

Chương 1	TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG TIN ĐỊA LÝ (GIS)	3
1.1.	MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ THÔNG TIN VÀ CÔNG NGHỆ THÔNG TIN	3
1.1.1.	Thông tin (Information)	3
1.1.2.	Dữ liệu (Data)	3
1.1.3.	Xử lý thông tin	3
1.1.4.	Công nghệ thông tin	3
1.2.	TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG TIN ĐỊA LÝ	4
1.2.1.	Sự hình thành và phát triển của GIS	4
1.2.2.	Định nghĩa hệ GIS	6
1.2.3.	Lý do cần xây dựng GIS	7
1.2.4.	Những lợi ích thu được khi sử dụng GIS	9
1.2.5.	Các thành phần cơ bản của GIS	10
1.2.6.	Các chức năng cơ bản của GIS	16
1.2.7.	Mối quan hệ của GIS với các ngành khoa học khác	16
1.2.8.	Thiết kế GIS	17
Chương 2	CƠ SỞ ĐỊA LÝ HỌC	22
2.1.	KHÁI NIỆM CHUNG VỀ BẢN ĐỒ	22
2.1.1.	Định nghĩa	22
2.1.2.	Các tính chất của bản đồ	24
2.1.3.	Các yếu tố nội dung của bản đồ địa lý	24
2.1.4.	Cơ sở toán học của bản đồ địa lý	27
2.2.	BẢN ĐỒ VÀ CƠ SỞ ỨNG DỤNG TRONG GIS	30
2.2.1.	Định nghĩa bản đồ địa hình	30
2.2.2.	Bản đồ chuyên đề	32
2.3.	CÁC HỆ QUY CHIỀU BẢN ĐỒ	33
2.3.1.	Lưới chiếu bản đồ (lưới kinh vĩ tuyến)	33
2.3.2.	Các hệ tọa độ dùng ở Việt Nam	39
Chương 3	CƠ SỞ DỮ LIỆU TRONG GIS	41
3.1.	KHÁI QUÁT VỀ CƠ SỞ DỮ LIỆU	41
3.2.	CƠ SỞ DỮ LIỆU KHÔNG GIAN	42
3.2.1.	Cấu trúc dữ liệu dạng raster	42
3.2.2.	Cấu trúc dữ liệu dạng vector	45
3.2.3.	So sánh hai loại dữ liệu raster và vector	47

3.2.4. Các quan hệ không gian của dữ liệu địa lý	49
3.2.5. Khái niệm lớp thông tin trong bản đồ số	54
3.3. CƠ SỞ DỮ LIỆU THUỘC TÍNH.....	54
3.3.1. Cơ sở dữ liệu thuộc tính	54
3.3.2. Liên kết giữa dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính.....	56
3.4. KHÁI QUÁT VỀ HỆ QUẢN TRỊ CƠ SỞ DỮ LIỆU	56
3.5. CÁC MÔ HÌNH CSDL	57
3.5.1. Mô hình phân cấp (Hierarchical Model)	57
3.5.2. Mô hình mạng (Network Model)	58
3.5.3. Mô hình quan hệ (Relational Model)	58
3.5.4. Mô hình hướng đối tượng (Object Oriented Model).....	59
3.5.5. Mô hình quan hệ đối tượng (Object Relational Model)	61
Chương 4 CÁC CHỨC NĂNG CỦA HỆ THÔNG TIN ĐỊA LÝ- GIS.....	63
4.1. KHÁI QUÁT VỀ NHỮNG CHỨC NĂNG CỦA HỆ THỐNG	63
4.2. NHẬP DỮ LIỆU.....	64
4.2.1. Vector hóa bản đồ.....	64
4.2.2. Quét ảnh, bản đồ (Scan)	65
4.2.3. Ảnh viễn thám	66
4.2.4. Nhập dữ liệu từ bàn phím.....	67
4.3. LƯU TRỮ VÀ BIÊN TẬP DỮ LIỆU	68
4.3.1. Lưu trữ dữ liệu.....	68
4.3.2. Biên tập dữ liệu.....	69
4.4. XỬ LÝ DỮ LIỆU	72
4.4.1. Tạo cấu trúc Topology.....	72
4.4.2. Phân lớp.....	73
4.4.3. Chuyển đổi cơ sở dữ liệu dạng vector và raster	73
4.5. TÌM KIẾM VÀ PHÂN TÍCH KHÔNG GIAN.....	75
4.6. HIỂN THỊ VÀ TƯƠNG TÁC.....	76
4.6.1. Hiển thị bản đồ và bảng.....	77
4.6.2. Hiển thị bản đồ vector và raster.....	77
Chương 5 PHÂN TÍCH KHÔNG GIAN.....	82
5.1. LỰA CHỌN (TÌM KIẾM) VÀ PHÂN LOẠI.....	82
5.1.1. Thiết định phép toán trong lựa chọn.....	83
5.1.2. Các phép toán logic Boolean.....	84

5.1.3. Tìm kiếm (Searching).....	86
5.1.4. Phân loại	87
5.2. LOẠI BỎ RANH GIỚI (Dissolve)	93
5.3. CHỨC NĂNG LÂN CẬN VÀ VÙNG ĐỆM	95
5.3.1. Vùng đệm (Buffer)	96
5.4. CHỒNG CHẬP (OVERLAY)	102
5.4.1. Chồng chập các dữ liệu raster.....	103
5.4.2. Chồng chập các dữ liệu vector	105
5.4.3. Cắt (Clip), giao cắt (Intersect) và liên hợp (Union): Các trường hợp đặc biệt của chồng chập.....	109
5.5. PHÂN TÍCH MẠNG LƯỚI (NETWORK ANALYSIS)	113
5.5.1. Mạng lưới trong GIS	114
5.5.2. Hoạt động phân tích mạng.....	117
Chương 6 NỘI SUY KHÔNG GIAN VÀ MÔ HÌNH SỐ ĐỘ CAO	125
6.1. NỘI SUY KHÔNG GIAN	125
6.1.1. Khái niệm	125
6.1.2. Phương pháp nội suy không gian	125
6.2. MÔ HÌNH SỐ ĐỘ CAO	134
6.2.1. Khái niệm về mô hình số độ cao	134
6.2.2. Ứng dụng của DEM.....	135
6.2.3. Các phương pháp biểu diễn DEM	136
6.2.4. Các phương pháp thành lập DEM	140
Chương 7 CÁC ỨNG DỤNG CHÍNH CỦA HỆ THỐNG TIN ĐỊA LÝ	145
7.1. NGHIÊN CỨU QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN VÀ MÔI TRƯỜNG ...	145
7.2. NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG TRONG KINH TẾ - XÃ HỘI	167
7.3. ỨNG DỤNG GIS TRONG LĨNH VỰC Y TẾ VÀ PHÂN TÍCH THỐNG KÊ	180
7.4. MỘT SỐ BÀI TOÁN ỨNG DỤNG KHÁC CỦA CÔNG NGHỆ GIS.....	183
7.4.1. Phân loại một số bài toán ứng dụng của công nghệ GIS.....	183
7.4.2. Vai trò GPS trong thành lập bản đồ, bản đồ internet và thế giới ảo.....	186

