuyên ngành, đặc biệt là các bản đồ về tài nguyên thiên nhiên như thảm thực vật và phân loại các loại hình sử dụng đất thường không xem xét đến yếu tố biến động cục bộ của số đo. Vấn đề này đang trở thành đề tài được nghiên cứu rất nhiều trong thời gian gần đây, đặc biệt trong lĩnh vực điều tra phân loại các loại hình sử dụng đất, lớp phủ bề mặt và nước ngầm. Các nghiên cứu chú trọng đến mức độ biến động của các đặc tính và các phương pháp đánh giá phân loại và nội suy.

Trước đây, các bản đồ phân loại đất coi mức độ biến động 15% cho phép để đánh giá mức đồng nhất của một thông số đặc tính đất. Độ biến động này được định nghĩa như là các số liệu quan trắc không đúng với số liệu chuẩn gắn liền với chú giải các mức độ của thông số. Quan niệm về biến động về thông số Z ở vị trí x trong một đơn vị loại đất được thể hiện bằng phương trình sau:

$$Z(x) = \mu + \alpha_j + \varepsilon \quad (4.1)$$

Trong đó μ là giá trị trung bình thực tế của Z trên phạm vi toàn bộ bản đồ, α_j là giá trị sai lệch giữa μ và giá trị trung bình trong đơn vị đất và ε là đại lượng biến động có phân bố chuẩn.

Trong thực tế thì phương pháp thể hiện biến động dữ liệu trên trong phạm vi một đơn vị phân loại đất không thể hiện đầy đủ sự biến động các đặc tính của đất. Nguyên do được trình bày như sau:

- Đối với cùng một thông số thì mức độ biến động sẽ khác nhau trong phạm vi các đơn vị phân loại khác nhau;

- Mức độ biến động của đại lượng ε thường có quan hệ hàm mũ với kích thước không gian của đơn vị bản đồ (diện tích);

- Sự biến động giá trị của các thông số trong một đơn vị bản đồ không tuân theo quy luật phân bố chuẩn mà phụ thuộc vào phương thức lấy mẫu và phương pháp nội suy khi thành lập bản đồ, nhất là bản đồ ở diện rộng.

❖ Sai số trong quá trình phân tích dữ liệu:

Sai số trong quá trình phân tích dữ liệu GIS là hậu quả của sai số do máy tính (ví dụ sai số làm tròn), do các giả thiết đồng nhất trong quá trình phân tích không gian cũng như do quá trình phân loại. Sai số trong quá trình phân tích dữ liệu bao gồm: sai số do phân tích địa lý và sai số do phân loại và tổng quát hóa.

- Sai số do phân tích địa lý: Phần lớn các phân tích dữ liệu không gian đều được thực hiện với giả thiết:

+ Dữ liệu là đồng đều;

+ Phương pháp số hóa đã được thực hiện không sai sót;

+ Công việc chồng ghép bản đồ chỉ là việc giao cắt các đường biên và kết nối mạng đường cong;

+ Các đường biên được coi là không có độ dày;

+ Mọi thuật toán có tính xác định và không có yếu tố biến đổi ngẫu nhiên;

+ Phân loại các thông số tự nhiên (thuộc tính trong bản đồ) theo lớp đã được thực hiện hoàn chỉnh.

Những vấn đề này cần được nhìn nhận kỹ càng về các dữ liệu cơ sở, nhất là về các yếu tố và kỹ thuật đã sử dụng để thu thập và xây dựng bản đồ.

- Sai số do phân loại và tổng quát hóa: Người ta nhận thấy một lượng lớn các vấn đề dữ liệu khi đưa vào sử dụng trong các hệ thống GIS có nguyên nhân từ các phương pháp phân loại, tổng quát hóa và nội suy đã được sử dụng cho các dữ liệu trước khi chúng được nhập vào hệ thống GIS.

❖ Quá trình Raster hóa một bản đồ Vector:

Sai số có thể xuất hiện khi chuyển đổi một lớp dữ liệu Vector thành lớp Raster. Đầu tiên và là sai số dễ nhận biết khi mỗi ô pixel chỉ có thể gán được một giá trị thuộc tính như là giá trị trung bình của thuộc tính đó trong vùng ô vuông. Các ảnh Landsat 8 có độ phân giải $30\text{ m} \times 30\text{ m}$ và giá trị của thông số trong mỗi ô được ước tính trên cơ sở lượng phản xạ trung bình trên toàn bộ diện tích vùng nghiên cứu. Nếu một phần của ô vuông có sự hiện diện của vật thể có độ phản xạ ánh sáng cao như đường sá hay bãi cát thì rất có thể cả ô vuông sẽ được miêu tả như đường hoặc bãi biển. Loại sai số như vậy rất phổ biến khi ô pixel có kích thước đáng kể.

Sai số cũng có thể trở nên đáng kể khi một bản đồ Vector được biến đổi thành dạng Raster do các đường biên của đa giác không bao giờ trùng với đường ranh giới các ô vuông. Rất nhiều nghiên cứu đã đưa ra các công thức ước tính tổng sai số do phép biến đổi dữ liệu không gian này.

❖ Quá trình số hóa bản đồ:

Nguồn gốc sai số trong quá trình số hóa chủ yếu từ sai số của bản đồ gốc và sai số do hình thức biểu thị qua số hóa.

Bên cạnh sai số do sự co giãn của bản đồ giấy thì sai số trong quá trình số hóa là do các đường biên trên bản đồ giấy bao giờ cũng có một độ dày nhất định. Một đường biên dày 1 mm trên bản đồ tỷ lệ 1:5.000 sẽ chiếm diện tích có chiều rộng 5 m thực tế. Một bản đồ đất có kích thước 600 m × 600 m có thể bao gồm 36000 mm tổng chiều dài các đường biên thửa ruộng và chiếm một diện tích 10% diện tích tổng số của bản đồ. Nguyên tắc là lấy đường ở giữa đường biên trên bản đồ giấy làm đường biên khi số hóa nhưng thực tế không thể thỏa mãn được nguyên tắc này. Khi số hóa bằng bản số hóa thì việc lựa chọn đường biên do bàn tay con người thực hiện còn khi sử dụng kỹ thuật *Scan* thì việc số hóa sẽ liên quan đến các thuật toán của chương trình *Scan*. Sai số tiếp theo là do việc các đường cong chỉ được biểu thị bằng các đoạn thẳng ngắn khi số hóa.

❖ Quá trình chồng ghép hai hay nhiều lớp mạng đa giác:

Khi chồng ghép bản đồ đã số hóa có thể xuất hiện một số các đa giác nhỏ, nhất là khi các đường biên phức tạp có độ biến động không gian lớn. Với kỹ thuật máy tính hiện nay thì các đa giác con này có thể được loại trừ theo nguyên tắc lựa chọn ngẫu nhiên theo hai phía của đường biên hoặc theo nguyên tắc phức hợp bình phương bé nhất dựa trên độ chính xác do người thực hiện phép chồng ghép lựa chọn trước. Dù sao thì các sai số cũng xuất hiện vì khi loại bỏ các đa giác nhỏ thì đường biên thực tế đã không được biểu thị chính xác tuyệt đối.

❖ Quá trình tính toán thông số thuộc tính:

Vấn đề truyền tải sai số khi thực hiện các phép tính trên các dữ liệu thuộc tính nhiều khi trở thành rất đáng kể, nhất là khi kết hợp tính toán trên nhiều lớp bản đồ khác nhau. Sự truyền tải hay là tích lũy sai số thường xuất hiện khi thực hiện các phép tính số học hoặc phép tính logic.

Để minh họa ta xét sự tích lũy sai số này qua các phép tính số học cộng, trừ, nhân, chia và lũy thừa. Giả sử giá trị x của một thông số thuộc tính trên một bản đồ X có biến động ngẫu nhiên là ε . Biểu diễn toán học là $x \pm \varepsilon x$. Chẳng hạn như lượng nước trong đất mà cây trồng có thể sử dụng và ta muốn kết hợp bản đồ lượng nước X này với bản đồ hiệu suất tưới nước Y , trong đó hiệu suất sử dụng nước tưới cũng có độ biến động tự nhiên $y \pm \varepsilon y$. Nếu ta giả thiết hai thông số này hoàn toàn độc lập với nhau và mỗi lượng biến động εx và εy có giá trị 20% thì sai số của tổng lượng nước cây trồng có thể sử dụng $u = (x + y)$ sẽ vào khoảng 28%. Đối với các phép tính bản đồ thì các sai số loại này có thể tích lũy đến mức đáng lo ngại, nhất là đối với các phép tính nhân, chia và hàm mũ hay logarit.

4.1.2. Chức năng xuất dữ liệu

Xuất dữ liệu là một chức năng quan trọng của bất kỳ một GIS nào. Chức năng này không phải chỉ cho phép người dùng xem kết quả tính toán mà còn được sử dụng nhiều trong quá trình nhập, chỉnh sửa dữ liệu. Đây là một cách hội thoại tốt nhất giữa người dùng với hệ thống, trợ giúp cho người dùng có được những kết luận chính xác hơn trong các bước xử lý số liệu tiếp theo.

Dữ liệu của GIS có thể được trình bày ở đầu ra theo nhiều cách khác nhau:

- Hiện thị trên các thiết bị màn hình. Hiện thị trên màn hình: Thông tin được biểu diễn trên màn hình bằng các màu sắc theo các tiêu chuẩn hiển thị của bản đồ. Các công cụ

quen thuộc sẽ giúp người dùng phóng to, thu nhỏ, nhìn toàn cảnh, xoay các góc khác nhau để hiển thị.

- In ra giấy hoặc phim bằng các thiết bị in, thiết bị vẽ;
- Chuyển đổi sang khuôn dạng khác hoặc đưa ra thành các tệp tin.

Chức năng xuất dữ liệu của GIS được xem như là sự hiển thị các kết quả phân tích đến người sử dụng. Các kết quả có thể được trình bày với nhiều hình thức như các bảng, biểu đồ, bản đồ, các số liệu thống kê...

4.2. Chức năng phân tích dữ liệu

GIS khác với các hệ thống thông tin khác về chức năng phân tích không gian. Việc mô tả dữ liệu trong CSDL địa lý để trả lời câu hỏi “Ở đâu”, còn chức năng phân tích dữ liệu trong GIS để trả lời câu hỏi “Vì sao”. Một GIS thông qua chức năng phân tích không những trả lời được câu hỏi về những gì hiện đang hoặc đã tồn tại, mà còn có thể mô phỏng để dự báo những gì sẽ xảy ra trong tương lai.

Chức năng phân tích của GIS có thể phân thành 3 loại chính: Chức năng phân tích dữ liệu không gian; Chức năng phân tích dữ liệu thuộc tính; và Chức năng phân tích, tích hợp dữ liệu không gian và thuộc tính.

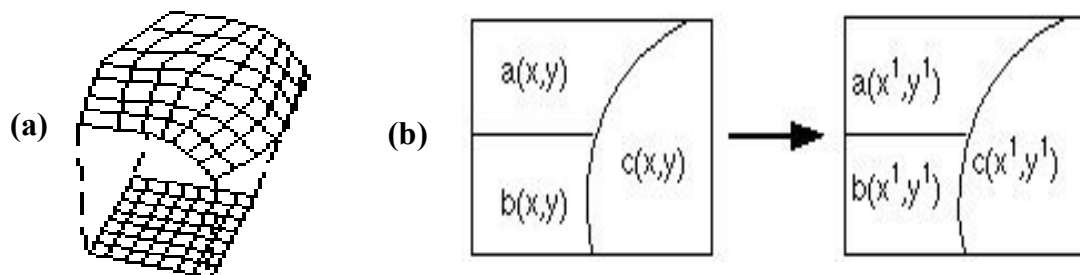
4.2.1. Chức năng phân tích dữ liệu không gian

Để giải quyết một vấn đề dữ liệu có tính không gian, người sử dụng phải xác định đối 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.

Quá trình phân tích dữ liệu không gian bao gồm các hoạt động: 1) Chuyển đổi giữa các phép chiếu và hệ tọa độ bản đồ; 2) Chuyển đổi định dạng dữ liệu; 3) Ghép biên các đối tượng.

a. Chuyển đổi giữa các phép chiếu và hệ tọa độ bản đồ

Trong cùng một CSDL của GIS, các lớp dữ liệu cần phải sử dụng chung một hệ tọa độ. Tuy nhiên, khi nguồn dữ liệu đầu vào được thu thập từ nhiều nguồn khác nhau sẽ dẫn đến trường hợp các lớp dữ liệu không thống nhất về hệ tọa độ được sử dụng. Chính vì vậy, các phần mềm trong hệ thống GIS như ArcGIS, ArcView, MapInfo... thường hỗ trợ chức năng chuyển đổi giữa các phép chiếu và hệ tọa độ.



Hình 4.4. Chuyển đổi phép chiếu (a) và hệ tọa độ (b)

Chức năng thay đổi hệ tọa độ, phép chiếu cho phép người sử dụng GIS loại trừ những bất hợp lý giữa các lớp dữ liệu. Dữ liệu bản đồ có thể được biến đổi từ hệ tọa độ và phép chiếu này sang hệ tọa độ và phép chiếu khác.

Hoạt động phổ biến trong quá trình chuyển đổi phép chiếu và hệ tọa độ là đăng ký các lớp bản đồ với mục đích đưa các lớp bản đồ khác nhau về cùng một hệ tọa độ hay hệ tham chiếu để chúng trùng khớp nhau trên diện tích thực tế, từ đó có thể tiến hành chồng ghép các lớp bản đồ nhằm đạt được mục đích của người sử dụng.

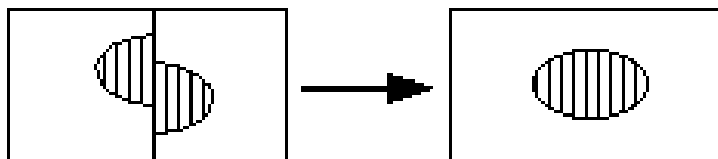
Hiện nay trên thế giới người ta sử dụng nhiều hệ phép chiếu khác nhau nhằm thể hiện bề mặt ba chiều của trái đất thành mặt phẳng hai chiều. Thông thường người sử dụng GIS không thể đặt yêu cầu về hệ tham chiếu khi thu thập dữ liệu. Nhiều bản đồ có thể sử dụng hệ quy chiếu Mercator hình trụ, bản đồ khác sử dụng hệ Albers hình nón, và nhiều bản đồ sử dụng hệ quy chiếu phẳng. Chức năng thay đổi phép chiếu (Hình 4.4) cũng rất phổ biến trong các phần mềm GIS.

b. Chuyển đổi định dạng dữ liệu

Dữ liệu được nhập vào CSDL của GIS ở các dạng khác nhau như từ bản số hóa (dữ liệu ở dạng Vector), từ file kỹ thuật số của mô hình số độ cao DEM (dữ liệu dạng Raster)... Để thuận tiện cho việc phân tích dữ liệu không gian trong GIS, đòi hỏi các file dữ liệu phải được chuyển về cùng một định dạng cấu trúc Vector hoặc Raster. Các thuật toán và phương pháp chuyển đổi định dạng dữ liệu không gian đã được đề cập rất chi tiết ở Chương 2.

c. Ghép biên các đối tượng

Ghép biên các đối tượng là việc điều chỉnh các sai số nhỏ tại biên của hai mảnh bản đồ tiếp giáp nhau. Sai số có thể được tạo ra trong quá trình số hóa các mảnh bản đồ hoặc do bản đồ gốc bị co giãn. Trong một số trường hợp, người sử dụng cần ghép biên hai hoặc nhiều mảnh bản đồ tiếp giáp để quản lý các đối tượng địa lý liên tục. Chẳng hạn như việc ứng dụng GIS để xây dựng cơ sở dữ liệu đất đai dựa trên các mảnh bản đồ địa chính của một phường/xã, người sử dụng cần phải tiến hành ghép biên các tờ bản đồ địa chính để có bản đồ tổng thể các thửa đất có trong địa giới hành chính của phường/xã đó. Về mặt lý thuyết cùng một đối tượng nằm ở hai mảnh bản đồ tiếp giáp sẽ được ghép với nhau một cách chính xác. Tuy nhiên, sau khi ghép hai bản đồ có thể xảy ra tình trạng lệch biên. Vì vậy, cần phải thực hiện chức năng ghép biên các đối tượng.



Hình 4.5. Ghép biên các đối tượng

4.2.2. Chức năng phân tích dữ liệu thuộc tính

Phân tích dữ liệu thuộc tính trong GIS bao gồm các chức năng biên tập dữ liệu, tính toán thống kê và truy vấn dữ liệu.

Chức năng biên tập dữ liệu thuộc tính:

Chức năng biên tập dữ liệu cho phép khôi phục, kiểm tra, cập nhật và thay đổi các thuộc tính. Những thông tin thuộc tính mới có thể được thêm mới, bổ sung hoặc xóa bỏ.

Chức năng thống kê dữ liệu:

GIS cung cấp các chức năng tính toán, thống kê như Sum (tổng đại số), Count (số record), Mean (giá trị trung bình), Maximum (giá trị lớn nhất), Miximum (giá trị nhỏ nhất), Range (khoảng chênh lệch lớn nhất), Standard Deviation (Độ lệch chuẩn).

Chức năng truy vấn thông tin thuộc tính:

Đây là chức năng tạo nên thế mạnh trong quản lý cơ sở dữ liệu của GIS so với các hệ thống khác. Tùy thuộc vào phần mềm chuyên dụng của GIS mà người sử dụng lựa chọn để có thể được cung cấp các chức năng truy vấn ở các cấp độ khác nhau về khả năng tìm kiếm, phân tích và tổng hợp dữ liệu của một hoặc nhiều bảng thuộc tính.

4.2.3. Chức năng phân tích hợp nhất dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính

Sự gắn kết giữa dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính chính là điểm mấu chốt tạo nên sự khác biệt giữa GIS với các hệ thống khác. Các phần mềm chuyên dụng của GIS cung cấp các chức năng phân tích đồng thời cả hai loại dữ liệu này, bao gồm: 1) Chức năng phân loại, tổng quát hóa và đo đếm dữ liệu; 2) Chức năng chồng ghép bản đồ; 3) Chức năng hoạt động liên kết.

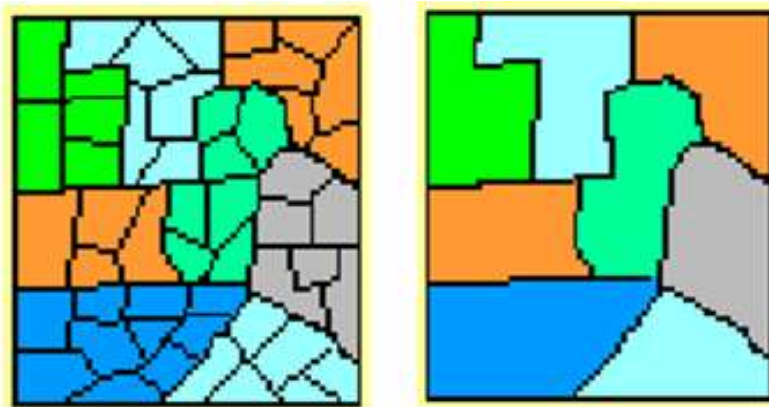
a. Phân loại, tổng quát hóa và tính toán đo đếm dữ liệu

GIS cung cấp một số dạng chức năng phân loại khác nhau, tùy vào mục đích hay kết quả yêu cầu đầu ra để người sử dụng lựa chọn một chức năng phân loại phù hợp. Chức năng phân loại có thể được thực hiện trên một lớp dữ liệu đơn hoặc tích hợp nhiều lớp dữ liệu.

Trong trường hợp một lớp dữ liệu đơn, phân loại có thể được thực hiện để gán nhãn cho các vùng bởi một loại tên. Ví dụ như trên bản đồ hiện trạng sử dụng đất (dữ liệu lưu trữ ở dạng Vector), có thể sử dụng chức năng phân loại để gán tên cho các vùng có cùng một mục đích sử dụng đất. Trong trường hợp dữ liệu được lưu trữ ở dạng Raster, giá trị số thường được sử dụng để gán cho các cell. Một cell sẽ được gán cho một giá trị, ví dụ số 1 sẽ được gán cho đất trồng lúa, số 2 được gán cho đất ở đô thị...

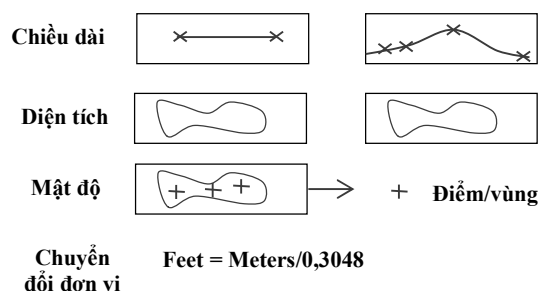
Trong trường hợp nhiều lớp dữ liệu, chức năng phân loại có thể được thực hiện thông qua hoạt động chồng ghép lớp (hoạt động này sẽ được trình bày cụ thể ở mục b của chương này).

Khái quát hóa: Chức năng khái quát hóa thường được sử dụng để thể hiện các thực thể trên bề mặt trái đất lên bản đồ. Khái quát hóa là sự đơn giản hóa, thể hiện các thực thể lên bản đồ theo tỷ lệ và mục đích thích hợp nhằm giúp cho người sử dụng dễ đọc và hiểu. Hoạt động này thường được sử dụng để chập các đối tượng liên kề nhau có cùng một đặc điểm thuộc tính lựa chọn nào đó thành một đối tượng duy nhất. Đối với ngành Quản lý đất đai, chức năng khái quát hóa được sử dụng rất hiệu quả trong trường hợp xây dựng bản đồ hiện trạng sử dụng đất dựa trên bản đồ địa chính. Thực chất đây là quá trình gộp các thửa đất liên kề có cùng một mục đích sử dụng đất thành một vùng lớn hơn (Hình 4.6).



Hình 4.6. Chức năng khái quát hóa

Tính toán đo đạc là một trong những phép tính cơ bản được tích hợp nhiều trong các phần mềm chuyên dụng của GIS. Ứng với một công cụ của phần mềm hay cách đo đạc khác nhau sẽ tương thích với một dạng đối tượng. Tính toán, đo đếm dữ liệu không gian bao gồm đo khoảng cách giữa các điểm, tính chiều dài của các đối tượng đường, tính diện tích và chu vi cho đối tượng vùng, kích thước của các cell trong lưới ô vuông.



Hình 4.7. Chức năng tính toán, đo đếm

Công việc xác định chiều dài của các đối tượng hình tuyến như: đường giao thông, sông ngòi, diện tích của khu dân cư, mật độ dân số... có thể thực hiện được với chức năng đo đạc của GIS (Hình 4.7). Một hệ thống GIS cho phép thực hiện cả việc đo đạc đơn giản và phức hợp. Khả năng đo đạc tự động giúp hiệu quả của 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 dặm (mile) sang hệ mét và ngược lại.

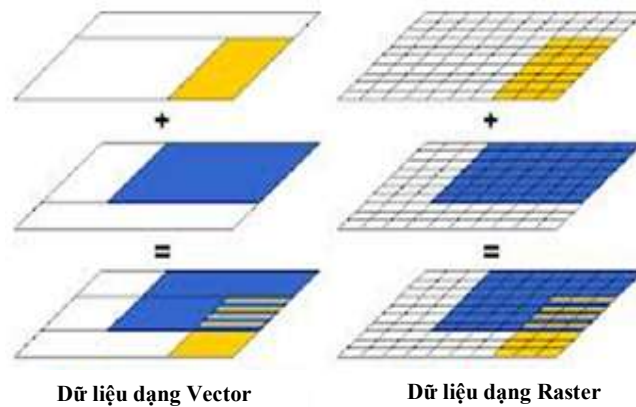
b. Chức năng chồng lớp/chồng ghép bản đồ

Chồng ghép bản đồ là chức năng cơ bản và quan trọng nhất của một GIS trong quá trình phân tích dữ liệu không gian, để có thể thiết lập nên một lớp dữ liệu mới mang đặc tính hoàn toàn khác với lớp dữ liệu trước đó.



Hình 4.8. Chồng ghép nhiều lớp bản đồ

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, có thể ở dạng Vector hoặc Raster (Hình 4.9). 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.



Hình 4.9. Chồng ghép hai lớp bản đồ ở dạng Vector và Raster

Các hoạt động chồng ghép lớp bản đồ được thực hiện dựa trên các phép tính đại số và logic. 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 logic dựa trên các biểu thức hoặc các giá trị thuộc tính. Các giá trị thuộc tính được lựa chọn sẽ được sát nhập hoặc loại bỏ để tạo ra lớp dữ liệu mới.

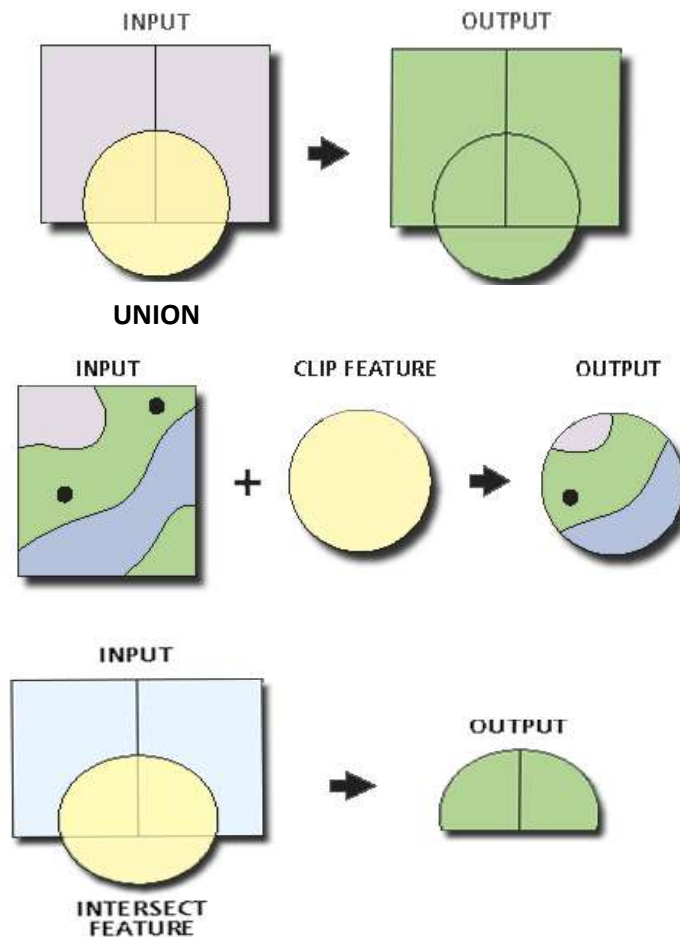
Dựa vào các hoạt động chồng ghép số học, có các phương pháp chồng ghép như sau:

- Phương pháp cộng (*addition*);
- Phương pháp nhân (*multiplication*);
- Phương pháp trừ (*subtraction*);
- Phương pháp chia (*division*).

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.

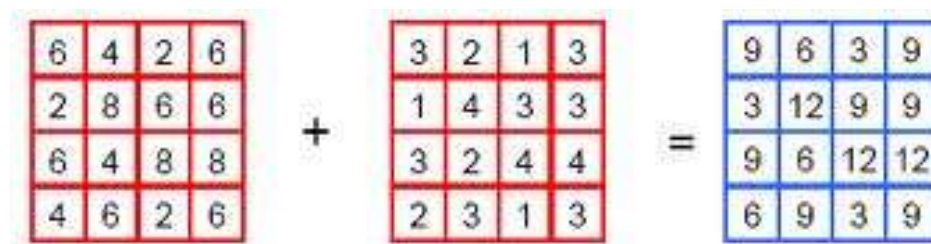
Chức năng chồng ghép bản đồ trong cơ sở dữ liệu dạng Vector được thực hiện dựa trên cơ sở mối quan hệ topology. Chức năng này được thể hiện thông qua chức năng xử lý và phân tích dữ liệu không gian và thuộc tính như sau:

- Chức năng kết hợp (*Union*): Chồng ghép hai lớp bản đồ thành một lớp chứa đựng toàn bộ nội dung của các lớp ban đầu bao gồm cả dữ liệu không gian và thuộc tính.
- Chức năng cắt (*Clip*): Chức năng này cho phép tạo ra một lớp dữ liệu mới chứa đựng tất cả các thông tin của lớp đầu vào nằm trong ranh giới của lớp sử dụng để cắt.
- Chức năng giao nhau (*Intersect*): Kết quả của chức năng này sẽ mang lại một lớp bản đồ mới có chứa toàn bộ thông tin thuộc tính của cả hai lớp bản đồ được sử dụng để chồng ghép, tuy nhiên chỉ lấy phần dữ liệu không gian nằm trong ranh giới của lớp bản đồ thứ 2.



Hình 4.10. Các chức năng phân tích không gian trong cơ sở dữ liệu Vector

Trong các phần mềm chuyên dụng của GIS như ArcGIS hoặc ArcView, biểu thức *Map algebra expressions* được xây dựng trong chức năng *Map Calculator* để phân tích một hay nhiều lớp dữ liệu dạng Raster. 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.



Hình 4.11. Chồng ghép hai lớp dữ liệu không gian dạng Raster

Map algebra cho biết cách so sánh các lớp dữ liệu thông qua chức năng thuật toán. Trong Hình 4.11 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: $[grid1] + [grid2]$.

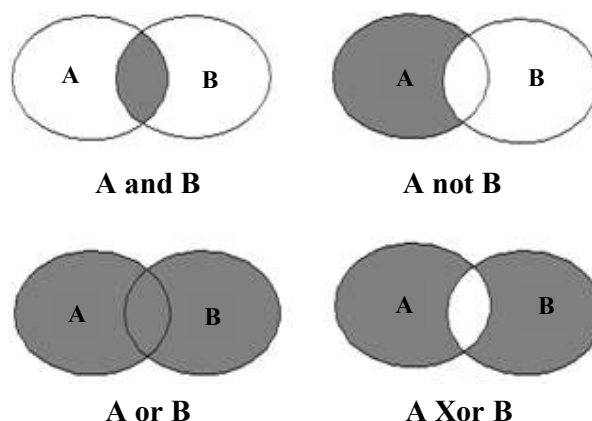
c. Hoạt động liên kết

Hoạt động liên kết để đánh giá các đặc điểm xung quanh một đối tượng cụ thể. Các chức năng liên kết trong GIS bao gồm: Chức năng tìm kiếm theo tiêu chí; Chức năng tạo vùng đệm và nối mạng; Chức năng nội suy.

❖ Chức năng tìm kiếm theo tiêu chí:

Quá trình tìm kiếm chính là việc đặt câu hỏi để 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 có mục đích sử dụng là đất ở đô thị, có diện tích lớn hơn hoặc bằng 5000 m² để có thể sử dụng vào việc xây dựng một Trung tâm 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 cần sử dụng toán tử Boolean (AND, OR, XOR, NOT) để thiết lập sự lựa chọn phức tạp (Hình 4.12). Những vùng tô đậm thể hiện kết quả lựa chọn (Bernhardsen, 1999).



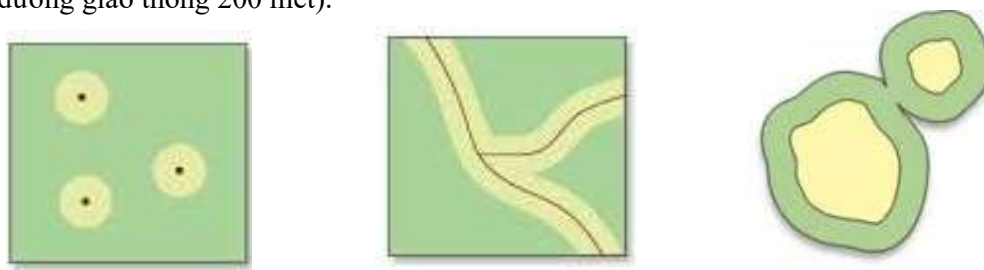
Hình 4.12. Các phép tính logic được sử dụng trong tìm kiếm theo tiêu chí

❖ Chức năng tạo vùng đệm và nối mạng:

Chức năng tạo vùng đệm nhằm xác định vùng xung quanh, sát với một vật thể ta quan tâm trên bản đồ và chức năng nối mạng là để xác định đường chuyển động trong một vùng.

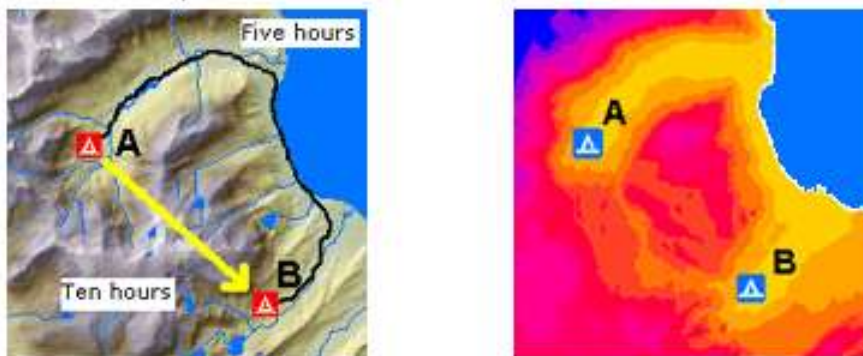
Một vùng đệm có thể được thiết lập xung quanh cho một đối tượng điểm, đường và vùng (Hình 4.13). Hầu hết các phần mềm chuyên dụng đều có công cụ tạo vùng đệm. Khi sử dụng công cụ này sẽ tạo ra một diện tích mới có quan hệ gần gũi với đối tượng mục tiêu.

Ví dụ về tạo vùng đệm là tạo vùng xung quanh một vật thể mà khoảng cách mọi điểm trong vùng đó cách xa vật thể quan tâm một khoảng cách nhất định (các thửa đất cách tìm đường giao thông 200 mét).



Hình 4.13. Chức năng tạo vùng đệm cho các đối tượng điểm, đường và vùng

Chức năng nổi mạng xem xét chuyển động của một đối tượng theo hướng của một đối tượng khác trên bản đồ. Một trong những ứng dụng có ích nhất của nghiên cứu mạng lưới đó là vạch đường đi và phân định vị trí. Vạch đường đi nghĩa là tìm đường đi ngắn nhất giữa hai điểm bất kỳ trong mạng lưới.



Hình 4.14. Phân tích mạng để xác định đường đi từ điểm A tới điểm B

Mỗi đường trong mạng cũng có thể xác định thêm một giá trị đó là giá trị cản hay giá trị khó khăn cho lưu thông. Giá trị này có thể liên quan đến nhiều thông số như tốc độ giới hạn trên một đường phố, tốc độ nước chảy... Bằng cách sử dụng khoảng cách tổng hợp và giá trị cản, tuyến đi thích hợp nhất có thể tìm ra; tuyến đi đó không nhất thiết là đường đi ngắn nhất. Toàn bộ việc tính toán đó được thực hiện dọc theo bề mặt, và các thông số phải đo đạc là khoảng cách tính chất của bề mặt, các nơi giao cắt và các điểm nối khác.

Việc lựa chọn tuyến đi có thể được thực hiện trên dữ liệu Raster và khi đó việc biểu thị tuyến đi dễ dàng hơn ở Vector. Kết quả đưa ra có thể là nhiều tuyến đi được vạch ra, đặc biệt là khi có những đoạn đi vòng.

Việc phân định vị trí hay chia vòng được áp dụng nhiều trong thực tế, ví dụ trong đường phố, mỗi đường phải có thông số về số nhà cần phải cung cấp nước từ trung tâm hoặc số hộ dân hoặc số người có nhu cầu mua bán (trong nghiên cứu thị trường).

Phương pháp xác định giá trị có thể đánh số từ 0 đến 100 (chẳng hạn mỗi đường phố có khoảng cách tới siêu thị khác nhau) có thể đánh số gần nhất là 10 (do nhà là 1 số). Nếu mọi thông số giống nhau thì việc phân chia sẽ rất đơn giản. Có thể đưa ra nhiều ví dụ áp dụng việc phân chia vùng, chẳng hạn đưa thư báo trong thành phố, đưa học sinh đi học.

2.4	2	2.4	2.8	3.8	4.8
1.4	1	1.4	2.4	3.4	4.4
1	A	0	1	2	3
1.4	1	1.4	2.4	3.4	4.4
2.4	2	2.4	2.8	3.8	B

Hình 4.15. Mô tả đường đi thuận lợi trong mô hình cấu trúc Raster

Có thể thấy rằng, về thông tin của các đối tượng trong một lớp, có các loại thông tin chính cần được xử lý là vùng (area), điểm (point) và đường (line). Những tính chất cần được xác định về thông tin của các đối tượng đó là sự phân bố, sự liên hệ và định hướng.

Chức năng nối mạng thường được sử dụng để đánh giá các phương án tối ưu đường chuyển động và phân bố tài nguyên. Cụ thể là xác định đường đi hợp lý giữa hai điểm hoặc xác định vùng ảnh hưởng của một việc làm nào đó (Hình 4.14 và 4.15). Chẳng hạn như xác định những thửa đất bị ảnh hưởng, có thể thuộc diện bị thu hồi đất để thực hiện dự án xây dựng khu công nghiệp hoặc mở rộng đường giao thông.

❖ Chức năng nội suy:

Trong trường hợp nguồn dữ liệu khuyết thiếu một số điểm, đường hay vùng thì cần phải thực hiện hình thức nội suy để tạo thêm dữ liệu. Có nghĩa là dữ liệu của một hay nhiều điểm trong không gian xung quanh được sử dụng để tìm ra các giá trị mới cho các điểm khuyết thiếu mà trước đó không thể đo đạc hay quan trắc được.

Có nhiều phương pháp hoặc mô hình toán học khác nhau được sử dụng trong GIS để thực hiện chức năng nội suy. Một số phương pháp thường hay được ứng dụng là phương pháp nội suy theo trọng số (*Inverse Distance Weighting: IDW*), phương pháp Spline và phương pháp Kriging.

Phương pháp nội suy theo trọng số (IDW): Là phương pháp được sử dụng phổ biến và đơn giản nhất trong các chức năng nội suy của GIS cho dữ liệu độ cao. Tính các số đo chưa biết như là một giá trị trung bình có trọng số thông qua các số đo đã biết của các điểm liền kề, các điểm càng gần thì trọng số càng lớn và ngược lại. Trọng số của mỗi điểm được tính theo công thức sau:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^2} x_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^2}} \quad (4.2)$$

Trong đó, W là trọng số của điểm cần xác định, d_i là khoảng cách từ 1 đến n điểm mẫu đến vị trí điểm cần được tính và $X_1, \dots, X_n$ là giá trị của các điểm mẫu. Giá trị e của điểm cần nội suy sẽ là:

$$e = \sum_{i=1}^n (W_i / S_i) \quad (4.3)$$

Chức năng nội suy cho dữ liệu Vector có thể sử dụng mô hình TIN thông qua chức năng phân tích bề mặt: Một bề mặt có thể được nội suy từ các điểm mang giá trị thuộc tính Z. Ví dụ chức năng phân tích không gian trong các phần mềm chuyên dụng của hệ thống thông tin địa lý như ArcGIS, ArcView cung cấp hai phương pháp để nội suy bề mặt từ các điểm mang giá trị là: *Spline* và *Inverse Distance Weighted (IDW)*.

Spline: Là một phương pháp nội suy chung nhất. Nó nắn bề mặt đi qua những điểm đầu vào. Phương pháp này được sử dụng tốt nhất cho nội suy các bề mặt uốn lượn như độ cao địa hình, thành phần hóa học của đất (ví dụ: N, P, K, hàm lượng mùn, độ chua, và các chất vi lượng khác của đất).

IDW: Trong phương pháp này, giá trị của các cell trên bề mặt kết quả sẽ phụ thuộc vào khoảng cách của cell đến điểm. Những cell ở gần điểm gốc sẽ có giá trị lớn hơn những cell ở xa. Khoảng cách giới hạn để tính toán có thể là chu vi xác định hoặc số điểm gần kề.

Phương pháp Kriging: Có các hoạt động phức tạp hơn, nhưng kết quả nội suy cho độ chính xác cao hơn. Phương pháp này dựa trên cơ sở tìm ra một số đặc tính chung của toàn bộ bề mặt được thể hiện bởi các giá trị số đo và sau đó áp dụng các đặc tính đó để tính cho các phần khác của bề mặt.

4.3. Chức năng phân tích nhiều bản đồ

4.3.1. Định nghĩa

Mô hình không gian là sự phối hợp các biểu thức logic, các thủ tục phân tích và tiêu chí được áp dụng tới một tập hợp dữ liệu cho mục đích mô phỏng một tiến trình, tiên đoán đầu ra hay mô tả đặc điểm của một hiện tượng tự nhiên.

Phân tích nhiều bản đồ hay mô hình GIS là sử dụng chức năng thao tác dựa trên cơ sở hệ thống thông tin địa lý trong một dãy logic để giải quyết các vấn đề phức tạp trong thực tiễn. Phân tích nhiều lớp bản đồ hay sử dụng mô hình GIS thường được áp dụng để phân tích sự phù hợp và lựa chọn các đối tượng theo tiêu chí.

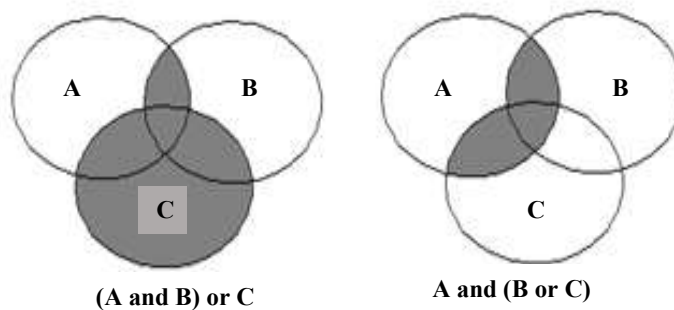
4.3.2. Quy luật phối hợp các lớp bản đồ

Quy luật phối hợp được biết như là cộng các lớp bản đồ. Khi phối hợp nhiều lớp bản đồ, các dữ liệu không gian hay các lớp bản đồ cắt giao nhau và tạo ra dữ liệu không gian và thuộc tính mới. Có 3 phương pháp phối hợp các lớp bản đồ, đó là:

- Phương pháp phối hợp các lớp bản đồ theo quy luật ưu thế: Chỉ có một giá trị duy nhất được ưu tiên.
- Phương pháp phối hợp các lớp bản đồ theo quy luật đóng như phương pháp phối hợp tuyến tính, phương pháp phối hợp tuyến tính theo trọng số, và phương pháp tích hợp...
- Phương pháp phối hợp các lớp bản đồ theo quy luật tương tác như phối hợp các nhân tố, quy luật về phối hợp...

a. Mệnh đề logic

Có thể sử dụng toán tử logic OR, NOT and AND (hình 4.12 và 4.16) để phối hợp các lớp bản đồ, ví dụ các vị trí đáp ứng tiêu chí A và tiêu chí B nhưng không đáp ứng tiêu chí C.



Hình 4.16. Sử dụng các toán tử logic để phối hợp nhiều hơn 2 lớp bản đồ

b. Mô hình tập hợp trọng số

Mô hình phối hợp tuyến tính (*Linear Combination Model*) và mô hình phối hợp tuyến tính trọng số (*Weighted Linear Combination Model*) thuộc mô hình tập hợp trọng số,

thường hay được sử dụng trong phân tích sự phù hợp đất và chọn lập địa, vì các mô hình này dễ dàng thực hiện trong môi trường GIS.

Thủ tục của mô hình phối hợp tuyến tính bao gồm các bước sau:

- Xác định các nhân tố và giá trị phù hợp mỗi dạng hay loại của mỗi nhân tố tham gia vào mô hình.
- Xác định trọng số quan trọng cho mỗi một nhân tố.
- Tính giá trị cho mỗi một nhân tố, tức là xác định giá trị phù hợp cho nhân tố 1, 2...n bằng cách nhân giá trị phù hợp của mỗi dạng với trọng số quan trọng của mỗi nhân tố.
- Phân loại phù hợp được đánh giá dựa trên giá trị trung bình trọng số quan trọng của mỗi nhân tố tham gia vào mô hình thông qua phương pháp phối hợp tuyến tính, được tính toán theo phương pháp chuẩn:

$$R = \frac{W_1 R_1 + W_2 R_2 + \dots + W_n R_n}{W_1 + W_2 + \dots + W_n} \quad (4.3)$$

Trong đó: R là giá trị trung bình trọng số quan trọng; $R_1, R_2, \dots, R_n$ là giá trị phù hợp của mỗi dạng hay loại trong mỗi một nhân tố; $W_1, W_2, \dots, W_n$ là trọng số quan trọng của nhân tố 1, 2, ... n.

Đánh giá mức độ phù hợp của mỗi một địa điểm được dựa trên tổng số điểm tính theo phương trình (4.1) hoặc có thể đánh giá thông qua chồng các lớp bản đồ (bản đồ nhị phân) thông qua phương trình (4.4).

$$S = \frac{\sum_i^n W_i \text{ loại (bản đồ thứ } i)}{\sum_i^n W_i} \quad (4.4)$$

Trong đó: S là chỉ số phù hợp, W_i là trọng số của bản đồ thứ i, loại (bản đồ thứ i) lấy giá trị hoặc là 1 hoặc là 0 (1 là tốt nhất và 0 là xấu nhất).

Trường hợp tổng trọng số quan trọng của các nhân tố hay các lớp bản đồ bằng 1. Chỉ số phù hợp cho mỗi một địa điểm được tính xác định theo phương trình 4.3 và nếu có nhân tố giới hạn áp dụng phương trình 4.4.

$$S = \sum_{i=1}^n W_i R_{ij} \quad (4.5)$$

$$S = \sum (W_i \times R_i) \times \Pi C_j \quad (4.6)$$

Trong đó: S là chỉ số phù hợp, n là số nhân tố hay số lớp bản đồ, R_{ij} là giá trị phù hợp của dạng loại j trong nhân tố thứ j, W_i trọng số quan trọng của nhân tố i và C_j là giá trị giới hạn của nhân tố thứ j.

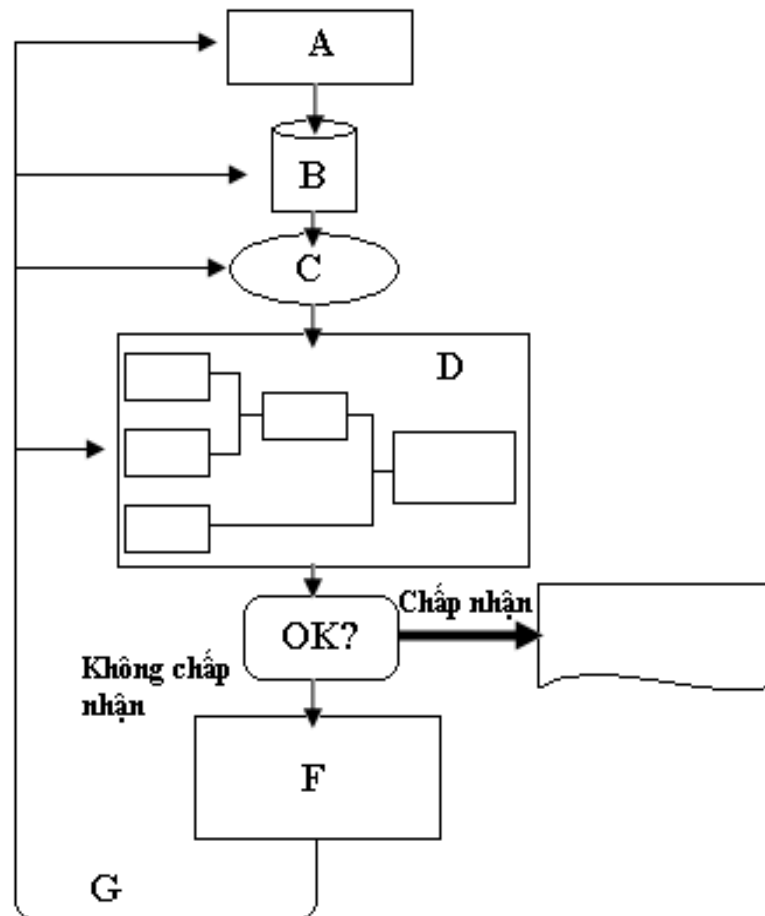
4.3.3. Các bước thực hiện phân tích nhiều loại bản đồ

a. Phát triển một mô hình không gian

A. Xác định mục đích:

- Xác định mục đích của mô hình.

- Kết quả mong đợi.
- B. Xác định nhu cầu về dữ liệu:
 - Quyết định các nhân tố tham gia vào mô hình.
 - Xác định mối quan hệ giữa các nhân tố.
- C. Xác định giá trị phù hợp, trọng số quan trọng của các nhân tố/ quy luật quyết định và các thủ tục phân tích dữ liệu.
- D. Thực hiện thủ tục phân tích.
- E. Đánh giá kết quả: so sánh với mục đích của bản đồ.
- F. Xem xét lại mô hình, nếu thấy chưa đáp ứng được mục tiêu đề r, phải tiến hành xác định lại bước 1:
- Mục tiêu;
- Dữ liệu;
- Tiêu chí, quy luật, trọng số và thủ tục phân tích.
- G. Nhắc lại các bước A, B, C, D.



Hình 4.17. Trình tự các bước phát triển mô hình không gian

(Nguồn: Nguyễn Văn Lợi, 2011)

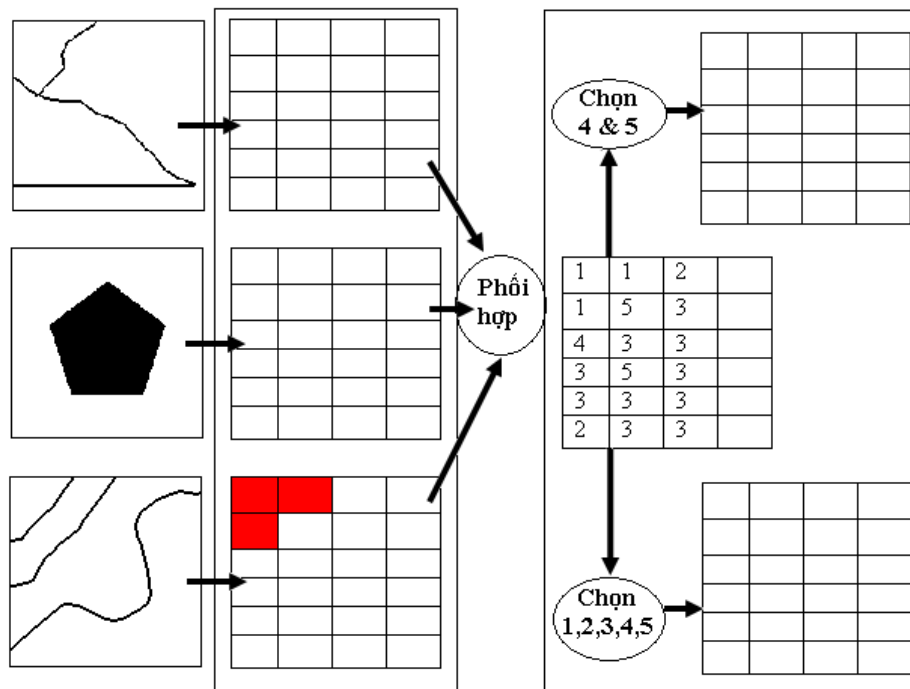
b. Thực hiện phân tích nhiều lớp bản đồ

Thực hiện phân tích nhiều lớp bản đồ bao gồm các nội dung sau:

- Phân loại các lớp bản đồ;
- Hiệu chỉnh các lớp dữ liệu: Tất cả các lớp dữ liệu của cùng một vùng phải có cùng tọa độ.
- Phối hợp dữ liệu không gian: Chọn phương pháp thực hiện trên dữ liệu Raster hay Vector. Phân tích trên dữ liệu Vector giải quyết khám phá về mặt địa hình cắt giao nhau, nhưng thực hiện phân tích dữ liệu Raster dễ dàng hơn dữ liệu Vector.
- Phối hợp dữ liệu thuộc tính: Chọn quy luật phối hợp dựa trên cơ sở mục tiêu, phân tích các đặc điểm chuyên đề và mối quan hệ của chúng. Thực hiện phối hợp dữ liệu thuộc tính trên dữ liệu Raster cũng khác với dữ liệu Vector. Có hai phương pháp phối hợp, đó là phương pháp phối hợp tổ hợp và phương pháp mệnh đề logic (hình 4.18).
- Tổng hợp kết quả: Thiết lập các loại bản đồ chuyên đề và tóm tắt báo cáo.

c. Các vấn đề xem xét

- Vai trò của tỷ lệ, độ phân giải và phương pháp chọn phối hợp.
- Chất lượng các nguồn dữ liệu như độ chính xác về vị trí địa lý và độ chính xác về dữ liệu thuộc tính.



Hình 4.18. Phương pháp phối hợp tổ hợp (chồng Raster theo mô hình tập hợp trọng số)

(Nguồn: Nguyễn Văn Lợi, 2011)

d. Phân tích trực tiếp kết quả phối hợp

Hai lớp bản đồ của cùng một loại đối tượng trong cùng một vùng ranh giới chồng lên nhau để:

- Khám phá sự thay đổi, ví dụ 2 bản đồ hiện trạng sử dụng đất lúa hoặc bản đồ hiện trạng rừng ở hai thời điểm khác nhau, sau đó chồng lớp sẽ tạo ra một bản đồ thay đổi.

- Phân tích sai số: Hai bản đồ cùng một loại ở cùng một thời điểm, sau khi chồng lớp sẽ phát hiện được sai số...