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. (a) Bản đồ của người Babylon năm 600 trước công nguyên, (b) Bản đồ thế giới của nhà địa lý Pomponius Mela sau công nguyên (Nguồn Bản đồ Việt Nam)	4
Hình 1.2 (a). Hình ảnh ngập tại Hà Tĩnh (ảnh TTXVN), (b) Bản đồ phân bố diện ngập khu vực miền Trung được làm từ ảnh vệ tinh Sentinel-1 trên nền tảng Google Earth Engine (Trần Văn Anh và nnk, 2020)	8
Hình 1.3. Hệ thống tin địa lý GIS trên các thiết bị di động	9
Hình 1.4. Sơ đồ hệ thống phần cứng của hệ GIS	11
Hình 1.5. Hệ thống phần cứng của hệ GIS chuyên dụng	11
Hình 1.6. Dữ liệu GIS	15
Hình 1.7. Lập kế hoạch thiết kế GIS	19
Hình 2.1. Biểu thị của bề mặt trái đất lên mặt phẳng (Nguồn: Bản đồ thế giới)	22
Hình 2.2. Dạng Geoid và hình Elipsoid	22
Hình 2.3. Mô hình các lớp dữ liệu trong GIS	26
Hình 2.4. Hệ tọa độ địa lý (Nguồn Lâm Quang Dốc)	28
Hình 2.5. Hệ tọa độ Đề Các (Nguồn Lâm Quang Dốc)	29
Hình 2.6. Hệ tọa độ vuông góc	30
Hình 2.7. Phép chiếu bản đồ	34
Hình 2.8. Các phép chiếu bản đồ	35
Hình 2.9. Các phép chiếu hình	36
Hình 2.10. Các phép chiếu hình nón	36
Hình 2.11. Các phép chiếu phương vị	37
Hình 2.12. Phép chiếu Gauss	38
Hình 2.13. Phép chiếu UTM	39
Hình 3.1. Mô tả cơ sở dữ liệu không gian và thuộc tính trong GIS	41
Hình 3.2. Ví dụ dữ liệu không gian raster và vector (Bolstad, 2016)	42
Hình 3.3. Hình học của các đối tượng điểm, đường trong dữ liệu raster	42
Hình 3.4. Hình học của các đối tượng vùng trong dữ liệu raster	43
Hình 3.5. Dữ liệu raster dạng vùng và thông tin thuộc tính	43
Hình 3.6. Mô tả phương pháp nén theo mã hóa độ dài hàng loạt (Bolstad, 2016)	44
Hình 3.7. Hai cách thực hiện mã hóa theo chuỗi: (A) 4 hướng; (B) 8 hướng	44
Hình 3.8. Ví dụ về nén theo chuỗi (theo chiều kim đồng hồ) (Asadi Tawfiq và nnk, 2014) ..	44
Hình 3.9. Biểu diễn các yếu tố điểm, đường, vùng trong cấu trúc vector	46
Hình 3.10. Mô tả hai vùng kề nhau và 1 vùng nằm trong	47
Hình 3.11. Mô phỏng cách thể hiện các khoanh vi theo cấu trúc raster	48
Hình 3.12. So sánh giữa cấu trúc raster và vector	49
Bảng 3. 1. Bảng tóm tắt ưu nhược điểm của dữ liệu raster và vector	49
Hình 3.13. Biểu diễn mô hình Spaghetti cho đối tượng dạng vùng	50
Hình 3.14. So sánh giữa quan hệ hình học và quan hệ topology của dữ liệu vector	51
Hình 3.15. Dữ liệu topology của đối tượng điểm	51
Hình 3.16. Dữ liệu topology của đối tượng đường	52
Hình 3.17. Dữ liệu topology của đối tượng vùng	52
Hình 3.18. Mối quan hệ Topology giữa các đối tượng không gian dạng vector	53
Hình 3.19. Tổ chức các lớp dữ liệu trong bản đồ số	54
Hình 3.20. Mô tả dữ liệu thuộc tính trong GIS	55
Hình 3.21. Liên kết dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính	56
Hình 3.24. Mô hình quan hệ	59

Hình 3.25. Các mức độ chi tiết khi nghiên cứu đối tượng.....	60
Hình 3.26. Đảo, Bán đảo, Lục địa là những kế thừa từ siêu lớp Đất.....	60
Hình 3.27. Các mối quan hệ không gian cho đối tượng Tỉnh.....	60
Hình 3.28. Mô hình hướng đối tượng	61
Hình 4.1. Khái quát về 5 loại chức năng của GIS và sự khác nhau giữa các chức năng đó	63
Nguồn: (Christopher Jones, 1997)	63
Hình 4.2. Nhập dữ liệu (Nguồn: (Christopher Jones, 1997)	64
Hình 4.3. (a,b) Bàn số hóa được sử dụng để chuyển bản đồ, bản vẽ thành dạng số; (c) Giao diện phần mềm ArcGIS Pro sử dụng vector hóa bản đồ	65
Hình 4.4. Máy quét dạng trống	65
Hình 4.5. Máy quét dạng bản.....	66
Hình 4.6. Hệ thống viễn thám vệ tinh.....	66
Hình 4.7. Đo đạc bằng máy toàn đạc điện tử.....	67
Hình 4.8. Hệ thống định vị vệ tinh GNSS	68
Hình 4.9. Thiết bị định vị GNSS hai tần số Trimble (trái) và thiết bị cầm tay (phải)	68
Hình 4.10. Lưu trữ dữ liệu	69
Hình 4.11. Lỗi bắt chưa tới đích và bắt vượt quá đích	70
Hình 4.12. Bốn đoạn thẳng A,B, C, D có thể chỉ bắt vào nhau theo cặp như ở hình b, hoặc bắt cả vào nhau như ở hình c, tùy thuộc vào dung sai của người biên tập	71
Hình 4.13. Mô tả nút giả trên một đường và thiếu nút ở chỗ cắt nhau	71
Hình 4.14. Nhãn bị thiếu và nhãn thừa đối với các polygon	71
Hình 4.15. Polygon vụn	72
Hình 4.16. Mô hình topology (Nguồn: Erik. H, Sudhakar.M, Scott.M).....	73
Hình 4.17. Phân lớp các đối tượng trên dữ liệu ảnh (Nguồn: CCRS)	73
Hình 4.18. Chuyển đổi từ Vector sang Raster	74
Hình 4.19. Chuyển đổi từ raster sang vector	75
Hình 4.20. Lớp sông, hồ và lớp vị trí điểm giếng khoan khai thác nước ngầm	77
Hình 4.21. Bản đồ vị trí trượt lở đất	78
Hình 4.22: Biểu tượng cho đối tượng dạng điểm và dạng đường	79
Hình 4.23: Các kiểu mẫu cho lớp đối tượng vùng.....	79
Hình 4.24: Lựa chọn bảng màu cho các lớp dữ liệu raster	80
Hình 5.1. Quy trình phân tích không gian (Bolstad, 2016)	82
Hình 5.2. Ví dụ về lựa chọn các huyện thuộc TP Hà Nội có địa danh là H.Ba Vì và H. Sóc Sơn	83
Hình 5.3. Ví dụ về lựa chọn một số bang của nước Mỹ có những điều kiện nhất định (Bolstad, 2016)	84
Hình 5.4. Minh họa bằng hình vẽ và bảng của các phép toán logic	85
Hình 5.5. Ba trường hợp cho biểu diễn Boolean (Bolstad, 2016)	86
Hình 5.6. Ví dụ về các lựa chọn liên kề.....	86
Hình 5.7. Ví dụ về sự lựa chọn bên trong.....	87
Hình 5.8. Phân loại các vùng theo tiêu chí diện tích lớn (đỏ), trung bình (vàng), nhỏ (trắng).88	
Hình 5.9. Phân loại của một lớp chuyên đề (Bolstad, 2016)	89
Hình 5.10. Ví dụ về gán giá trị ngưỡng cho phân loại.....	90
Hình 5.11. Phép phân loại với ngưỡng lựa chọn bằng nhau (Bolstad, 2016).....	91
Hình 5.12. Phân loại theo diện tích bằng nhau (Bolstad, 2016).	92
Hình 5.13. Phân loại bằng ngắt tự nhiên (Bolstad, 2016).....	92
Hình 5.14. Minh họa về hoạt động ‘loại bỏ ranh giới ’ (Bolstad, 2016).....	94
Hình 5.15. Một ví dụ về hoạt động ” loại bỏ ranh giới ” (Bolstad, 2016)	95

Hình 5.16. Ví dụ về phân tích lân cận (liền kề)	96
Hình 5.17. Khoảng cách được tính cho dữ liệu raster khi phân tích lân cận	96
Hình 5.18. Ví dụ về vùng đệm vector và raster của các đối tượng đa giác	97
Hình 5.19: Vùng đệm Raster như một sự kết hợp của khoảng cách và phân loại	97
Hình 5.20. Vùng đệm vector được tạo ra từ các đối tượng đầu vào là điểm, đường hoặc vùng	98
Hình 5.21. Tính toán vùng đệm điểm	99
Hình 5.22. Vùng đệm cho các đối tượng điểm	99
Hình 5.23. Việc tạo ra một vùng đệm cho đường ở một khoảng cách cố định r	100
Hình 5.24. Vùng đệm có thể chia các khu vực địa lý thành ít nhất ba loại thuộc tính	101
Hình 5.25. Minh họa về một bộ vùng đệm có khoảng cách thay đổi trên các sông của Hoa kỳ (Bolstad, 2016)	102
Hình 5.26. Chồng chập dữ liệu không gian	103
Hình 5.27. Kết hợp từng ô pixel trong chồng chập dữ liệu raster	104
Hình 5.28. Chồng chập các lớp raster	104
Hình 5.29. Một số phép chồng chập dữ liệu raster	105
Hình 5.30. Chồng chập vùng với vùng của dữ liệu vector	106
Hình 5.31. Chồng chập lớp điểm lên một lớp dữ liệu vùng đa giác	107
Hình 5.32. Chồng chập vector	108
Hình 5.33. Ví dụ về phép chồng chập “Cắt” (ArcGIS manual, 2011)	110
Hình 5.34. Ví dụ về phép chồng chập “Giao cắt” (ArcGIS manual, 2011)	110
Hình 5.35. Ví dụ về phép chồng chập “Liên hợp” (ArcGIS manual, 2011)	111
Hình 5.36. Ví dụ về thao tác Xóa (Erase) (ArcGIS manual, 2011)	112
Hình 5.37. Giao cắt đường với đường	113
Hình 5.38. Mạng lưới thông dụng trong cuộc sống (Bolstad, 2016)	113
Hình 5.39. Ví dụ về mạng lưới lưu vực sông suối và mạng lưới giao thông (Bolstad, 2016)	114
Hình 5.40. Các kiểu mạng lưới	115
Hình 5.41. Ví dụ về nút và cạnh (Bolstad, 2016)	115
Hình 5.42. Các phần tử mạng cơ bản	116
Hình 5.43. Ví dụ về mạng lưới tiện ích (Bolstad, 2016)	117
Hình 5.44. Mạng lưới sông, suối	117
Hình 5.45. Đường đi ngắn nhất	118
Hình 5.46. Ví dụ về phân tích tuyến đường gần nhất	119
Hình 5.47. Các bước xác định đường chi phí thấp nhất	120
Hình 6.1. Các điểm đo và giá trị cho nồng độ ôzôn chỉ thị cho năm 2014 của khu vực Hoa Kỳ (Bolstad, 2016)	126
Hình 6.2. Các điểm lấy mẫu và nồng độ ôzôn ước tính bằng đa giác Thiessen (Bolstad, 2016)	127
Hình 6.3. Sơ đồ và ví dụ về nội suy bán kính cố định	128
Hình 6.4. Sơ đồ phối cảnh lấy mẫu bán kính cố định (Mitchell, 1999)	129
Hình 6.5. Nội suy theo bán kính cố định (Bolstad, 2016)	129
Hình 6.6. Ví dụ cho phương pháp nội suy trọng số khoảng cách nghịch đảo tuyến tính	130
Hình 6.7. Thứ tự lũy thừa và kích thước mẫu ảnh hưởng đến các giá trị nội suy cho phương pháp nội suy trọng số khoảng cách nghịch đảo (Bolstad, 2016)	132
Hình 6.8. Sơ đồ của một spline (dạng đường) (Bolstad, 2016)	133
Hình 6.9. Nội suy bề mặt bằng Spline (Bolstad, 2016)	134
Hình 6.10. Một số dạng mô hình số độ cao	134
Hình 6.11. Minh họa cho DEM và DSM	135

Hình 6.12. Mô hình sử dụng các đường đồng mức	137
Hình 6.13. DEM ở dạng lưới ô vuông đều - Grid	138
Hình 6.14. Tầng dày kích thước với những khu vực có địa hình phức tạp (Nguồn: Shunji Murai, 1999)	138
Hình 6.15. DEM ở dạng lưới tam giác không đều - TIN	139
Hình 6.16. Cấu trúc dữ liệu của mô hình TIN	139
Hình 6.17. Các bước số hóa bản đồ sử dụng bàn số hóa	141
Hình 6.18. Các bước số hóa bản đồ sử dụng tệp ảnh quét.....	141
Hình 7.1. Ứng dụng viễn thám và GIS trong quản lý rừng	146
Hình 7.2. USFS tạo bản đồ hiển thị nguy cơ sâu bệnh ở vùng Tây Bắc nước Mỹ	146
Hình 7.3. Bản đồ biến động diện rừng xã Đông Sơn và Xuân Sơn giai đoạn 2008 - 2015	147
Hình 7.4. Bản đồ tổng hợp các vụ cháy rừng trên địa bàn tỉnh Sơn La (2011 – 2015)	148
(Nguyễn Ngọc Thạch và nnk, 2017).....	148
Hình 7.5. Các lớp thông tin cho thành lập bản đồ nguy cơ cháy rừng tỉnh Sơn La.....	149
(Nguyễn Ngọc Thạch và nnk, 2017).....	149
Hình 7.6. Bản đồ kết quả giải đoán hiện trạng rừng và đất lâm nghiệp từ ảnh GE	150
Hình 7.7. Bản đồ phân biệt các cơ sở sản xuất ngành gỗ có khả năng gây ô nhiễm tại thị xã Thuận An (Bùi Hoàng Kiệt và nnk, 2018).....	151
Hình 7.8. Bản đồ nhạy cảm cháy tại VQG Tràm Chim mùa mưa năm 2013	152
Hình 7.9. Thực trạng tuổi rừng trồng ở Sóc Sơn	153
Hình 7.10. Bản đồ thể hiện vị trí nguồn xả thải ra sông Giá	153
Hình 7.11. Bản đồ bề dày chứa nước ngầm.....	154
Hình 7.12. Tiềm năng bổ cập các vùng dưới kịch bản lượng mưa năm 2050 của tỉnh Hậu Giang	155
Hình 7.13. Bản đồ lưu vực sông ở tỉnh Gia Lai (Nguyễn Thám và nnk, 2011)	155
Hình 7.14. Bản đồ ngập lụt khu vực hạ lưu hệ thống sông Nhật Lệ trận lũ 1999	156
Hình 7.15. Phân tích chỉ số WQI mùa khô tỉnh Bình Dương.....	157
Hình 7.16. Phân chia sinh cảnh động vật hoang dã ở Ban Quản lý rừng phòng hộ Bù Đốp..	157
(https://binhphuoc.gov.vn/).....	157
Hình 7.17. Mô hình bề mặt nước lũ bằng công nghệ GIS	158
Hình 7.18. Bản đồ hiện trạng xói mòn lưu vực Đa Tam (Lê Hoàng Tú, 2011)	159
Hình 7.19. Phân tích biến đổi khí hậu bằng công nghệ GIS (https://ekgis.com.vn/).....	160
Hình 7.20. Phân tích vùng khả năng hạn hán vụ Hè – Thu năm 2016 bằng công nghệ GIS..	160
Hình 7.21. Đánh giá tác động môi trường nhờ hệ thống tin địa lý (https://ekgis.com.vn/)....	161
Hình 7.22. Phân tích lớp dữ liệu hệ số xói mòn đất K bằng công nghệ GIS	161
Hình 7.23. Cơ sở dữ liệu đánh giá đất đai nhờ hệ thống thông tin địa lý	162
Hình 7.24. Bản đồ phân bố kết quả xét nghiệm tầm soát theo Tổ dân phố	162
(https://vncdc.gov.vn/)	162
Hình 7.25. Nguồn dữ liệu thổ nhưỡng dựa trên công nghệ GIS	163
Hình 7.26. Bản đồ quy hoạch đất thể hiện sự phân bố không gian cho các hoạt động kinh tế – xã hội, quốc phòng – an ninh (https://thuvienphapluat.vn/)	164
Hình 7.27. Xây dựng bản đồ địa mạo xã Nám Dẩn bằng công nghệ GIS	164
Hình 7.28. Dữ liệu môi trường được phân tích từ ảnh vệ tinh.....	165
Hình 7.29. Dữ liệu từ mô hình số độ cao (Lê Văn Trung và nnk, 2016).....	165
Hình 7.30. Diện tích đất lúa bị ngập khi mực nước biển dâng 8 cm của tỉnh Phú Yên (https://hueuni.edu.vn/).....	166
Hình 7.31. Bản đồ biến động ngư trường khai thác theo tháng 1	167
Hình 7.32. Dân số thế giới (https://danso.org/dan-so-the-gioi/)	167