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày chức năng thu nhận dữ liệu của hệ thống thông tin địa lý?
2. Các sai số trong quá trình thu nhận dữ liệu của hệ thống thông tin địa lý?
3. Trình bày chức năng xuất dữ liệu của hệ thống thông tin địa lý?
4. Trình bày chức năng phân tích dữ liệu không gian?
5. Trình bày chức năng phân tích dữ liệu thuộc tính?
6. Trình bày chức năng Phân loại, tổng quát hóa và tính toán đo đếm dữ liệu của hệ thống thông tin địa lý?
7. Trình bày chức năng chồng ghép bản đồ trong cơ sở dữ liệu dạng Vector?
8. Trình bày chức năng chồng ghép bản đồ trong cơ sở dữ liệu dạng Raster?
9. Trình bày các chức năng phân tích dữ liệu: các hoạt động liên kết, tạo vùng đệm và nối mạng?
10. Trình bày các chức năng nội suy dữ liệu trong GIS?

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bailey, T. C, Gatrell, 1995, *Interactive spatial data analysis*. Harlow, UK: Longman Scientific and Technical.
2. Fotheringham, A. S., and M. Wegener, eds. 2000. *Spatial models and GIS: New potential and new models*. London: Taylor & Francis.
3. Haining, R. P. 2003. *Spatial data analysis: Theory and practice*. New York: Cambridge University Press.
4. Nguyễn Văn Lợi, 2011. *GIS trong Lâm nghiệp*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
5. Maguire, D. J., M. F. Goodchild, and D. W. Rhind, eds., 1991. *Geographical Information Systems: Principles and Applications Essex*: Longman Scientific & Technical.
6. Moellering, H., Ed., 1992. *Spatial Data Transfer Standards: Current International Status*. London: Elsevier Applied Science.
7. Mark, D. M., and F. F. Xia, 1994. "Determining Spatial Relations Between Lines and Regions in ARC/INFO Using the 9-Intersection Model." *In Proceedings of the 14th Annual ESRI User Conference*, pp. 1207-1213.
8. Oliver, M. A., and R. W. Oliver, 1990. "Kriging: A Method of Interpolation for Geographic Information systems." *International Journal of Geographical Information Systems*, 4(3): 313-332.

Chương 5

ỨNG DỤNG HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ TRONG QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN ĐẤT

Chương 5 sẽ trình bày những ứng dụng của GIS trong các lĩnh vực cụ thể như xây dựng cơ sở dữ liệu giá đất và quản lý thuế đất, xây dựng cơ sở dữ liệu bất động sản, đánh giá thoái hóa đất và tính thích hợp đất đai đối với cây trồng. Ngoài ra, trong Chương này cũng sẽ trình bày ứng dụng GIS 3D để lập phương án quy hoạch và quản lý không gian đô thị. Mỗi lĩnh vực ứng dụng sẽ được trình bày ở một mục riêng bao gồm cơ sở dữ liệu đầu vào, phương pháp thực hiện và những sản phẩm đầu ra.

5.1. Ứng dụng GIS xây dựng cơ sở dữ liệu giá đất và quản lý thuế đất

5.1.1. Cơ sở dữ liệu đầu vào:

- Bản đồ địa chính các phường cần xây dựng cơ sở dữ liệu giá đất;
- Bảng giá đất theo quy định của Nhà nước (giá đất do UBND tỉnh thông qua được công bố trên website của Sở Tài nguyên và Môi trường thuộc tỉnh đó);
- Trong trường hợp xây dựng cơ sở dữ liệu giá đất thị trường: Ngoài hai nguồn dữ liệu nêu trên cần thu thập các thông tin về giá đất thị trường sử dụng phiếu điều tra, các hồ sơ giao dịch chuyển nhượng quyền sử dụng đất...
- Văn bản pháp luật có hiệu lực thi hành về phương pháp tính thuế đất.

5.1.2. Phương pháp xây dựng cơ sở dữ liệu

b. Phương pháp tính giá đất đô thị theo vị trí:

Theo quy định giá các loại đất tại thời điểm xây dựng cơ sở dữ liệu để làm căn cứ tính thuế sử dụng đất, thuế thu nhập từ chuyển quyền sử dụng đất, tính tiền thuê đất, định giá đất, bồi thường, tính lệ phí các thủ tục liên quan đến đất... Nguyên tắc phân vùng đất, phân loại đô thị, phân loại đường phố, phân vị trí đất trong đô thị để định giá đất:

❖ Phân loại đô thị:

Cần xác định được loại đô thị của thành phố/tỉnh cần xây dựng cơ sở dữ liệu thuộc loại đô thị nào theo quy định phân loại đô thị.

❖ Phân loại đường phố trong đô thị:

Loại đường phố trong từng đô thị được xác định căn cứ chủ yếu vào khả năng sinh lợi, điều kiện kết cấu hạ tầng thuận lợi cho sinh hoạt, sản xuất, kinh doanh. Đường phố trong từng loại đô thị được phân tối đa thành 5 loại đường phố và tùy thuộc vào mức giá chuyển nhượng thực tế trên thị trường sẽ được xếp theo nhóm đường A; B; C.

- Đường phố loại 1: Loại đường phố có cơ sở hạ tầng kỹ thuật tốt nhất, là nơi có khả năng sinh lợi đặc biệt cao nhất trong đô thị, có vị trí đặc biệt thuận lợi đối với hoạt động sản xuất, kinh doanh và sinh hoạt.

- Đường phố loại 2: Loại đường phố có cơ sở hạ tầng kỹ thuật đồng bộ, có khả năng sinh lợi cao, thuận lợi đối với hoạt động sản xuất, kinh doanh và sinh hoạt.

- Đường phố loại 3: Loại đường phố có cơ sở hạ tầng kỹ thuật tương đối hoàn thiện, khả năng sinh lợi tương đối cao, thuận lợi đối với hoạt động sản xuất, kinh doanh và sinh hoạt.

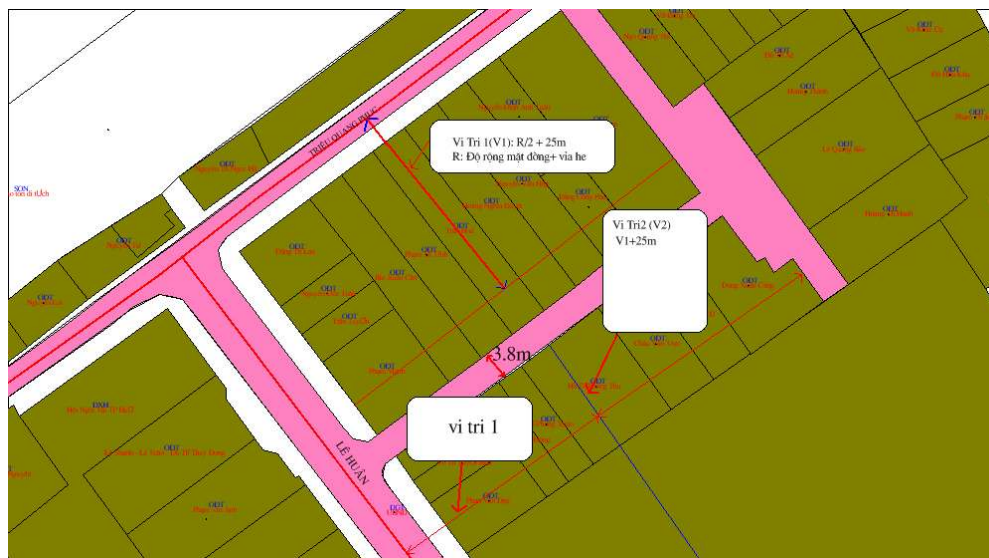
- Đường phố loại 4: Loại đường phố đã có cơ sở hạ tầng kỹ thuật chủ yếu, có khả năng sinh lợi, là những đường phố thuận lợi cho sinh hoạt đời sống, không thuận lợi đối với kinh doanh.

- Đường phố loại 5: Loại đường phố có cơ sở hạ tầng kỹ thuật kém trong đô thị, ít có khả năng sinh lợi, là những đường phố thuận lợi cho sinh hoạt đời sống, không thuận lợi đối với kinh doanh.

- Đối với các tuyến đường nếu không đủ tiêu chuẩn để xác định theo loại đường có trong khung giá đất đô thị của Quy định này thì được xếp vào nhóm các tuyến đường còn lại.

❖ Phân loại vị trí đất trong từng loại đường phố:

Vị trí của đất trong từng loại đường phố được phân thành 4 loại vị trí được xếp theo thứ tự từ vị trí có khả năng sinh lợi cao nhất, có điều kiện kết cấu hạ tầng thuận lợi nhất đến vị trí có khả năng sinh lợi và điều kiện kết cấu hạ tầng kém thuận lợi:



Hình 5.1. Cách xác định vị trí của các thửa đất

- Vị trí 1: Tất cả các thửa đất ở mặt tiền đường phố trong đô thị: đường quốc lộ đi qua đô thị và các đường phố, đoạn đường phố, đường khu phố, đường ô phố. Với khoảng cách xác định cho vị trí 1 tính từ chỉ giới đường đỏ của đường phố kéo dài đến 25 mét.

- Vị trí 2: Các thửa đất nằm liền kề vị trí 1 thuộc các đường kiệt (hẻm) có mặt cắt đường < 2,5m của đường phố chính, đoạn đường phố chính, đường quốc lộ qua đô thị, đường khu phố; khoảng cách xác định cho vị trí 2 tính tại đường phân giữa vị trí 1 và vị trí 2 kéo dài thêm 25 mét. Các thửa đất mặt tiền thuộc các đường kiệt (hẻm) có mặt cắt đường $\geq 2,5m$ của đường phố chính, đoạn đường phố chính, đường quốc lộ đi qua đô thị, đường khu phố; khoảng cách xác định cho vị trí 2 tính tại đường phân giữa vị trí 1 và vị trí 2 đến dưới 100 mét.

- Vị trí 3: Các thửa đất mặt tiền thuộc các đường kiệt (hẻm) có mặt cắt đường $\geq 2,5m$ của đường phố chính, đoạn đường phố chính, đường quốc lộ đi qua đô thị, đường khu phố; khoảng cách xác định cho vị trí 3 tính tại đường phân giữa vị trí 2 và vị trí 3 kéo đến hết đường. Các thửa đất nằm liền kề vị trí 2 thuộc các đường kiệt (hẻm) có mặt cắt đường < 2,5m của đường phố chính, đoạn đường phố chính, đường quốc lộ qua đô thị, đường khu phố; khoảng cách xác định cho vị trí 3 tính tại đường phân giữa vị trí 2 và vị trí 3 kéo dài thêm 25 mét. Các thửa đất nằm liền kề vị trí 2 thuộc các đường kiệt của đường kiệt (hẻm) có mặt cắt đường $\geq 2,5m$ của đường phố chính, đoạn đường phố chính, đường quốc lộ qua đô thị, đường khu phố với khoảng cách xác định cho vị trí 3 tính từ đường phân vị trí 2 kéo dài tiếp theo đến dưới 100 mét.

- Vị trí 4: Các thửa đất nằm liền kề vị trí 3 thuộc các đường kiệt (hẻm) có mặt cắt đường <2,5m của đường phố chính, đoạn đường phố chính, đường quốc lộ qua đô thị, đường khu phố; khoảng cách xác định cho vị trí 4 tính từ đường phân vị trí 3 cho đến hết đường. Các thửa đất nằm liền kề vị trí 3 thuộc các đường kiệt của đường kiệt (hẻm) có mặt cắt đường $\geq 2,5\text{m}$ của đường phố chính, đoạn đường phố chính, đường quốc lộ qua đô thị, đường khu phố; khoảng cách xác định cho vị trí 4 tính từ đường phân vị trí 3 kéo dài tiếp theo đến hết đường. Các thửa đất còn lại có điều kiện về giao thông và sinh hoạt kém hơn vị trí 3.

b. Phương pháp tính giá và thuế đất

Giá đất được UBND tỉnh quy định cụ thể cho từng tuyến đường, loại đường và vị trí thửa đất. Thông tin này có thể tải xuống từ trang web của Sở Tài nguyên và Môi trường các tỉnh.

Để có thông tin về giá đất theo thị trường cần phải tiến hành điều tra, phỏng vấn hộ sử dụng phiếu điều tra thiết kế sẵn kết hợp với các thông tin thu thập được từ các phương pháp chuyên gia và phương pháp thu thập dữ liệu thứ cấp từ các Ban, ngành liên quan.

Hiện tại, thuế đất được tính dựa trên:

- Nghị định 120/2010/NĐ-CP ngày 30 tháng 12 năm 2010 về sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 198/2004/NĐ-CP ngày 03 tháng 12 năm 2004 của Chính phủ về thu tiền sử dụng đất.

- Thông tư số 93/2011/TT-BTC ngày 29 tháng 6 năm 2011 của Bộ Tài chính về sửa đổi, bổ sung một số nội dung tại Thông tư số 117/2004/TT-BTC ngày 07 tháng 12 năm 2004 của Bộ Tài chính hướng dẫn thực hiện Nghị định số 198/2004/NĐ-CP ngày 03 tháng 12 năm 2004 của Chính phủ về thu tiền sử dụng đất.

- Các quyết định của UBND thành phố/tỉnh có liên quan đến việc hướng dẫn, quy định thu tiền sử dụng đất.

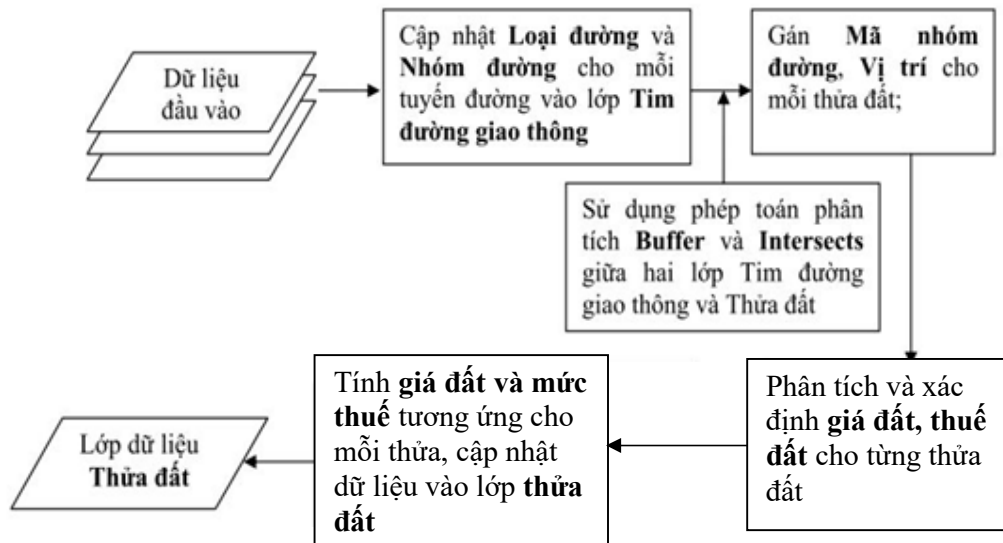
Bảng 5.1. Công thức tính thuế đất ở đô thị

Diện tích thửa đất (S)	Công thức tính thuế đất đô thị (T)	Loại thuế đất
$S \leq 200 \text{ m}^2$	$T = S \cdot (\text{ĐGvt}/\text{m}^2) \cdot 0.03\%$	D1
$200 \text{ m}^2 < S \leq 600 \text{ m}^2$	$T = 200 \cdot (\text{ĐGvt}/\text{m}^2) \cdot 0.03\% + (S - 200) \cdot (\text{ĐGvt}/\text{m}^2) \cdot 0.07\%$	D1
$S > 600 \text{ m}^2$	$T = 200 \cdot (\text{ĐGvt}/\text{m}^2) \cdot 0.03\% + 400 \cdot (\text{ĐGvt}/\text{m}^2) \cdot 0.07\% + (S - 600) \cdot (\text{ĐGvt}/\text{m}^2) \cdot 0.07\% + (S - 600) \cdot (\text{ĐGvt}/\text{m}^2) \cdot 0.15\%$	D1
S	$T = S \cdot (\text{ĐGvt}/\text{m}^2) \cdot 0.03\%$	D2
S	$T = S \cdot (\text{ĐGvt}/\text{m}^2) \cdot 0.15\%$	D3
S	$T = S \cdot (\text{ĐGvt}/\text{m}^2) \cdot 0.2\%$	D4

Trong đó:

- S: Diện tích thửa đất tính thuế;
- T: Tiền thuế đất ở đô thị phải đóng;
- ĐGvt: Đơn giá theo vị trí của thửa đất;
- D1: Đất ở đô thị;
- D2: Đất ở nhà nhiều tầng nhiều hộ ở; nhà chung cư; công trình xây dựng dưới mặt đất;
- D3: Đất ở sử dụng không đúng mục đích; đất chưa sử dụng;
- D4: Đất lấn, chiếm.

c. Phương pháp ứng dụng GIS để xây dựng cơ sở dữ liệu giá đất



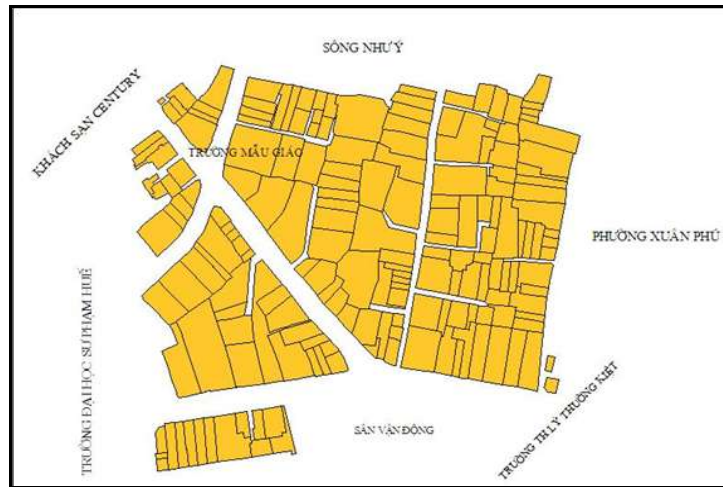
Hình 5.2. Sơ đồ mô tả phương pháp xây dựng cơ sở dữ liệu giá đất và quản lý thuế đất

5.1.3. Các sản phẩm đầu ra

- Các bản đồ chuyên đề: Sản phẩm bản đồ của quá trình ứng dụng GIS trong xây dựng cơ sở dữ liệu giá đất bao gồm: Bản đồ vị trí các thửa đất (vị trí 1, vị trí 2, vị trí 3...) và Bản đồ phân vùng giá đất (thể hiện chi tiết khoảng giá tiền trên 1 m²).

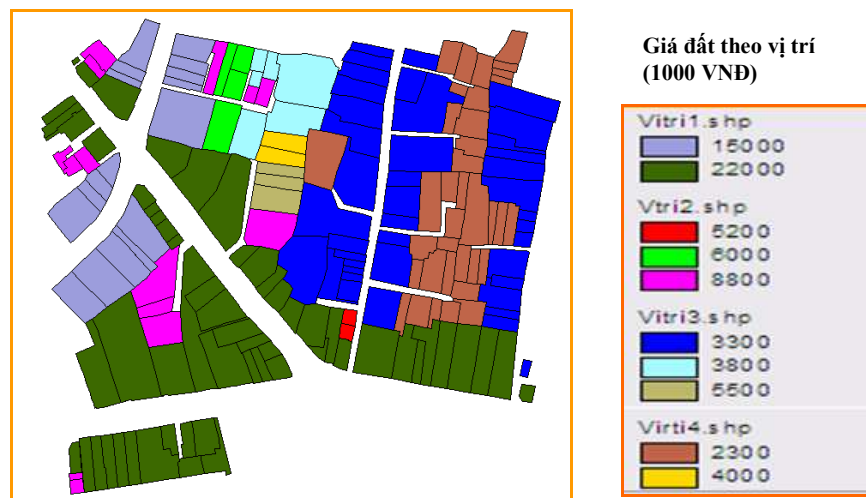
- Dữ liệu thuộc tính: Bảng dữ liệu thuộc tính của cơ sở dữ liệu giá đất phải thể hiện các thông tin chi tiết về giá đất của từng thửa đất trong vùng nghiên cứu.

Một số ví dụ minh họa cho cơ sở dữ liệu giá đất và quản lý thuế đất trên địa bàn phường Phú Hội, thành phố Huế, tỉnh Thừa Thiên Huế:

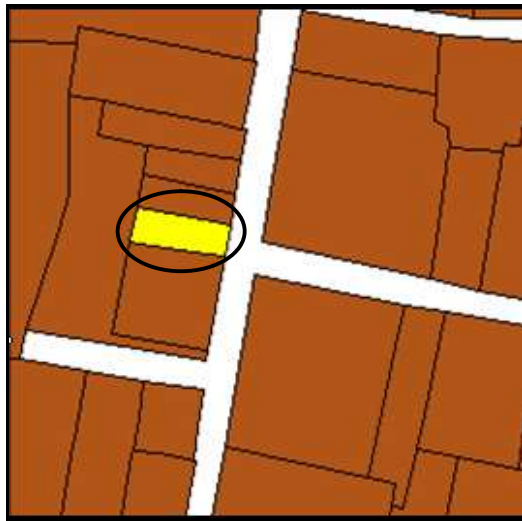


Masothua	Chusudung	Địa chỉ	Diện tích	Loại cơ	Dịch vụ	Nguồn gốc	Pháp lý	Namcap
13.150	Nguyễn Văn Dật	45 Võ Thị Sáu	293.40	GDC	CSK	CN-KTT	Có giấy CN	2005
13.17	Lờ Văn Dũng	18/1 kiệt 56 Nguyễn Công Trứ	186.50	GDC	ODT	CN-CTT	Có giấy CN	2008
13.5	Lê Minh Qung	18 Võ Thị Sáu	250.20	GDC	ODT	CN-KTT	Có giấy CN	2006
13.12	Trần Quang	26 kiệt 42 Nguyễn Công Trứ	110.30	GDC	ODT	CN-KTT	Có giấy CN	2004
13.3	Võ Thanh Nhân	29 Chu Văn An	149.60	GDC	ODT	CN-KTT	Có giấy CN	2001
13.14	Ngô Văn Tăng	33/1 kiệt 42 Nguyễn Công Trứ	179.50	GDC	ODT	CN-CTT	Có giấy CN	2009
13.8	Võ Hải	4/4 Võ Thị Sáu	131.90	GDC	ODT		không có giấy CN	
13.13	Lại Viết Hùng	20B/10 Nguyễn Công Trứ	151.40	GDC	ODT	CN-KTT	Có giấy CN	2004
13.9	Nguyễn Viết Trai	4/4B Võ Thị Sáu	86.50	GDC	ODT	CN-KTT	Có giấy CN	2001
13.1	Lê Thị Nam	15/64 Chu Văn An	10.00	GDC	ODT	CN-KTT	Có giấy CN	2001
13.180	Mai Diễm	28/42 Nguyễn Công Trứ	168.80	GDC	ODT	CN-KTT	Có giấy CN	2005
13.15	Nguyễn Văn Nô	20B/10 Nguyễn Công Trứ	175.80	GDC	ODT	CN-CTT	Có giấy CN	2008
13.32	Hồ Anh Tuấn	16 Võ Thị Sáu	138.00	GDC	ODT	CN-KTT	Có giấy CN	2005
13.10	Hồ Anh Quý	13 Kiệt 10 Võ Thị Sáu	98.50	GDC	ODT	CN-KTT	Có giấy CN	2006
13.18	Nguyễn Văn Thắng	22/3 Kiệt 56 Nguyễn Công Trứ	56.00	GDC	ODT		không có giấy CN	
13.38	Phạm Thị Hạnh	29 Chu Văn An	62.80	GDC	ODT	CN-KTT	Có giấy CN	2005
13.6	Hoàng Thị Diệu Kha	1 kiệt 10 Võ Thị Sáu	169.90	GDC	ODT	CN-KTT	Có giấy CN	2003
13.7	Hoàng Thị Hải	3 kiệt 10 Võ Thị Sáu	146.70	GDC	ODT	CN-KTT	Có giấy CN	2000
13.16	Nguyễn Mạnh Quân	33/5 kiệt 42 Nguyễn Công Trứ	162.30	GDC	ODT	CN-CTT	Có giấy CN	2008
13.35	Nguyễn Văn Tuy Minh	43 Võ Thị Sáu	101.80	GDC	ODT	CN-KTT	Có giấy CN	2004
13.197	Tôn Thất Hải	28 kiệt 42 Nguyễn Công Trứ	207.10	GDC	ODT	CN-KTT	Có giấy CN	2005

Hình 5.3. Lớp bản đồ ranh giới thửa đất và bảng thông tin thuộc tính đi kèm
(Nguồn: Trần Thị Phương và Nguyễn Bích Ngọc, 2012)



Hình 5.4. Lớp bản đồ thể hiện giá của các thửa đất theo vị trí
(Nguồn: Trần Thị Phương và Nguyễn Bích Ngọc, 2012)



Hình 5.5. Tính thuế sử dụng đất theo công thức ở Bảng 5.1 Cho một thửa đất cụ thể trên địa bàn phường Phú Hội, thành phố Huế
(Nguồn: Trần Thị Phụng và Nguyễn Bích Ngọc, 2012)

Shape	Polygon
Stt	121
Masothua	13.96
Chusudung	Mai Dương Nộ
Dia_chi	50 kiệt 42 Nguyễn Công Trứ
Dien_tich	44.20
Loai_dt	GDC
Dich_sd	ODT
Nguồn_goc	
Phaply	không có giấy CN
Namcapgiay	
Vitri_td	3-2B-NCT
Mat_tien	3.7
Giadatqd	3300
Giadalban	9000
Xaydung	22.10
Huong_nha	Đông Nam
Cap_nha	Nhà 2 tầng
Tt_sudung	Đang SD
Dien	Tốt
Nuoc	Tốt
An_ninh	Tốt
Moi_truong	Tốt
Vanhoe_ds	Tốt
Kc_khutt	Rất thuận lợi
Tt_ondinh	ổn định
Bds_ban	N
Ghichu	
Anh_bds	
Tienso_dai	145860
Thue_tb	729

5.2. Ứng dụng GIS trong xây dựng hệ thống thông tin bất động sản

Một trong những điểm yếu của thị trường bất động sản (BDS) Việt Nam là thông tin thiếu cập nhật chuẩn xác, thiếu minh bạch dẫn đến việc bên cung thao túng thị trường nhằm tối ưu hóa lợi nhuận. Để việc điều tiết thị trường bằng công cụ tài chính thực sự có hiệu lực, trước tiên các nhà hoạch định chính sách cần xây dựng cơ sở dữ liệu cơ bản về thị trường. Việc xây dựng hệ thống thông tin BDS là cần thiết.

Thị trường bất động sản hiện nay không hoạt động theo quy luật cạnh tranh hoàn hảo do các bên đều thiếu thông tin. Bên bán mặc dù có thể lợi dụng điều này để thổi giá bất động sản, nhưng ngược lại chính bên bán cũng bất lợi vì có khả năng lựa chọn đầu tư không đúng phân khúc thị trường hoặc không đúng thời điểm. Hiện nay, ngay cả tại hai thành phố lớn là thành phố Hồ Chí Minh và Hà Nội, không cơ quan nào có được số liệu trong một đến hai năm tới sẽ có bao nhiêu mét vuông văn phòng hoặc căn hộ. Một số công ty như CBRE, Vinaland, Vietress cũng đưa ra các số liệu thống kê nhưng đều là số liệu tự thu thập, tổng hợp từ các khách hàng của chính các công ty này, vì vậy nó chỉ có giá trị tham khảo.

Hiện nay, tỷ trọng đóng góp của ngành bất động sản trong cơ cấu GDP không nhỏ, do đó cần có hệ thống thông tin bất động sản để các tổ chức tài chính, các ngân hàng có cơ sở xác thực cho việc tính toán mức độ khả thi cho các dự án. Tổng mức cung tín dụng cho thị trường bất động sản sẽ phải nằm trong mức hợp lý của quan hệ cung cầu thực.

Đối với công tác quản lý nhà nước, hệ thống thông tin bất động sản sẽ là công cụ hữu ích phục vụ cho việc dự báo thị trường, từ đó các nhà điều hành có thể xây dựng cơ

chế vĩ mô để điều hành thị trường chứ không cần thiết phải can thiệp trực tiếp vào thị trường.

5.2.1. Cơ sở dữ liệu đầu vào

- Bản đồ địa chính của vùng cần xây dựng hệ thống thông tin bất động sản;
- Bảng giá đất theo quy định của Nhà nước (giá đất do UBND tỉnh thông qua được công bố trên website của Sở Tài nguyên và Môi trường thuộc tỉnh đó);
- Thông tin về giá đất thị trường, số lượng nhà ở (hoặc cao ốc) khởi công xây dựng, tổng chi tiêu cho xây dựng, giá trị đặt hàng cho các hợp đồng xây dựng, các giấy phép xây dựng đã cấp và tiến độ, số lượng công trình hoàn thành đưa vào sử dụng (các số liệu này có thể được cập nhật một phần từ chính các cơ quan cấp phép xây dựng tại địa phương).
- Thông tin liên quan đến khối lượng thị trường như: số lượng nhà mới đã bán, số lượng nhà bán đã có sẵn, số lượng nhà xây xong chưa bán hết.
- Thông tin liên quan đến giá trị thị trường: chỉ số giá xây dựng/chỉ số giá vật liệu xây dựng, chỉ số thị trường nhà ở, chỉ số giá bán nhà ở bình quân, chỉ số giá đất bình quân.
- Thông tin liên quan đến nhu cầu về bất động sản: số lượng đơn xin vay mua nhà, giá trị giải ngân cho khoản vay này, dự kiến mức tăng hộ gia đình mới. Tại Việt Nam, các số liệu trên có thể thu thập được từ Ngân hàng Nhà nước và các địa phương.

5.2.2. Phương pháp xây dựng hệ thống thông tin bất động sản

Tương tự như phương pháp xây dựng cơ sở dữ liệu giá đất và quản lý thuê đất.

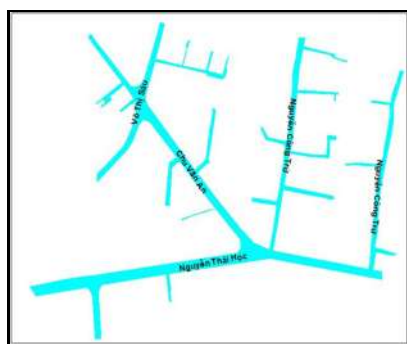
5.2.3. Các sản phẩm đầu ra

Sản phẩm của chuyên đề này là hệ thống thông tin bất động sản (bao gồm bản đồ và dữ liệu thuộc tính đi kèm) được xây dựng chi tiết đến từng thửa đất, từng chủ sử dụng đất, chủ sở hữu nhà ở. Các lớp bản đồ sản phẩm bao gồm:

- Lớp thông tin về thửa đất, chủ sử dụng đất và các thuộc tính của thửa đất (xem các ví dụ minh họa trong mục 5.1.3).
- Lớp thông tin về các công trình trên đất và thuộc tính của nó.
- Lớp thông tin về hệ thống giao thông.
- Lớp thông tin về hệ thống thủy văn.
- Lớp thông tin về hệ thống địa danh, địa giới hành chính các cấp.
- Lớp thông tin về quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất.

Ngoài ra, sản phẩm của chuyên đề còn cung cấp phương pháp ứng dụng GIS trong quản lý và khai thác cơ sở dữ liệu thông tin nhà - đất phục vụ công tác quản lý đất đai, quản lý thị trường bất động sản.

Một số hình ảnh minh họa về sản phẩm đầu ra của chuyên đề:

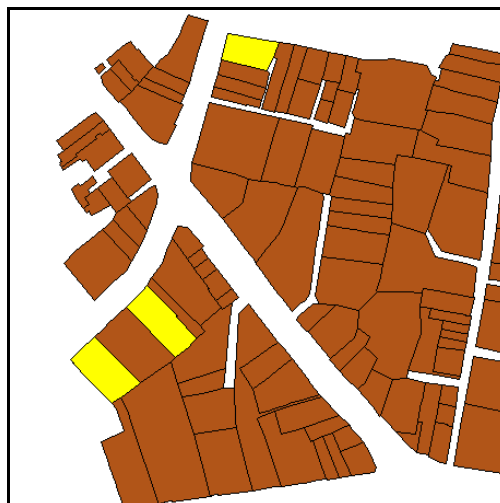


Tên đường	Tuyến đường	C _đ đường	C _đ ngõ	Chiều dài
Chu Văn An	CVA.40	0.00	2.80	15.00
Chu Văn An	CVA.46	0.00	4.70	43.90
Chu Văn An	CVA.42	0.00	1.30	41.00
Nguyễn Thái Học	NTH.1	0.00	3.00	23.10
Võ Thị Sáu	VTS.10	0.00	2.50	62.00
Chu Văn An	CVA.35	0.00	3.60	60.00
Nguyễn Công Trứ	NCT.42	0.00	6.00	177.00
Nguyễn Công Trứ	NCT.56	0.00	4.50	166.00
Nguyễn Công Trứ	NCT.56	0.00	2.00	16.80
Trần Quang Khải	TQK.2	0.00	5.60	43.90
Nguyễn Thái Học	NTH	10.00	0.00	308.10
Võ Thị Sáu	VTS	7.00	0.00	70.20

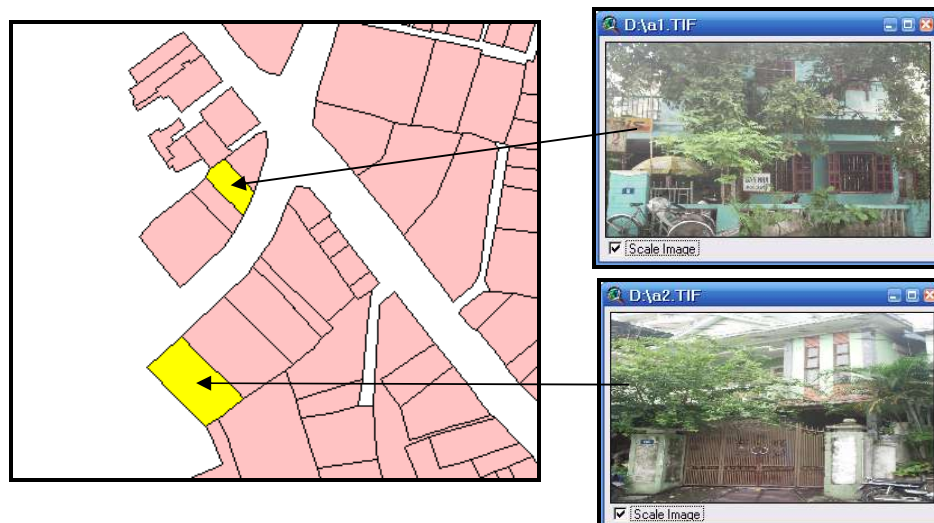
Hình 5.6. Lớp thông tin về giao thông và thuộc tính của nó
(Nguồn: Trần Thị Phụng và Nguyễn Bích Ngọc, 2012)

Sử dụng hệ thống thông tin bất động sản để tìm những bất động sản cần bán có: GCNQSDĐ, hướng Tây Bắc, diện tích xây dựng lớn hơn 100 m² và mặt tiền không dưới 7m

Phaply	Có giấy CN
Namcapgiay	2008
Vitri td	1-2A-VTS
Mat tien	7.0
Giadatqd	15000
Giadatban	20000
Xaydung	186.95
Huong nha	Tây Bắc
Cap nha	Nhà 2 tầng



Hình 5.7. Lớp thông tin về bất động sản và các thuộc tính của nó
(Nguồn: Trần Thị Phụng và Nguyễn Bích Ngọc, 2012)



Hình 5.8. Lớp thông tin về bất động sản và các thuộc tính của nó
(Nguồn: Trần Thị Phụng và Nguyễn Bích Ngọc, 2012)

5.3. Ứng dụng GIS trong quy hoạch và quản lý không gian đô thị

Sự mở rộng phạm vi, địa giới và xây dựng cơ sở hạ tầng, hoàn thiện các công trình dân sinh kinh tế kỹ thuật, trụ sở cơ quan hành chính, thương mại dịch vụ... là sự tập trung dân cư tại các vùng trung tâm đô thị ngày càng đông đúc kéo theo nhiều vấn đề khó khăn và bức bách cho phát triển bền vững như: vấn nạn giao thông, ô nhiễm môi trường, thiết kế mạng lưới điện, cung cấp nước sạch, quy hoạch bãi đậu xe, quy hoạch không gian xanh, công trình công cộng... Điều này đặt ra bài toán cần giải quyết đối với các nhà hoạch định chiến lược, nhà quy hoạch, nhà quản lý trong xây dựng và phát triển đô thị hiện nay. Hình thức quản lý quy hoạch đô thị trước đây chủ yếu dựa vào các bản vẽ, sơ đồ hiện trạng mặt bằng của các thửa đất. Hình ảnh dưới dạng 2D, trên một mặt phẳng với các khu chia lô, chia thửa rất khó khăn trong việc hình dung cụ thể và chi tiết khu vực quản lý, không gian thực của các công trình, hệ thống cây xanh, mạng lưới điện, mạng lưới giao thông, đặc biệt là độ cao của các công trình nhà ở, khoảng trống trong đô thị, các lô đất có hình dáng

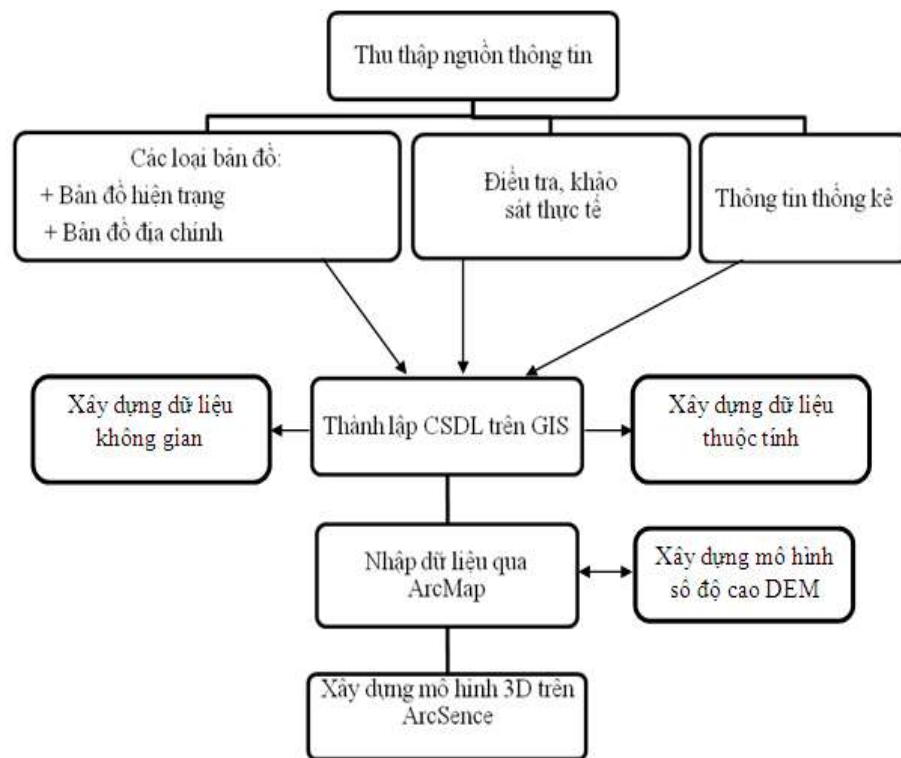
không đồng đều đan xen với mạng lưới giao thông khu phố (mạng lưới đường hẻm nhỏ). Để giải quyết vấn đề này, việc ứng dụng mô hình 3D GIS để quản lý đô thị với những hiệu ứng và tính năng quản lý mạnh, khả năng chia sẻ thông tin ở mọi nơi một cách linh hoạt, hỗ trợ tốt hơn cho công tác quản lý không gian và quy hoạch đô thị, giúp các nhà quản lý có cái nhìn trực quan, chi tiết từng khu vực với nhiều góc độ khác nhau.

5.3.1. Cơ sở dữ liệu đầu vào

- Nguồn dữ liệu không gian: Bản đồ địa chính, bản đồ Hiện trạng sử dụng đất dạng số của vùng nghiên cứu.

- Nguồn dữ liệu thuộc tính: Bao gồm các bảng số liệu đi kèm với số liệu không gian kể trên, vị trí địa lý; Các biểu thống kê đất đai của phường, các thông tin trong sổ mục kê, sổ địa chính, các báo cáo thuyết minh phương án quy hoạch không gian đô thị, phương án quy hoạch sử dụng đất được thu thập từ các Phòng, Ban liên quan như Sở Tài nguyên và Môi trường, Sở Xây dựng.

5.3.2. Phương pháp xây dựng mô hình 3D



Hình 5.9. Quy trình xây dựng mô hình 3D trên GIS

a. Xây dựng cơ sở dữ liệu không gian

Cơ sở dữ liệu không gian bao gồm lớp dữ liệu thửa đất, lớp dữ liệu giao thông (các đường giao thông trong khu vực), lớp dữ liệu nhà nằm bên trong lớp thửa đất được xây dựng để cung cấp thông tin về hiện trạng nhà ở và lớp cây xanh bao gồm các điểm GPS được xác định ở khu vực nghiên cứu.

Sử dụng phần mềm Famis để chuyển các tờ bản đồ địa chính ở định dạng .dgn sang dạng Shape.file (định dạng chuẩn của phần mềm ArcGIS). Lớp bản đồ được chuyển sang dạng này sẽ đảm bảo giữ được đầy đủ các dữ liệu thuộc tính đi kèm.

b. Xây dựng cơ sở dữ liệu thuộc tính

Bên cạnh dữ liệu không gian, cơ sở dữ liệu của GIS không thể thiếu dữ liệu thuộc tính tạo thành CSDL thuộc tính của lớp nhà, lớp giao thông và lớp cây xanh.

Thuộc tính của các thửa đất trên bản đồ địa chính được tổng hợp từ sổ mục kê, sổ địa chính, sổ cấp giấy chứng nhận quyền sử dụng đất, chỉnh lý theo sổ theo dõi biến động đất đai, thông tin số tầng nhà hiện tại và tương lai được thu thập từ phiếu điều tra.

Bảng 5.2. Bảng thuộc tính thể hiện thông tin lớp nhà

Tên trường CSDL	Kiểu trường	Giải thích
ID	Integer	Số thứ tự thửa đất.
Muc_dich_su_dung	Character	Ở đây thể hiện mục đích sử dụng của thửa đất và được ghi bằng hệ thống ký hiệu quy định tại Thông tư 29 của Bộ TN&MT
So_Tang_nha	Integer	Thể hiện số tầng của ngôi nhà ở hiện tại.
So_Tang_nha_tuonglai	Integer	Thể hiện số tầng của ngôi nhà sẽ thay đổi trong tương lai.

Bảng 5.3. Bảng thuộc tính thể hiện thông tin lớp Cây xanh

Tên trường CSDL	Kiểu trường	Giải thích
ID	Integer	Thể hiện số thứ tự của cây xanh
X	Decimal (10,2)	Toạ độ X của cây
Y	Decimal (10,2)	Toạ độ Y của cây

Bảng 5.4. Bảng thuộc tính thể hiện thông tin lớp giao thông

Tên trường CSDL	Kiểu trường	Giải thích
ID	Integer	Số thứ tự
Ten_duong	Character	Tên đầy đủ của đường giao thông

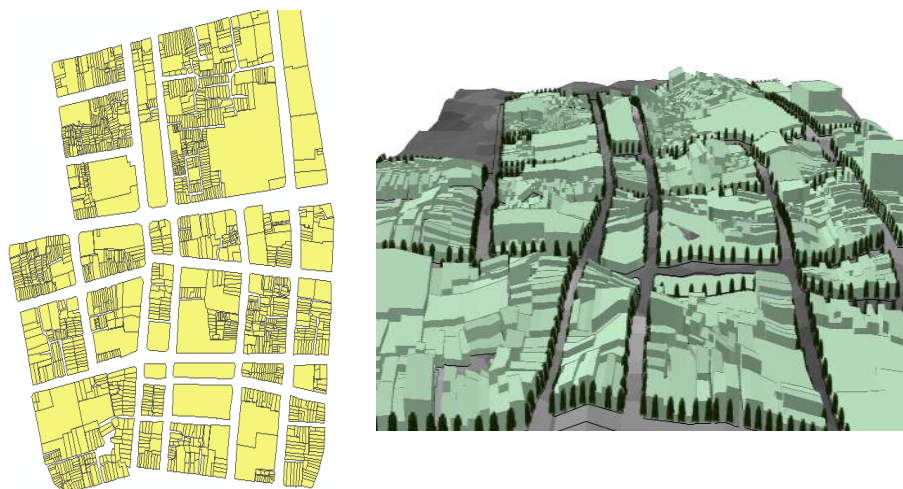
5.3.3. Các sản phẩm đầu ra

a. Lớp bản đồ 3D hệ thống giao thông và cây xanh

Sử dụng ArcScene trong ArcGIS để tạo lớp bề mặt 3D gồm lớp giao thông và lớp cây xanh. Lớp cây xanh được thể hiện dựa trên các điểm tọa độ X,Y từ GPS; lớp giao thông được tách từ bản đồ địa chính dạng số của vùng nghiên cứu. Bản đồ thể hiện lớp cây xanh và giao thông sẽ được chồng xếp lên nhau.

b. Lớp bản đồ 3D hệ thống nhà

Sản phẩm của chuyên đề này cần phải xây dựng là lớp bản đồ 3D mô phỏng thực trạng không gian đô thị của vùng nghiên cứu.



Hình 5.10. Mô hình 3D của lớp nhà – Một ví dụ minh họa của quận Hải Châu
(Nguồn: Nguyễn Bích Ngọc và cộng sự, 2013)

c. Mô hình 3D quận Hải Châu

Sau khi chồng ghép các bản đồ: DEM, bản đồ 3D giao thông và cây xanh, bản đồ 3D các tầng nhà hiện tại sẽ tạo ra bản đồ không gian ba chiều thể hiện không gian đô thị của vùng nghiên cứu.



Hình 5.11. Minh họa mô hình 3D của một khu vực thuộc quận Hải Châu, Đà Nẵng
(Nguồn: Nguyễn Bích Ngọc và cộng sự, 2013)



Hình 5.12. Minh họa mô hình dự báo không gian kiến trúc đô thị quận Hải Châu đến năm 2020

(Nguồn: Nguyễn Bích Ngọc và cộng sự, 2013)

5.4. Ứng dụng GIS trong đánh giá thoái hóa đất

Thoái hoá đất ngày càng trầm trọng là một trong những vấn đề bức xúc hiện nay của nhiều quốc gia trên thế giới, đặc biệt là những quốc gia có diện tích đất nông lâm nghiệp lớn và sinh kế của người dân phụ thuộc vào hoạt động sản xuất nông nghiệp. Vì vậy, cần phải xác định được các loại hình và nguyên nhân gây thoái hoá đất, để từ đó có những biện pháp đúng đắn, hiệu quả trong quản lý, sử dụng đất bền vững và giảm thiểu thoái hóa đất trong tương lai.

5.4.1. Cơ sở dữ liệu đầu vào

- *Dữ liệu không gian*: Các loại bản đồ đầu vào bao gồm: Bản đồ đất, bản đồ hiện trạng sử dụng đất, bản đồ nền địa hình, các lớp bản đồ hệ thống sông hồ, hệ thống thủy lợi, lớp điểm GPS thể hiện vị trí của các điểm lấy mẫu đất phân tích.

- *Dữ liệu phi không gian*: Bên cạnh những thông tin thuộc tính đi kèm của các loại bản đồ nêu trên, dữ liệu thuộc tính đầu vào phục vụ cho quy trình còn bao gồm: loại sử dụng đất, kiểu sử dụng, tình hình sử dụng đất, chế độ canh tác, chế độ tưới tiêu, năng suất cây trồng, lượng mưa, nhiệt độ, độ ẩm, số tháng khô hạn trong năm, hiện trạng thảm thực vật (mùa mưa và mùa khô), tình hình quản lý, sử dụng đối với từng loại sử dụng đất nông nghiệp, phương thức chăm sóc (làm đất, bón phân, sử dụng thuốc bảo vệ thực vật...), phương thức khai thác hoặc thu hoạch, Tình hình chuyển đổi cơ cấu sử dụng đất, các vấn đề có liên quan đến quá trình hình thành và nguyên nhân thoái hóa đất.

5.4.2. Phương pháp đánh giá thoái hóa đất

Theo quy định của Thông tư số 14/2012 của Bộ Tài nguyên và Môi trường ngày 26 tháng 11 năm 2012 về Quy định điều tra thoái hóa đất, các phương pháp chủ yếu được sử dụng trong điều tra thoái hóa đất gồm:

- Phương pháp điều tra, thu thập thông tin, tài liệu, số liệu thứ cấp: Thu thập thông tin, tài liệu, số liệu, bản đồ tại các cơ quan chuyên môn của địa phương và các bộ ngành Trung ương.

- Phương pháp đánh giá đa chỉ tiêu (MCE): Phương pháp này được áp dụng trong tổng hợp đánh giá độ phì nhiêu của đất, đất bị suy giảm độ phì và đất bị thoái hóa.

- Phương pháp điều tra theo tuyến và điều tra điểm: Sử dụng trong điều tra phục vụ xây dựng các bản đồ chuyên đề: bản đồ độ phì nhiêu của đất; bản đồ đất bị suy giảm độ phì; bản đồ đất bị xói mòn; bản đồ đất bị khô hạn, hoang mạc hóa, sa mạc hóa; bản đồ đất bị kết von, đá ong hóa; bản đồ đất bị mặn hóa, phèn hóa.

- Phương pháp điều tra nhanh nông thôn (RRA): theo mẫu phiếu được sử dụng trong điều tra thu thập thông tin về mức độ đầu tư cho các loại sử dụng đất nông nghiệp, tình hình chuyển đổi cơ cấu cây trồng, diễn biến năng suất cây trồng trong năm (05) năm trở lại đây, các vấn đề có liên quan đến quá trình hình thành và nguyên nhân thoái hóa đất.

- Phương pháp toán thống kê: được áp dụng trong xử lý tổng hợp số liệu.

- Phương pháp chuyên khảo: Tham khảo ý kiến các chuyên gia trong ngành và các cán bộ quản lý đất đai cơ sở có kinh nghiệm.

- Các phương pháp xây dựng bản đồ ứng dụng GIS:

+ Phương pháp xây dựng bản đồ xói mòn do mưa: Sử dụng phương trình mất đất phổ dụng của Wischmeier & Smith.

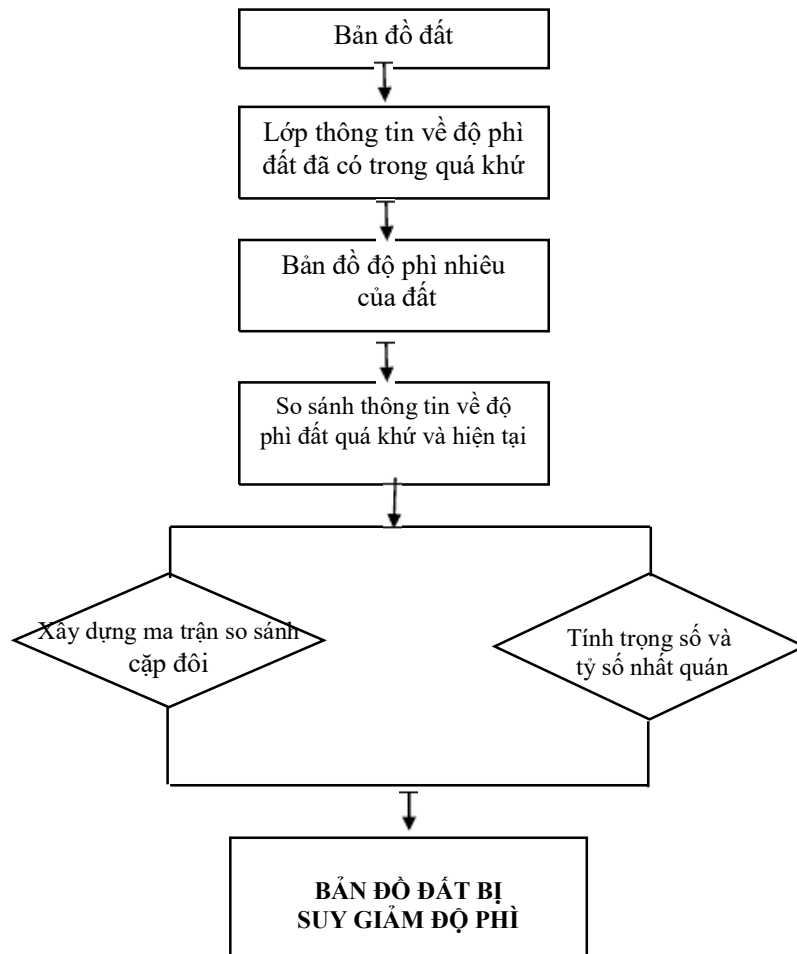
+ Phương pháp nội suy: Nội suy (Krigging; IDW) để xác định các giá trị liên tục về phân bố lượng mưa, nắng, nhiệt độ, độ ẩm cho toàn bộ địa bàn điều tra (phục vụ xây dựng bản đồ đất bị xói mòn do mưa và bản đồ đất bị khô hạn, hoang mạc hóa, sa mạc hóa).

+ Phương pháp chồng xếp bản đồ trong GIS: Chồng xếp các bản đồ chuyên đề dạng vector để có bản đồ với đầy đủ các lớp thông tin tổng hợp.