Hình 7.33. Ứng dụng GIS trong mạng lưới giao thông công cộng	168
Hình 7.34. Đánh giá năng lực giao thông (https://dovenhanh.com/).....	168
Hình 7.35. Sở Y tế Tuyên Quang triển khai Bản đồ số phòng, chống dịch Covid-19 (https://tuyenquang.gov.vn/).....	169
Hình 7.36. Quản lý cơ sở hạ tầng (Luu Đình Hiệp và nnk, 2019).....	169
Hình 7.37. Bản đồ năm 1999 được cập nhật vào ArcGIS	170
Hình 7.38. Ứng dụng công nghệ gis trong quản lý hạ tầng kỹ thuật lưới điện Khánh Hòa (https://www.evn.com.vn/)	171
Hình 7.39. Bản đồ (a) phân cấp điều kiện lập địa và (b) giải pháp phục hồi rừng tại huyện Kỳ Sơn (https://tailieumienphi.vn/)	171
Hình 7.40. Ứng dụng gom nhóm của GIS trong phân vùng thích nghi đất đai tự nhiên.....	172
Hình 7.41. Mức độ tổn thương KT-XH & dịch bệnh tác động đến sản xuất nông nghiệp.....	173
Hình 7.42. Vai trò của GIS trong đô thị thông minh	174
Hình 7.43. Cơ sở dữ liệu thổ nhưỡng huyện Phú Vang (Nguyễn Quang Tuấn và nnk, 2020)	175
Hình 7.44. Bản đồ thích nghi cây dừa theo mô hình cây quyết định (Nguyễn Hữu Cường, 2018)	176
Hình 7.45. Phân tích dự báo nhiễm rầy vụ ĐX 2008 – 2009 ở Đồng Tháp bằng công nghệ GIS	176
Hình 7.46. Ứng dụng của GIS trong đánh giá sử dụng đất (Mohan, 1991).....	177
Hình 7.47. Bản đồ phân vùng nước tưới cho đất trồng lúa trên địa bàn huyện Hòa Vang.....	178
Hình 7.48. Bản đồ nhiễm rầy thực tế vụ ĐX 2008-2009 ở Đồng Tháp.....	178
(Võ Quang Minh và nnk, 2018).....	178
Hình 7.49. Dữ liệu khí hậu bằng công nghệ GIS (https://ekgis.com.vn/).....	179
Hình 7.50. Bản đồ năng suất rừng trồng Thông ba lá từ tuổi 5 đến tuổi 10	179
Hình 7.51. Phân bố hiện trạng chăn nuôi, thú y nhờ công nghệ GIS	180
Hình 7.52. Phân tích điểm nóng số ca bệnh tả năm 2004, 2007, 2008, 2009 và 2010	181
Hình 7.53. Tầm quan trọng của công nghệ GIS trong việc lập và phân tích bản đồ vùng dịch (https://gis21.thuathienhue.gov.vn/)	182
Hình 7.54. Bản đồ biến động rừng thuộc xã Xuân Đài và xã Kim Thượng	182
Hình 7.55. Bản đồ nguy cơ tai biến trượt lở đất tỉnh Quảng Trị	184
Hình 7.56. Một số ứng dụng của GPS và bản đồ số trong đời sống (https://ungdungmoi.edu.vn/)	186

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 3. 1. Bảng tóm tắt ưu nhược điểm của dữ liệu raster và vector.....	49
Bảng 6. 1. So sánh 2 mô hình Grid và TIN	140

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

Chữ viết tắt	Nghĩa đầy đủ
CAD	Hệ thống trợ giúp thiết kế bằng máy tính (viết tắt của cụm từ tiếng Anh: Computer Aided Design)
CNTT	Công nghệ thông tin
CPU	Bộ xử lý trung tâm (viết tắt của cụm từ tiếng Anh: Central Processing Unit)
CSDL	Cơ sở dữ liệu
DBMS	Hệ quản trị cơ sở dữ liệu (viết tắt của cụm từ tiếng Anh: Database Management System)
DEM	Mô hình số độ cao (viết tắt của cụm từ tiếng Anh: Digital Elevation Model)
DSM	Mô hình số bề mặt (viết tắt của cụm từ tiếng Anh: Digital Surface Model)
DTM	Mô hình số địa hình (viết tắt của cụm từ tiếng Anh: Digital Terrain Model)
GIS	Hệ thông tin địa lý (viết tắt của cụm từ tiếng Anh: Geographic Information System)
GNSS	Hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu (viết tắt của cụm từ tiếng Anh: Global Navigation Satellite System)
GPS	Hệ thống định vị toàn cầu (viết tắt của cụm từ tiếng Anh: Global Positioning System)
ID	Mã nhận dạng (viết tắt của từ tiếng Anh: Identification)
OGC	Hiệp hội không gian địa lý mở (viết tắt của cụm từ tiếng Anh: Open Geospatial Consortium)
PC	Máy tính cá nhân (viết tắt của cụm từ tiếng Anh: Personal Computer)
RS	Viễn thám (viết tắt của cụm từ tiếng Anh: Remote Sensing)
SQL	Ngôn ngữ truy vấn chuẩn (viết tắt của cụm từ tiếng Anh: Standard Query Language)
TIN	Lưới tam giác không đều (viết tắt của cụm từ tiếng Anh: Triangular Irregular Network)
TTXVN	Thông tấn xã Việt Nam
UAV	Phương tiện bay không người lái (viết tắt của cụm từ tiếng Anh: Unmanned Aerial Vehicle)

LỜI NÓI ĐẦU

Từ xa xưa tới nay, địa lý luôn luôn quan trọng đối với con người. Thợ săn thời kỳ đồ đá đã biết đánh dấu các vị trí đi săn, những nhà thám hiểm đầu tiên nhờ vào kiến thức địa lý mà khám phá ra những vùng đất mới. Địa lý ứng dụng, dưới dạng bản đồ và thông tin không gian, đã phục vụ để khai thác, lập kế hoạch, tìm đường và còn nhiều ứng dụng liên quan đến tự nhiên, xã hội và tài nguyên thiên nhiên.

Ngày nay, với xu hướng phát triển nhanh chóng của hệ thống thông tin, công nghệ máy tính và thế giới ảo để thu thập dữ liệu về thế giới vật chất, đồng thời sử dụng những dữ liệu này để nghiên cứu hoặc giải quyết các vấn đề thực tế. Các thiết bị đo đạc, hệ thống viễn thám và hệ thống định vị toàn cầu hiện tại tạo điều kiện thuận lợi cho việc thu thập, kiểm kê dữ liệu về tài nguyên, môi trường một cách nhanh chóng. Do đó, việc xây dựng, lưu trữ, cập nhật và xuất ra các loại cơ sở dữ liệu này ở dạng dữ liệu địa lý đòi hỏi được thực hiện một cách thuận tiện và nhanh nhất, do đó Hệ thống tin địa lý (GIS) đã ra đời.

Môn học cơ sở GIS sẽ gợi mở cho người học thấy khả năng của sự kết hợp hệ thống đồ họa với Hệ quản trị CSDL tạo ra được một hệ thống thông tin mang lại nhiều lợi ích cho các lĩnh vực khoa học khác nhau, trong đó lĩnh vực tài nguyên và môi trường, tự nhiên và xã hội là những ứng dụng tiêu biểu. GIS đóng vai trò quan trọng trong việc thành lập các loại bản đồ như biến động sử dụng đất, bản đồ ngập lụt, hạn hán, trượt lở và xói mòn đất. Công nghệ này đã xuất hiện trong nhiều công trình nghiên cứu và được ứng dụng rộng rãi trong công tác quy hoạch và cảnh báo thông tin trên các phương tiện thông tin đại chúng. Tuy nhiên, không chỉ giới hạn ở lĩnh vực nghiên cứu trong khoa học trái đất và môi trường, GIS đã trở thành một phần không thể thiếu trong cuộc sống xã hội hàng ngày của chúng ta. Chẳng hạn, khi chúng ta lựa chọn tuyến đường đi làm, du lịch hay gặp gỡ bạn bè thông qua các ứng dụng trên điện thoại thông minh, chúng ta đã vô tình sử dụng và tận dụng sức mạnh của GIS mà không hề nhận ra.

Các quyết định được đưa ra liên quan đến việc phân tích thông tin địa lý, tìm đường đi tối ưu, phân tích tuyến đường ngắn nhất, ... Sự hiện hữu của GIS không chỉ len lỏi trong đời sống xã hội để phục vụ cho những mục đích kinh tế mà hiện nay nó còn phục vụ cả các mục đích liên quan đến sức khỏe, y tế. Trong đại dịch Covid -19, chúng ta đã có rất nhiều các bản đồ về phân bố tình trạng dịch bệnh, xu thế lây lan của bệnh được làm và chia sẻ trên nền WEB giúp cho việc lựa chọn cơ sở y tế gần nhất và vấn đề đi lại của người dân trong đại dịch cũng trở nên dễ dàng hơn.

Hệ thông tin địa lý đã trở thành một công cụ mạnh mẽ trong thế giới kết nối ngày nay. Với khả năng nắm bắt, lưu trữ, phân tích và trực quan hóa thông tin không gian địa lý, GIS đã cách mạng hóa cách chúng ta hiểu và tương tác với hành tinh của mình. Từ quy hoạch đô thị đến giám sát môi trường, quản lý thảm họa đến dịch tễ học, GIS chạm đến mọi khía cạnh của cuộc sống chúng ta.

Mục đích của môn học “Cơ sở Hệ thống tin địa lý” là giúp các sinh viên làm quen với một phương pháp mới để tiếp cận và nghiên cứu nhiều loại đối tượng không gian khác nhau cũng như hiểu bản chất các thông tin thuộc tính mô tả các đối tượng địa lý, trong đó, vị trí địa lý và diện phân bố của các đối tượng nghiên cứu là những số liệu không thể tách rời khỏi đối tượng nghiên cứu. Bên cạnh đó, việc hiểu và nắm bắt được những nền tảng cơ bản về phân tích không gian, nội suy không gian cho các bề mặt địa lý cũng là một vấn đề khá quan trọng để giúp cho sinh viên có được kiến thức cơ bản của môn học này, để từ đó có thể tự tin xây dựng những dự án liên quan đến hệ thống tin địa lý, liên quan đến lĩnh vực khoa học về trái đất và môi trường.

Cuốn sách này phục vụ như một hướng dẫn toàn diện để hiểu các nguyên tắc, khái niệm và ứng dụng của GIS. Cho dù bạn là sinh viên, chuyên gia trong lĩnh vực liên quan hay người đam mê muốn tìm hiểu thêm về ngành học năng động này, chúng tôi hy vọng sẽ cung cấp cho

bạn nền tảng vững chắc và khơi dậy niềm đam mê của bạn đối với những điều kỳ diệu của GIS.

Chúng tôi đã cấu trúc cuốn sách này thành 7 chương để dẫn dắt các bạn vào một cuộc hành trình tìm hiểu GIS một cách tuần tự. Chương 1 “Tổng quan về hệ thông tin địa lý (GIS)”, sinh viên sẽ tìm hiểu về khái niệm cơ bản của GIS, lịch sử phát triển, và vai trò quan trọng của nó trong thế giới hiện đại. Chương này cũng đề cập đến các thành phần chính của GIS và cách chúng tương tác với nhau để tạo nên một hệ thông tin địa lý hoàn chỉnh. Chương 2 trình bày về “Cơ sở địa lý học”. Trong chương này, chúng ta sẽ khám phá các khái niệm cơ bản của địa lý học như bản đồ và ứng dụng của bản đồ trong GIS. Ngoài ra hệ tọa độ, hệ quy chiếu, các bề mặt phụ trợ cũng đã được trình bày. Đây chính là vấn đề quan trọng để hiểu cách GIS xử lý dữ liệu địa lý như thế nào. Chương 3 “Cơ sở dữ liệu trong GIS” trình bày về cách tổ chức, lưu trữ và quản lý dữ liệu trong hệ thống thông tin địa lý. Chúng ta sẽ tìm hiểu về các loại dữ liệu địa lý như dữ liệu vector, dữ liệu raster và dữ liệu bảng. Chương 4 “Các chức năng của hệ thống thông tin địa lý-GIS”, ở chương này, sinh viên sẽ tìm hiểu về các chức năng và tính năng quan trọng của hệ thống thông tin địa lý như cách thực hiện các thao tác cơ bản trong nhập dữ liệu, hiển thị dữ liệu, tìm kiếm, phân loại, và chia sẻ thông tin địa lý. Chương 5 “Phân tích không gian”. Phân tích không gian là một trong những ưu điểm lớn của GIS. Trong chương này, sinh viên sẽ được giới thiệu về các phương pháp tìm kiếm cơ bản dựa trên các phép toán logic. Ngoài ra trong chương này chúng ta sẽ khám phá các phép phân tích lân cận và vùng đệm cùng với các phép chồng chập dữ liệu. Chương 6 “Nội suy không gian và mô hình số độ cao” đi sâu vào các phương pháp nội suy không gian như: nội suy láng giềng gần nhất, nội suy bán kính cố định, nội suy trọng số khoảng cách nghịch đảo hay nội suy Spline. Bên cạnh đó chương này cũng giới thiệu về mô hình số độ cao và các phương pháp thành lập mô hình số độ cao, đó là những ứng dụng của phép nội suy không gian với bề mặt địa hình. Chương 7 “Các ứng dụng của GIS” là chương cuối cùng, chúng ta sẽ được giới thiệu về các ứng dụng thực tế của GIS trong nhiều lĩnh vực khác nhau trên thế giới và ở Việt Nam. Sinh viên sẽ được khám phá các ứng dụng từ quản lý đô thị và bảo vệ môi trường đến dự báo thảm họa để hiểu cách GIS đã và đang làm thay đổi thế giới chúng ta sống.

Với bố cục các chương như trên, tôi xin giới thiệu đội ngũ tác giả đã góp phần xây dựng nên cuốn sách này. Chủ biên của cuốn sách là PGS.TS Trần Văn Anh, người đã hoàn thành các chương 4, 5 và 6. TS Nguyễn Thị Mai Dung đã đóng góp cho chương 1, TS. Trần Hồng Hạnh đã hoàn thành chương 7. Chương 2 do Ths Lê Thanh Nghị viết, và chương 3 đã được hoàn thiện bởi Ths Phạm Thị Thanh Hòa.

Tóm lại GIS là một công cụ mạnh mẽ trong việc tạo ra những bước tiến mới trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Từ y tế đến năng lượng tái tạo, từ quản lý tài nguyên tự nhiên đến bảo vệ môi trường, GIS đóng góp quan trọng trong việc giải quyết các thách thức toàn cầu và tạo ra những giải pháp sáng tạo. Môn học có ý nghĩa thực tế khi có thể vận dụng các nội dung một cách hiệu quả, sẽ giúp các bạn sinh viên, những nhà khoa học tương lai, có được kiến thức cơ bản để xây dựng cơ sở dữ liệu, phân tích và nội suy không gian trong GIS phục vụ hiệu quả cho nhiều chuyên ngành khác nhau trong cuộc sống.

Giáo trình cơ sở GIS có thể được giảng dạy tại các trường ĐH có chuyên ngành liên quan đến xây dựng bản đồ và cơ sở dữ liệu GIS như Trắc địa- Bản đồ, Địa lý, Địa chất, Quản lý đất đai, Quy hoạch trong xây dựng và kiến trúc, Quản lý đô thị và Bất động sản, ...

Tập thể tác giả

Chương 1 TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG TIN ĐỊA LÝ (GIS)

Tóm tắt nội dung chính: Chương này giới thiệu tổng quan về thông tin và mối quan hệ của CNTT với hệ thống thông tin địa lý. Bên cạnh đó lịch sử phát triển và hình thành của hệ thống tin địa lý cũng được trình bày. Các lý do và lợi ích khi xây dựng hệ thống thông tin địa lý. Điểm mấu chốt trong chương 1 là các thành phần của một hệ thống tin địa lý và mối quan hệ của hệ thống tin địa lý với các ngành khoa học khác.

Mục đích: Chương 1 được đưa vào với mục đích cho sinh viên hiểu các khái niệm cơ bản về hệ thống tin địa lý và sự hình thành hệ thống tin địa lý trên nền tảng của công nghệ thông tin. Ngoài ra sinh viên sẽ được giới thiệu qua về cách thiết kế một hệ thống GIS để sinh viên có thể hiểu một cách tổng quát khi làm một dự án GIS như thế nào.

1.1. MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ THÔNG TIN VÀ CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

1.1.1. Thông tin (Information)

Thông tin luôn tồn tại khách quan và đồng hành cùng với mọi sự vật, hiện tượng, thông tin phản ánh về các sự vật, hiện tượng.

Khái niệm thông tin là một khái niệm trừu tượng, mô tả những gì đem lại sự hiểu biết, nhận thức cho con người (và cho cả các động vật khác) về các sự vật hiện tượng trong tự nhiên nói chung. Các thông tin trong đời sống xã hội thì chỉ con người mới có khả năng nhận thức được.

Thông tin được biểu diễn dưới nhiều dạng khác nhau, ví dụ như: các ký hiệu, chữ viết, con số, sóng ánh sáng, sóng điện từ, sóng âm thanh...

1.1.2. Dữ liệu (Data)

Dữ liệu còn được gọi là dữ kiện: là sự biểu diễn của thông tin. Nó có thể được coi là “vật liệu thô” mang thông tin. Từ các dữ liệu, sau khi được tập hợp và xử lý, ta sẽ thu được thông tin mới.

Trong thực tế, dữ liệu có thể là:

- Các tín hiệu vật lý (physical signal): là các dạng tín hiệu điện, sóng điện từ, sóng âm thanh, sóng ánh sáng.
- Các số liệu (number): là các dữ liệu dạng số trong các bảng thống kê, biểu bảng...
- Các ký hiệu (symbol), các ký tự (character), và cả các ký hiệu cổ xưa.