Sơ đồ quy trình xây dựng các loại bản đồ chuyên đề trong quy trình điều tra thoái hóa đất ứng dụng GIS:

a. Xây dựng bản đồ độ phì nhiêu đất

Các chỉ tiêu đánh giá đất bị suy giảm độ phì bao gồm: Đất bị chua hóa (suy giảm pH_{KCl}), suy giảm chất hữu cơ tổng số (OM %), suy giảm dung tích hấp thu (CEC), suy giảm nitơ tổng số (N %), suy giảm hàm lượng photpho tổng số (P_2O_5 %), suy giảm hàm lượng kali tổng số (K_2O %).



Hình 5.13. Sơ đồ các bước xây dựng bản đồ suy giảm độ phì
(Nguồn: Thông tư 14/2012/TT-BTNMT)

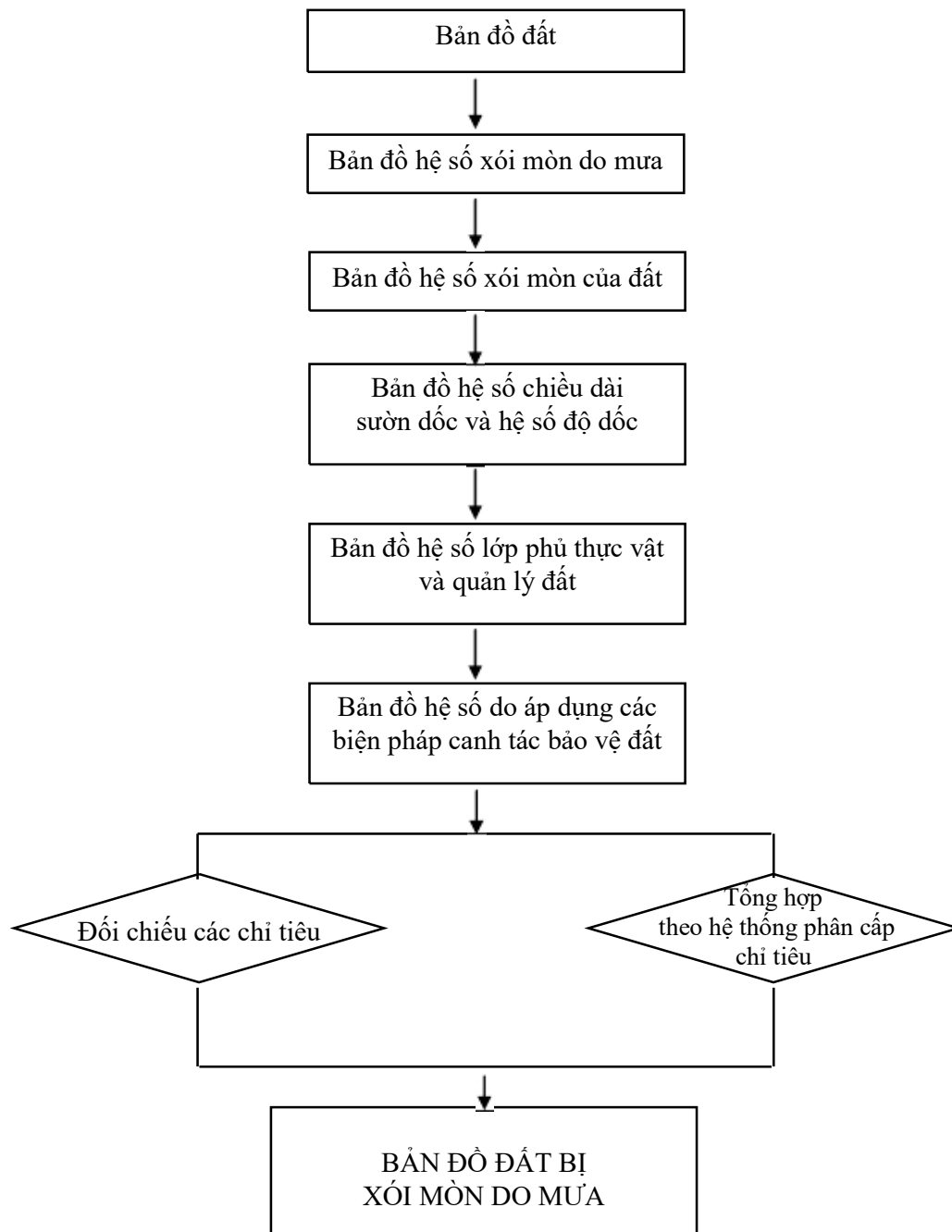
Kết quả tổng hợp đánh giá độ phì nhiêu của đất theo phương pháp đánh giá đa chỉ tiêu (MCE) thể hiện theo các mức: Đất có độ phì nhiêu cao, đất có độ phì nhiêu trung bình và đất có độ phì nhiêu thấp.

b. Xây dựng bản đồ xói mòn đất

Bảng 5.5. Phân cấp đánh giá đất bị xói mòn

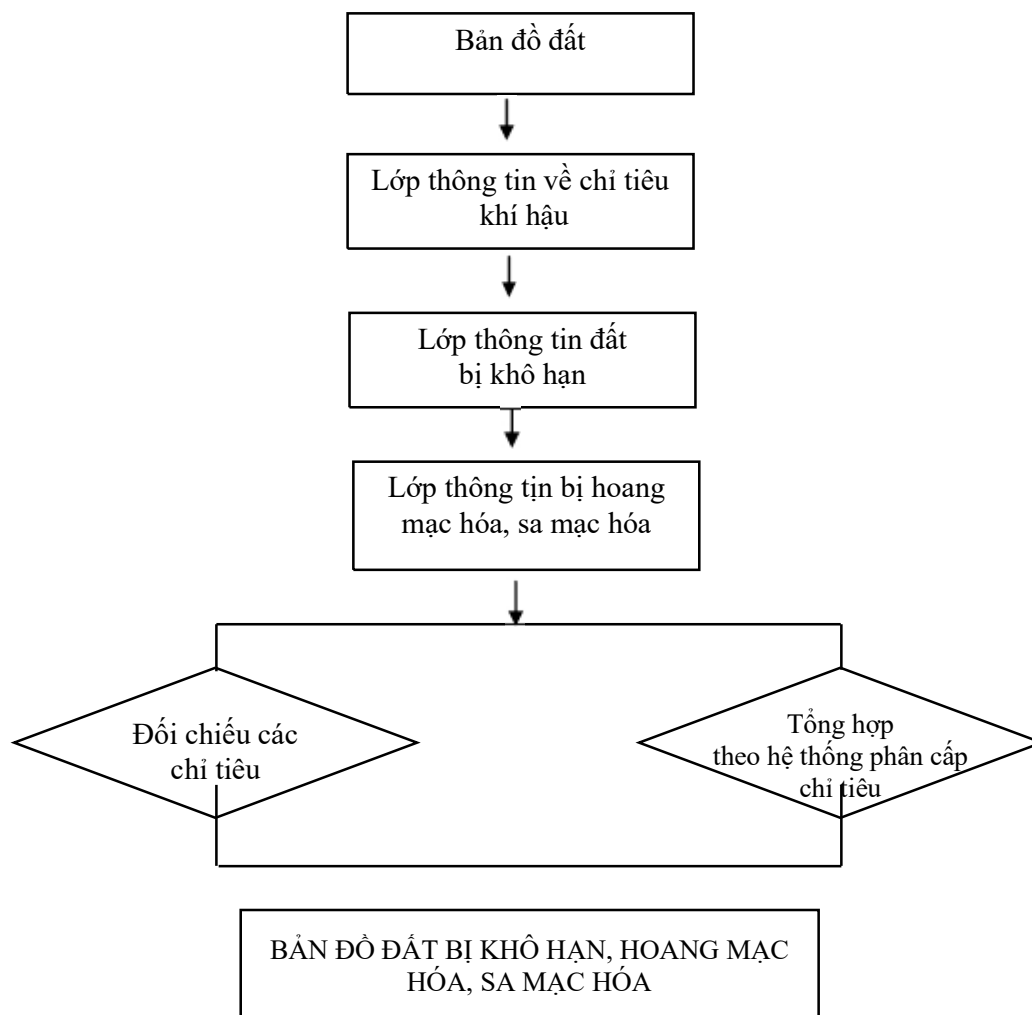
Cấp xói mòn	Lượng đất bị xói mòn (tấn/ha/năm)	Ký hiệu
Không xói mòn	0	XmN
Xói mòn yếu	< 10	Xm1
Xói mòn trung bình	≥ 10 - 50	Xm2
Xói mòn mạnh	≥ 50	Xm3

(Nguồn: TCVN 5299 - 2009)



Hình 5.14. Sơ đồ các bước xây dựng bản đồ xói mòn do mưa
(Nguồn: Thông tư 14/2012/TT-BTNMT)

c. Xây dựng bản đồ đất bị khô hạn, hoang mạc hóa, sa mạc hóa

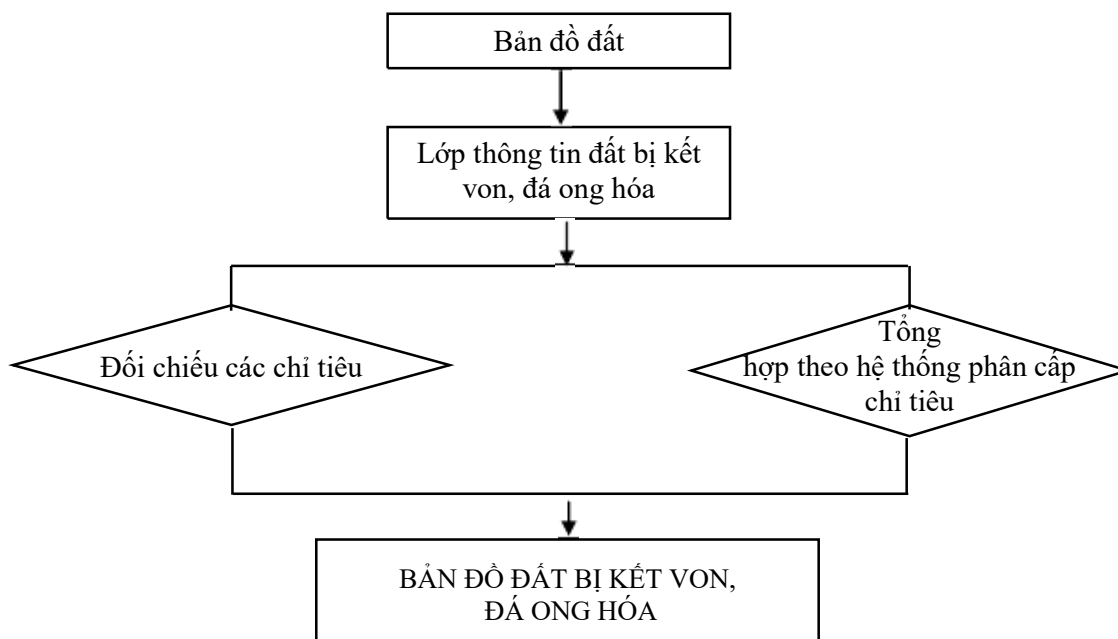


Hình 5.15. Sơ đồ các bước xây dựng bản đồ đất bị khô hạn, hoang mạc hóa, sa mạc hóa
(Nguồn: Thông tư 14/2012/TT-BTNMT)

d. Xây dựng bản đồ kết von, đá ong hóa

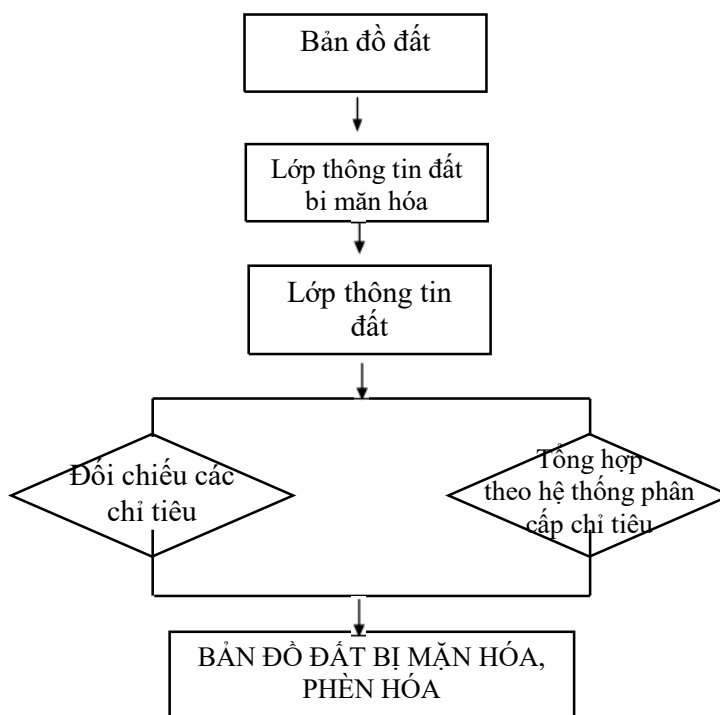
Các chỉ tiêu xác định kết von, đá ong hóa:

- Hình dạng hạt kết von: tròn, phiến dẹt, củ gừng, củ ấu
- Kích thước: mịn < 6 mm; trung bình 6 - 20 mm; thô ≥ 20 mm
- Số lượng (% thể tích): Ít < 5%; trung bình 5 - 15%; nhiều 15 - 40%; rất nhiều 40 - 80%; chủ yếu ≥ 80%.



Hình 5.16. Sơ đồ các bước xây dựng bản đồ đất bị kết von, đá ong hóa
(Nguồn: Thông tư 14/2012/TT-BTNMT)

e. Xây dựng bản đồ đất bị mặn hóa, phèn hóa



Hình 5.17. Sơ đồ các bước xây dựng bản đồ đất bị kết von, đá ong hóa
(Nguồn: Thông tư 14/2012/TT-BTNMT)

Đánh giá mức độ đất bị mặn hóa, phèn hóa theo Thông tư 14/2012/TT-BTNMT.

Bảng 5.6. Phân mức đánh giá đất bị mặn hoá, phèn hoá

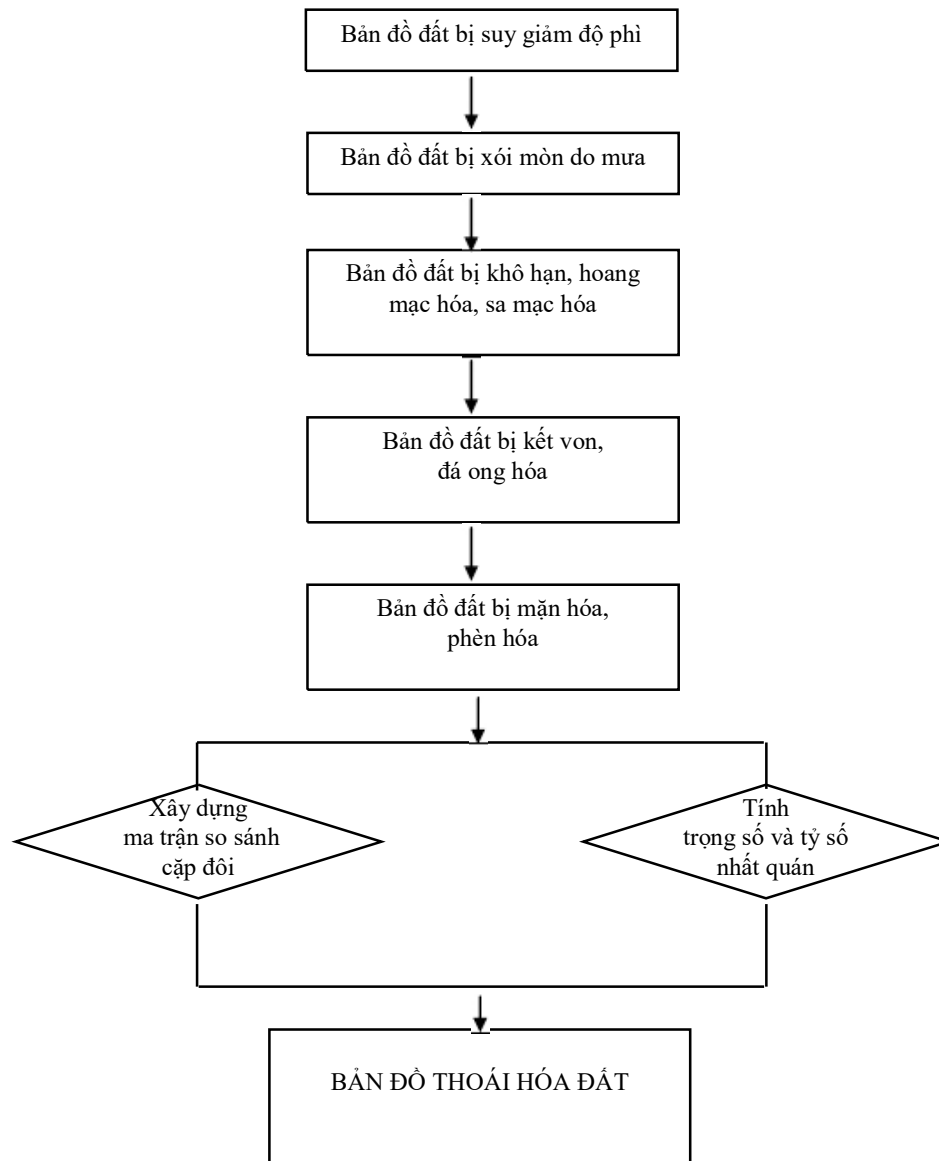
Loại hình thoái hóa	Khoảng biến động ($\Delta 1$) (TSMT %)	Phân mức	Ký hiệu
Mặn hóa	$< 0,25$	Không mặn hóa	Mh _N
	$\geq 0,25 - 0,5$	Mặn hóa nhẹ	Mh ₁
	$\geq 0,5 - 0,75$	Mặn hóa trung bình	Mh ₂
	$\geq 0,75$	Mặn hóa nặng	Mh ₃
	Khoảng biến động ($\Delta 2$) ($\text{SO}_4^{2-}\%$)	Phân mức	Ký hiệu
Phèn hóa	$< 0,06$	Không phèn hóa	Ph _N
	$\geq 0,06 - 0,16$	Phèn hóa nhẹ	Ph ₁
	$\geq 0,16 - 0,24$	Phèn hóa trung bình	Ph ₂
	$\geq 0,24$	Phèn hóa nặng	Ph ₃

Khoảng biến động $\Delta 1$: Là giá trị chênh lệch TSMT(%) giữa kết quả phân tích hàm lượng TSMT(%) trong đất đã có trong quá khứ và kết quả phân tích hàm lượng TSMT(%) trong đất tại thời điểm thực hiện điều tra thoái hóa đất.

Khoảng biến động $\Delta 2$: Là giá trị chênh lệch SO_4^{2-} (%) giữa kết quả phân tích hàm lượng SO_4^{2-} (%) trong đất đã có trong quá khứ và hàm lượng SO_4^{2-} (%) có trong đất tại thời điểm thực hiện điều tra.

f. Xây dựng bản đồ thoái hóa đất

Kết quả tổng hợp đánh giá đất bị thoái hóa theo phương pháp đánh giá đa chỉ tiêu (MCE) thể hiện theo các mức: Không thoái hóa, thoái hóa nhẹ, thoái hóa trung bình và thoái hóa nặng.

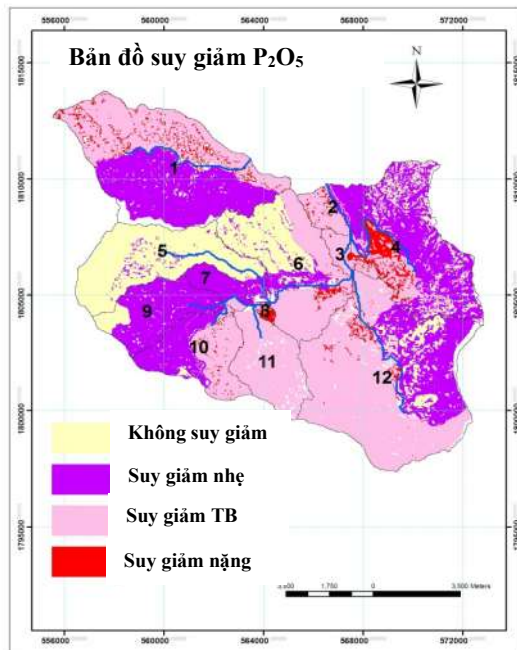


Hình 5.18. Sơ đồ các bước xây dựng bản đồ thoái hóa đất
(Nguồn: Thông tư 14/2012/TT-BTNMT)

5.4.3. Sản phẩm đầu ra

* *Bộ bản đồ thoái hóa đất theo chuyên đề:* Tùy theo đặc điểm của từng tỉnh, vùng xây dựng các bản đồ chuyên đề để có những sản phẩm cụ thể:

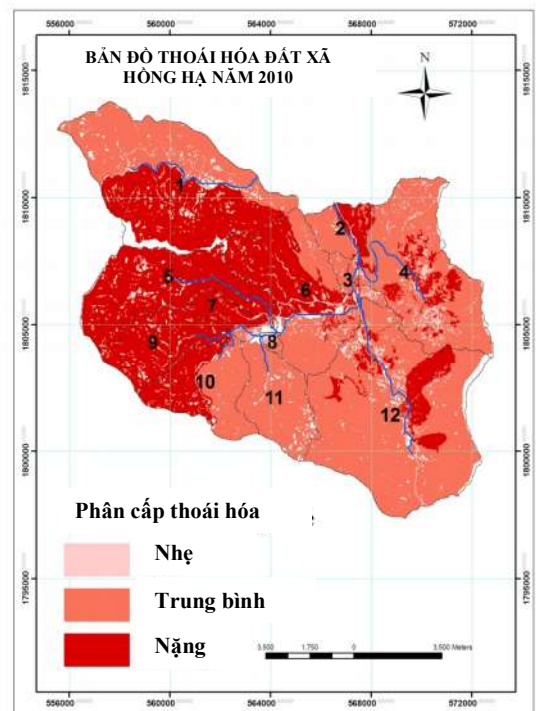
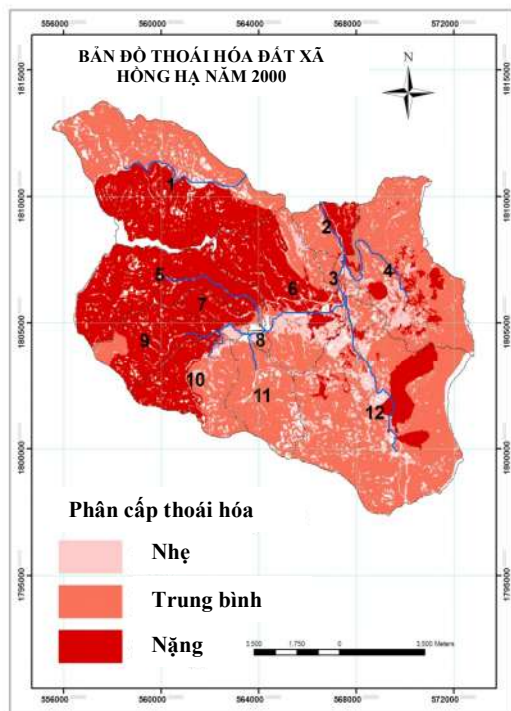
- Vùng trung du, miền núi: Bao gồm các bản đồ chuyên đề: Bản đồ xói mòn đất; bản đồ đất bị khô hạn, hoang mạc hóa, sa mạc hóa; bản đồ đất bị kết von, đá ong hóa; bản đồ đất bị suy giảm độ phì.
- Vùng đồng bằng, ven biển: Bao gồm bản đồ đất bị suy giảm độ phì; bản đồ đất bị khô hạn, hoang mạc hóa, sa mạc hóa; bản đồ đất bị kết von; bản đồ đất bị mặn hóa, phèn hóa (nếu có).



Mức suy giảm P ₂ O ₅	Diện tích (ha)	Cơ cấu (%)
Không suy giảm	2249,22	16,01
Suy giảm nhẹ	4984,37	35,48
Suy giảm trung bình	6245,13	44,46
Suy giảm nặng	568,88	4,05
Tổng	14047,60	100,00

Hình 5.19. Ví dụ minh họa về bản đồ và thống kê số liệu suy giảm Phốt pho tổng số năm 2010 ở xã Hồng Hạ, huyện A Lưới, tỉnh Thừa Thiên Huế.
(Nguồn: Trần Thị Phụng và cộng sự, 2013)

các thông tin thuộc tính thông kê diện tích của từng mức thoái hóa.



Hình 5.20. Ví dụ minh họa về bản đồ thoái hóa đất năm 2000 và 2010 ở xã Hồng Hạ, huyện A Lưới, tỉnh Thừa Thiên Huế.
(Nguồn: Trần Thị Phụng và cộng sự, 2013)

Trong vài thập kỷ trở lại đây, sự gia tăng dân số thế giới đã thúc đẩy nhu cầu lớn về lương thực và thực phẩm. Để đảm bảo an ninh lương thực, đồng thời cùng với sự phát triển của khoa học - kỹ thuật, các quốc gia trên thế giới đã và đang khai thác tài nguyên một cách thiếu quy hoạch và thiếu tính bền vững, đặc biệt là tài nguyên đất sử dụng cho mục đích nông lâm nghiệp. Vì vậy, việc đánh giá tài nguyên đất nhằm làm cơ sở cho việc sử dụng đất đai hợp lý, hiệu quả, thực hiện chiến lược phát triển bền vững là một yêu cầu bức bách trong giai đoạn hiện nay.

Đối với lĩnh vực sản xuất nông lâm nghiệp, một ngành kinh tế lấy đất đai làm tư liệu sản xuất, vấn đề sử dụng đất hợp lý và hiệu quả cần được đặt lên hàng đầu. Mỗi một mục đích sử dụng đất trong các hoạt động sản xuất nông nghiệp đều có những yêu cầu nhất định mà đất đai cần phải đáp ứng. Việc lựa chọn, so sánh các loại hình sử dụng đất hoặc cây trồng khác nhau phù hợp với điều kiện đất đai là việc làm hết sức quan trọng của người sử dụng đất, các nhà quy hoạch, để từ đó có những quyết định đúng đắn trong việc sử dụng đất nhằm mang lại hiệu quả kinh tế cao và bền vững. Chính vì vậy, đánh giá tính thích hợp đất đai phục vụ sản xuất nông lâm nghiệp là một việc làm tất yếu của bất kỳ một quốc gia, một vùng lãnh thổ hay một địa phương nào khi muốn sử dụng tài nguyên này một cách hợp lý và hiệu quả trong hiện tại cũng như tương lai.

Ngày nay, cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ thông tin nói chung, hệ thống thông tin địa lý GIS (Geographic Information System) nói riêng, việc quản lý và sử dụng đất đã ngày càng được cải tiến và nâng cao chất lượng. Đặc biệt trong công tác đánh giá tính thích hợp của đất đai đối với cây trồng, công nghệ GIS có thể được sử dụng như một công cụ hữu ích để xây dựng cơ sở dữ liệu thích nghi đất đai đối với các cây trồng được lựa chọn hoặc có triển vọng phát triển của vùng nghiên cứu.

5.5.1. Dữ liệu đầu vào

** Nguồn dữ liệu không gian:*

Để đánh giá tính thích hợp đất đai đối với cây trồng cần có các loại bản đồ như sau: Bản đồ loại đất; Một số lớp chuyên đề như bản đồ độ dốc, tầng dày, thành phần cơ giới; Bản đồ nền địa hình; Bản đồ hiện trạng sử dụng đất của vùng cần đánh giá.

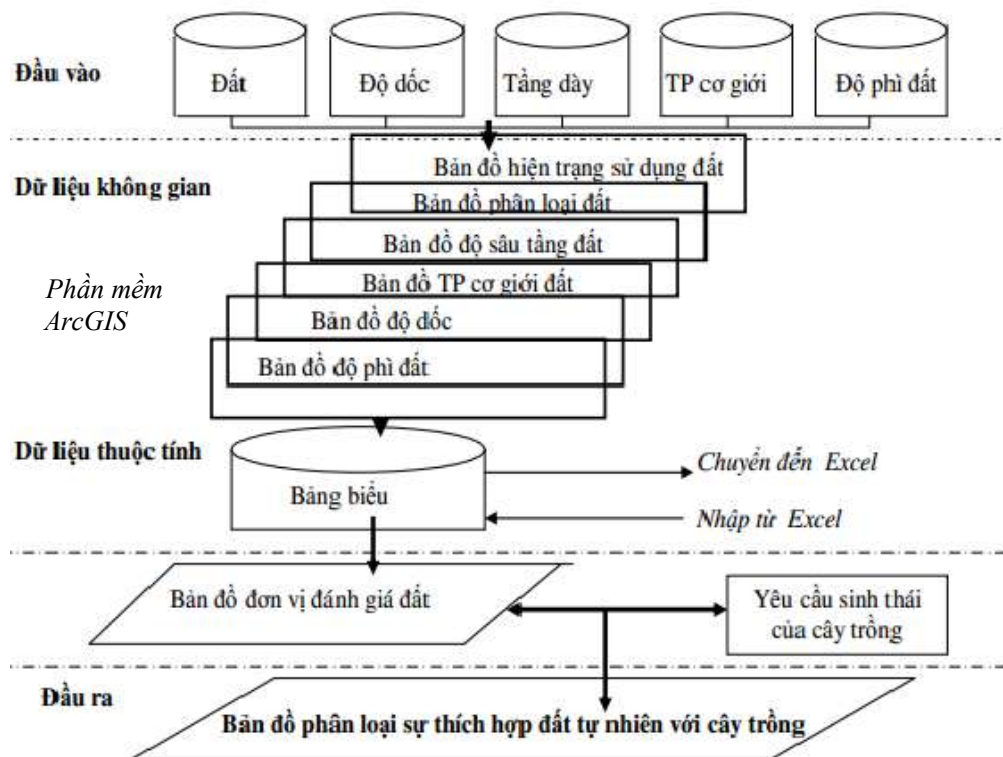
** Nguồn dữ liệu thuộc tính:*

Bên cạnh những dữ liệu thuộc tính đi kèm của các loại bản đồ kể trên, để kết quả đánh giá tính thích hợp đất đai đối với cây trồng phù hợp với sự phát triển của kinh tế - xã hội và chiến lược bảo vệ môi trường của vùng cần đánh giá, cần phải tiến hành thu thập thêm các số liệu về điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội, tình hình phát triển nông lâm nghiệp, yêu cầu về sinh thái và điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội của các loại cây trồng cần đánh giá thích nghi đất đai.

5.5.2. Phương pháp đánh giá thích hợp đất đai cho cây trồng ứng dụng GIS

a. Lựa chọn cây trồng cần đánh giá thích hợp đất đai

b. Đánh giá sự thích hợp đất đai đối với cây trồng về mặt tự nhiên



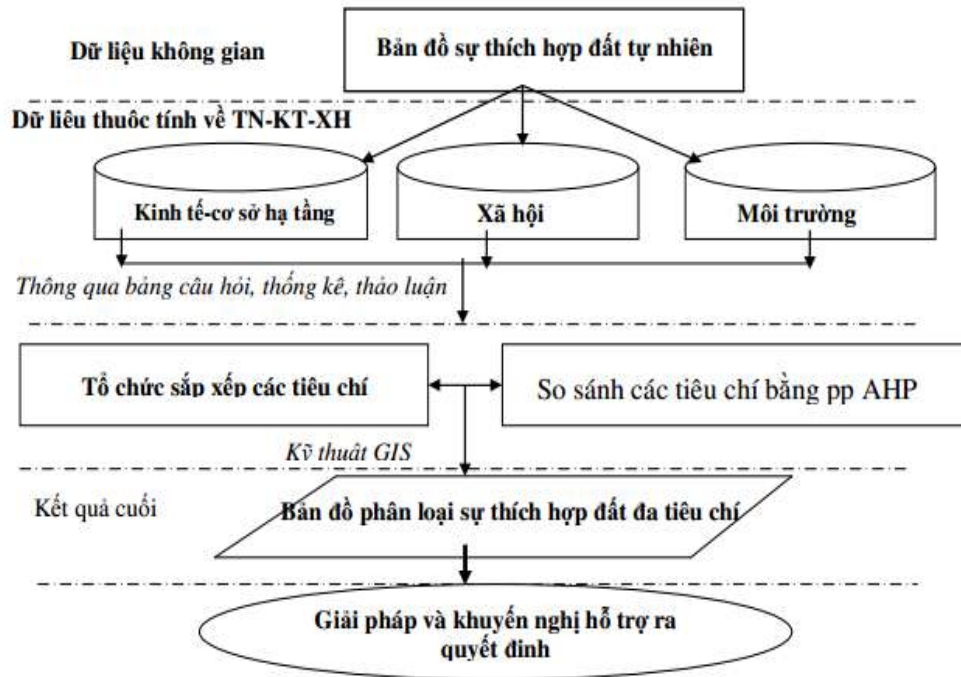
Hình 5.21. Sơ đồ phương pháp đánh giá thích hợp đất về mặt tự nhiên đối với cây trồng

(Nguồn: Huỳnh Văn Chương, 2009)

Việc lựa chọn tiêu chí và nhân tố trong đánh giá sự thích hợp đất tự nhiên luôn dựa vào điều kiện thực tế của vùng nghiên cứu và các tiêu chí này có thể thay đổi tùy theo từng địa phương cụ thể.

c. Đánh giá sự thích hợp đất đai đối với cây trồng về mặt kinh tế - xã hội và môi trường

Đánh giá sự thích hợp đất đai đối với cây trồng về mặt kinh tế - xã hội và môi trường chỉ được tiến hành cho những đơn vị đất đai có mức thích hợp về mặt tự nhiên ở mức S1, S2 và S3. Những đơn vị đất đai không thích hợp về mặt tự nhiên sẽ không tham gia trong quá trình đánh giá chung.



Hình 5.22. Sơ đồ phương pháp đánh giá thích hợp đất về mặt kinh tế - xã hội và môi trường đối với cây trồng
(Nguồn: Huỳnh Văn Chương, 2009)

Sau khi lựa chọn thích hợp về điều kiện tự nhiên của cây trồng, áp dụng phương pháp đánh giá thích hợp đa tiêu chí để đánh giá các tiêu chí về mặt kinh tế, xã hội và môi trường. Chúng tôi sử dụng phương pháp so sánh cặp đôi trong AHP để đánh giá được mức độ của các tiêu chí. Việc đánh giá được thực hiện qua các bước sau:

Bước 1: Xác định các tiêu chí cần đánh giá:

Các tiêu chí về kinh tế - xã hội và môi trường được lựa chọn để đánh giá đất cho các loại hình sử dụng đất được lựa chọn như sau:

Bảng 5.7. Các nhóm tiêu chí cần đánh giá

Tiêu chí chính	Tiêu chí phụ	Mức độ thích hợp
Kinh tế và cơ sở hạ tầng	Thị trường tiêu thụ	→ S
	Khoảng cách thu hoạch đến điểm giao thông	
	Thu nhập từ cây trồng	
Xã hội	Lực lượng lao động	→ S
	Kỹ thuật sản xuất	
	Chính sách phát triển nông nghiệp	
Môi trường	Khả năng cải tạo môi trường đất	→ S
	Tăng độ che phủ đất	
	Hạn chế xói mòn đất	
		→ N

(S1: Rất thích hợp, S2: Thích hợp trung bình, S3: Ít thích hợp, N: Không thích hợp)

Bước 2: Xác định trọng số của các tiêu chí:

Để tiến hành xác định trọng số của các tiêu chí đem so sánh cần phải dựa trên cơ sở phạm vi cho điểm theo Saaty thể hiện ở bảng 2. Giả sử tiến hành so sánh hai tiêu chí A và B để xác định tầm quan trọng của nhân tố này so với nhân tố còn lại. Ví dụ: nếu như so sánh với chính bản thân nó sẽ được tầm quan trọng bằng 1, còn nếu so sánh nhân tố A với B với mức quan trọng x, ngược lại khi so sánh B với A thì sẽ xác định với mức quan trọng $1/x$ và tương tự như vậy chúng ta có thể so sánh một tiêu chí nào đó với n tiêu chí trong cùng nhóm tiêu chí để đạt được mục tiêu đề ra (xem ví dụ điển hình về xác định trọng số bằng phương pháp AHP ở bảng 5.8).

Bảng 5.8. Phạm vi cho điểm theo Saaty

Tầm quan trọng	Xác định	Giải thích
1	Bằng nhau	Hai nhân tố đóng góp bằng nhau để đạt được mục đích.
3	Quan trọng hơn	Một trong hai nhân tố có vai trò quan trọng hơn nhưng rất ít.
5	Quan trọng hơn nhiều	Một trong hai nhân tố quan trọng hơn nhiều nhân tố còn lại.
7	Rất quan trọng	Một trong hai nhân tố là rất quan trọng so với nhân tố kia.
9	Cực kì quan trọng	Một trong hai nhân tố là cực kì quan trọng so với nhân tố còn lại để đạt được mục tiêu.
2, 4, 6, 8	Giá trị trung gian	Khi cần thiết có thể cho điểm trung gian giữa các nhân tố đem so sánh.

(Nguồn: Huỳnh Văn Chương và Böhme. M, 2007)

Bảng 5.9. Một ví dụ về cách tính toán trọng số tiêu chí theo phương pháp AHP

Mục tiêu	A	B	C	D	E	F	Trọng số	Vị trí
A	1	2	7	3	5	3	0.365	1
B	1/2	1	6	3	5	2	0.264	2
C	1/7	1/6	1	1/2	1/4	1/2	0.064	6
D	1/3	1/3	2	1	4	1	0.127	3
E	1/5	1/5	4	1/4	1	1/3	0.073	5
F	1/3	1/2	2	1	3	1	0.125	4
$\lambda_{\max} = 6.428$	CI = 0.086			CR = 0.069			$\Sigma = 1$	

(Nguồn: Huỳnh Văn Chương và Böhme. M, 2007)

Chú thích: A, B, C, D, E, F là các tiêu chí tham gia quá trình đánh giá.

$$\text{CI là chỉ số ổn định, } CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (5.1)$$

$\lambda_{\max}$ là giá trị maximum eigenvalue.

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \left(\frac{\sum_{n=1}^5 w_{1n}}{w_{11}} + \frac{\sum_{n=1}^5 w_{2n}}{w_{22}} + \frac{\sum_{n=1}^5 w_{3n}}{w_{33}} + \frac{\sum_{n=1}^5 w_{4n}}{w_{44}} + \frac{\sum_{n=1}^5 w_{5n}}{w_{55}} \right) \quad (5.2)$$

$$\text{CR là tỷ lệ ổn định, } \text{CR} = \frac{\text{CI}}{\text{RI}} \quad (5.3)$$

N là số tiêu chí tham gia đánh giá sự thích hợp.

Chú ý: Phương pháp AHP do sự nhất quán thông qua tỉ lệ ổn định (CR) vì vậy:

+ Nếu $\text{CR} < 10\%$ là điều kiện tốt nhất và có thể tiến hành xác định trọng số AHP tiếp tục cho các tiêu chí phụ của nó.

+ Nếu $\text{CR} > 10\%$ là điều kiện chúng ta cần phải xem xét lại vì ma trận không phù hợp.

Để xác định chỉ số thích nghi của từng khu vực hay khoanh đất cần phải tiến hành xác định giá trị thực tế (X_i) của từng tiêu chí. Do đó, cần xây dựng các tiêu chí phụ. Sau khi xác định được giá trị thực tế (X_i) tiến hành xác định chỉ số thích hợp (S_i).

$$S_i = X_i \times W_i \quad (5.4)$$

Trong đó: S_i : Chỉ số thích hợp.

X_i : Giá trị thực tế nhân tố i .

W_i : Trọng số của nhân tố i .

Bước 3: Chuẩn hoá các tiêu chí đánh giá và đưa vào GIS:

Bảng 5.10. Phân loại chỉ số thích hợp

Giá trị chỉ số thích hợp (S_i)	Mức độ thích hợp	Giải thích
> 8 - 9	Thích hợp cao (S1)	Thích hợp ở mức cao, đáp ứng mọi tiêu chí đề ra.
6 - 8	Thích hợp trung bình (S2)	Thích hợp ở mức trung bình, một vài tiêu chí vẫn chưa được thỏa mãn.
< 6	Ít thích hợp (S3)	Thích hợp ở mức thấp, rất nhiều tiêu chí còn tiềm ẩn khó khăn và không có khả năng đáp ứng.

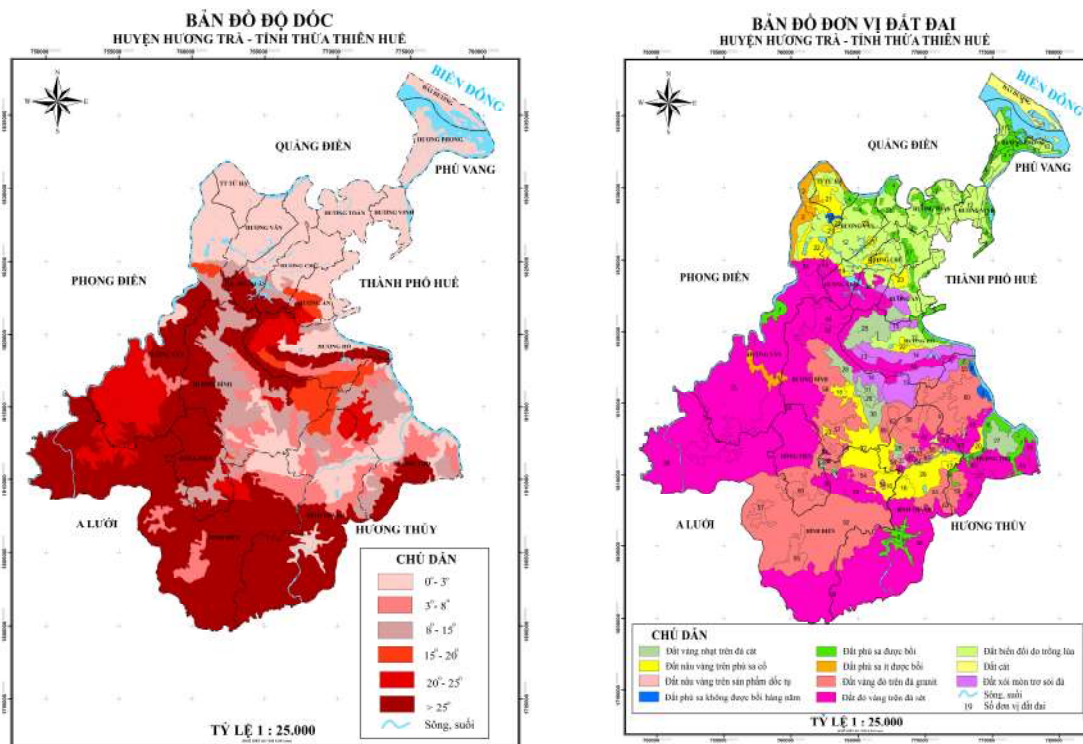
Sau khi tính được S_i , tiến hành so sánh với bảng 4 để tìm ra mức độ thích hợp. Đưa kết quả vừa tìm được vào phần mềm ArcGIS để xây dựng bản đồ thích hợp cho các loại hình sử dụng đất được lựa chọn.

5.5.3. Sản phẩm đầu ra

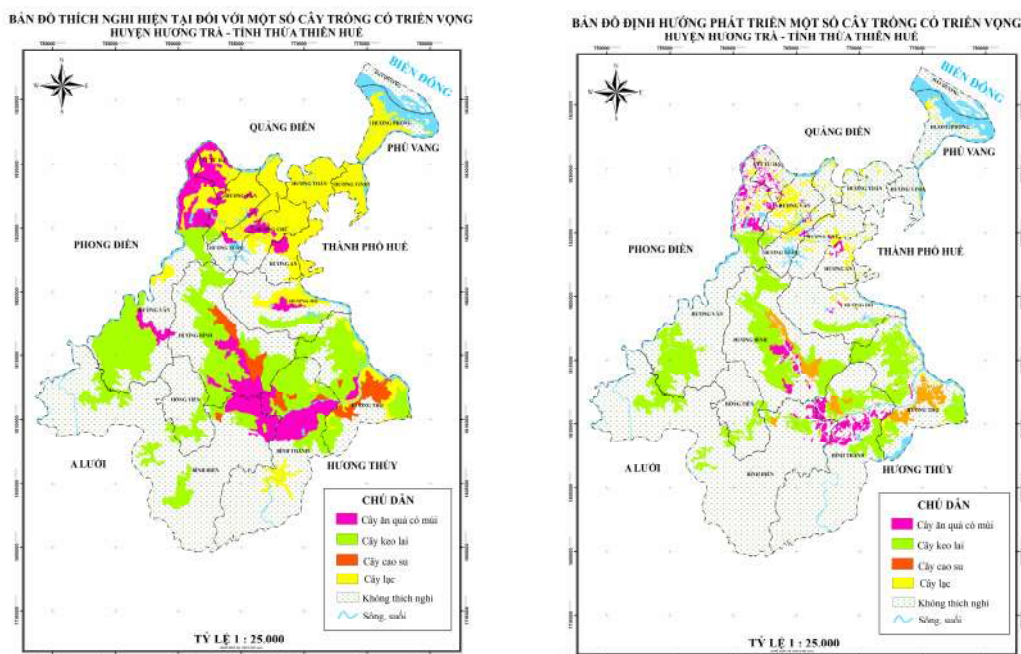
Sản phẩm của đánh giá thích hợp đất ứng dụng GIS kết hợp với AHP bao gồm cơ sở dữ liệu (dữ liệu không gian và phi không gian) về mức thích hợp đất đai đối với các cây trồng cụ thể ở vùng cần đánh giá.

- Dữ liệu không gian bao gồm: Bản đồ đơn vị đất đai, bản đồ thích hợp đất đai về mặt tự nhiên, bản đồ thích hợp đất đai đa tiêu chí (kết hợp cả thích hợp về mặt điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội và môi trường).

- Dữ liệu phi không gian bao gồm: Các bảng biểu, số liệu đi kèm với sản phẩm bản đồ được liệt kê ở trên.



Hình 5.23. Ví dụ minh họa sản phẩm bản đồ độ dốc và bản đồ đơn vị đất đai của huyện Hương Trà, tỉnh Thừa Thiên Huế.
(Nguồn: Huỳnh Văn Chương và cộng sự, 2009)



Hình 5.24. Ví dụ minh họa sản phẩm bản đồ thích hợp đất đai hiện tại và bản đồ định hướng phát triển một số cây trồng có triển vọng của huyện Hương Trà, tỉnh Thừa Thiên Huế.
(Nguồn: Huỳnh Văn Chương và cộng sự, 2009)

Bảng 5.11. Diện tích thích hợp hiện tại của các loại cây trồng được lựa chọn

Tên cây trồng	Đơn vị đất đai	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
Cao su	27, 28, 29, 31, 32, 33, 40	1.092,58	2,22
Keo lai	30, 34, 35, 43, 41, 42, 44, 45, 48, 49, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64	10.979,79	22,32
Lạc	4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12	8.435,20	17,15
Cây ăn quả có múi	1, 2, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23	4.447,39	9,04
Không thích hợp	3, 10, 13, 14, 15, 24, 25, 26, 36, 37, 38, 39, 46, 47, 50, 51, 52, 53	24.232,65	49,27
Tổng		49.187,61	100,00

(Nguồn: Huỳnh Văn Chương và cộng sự, 2009)

CÁC CHUYÊN ĐỀ CẦN THỰC HIỆN

1. Ứng dụng GIS trong xây dựng cơ sở dữ liệu giá đất và quản lý thuế đất trên địa bàn một phường cụ thể ở thành phố Huế.
2. Ứng dụng GIS trong xây dựng cơ sở dữ liệu bất động sản tại một phường cụ thể ở thành phố Huế.
3. Ứng dụng GIS (Arcscene hoặc 3D analysis) trong quy hoạch và quản lý không gian đô thị của một phường cụ thể ở thành phố Huế.
4. Ứng dụng GIS trong đánh giá thoái hóa đất (có thể chọn 2 loại hình thoái hóa hoặc nhiều hơn để đánh giá) ở một xã cụ thể thuộc tỉnh Thừa Thiên Huế.
5. Ứng dụng GIS trong đánh giá tính thích hợp đất đai cho một cây trồng cụ thể (cây trồng chiến lược của địa bàn nghiên cứu) ở một xã thuộc tỉnh Thừa Thiên Huế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Huỳnh Văn Chương và Böhme. M, 2007. *Phân tích thích hợp đất đai cho phát triển các cây trồng lựa chọn sử dụng GIS và phương pháp phân tích đa tiêu chí ở Miền Trung Việt Nam: Trường hợp nghiên cứu ở tỉnh Thừa Thiên Huế*. Sách tham khảo, Nhà xuất bản Tuebingen, Đức. (Tiếng Anh)
2. Huỳnh Văn Chương, Lê Đình Huy, Phạm Gia Tùng, Lê Quỳnh Mai, Nguyễn Bích Ngọc, 2012. *Đánh giá phân hạng thích nghi đất đai để định hướng mở rộng diện tích sản xuất phục vụ chương trình phát triển nông thôn mới tại vùng đồi núi thị xã Hương Trà, tỉnh Thừa Thiên Huế*. Tạp chí Đại học Huế, tập 75B, số 6.
3. Nguyễn Bích Ngọc, Trần Thị Phụng và Đào Đức Hường, 2013. *Ứng dụng GIS xây dựng mô hình 3D cho quy hoạch không gian đô thị tại quận Hải Châu, thành phố Đà Nẵng*. Tạp chí Tài nguyên và Môi trường. Số 22, trang 44-48.
4. Trần Thị Phụng và cộng sự, 2013. *Nguyên nhân gây thoái hóa đất sản xuất nông nghiệp trên địa bàn xã Hồng Hạ, huyện A Lưới, tỉnh Thừa Thiên Huế*. Báo cáo tổng kết và bào trình bày tạo Hội thảo thường niên của dự án ACCCU, Đà Nẵng. (Tiếng Anh)
5. Trần Thị Phụng và Nguyễn Bích Ngọc, 2012. *Ứng dụng GIS xây dựng hệ thống thông tin đất phục vụ công tác địa chính cấp cơ sở ở Miền Trung Việt Nam: Trường hợp nghiên cứu ở phường Phú Hội, thành phố Huế*. Trình bày Poster tại Hội nghị phát triển GIS, Hà Nội. (Tiếng Anh)

Chương 6

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM ArcGIS TRONG QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN ĐẤT

Chương 6 sẽ cung cấp cho người học những thông tin cơ bản về phần mềm ArcGIS, hướng dẫn cụ thể các bước cần thực hiện để xây dựng và quản lý cơ sở dữ liệu trong GIS, bao gồm dữ liệu không gian (bản đồ) và dữ liệu phi không gian (thuộc tính). Ngoài ra, trong Chương này cũng sẽ trình bày chi tiết thao tác sử dụng các công cụ biên tập bản đồ, chức năng phân tích không gian đối với dữ liệu dạng Vector và Raster.

6.1. Giới thiệu phần mềm ArcGIS

6.1.1. ArcGIS là gì?

Phần mềm ArcGIS là phần mềm ứng dụng công nghệ hệ thống thông tin địa lý của Viện nghiên cứu hệ thống môi trường (ESRI) của Mỹ. Bộ phần mềm ArcGIS của ESRI có khả năng khai thác hết chức năng GIS trên các ứng dụng khác nhau như: desktop, máy chủ (bao gồm Web), hoặc hệ thống thiết bị di động.

Hệ phần mềm ArcGIS cung cấp những công cụ rất mạnh để quản lý và cập nhật, phân tích thông tin tạo nên một hệ thống thông tin địa lý hoàn chỉnh.

ArcGIS cho phép:

- Tạo và chỉnh sửa dữ liệu tích hợp (dữ liệu không gian tích hợp với dữ liệu thuộc tính).
- Truy vấn dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính từ nhiều nguồn và bằng nhiều cách khác nhau.
- Hiển thị, truy vấn và phân tích dữ liệu không gian kết hợp với dữ liệu thuộc tính.
- Thành lập bản đồ chuyên đề và các bản in có chất lượng trình bày chuyên nghiệp.

ArcGIS bao gồm:

ArcGIS có thể làm được gì?

- Đọc và tạo dữ liệu trong ArcGIS từ các phần mềm khác như: Mapinfo, Microstation, AutoCAD, Access, dBASE file, Excel...
- Nội suy, phân tích không gian. Có thể phối hợp các kỹ thuật phân tích phức tạp với nhau để tạo ra các mô hình chi tiết.
- Tạo ra những bản đồ với chất lượng cao và có khả năng kết nối nhanh với nhiều loại dữ liệu khác nhau như: biểu đồ, bảng thuộc tính, ảnh và các dạng file khác.
- Chồng xếp các lớp dữ liệu: khi chồng xếp các lớp dữ liệu sẽ tạo ra lớp dữ liệu mới. Có nhiều kiểu chồng xếp dữ liệu (*union, intersect, merge, dissolve, clip...*) nhưng nhìn chung là kết hợp hai lớp dữ liệu có sẵn thành một lớp (tập hợp) dữ liệu mới.

6.1.2. Cấu trúc, tổ chức dữ liệu trong ArcGIS

ArcGIS tổ chức và lưu trữ thông tin dưới dạng các lớp dữ liệu không gian. Mỗi một lớp dữ liệu bao hàm các trường thuộc tính giống nhau.

Dữ liệu trong ArcGIS được chia thành các dạng:

- * Mô hình dữ liệu Vector;
- * Mô hình dữ liệu dạng Raster;

* Mô hình dữ liệu TIN (*Triangular Irregular Networks*);

* Dữ liệu dạng bảng.

ArcGIS cho phép kết nối trực tiếp với các dữ liệu dạng bảng và kết nối dữ liệu không gian với dữ liệu bảng biểu (thuộc tính).