1.1.3. Xử lý thông tin

Khi tiếp nhận thông tin thông qua các giác quan của mình, con người bao giờ cũng xử lý chúng. Nhờ vào quá trình xử lý thông tin, chúng ta luôn nhận được những thông tin mới hơn, có ích hơn, và do đó sẽ ra quyết định và hành động hợp lý, giúp cho công việc đạt hiệu quả hơn. Ví dụ, chúng ta đang dự định kế hoạch cuối tuần sẽ đi tắm biển nhưng dự báo thời tiết cho biết trong khoảng thời gian đó sẽ có bão gần bờ, chúng ta sẽ thay đổi kế hoạch đi tắm biển vào lúc khác và có thể chuyển sang giao lưu bạn bè, làm cơm gia đình hay đi nghe hòa nhạc chẳng hạn.

Thông tin nhiều và được xử lý tốt sẽ giúp cho con người có những hiểu biết, nhận thức chính xác hơn về sự vật, hiện tượng. Điều đó sẽ giúp họ thực hiện hợp lý trong công việc của mình, ra quyết định chính xác, lựa chọn đúng cách thức ứng xử với môi trường xung quanh.

1.1.4. Công nghệ thông tin

Công nghệ thông tin (CNTT) là một lĩnh vực khoa học công nghệ rộng lớn nghiên cứu các khả năng, các phương pháp thu thập, lưu trữ, truyền, xử lý, chuyển đổi và cung cấp thông tin một cách tự động dựa trên các phương tiện kỹ thuật hiện đại. Công nghệ thông tin là sự tổng

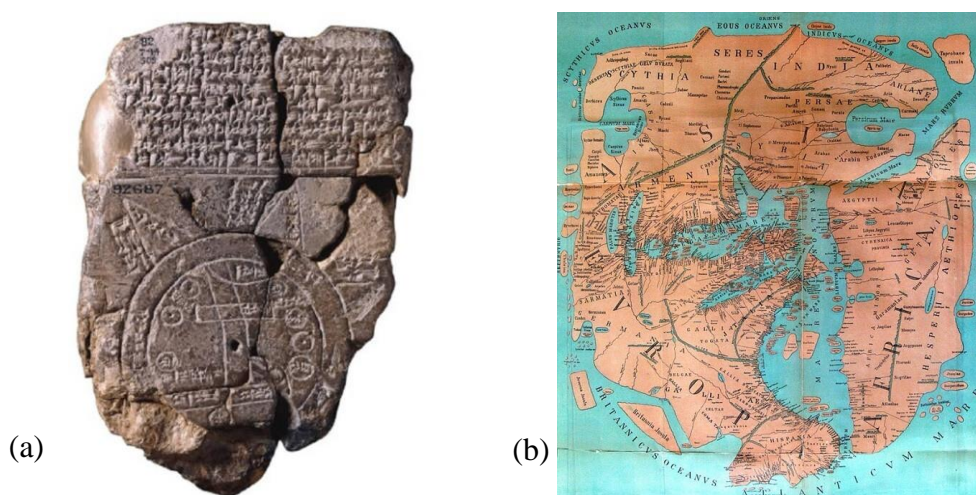
hợp giữa máy tính, truyền thông và các nguồn thông tin.

1.2. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG TIN ĐỊA LÝ

Hệ thông tin địa lý viết theo tiếng Anh là Geographic Information System - GIS. Từ mục này về sau, trong quyển giáo trình này, chúng tôi sẽ sử dụng từ viết tắt GIS để dùng cho cả cụm từ hệ thống thông tin địa lý.

1.2.1. Sự hình thành và phát triển của GIS

Từ xa xưa, con người đã có nhu cầu sử dụng các thông tin ở dạng sơ đồ, bản đồ trong các cuộc chiến tranh mở rộng hay bảo vệ lãnh thổ, trong các chuyến đi đường dài buôn bán trao đổi hàng hóa, trong những cuộc thám hiểm tìm kiếm những vùng đất mới, ...v.v và cũng từ rất lâu rồi, con người đã biết cách biểu diễn các thông tin địa lý lên trên các mặt phẳng như tấm vải, tấm da động vật, gỗ, tre, giấy, ...v.v. Hình 1.1 biểu diễn tấm bản đồ sớm nhất của thế giới của những người Babylon, tấm bản đồ được làm ra vào năm 600 trước công nguyên. Qua sự miêu tả, Babylon được bao bọc bởi các thành phố như Assyria, Urartu... Tấm bản đồ đó được khắc trên một phiến đá lớn. Họ đã thu nhỏ địa hình, địa vật theo một tỷ lệ chiều dài nào đó rồi biểu diễn chúng trên mặt phẳng, sử dụng một hệ thống các ký hiệu quy ước để thể hiện các địa hình, địa vật, các sự vật hiện tượng trên đó. Dần dần, các thông tin bản đồ ngày càng có ý nghĩa trong đời sống của con người. Trong tất cả các lĩnh vực, từ quân sự, kinh tế, văn hóa, quản lý tài nguyên thiên nhiên và môi trường, trong quy hoạch xây dựng đô thị, dân cư, ...v.v đều cần sử dụng các thông tin bản đồ. Vào năm 43 sau công nguyên nhà địa lý người La Mã Pomponius Mela đã đề xuất một bản đồ duy nhất của thế giới. Ông chia Trái đất thành 5 khu vực, trong đó chỉ hai là có thể sinh sống. Ông khẳng định rằng, Antichthones – những người sống ở vùng ôn đới phía Nam không thể sống ở các vùng ôn đới phía Bắc.



Hình 1.1. (a) Bản đồ của người Babylon năm 600 trước công nguyên, (b) Bản đồ thế giới của nhà địa lý Pomponius Mela sau công nguyên (Nguồn Bản đồ Việt Nam)

Cùng với thời gian, lượng thông tin mà con người nắm bắt và muốn biểu diễn lên trên bản đồ ngày càng phong phú. Khi lượng thông tin biểu diễn trên một đơn vị diện tích bản đồ trở nên quá lớn, người ta bắt đầu lập các bản đồ chuyên đề cho các lĩnh vực khác nhau. Ở bản đồ chuyên đề, chỉ có những thông tin theo một chuyên đề nào đó được biểu diễn. Trên một đơn vị diện tích địa lý sẽ có nhiều loại bản đồ chuyên đề khác nhau, ví dụ như: bản đồ địa hình, bản đồ hành chính, bản đồ du lịch, bản đồ quy hoạch sử dụng đất, bản đồ hiện trạng sử dụng đất, bản đồ địa chất, bản đồ ô nhiễm môi trường, ...v.v. Với khối lượng thông tin nhiều và đa dạng như vậy, việc xử lý các thông tin trên các bản đồ chuyên đề khác nhau để nhận thức về một đối tượng địa lý cụ thể sẽ không dễ dàng chút nào. Mặt khác, trong quá trình thành lập bản đồ, do sử dụng các phép chiếu bản đồ khác nhau, do các sai số phát sinh từ việc vẽ bản đồ được thực

hiện thủ công, do các sai số trong đo đạc và định phương hướng của đối tượng ...v.v đã dẫn đến những hạn chế trong việc sử dụng các bản đồ truyền thống.

Sau khi công nghệ thông tin ra đời một thời gian, tốc độ xử lý và bộ nhớ cho phép xử lý được với các thông tin địa lý thì GIS ra đời.

Các khái niệm cụ thể chúng ta sẽ làm quen sau. Ở đây, chúng tôi muốn nhấn mạnh đến khả năng của một hệ GIS. Nó cho phép bạn tích hợp và làm việc với các dữ liệu địa lý (ở dạng bản đồ số) đồng thời với các dữ liệu dạng mô tả (văn bản, số liệu thống kê, các hình ảnh minh họa, ... cũng ở dạng số). Thay vì phải làm việc với một chồng các bản đồ truyền thống (giấy, diamat) mà có thể chúng được thành lập dựa trên các phép chiếu bản đồ khác nhau, có sai số khác nhau, cùng với hàng tập dày các báo cáo ở dạng văn bản đóng quyển, chúng ta sẽ làm việc với các dữ liệu ở dạng số được lưu trữ trong một chiếc máy tính. Với những chiếc máy tính được cài đặt các phần mềm chuyên dụng, các bạn sẽ dễ dàng và nhanh chóng làm việc với các dữ liệu quan tâm, kết quả sẽ tin cậy và hiệu quả công việc đạt được cao gấp nhiều lần so với phương pháp cổ điển. Có những công việc mà theo phương pháp truyền thống phải mất nhiều ngày, nhiều tháng mới làm xong thì khi sử dụng GIS chỉ mất vài giờ. Vì vậy chúng ta tìm hiểu xem GIS đã hình thành và phát triển như thế nào.

Những năm đầu của thập kỷ 60 (1963-1964) các nhà khoa học Canada đã xây dựng hệ GIS đầu tiên với tên gọi “Canada Geographic Information System”, được sử dụng trong công tác quản lý tài nguyên ở Canada. Ở thời điểm ban đầu này, hệ GIS kế thừa mọi thành quả trong ngành bản đồ cả về ý tưởng cũng như những thành tựu của kỹ thuật bản đồ. GIS bắt đầu hoạt động bằng việc thu thập dữ liệu theo định hướng tùy thuộc vào mục tiêu đặt ra. Tại Mỹ giai đoạn này cũng có nhiều trường đại học bắt đầu tiên hành nghiên cứu và xây dựng GIS. Một số hệ GIS được tạo ra nhưng không tồn tại được lâu do nó được thiết kế rất cồng kềnh và giá thành lại cao. Sự phát triển của hệ thống phụ thuộc rất nhiều vào công nghệ phần cứng trong khi những chiếc máy tính của những năm 60 chưa đủ mạnh. Thêm vào đó, các phần mềm đồ họa dùng trong xây dựng bản đồ số còn nhiều hạn chế. Ban đầu, GIS chủ yếu dùng để phục vụ cho công tác điều tra và quản lý tài nguyên. Đến giữa thập kỷ 60, GIS đã phát triển để phục vụ cho công tác khai thác và quản lý đô thị, ví dụ như DIME của cơ quan kiểm toán Mỹ, GRDSR của cơ quan thống kê Canada. Năm 1968, Hội Địa lý Quốc tế đã quyết định thành lập Ủy ban Thu thập và Xử lý Dữ liệu Địa lý.

Trong những năm của thập kỷ 70, công nghệ phần cứng máy tính phát triển, tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của GIS (giá thành máy tính giảm, tốc độ xử lý và dung lượng bộ nhớ tăng lên, ...). Nhờ đó mà GIS dần được thương mại hóa. Đứng đầu trong lĩnh vực thương mại hóa phải kể đến các cơ quan, các công ty như ESRI, Intergraph, GIMNS, ...v.v. Tới năm 1977 đã có tới 54 hệ GIS khác nhau trên thế giới ra đời. Sự xuất hiện quá nhiều hệ GIS, lại không được phát triển trên một chuẩn chung đã làm nảy sinh vấn đề không tương thích về khuôn dạng dữ liệu giữa các hệ GIS khác nhau. Bên cạnh sự phát triển của GIS, thời kỳ này còn phát triển mạnh mẽ các kỹ thuật xử lý ảnh viễn thám RS (Remote Sensing). Xu hướng nghiên cứu: kết hợp GIS và RS được đặt ra và cũng bắt đầu được thực hiện.

Trong những năm của thập kỷ 80, nhu cầu sử dụng GIS trong các lĩnh vực khác nhau tăng lên nhanh chóng cả về chiều rộng lẫn chiều sâu. Ngoài phục vụ cho công tác điều tra và quản lý tài nguyên, các lĩnh vực khác như khảo sát thị trường, đánh giá khả thi các phương án quy hoạch, sử dụng tối ưu các nguồn tài nguyên; các bài toán giao thông, cấp thoát nước, mạng cáp trong bưu điện, quản lý đất đai, ... đều có nhu cầu lớn. Có thể nói đây là thời kỳ bùng nổ của GIS. Trong giai đoạn này, người ta tiếp tục giải quyết những tồn tại của những năm trước, như ở trên đã đề cập. Đó chủ yếu là vấn đề số hóa dữ liệu: sai số, chuyển đổi khuôn dạng dữ liệu giữa các phần mềm đồ họa.

Sang đến những năm đầu của thập niên 90, con người đã đạt được những thành tựu to lớn trong kỹ thuật viễn thám. Kỹ thuật này cho phép thu thập thông tin từ xa trên diện rộng nhờ sử dụng các tấm ảnh vệ tinh và ảnh hàng không. Thêm vào đó, những bước tiến nhanh chóng

trong kỹ thuật chế tạo máy tính giúp con người có thể xử lý một khối lượng thông tin khổng lồ trong khoảng thời gian ngắn. Xu hướng tích hợp RS và GIS đã xuất hiện. RS giúp cho các nhà khoa học trong nhiều lĩnh vực có được nguồn dữ liệu đầu vào quan trọng với giá thành rẻ hơn rất nhiều so với các nguồn khác để cập nhật vào hệ thống. Một công nghệ nữa cũng rất phát triển và hỗ trợ rất nhiều trong việc định vị các thông tin không gian. Đó là hệ thống định vị toàn cầu GPS (Global Positioning System). Việc tích hợp ba công nghệ nói trên đã đưa lại những hiệu quả kinh tế - xã hội - khoa học kỹ thuật rõ rệt, khi mà ngày nay, nhiều vấn đề mang tính toàn cầu đòi hỏi phải có sự hỗ trợ và hợp tác đa ngành, đa địa phương, đa quốc gia để giải quyết.

Đến những năm cuối thập niên 90, đầu thế kỷ XXI, nhiều quốc gia trên hành tinh phải chịu những sức ép ngày càng tăng về tài nguyên, môi trường và dân số. Tài nguyên phân bố không đều trong vỏ trái đất, một số tài nguyên khoáng sản ngày càng cạn kiệt và không có khả năng tái sinh. Dân số tăng lên kéo theo mọi nhu cầu cho cuộc sống đều tăng đột biến, các chất thải ra môi trường ngày càng nhiều. Sự nóng lên toàn cầu, sự phá hủy tầng ozon đã thúc đẩy các thảm họa thiên tai (lũ lụt, hạn hán, sạt lở đất, ...) xảy ra với tần suất cao hơn. Những thiên tai phát sinh từ sự vận động nội tại của trái đất như động đất, núi lửa, sóng thần, Tất cả đã ảnh hưởng rất lớn đến cuộc sống của con người, gây nên những vấn đề kinh tế - xã hội lớn, như: nạn đói, dịch bệnh, ô nhiễm môi trường sống, nước sạch cho sinh hoạt, năng lượng ...v.v.

Tất cả những vấn đề bức xúc trên chỉ có thể được kiểm soát và giải quyết hiệu quả bằng sự nỗ lực của nhiều ngành, nhiều địa phương, nhiều quốc gia; kết hợp với việc sử dụng các công cụ và phương tiện hiện đại để thu thập, xử lý thông tin đầy đủ và chính xác, hỗ trợ việc lập kế hoạch và ra quyết định đúng đắn và kịp thời.

Công nghệ GIS tích hợp với RS và GPS đã hỗ trợ cho các nhà khoa học và các nhà quản lý trong rất nhiều các lĩnh vực khác nhau (quân sự, kinh tế, chính trị, văn hóa, khoa học tự nhiên, khoa học vũ trụ, dự báo thời tiết, quản lý tài nguyên thiên nhiên và môi trường, nông nghiệp, lâm nghiệp, dự báo các tai biến ...v.v).

Ở Việt Nam, công nghệ GIS được đưa vào nghiên cứu và sử dụng vào khoảng những năm 90, chủ yếu là sau khi Mỹ xóa bỏ cấm vận Việt Nam (1994). Từ đó trở đi, công nghệ GIS đã được nhiều cá nhân và tập thể nghiên cứu, ứng dụng trong các lĩnh vực khác nhau. Các phần mềm GIS được sử dụng ở nước ta rất đa dạng và chủ yếu là các phần mềm thương mại ngoại nhập, như: Arc/Info, ArcView, ArcGIS (của ESRI); MGE, Geomedia (của Intergraph); MapInfo (của MapInfo); IDRISI (của Đại học Clark); GRASS, QGIS, SAGA (các phần mềm mã nguồn mở do nhiều tổ chức phát triển); SIS (thông tin không gian của Cadcorp); ILWIS, ER Mapper, ...v.v.

1.2.2. Định nghĩa hệ GIS

GIS là từ viết tắt của thuật ngữ Geographic Information System.

Cùng với sự hình thành và phát triển của GIS, có nhiều định nghĩa khác nhau được đưa ra. Sau đây là một số định nghĩa tiêu biểu:

- Theo ESRI, tập đoàn nghiên cứu và phát triển các phần mềm GIS nổi tiếng, GIS là một nhánh của CNTT và là một tập hợp có tổ chức, bao gồm hệ thống phần cứng, phần mềm máy tính, dữ liệu địa lý và con người, được thiết kế nhằm mục đích thu thập, lưu trữ, cập nhật, điều khiển, phân tích và hiển thị tất cả các dạng thông tin liên quan đến vị trí địa lý (ESRI GIS Dictionary, 21/7/2023).