6.1.3. Giao diện và trợ giúp trong ArcGIS

6.1.3.1. Phần mềm ArcGIS Desktop

Phần mềm ArcGIS Desktop bao gồm 3 cấp bậc với mức độ chuyên sâu khác nhau là: ArcView, ArcEditor và ArcInfo.

*** ArcView**

Cung cấp đầy đủ chức năng cho phép biểu diễn, quản lý, xây dựng và phân tích dữ liệu địa lý, các công cụ phân tích không gian cùng với việc biên tập và phân tích thông tin từ các lớp bản đồ khác nhau, đồng thời thể hiện các mối quan hệ và nhận dạng các mô hình.

Với ArcView, cho phép:

- Ra các quyết định chuẩn xác hơn dựa trên các dữ liệu địa lý.
- Xem và phân tích các dữ liệu không gian bằng nhiều phương pháp.
- Xây dựng đơn giản và dễ dàng các dữ liệu địa lý.
- Tạo ra các bản đồ có chất lượng cao.
- Quản lý tất cả các file, CSDL, và các nguồn dữ liệu.
- Tùy biến giao diện người dùng theo yêu cầu.

*** ArcEditor**

Cung cấp chức năng dùng để chỉnh sửa và quản lý dữ liệu địa lý, ArcEditor bao gồm các tính năng của ArcView và thêm vào đó là một số các công cụ chỉnh sửa, biên tập.

Với ArcEditor, cho phép:

- Dùng các công cụ CAD để tạo và chỉnh sửa các đặc tính GIS.
- Tạo ra các CSDL địa lý thông minh.
- Mô hình hóa dòng chảy công việc của nhóm và nhiều người biên tập.
- Xây dựng và giữ được tính toàn vẹn của không gian bao gồm các quan hệ hình học topo giữa các đặc tính địa lý.
- Quản lý và mở rộng mạng lưới hình học.
- Làm tăng năng suất biên tập.
- Quản lý môi trường thiết kế đa người dùng với versioning.
- Duy trì tính toàn vẹn giữa các lớp chủ đề và thúc đẩy tư duy logic của người dùng.
- Ngừng kết nối CSDL và chỉnh sửa nháp trước khi cập nhật lại vào CSDL.

*** ArcInfo**

Là bộ sản phẩm phần mềm GIS đầy đủ nhất, ArcInfo bao gồm tất cả các chức năng của ArcView lẫn ArcEditor. Cung cấp các chức năng tạo và quản lý một hệ GIS, xử lý dữ

liệu không gian và khả năng chuyển đổi dữ liệu, xây dựng dữ liệu, mô hình hóa, phân tích, hiển thị bản đồ trên màn hình máy tính và xuất bản đồ ra các phương tiện khác nhau.

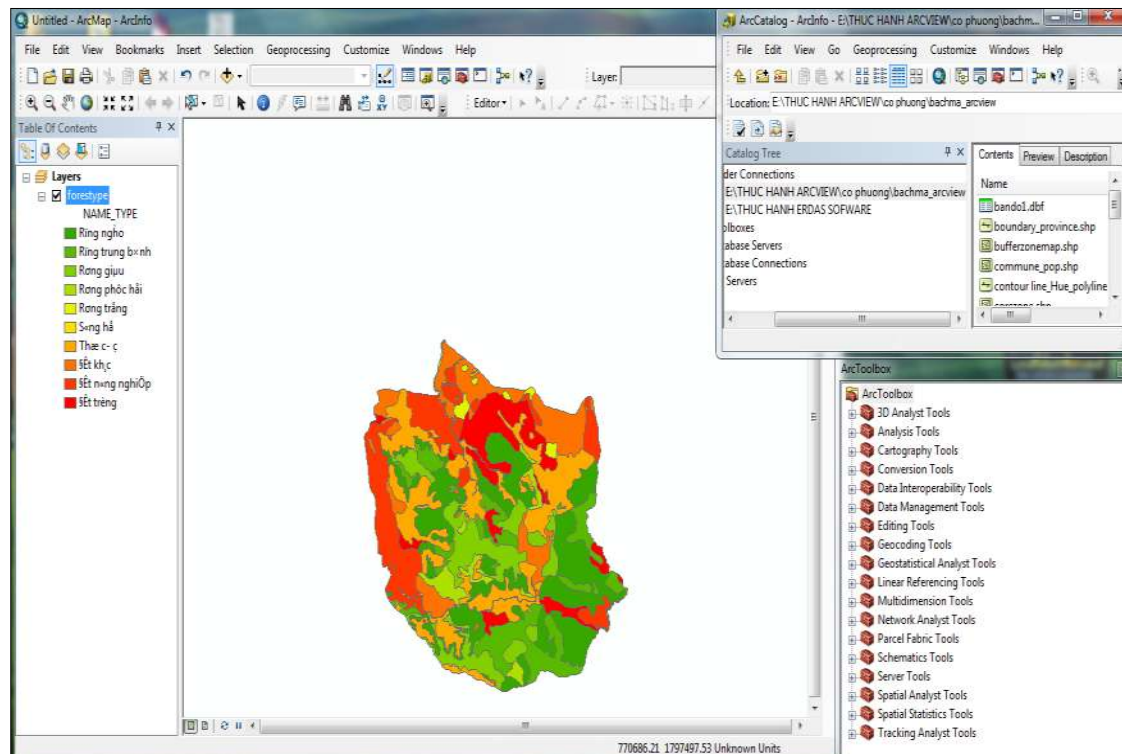
Với phần mềm ArcInfo, cho phép:

- Xây dựng một mô hình xử lý không gian rất hữu dụng cho việc tìm ra các mối quan hệ, phân tích dữ liệu và tích hợp dữ liệu.
- Thực hiện chồng lớp các vector, tính xấp xỉ và phân tích thống kê.
- Tạo ra các đặc tính cho sự kiện và chồng xếp các đặc tính của các sự kiện đó.
- Chuyển đổi dữ liệu và các định dạng của dữ liệu theo rất nhiều loại định dạng.
- Xây dựng những dữ liệu phức tạp, các mô hình phân tích và các đoạn mã để tự động hóa các quá trình GIS.
- Sử dụng các phương pháp trình diễn, thiết kế, in ấn và quản lý bản đồ để xuất bản bản đồ.

6.1.3.2. Giao diện phần mềm ArcGIS Desktop

Phần mềm ArcGIS Desktop cho phép người dùng truy cập đồng thời hoặc lần lượt vào ba ứng dụng ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox.

Giao diện ba ứng dụng ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox như hình dưới đây:



Hình 6.1. Giao diện ba ứng dụng ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox

* ArcMap

ArcMap: dùng để xây dựng, hiển thị, xử lý và phân tích các bản đồ.

- Tạo các bản đồ từ rất nhiều các loại dữ liệu khác nhau.

- Truy vấn dữ liệu không gian để tìm kiếm và hiểu mối liên hệ giữa các đối tượng không gian.
- Tạo các biểu đồ.
- Hiện thị trang in ấn.

*** ArcCatalog**

ArcCatalog: dùng để lưu trữ, quản lý hoặc tạo mới các dữ liệu địa lý.

- Tạo mới một cơ sở dữ liệu.
- Explore và tìm kiếm dữ liệu.
- Xác định hệ thống tọa độ cho cơ sở dữ liệu.

*** ArcToolbox**

ArcToolbox: cung cấp các công cụ để xử lý không gian, phân tích GIS, xuất - nhập các dữ liệu từ các định dạng khác như MapInfo, MicroStation, AutoCAD...

6.1.3.3. Trợ giúp trong ArcGIS

Trong ArcGIS cho phép sử dụng hai kiểu trợ giúp đó là: trợ giúp trên phần mềm ArcGIS (ArcGIS Desktop Help) và trợ giúp trên Internet (ArcGIS Desktop Help Online). Ngoài ra, trợ giúp ArcGIS còn cung cấp một hay nhiều phương thức thuận lợi cho việc tra cứu và tìm đúng hỗ trợ cần thiết.

6.1.4. Các mô đun mở rộng trong ArcGIS

ArcGIS cung cấp các mô đun mở rộng cho phép thực hiện các chức năng chuyên sâu như phép phân tích Raster, phân tích 3 chiều, phân tích mạng lưới... Các mô đun mở rộng bao gồm:

3D Analyst	Quan sát và phân tích 3 chiều
ArcScan	Chuyển đổi dữ liệu bản đồ ảnh thành vector
Data Interoperability	Đọc, chuyển đổi và xuất các dạng dữ liệu trực tiếp
Geostatistical analyst	Công cụ thống kê cho việc phân tích, mô hình hóa và nội suy
Maplex	Thẻ hiện nhãn và chú thích trên bản đồ tự động với chất lượng cao
Network analyst	Công cụ phân tích mạng lưới
Publisher	Xuất bản dữ liệu GIS và bản đồ
Schematics	Tự động tạo ra mô hình mạng nguyên lý từ các số liệu có tính mạng lưới
Spatial Analyst	Phân tích không gian nâng cao sử dụng phương pháp raster và vector
Tracking Analyst	Quan sát và phân tích dữ liệu thay đổi theo thời gian

6.1.5. Thực hành làm quen với cơ sở dữ liệu trong ArcGIS

Trong ArcMap mỗi một bộ dữ liệu không gian bản đồ được gọi là Map document, một bộ dữ liệu bản đồ có thể có một hay nhiều *data frames*.

Data Frame là một nhóm lớp (*Data layers*) cùng được hiển thị trong một hệ quy chiếu và giới hạn không gian riêng. Mỗi *Data Frame* có thể có một hệ quy chiếu riêng.

Các *Data Frame* được hiển thị riêng biệt trong chế độ *Data view* và có thể hiển thị trong cùng một *Layout View*. Thông thường, một bản đồ đơn giản chỉ có một *Data Frame* và sử dụng nhiều *Data Frame* khi cần in thêm một số bản đồ hay trên một mảnh bản đồ chính.

Bộ dữ liệu bản đồ (*Map document*) được ghi trong file có đuôi là *.mxd*

Layer là một tập hợp của dữ liệu. Một *Layer file* chứa các nội dung:

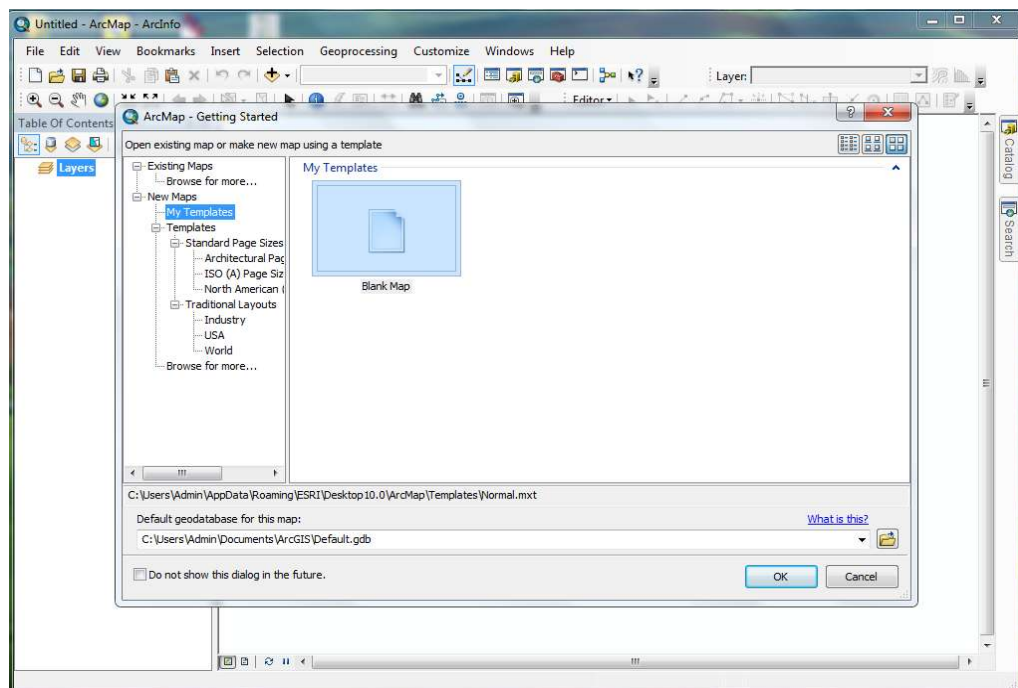
- Dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính.
- Đường dẫn tới dữ liệu (Shapefile, geodatabase...).
- Các tham số để hiển thị như màu sắc, lực nét ký hiệu...

Các Layers có thể được tạo ra từ nhiều nguồn dữ liệu khác nhau như: Shapefiles, personal geodatabase, ArcInfo coverages, bản vẽ CAD, SDE database, ảnh, GRID...

Dữ liệu lưu trữ trong ArcGIS ở 3 dạng: shapefiles, coverages, geodatabase (xem mục 3.1).

6.1.5.1. Khởi động chương trình ArcMap

Vào Menu *Start -> All Programs -> ArcGIS -> ArcMap 10*. Giao diện cùng hộp thoại ArcMap xuất hiện.



Hình 6.2. Hộp thoại giao diện ArcMap

Trong đó:

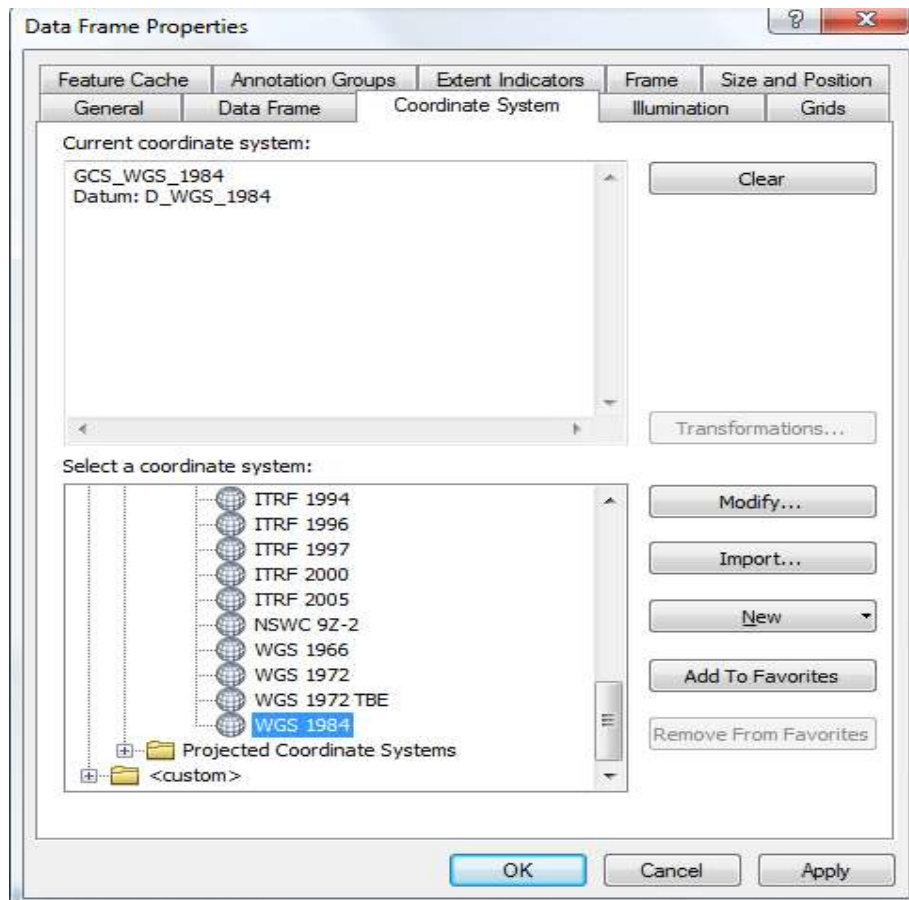
- *Existing Maps*: Mở một bộ dữ liệu bản đồ đã có sẵn.
- *New Maps*: Mở một bộ dữ liệu bản đồ mẫu có sẵn, bằng cách chọn các *templates* hoặc tạo ra một bộ dữ liệu bản đồ rỗng nếu chọn *Blank Map*.

6.1.5.2 Đặt các tham số chọn DataFrame

Trong thư mục *Table of Contents (TOC)* của bộ dữ liệu bản đồ vừa tạo có một DataFrame có tên mặc định là Layer. DataFrame này hiện còn đang rỗng.

* Đặt hệ thống tọa độ cho DataFrame

- Nhấp chuột phải vào  **Layers** chọn *properties*;
- Trong menu *DataFrame properties* hiện ra chọn thẻ *Coordinate System*.
- Trong mục *Select a coordinate System* chọn đường dẫn *predefined/Geographic Coordinate System/World/WGS84*
- Nhấp OK.

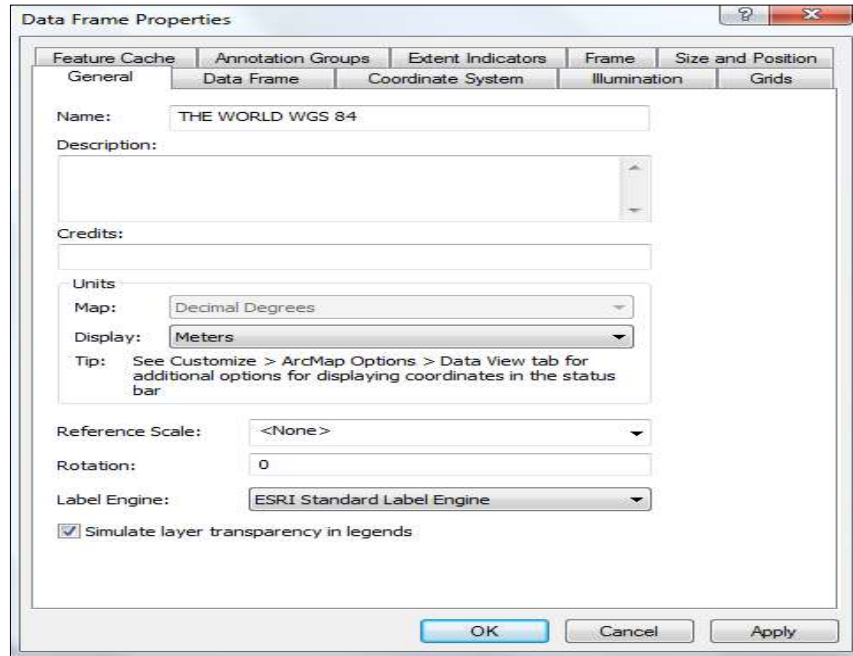


Hình 6.3. Hộp thoại đặt hệ thống tọa độ cho DataFrame

Từ giờ trở đi bản đồ sẽ được hiển thị trong hệ tọa độ WGS84. Nếu thêm vào *Data Frame* các lớp dữ liệu mới (Shapefile, geodatabase...) ở các hệ tọa độ khác nhau thì chúng sẽ được tự động chuyển đổi tạm thời (on - fly) về hệ tọa độ WGS84 để hiển thị (còn hệ tọa độ gốc lưu trong các file dữ liệu đó không thay đổi).

* Đổi tên cho *Data Frame*:

- Bấm chuột phải vào rồi chọn *Properties*.
- Bấm vào trang *General*.
- Trong mục Name gõ “THE WORLD WGS 84” để đổi tên của *Data Frame*.
- Trong mục Display chọn Meters để hiển thị tọa độ dưới dạng mét (hoặc có thể hiển thị tọa độ dưới dạng độ - phút - giây)



Hình 6.4. Hộp thoại đổi tên cho *Data Frame*

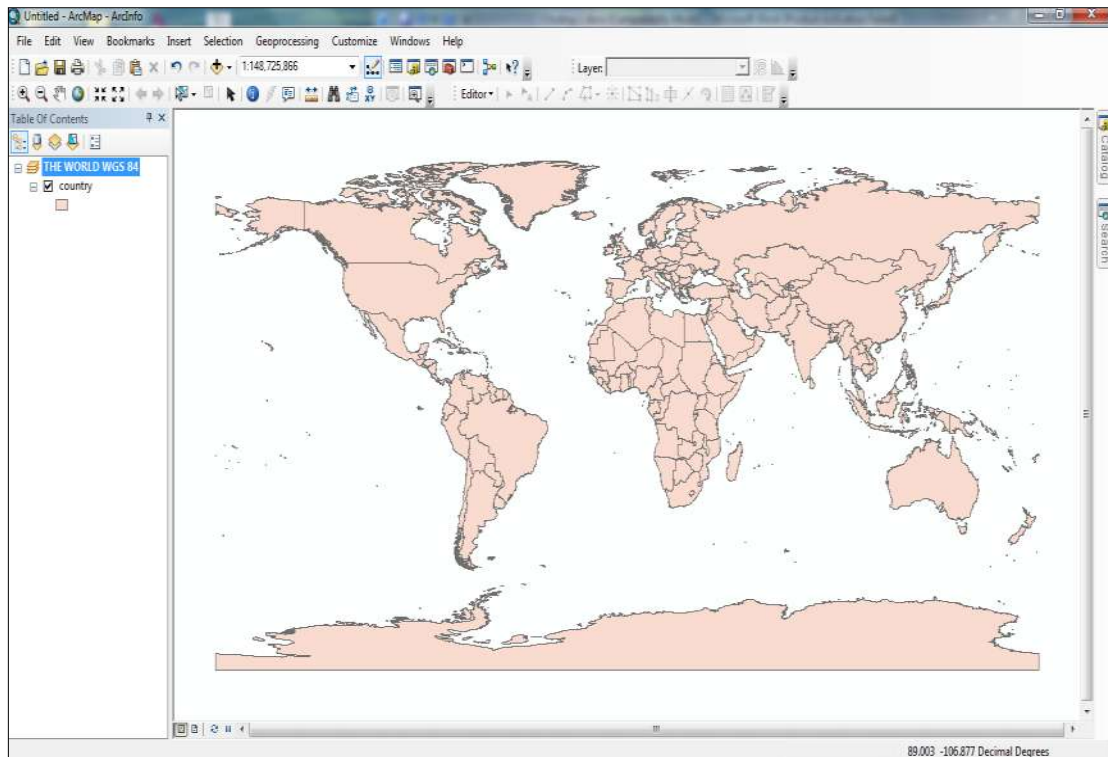
6.1.5.3 Thêm lớp dữ liệu bản đồ

- Từ giao diện ArcMap nhấp chuột vào/cửa sổ Add Data hiện ra:



Hình 6.5. Hộp thoại thêm lớp dữ liệu bản đồ

- Lựa chọn đường dẫn đến lớp dữ liệu *Country.shp* nhấp Add. Khi đó giao diện ArcMap sẽ hiển thị nội dung bản đồ lên màn hình ở chế độ hiển thị Data View:



Hình 6.6. Chế độ hiển thị Data View

6.1.5.4. Các lệnh thao tác trên bản đồ

Các nút lệnh thao tác trên thanh công cụ Tools:



Hình 6.7. Các nút lệnh trên thanh công cụ Tools

- Nút lệnh phóng to (Zoom In):/cho phép phóng to một vùng trên bản đồ. Chọn nút lệnh trên thanh công cụ sau đó nhấp chuột, kéo và vẽ một vùng hình chữ nhật bao quanh khu vực muốn phóng to rồi nhả chuột ra. Vùng hình chữ nhật sẽ được phóng to chiếm toàn bộ phần màn hình hiển thị nội dung bản đồ. Nếu không vẽ vùng hình chữ nhật mà chỉ nhấp chuột, bản đồ sẽ được phóng to và điểm được nhấp chuột sẽ trở thành điểm trung tâm của vùng hiển thị mới.

- Nút lệnh thu nhỏ (Zoom Out): Cho phép thu nhỏ phần hiển thị trên bản đồ. Chọn nút lệnh và nhấp chuột vào khu vực cần thu nhỏ. Nội dung bản đồ sẽ được thu nhỏ và điểm được nhấp chuột sẽ là điểm trung tâm trong vùng hiển thị mới. (Lưu ý: Có thể dùng con lăn của chuột giữa để phóng to, thu nhỏ phần hiển thị bản đồ).

- Nút lệnh di chuyển vùng nhìn (Pan): Cho phép di chuyển vùng nhìn trên màn hình tới một vùng khác trên bản đồ. Sau khi chọn lệnh trên thanh công cụ, nhấp chuột lên vùng nhìn bản đồ và kéo tới vị trí mong muốn. (Lưu ý: Nhấn và giữ chặt chuột giữa rồi kéo chuột đi cũng có tác dụng như lệnh Pan).

- Nút lệnh hiển thị toàn bộ nội dung bản đồ (Full Extent): Cho phép hiển thị toàn bộ nội dung bản đồ lên vùng nhìn.

- Nút lệnh phóng to cố định (*Fixed Zoom In*): Có tác dụng giống như nút lệnh phóng to trong trường hợp chỉ nhấp chuột, nhưng không cần phải nhấp chuột lên vùng hiển thị bản đồ. Điểm trung tâm của vùng nhìn được giữ nguyên sau khi phóng to.

- Nút lệnh thu nhỏ cố định (*Fixed Zoom Out*): Có tác dụng giống như nút lệnh thu nhỏ nhưng không phải nhấp chuột trên vùng hiển thị bản đồ. Điểm trung tâm của vùng nhìn được giữ nguyên sau khi thu nhỏ.

- Nút lệnh trở về vùng nhìn trước (*Go back to previous extent*): Cho phép chuyển về vùng nhìn của bản đồ mà đã duyệt trước đó.

- Nút lệnh chuyển tới vùng nhìn kế tiếp (*Go to next extent*): Khi đã chuyển về vùng nhìn trước rồi, nút lệnh này cho phép chuyển tới vùng nhìn kế tiếp theo thứ tự duyệt.

- Nút lệnh lựa chọn đối tượng (*Select Features*): Cho phép lựa chọn các tượng trên bản đồ. Nhấp chuột vào nút lệnh này rồi nhấp chuột lên đối tượng cần lựa chọn. Có thể nhấp, kéo và vẽ một vùng hình chữ nhật để lựa chọn nhiều đối tượng trong phạm vi hình chữ nhật đã vẽ. Ngoài ra, khi nhấp vào mũi tên xổ xuống, ta có thể chọn cách lựa chọn các đối tượng theo những cách khác: lựa chọn trong phạm vi đường cong, trong phạm vi một đa giác, trong phạm vi một đường tròn hoặc trên một đường thẳng.

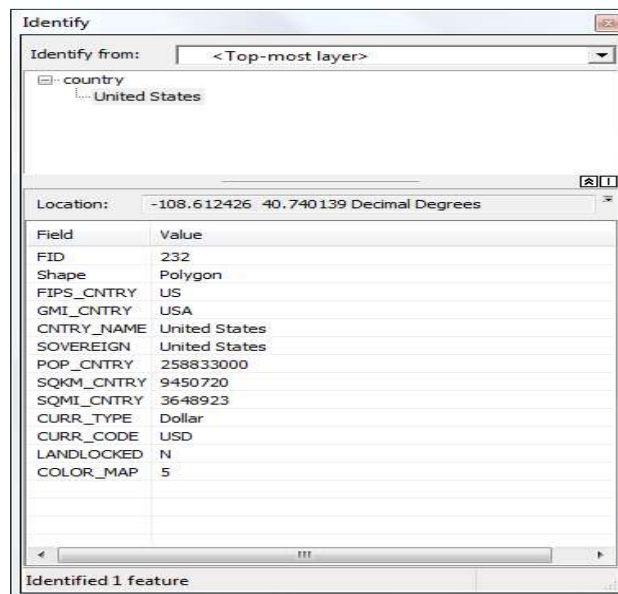
- Nút lệnh bỏ chọn các đối tượng (*Clear Selected Features*): Cho phép bỏ lựa chọn các đối tượng đã được chọn bằng công cụ *Select Features*.

- Lựa chọn các phần tử đồ họa (*Select Elements*): Công cụ này cũng dùng để lựa chọn giống như đối với nút lệnh lựa chọn đối tượng nhưng không dùng để lựa chọn đối tượng mà dùng để lựa chọn các phần tử đồ họa, text... được vẽ thêm vào bản đồ.

- Nút lệnh xem nhanh thông tin của đối tượng bản đồ (*Identify*): Công cụ này cho phép người dùng có thể tham chiếu nhanh các thông tin của một đối tượng. Sau khi chọn công cụ này, nhấp chuột vào bất cứ đối tượng nào trên bản đồ, các thông tin chi tiết về đối tượng được chọn sẽ được hiển thị thông qua một hộp thoại.

+ Nhấn chuột trái vào công cụ *Identify*/và tiếp tục nhấn chuột trái vào một vùng bất kỳ trong lớp *country.shp*.

+ Hộp thông tin về đối tượng hiển thị trên màn hình ArcMap.



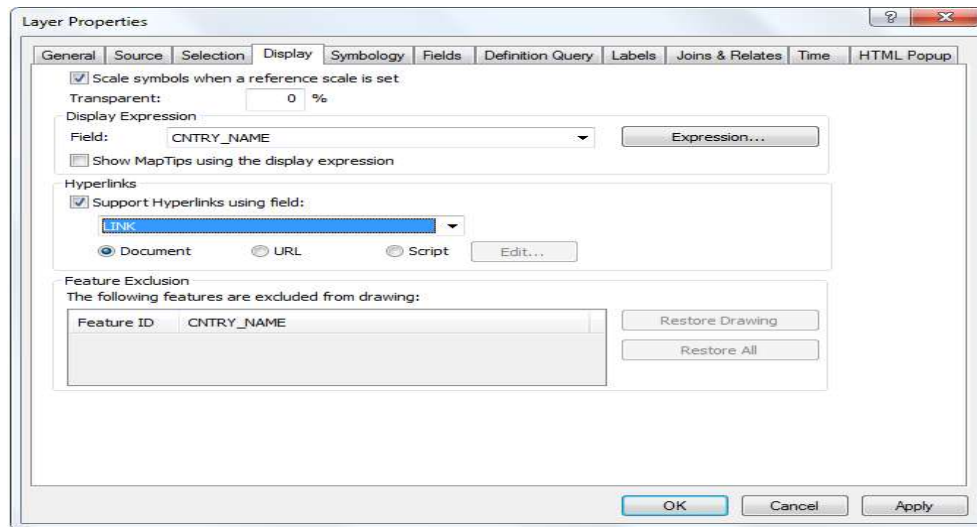
Hình 6.8. Hộp thoại thông tin về đối tượng hiển thị trên màn hình Arc Map

- Nút lệnh liên kết (*Hyperlink*): Cho phép truy cập vào các tài liệu hoặc trang Web có liên quan đến đối tượng. *Hyperlink* cho phép bạn cung cấp thêm thông tin về các đối tượng cho những người sử dụng bản đồ của bạn trong ArcMap.

+ Nhấn chuột phải vào Layer cần làm *Hyperlink* và chọn *Open Attribute Table* để mở bảng thuộc tính, sau đó tạo ra trường LINK với định dạng text.

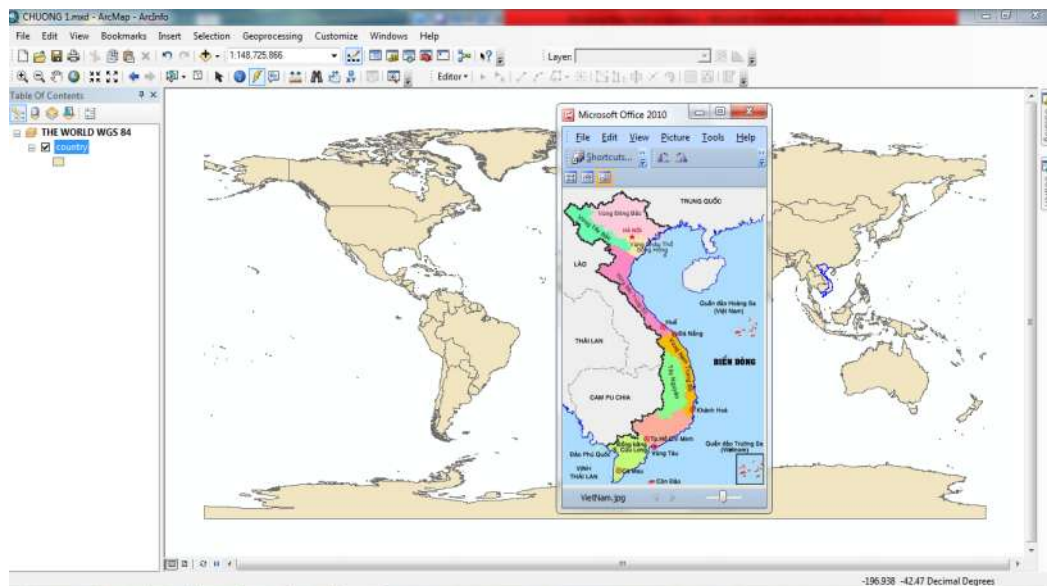
+ Trong trường LINK này, điền đường dẫn tương đối đến các thông tin theme của đối tượng. Nhập “D:/VietNam.jpg” vào trường LINK ở vị trí tương ứng với tên. Lưu ý: nhập chính xác đường dẫn, tên và định dạng của đối tượng được thêm vào.

+ Tắt bảng thuộc tính. Nhấp chuột phải vào layer THE WORLD WGS 84 và chọn *Properties*. Ở tab Display, mục *Hyperlink* tích vào *Support Hyperlink using field*, nhấp chuột vào mũi tên xổ xuống phía dưới và chọn trường LINK.



Hình 6.9. Hộp thoại tạo liên kết *Hyperlink*

+ Nhấp OK. Chọn nút lệnh/, nhấp chuột vào Việt Nam trên bản đồ, một file ảnh sẽ xuất hiện.

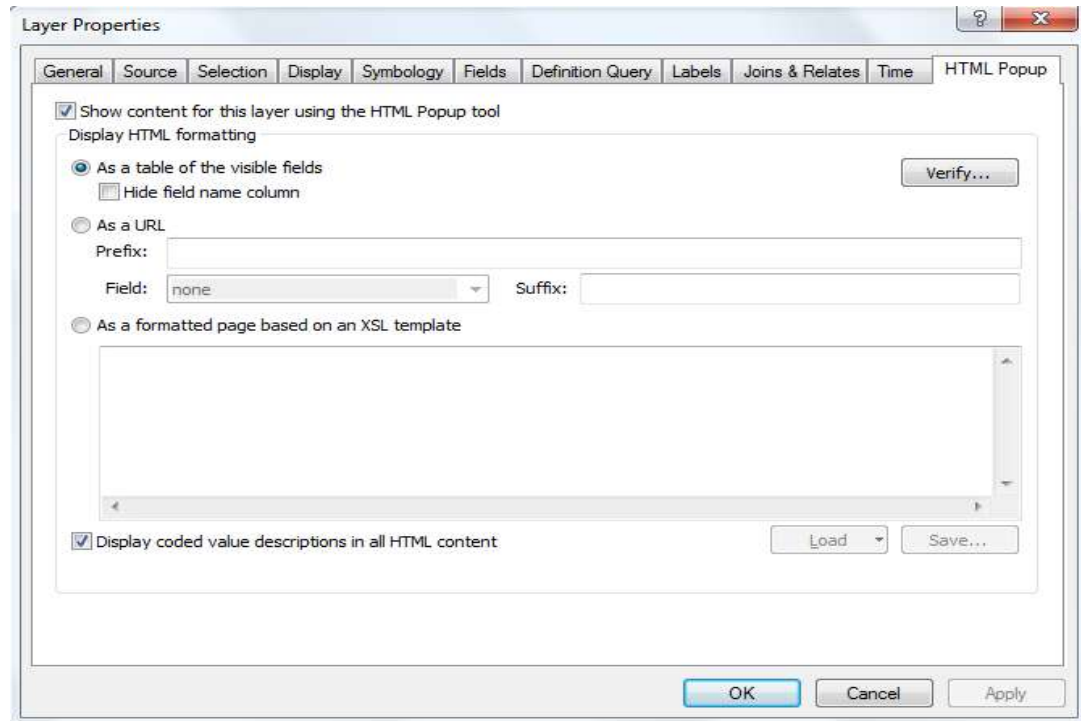


Hình 6.10. Hộp thoại hiển thị hình ảnh của đối tượng vừa tạo *Hyperlink*

- Nút lệnh HTML Popup:  xem nhanh thông tin của đối tượng bản đồ bằng cách hiển thị thông tin dưới dạng bảng (*Style Sheet*). Nút lệnh này về cơ bản cũng giống như nút lệnh *Identify* nhưng hiển thị đẹp và gọn hơn.

+ Trong bảng *Table Of Contents* nhấp chuột phải vào lớp dữ liệu *Country* và chọn *Properties*.

+ Chọn thẻ HTML Popup và đánh dấu vào mục *Show Content for this layer using the HTML Popup tool*. Nhấp OK.



Hình 6.11. Hộp thoại tạo HTML Popup

+ Nhấn chuột trái vào nút HTML Popup và tiếp tục nhấn chuột trái vào 1 vùng bất kỳ trên màn hình ArcMap. Lúc này thông tin của đối tượng đó sẽ hiển thị dưới dạng bảng.



United States	
FID	232
FIPS_CNTRY	US
GMI_CNTRY	USA
CNTRY_NAME	United States
SOVEREIGN	United States
POP_CNTRY	258833000
SQKM_CNTRY	9450720
SQMI_CNTRY	3648923
CURR_TYPE	Dollar
CURR_CODE	USD
LANDLOCKED	N
COLOR_MAP	5
LINK	

Hình 6.12. Hộp thoại thông tin của các đối tượng tạo bằng HTML Popup

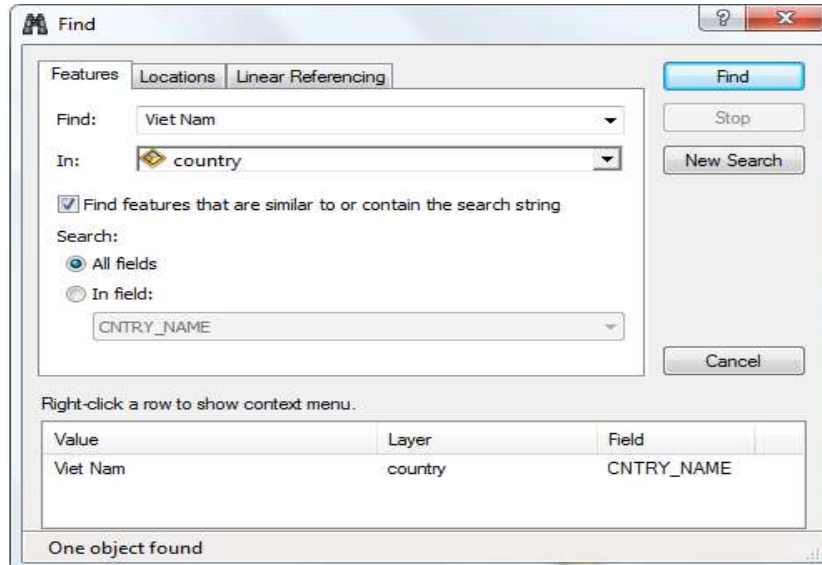
- Nút lệnh đo khoảng cách (*Measure*): Sử dụng nút lệnh này để đo khoảng cách giữa hai điểm. Sau khi chọn công cụ này, nhấp chuột vào các điểm kế tiếp, giá trị khoảng cách của các đoạn sẽ được hiển thị trên thanh trạng thái của cửa sổ.

- Nút lệnh tìm kiếm (*Find*): Cho phép tìm kiếm một đối tượng thỏa mãn một điều kiện tìm kiếm nào đó.

+ Nhấn chuột trái vào nút lệnh *Find*;

+ Trong mục *Find* gõ dòng chữ “Viet Nam”.

+ Nhấn chuột trái vào nút *Find*, ArcMap sẽ tự động tìm kiếm tất cả các đối tượng có tên “Viet Nam”.



Hình 6.13. Hộp thoại tìm kiếm *Find*

+ Nhấp chuột phải vào dòng chữ “Viet Nam” ở dưới mục *Value* và chọn *Zoom To* để phóng to khu vực đó.

+ Ngoài ra, nút *Find* còn cho phép tìm đối tượng với tên gần đúng. Thử thay dòng chữ “VietNam” trong mục *Find* bằng tên “VietNam” và làm lại các bước như trên.

- Nút lệnh tìm tuyến đường (*Find Route*):/cho phép tính toán các tuyến đường đi chính xác.

- Nút lệnh *Go To XY*:  di chuyển màn hình hiển thị tới 1 vị trí dựa theo tọa độ nhập trong bảng *Go To XY*.

- Nút lệnh *Open Time Slider Window*: Cho phép mở một cửa sổ để làm việc với các layer có sự thay đổi về thời gian.

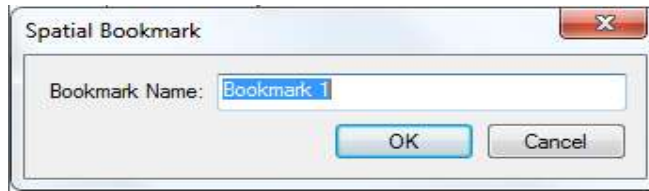
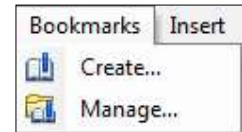
- Nút lệnh *Create Viewer Window*: Tạo một cửa sổ hiển thị con. Sử dụng nút lệnh này để vẽ một hình chữ nhật xung quanh vùng cần hiển thị riêng, lúc này một cửa sổ xuất hiện, cửa sổ này chỉ hiển thị các đối tượng trong vùng vừa vẽ.

6.1.5.5. Làm việc với công cụ *Bookmarks*

Bookmarks là công cụ dùng để đánh dấu lại vị trí bản đồ, giúp cho người đọc dễ dàng tìm đến những vị trí đó.

Cách sử dụng *Bookmarks* để đánh dấu vị trí như sau:

- Zoom bản đồ đến vị trí cần đánh dấu.
- Trên menu lệnh nhấp chuột trái chọn *Bookmarks -> Create*.
- Hộp thoại *Spatial Bookmarks* hiện ra, nhập tên cho Bookmarks.



Hình 6.14. Hộp thoại *Spatial Bookmarks*

- Nhấp OK. Đã đánh dấu được vị trí bản đồ.

Khi muốn di chuyển màn hình về vị trí đó thì nhấp chuột trái vào *Bookmarks* trên menu lệnh và chọn vị trí bản đồ theo tên *Bookmarks* đã đặt.

Mục Manage dùng để quản lý các *Bookmarks*.

6.1.5.6. Tắt, bật các lớp Layer

Trong hộp danh sách các lớp bản đồ TOC (*Table Of Contents*): Để tắt hoặc bật một lớp layers trong bản đồ, người dùng nhấp chuột vào hộp lựa chọn đứng trước tên lớp trong hộp danh sách quản lý lớp. Nếu dấu check (v) xuất hiện trong hộp lựa chọn, layer được hiện lên trên vùng hiển thị nội dung bản đồ. Ngược lại, nếu dấu check không xuất hiện, layer bị ẩn đi.

6.1.5.7. Xem thông tin bảng thuộc tính

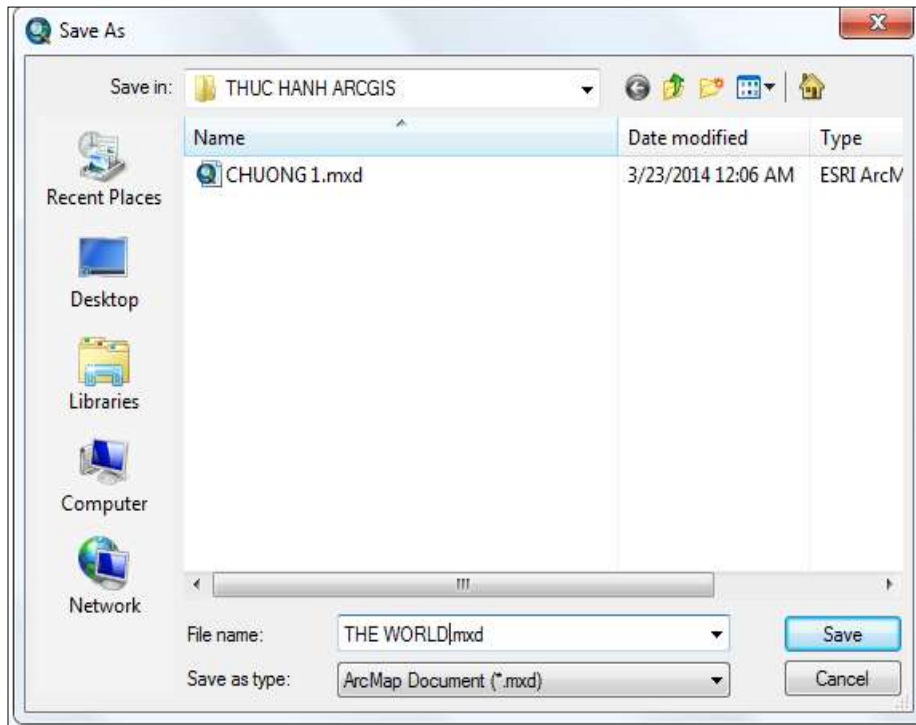
- Nhấp chuột phải vào layer *Countries* trong bảng *Table Of Contents* và chọn *Open Attribute Table*.
- Bảng thuộc tính của lớp dữ liệu được mở ra hình dưới:

FID	Shape *	FIPS_CNTRY	GMI_CNTRY	CNTRY_NAME	SOVEREIGN	POP_CNTRY	SQKM_CNTRY	SQMI_CNTRY	CURR_TYPE
0	Polygon	AA	ABW	Aruba	Netherlands	67074	182.926	70.628	Florin
1	Polygon	AC	ATG	Antigua and Barbuda	Antigua and Barbuda	65212	462.378	178.524	EC Dollar
2	Polygon	AF	AFG	Afghanistan	Afghanistan	17250390	641869.188	247825.703	Afghani
3	Polygon	AG	DZA	Algeria	Algeria	27459230	2320972	896127.312	Dinar
4	Polygon	AJ	AZE	Azerbaijan	Azerbaijan	5487866	85808.203	33130.551	Manat
5	Polygon	AL	ALB	Albania	Albania	3416945	28754.5	11102.11	Lek
6	Polygon	AM	ARM	Armenia	Armenia	3377228	29872.461	11533.76	Dram
7	Polygon	AN	AND	Andorra	Andorra	55335	452.485	174.704	Peseta
8	Polygon	AO	AGO	Angola	Angola	11527260	1252421	483559.812	Kwanza
9	Polygon	AQ	ASM	American Samoa	United States	53000	186.895	72.16	US Dollar
10	Polygon	AR	ARG	Argentina	Argentina	33796870	2781013	1073749	Peso
11	Polygon	AS	AUS	Australia	Australia	17627520	7706142	2975342	Australia Dollar
12	Polygon	AU	AUT	Austria	Austria	7755406	83738.852	32331.57	Schilling
13	Polygon	AV	AIA	Anguilla	United Kingdom	9208	86.296	33.319	EC Dollar
14	Polygon	AY	ATA	Antarctica	Antarctica	0	12302740	4750088	
15	Polygon	BA	BHR	Bahrain	Bahrain	575814	657.268	253.771	Dinar
16	Polygon	BB	BRB	Barbados	Barbados	260627	439.942	169.862	Dollar
17	Polygon	BC	BWA	Botswana	Botswana	1446623	580011.188	223942.297	Pula
18	Polygon	BD	BMU	Bermuda	United Kingdom	59973	39.412	15.217	Dollar
19	Polygon	BE	BEL	Belgium	Belgium	10032460	30479.609	11768.18	Franc
20	Polygon	BF	BHS	Bahamas, The	Bahamas, The	272209	12867.78	4968.25	Dollar
21	Polygon	BG	BGD	Bangladesh	Bangladesh	120732200	138507.203	53477.629	Taka
22	Polygon	BH	BLZ	Belize	Belize	207508	22174.82	8561.698	Dollar

Hình 6.15. Hộp thoại hiển thị bảng thuộc tính của lớp dữ liệu *Country*

6.1.5.8. Ghi lưu bản đồ

Trên thanh menu nhấp chọn *File/Save*. Lệnh này cho phép ghi lưu toàn bộ trạng thái làm việc trong ArcMap thành một file gọi là *Map document* có đuôi là **.mxd*. Khi đó hộp thoại *Save As* hiện ra:



Hình 6.16. Hộp thoại ghi lưu bản đồ

Trong đó:

- Save in: chọn thư mục cần lưu bản đồ.
- File name: đặt tên bản đồ là “THE WORLD.mxd”
- Save as type: định dạng dữ liệu bản ghi là *.mxd.

Nhấp *Save*.

Để mở file dữ liệu này, dùng lệnh *Open* trong *menu File* hoặc nhấp vào biểu tượng/trên thanh công cụ *Standard*, tìm đến thư mục lưu dữ liệu và chọn file cần mở, sau đó nhấp *Open*.

6.1.5.9. Mở một bản đồ có sẵn

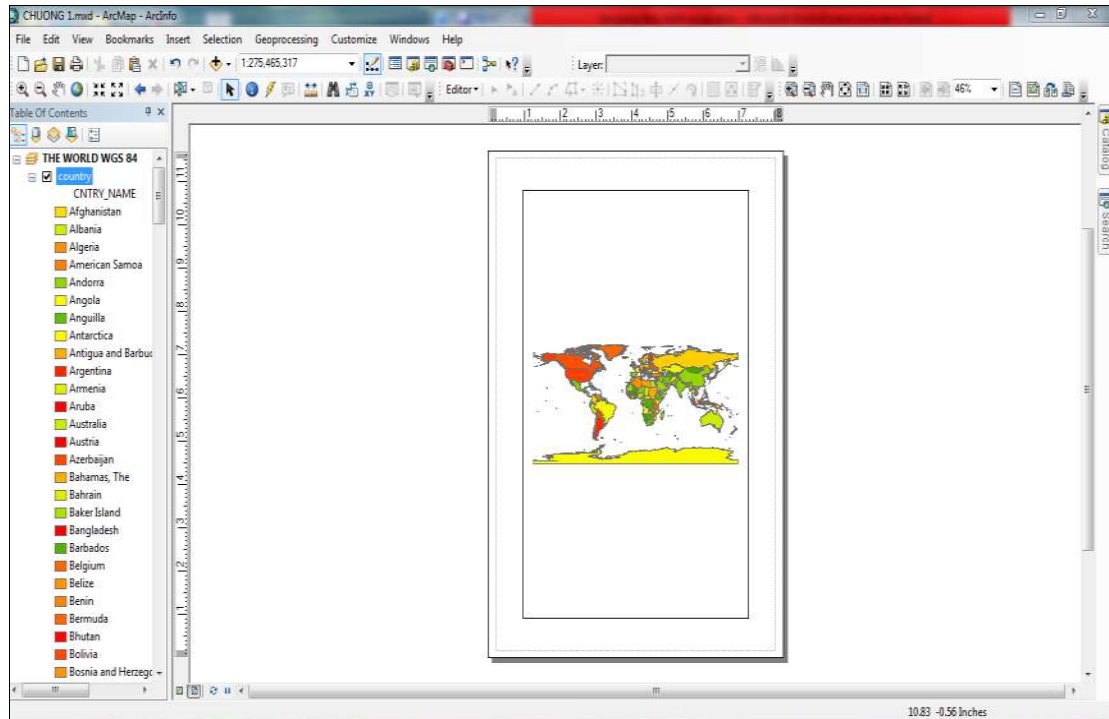
- Trên thanh menu nhấp chọn *File/Open...* Khi đó hộp thoại *Open* xuất hiện cho phép người dùng duyệt đến bản đồ cần mở.

- Chọn tệp tin “*THE WORLD.mxd*” vừa lưu ở trên để mở và nhấn chuột vào nút lệnh *Open*, ArcMap sẽ nạp nội dung bản đồ lên màn hình ở chế độ hiển thị *Data View*.

*Lưu ý: Nếu ArcMap chưa hiển thị lớp dữ liệu do dữ liệu bị mất đường dẫn thì nhấp chuột phải vào lớp dữ liệu đó chọn *Data/Repair Data Source...* xuất hiện hộp thoại *Data Source* tìm đến thư viện có chứa lớp dữ liệu đó rồi nhấp *Add*.*

6.1.5.10. Hiện thị chế độ Layout view

- *Layout View* là trang dùng để hiển thị và trình bày kết quả bản đồ.
- Để chuyển chế độ hiển thị từ *Data View* sang chế độ hiển thị của *Layout View*. Trên Menu, nhấp chuột trái vào thực đơn *View/Layout*. Khi đó màn hình sẽ hiển thị như hình sau:



Hình 6.17. Chế độ Layout view

- Vào thực đơn *View/Data View* để quay trở lại chế độ hiển thị *Data View* trước đó

6.1.5.11. Thêm mới và xóa một DataFrame

- Thêm mới một *Data Frame*;
 - + Trên menu *Insert* chọn *Data Frame* khi đó xuất hiện trong TOC;
 - + Để ý các Layer của *Data Frame* “THE WORLD VN 2000 ZONE 48N” không hiển thị trên màn hình nữa (do trong chế độ *Data view*, ArcMap chỉ hiển thị 1 *Data Frame* trong một thời điểm, đó là *Active Frame* – tên của nó được viết bằng chữ đậm trong TOC). Ta có thể chọn hệ quy chiếu khác cho *New Data Frame* này.
 - + Để làm việc với các *Data Frame* nào trong TOC thì nhấp chuột phải vào *Data Frame* rồi chọn *Activate*.

- Xóa một *Data Frame*.

Trong TOC nhấp chuột phải vào *Data Frame* vừa tạo rồi chọn *Remove*.

6.1.5.12. Di chuyển lớp dữ liệu trong TOC

Để di chuyển lớp dữ liệu nhấp và giữ trái chuột vào lớp dữ liệu cần di chuyển sau đó kéo lớp dữ liệu (lên xuống trong TOC) đến vị trí cần đặt lớp dữ liệu.

6.1.5.13. Sao chép và xóa lớp dữ liệu trong TOC

- Muốn sao chép một lớp dữ liệu (dùng để thể hiện trong TOC) nhấp chuột phải vào lớp dữ liệu cần sao chép rồi chọn copy sau đó di chuyển chuột đến tên của *Data Frame* nhấp chuột rồi chọn *Paste*.

- Muốn xóa lớp dữ liệu ra khỏi danh sách (TOC) nhấp phải chuột vào lớp dữ liệu đó và chọn *Remove*.

6.1.6. Biên tập bản đồ

Templates bản đồ là một loại mẫu của trang Layout được tạo sẵn với mục đích tạo ra một loại bản đồ có cấu trúc giống nhau về các thành phần trên bản đồ giúp cho việc biên tập trình bày bản đồ một cách nhanh chóng và theo đúng quy định bản đồ hiện hành.

Mỗi bản đồ đòi hỏi phải có các yếu tố bắt buộc: tiêu đề, khung, lưới tọa độ ghi chú, thước tỷ lệ, mũi tên chỉ hướng, các thông tin khác.

6.1.6.1. Trình bày và hiển thị các lớp dữ liệu

- Đổi các tên layer trong TOC từ tiếng Việt không dấu sang tiếng Việt có dấu.
- Chọn ký hiệu màu phù hợp với đối tượng.

Lưu ý: Đối với 2 đối tượng chồng đè lên nhau, thông thường ta chỉ nhìn thấy 1 đối tượng nằm phía trên, tuy nhiên ArcMap cho phép nhìn thấy cả đối tượng này cùng lúc bằng cách sử dụng chức năng *Transparent*.

6.1.6.2. Đặt trang in

Trên ArcMap vào menu View/Layout View để tạo trang in.

Để trình bày bản đồ được đẹp và phù hợp với mục đích in ấn, người sử dụng nên đặt trang in cho bản đồ trước khi biên tập trên trang Layout. Ngay tại trang in này người dùng có thể thay đổi kích thước khung hiển thị của bản đồ cho vừa, bằng cách đưa chuột đến gần 1 trong 8 hình vuông nhỏ và kéo khung hiển thị bản đồ giãn ra.

6.1.6.3. Đặt tỷ lệ bản đồ

Trên thanh công cụ menu nhấp chọn *View/Data Frame Properties...* Cửa sổ *Data Frame Properties* hiện ra, nhấp chọn thẻ *Data Frame*, chọn mục *Extent* là *Fixed Scale*, chọn *Scale* theo tỷ lệ muốn đặt.

6.1.6.4. Tạo lưới chiếu bản đồ

Vào menu View chọn *Data Frame Properties*. Cửa sổ *Data Frame Properties* hiện ra nhấp chọn thẻ Grids để tạo mới lưới chiếu cho bản đồ.

ArcGIS cung cấp cho người sử dụng ba kiểu lưới chiếu. Tùy từng mục đích sử dụng mà chọn kiểu lưới chiếu cho phù hợp.

Nhập các thông số của lưới chiếu sao cho phù hợp. Ngoài ra, ArcGIS cũng cung cấp cho người dùng các công cụ để chỉnh sửa lưới chiếu.

6.1.6.5. Tạo khung bản đồ, chèn thước tỷ lệ, tiêu đề bản đồ, mũi tên chỉ hướng

Để tạo khung bản đồ, cũng như chèn thước tỷ lệ, tên tiêu đề bản đồ, mũi tên chỉ hướng Bắc Nam trên thanh menu nhấp *Insert* chọn các công cụ tương ứng.

- + Neatline: Để tạo khung bản đồ.
- + North Arrow: Chèn mũi tên hướng Bắc Nam.
- + Scale Bar: Chèn thước tỷ lệ.

+ Title: Chèn tiêu đề của bản đồ.

6.1.6.6. Thiết lập bảng chú giải

Tạo chú giải tự động từ các lớp dữ liệu đã có trên bản đồ cũng là một thể mạnh trong biên tập bản đồ của ArcGIS. Khi cách hiển thị dữ liệu được thay đổi thì chú giải cũng tự động cập nhật theo. Trên menu *Insert*, chọn *Legend*.

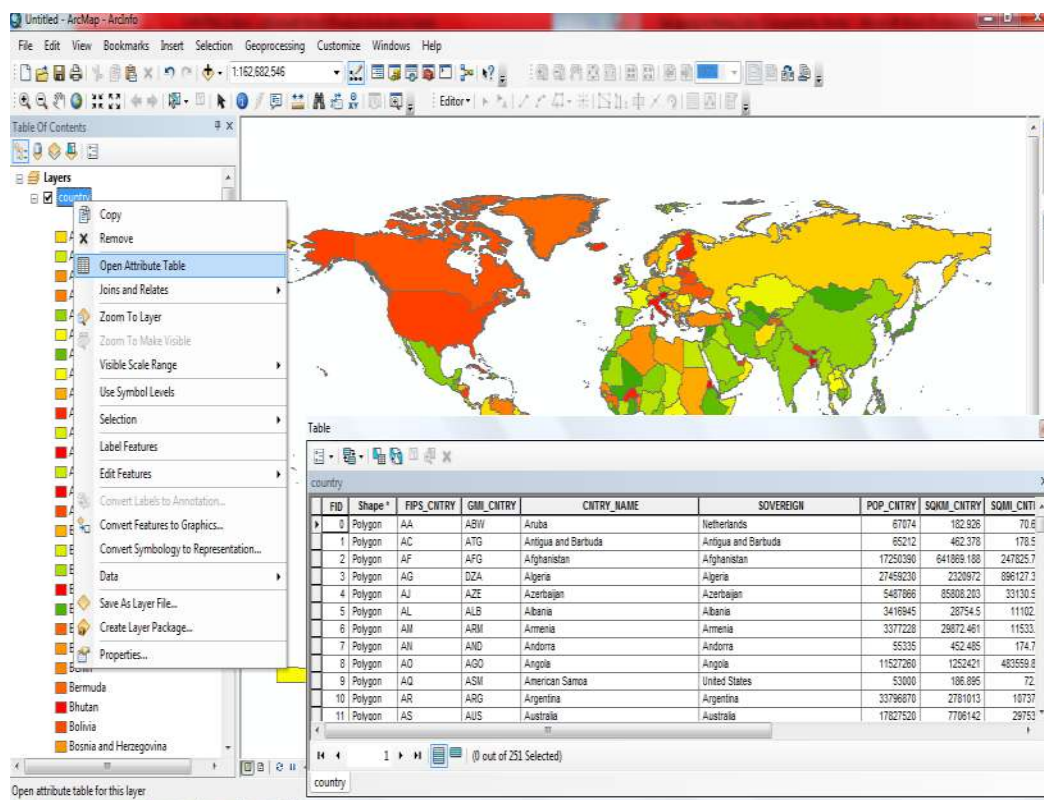
6.2. Xây dựng cơ sở dữ liệu thuộc tính

6.2.1. Cấu trúc của bảng thuộc tính

Đặc điểm:

- Chứa thông tin mô tả của các đối tượng trên *View*.
- Mỗi một *Feature class* có một bảng liên kết.
- Mỗi hàng trong bảng chứa thuộc tính của một đối tượng đồ họa.

Để xem bảng thuộc tính của các *Feature class*/click chuột phải vào *Feature class* muốn xem thông tin chọn *Open Attribute Table*. Ngược lại, để đóng bảng chọn nút *Close* trên góc trên bên phải của màn hình để đóng cửa sổ của bảng thuộc tính.



Hình 6.18. Giao diện bảng thuộc tính trên ArcMap

Cấu trúc của bảng thuộc tính:

- Các bản ghi/hàng và các trường/cột.
- Các loại cột có thể lưu trữ dữ liệu dạng số, chữ viết, ngày.
- Tên cột là duy nhất (không có hai cột tên trùng nhau).
- Các kiểu trường khác nhau lưu trữ các loại giá trị khác nhau.

- Chọn đúng kiểu trường cho các giá trị.
- Các kiểu trường tùy theo cấu trúc bảng dữ liệu.

Cột (trường)

Hàng (bản ghi)

Các giá trị thuộc tính

country				
	FID	Shape *	FIPS_CNTRY	GMI_CNTRY
▶	0	Polygon	AA	ABW
	1	Polygon	AC	ATG
	2	Polygon	AF	AFG
	3	Polygon	AG	DZA
	4	Polygon	AJ	AZE
	5	Polygon	AL	ALB
	6	Polygon	AM	ARM
	7	Polygon	AN	AND
	8	Polygon	AO	AGO
	9	Polygon	AQ	ASM
	10	Polygon	AR	ARG
	11	Polygon	AS	AUS

Hình 6.19. Cấu trúc bảng thuộc tính

6.2.2. Thêm Field

Mở bảng thuộc tính của *Feature class* cần thêm trường dữ liệu. Để thêm trường dữ liệu trước chúng ta phải tắt chế độ biên tập *Feature class*. (Vào *Editor* chọn *Stop*).

Click chuột vào biểu tượng *Table Option*/chọn *add field*, xuất hiện hộp thoại *add field*.

The image shows a dialog box titled "Add Field". It has three main sections: "Name:" with a text input field, "Type:" with a dropdown menu currently showing "Short Integer", and "Field Properties" with a "Precision" label and a text input field containing "0". At the bottom are "OK" and "Cancel" buttons.

Hình 6.20. Hộp thoại thêm trường dữ liệu (Add Field)

Tại ô Name → nhập tên trường (cho phép tên có độ dài tối đa: 9 ký tự)

Type → nhập kiểu trường (có 6 kiểu: *Short Integer*, *Long Integer*, *Float*, *Double*, *Text*, *Date*).

Vào *Menu Edit...* trong cửa sổ *Attribute* chọn *Add Record*, nhập dữ liệu *Field*, *Record*.

Precision → độ rộng của trường.

Scale → số chữ số sau dấu phẩy (với *Float*, *Double* là: Number), lưu ý rằng: độ lớn của trường *Scale* luôn luôn phải nhỏ hơn độ lớn của trường *Precision* ít nhất 2 giá trị.

Thực hành: Tạo bảng biểu mới với các thông số sau:

Name	Type	Precision	Scale
ADMIN	Long integer	10	
CNTRY_NAME	Long integer	15	
REGION	Long integer	25	
POP	Float	10	0
SQKM	Float	10	3
TYPE_ENG	Long integer	15	
TYPE_VN	Long integer	15	

Vào Menu *Editor...* trong cửa sổ *Attribute* chọn *Add Record*, nhập dữ liệu *Field*, *Record*.

6.2.3. Xóa field

Chọn 1 field dữ liệu cần xóa

Click chuột phải vào field cần xóa, chọn *Delete Field*.



Hình 6.21. Xóa trường dữ liệu (*Delete Field*)

Sau khi đã tạo và nhập dữ liệu cho bảng biểu xong, vào menu *Editor*, chọn *Stop* để kết thúc chế độ chỉnh sửa dữ liệu thuộc tính trong bảng. Xuất hiện hộp thoại yêu cầu khẳng định: có muốn lưu lại những thay đổi trong bảng thuộc tính hay không?

6.2.4. Thay đổi độ rộng của cột (*Field*)

- Đưa chuột tới tiêu đề của field muốn thay đổi độ rộng.
- Click và rê chuột tới vị trí mong muốn.
- Thả gờ của field tại vị trí đó.

6.2.5. Sắp xếp lại các cột (Field) trong bảng

- Click vào tiêu đề của cột muốn sắp xếp.
- Click và rê tiêu đề đó tới vị trí muốn sắp xếp.
- Thả tiêu đề tại vị trí đã chọn.

6.2.6. Đóng băng/mở đóng băng cột (Field)

- Click vào tiêu đề của cột muốn đóng băng/mở chế độ đóng băng.
- Click phải lên cột vừa chọn, sau đó chọn *Freeze* hoặc *Unfreeze Column*.

6.2.7. Đặt tên cho cột (Field)

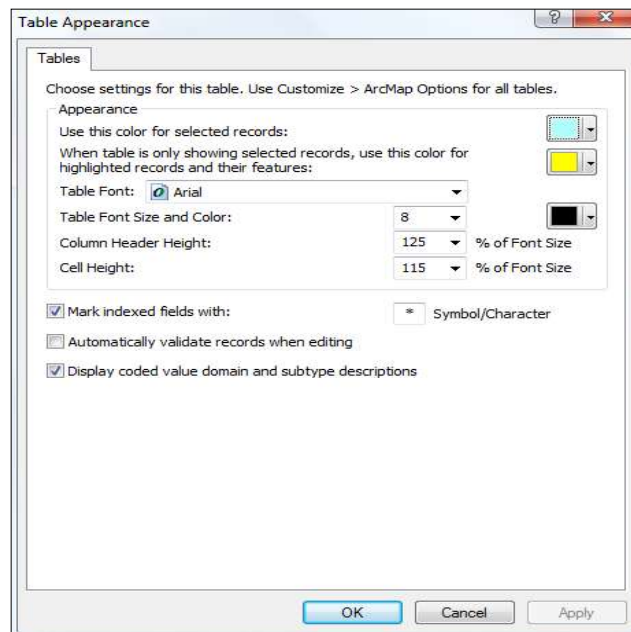
- Nếu *Field* nằm trong một *Layer* thì click phải chuột trên tab *Display* và chọn *Properties*.
- Nếu *Field* nằm trong một bảng độc lập thì click phải chuột trên tab *Display* và chọn *Properties*.
- Click tab *Field*. Chọn hàng chứa *Field* muốn thay đổi. Tại vị trí *Alias* tương ứng, nhập vào tên cột muốn đặt cho *Field*.

6.2.8. Chọn các File được hiển thị

- Nếu *Field* nằm trong một *Layer* thì click phải chuột trên tab *Display* và chọn *Properties*.
- Nếu *Field* nằm trong một bảng độc lập thì click phải chuột trên tab *Source* và chọn *Properties*.
- Click tab *Field*. Chọn hàng chứa *Field* muốn thay đổi. Tại vị trí đầu của mỗi *Field*, chọn vào hộp kiểm để chọn *Field* muốn hiển thị

6.2.9. Định dạng chữ cho bảng

- Chọn *Table Options*  / *Appearance*, xuất hiện hộp thoại *Table Appearance*:



Hình 6.22. Hộp thoại thiết lập định dạng cho bảng (Table Appearance)

- Chọn *Font* chữ trong mũi tên cuộn của hộp thoại *Table Appearance*.
- Chọn kích thước và màu sắc trong mũi tên cuộn của hộp thoại *Table Font Size and Color*.
- Bấm OK.

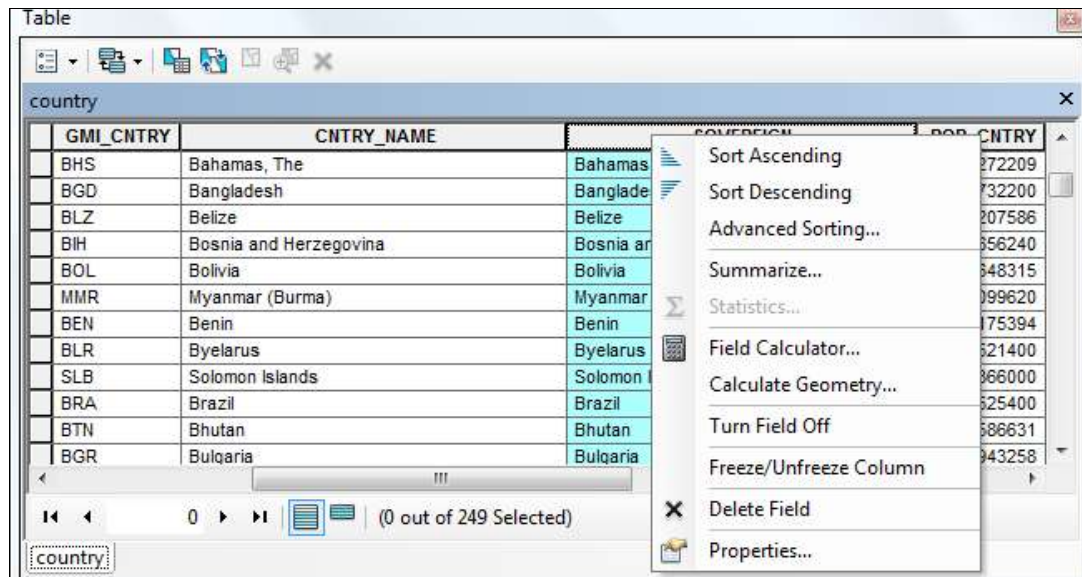
6.2.10. Sắp xếp các Record

Sắp xếp lại các Record cho phép hình dung các thông tin một cách có quy luật hơn. Ví dụ khi có một số lượng thông tin lớn thì việc xem hết các giá trị thông tin sẽ mất nhiều thời gian. Sau khi sắp xếp lại các thông tin theo giá trị tăng dần hay giảm dần, sẽ thấy được giá trị lớn hay nhỏ nhất trong một trường (*Field*).

Có thể sắp xếp lại dựa theo nhiều trường (*Fields*). Trong trường hợp này cần phải sắp xếp lại thứ tự của các trường theo thứ tự sắp xếp từ trái sang phải. Khi sắp xếp lại chúng, chọn trường thứ nhất để sắp xếp, khi gặp những giá trị trùng nhau trên trường thứ nhất thì sẽ được sắp xếp tiếp tục trên trường thứ hai.

* *Sắp xếp các Record theo một Field:*

- Click lên thanh tiêu đề của *field* cần sắp xếp.
- Click chuột phải trên trường này để chọn kiểu sắp xếp *Sort Ascending* (tăng dần) hoặc *Sort Descending* (giảm dần).

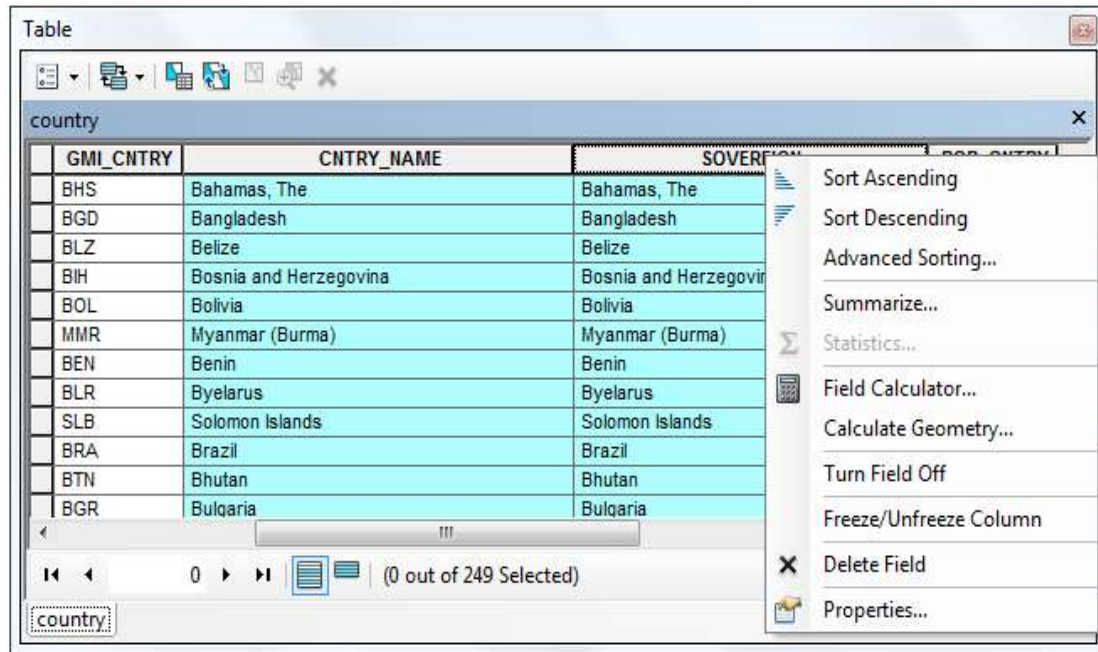


Hình 6.23. Sắp xếp các Records theo một Field

* *Sắp xếp các Record theo nhiều Fields:*

- Sắp xếp lại các trường theo thứ tự ưu tiên. Cột nào sắp xếp trước sẽ ở bên trái của cột sắp xếp thứ hai.
- Sắp xếp lại các trường theo thứ tự ưu tiên. Cột nào sắp xếp trước sẽ ở bên trái của cột sắp xếp thứ hai.
- Chọn tiêu đề của cột thứ nhất muốn sắp xếp.
- Nhấn *Ctrl* và chọn tiêu đề của cột tiếp theo.
- Tương tự, có thể chọn tất cả các cột muốn sắp xếp.

- Click phải trên những cột sắp xếp đó và chọn kiểu sắp xếp *Sort Ascending* hay *Sort Descending*.



Hình 6.24. Sắp xếp các Records theo nhiều Fields

6.2.11. Xóa các Record

Chọn 1 hoặc nhiều record dữ liệu cần xóa.

Vào menu *Editor...* trong của sổ *Table*, chọn *Delete Records* 

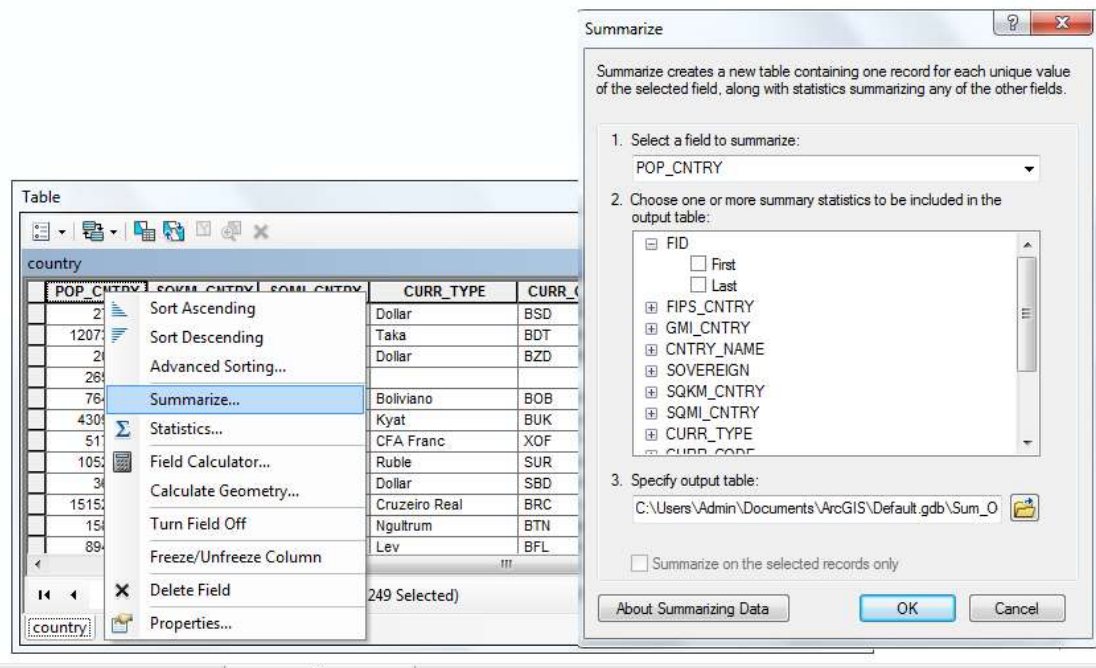
Sau khi đã tạo và nhập dữ liệu cho bảng biểu xong → Vào menu *Table* trong của sổ *Attribute*, chọn *Stop Editing* để kết thúc chế độ chỉnh sửa dữ liệu thuộc tính trong bảng.

Xuất hiện hộp thoại yêu cầu khẳng định: Có muốn lưu lại những thay đổi trong bảng thuộc tính hay không?

6.2.12. Tính toán

* *Tính tổng của dữ liệu trong một trường*

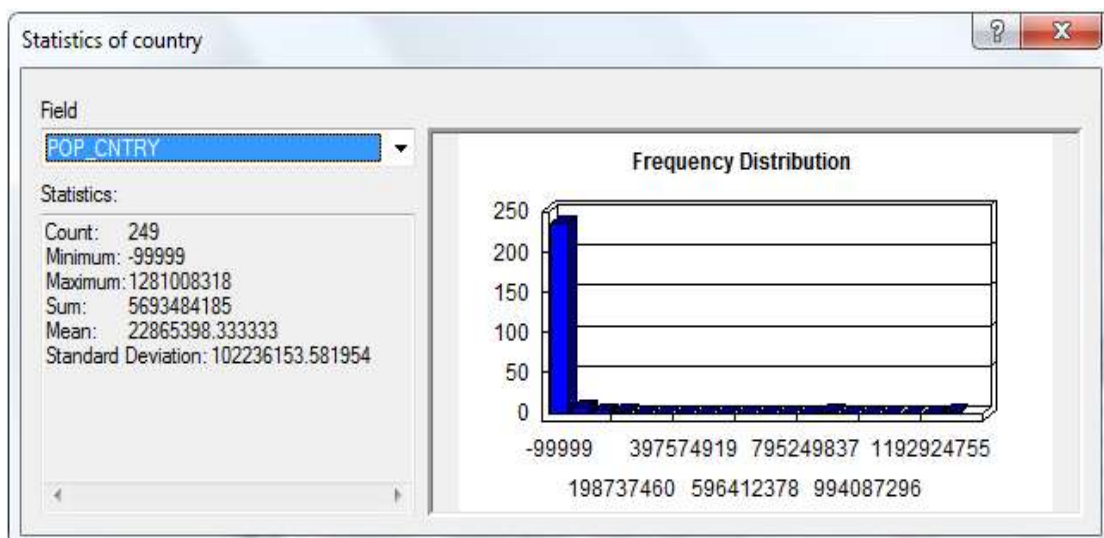
- Click chuột vào thanh tiêu đề của cột cần tính tổng, chọn *Summarize*.
- Chọn trường cần tính ở thanh cuộn 1.
- Chọn các phương pháp tính của trường ở thanh cuộn 2.
- Chọn đường dẫn và tên của bảng xuất ở biểu tượng .
- Chọn Ok.
- Chọn Yes nếu đưa bản ghi xuất được vào bản đồ đang mở.



Hình 6.25. Hộp thoại Summarize

* *Thống kê dữ liệu trong một Field:*

- Kích chuột phải vào phần trên của trường cần thống kê.
- Chọn *Statistics*.
- Số liệu thống kê sẽ hiện ở bảng bên.

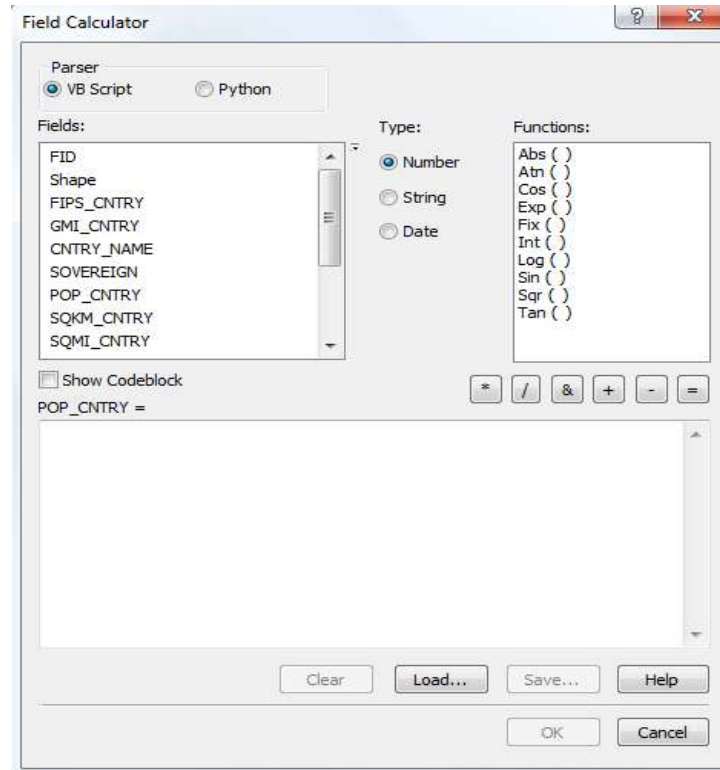


Hình 6.26. Hộp thoại thống kê (Statistic)

* *Thực hiện phép tính trong một Field:*

- Click chuột vào *Edit*/chọn *Start Editing*.
- Mở bảng thuộc tính của lớp cần thực hiện phép tính. Nếu muốn tính toán trên một số *Record* thì chọn nó. Ngược lại ArcMap sẽ tính toán trên toàn bộ các *Record*.

- Kích chuột phải ở phần trên của cột cần tính giá trị. Chọn *Field Caculate* xuất hiện hộp thoại *Field Calculator*.
- Chọn hộp kiểm *Advance*.
- Sử dụng *Fields* và *Function* để thành lập câu lệnh, đối với những câu lệnh đơn giản có thể đánh trực tiếp, ví dụ như: cộng, trừ, nhân, chia.
- Chọn OK.



Hình 6.27. Hộp thoại *Field Calculator*

6.2.13. Các bài tập thực hành các chức năng gắn, liên kết các bảng thuộc tính

Yêu cầu: Để thực hiện liên kết dữ liệu, yêu cầu trong bảng thuộc tính:

- Với *HyperLink*: Phải có một trường lưu trữ đường dẫn file liên kết. (Đã giới thiệu ở chương 1).

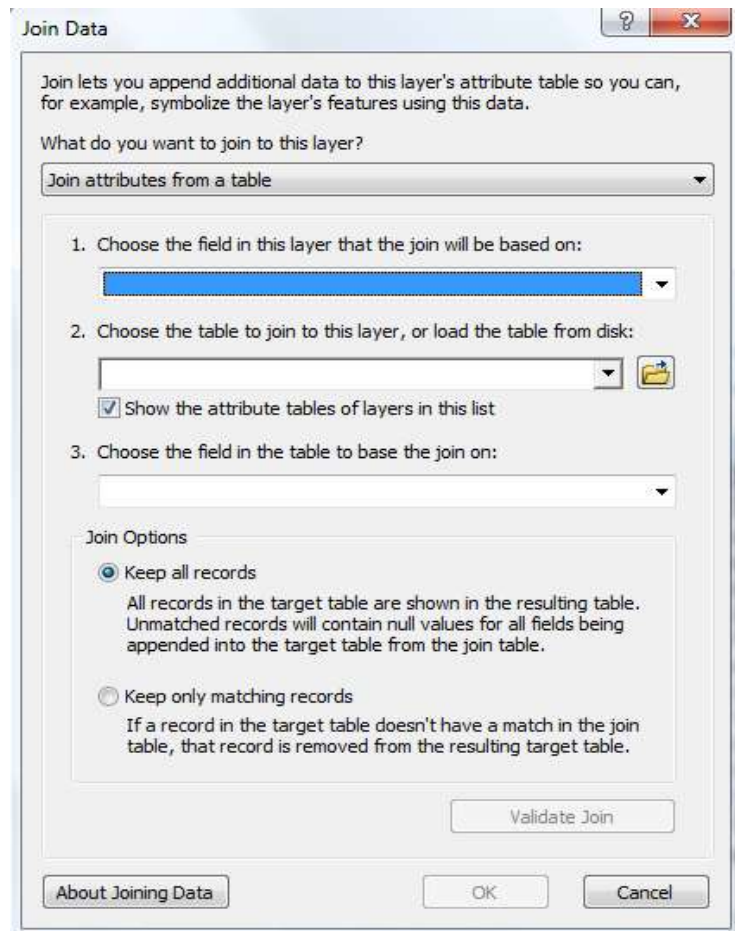
- Với *Join, Related*: Trong 2 bảng dữ liệu dùng để liên kết phải có một trường giống nhau về tên trường, các giá trị trong trường (record).

+ Mở đồng thời cả 2 bảng dữ liệu: Cần lưu ý rằng, cả 2 bảng dữ liệu đều phải có 1 trường dữ liệu chung, ở đây đó là trường: *Admin_name*.

* *Join dữ liệu*:

- Click phải chuột tên *Layer* hoặc bảng muốn nối.
- Chọn *Joins and Relates*/chọn *Join*.
- Chọn *Join attributes* from a table trong thanh cuộn đầu tiên.
- Click trên thanh cuộn thứ hai để chọn *Field* của *Layer* mà *Join* sẽ nối giá trị tới.
- Click trên thanh cuộn thứ ba để chọn bảng sẽ nối.

- Trên thanh cuộn thứ tư, chọn *Field* của bảng sẽ nối.
- Bấm Ok.



Hình 6.28. Hộp thoại *Join Data*

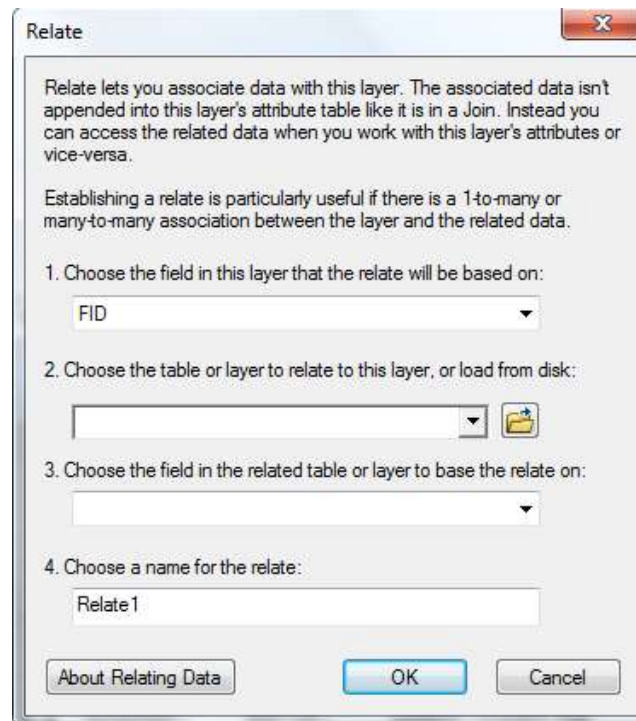
* *Xóa bỏ Join:*

- Kích phải chuột trên *Layer* muốn bỏ *Join*.
- Chọn *Joins and Relates*.
- Chọn *Remove Joins* và chọn *Join* muốn xóa.

Bên cạnh *Join* còn có một dạng qua hệ khác nữa là *Related* (gộp). Không giống như *Join*, *Related* không nối dữ liệu trong hai bảng lại với nhau. Nó chỉ đơn giản tạo một mối quan hệ giữa hai bảng bằng cách chọn đối tượng có giá trị giống nhau trong hai bảng đó.

Ví dụ: Mỗi tỉnh trong một quốc gia có thể có nhiều huyện, khi chọn đối tượng tỉnh thì theo quan hệ tất cả các huyện trong tỉnh đó sẽ được chọn. *Related* có thể tạo quan hệ giữa các bảng theo quan hệ một - nhiều hoặc nhiều - nhiều.

** Tạo Related giữa hai bảng*



Hình 6.29. Hộp thoại thiết lập *Relate* giữa các bảng

- Click phải chuột trên *Layer* hoặc bảng muốn tạo liên kết nối.
- Chọn *Joins and Relates*/click *Relate*.
- Trên thanh cuộn đầu tiên, chọn *Field* tạo *Relate*.
- Trên thanh cuộn thứ hai, chọn *Layer* hoặc bảng sẽ *Relate*.
- Trên thanh cuộn thứ ba, chọn *Field* trong *Layer* hoặc bảng *Relate*.
- Nhập tên *Relate* trong hộp thoại.
- Bấm OK.

** Truy cập đối tượng qua Relate*

- Mở bảng đã định *Relate*.
- Chọn những bảng ghi muốn hiển thị *Relate*.
- Click vào menu *Option*, bấm chuột vào *Relates* và chọn *Relate* cần thiết.

6.3. Xây dựng cơ sở dữ liệu không gian

6.3.1. Các phương pháp hiển thị dữ liệu không gian trong GIS

ArcMap có hai chế độ hiển thị: *Data View* và *Layout View*. Trong *Data View* chỉ hiển thị các đối tượng bản đồ hay nội dung của bản đồ. *Layout View* hiển thị bản đồ ở chế độ in trên giấy, trong đó ngoài các đối tượng bản đồ còn có các *Graphic element* là các yếu tố trang trí bản đồ như khung, lưới tọa độ, chú giải...

Trong *Data View*, chỉ cho phép làm việc với một *Data Frame* ở một thời điểm, còn trong *Layout View* có thể làm việc với đồng thời nhiều *Data Frame*. Các dữ liệu (đối tượng địa lý) chỉ có thể được chỉnh sửa trong *Data View*.

Dữ liệu có thể được hiển thị trên bản đồ bằng nhiều phương pháp khác nhau. Mỗi phương pháp được đặc trưng bởi ký hiệu, màu sắc, lực nét, đường bao... Tùy theo loại dữ liệu và mục đích sử dụng mà người dùng chọn cách hiển thị cho phù hợp. ArcMap hỗ trợ nhiều phương pháp hiển thị dữ liệu.

6.3.1.1 *Single Symbol*

Tất cả các đối tượng đều được hiển thị theo cùng một kiểu. Phương pháp này được dùng để hiển thị các dữ liệu đơn giản hay dùng để nghiên cứu mật độ phân bố các đối tượng dạng điểm.

6.3.1.2. *Categories*

Các đối tượng được hiển thị bằng màu sắc hay ký hiệu khác nhau dựa trên giá trị của một (hay nhiều) thuộc tính nào đó. Có các chế độ hiển thị bằng *Categories*: Unique values; Unique values, many field; Match to symbols in style. Trong đó *Unique values* là hay được sử dụng nhất chẳng hạn như để hiển thị các loại hình sử dụng đất bằng các màu sắc khác nhau, hay trên bản đồ hành chính các địa phương được tô màu khác nhau. Match to symbols in style dùng để hiển thị bằng các style đặt trước.

6.3.1.3 *Quantities*

Các đối tượng được hiển thị bằng màu sắc hay ký hiệu khác nhau dựa trên giá trị của một (hay nhiều) thuộc tính nào đó.

Trong đó:

- *Graduated color*: Các khoảng giá trị được hiển thị bằng màu sắc khác nhau.
- *Graduated symbols*: Các khoảng giá trị được hiển thị bằng ký hiệu có kích thước khác nhau.
- *Proportional symbol*: Mỗi giá trị được hiển thị bằng ký hiệu có kích thước tỷ lệ với giá trị đó.
- *Dot Density*: Thuộc tính được thể hiện bằng các điểm có mật độ khác nhau. Giá trị càng cao thì mật độ càng lớn.

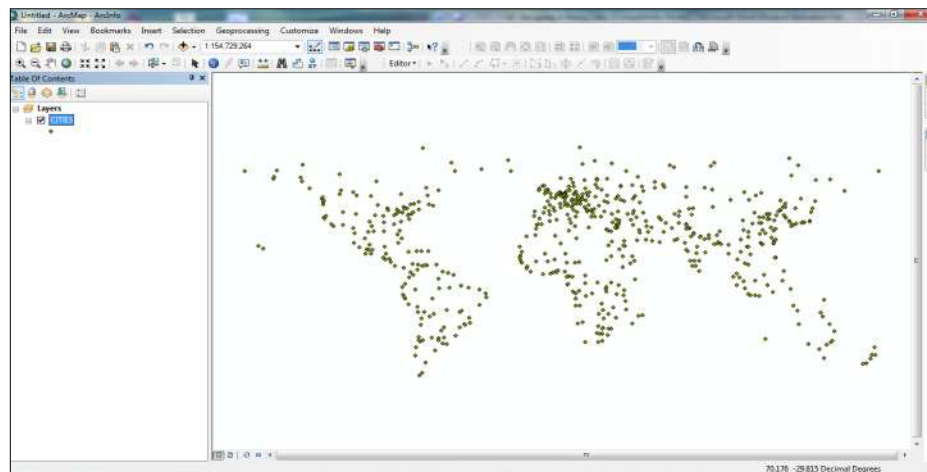
6.3.1.4. *Chart*

Giá trị của một tập hợp các thuộc tính dạng số được thể hiện dưới dạng biểu đồ. Hai loại biểu đồ chính thường được sử dụng là biểu đồ dạng cột (bar/ column) và biểu đồ dạng bánh (pie).

6.3.2. **Thực hành hiển thị cơ sở dữ liệu GIS The World trong ArcGIS.**

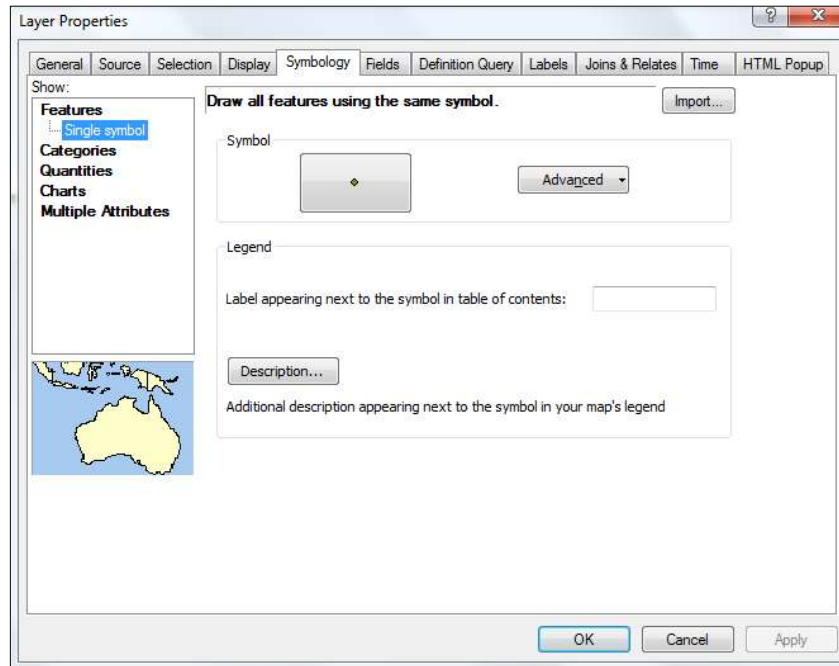
6.3.2.1 *Biên tập các đối tượng dạng điểm*

- Thêm vào ArcMap lớp dữ liệu CITIES.shp. (Dùng chức năng *Add Data*)



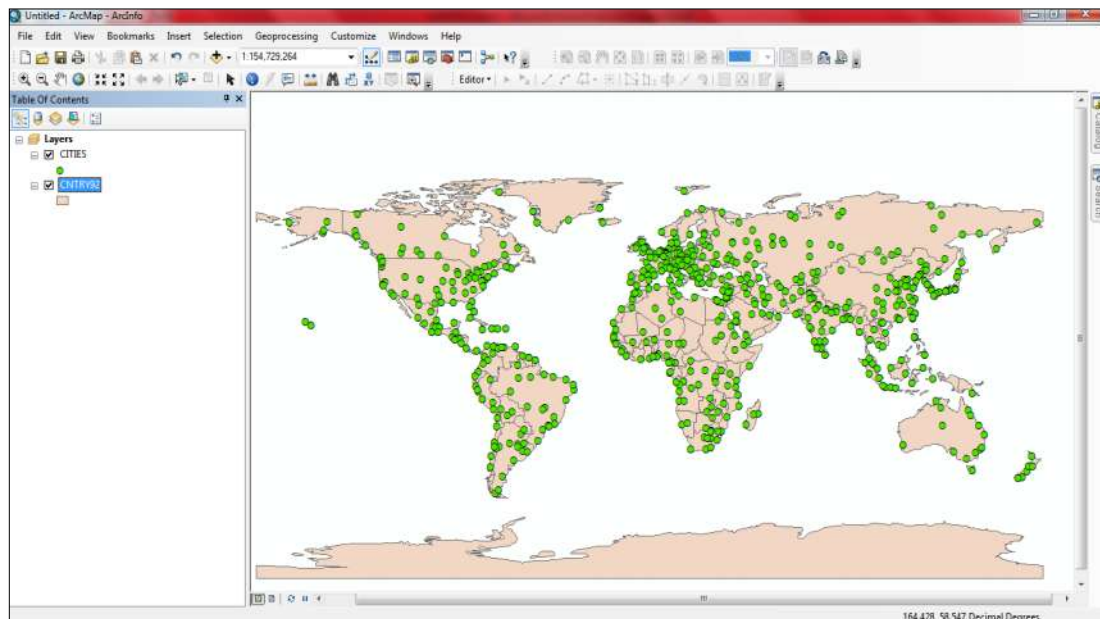
Hình 6.30. Thêm các đối tượng dạng điểm

- Nhấp chuột phải vào lớp CITIES.shp chọn *Properties*.
- Hộp thoại *Layer Properties* hiện ra chọn thẻ *Symbology*: Nhấp chuột trái vào *Features/Single symbol* và chọn *Symbol*.



Hình 6.31. Thẻ symbology trên hộp thoại *Layer Properties*

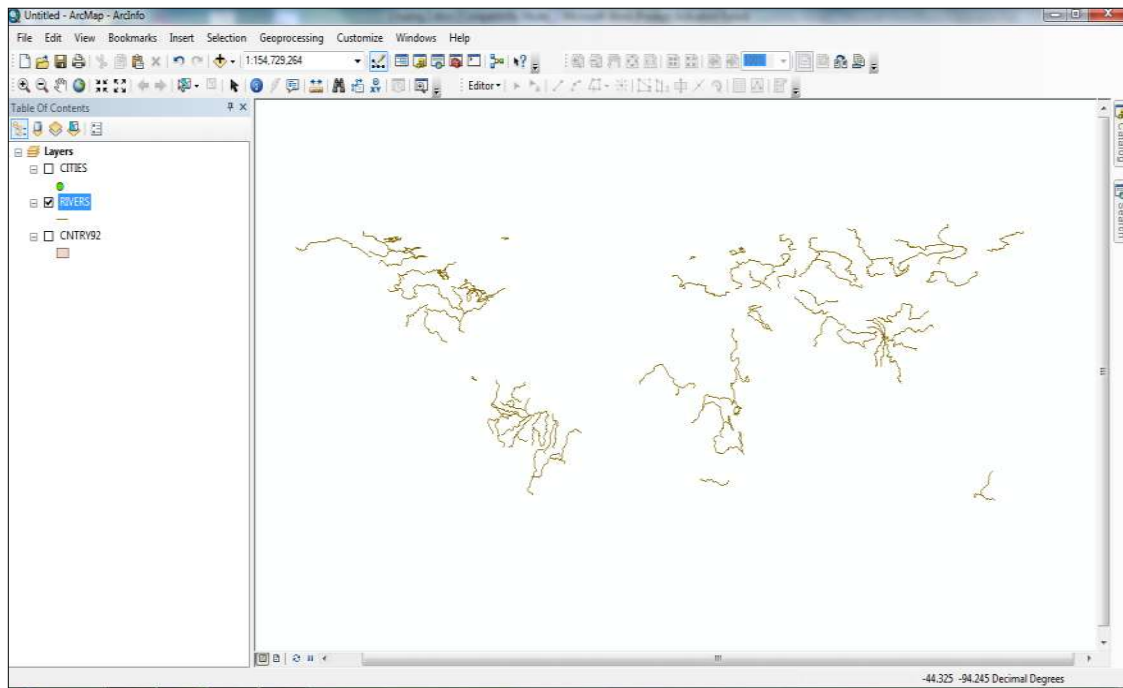
- Hộp thoại *Symbol Selector* xuất hiện, lựa chọn *Symbol* thích hợp (Circle 2), Color là màu xanh lục (Green), Size là 9; sau đó nhấp OK để đóng hộp thoại *Symbol Selector* và *Layer Properties*.
- Kết quả nhận được:



Hình 6.32. Kết quả của việc biên tập các đối tượng dạng điểm

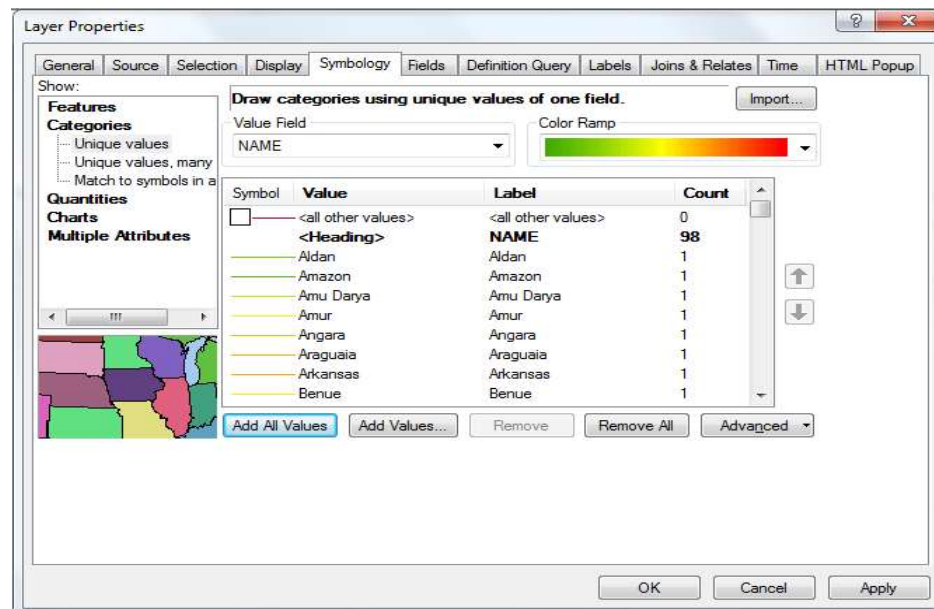
6.3.2.2. Biên tập các đối tượng dạng đường

- Thêm vào ArcMap lớp dữ liệu RIVER.shp



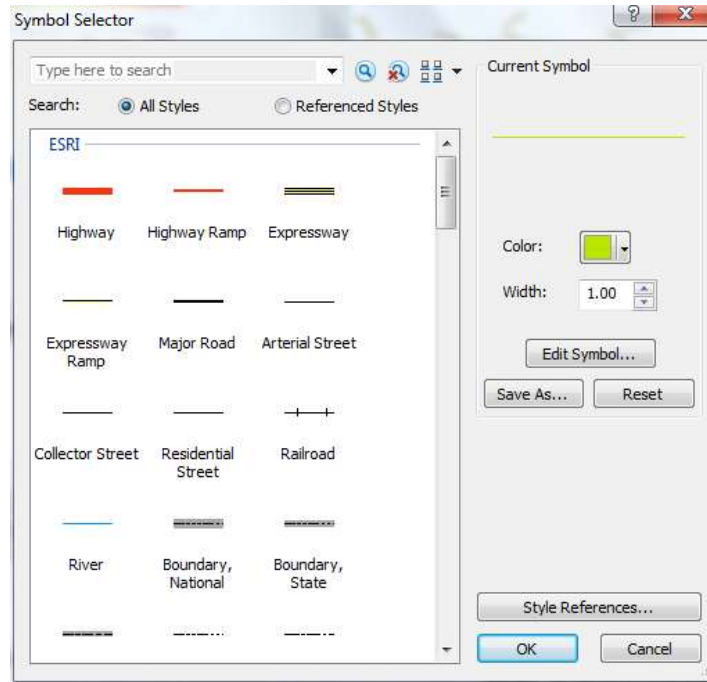
Hình 6.33. Thêm các đối tượng dạng đường

- Nhấp chuột phải vào lớp RIVER.shp chọn *Properties*.
- Hộp thoại *Layer Properties* xuất hiện chọn thẻ *Symbology*. Chọn phương pháp: *Categories/Unique Values*.
- Tại mục *Value Field* (thuộc tính làm cơ sở để hiển thị) chọn trường thuộc tính NAME.
- Nhấp chuột trái vào nút *Add All Values*. Chọn lại màu hiển thị cho từng cấp đường.



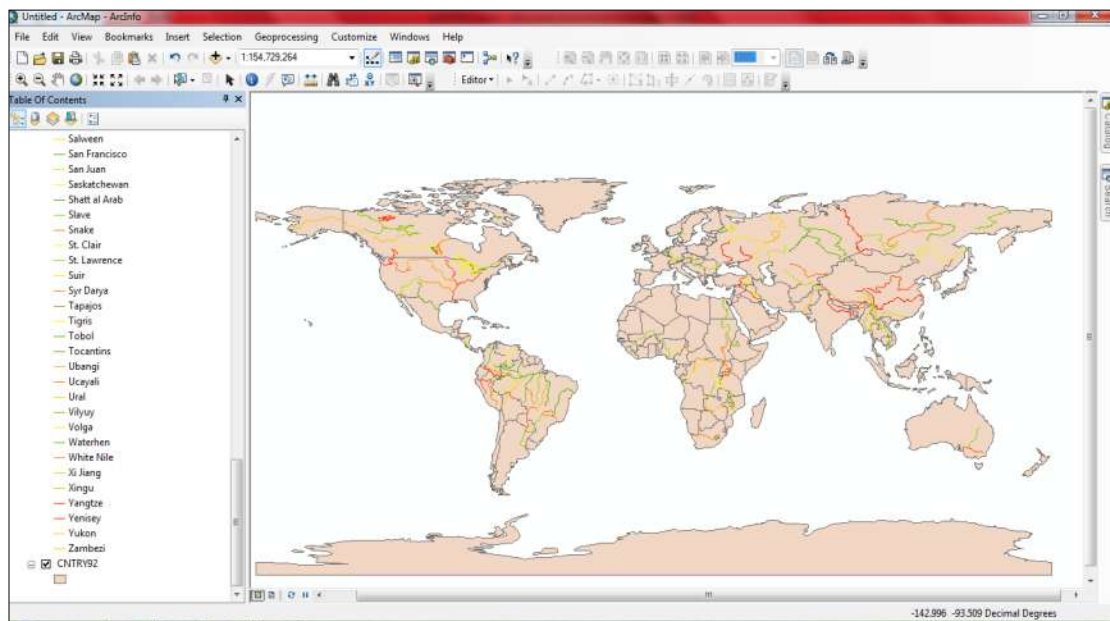
Hình 6.34. Thẻ symbology trên hộp thoại *Layer Properties*

- ArcMap sẽ tìm tất cả các giá trị của trường NAME trong bảng thuộc tính và gán cho mỗi giá trị một màu. Thay đổi kiểu và màu đối tượng cho phù hợp. Nhấp đúp chuột trái vào biểu tượng đường (hình dưới). Hộp thoại *Symbol Selector* hiện ra lựa chọn kiểu đường, màu sắc, lực nét của đối tượng cho phù hợp.



Hình 6.35. Hộp thoại *Symbol Selector*

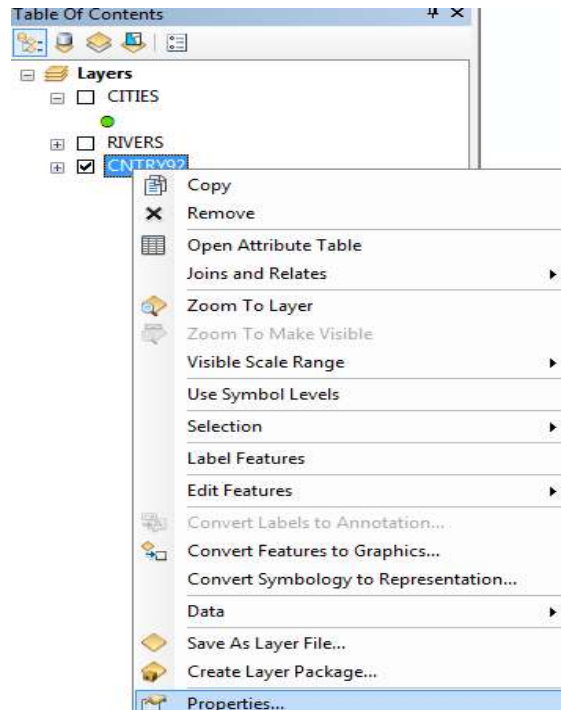
- Nhấp hai lần OK để đóng các hộp thoại *Symbol Selector* và *Layer Properties*. Kết quả nhận được:



Hình 6.36. Kết quả của việc biên tập các đối tượng dạng đường

6.3.2.3. Biên tập các đối tượng dạng vùng

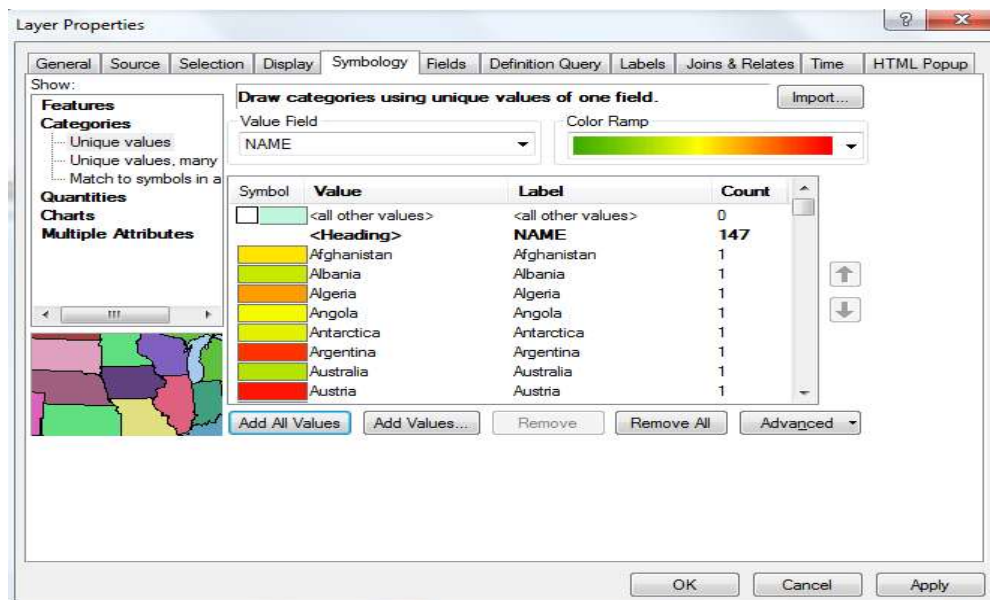
- Thêm vào ArcMap lớp dữ liệu *COUNTRY.shp*.
- Trong TOC nhấp chuột phải vào lớp dữ liệu *COUNTRY* chọn *Properties*.



- Cửa sổ *Layer Properties* hiện ra chọn thẻ *Symbology*, chọn phương pháp hiển thị là *Categories/Unique Values*.

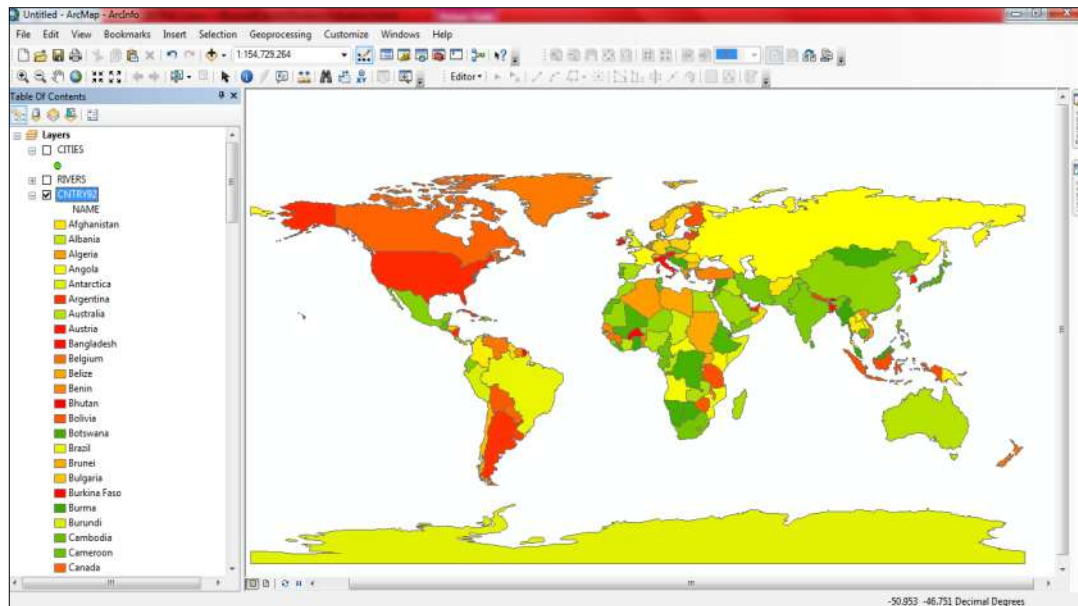
- Tại mục *Value Field* chọn trường dữ liệu có tên là *NAME* và tại *Color Ramp*: Chọn dải màu bất kỳ.

- Nhấp chuột trái vào nút *Add All Values*.



Hình 6.37. Thẻ symbology trên hộp thoại *Layer Properties*

- Nhấp OK. Nhận được kết quả:



Hình 6.38. Kết quả của việc biên tập các đối tượng dạng vùng

- Trên Menu chọn *File/Save* và đặt tên file dữ liệu này là *THE WORLD MAP.mxd*.

6.3.2.4. Biên tập các đối tượng dạng chữ

- Nhấp chuột phải vào lớp dữ liệu *COUNTRY.shp* chọn *Properties*.
- Vào thẻ *Labels*. Trong đó, đánh dấu vào ô: *Label feature in this layer*.
- Chọn *Label Field* là *NAME*, chọn *font Arial* kích cỡ chữ là 8, kiểu chữ in đậm.

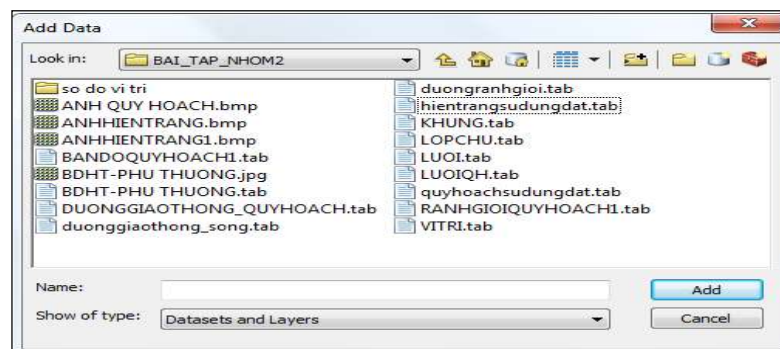
6.3.3. Chuyển đổi dữ liệu

Với nội dung của mục này, người dùng chuyển đổi lớp dữ liệu từ định dạng Mapinfo (*.tab) và định dạng Microstation (*.dgn) về định dạng của ArcGIS (*.shp).

Trước khi chuyển định dạng dữ liệu cần phải khảo sát dữ liệu có những lớp thông tin gì, ở hệ tọa độ nào, phục vụ cho mục đích gì... khác sang định dạng Shapefile của Arcgis như: Feature Class to Feature Class, Export Data, Quick Import, Feature Class to Shapfile.

6.3.3.1. Chuyển đổi định dạng dữ liệu Mapinfo

Chọn file dữ liệu đầu vào có định dạng .tab: *hientrangsudungdat.tab*



Hình 6.39. Hộp thoại Add Data

Đọc dữ liệu Mapinfo (*.tab) vào ArcGIS:

- Vào menu *Customize/Extensions*, tích chọn công cụ mở rộng *Data Interoperability*.

- Mở file dữ liệu định dạng Mapinfo và ArcMap bằng cách:

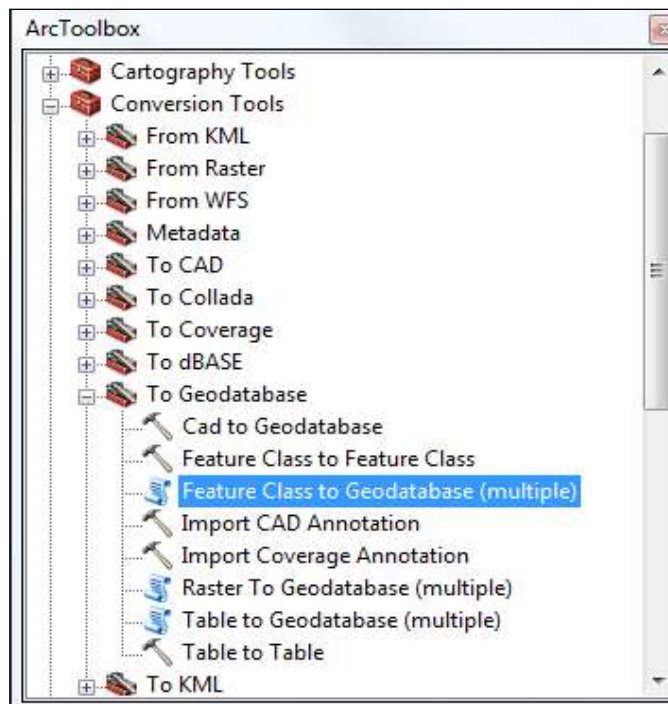
Cách 1: Mở toàn bộ nội dung file, bao gồm tất cả các định dạng (Line, Point, Polygon, Text): Nhấp chuột trái vào nút *Add Data*, chọn lớp dữ liệu *hientrangsudungdat.tab*.

Cách 2: Mở một định dạng dữ liệu: Nhấp đúp chuột trái vào file *hientrangsudungdat.tab*, chọn file dữ liệu sử dụng đất dạng vùng, *hientrangsudungdat.tab Polygon*, rồi nhấn *Add*.

Chuyển đổi định dạng Mapinfo (*.tab) sang Shapefile (*.shp):

Cách 1: Sử dụng công cụ *Feature Class to Shapefile (multiple)*

Để chuyển đổi dữ liệu từ định dạng Mapinfo sang Shapefile, sử dụng công cụ *Conversion Tools/To Shapefile/Feature Class to Shapefile (multiple)*.



Hình 6.40. Thanh công cụ *Feature Class to Shapefile (multiple)* trên Arc Toolbox

- Hộp thoại *Feature Class to Feature Class* hiện ra, lựa chọn các thông số phù hợp.
- Mở bảng thuộc tính của Shapefile vừa được tạo.

Cách 2: Sử dụng công cụ *Feature Class to Feature Class* để chuyển đổi:

- Nhấp chuột trái vào công cụ *Feature Class to Feature Class* theo đường dẫn *Conversion Tools/To Geodatabase/Feature Class to Feature Class*.

- Chọn các thông số cần thiết. Lưu ý ta có thể chuyển đổi toàn bộ dữ liệu, hoặc một phần dữ liệu sang định dạng Shapefile bằng cách là trong ô *Expression* có thể viết điều kiện để lựa chọn đối tượng cần chuyển đổi.

- Nhấp *OK* để tiến hành chuyển dữ liệu.

Cách 3: Sử dụng chức năng Quick Import để chuyển đổi

- Một cách nữa để chuyển đổi dữ liệu từ định dạng Mapinfo sang ArcGis là sử dụng công cụ *Quick Import* theo đường dẫn *Data Interoperability Tools/Quick Import*:

- Nhấp chuột trái vào, hộp thoại *Specify Input Data* hiện ra:

- Tiếp tục nhấp chuột trái vào nút ở mục *Format* và chọn định dạng Mapinfo (*.tab), và nhấp chuột trái vào nút *OK*.

- Nhấn *OK* tiếp tục vào nút ở mục *Dataset*, chọn đường dẫn đến lớp dữ liệu *hientrangsudungdat.tab*

- Nhấp chuột trái vào ở mục *Coordinate System* để chọn hệ tọa độ là UTM WGS 1984 Zone 48N và nhấp *OK*.

- Ở mục *Output Staging Geodatabase* chọn đường dẫn đầu ra và đặt tên file là *hientrangsudungdat.gdb*. Nhấp *OK* để chuyển đổi.

Cách 4: Chuyển đổi định dạng trực tiếp trên TOC bằng công cụ Export Data:

- Trong *Table of Contents* (TOC) nhấn phải chuột vào lớp Mapinfo *hientrangsudungdat.tab*, chọn *Data/Export Data*.

- Hộp thoại *Export Data* hiện ra, chọn đường dẫn đầu ra và đặt tên shapefile đầu ra là *hientrangsudungdat.shp*. Nhấp *OK* để thực hiện chuyển đổi.

6.3.3.2. Chuyển đổi hệ tọa độ

❖ Từ UTM WGS84 sang VN2000

Xây dựng công thức chuyển đổi giữa 2 hệ tọa độ WGS84 và VN2000:

- Sử dụng công cụ *Create custom geographic transformation* trong *ArcToolbox/Data management Tools*.

- Điền 7 tham số chuyển đổi theo quy định của Bộ Tài nguyên và Môi trường đã ban hành:

+Tham số dịch chuyển gốc tọa độ:

-191,90441429 m;

-39,30318279 m;

-111,45032835 m.

+ Góc xoay trục tọa độ:

-0,00928836”;

-0,01975479”;

-0,00427372”.

+ Hệ số tỷ lệ chiều dài:

k= 1,000000252906278.

- Nhấp *OK* để thiết lập công thức chuyển đổi.

❖ Chuyển đổi hệ tọa độ UTM WGS84 sang hệ VN2000

- Sử dụng công cụ *Project* trong *ArcToolbox* theo đường dẫn *Data Management tools/Projection and Transformations/Feature*.

- Hộp thoại *Project* mở ra, chọn lớp dữ liệu *hientrangsudungdat.shp* và các thông số cần thiết để chuyển đổi.

- Nhấp OK để thực hiện chuyển đổi.

6.3.3.3. Chuyển đổi định dạng dữ liệu MicroStation (*.dgn).

❖ Đọc dữ liệu Microstation trong ArcMap

- Cách 1: Đọc toàn bộ nội dung của file: Nhấp chuột trái vào nút Add Data, chọn đường dẫn đến file *16b_dc.dgn* và chọn Add thì toàn bộ dữ liệu ở các định dạng Point, Polygon, Annotation, MultiPatch sẽ được hiển thị trong ArcMap.

- Cách 2: Đọc riêng một định dạng: Nếu muốn chỉ chọn một định dạng nhất định để thêm vào ArcMap thì nhấp đúp chuột trái vào file *16b_dc.dgn* để chọn định dạng đó.

Cũng giống như dữ liệu Mapinfo, dữ liệu Microstation được đưa vào ArcMap chỉ để đọc (read-only), không thể chỉnh sửa được. Để chỉnh sửa được cần chuyển nó sang định dạng Shapefile hoặc Geodatabase.

- Mở bảng thuộc tính của file “16b_dc.dgn Point” để xem các thông tin lưu trữ trong bảng.

Có rất nhiều trường thuộc tính trong bảng, tuy nhiên chỉ cần lưu ý những trường thuộc tính sau: *Shape, Level, RefName*.

❖ Chuyển đổi lớp dân cư sang định dạng Shapefile :

- Để chuyển đổi dữ liệu lớp dân cư từ định dạng của Microstation sang định dạng Shapefile, sử dụng công cụ *Feature Class to Feature Class* theo đường dẫn *Conversion Tools/To Geodatabase/Feature Class*. Công cụ này cho phép thực hiện chọn các đối tượng muốn chuyển đổi sang *Shapefile*.

- Hộp công cụ *Feature Class to Feature Class* hiện ra, chọn các thông số. Nếu chuyển đổi toàn bộ dữ liệu sang ArGIS thì ở *Expression* để trống, nếu chỉ chuyển đổi một phần thì trong ô *Expression* viết điều kiện để lựa chọn các đối tượng được chuyển đổi.

- Nhấp OK để thực hiện chuyển đổi.

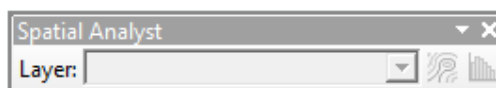
Việc chuyển đổi hệ tọa độ cho dữ liệu từ Microstation sang dạng *Shapefile* cũng tương tự như phần trên.

6.4. Thiết lập mô hình số độ cao

6.4.1. Làm quen với mô-đun mở rộng *Spatial Analyst*

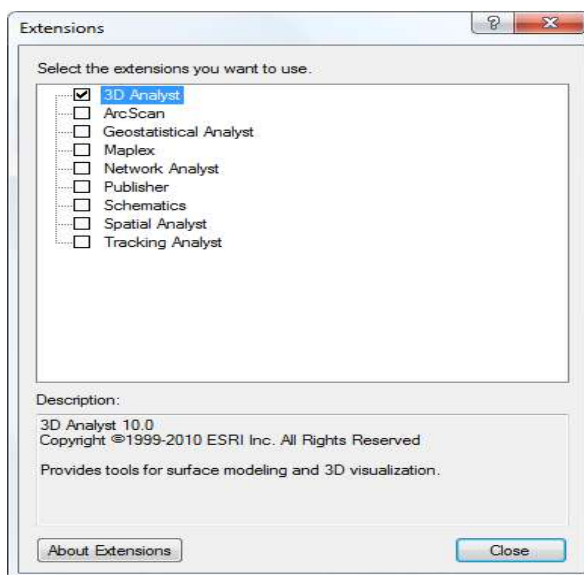
6.4.1.1. Hiện thị thanh công cụ *Spatial Analyst*

Khởi động phần mềm ArcMap. Trên thực đơn Menu vào: *Customize/Toolbars/Spatial Analyst*.



Hình 6.41. Hộp thoại *Spatial Analyst*

Trên thực đơn Menu vào: *Customize/Extentions* đánh dấu tích vào *Spatial Analyst* để làm việc với Spatial Analyst. Nhấp *Close*



Hình 6.42. Hộp thoại *Extensions*

6.4.1.2. Sử dụng bộ công cụ *Spatial Analyst* trong *ArcToolbox*

a. Chức năng tính toán khoảng cách (*Distance*)

Có 2 cách để thực hiện phân tích, tính toán khoảng cách trong ArcGIS Spatial Analyst: sử dụng tính toán khoảng cách theo hệ tọa độ Đề Các, tính toán khoảng cách dựa theo giá trị và cả trọng số.

Tính toán khoảng cách theo hệ tọa độ Đề các: Cho phép đo khoảng cách từ mỗi cell tới đối tượng gần nhất (ví dụ, tính toán khoảng cách gần nhất từ 1 bệnh viện tới 1 khu dân cư).

- Tính toán khoảng cách dựa theo giá trị và trọng số: Kết hợp khoảng cách từ 1 đối tượng tới 1 đối tượng khác có sử dụng trọng số tính toán. Ví dụ: Trèo lên 1 ngọn núi có thể là quãng đường đi ngắn nhất nhưng nếu đi theo đường vòng sẽ nhanh hơn.

b. Chức năng tính mật độ (*Density*)

Chức năng tính toán mật độ (*Density*) trong phân tích raster tương tự với chức năng *buffer* trong phân tích vector. Trong đó mỗi 1 điểm giá trị (*pixel value*) sẽ được mở rộng ra theo hình tròn có bán kính chính là giá trị và người sử dụng nhập vào, còn tâm chính là pixel đó. Ví dụ, sử dụng chức năng này để tính toán dân số trong một thị trấn và sự phân bố của dân cư trong thị trấn.

c. Chức năng nội suy (*Interpolate*)

Chức năng này đã được trình bày cụ thể trong tính toán tạo ra 1 bề mặt liên tục dựa trên các điểm giá trị đầu vào. Bề mặt liên tục này thường biểu diễn giá trị độ cao (DEM) hoặc có thể là mật độ dân số, mức độ ô nhiễm...

Chức năng nội suy trong *Spatial Analyst* gồm có chức năng với các thuật toán khác nhau (được trình bày chi tiết trong Chương 4):

- Nội suy *IDW*: Nội suy bề mặt từ các điểm giá trị sử dụng trọng số khoảng cách. Phương pháp này dựa trên sự đánh giá giá trị pixel bằng giá trị trung bình của điểm dữ liệu

mẫu trong các vùng lân cận. Các điểm ở gần sẽ được tính toán giá trị cao hơn các điểm ở xa.

- Nội suy *Kriging*: Nội suy *Kriging* là phương pháp nội suy sử dụng thuật toán thống kê phức tạp. Nó sử dụng cả tính toán khoảng cách theo trọng số và cả sự tính toán thống kê trong không gian. Để hiểu rõ về thuật toán của chức năng này đòi hỏi người dùng phải có kiến thức về lĩnh vực thống kê. Đây cũng là phương pháp nội suy có độ chính xác cao hơn và đáng tin cậy hơn so với *IDW*.

- Nội suy *Spline*: Là phương pháp nội suy ước lượng giá trị sử dụng chức năng tính toán dựa trên độ cong bề mặt nhỏ nhất. Phương pháp này thường làm trơn bề mặt nên độ chính xác không cao như 2 phương pháp nội suy trên.

d. Chức năng phân tích bề mặt địa hình (Surface)

Đây là chức năng tính toán bề mặt dựa trên mô hình DEM đã được tạo từ kết quả nội suy trước đó.

Phân tích bề mặt gồm có các chức năng: Tính toán bản đồ hướng dốc (*aspect*), tạo đường đồng mức (*contour*), tô bóng địa hình (*hillshade*), lập bản đồ độ dốc (*slope*), tính toán sự thay đổi bề mặt địa hình (*cut/fill*) và lập bản đồ tầm nhìn từ các vị trí quan sát cho trước (*Viewshed*).

e. Chức năng phân loại lại (Reclassify)

Chức năng này cho phép biến một mô hình bề mặt liên tục (DEM) thành một bề mặt mới được phân chia theo các khoảng giá trị. Chức năng này rất hữu ích đặc biệt là trong quá trình phân tích chồng xếp bản đồ. Ví dụ: Chuyển mô hình DEM khu vực Vườn quốc gia Bạch Mã, tỉnh Thừa Thiên Huế thành bản đồ các mức độ cao với các khoảng giá trị: từ 0-25 mét, từ 25-50 mét, từ 50-100 mét và >100 mét.

f. Chức năng tính toán, chồng xếp raster (Raster Calculator)

Chức năng này cho phép chồng xếp nhiều ô vuông ở cùng vị trí để tính toán tìm ra giá trị cho từng pixel. Trong quá trình tính toán có thể sử dụng cả trọng số để tính. Ví dụ: Chồng xếp bản đồ độ dốc, bản đồ độ cao, bản đồ hiện trạng sử dụng đất để tìm ra những vùng đất thuận lợi cho xây dựng công trình Trung tâm thể thao của tỉnh. Ngoài ra chức năng này còn cho phép người dùng tính toán, phân loại lại giá trị của từng ô vuông trong ảnh raster dựa theo những tiêu chí, điều kiện cho trước.

g. Chức năng tính toán Raster (Math)

Tính toán lại giá trị của từng pixel trên bản đồ Raster. Các phép tính toán bao gồm: cộng, trừ, nhân, chia, so sánh, sin, cos, các toán tử Boolean...

h. Chức năng cắt ảnh Raster (Extraction)

Cắt một hoặc nhiều ảnh raster theo một phạm vi nhất định: Cắt ảnh raster theo hình tròn, chữ nhật, polygon hoặc cắt ảnh raster theo phạm vi cần nghiên cứu (ví dụ như cắt ảnh DEM theo đường ranh giới của một tỉnh/huyện/xã).

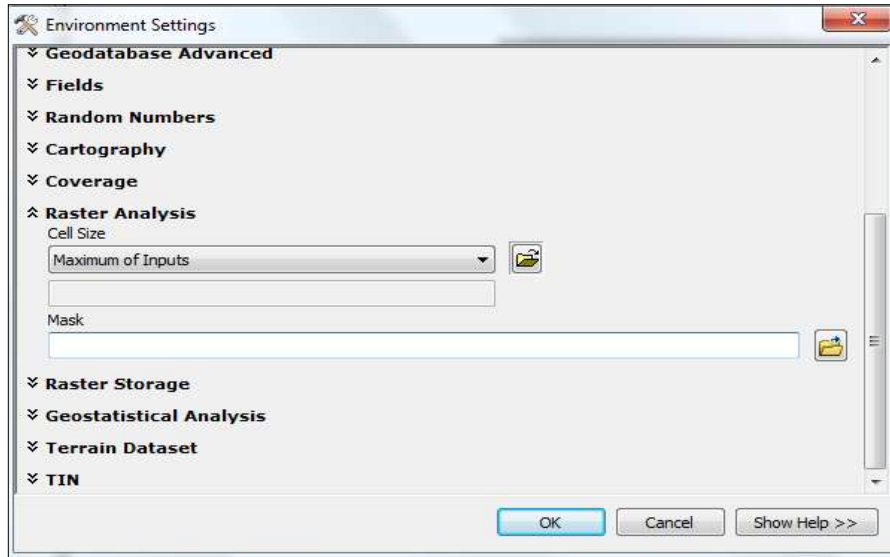
6.4.1.3. Đặt các tham số Spatial Analyst

Khi sử dụng bất kỳ chức năng, công cụ phân tích nào trên ArcToolbox cũng đều cho phép người dùng thiết lập môi trường tùy chọn trợ giúp cho quá trình phân tích, đặt các thông số mặc định (default).

Trong trường hợp quá trình phân tích cần chọn một khu vực nghiên cứu và chỉ phân tích, chồng xếp dữ liệu trong vùng đó thì việc thiết lập thông số phạm vi vùng phân

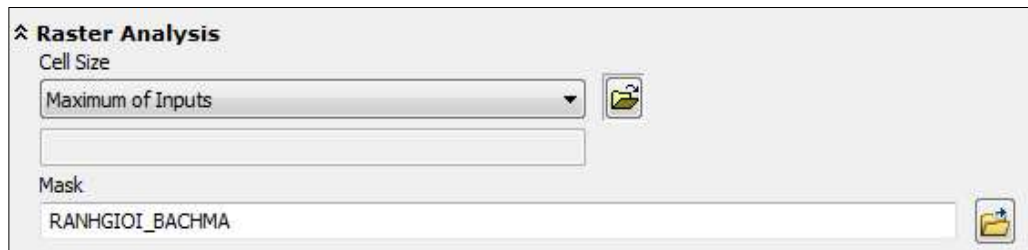
tích là rất quan trọng. Để chọn phạm vi vùng cần nghiên cứu, người dùng cần phải nhấp chuột trái vào mục Environments (xuất hiện ở tất cả các công cụ trong ArcToolbox).

Hộp thoại *Environment Settings* xuất hiện. Di chuyển chuột đến mục *Raster Analysis* và nhấp chuột trái vào mục này.



Hình 6.43. Hộp thoại *Environment Settings*

Nhấp chuột trái vào mục *Mask* để chọn ranh giới vùng cần nghiên cứu.



Hình 6.44. Hộp thoại *Raster Analysis*

Nhấp OK để chấp nhận thiết lập phạm vi vùng nghiên cứu.

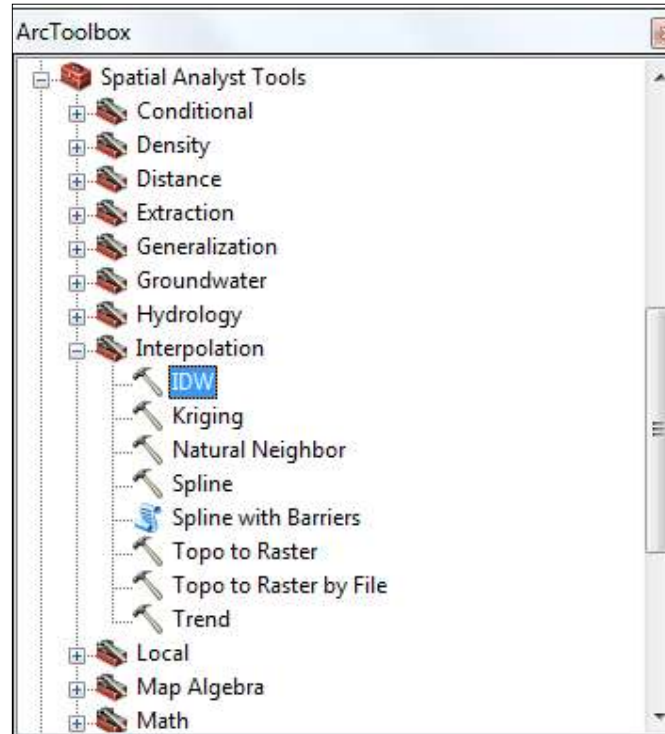
6.4.2. Xử lý và phân tích (bề mặt) địa hình

6.4.2.1. Tạo mô hình số độ cao (DEM) dưới dạng Raster

Dữ liệu dùng cho phần thực hành xử lý và phân tích địa hình được lấy từ rừng Bạch Mã. Đường dẫn đến folder chứa dữ liệu .../Bach Ma/...

- Khởi động phần mềm ArcMap chọn *My Templates/ Blank Map*.
- Thêm vào bản đồ lớp dữ liệu *elevation.shp* và lớp dữ liệu *forestype.shp* trong folder 'Bach Ma'.
- Trên ArcMap vào menu chọn *File/Save* để lưu bản đồ với tên "Phan_tich raster.mxd".

- Trên ArcToolbox mở công cụ phân tích nội suy IDW theo đường dẫn *Spatial Analyst Tool/ Interpolation/ IDW*. (IDW viết tắt của từ Inverse Distance Weighted).



Hình 6.45. Thanh công cụ IDW trên Arc Toolbox

Hộp thoại IDW xuất hiện, nhập các thông số:

- Mục *Input point features*: Chọn lớp Bạch Mã.
- Mục *Z value field*: Chọn trường DOCAO.
- Power: 2 (mặc định).
- *Search Radius Type*: Chọn *Variable*.
- *Search Radius Settings*: Number of points: 12 (mặc định).
- Mục *Output Raster*: Chọn thư mục lưu dữ liệu và đặt tên lớp dữ liệu là DEM.
- Mục *Output cell size (optional)*: Chọn kích cỡ cell là 5.

- Mặc định của các công cụ nội suy là vùng nội suy theo phạm vi hình chữ nhật. Do đó để kết quả nội suy mô hình DEM theo đúng phạm vi đường ranh giới rừng Bạch Mã thì cần phải thiết lập mặt nạ (*mask*) cho vùng nội suy.

- Trên hộp công cụ IDW nhấp chuột trái vào nút *Environments*.

- Hộp thoại *Environments Settings* hiện ra, nhấp chuột trái vào *Raster Analyst*. Ở mục *Mask* nhấp chuột trái vào mũi tên xổ xuống và chọn Bạch Mã:

- Nhấp OK để chấp nhận việc thiết lập. Nhấp OK để chạy chương trình, ArcMap sẽ tạo ra một lớp Raster có tên DEM. Đây chính là mô hình số độ cao (DEM) của khu vực vườn quốc gia Bạch Mã, tỉnh Thừa Thiên Huế.

- **Chú ý:** Khi chọn *Output cell size* càng nhỏ thì dữ liệu nội suy DEM càng chính xác và khi phân tích với các lớp dữ liệu khác thì các lớp dữ liệu này phải có cùng một *cell size*.

6.4.2.2. Vẽ đường bình độ

- Trong ArcToolbox, trên thanh công cụ *Spatial Analyst* nhấp chuột trái chọn công cụ *Contour* theo đường dẫn *Spatial Analyst Tool/Surface Analysis/ Contour*

- Hộp thoại *Contour* hiện ra, nhập các thông số:

Mục *Input raster*: Chọn DEM.

Mục *Contour definition*: *Contour interval*: 1.

Mục *Output features*: Chọn thư mục lưu dữ liệu và đặt tên *BinhDo.shp*.

- Nhấp OK. Khi đó nhận được kết quả:

6.4.2.3. Hiển thị giá trị đường bình độ

- Tắt lớp dữ liệu DEM.

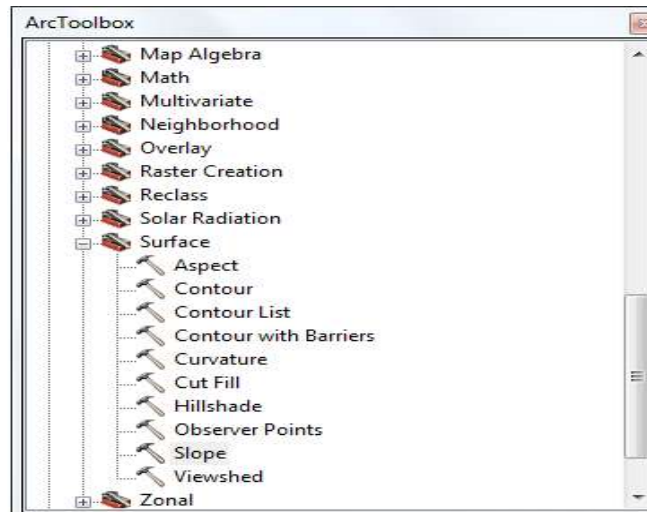
Nhấp chuột phải vào layer *Contour* trong TOC và chọn *Properties*.

- Vào thẻ *Labels* và đánh dấu vào mục *Label Feature in this layer*. Mục *Label Field* chọn trường *CONTOUR*. Tạo nhãn cho lớp *BinhDo.shp* theo trường *Contour*, phông chữ là *Arial 8*. Tích vào *Label feature in this layer* rồi chọn các tham số như hình dưới:

- Nhấp OK, phóng to 1 khu vực bất kỳ để xem đường bình độ.

6.4.2.4. Lập bản đồ độ dốc

- Trong ArcToolbox, trên thanh công cụ *Spatial Analyst* nhấp chuột trái chọn công cụ *Slope* theo đường dẫn *Spatial Analyst Tools/Surface/Slope*.



Hình 6.46. Thanh công cụ slope trên Arc Toolbox

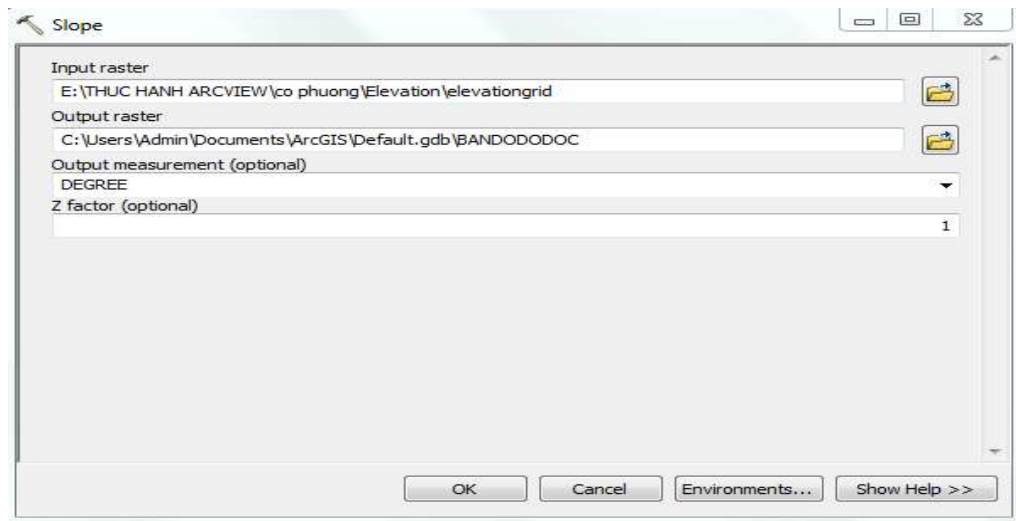
- Hộp thoại *Slope* hiện ra, nhập các thông số:

+Mục *Input raster*: Chọn *elevationgrid*.

+ Mục *Output raster*: Chọn thư mục và lưu dữ liệu với tên *BANDODODOC*.

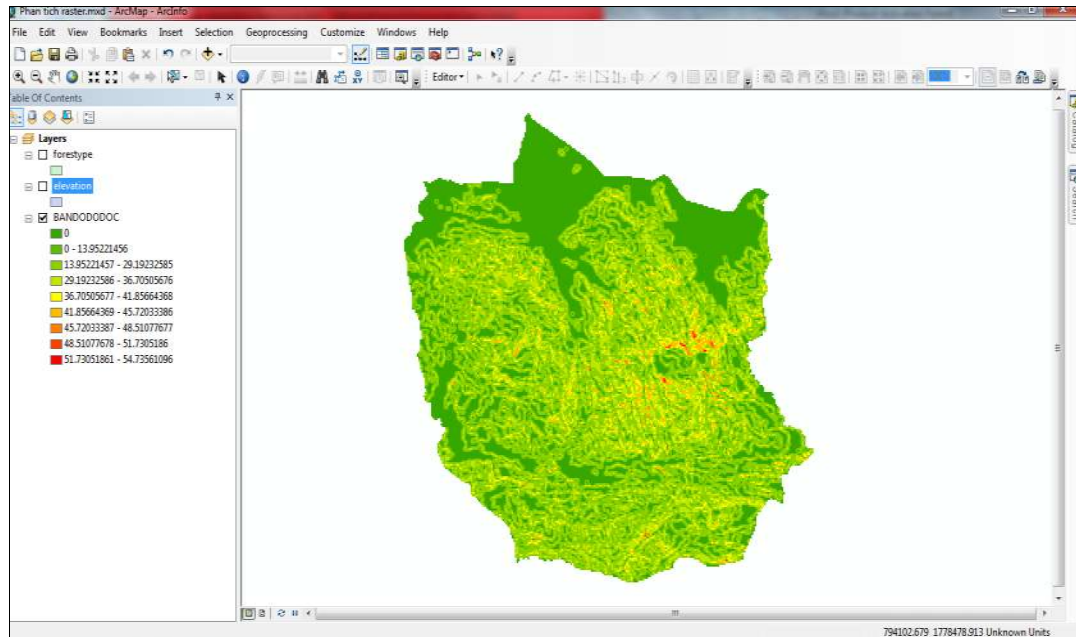
+ Mục *Output measurement*: Chọn *Degree*.

+ Z factor: 1 (mặc định).



Hình 6.47. Hộp thoại Slope

- Nhấp OK để chạy chương trình (ArcMap tạo ra lớp Raster có tên (*BanDoDoDoc*))

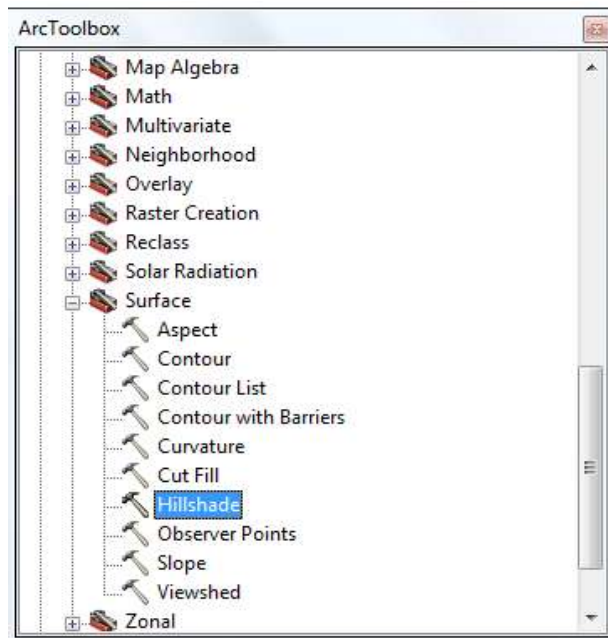


Hình 6.48. Bản đồ độ dốc

6.4.2.5. Tạo bề mặt hillshade

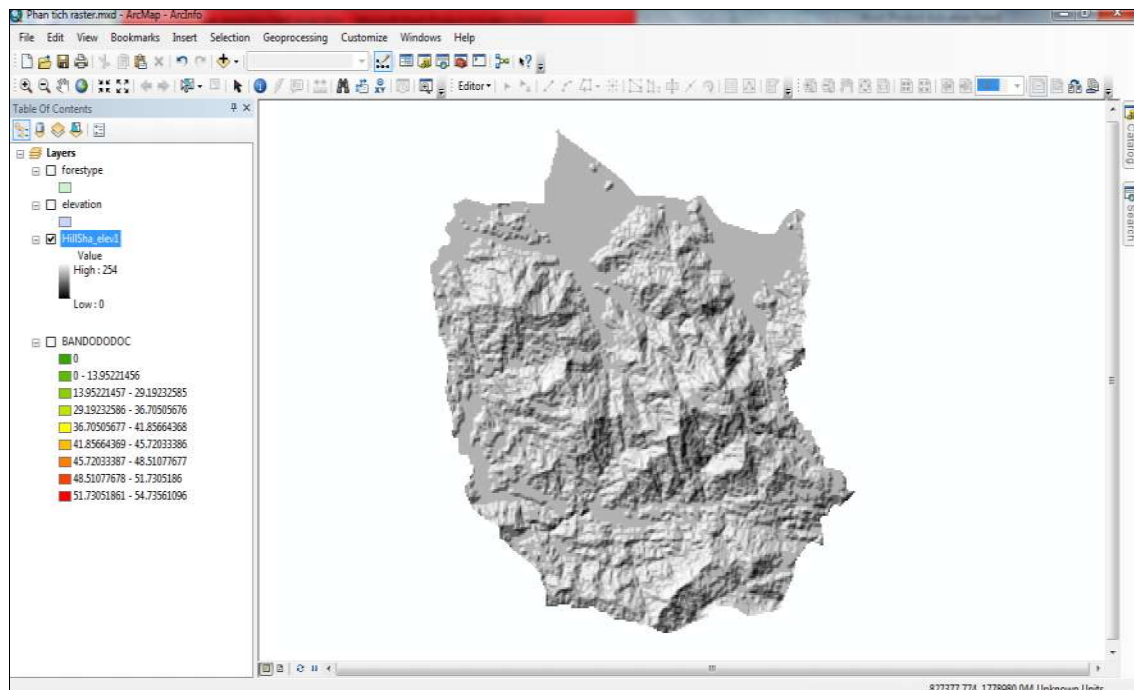
Tạo bóng mờ từ một bề mặt raster bằng cách xem xét góc độ chiếu sáng và bóng của các vật thể.

- Trong ArcToolBox, chọn công cụ *Hillshade* theo đường dẫn *Spatial Analyst Tools /Surface/Hillshade*.



Hình 6.49. Thanh công cụ Hillshade trên Arc Toolbox

- Hộp thoại *Hillshade* xuất hiện, lựa chọn các thông số như sau:
 - Mục *Input raster*: chọn elevationgrid.
 - Mục *Output raster*: chọn đường dẫn và đặt tên file là hillshade.
 - Các mục còn lại để mặc định (hoặc tùy chọn).
- Nhấp OK để quá trình được thực hiện. Sản phẩm thu được sẽ hiển thị như dưới đây:



Hình 6.50. Bản đồ Hillshade

6.4.3. Xử lý dữ liệu Raster với Spatial Analyst

6.4.3.1. Phân ngưỡng cho các loại hình độ dốc

- Việc phân ngưỡng cho các loại hình độ dốc có thể thay đổi ở các cấp độ dốc khác nhau tùy thuộc vào mục đích sử dụng, chẳng hạn có thể phân cấp độ dốc theo mục đích lâm nghiệp: $< 3^0$, $3-8^0$, $8-12^0$, $12-15^0$, $15-25^0$, $25-35^0$, $> 35^0$

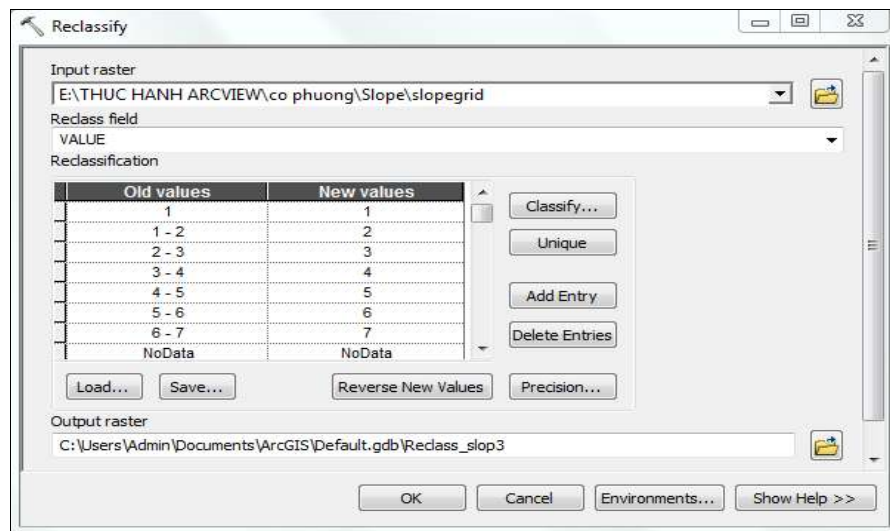
- Trên thanh công cụ *Spatial Analyst* vào *Spatial Analyst Tools/Reclass/Reclassify*.

- Trên màn hình hiện ra hộp thoại *Reclassify*, nhập các thông số:

o Mục *Input raster*: Chọn dữ liệu raster Slopegrid.

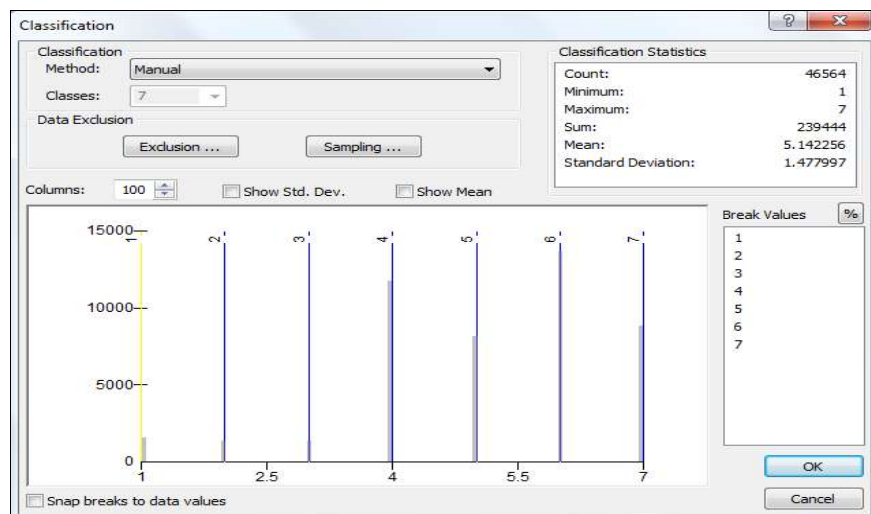
o Mục *Reclass field*: mặc định.

o Mục *Output raster*: Chọn đường dẫn đầu ra và đặt tên file là “Relass_slop3”.



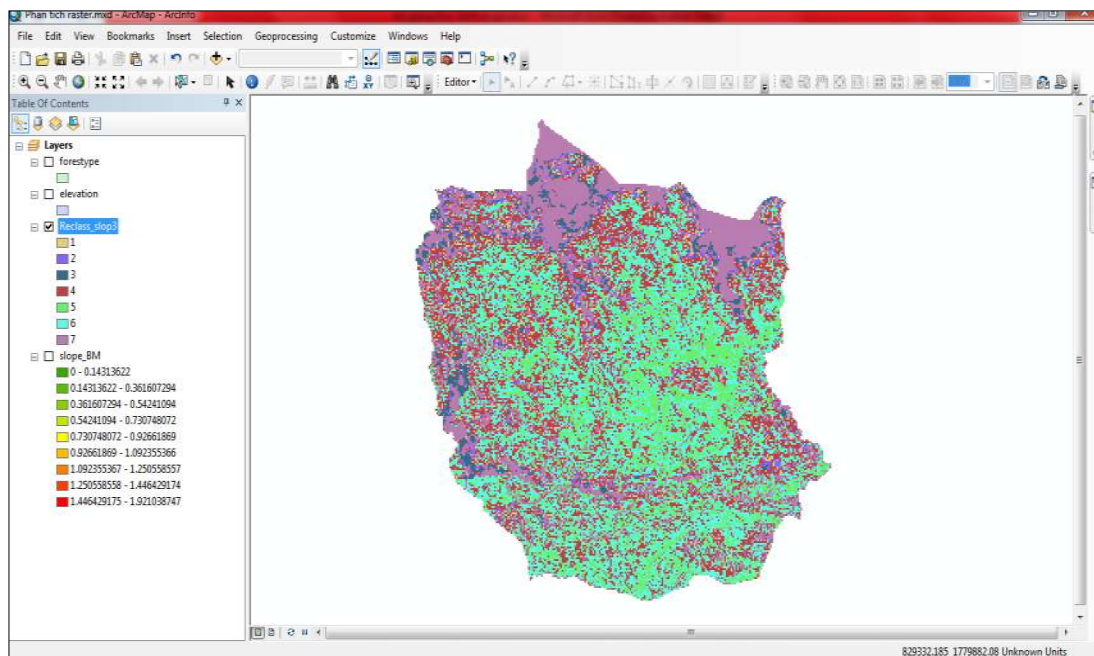
Hình 6.51. Hộp thoại reclassify

- Nhấp chuột trái vào nút *Classify*, hộp thoại *Classification* hiện ra, chọn lại phân ngưỡng (*Classes*) là 7.



Hình 5.52. Hộp thoại Classification

- Nhấp OK để chấp nhận thiết lập. Nhấp OK để chạy chương trình:



Hình 6.53. Bản đồ phân ngưỡng độ dốc

- Nhập thuộc tính cho layer *Relass_slope3*.

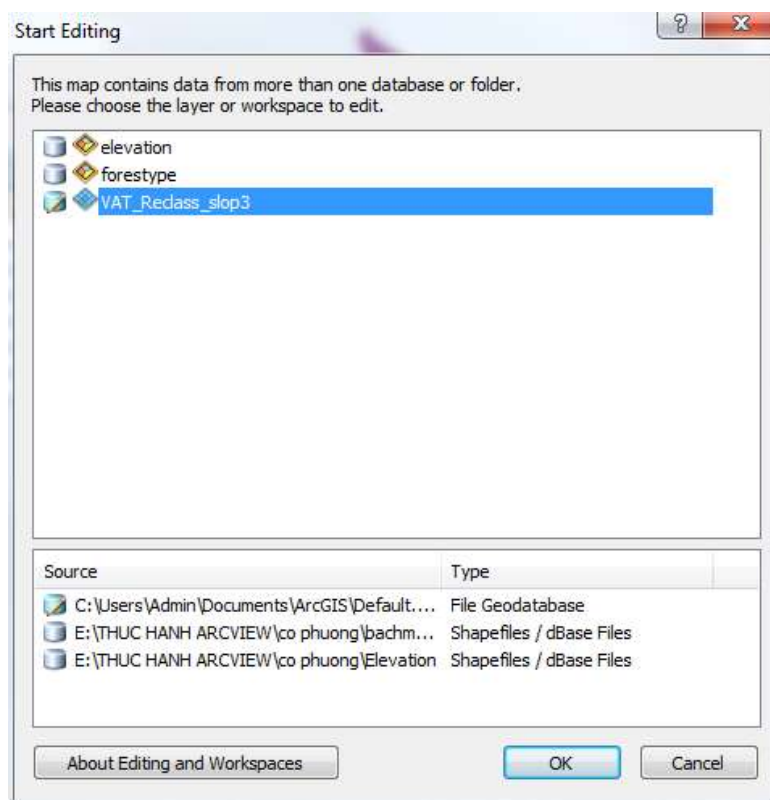
Old values	New values
1	1
1 - 2	2
2 - 3	3
3 - 4	4
4 - 5	5
5 - 6	6
6 - 7	7
NoData	NoData

Hình 6.54. Các ngưỡng giá trị độ dốc

- Như ở hộp thoại *Reclassify* đã có quy ước:
- Mở bảng thuộc tính của layer '*Relass_slope3*'. Tạo mới trường dữ liệu với tên *LOAI_DODOC* định dạng Text.

Hình 6.55. Hộp thoại *Add Field*

- Trên thanh công cụ *Editor* chọn *Editing/Start Editing* hộp thoại *Start Editing* hiện ra, chọn đường dẫn có chứa file '*Relass_slop3.shp*'.



Hình 6.56. Hộp thoại *Start Editing*

Lần lượt nhập giá trị cho trường dữ liệu LOAI_DODOC theo trường các giá trị tương ứng.

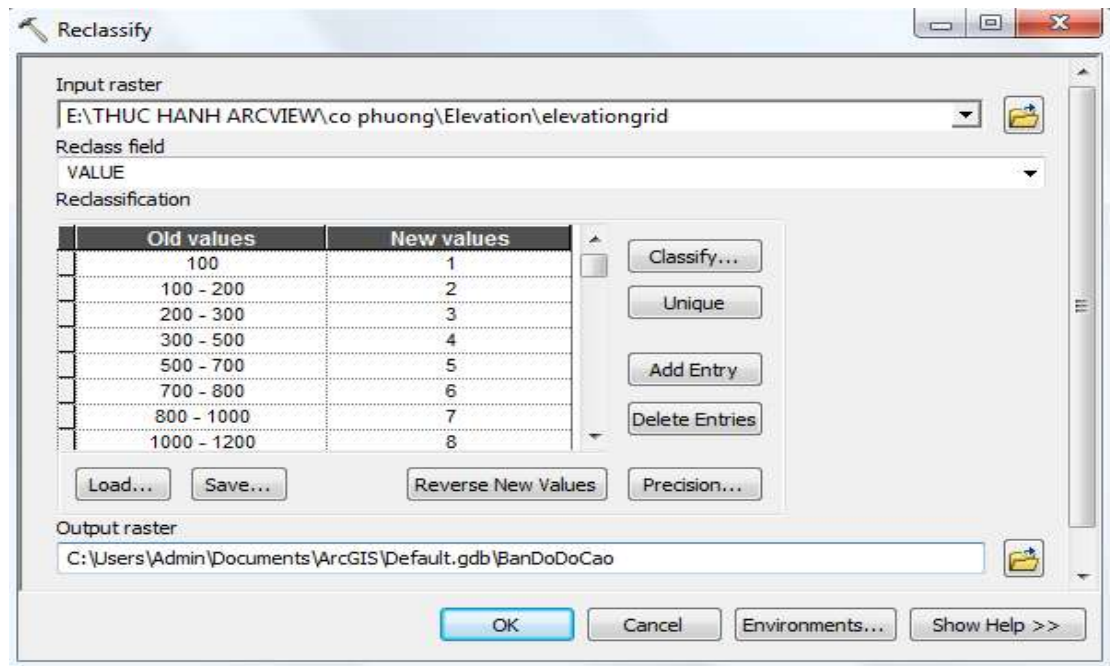
Table				
Reclass_slop3				
	OBJECTID *	Value	Count	LOAI_DODOC
	1	1	1524	0 - 3
	2	2	1371	3 - 8
	3	3	1342	8 - 12
	4	4	11726	12 - 15
	5	5	8157	15 - 25
	6	6	13645	25 -35
	7	7	8799	> 35

Hình 6.57. Giao diện nhập giá trị cho trường dữ liệu độ dốc

Trên thanh công cụ *Editor* vào *Editor/Save Edit* để lưu quá trình chỉnh sửa, nhập thuộc tính. Vào *Editor/Stop Editing* để dừng chỉnh sửa.

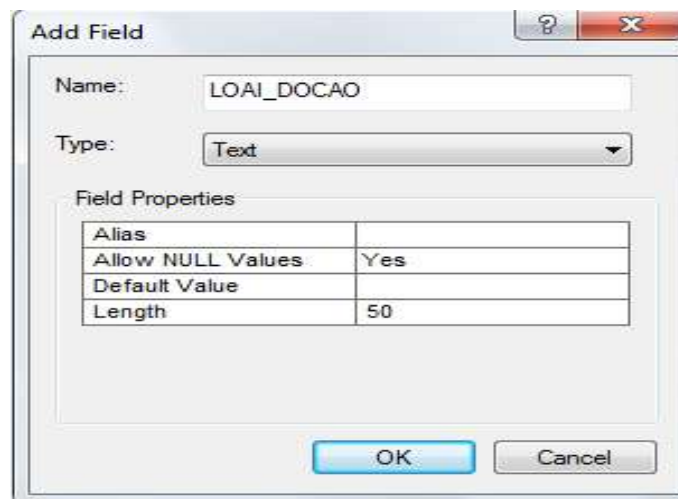
6.4.3.2. Tạo bản đồ độ cao với chức năng *Reclassify*

- Trong ArcToolbox, chọn công cụ *Reclassify* theo đường dẫn *Spatial Analyst Tools/Reclass/ Reclassify*.
- Trên màn hình hiện ra hộp thoại *Reclassify*. Mục *Input raster* chọn *elevationgrid*. Mục *Output raster* chọn đường dẫn đầu ra và đặt tên file là "BanDoDoCao".



Hình 6.58. Hộp thoại *Reclassify* độ cao

- Nhấp chuột trái vào nút *Classify*. Hộp thoại *Classification* hiện ra, Mục *Classes* chọn 10. Mục *Break Values* nhập các giá trị: 100, 200, 300, 400, 500, 700, 800, 900, 1100, 1200.
- Nhấp OK 2 lần, nhận được kết quả:
- Mở bảng thuộc tính của layer 'BanDoDoCao'. Tạo mới trường dữ liệu với tên: LOAI_DCAO định dạng Text.



Hình 6.59. Hộp thoại *Add field*

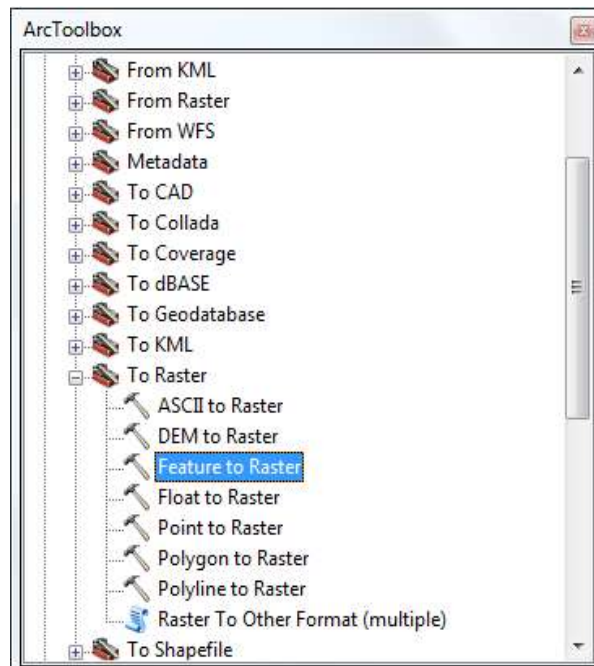
- Nhập giá trị thuộc tính cho trường này tương tự như bản đồ độ dốc.

OBJECTID *	Value	Count	LOAI_DOCAO
1	1	9572	0 -100
2	2	6494	100 - 200
3	3	6042	200 - 300
4	4	9828	300 - 400
5	5	3996	400 - 500
6	6	5948	500 - 700
7	7	1855	700 - 800
8	8	1881	800 - 1000
9	9	437	1000 - 1200
10	10	511	1200 - 1500

Hình 6.60. Giao diện nhập giá trị thuộc tính cho trường LOAI_DOCAO (độ cao)

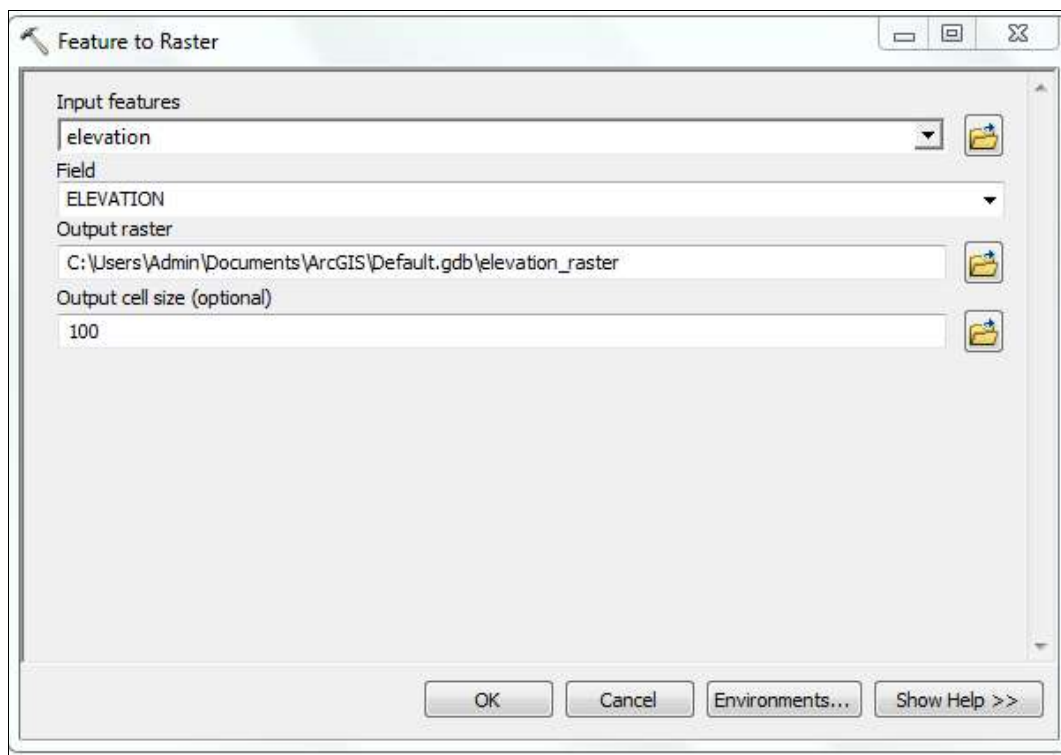
6.4.3.3 Chuyển đổi dữ liệu vector về dạng raster

- Thêm vào ArcMap lớp dữ liệu *elevation.shp*.
- Trong ArcToolbox chọn công cụ *Feature To Raster* theo đường dẫn *Conversion Tools/To Raster/ Features to Raster*.



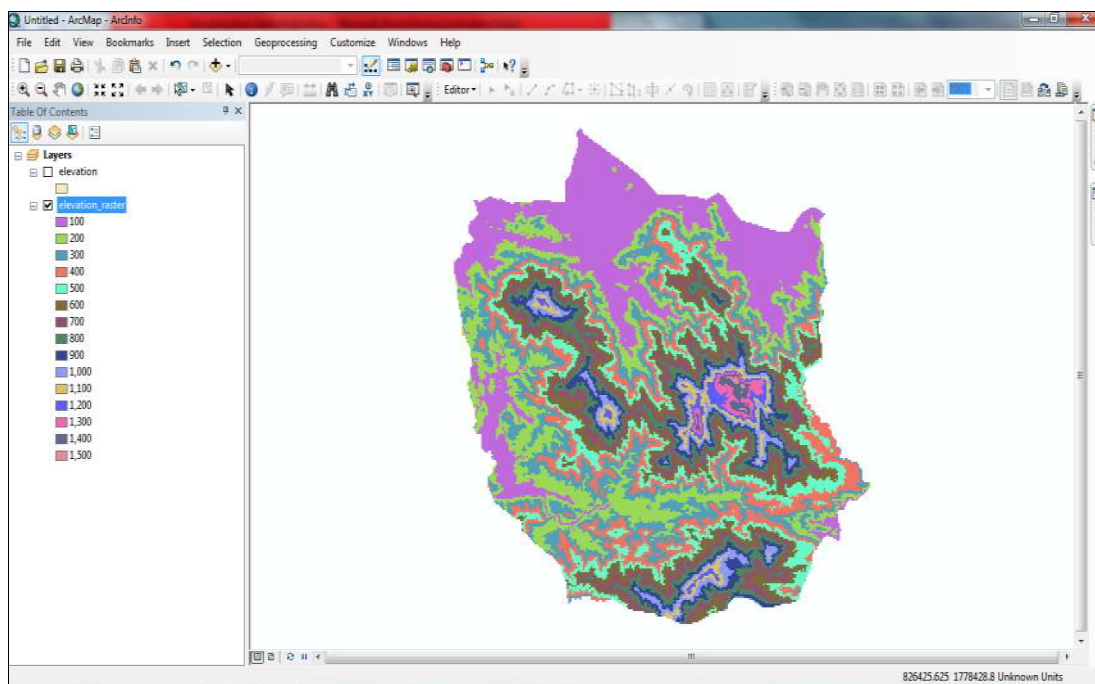
Hình 6.61. Hộp thoại công cụ *Feature to Raster*

- Hộp thoại *Features to Raster* hiện ra, nhập các thông số
 - Mục *Input features*: *elevation*.
 - Mục *Field*: chọn trường *elevation*.
 - Mục *Output cell size*: 100.
 - Mục *Output raster*: chọn đường dẫn đầu ra và đặt tên file là *elevation_raster*.



Hình 6.62. Hộp thoại *Feature to Raster*

- Nhấp OK nhận được kết quả:



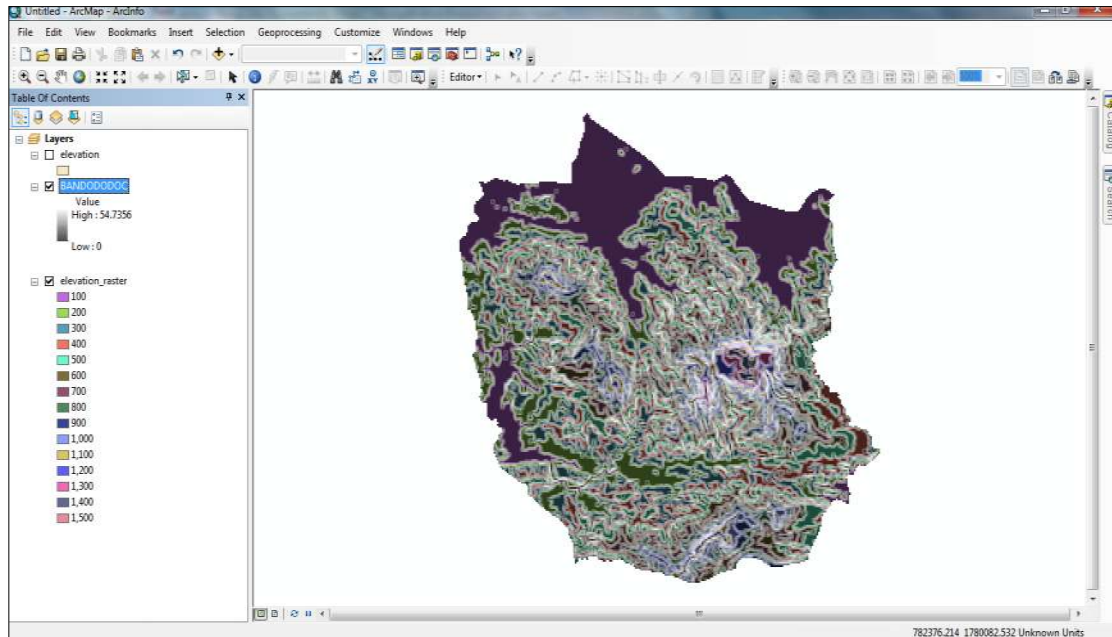
Hình 6.63. Bản đồ độ cao

6.4.4 Hiển thị và lập bản đồ Raster

6.4.4.1. Hiển thị và truy vấn dữ liệu raster

- Thêm vào bản đồ lớp dữ liệu BANDODODOC đã tạo ở trên.

- Hiện thị đồng thời cả 2 layer 'elevation' và "BANDODODOC".
- Nhấp đúp chuột trái vào layer "BANDODODOC", vào mục Display. Trong mục *Transparency* gõ giá trị 30% và nhấp OK. Lúc này trên bản đồ sẽ nhìn được đồng thời cả sử dụng đất và bản đồ tô bóng địa hình.

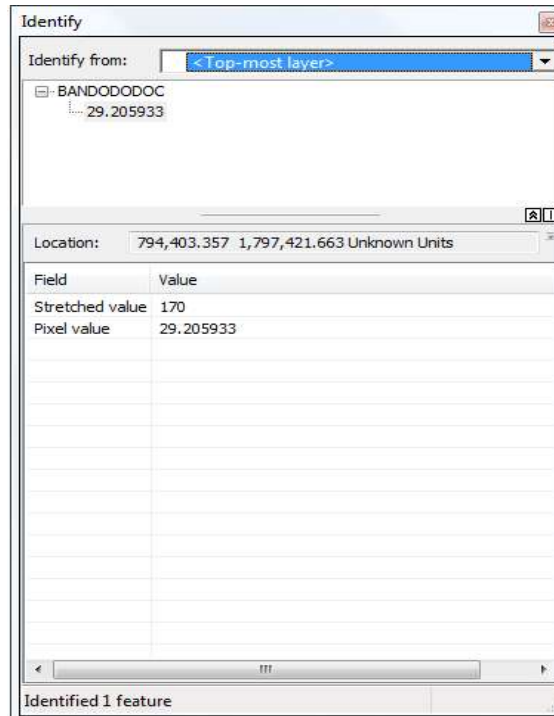


Hình 6.64. Bản đồ độ dốc và bản đồ độ cao

- Nhấp chuột phải vào layer elevation và chọn *Open Attribute Table* để xem thông tin thuộc tính.
- Tắt bảng thuộc tính. Xem thông tin về một mảnh đất bất kỳ trên bản đồ bằng cách sử dụng công cụ *Identify* trên thanh công cụ Tools. Dùng công cụ này và nhấp chuột trái vào 1 vùng đất bất kỳ trên bản đồ xem thông tin thuộc tính đi kèm với nó:

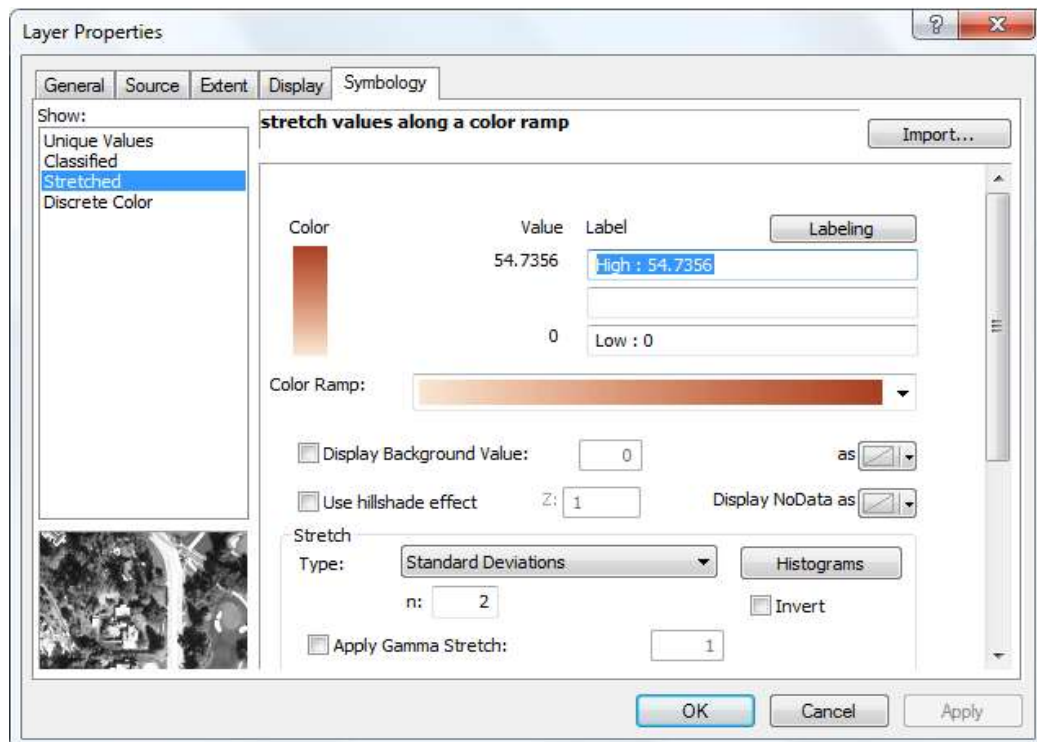
Table			
elevation_raster			
OBJECTID *	Value	Count	
1	100	9572	
2	200	6494	
3	300	6042	
4	400	5152	
5	500	4676	
6	600	3996	
7	700	3459	
8	800	2489	
9	900	1855	
10	1000	1197	
11	1100	684	
12	1200	437	
13	1300	287	
14	1400	194	
15	1500	30	

Hình 6.65. Bảng thuộc tính của lớp độ cao



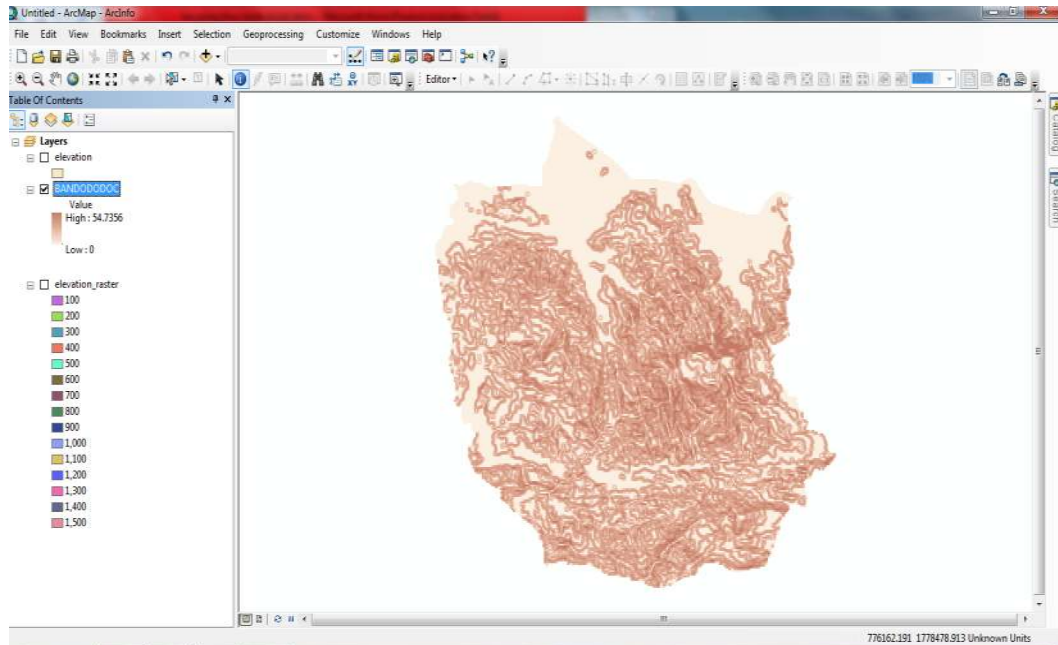
Hình 6.66. Hộp thoại Identify

- Hiện thị bản đồ BANDODODOC: Nhấp đúp chuột trái vào layer "BANDODODOC". Vào thẻ *Symbology*. Chọn chế độ hiển thị *Stretched* và chọn dải màu hiển thị.



Hình 6.67. Thiết lập chế độ hiển thị cho bản đồ độ dốc trên hộp thoại Layer Properties

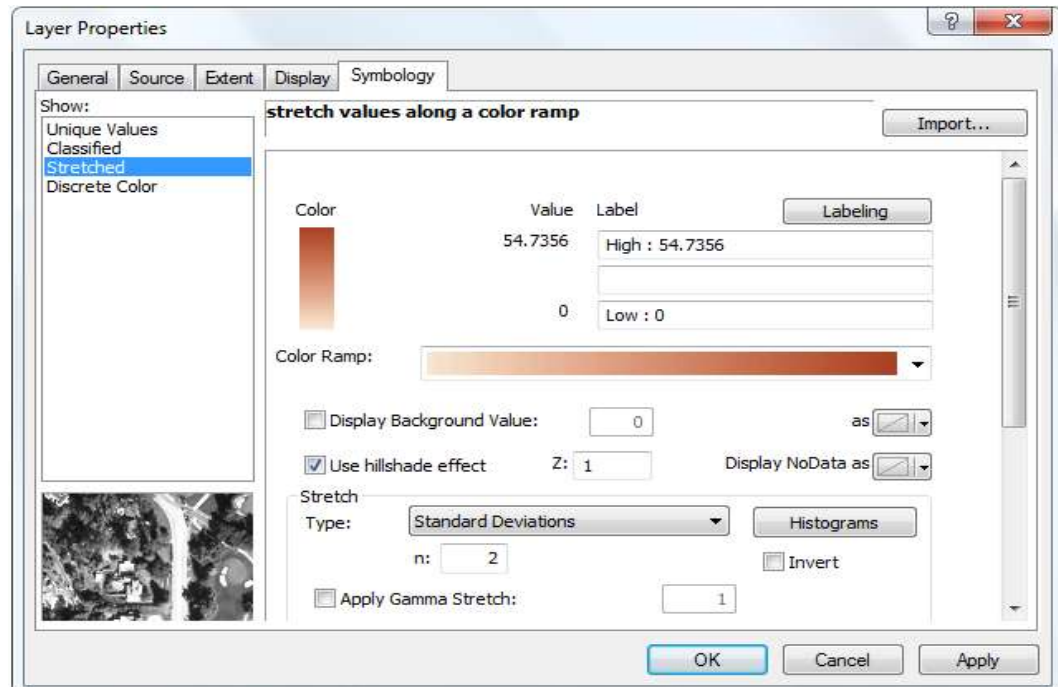
- Nhấp OK, lúc này bản đồ BANDODODOC sẽ được thể hiện trên bản đồ với dải màu liên tục.



Hình 6.68. Bản đồ độ dốc thể hiện theo dải màu liên tục

- Bề mặt địa hình lúc này được hiển thị liên tục theo dải màu. Tuy nhiên để hiển thị bề mặt địa hình đẹp hơn, dễ hình dung hơn thì cần hiển thị cả bóng địa hình (*hillshape*).

- Nhấp đúp chuột trái vào layer "BANDODODOC" và vào mục *Symbology*. Đánh dấu 'v' vào mục *Use hillshade effect*. Nhấp OK, lúc này bề mặt địa hình BANDODODOC sẽ được hiển thị rõ nét hơn.



Hình 6.69. Hộp thoại Layer Properties

- Ngoài ra trong mục *Type* còn có các tùy chọn cho phép người dùng hiển thị bề mặt BANDODODOC theo một số mô hình toán học đã được thiết kế sẵn.

6.5. Các chức năng truy vấn và chồng xếp dữ liệu trong ArcGIS

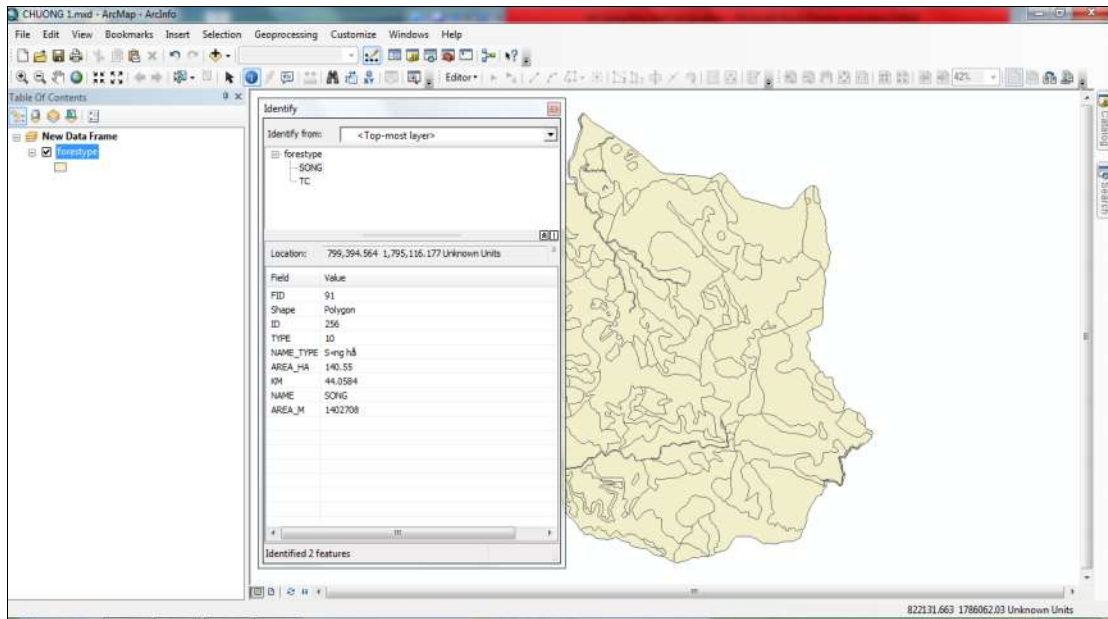
6.5.1. Các chức năng truy vấn không gian trong ARC GIS

Để biết thông tin về dữ liệu của đối tượng có thể sử dụng hai cách tra cứu: Sử dụng công cụ *Identify* /hoặc tra cứu bằng thuộc tính (*Attribute table*).

6.5.1.1. Sử dụng công cụ *Identify*

Trên thanh công cụ *Tools* nhấp vào công cụ *Identify*/nhấp chuột vào đối tượng cần tra cứu thông tin (đối tượng bất kỳ).

Cửa sổ *Identify* hiện ra:



Hình 6.70. Cửa sổ *Identify*

Cửa sổ *Identify* này sẽ cho biết các thông tin của đối tượng trong lớp dữ liệu (Phuongxa.shp) trên bản đồ.

- Trường *Field*: Cho biết thông tin về trường thuộc tính của đối tượng.
- Trường *Value*: Cho biết thông tin giá trị của đối tượng.

6.5.1.2. Tra cứu bằng bảng thuộc tính

Để mở bảng dữ liệu thuộc tính ứng với một lớp dữ liệu, nhấp chuột phải vào lớp cần mở trong TOC rồi chọn *Open Attribute Table*.

Sau khi mở bảng dữ liệu thuộc tính của lớp dữ liệu thì việc tìm kiếm, truy vấn, kết xuất dữ liệu, lựa chọn đối tượng... trên bản đồ dựa theo các điều kiện khác nhau sẽ được thực hiện.

6.5.2 Các lệnh truy vấn (*Query*) cơ sở dữ liệu

ArcGIS có một số công cụ để khai thác các thông tin: công cụ *Identify* để xem thông tin truy vấn (*Query*) *Select By Attributes* (truy vấn theo thuộc tính) và *Select By*

Location đối tượng, công cụ truy (truy vấn theo không gian) để tìm các đối tượng thỏa mãn một hay nhiều điều kiện nào đó.

Một lệnh truy vấn đơn giản bao gồm tên trường, toán tử và giá trị. Các lệnh truy vấn đơn giản có thể kết hợp với nhau để tạo thành các lệnh phức tạp.

6.5.2.1 Lệnh truy vấn CSDL theo thuộc tính

Để làm việc với công cụ truy vấn theo thuộc tính *Select By Attributes*: Từ thanh công cụ menu chọn *Selection/Select By Attributes*. Hộp thoại *Select By Attributes* xuất hiện:

Trong đó:

- *Layer*: Cho phép lựa chọn lớp dữ liệu cần truy vấn.
- *Method*: Cho phép lựa chọn theo 4 chế độ khác nhau: Để mô tả từng chế độ hãy hình dung người dùng đã chọn 2 đối tượng là A và B, khi đó:
 - + *Create new selection*: **Chọn hoàn toàn mới** các đối tượng, không quan tâm đến các đối tượng đã được lựa chọn hay chưa. Trong ví dụ này, nếu bấm vào C mà không chọn A, B thì C sẽ được chọn, A và B không được lựa chọn nữa.
 - + *Add to current selection*: **Chọn thêm** các đối tượng mới vào tập các đối tượng đã được lựa chọn trước đó. Trong ví dụ này, nếu bấm vào C thì cả A, B và C sẽ được chọn (C được chọn mới còn A, B đã được chọn trước đó).
 - + *Remove from current selection*: **Bỏ chọn một đối tượng** trong tập các đối tượng được chọn trước đó. Trong ví dụ này, nếu bạn bấm vào A thì chỉ còn B tiếp tục được chọn.
 - + *Select from current selection*: **Chọn từ tập đối tượng đã chọn** trước đó, nói cách khác là thêm điều kiện cho tập đối tượng đã được chọn. Trong ví dụ này, nếu bạn bấm vào A thì chỉ có A tiếp tục được chọn.
- Tiếp đến là một danh sách các trường của lớp dữ liệu và các phép tính để truy vấn.
- *Select*From... Where*: Nơi viết hàm để truy vấn dữ liệu.
- *Clear*: Xóa hàm truy vấn.
- *Verify*: Kiểm tra hàm truy vấn.
- *Help*: Trợ giúp truy vấn.
- *Load*: Nhập vào hàm truy vấn đã có sẵn.
- *Save*: Ghi hàm truy vấn.

6.5.2.2. Lệnh truy vấn, tìm kiếm, hỏi đáp CSDL theo không gian

Tìm kiếm không gian tức là viết ra các lệnh truy vấn theo vị trí và mối liên hệ về không gian giữa các đối tượng như là tìm các điểm, đường và vùng nằm gần hay cắt ngang các đối tượng ở một layer khác (hoặc ở chính lớp dữ liệu đó).

Để chọn các đối tượng dựa theo vị trí địa lý và mối liên hệ về không gian người dùng sử dụng công cụ *Select By Location* ở thực đơn *Selection*.

Một số mối quan hệ không gian sử dụng trong công cụ *Select By Location* trong ArcGIS 10 gồm:

- *Target layer(s) feature intersect the source layer feature*: Chọn các đối tượng ở layer đích giao nhau với các đối tượng ở layer nguồn.

- *Target layer(s) feature intersect (3d) the source layer feature*: Tương tự như phương thức trên nhưng áp dụng với đối tượng 3D.

- *Target layer(s) feature are within a distance of the source layer feature*: Chọn các đối tượng nằm cách các đối tượng ở layer khác không xa hơn một khoảng cách nhất định. Đối với đường và vùng thì khoảng cách được tính theo cạnh gần nhất hoặc tâm của chúng.

- *Target layer(s) feature are within a distance of (3d) the source layer feature*: Tương tự như phương thức trên nhưng áp dụng với đối tượng 3D.

Để dễ dàng mô tả các phương thức lựa chọn dưới đây, đặt tên cho đối tượng file nguồn là A, đối tượng file đích cần lựa chọn là B.

- *Target layer(s) feature completely contain the source layer feature*: B được chọn khi B chứa trọn A (không tiếp xúc đường bao).

- *Target layer(s) feature contain (Clementini) the source layer feature*: B được chọn khi:

+ B chứa trọn A (giống *Completely contain*);

+ B chứa A và tiếp xúc biên với A nhưng bắt buộc vẫn có phần tử thuộc A nằm trong B.

- *Target layer(s) feature contain the source layer feature*: Kết quả được chọn giống như toán tử *Contain (Clementini)*. Tuy nhiên toán tử này cho phép chọn thêm B trong trường hợp A nằm hoàn toàn trên biên của B.

- *Target layer(s) feature are completely within the source layer feature*: Chọn các đối tượng nằm trọn bên trong các đối tượng của layer khác.

- *Target layer(s) feature are within (Clementini) the source layer feature*: Giống như toán tử *Completely within*, song ngoài chọn các đối tượng nằm trọn bên trong các đối tượng của layer khác ra còn có thể chọn thêm các đối tượng vừa nằm bên trong vừa tiếp xúc đường biên với đối tượng ở layer khác.

- *Target layer(s) feature are within the source layer feature*: Kết quả giống như toán tử *Within (Clementini)* song có thể chọn thêm các đối tượng nằm hoàn toàn trên biên của đối tượng khác.

- *Target layer(s) feature have their centre in the source layer feature*: Chọn các đối tượng có điểm trọng tâm ở bên trong các đối tượng ở một layer khác.

- *Target layer(s) feature share a line segment with the source layer feature*: Chọn các đối tượng có cùng chung cạnh hay đỉnh với đối tượng ở một layer khác.

- *Target layer(s) feature are identical to the source layer feature*: Chọn các đối tượng có hình dạng (geometry), kích thước và vị trí giống như các đối tượng đã cho trước (tức là các đối tượng được nhìn thấy trên bản đồ như 1 đối tượng song thực chất nằm ở 2 layer khác nhau). Các đối tượng được chọn và đối tượng cho trước phải có cùng dạng hình học, chẳng hạn đường - đường, vùng - vùng...

- *Target layer(s) feature are crossed by the outside of the source layer feature*: Đây là phương pháp chọn các đối tượng bị cắt bởi đường bao của các đối tượng ở layer khác.

- *Target layer(s) feature touch the boundary of the source layer feature*: Chọn các đối tượng có đường biên tiếp xúc với các đối tượng thuộc lớp khác.

6.5.3 Thực hành truy vấn CSDL theo thuộc tính và không gian trong ArcGIS

Khởi động ArcMap sử dụng *A new empty map*. Nhấp vào nút Add Data. Tìm đến thư mục có chứa lớp dữ liệu *Foretype.shp* và chọn Add.

- Hiển thị *label* phường xã dùng trường NAME_TYPE, phông chữ *Arial*, cỡ chữ là 8, kiểu chữ in đậm (Bold).

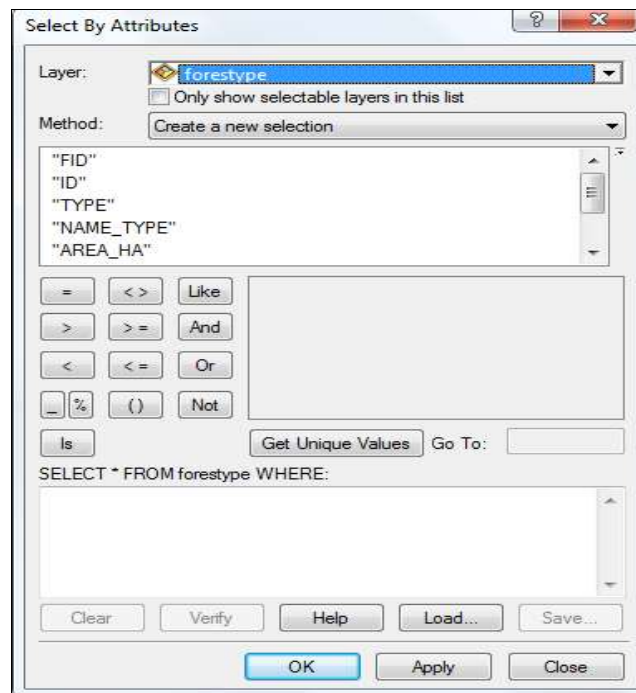
- Hiển thị mỗi loại rừng 1 màu chọn chế độ hiển thị *Symbology/Categories* (xem tham khảo ở bài thực hành 2.1 mục 1).

- Lưu bản đồ (*File/Save*) với tên *Query.mxd*.

6.5.3.1. Truy vấn CSDL theo thuộc tính

* *Tạo một lệnh truy vấn để tìm loại rừng giàu của rừng Bạch Mã*

Từ thanh công cụ menu chọn *Selection/Select By Attributes*. Hộp thoại *Select By Attributes* hiện ra (hình dưới).



Hình 6.71. Hộp thoại *Select By Attributes*

Trong đó:

Mục *Layer*: Chọn lớp dữ liệu cần làm việc là *Foretype*.

Nhấp đúp trái chuột vào trường “NAME_TYPE” để đưa trường này vào trong lệnh truy vấn.

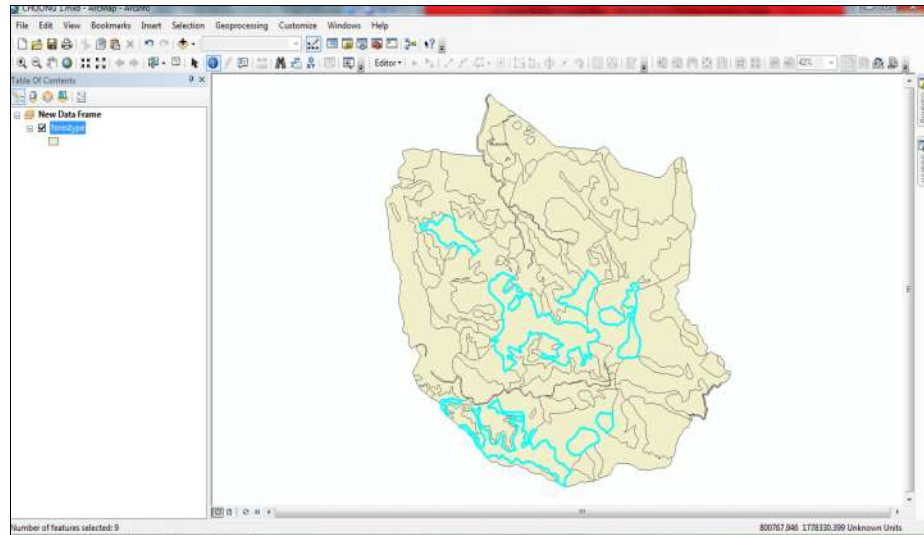
Gõ dấu “=” trên bàn phím.

Nhấp chuột trái vào nút *Get Unique Values*. Trong danh sách *Get Unique Values* tìm ‘Rừng giàu’ rồi nhấp đúp để hiển thị sau dấu “=”.

Như vậy sẽ được lệnh truy vấn viết bằng ngôn ngữ SQL như sau: `SELECT * FROM Foretype WHERE: "NAME_TYPE" = 'Rừng giàu'`.

Nhấp nút *Apply*. Nhấp OK để đóng hộp thoại *Select By Attributes*.

Nhận được kết quả (hình dưới). Kiểm tra lại xem có đúng là những vùng rừng giàu đã được chọn hay không.



Hình 6.72. Kết quả truy vấn CSDL theo thuộc tính

Nhấn chuột vào nút lệnh *Clear Selected Features*  trên thanh công cụ Tools để bỏ chọn.

* Tạo lệnh truy vấn tìm kiếm các loại rừng

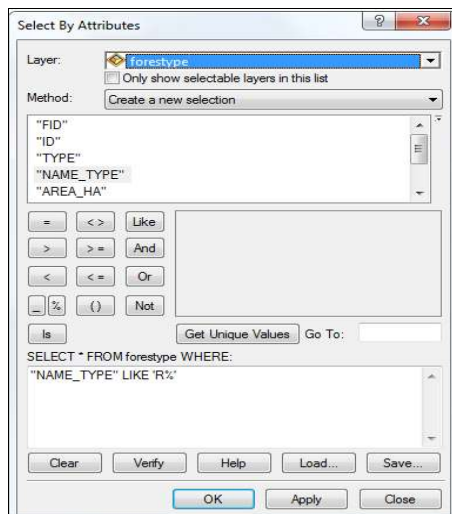
Từ thanh công cụ menu, chọn *Selection/ Select By Attributes*. Hộp thoại *Select By Attributes* hiện ra:

- Nhấp đúp trái chuột vào “NAME_TYPE” để đưa trường này vào trong lệnh truy vấn.
- Nhấp vào nút có dấu để hiển thị sau từ “NAME_TYPE”, nhập ‘R%’ sau dòng “NAME_TYPE”.

Như vậy sẽ được lệnh truy vấn viết bằng ngôn ngữ SQL như sau: `SELECT * FROM Forestype WHERE: "NAME_TYPE" LIKE 'R%'`

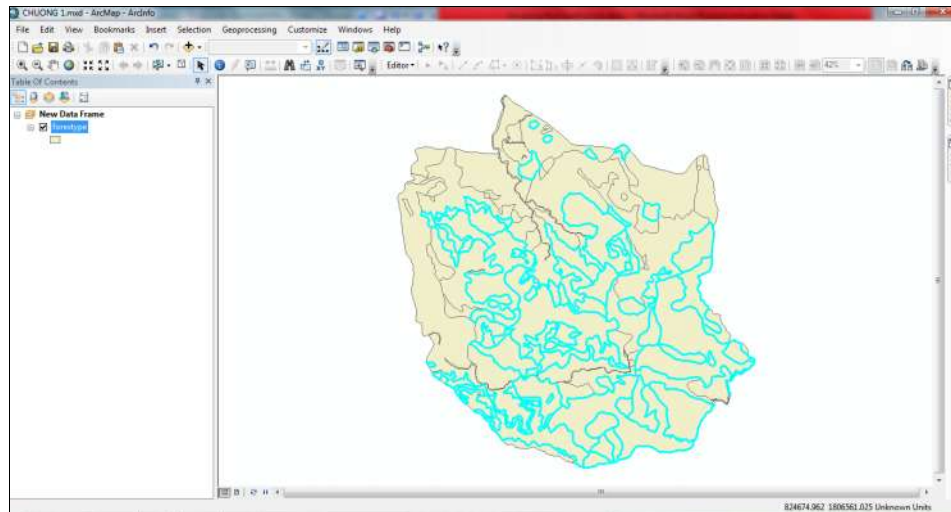
Câu lệnh này được hiểu là: chọn tất cả các đối tượng thuộc lớp *Forestype* mà có giá trị trong trường *NAME_TYPE* bắt đầu bằng chữ cái *R*.

Nhấp nút *Apply*. Nhấp *OK* để đóng hộp thoại *Select By Attributes*.



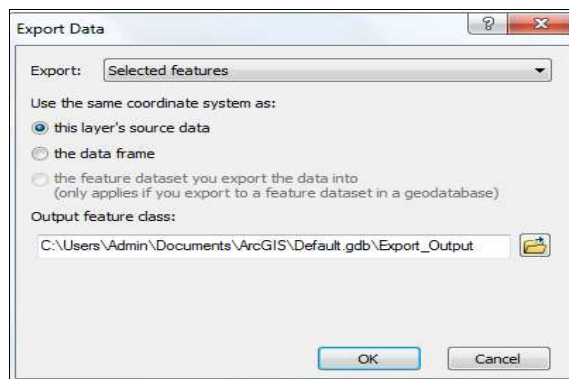
Hình 6.73. Hộp thoại *Select By Attributes*

Nhận được kết quả (hình dưới).

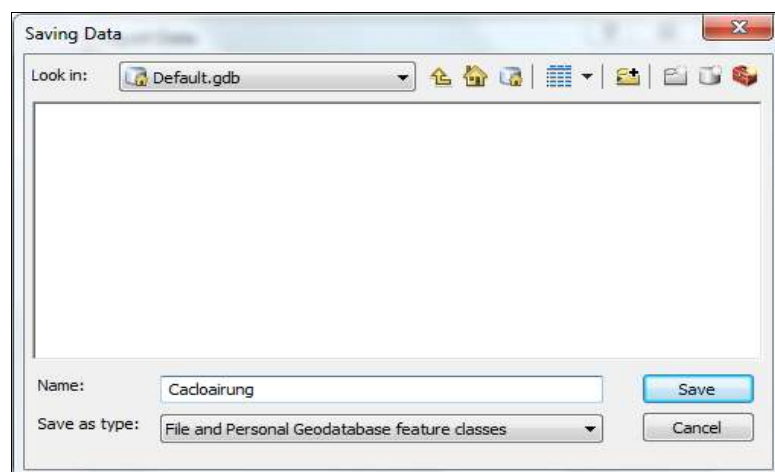


Hình 6.74. Kết quả của lệnh truy vấn

Lưu các loại này thành 1 shapefile mới bằng cách nhấp chuột phải vào shapefile Foresttype trên TOC và chọn *Data/Export Data*. Chọn đường dẫn đầu ra và đặt tên là *Cacloairung.shp*



Hình 6.75. Hộp thoại xuất dữ liệu (Export Data)



Hình 6.76. Hộp thoại lưu dữ liệu (Saving Data)

Nhấp chuột trái vào nút lệnh *Clear Selected Feature* trên thanh công cụ *Tools* để bỏ chọn.

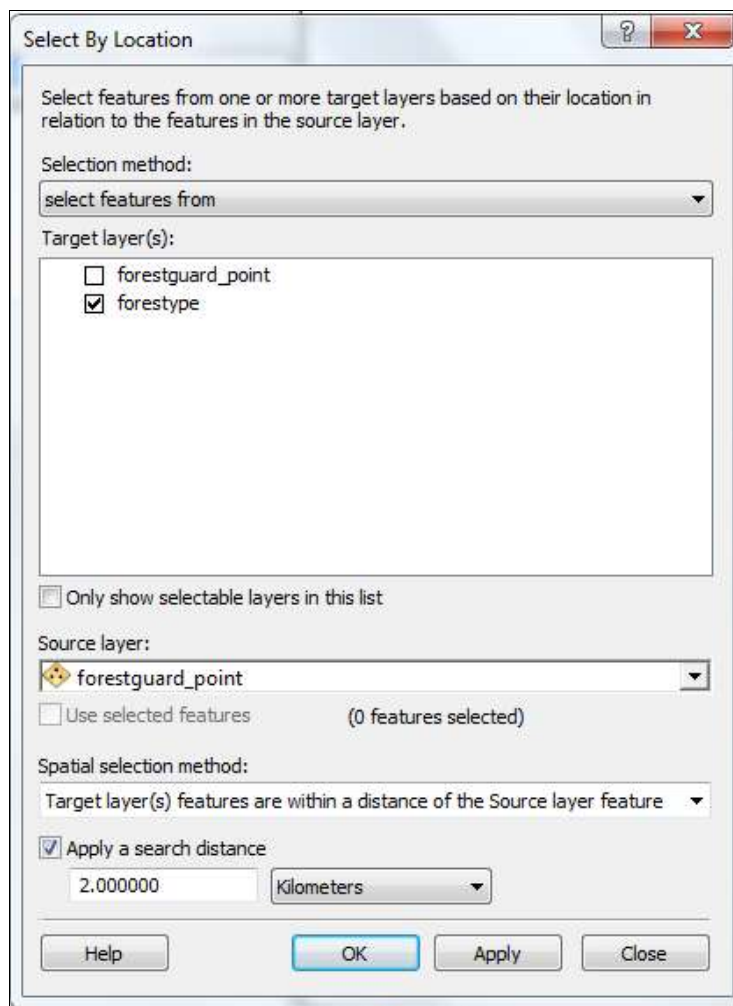
6.5.4. Truy vấn CSDL theo không gian

Tìm kiếm những vùng rừng giàu và rừng trung bình nằm cách trạm kiểm lâm 2 km. Sử dụng dữ liệu từ file *Foretype.shp* và file *Forestguard_point.shp*.

Hiển thị dữ liệu *Foretype.shp* và *Forestguard_point.shp*.

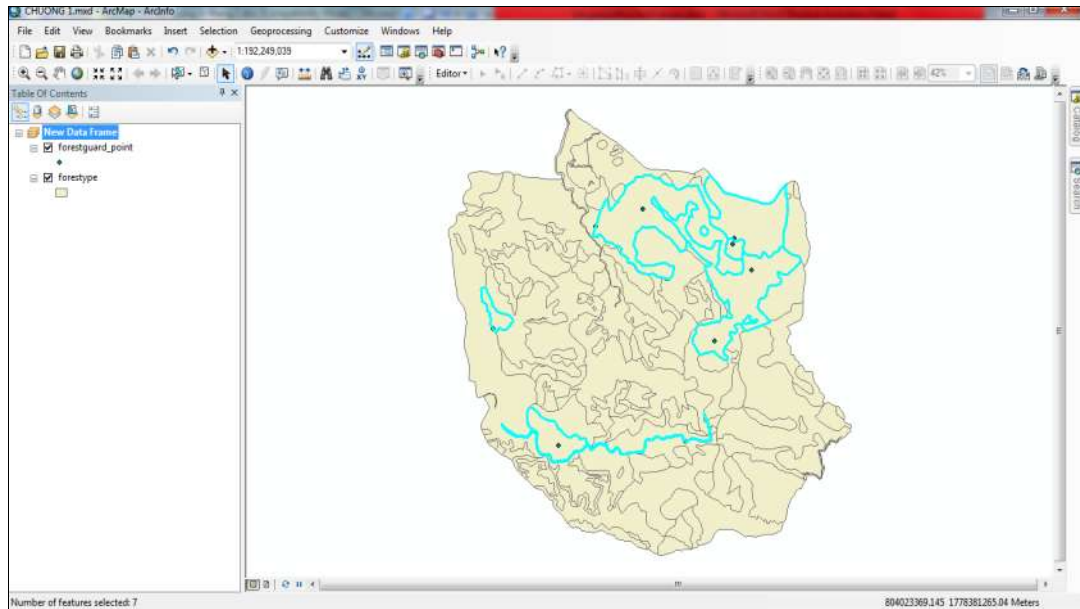
Lựa chọn công cụ *Selection* sau đó chọn *Select By Location*, xuất hiện bảng *Select By Location*:

- Mục *Selection method*: Chọn *Select features from*.
- Mục *Target*: Chọn *Foretype*.
- Mục *Source layer*: Chọn *Foretype_point*.
- Mục *Spatial selection method*: Chọn *Target layer (s) feature are within a distance of the source layer feature*.
- Mục *Apply a search distance*: Chọn 2 km.



Hình 6.77. Hộp thoại *Select By Location*

Bấm OK, cho kết quả:



Hình 6.78. Kết quả của truy vấn CSDL theo không gian

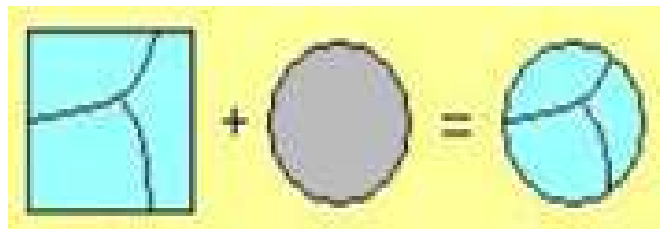
Kết quả hiển thị trên màn hình View sẽ cho ta các loại rừng nằm cách các trạm kiểm lâm 2 km.

6.5.5. Chồng ghép dữ liệu không gian trong ArcGIS

6.5.5.1. Công cụ Clip

Về dữ liệu không gian:

Chỉ giữ lại phần nằm trong đường bao của các đối tượng ở lớp dữ liệu dùng để cắt (clip).



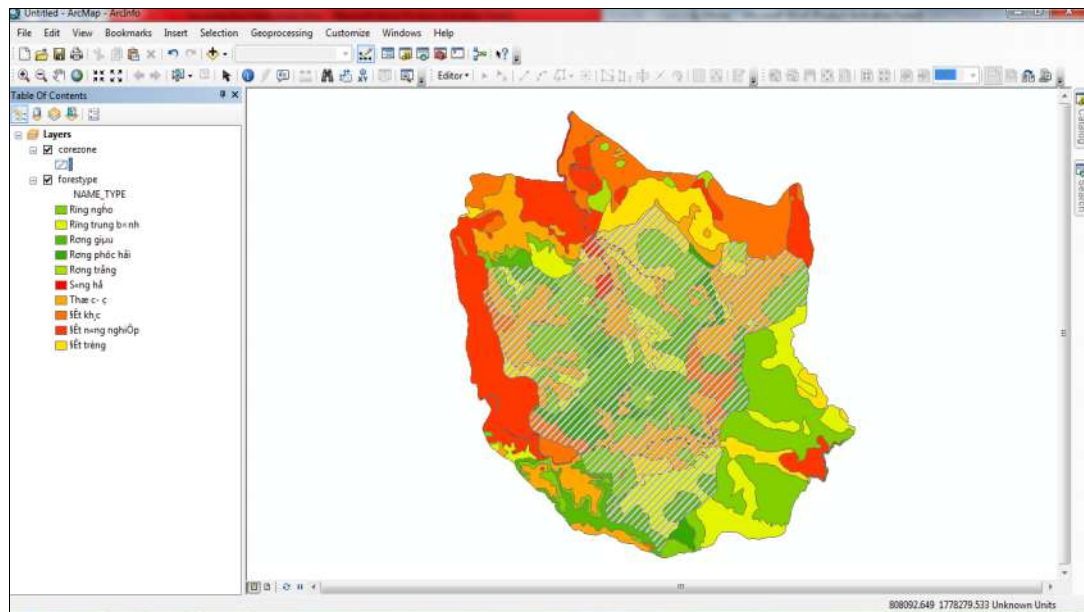
Hình 6.79. Mô tả công cụ Clip

Về dữ liệu thuộc tính: Lấy thuộc tính của lớp dữ liệu đầu vào.

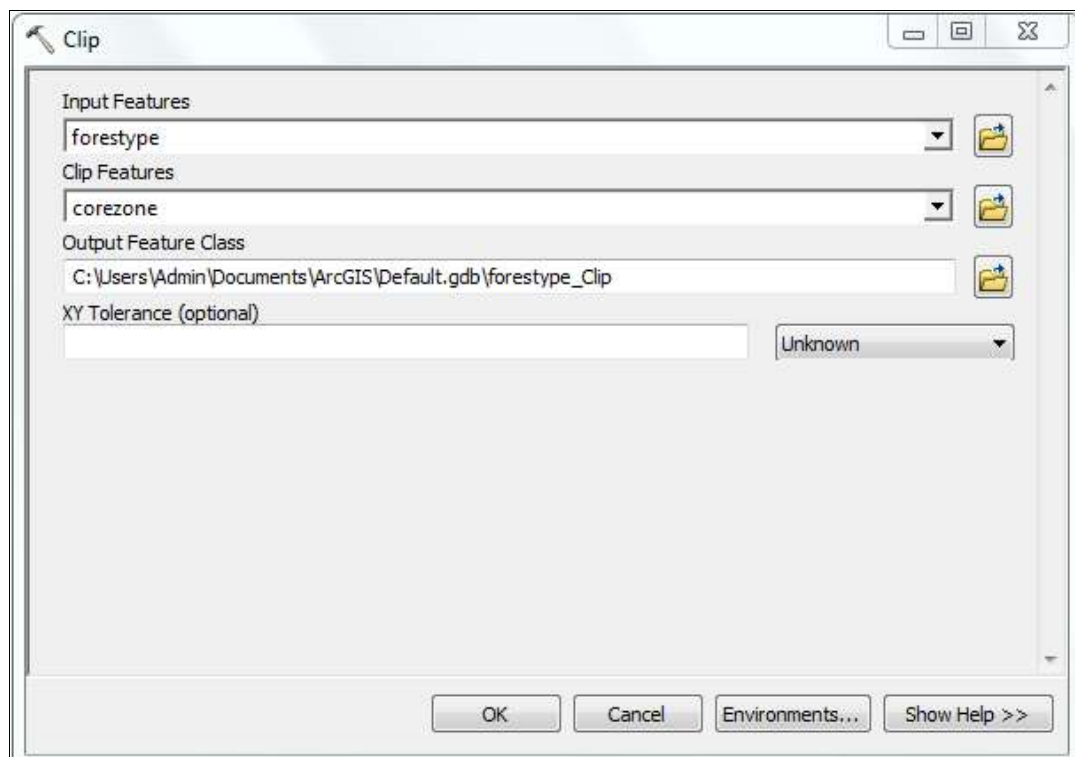
*** Thực hành Sử dụng công cụ Clip**

Sử dụng dữ liệu từ hai lớp *Foresttype.shp* và *Corezone.shp* để tạo bản đồ mới thể hiện những loại đất nằm trong vùng lõi của Vườn Quốc gia Bạch Mã.

Khởi động ArcMap chọn *A New empty map*. Add lớp dữ liệu *Foresttype.shp*; *Corezone.shp* vào trong bản đồ và mở xem thông tin thuộc tính của các lớp dữ liệu này.



Hình 6.80. Bản đồ các loại đất của vườn quốc gia Bạch Mã
Sử dụng công cụ Clip trong menu lệnh *Geoprocessing/Clip*.



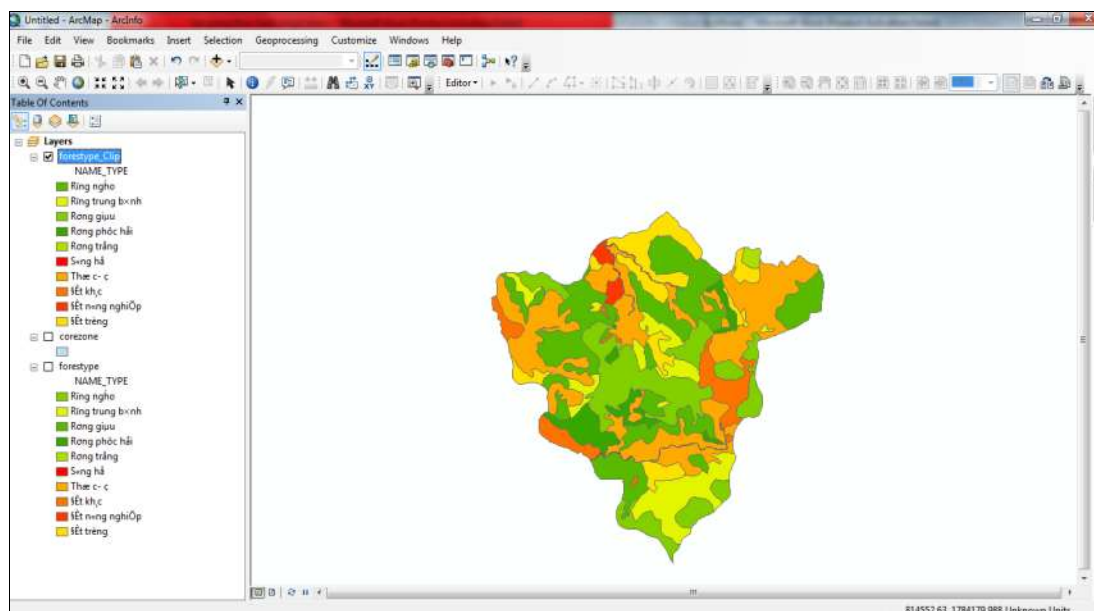
Hình 6.81. Hộp thoại lựa chọn lớp dữ liệu đầu vào và lớp dữ liệu dùng để cắt
trong chức năng *Clip*

Trong đó:

- *Input Features*: nhấp chọn lớp Forestype.shp.

- *Clip Features*: nhập chọn lớp Corezone.shp.
- *Output Features*: chọn thư mục và đặt tên *forestype_Clip*.
- *Tolerance(optional)*: trên thanh xỏ chọn đơn vị.

Nhấp OK. Nhận được kết quả:



Hình 6.82. Bản đồ các loại đất nằm trong vùng lõi của vườn quốc gia Bạch Mã

Và kết quả thuộc tính nhận được:

OBJECTID *	Shape *	ID	TYPE	NAME_TYPE	AREA_HA	KM	NAME	AREA_M	Shape_Length	Shape_Area
1	Polygon	20	9	Sét khô c	14.28	1.7204	KTT	142505	1720.423134	142504.88994
2	Polygon	29	1	Rừng giàu	277.2	6.6147	GIAU	2766641	6614.70608	2766640.974123
3	Polygon	35	3	Rừng nghèo	82.23	3.8509	NGHEO	820771	3850.949892	820770.528549
4	Polygon	40	1	Rừng giàu	126.06	4.319	GIAU	1258214	4319.034109	1258214.318327
5	Polygon	56	9	Sét khô c	17.54	1.8219	KTT	175105	1821.92083	175104.733355
6	Polygon	58	8	Thảo c- c	41.83	2.9763	TC	417554	2976.289203	417554.121408
7	Polygon	83	2	Rừng trung bình	22.8	2.1087	RTB	227601	2108.671181	227600.840061
8	Polygon	84	3	Rừng nghèo	170.18	6.4386	NGHEO	1698508	6438.674471	1698508.132444
9	Polygon	94	2	Rừng trung bình	225.61	9.0019	RTB	2251767	9001.869362	2251766.950829
10	Polygon	97	3	Rừng nghèo	73.12	4.1209	NGHEO	729797	4120.88794	729797.086934
11	Polygon	98	2	Rừng trung bình	98.06	4.7704	RTB	978640	4770.439295	978639.890608
12	Polygon	103	3	Rừng nghèo	107.18	5.5995	NGHEO	1069622	5599.553556	1069622.011681
13	Polygon	104	8	Thảo c- c	232.39	9.5632	TC	2319132	9563.279958	2319132.382846
14	Polygon	105	2	Rừng trung bình	192.35	11.3318	RTB	1919650	11331.866682	1919650.078625
15	Polygon	107	3	Rừng nghèo	99.47	5.0085	NGHEO	992706	5008.506467	992705.799373
16	Polygon	108	6	Sét trắng	169.29	9.0825	DT	1689363	9082.550168	1689362.676503
17	Polygon	112	10	Sông hồ	4.07	2.7552	SONG	40650	2755.204528	40650.113606
18	Polygon	116	4	Rừng phước hải	50.95	3.0274	RPH	508520	3027.435225	508519.784323
19	Polygon	119	9	Sét khô c	197.36	7.9114	KTT	1969524	7911.471963	1969523.733699
20	Polygon	121	2	Rừng trung bình	132.78	7.5605	RTB	1325026	7560.517876	1325026.292673
21	Polygon	123	3	Rừng nghèo	59.28	3.5353	NGHEO	591588	3535.35629	591588.167295
22	Polygon	125	2	Rừng trung bình	29.96	2.5775	RTB	298976	2577.487885	298976.113049
23	Polygon	126	9	Sét khô c	2.14	0.6005	KTT	21374	600.473333	21373.913843
24	Polygon	127	9	Sét khô c	2.83	0.6387	KTT	28224	638.663119	28223.643156

Hình 6.83. Bảng thuộc tính các loại đất nằm trong vùng lõi vườn quốc gia Bạch Mã

6.5.5.2. Công cụ Intersect

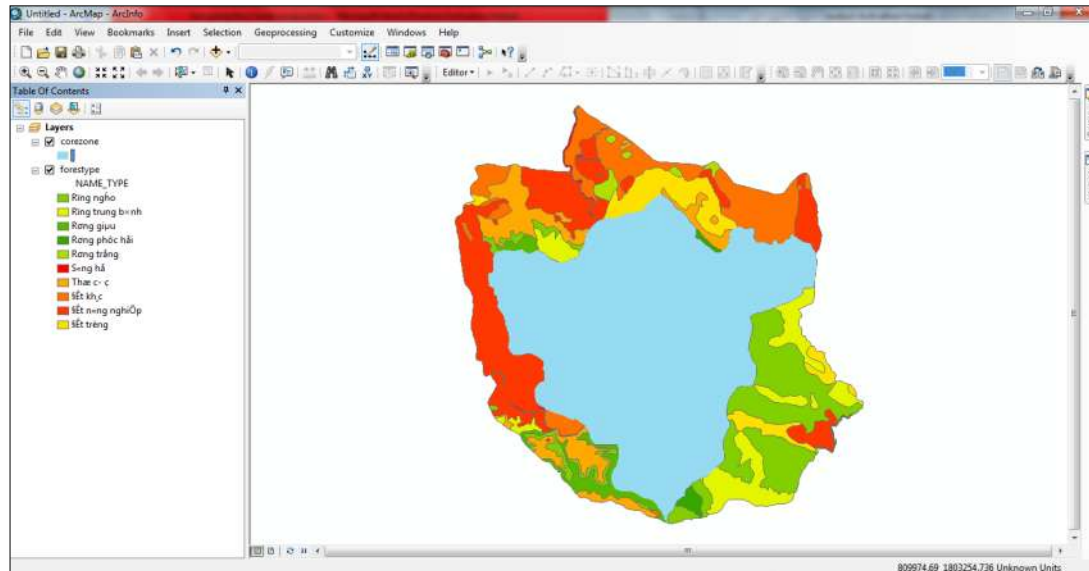
Về dữ liệu không gian: Lấy phần giao nhau giữa các đối tượng trên 2 lớp khác nhau tạo thành nhiều đối tượng mới (nhỏ hơn).

Về dữ liệu thuộc tính: Có tất cả các thuộc tính của 2 lớp dữ liệu.

* Thực hành sử dụng công cụ intersect:

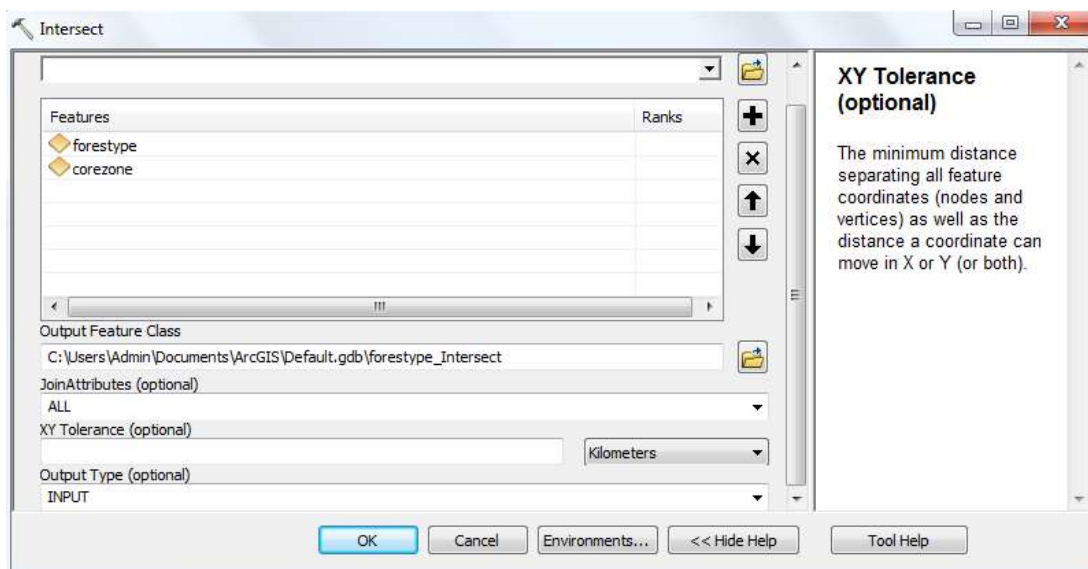
Sử dụng nguồn dữ liệu từ hai file *Forestype.shp* và *Corezone.shp* để tạo bản đồ mới thể hiện những loại đất nằm trong vùng lõi của Vườn Quốc gia Bạch Mã bằng chức năng Intersect.

- Tạo một ArcMap mới Add lớp dữ liệu: *Forestype.shp* vừa tạo và *Corezone.shp*.



Hình 6.84. Bản đồ loại rừng và bản đồ loại đất trong vùng lõi của vườn quốc gia Bạch Mã

Sử dụng công cụ *Intersect* trong menu lệnh *Geoprocessing/Intersect*. Hộp thoại *Intersect* hiện ra:



Hình 6.85. Hộp thoại Intersect

Trong đó:

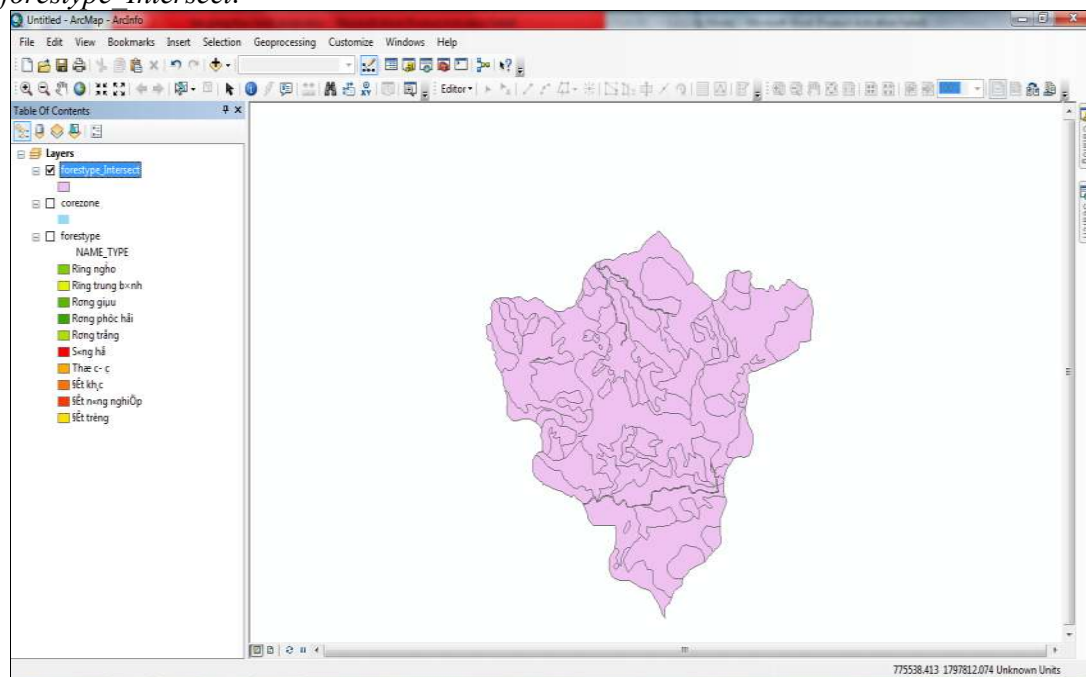
- *Input Features*: nhập lần lượt 2 lớp *Corezone.shp* và *Forestype.shp*.
- *Output Features class*: chọn thư mục và đặt tên (*forestype_Intersect*) để lưu lớp được tạo ra.
- Tại *Join Attributes* (optional): có 3 lựa chọn như sau:
 - NO_FID: Bảng thuộc tính không có trường thuộc tính FID của 2 tầng nhưng thuộc tính của các trường khác.
 - ONLY_FID: Bảng thuộc tính của 2 lớp nhưng không có thuộc tính của các trường khác ALL.
 - All: Có tất cả thuộc tính của cả 2 lớp.

Tại đây chọn ALL.

- XY Tolerance (optional): Trên thanh xổ chọn đơn vị.
- Tại Output Type (optional): Có 3 lựa chọn:
 - INPUT: Lấy không gian trên bản đồ là sự giao nhau của 2 lớp.
 - LINE: Lấy không gian trên bản đồ là sự giao nhau của 2 lớp dưới định dạng là đường.
 - POINT: Lấy không gian trên bản đồ là sự giao nhau của 2 lớp dưới định dạng là điểm. Tại đây chọn INPUT.

Nhấp chọn OK. Nhận được kết quả: Là một lớp dữ liệu (*forestype_Intersect*) bao gồm thuộc tính của cả hai lớp dữ liệu.

Mở bảng thuộc tính xem thông tin thuộc tính của lớp dữ liệu. So sánh cả phần dữ liệu không gian và bảng thuộc tính giữa 2 layers vừa tạo *forestype_Clip* và *forestype_Intersect*.



Hình 6.86. Kết quả của intersect

OBJECTID	Shape	FID_foresttype	ID	TYPE	NAME_TYPE	AREA_HA	KM	AREA_M	FID_corezone	ID_1	ZONE_NAME	NEWFIELD1	Shape_Length	Shape_Area
1	Polygon	12	20	9	gết kh, c	14.28	1.7204	KTT	142505	0	1	Service and tourism	29126378	1720.423134
2	Polygon	14	29	1	Rong giu	277.2	6.6147	GIAU	2766641	0	1	Service and tourism	29126378	6614.70608
3	Polygon	17	35	3	Ring nghi	82.23	3.8509	NGHEO	820771	0	1	Service and tourism	29126378	3850.949892
4	Polygon	18	40	1	Rong giu	126.06	4.319	GIAU	1258214	0	1	Service and tourism	29126378	4319.034109
5	Polygon	20	56	9	gết kh, c	17.54	1.8219	KTT	175105	0	1	Service and tourism	29126378	1821.92083
6	Polygon	21	58	8	Thuc c- c	41.83	2.9763	TC	417554	0	1	Service and tourism	29126378	2976.289203
7	Polygon	25	83	2	Ring trung bnh	22.8	2.1087	RTB	227601	0	1	Service and tourism	29126378	2108.671181
8	Polygon	26	84	3	Ring nghi	170.18	6.4386	NGHEO	1698508	0	1	Service and tourism	29126378	6438.674471
9	Polygon	27	94	2	Ring trung bnh	225.61	9.0019	RTB	2251767	0	1	Service and tourism	29126378	9001.869362
10	Polygon	28	97	3	Ring nghi	73.12	4.1209	NGHEO	729797	0	1	Service and tourism	29126378	4120.86794
11	Polygon	29	98	2	Ring trung bnh	98.06	4.7704	RTB	978640	0	1	Service and tourism	29126378	4770.439295
12	Polygon	30	103	3	Ring nghi	107.18	5.5995	NGHEO	1069622	0	1	Service and tourism	29126378	5599.553556
13	Polygon	31	104	8	Thuc c- c	232.39	9.5632	TC	2319132	0	1	Service and tourism	29126378	9563.279958
14	Polygon	32	105	2	Ring trung bnh	192.35	11.3318	RTB	1919650	0	1	Service and tourism	29126378	11331.866862
15	Polygon	33	107	3	Ring nghi	99.47	5.0085	NGHEO	992706	0	1	Service and tourism	29126378	5008.506467
16	Polygon	34	108	6	gết trng	169.29	9.0825	DT	1689363	0	1	Service and tourism	29126378	9082.505168
17	Polygon	35	112	10	Sang hã	4.07	2.7552	SONG	40650	0	1	Service and tourism	29126378	2755.204528
18	Polygon	36	116	4	Rong phuc hã	50.95	3.0274	BPW	508520	0	1	Service and tourism	29126378	3027.435225
19	Polygon	37	119	9	gết kh, c	197.38	7.9114	KTT	1969524	0	1	Service and tourism	29126378	7911.471963
20	Polygon	38	121	2	Ring trung bnh	132.78	7.5805	RTB	1325026	0	1	Service and tourism	29126378	7580.517876
21	Polygon	39	123	3	Ring nghi	59.28	3.5353	NGHEO	591588	0	1	Service and tourism	29126378	3535.35629
22	Polygon	40	125	2	Ring trung bnh	29.96	2.5775	RTB	298976	0	1	Service and tourism	29126378	2577.487885
23	Polygon	41	126	9	gết kh, c	2.14	0.6065	KTT	21374	0	1	Service and tourism	29126378	600.473333
24	Polygon	42	127	9	gết kh, c	2.83	0.6367	KTT	28224	0	1	Service and tourism	29126378	636.063119

Hình 6.87. Bảng thuộc tính sau khi sử dụng chức năng Intersect

6.5.5.3. Công cụ Union

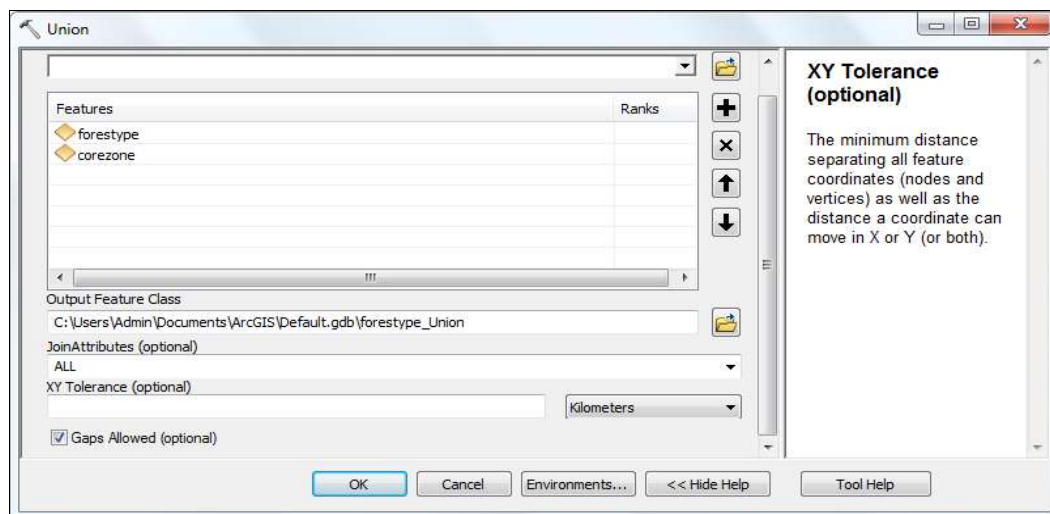
Về dữ liệu không gian: Khác với công cụ *Intersect*, công cụ *Union* không cắt các đối tượng của layer đầu ra (*Output layer*) theo ranh giới của *Overlay layer* mà lấy toàn bộ không gian của các đối tượng trên 2 lớp khác nhau tạo thành nhiều đối tượng mới (nhỏ hơn).

Về dữ liệu thuộc tính: Có tất cả các thuộc tính của 2 layers. Các thuộc tính của đối tượng ở *Output layer* nếu không xác định được thì sẽ để trống (null; 0).

* *Thực hành sử dụng công cụ Union*

Sử dụng dữ liệu từ hai lớp *Forestype.shp* và *Corezone.shp* để thực hiện chức năng Union.

- Tạo một ArcMap mới nhập hai lớp dữ liệu *Forestype.shp* và *Corezone.shp* và mở xem bảng thuộc tính của hai lớp dữ liệu này.
- Sử dụng công cụ Union trên menu lệnh *Geoprocessing/Union*. Hộp thoại Union hiện ra:



Hình 6.88. Hộp thoại Union

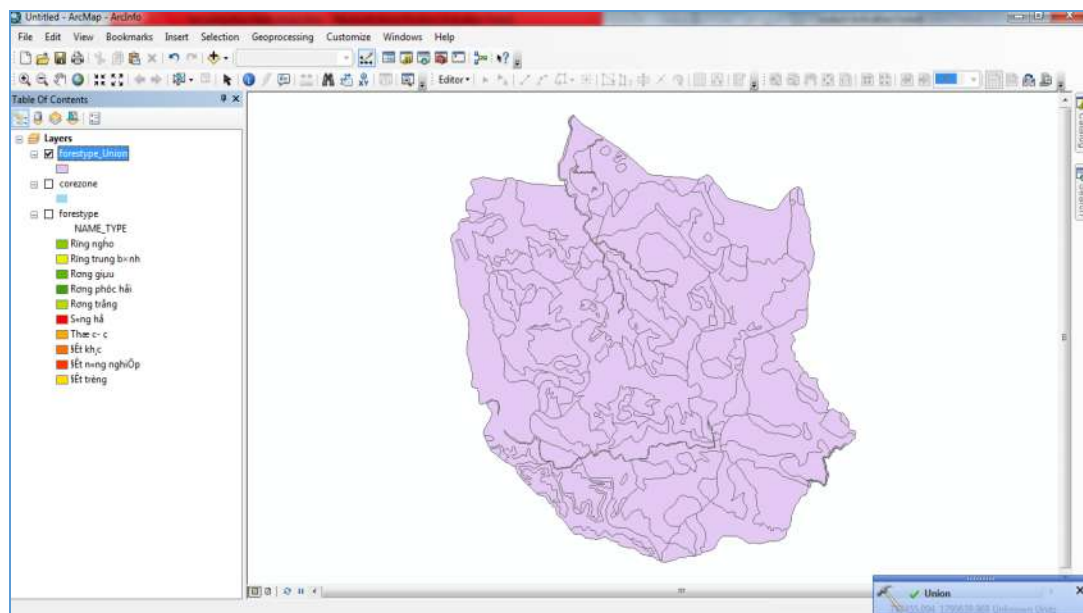
Trong đó:

- *Input Features*: Nhập lần lượt 2 lớp *Forestype.shp* và *Corezone.shp*.
- *Output Features class*: Chọn thư mục và đặt tên (*forestype_Union*) để lưu lớp vừa tạo ra.
- *Tại Join Attributes (optional)*: Có 3 lựa chọn:
 - *NO_FID*: Bảng thuộc tính sẽ không có trường thuộc tính FID của 2 lớp nhưng có thuộc tính của các trường khác.
 - *ONLY_FID*: Bảng thuộc tính chỉ có trường thuộc tính của 2 lớp nhưng không có thuộc tính của các trường khác.
 - *ALL*: Có tất cả các thuộc tính của 2 lớp.

Tại đây nhập chọn ALL.

- *XY Tolerance (optional)*: Chọn đơn vị.

Nhấp OK. Kết quả nhận được:



Hình 6.89. Lớp dữ liệu kết quả sau khi sử dụng chức năng Union

- Mở các bảng thuộc tính của lớp dữ liệu vừa tạo, lớp dữ liệu đầu vào và nhận xét sự khác nhau về thuộc tính của chúng.

6.5.5.4. Công cụ Merge

Về dữ liệu không gian: Công cụ *Merge* ghép 2 hay nhiều lớp bản đồ thành một lớp duy nhất và hữu ích khi cần kết hợp 2 mảnh bản đồ kề nhau thành 1 mảnh duy nhất.

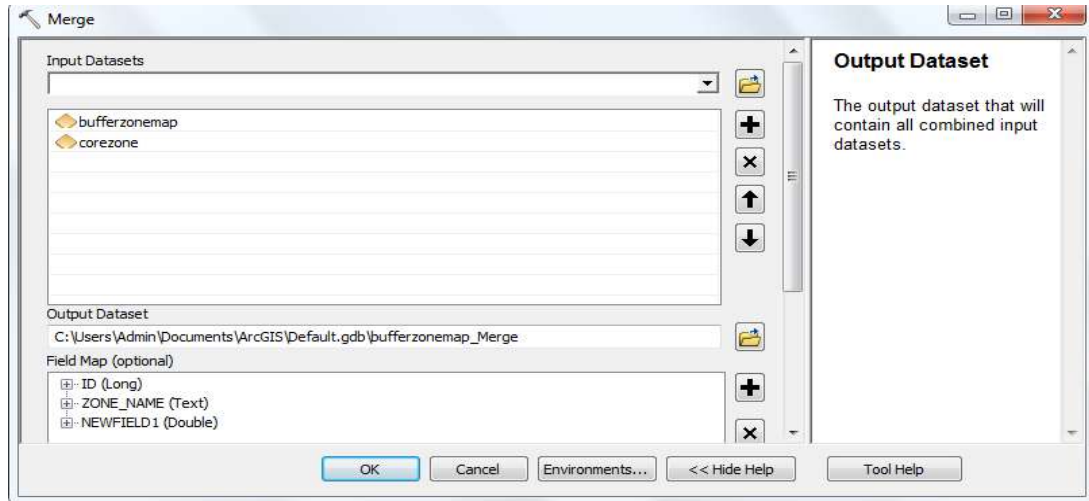
Về dữ liệu thuộc tính: Các thuộc tính có chung trong tất cả các layers đầu vào sẽ được giữ nguyên.

Thực hành sử dụng công cụ Merge:

Sử dụng chức năng Merge để tạo một bản đồ từ hai file dữ liệu: *Bufferzonemap.shp* và *Corezone.shp* trong folder Bachma_Arcview.

Tạo một ArcMap mới nhập hai lớp dữ liệu *Bufferzonemap.shp*, *Corezone.shp* vào bản đồ. Khi đó giao diện ArcMap và bảng thuộc tính của lớp dữ liệu.

Sử dụng công cụ *Merge* bằng cách trên menu lệnh vào *Geoprocessing/Merge*. Hộp thoại *Merge* hiện ra:



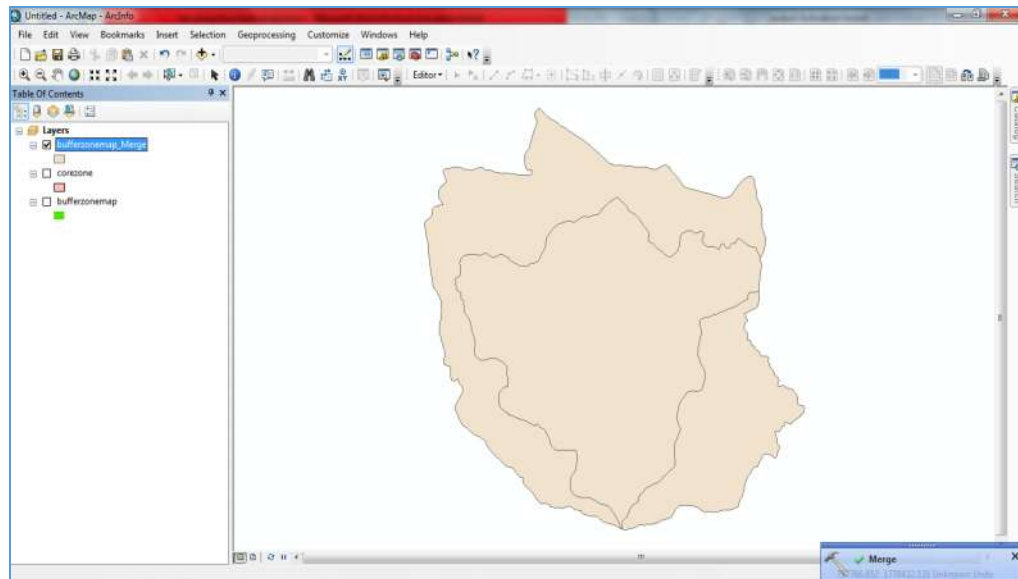
Hình 6.90. Hộp thoại *Merge*

Trong đó:

Input Dataset: Cho phép chọn các lớp dữ liệu để nhập lại (chọn lớp *Bufferzonemap.shp*, *Corezone.shp*).

Output Dataset: Chọn thư mục và đặt tên (*bufferzonemap_Merge*) để lưu lớp được tạo ra.

Nhấp OK nhận được kết quả hình dưới:



Hình 6.91. Lớp dữ liệu kết quả sau khi sử dụng chức năng *Merge*

Chú ý: Đối tượng ở hai lớp dữ liệu *Bufferzonemap.shp*, *Corezone.shp* giờ đã được gộp vào thành một lớp *bufferzonemap_Merge* chứa các đối tượng của hai lớp này.

6.5.5.5. Công cụ *Dissolve*

Khái quát hóa các đối tượng kề nhau có cùng chung một thuộc tính nào đó thành một đối tượng duy nhất. Chẳng hạn, khi thành lập bản đồ Quy hoạch hành chính có thể sử dụng công cụ này để nhập các xã kề nhau có cùng mục đích sử dụng thành một vùng duy nhất.

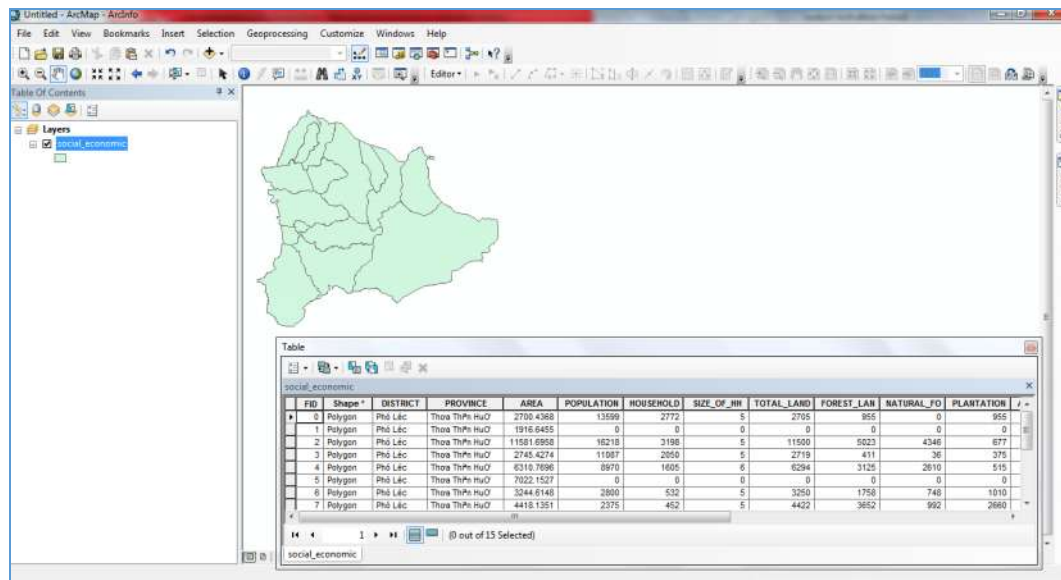
Về dữ liệu không gian: các đối tượng từ nhiều đối tượng không gian có chung thuộc tính sẽ được gộp làm một đối tượng.

Về dữ liệu thuộc tính: lấy thuộc tính của một đối tượng.

** Thực hành sử dụng công cụ Dissolve:*

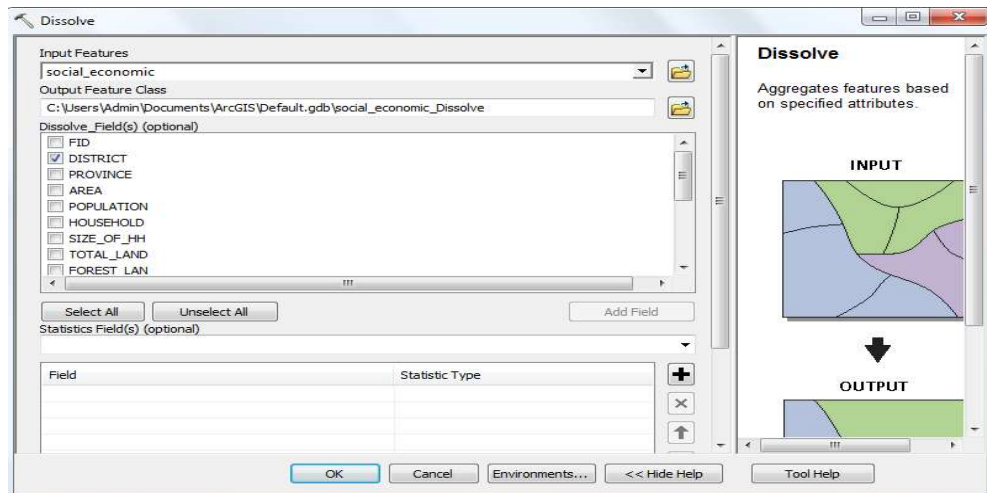
Tạo một bản đồ thể hiện ranh giới các huyện bằng cách trộn các xã nằm trong cùng một đơn vị hành chính huyện lại với nhau. Sử dụng lớp dữ liệu *Social_economic.shp*.

Tạo một ArcMap mới, nhập lớp dữ liệu *Social_economic.shp*. Khi đó giao diện ArcMap và bảng thuộc tính của lớp dữ liệu (hình dưới):



Hình 6.92. Dữ liệu không gian và thuộc tính của lớp Bản đồ Kinh tế xã hội

Sử dụng công cụ *Dissolve* trong menu lệnh *Geoprocessing/Dissolve*. Hộp thoại *Dissolve* hiện ra:



Hình 6.93. Hộp thoại Dissolve

Trong đó:

Input Features: Nhập lớp *Social_economic.shp*.

Output Features class: Chọn thư mục và đặt tên (*social_economic_Dissolve.shp*) để lưu lớp được tạo ra.

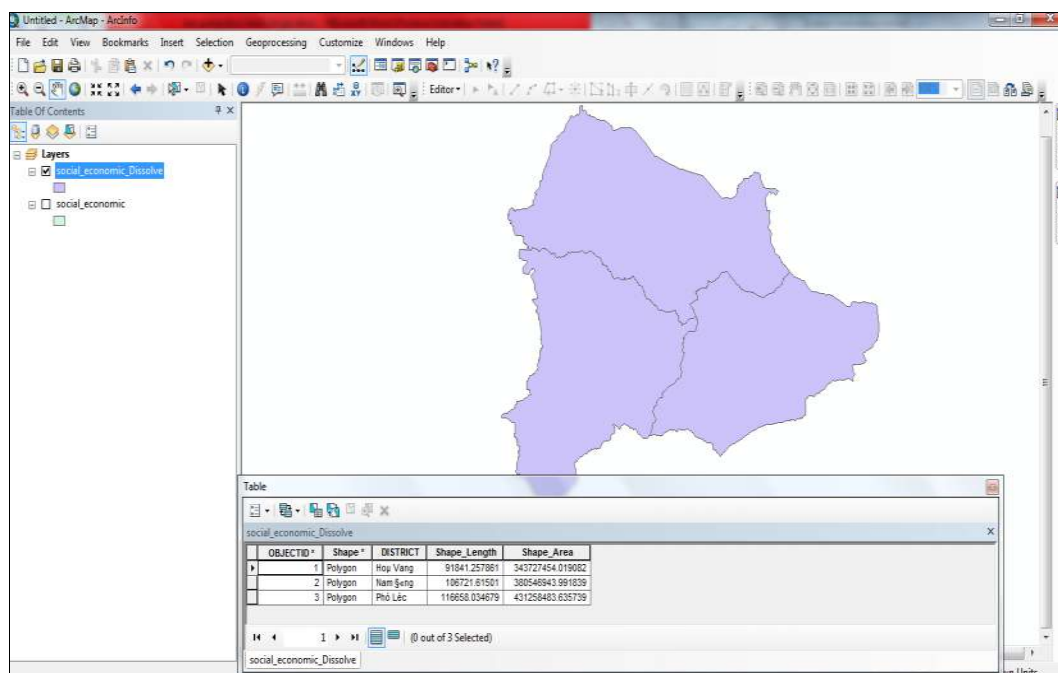
Dissolve_Field(s) (optional): Cho phép chọn các trường dữ liệu. Chọn trường *Project*.

Statistics Field(s) (optional): Cho phép thống kê trường dữ liệu.

Create multipart Features:

- Nếu tích chọn thì tất cả các đối tượng có cùng thuộc tính sẽ gộp vào làm 1 đối tượng.
- Nếu không tích chọn các đối tượng vẫn giữ nguyên chỉ riêng các đối tượng có chung ranh giới sẽ được gộp lại.

Tại đây tích chọn. Nhấp OK. Kết quả sẽ nhận được:



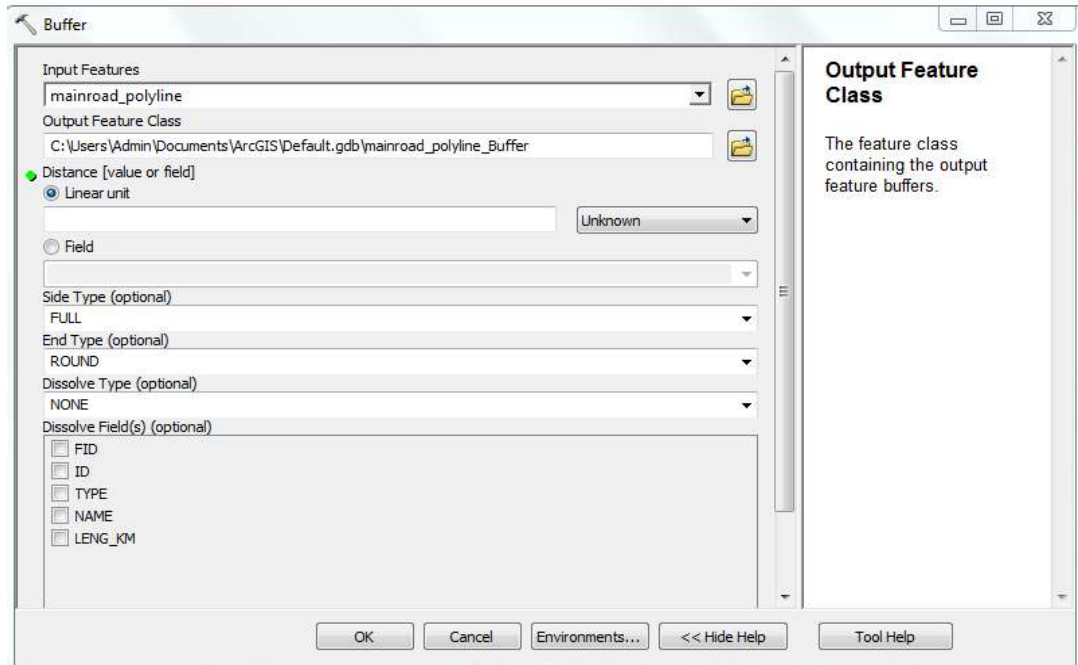
Hình 6.94. Lớp dữ liệu kết quả sau khi sử dụng chức năng Dissolve

6.5.5.6. Sử dụng công cụ Buffer

Thực hành công cụ buffer:

- Tạo vùng đệm thể hiện sự ảnh hưởng khi có đường chính chạy qua các loại đất rừng.
- Nhập lớp dữ liệu *mainroad.shp* và *forestype.shp* vào bản đồ.

Sử dụng công cụ Buffer trong menu lệnh *Geoprocessing/Buffer*. Hộp thoại *Buffer* hiện ra:



Hình 6.95. Hộp thoại Buffer

Trong đó:

Input Feature: mainroad.shp

Output Feature Class: Chọn thư mục và đặt tên (*mainroad_polyline_Buffer.shp*) để lưu lớp được tạo ra.

Distance (Value or Field): Một đối tượng sẽ không bị thực hiện đệm nếu khoảng cách chỉ định là 0. Chọn *Linear unit*: 50 Meters. Có thể chỉ định khoảng cách âm đối với đối tượng đệm. Khoảng cách âm sẽ tạo vùng đệm bên trong. Người dùng có thể dùng *Field* để chỉ định khoảng cách đệm cho từng đối tượng.

Sự lựa chọn *Left*, *Right* được dùng cho *Polyline*. Vùng đệm có thể được tạo bên trái hay bên phải nếu ta chọn *Left* hay *Right*. Nếu muốn tạo vùng đệm cho cả hai bên thì chọn *Full*.

Sự lựa chọn *End Type* cũng chỉ được dùng cho *Polyline*. Sự lựa chọn này dùng để xác định hình dạng của điểm cuối cùng của Line. Mặc định chương trình sẽ lựa chọn *Round* để tạo một nửa đường tròn cho điểm cuối cùng.

Kiểu *Dissolve* xác định kiểu phân rã sẽ được thực hiện để xóa bỏ vùng đệm chồng lấp lên nhau.

None nếu muốn các vùng đệm sẽ độc lập với nhau.

All nếu muốn tất cả các vùng đệm được ghép lại thành một vùng đệm và bỏ bất kì vùng đệm nào chồng lấp.

Cũng có thể lựa chọn vài *Field* để *Dissolve* nếu ta chọn *LIST* trong *Dissolve Type*. Những đối tượng có thuộc tính giống nhau trên Field chỉ định sẽ *Dissolve*.

Nhấp OK. Nhận được kết quả.

Bài tập thực hành

Bài 1: Sử dụng file dữ liệu Bản đồ thế giới:

- Anh (Chị) hãy tìm 5 nước có diện tích lớn nhất thế giới và tạo biểu đồ thể hiện diện tích của 5 nước đó.
- Biên tập bản đồ thể hiện cả 5 nước vừa tìm được.

Bài 2: Tạo một bản đồ theo các yêu cầu sau:

- Dữ liệu không gian: bao gồm 5 thửa đất có hình dạng bất kỳ, xây dựng trên hệ tọa độ VN2000.
- Dữ liệu thuộc tính bao gồm các trường: Mã thửa đất, diện tích, tên chủ sử dụng đất, mục đích sử dụng đất, tình trạng pháp lý của thửa đất.
- Thực hiện biên tập bản đồ với đầy đủ các yếu tố: Khung, tên bản đồ, chỉ hướng, tỷ lệ và nội dung bản đồ.

Bài 3: Sử dụng nguồn dữ liệu từ hai file *Forestype.shp* và *Corezone.shp* từ folder dữ liệu cho sẵn để tạo một bản đồ mới thể hiện những loại đất nằm trong vùng lõi của Vườn Quốc gia Bạch Mã. Trình bày bản đồ kết quả trên trang Layout.

Bài 4: Sử dụng nguồn dữ liệu từ hai file *Forestype.shp* và *Buferzone.shp* từ folder dữ liệu cho sẵn để tạo một bản đồ mới thể hiện các loại đất rừng trung bình và rừng nghèo nằm trong vùng đệm của Vườn Quốc gia Bạch Mã. Trình bày bản đồ kết quả trên trang Layout.

Bài 5: Sử dụng các file dữ liệu *Forestype.shp*, *mainroad_polyline.shp* trong thư mục dữ liệu cho sẵn, tạo bản đồ rừng nghèo và rừng trung bình cách đường chính 2 km. Trình bày bản đồ kết quả trên trang Layout.

Bài 6: Mở 2 file dữ liệu *commune_pop.shp* và *Forestype.shp* trong thư mục dữ liệu cho sẵn. Sử dụng chức năng Union và Intersect của GeoProcessing để tạo hai bản đồ mới. So sánh sự giống và khác nhau của dữ liệu không gian và thuộc tính trong file bản đồ kết quả của hai chức năng đó.

Bài 7: Mở 2 file dữ liệu *commune_pop.shp* và *Forestype.shp* trong thư mục dữ liệu cho sẵn. Sử dụng chức năng Clip và Intersect của GeoProcessing để tạo hai bản đồ mới. So sánh sự giống và khác nhau của dữ liệu không gian và thuộc tính trong file bản đồ kết quả của hai chức năng đó.

Bài 8: Sử dụng file *Mainroad_polyline.shp* và file *Foretype.shp* trong thư mục dữ liệu cho sẵn:

- Từ file *Forestype.shp*: Tạo 1 theme mới thể hiện 3 loại đất: rừng giàu, rừng trung bình và rừng trồng.
- Sử dụng dữ liệu của theme mới tạo và theme *Mainroad_polyline.shp*: Xây dựng bản đồ hệ thống giao thông chạy qua các diện tích 3 loại rừng nêu trên.

Bài 9: Xác định những vùng rừng giàu có độ dốc từ 25 đến 35 độ hoặc cao hơn 35 độ nằm trong ranh giới các xã Hương Lộc, Thượng Lộc và Lộc Điền. Sử dụng file *Forestype.shp*, *Slope.shp* và *Commune_pop.shp* trong thư mục dữ liệu cho sẵn.

Bài 10: Xác định những vùng rừng nghèo có độ dốc dưới 15 độ nằm trong ranh giới vùng đệm. Sử dụng các file *Forestype.shp*, *Slope.shp* và *buferzone.shp* trong thư mục dữ liệu cho sẵn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ERSI Việt Nam, 2013. *Building Geodatabase. Editing data and Performing Analysis with ArcGIS for Desktop*. Workshop: Fundamental of using ArcGIS for Desktop.
2. Trần Hùng, 2013. *Ứng dụng GIS, viễn thám và mô hình hóa lập bản đồ rủi ro trong quản lý và giảm nhẹ thiên tai*. Tài liệu hướng dẫn thực hành. Hà Nội.
3. Trần Thị Phượng, 2010. *Ứng dụng phần mềm ArcView trong quản lý tài nguyên*. Tài liệu hướng dẫn thực hành. Huế.

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC HUẾ

07 Hà Nội, Huế - Điện thoại: 054.3834486; Fax: 054.3819886

Chịu trách nhiệm xuất bản

Giám đốc: Nguyễn Thanh Hà

Tổng biên tập: Hoàng Đức Khoa

Người phản biện

PGS. TS. Huỳnh Văn Chương

GVC. TS. Hồ Kiệt

Biên tập kỹ - mỹ thuật

Tồn Nữ Quỳnh Chi – Trần Bình Tuyên

Trình bày bìa

Mình Hoàng

Chế bản

Ngọc Anh

GIÁO TRÌNH

HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS – GIS

In 200 bản, khổ 16 x 24 cm tại Công ty Cổ phần in và sản xuất bao bì Huế: số 02 Sóng Hồng, phường Phú Bài, thị xã Hương Thủy, tỉnh Thừa Thiên Huế. Số đăng ký xuất bản: 2774 – 2014/CXB/06-44/ĐHH. Quyết định xuất bản số: 121/QĐ/ĐHH-NXB, cấp ngày 25 tháng 12 năm 2014. In xong và nộp lưu chiểu Quý I năm 2015.