- Theo GS. Shunji Murai, người đã có hơn 40 năm làm việc trong lĩnh vực viễn thám và GIS, GIS là một hệ thống thông tin được sử dụng để nhập, lưu trữ, truy vấn, thao tác, phân tích và xuất ra các dữ liệu có tham chiếu địa lý hoặc dữ liệu địa không gian; hỗ trợ ra quyết định trong việc quy hoạch và quản lý về sử dụng đất, tài nguyên thiên nhiên, môi trường, giao thông, các tiện ích đô thị và nhiều lĩnh vực quản lý khác. Từ các định nghĩa trên chúng tôi có thể tóm lược lại và đưa ra định nghĩa như sau:

- **Định nghĩa:** GIS là một hệ thống thông tin có khả năng xây dựng, cập nhật, lưu trữ, truy vấn, xử lý, phân tích và xuất ra các dữ liệu có liên quan tới vị trí địa lý, nhằm hỗ trợ ra quyết định trong các công tác quy hoạch và quản lý tài nguyên thiên nhiên và môi trường.

Từ định nghĩa, chúng ta thấy được một hệ GIS có các chức năng cơ bản như sau:

- + Xây dựng cơ sở dữ liệu,
- + Cập nhật, chỉnh sửa dữ liệu,
- + Lưu trữ, quản lý và phục hồi dữ liệu,
- + Hỏi đáp, xử lý, phân tích dữ liệu,
- + Truy xuất dữ liệu dưới dạng đồ họa hay các văn bản, bảng biểu ...

Hệ GIS khác với các hệ đồ họa máy tính đơn thuần ở chỗ: các hệ đồ họa máy tính không có các công cụ để làm việc với các dữ liệu phi đồ họa (dữ liệu thuộc tính gắn liền với các đối tượng nghiên cứu).

Hệ GIS khác với các hệ thống trợ giúp thiết kế bằng máy tính CAD (Computer Aided Design) dùng để thành lập các bản vẽ số, các đối tượng kỹ thuật ở chỗ: các đối tượng đồ họa của CAD không bắt buộc phải gắn với thế giới thực thông qua vị trí địa lý của đối tượng.

1.2.3. Lý do cần xây dựng GIS

Trước khi những chiếc máy tính đầu tiên ra đời, con người xử lý các thông tin ở dạng dữ liệu truyền thống - dữ liệu tương tự.

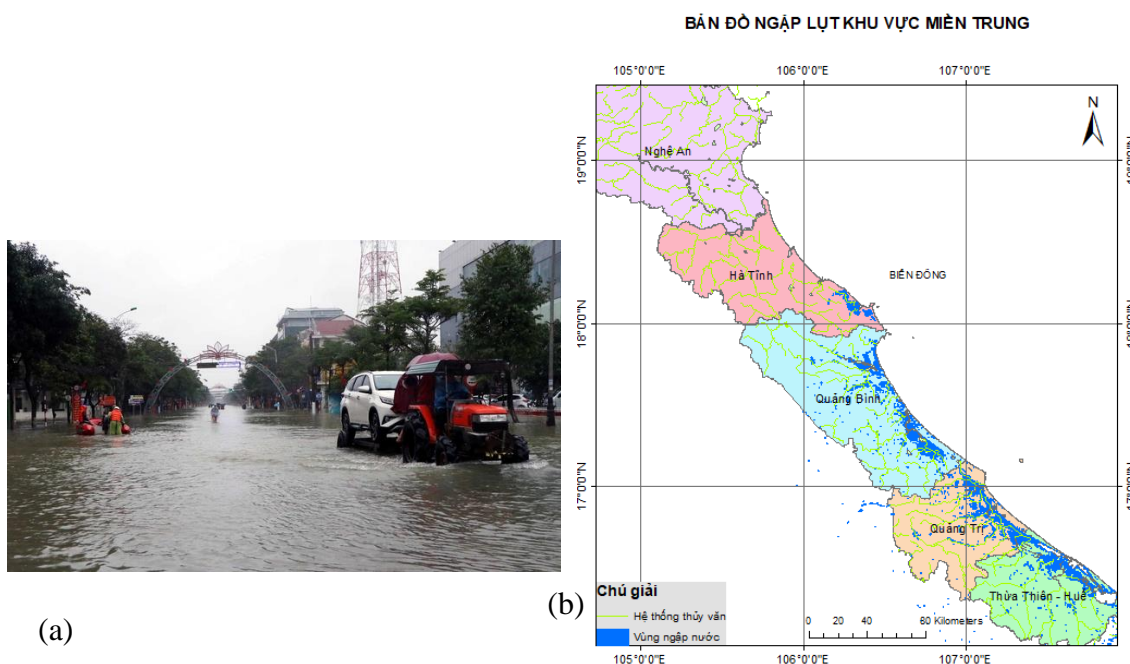
Dữ liệu tương tự: là những dữ liệu được biểu diễn bằng các đại lượng biến thiên liên tục, ví dụ như: chiều dài, góc quay, sóng điện từ, điện áp Trong phạm vi môn học này, chúng ta quan tâm đến các dữ liệu địa lý - các bản đồ, sơ đồ và các báo cáo đi kèm. Dữ liệu tương tự ở đây được hiểu là các dữ liệu được lưu trên các vật liệu truyền thống như giấy, diamat, phim, ảnh ...v.v. (khác hẳn với các dữ liệu số mà có thể lưu trữ trong máy tính).

Để làm nổi lên lý do vì sao chúng ta cần xây dựng GIS, chúng ta sẽ nhắc lại một số nhược điểm cơ bản của dữ liệu tương tự. Các nhược điểm đó là:

- Các dữ liệu địa không gian được lưu trữ nghèo nàn.
- Mặc dù đã có những nghiên cứu mới, nhưng khi cần tham khảo các bản đồ và các số liệu thống kê, chúng ta vẫn không có được những tài liệu cập nhật mới nhất. Những thành quả của những nghiên cứu mới rất khó khăn để được tiếp cận và sử dụng cho các nghiên cứu tiếp theo, nhất là trong các lĩnh vực khác nhau.
- Dữ liệu và thông tin có thể không chính xác (vì không được cập nhật kịp thời, do sai số gây ra bởi sự biến dạng của vật liệu mang thông tin (bị nhàu nát, co giãn do môi trường...)).
- Các dữ liệu địa lý có thể mâu thuẫn và không nhất quán do hệ lưới chiếu, do sai số,...
- Dữ liệu không được định chuẩn.
- Không có chia sẻ dữ liệu.
- Khi gặp sự cố trong lưu trữ, bảo quản, các dữ liệu lưu trữ trên vật liệu tương tự sẽ rất khó khăn và tốn kém để phục hồi. Có nhiều trường hợp không có khả năng phục hồi, ví dụ bị hư hỏng do tác động của môi trường, hỏa hoạn ...
- Dựa trên các tài liệu tương tự, việc ra quyết định có thể chưa thật sự khách quan vì bị giới hạn về khả năng phân tích trên các dữ liệu giấy và số liệu thông tin đi kèm không được tích hợp.

Để hiểu hơn lý do tại sao mà con người cần đến GIS, thì dưới đây là một số những ví dụ cụ thể để các bạn có thể nắm bắt một cách sâu sắc hơn. Như chúng ta đã biết, dân số và mức

tiêu thụ của con người đã đạt đến mức mà nhiều nguồn tài nguyên, bao gồm cả không khí và đất đai, đang đặt ra những giới hạn đáng kể đối với hoạt động của con người. Dân số loài người đã tăng gấp đôi trong 50 năm qua, vượt qua 8 tỷ người và chúng ta có thể sẽ thêm 4 tỷ người nữa trong 50 năm tới. 100.000 năm đầu tiên con người tồn tại đã gây ra rất ít tác động đối với tài nguyên của thế giới, nhưng trong 300 năm qua, con người đã thay đổi vĩnh viễn phần lớn bề mặt trái đất. Bầu khí quyển và đại dương thể hiện khả năng hấp thụ carbon dioxide và nitơ, hai chất thải chính của nhân loại đang giảm dần. Nhiều con sông đang bị ô nhiễm nghiêm trọng, các thành phố lớn bị ô nhiễm về khói, bụi và các chất ô nhiễm độc hại khác gây hại đáng kể cho sức khỏe cộng đồng. Một thí dụ điển hình là Việt Nam đã đối mặt với biến đổi khí hậu trong năm 2020 với việc lũ lụt và sạt lở đất rất nghiêm trọng ở các tỉnh miền Trung Việt Nam, gây thiệt hại rất lớn về người và tài sản. (Hình 1.2) là hình ảnh ngập lụt tại khu vực miền Trung Việt Nam.



Hình 1.2 (a). Hình ảnh ngập tại Hà Tĩnh (ảnh TTXVN), (b) Bản đồ phân bố diện ngập khu vực miền Trung được làm từ ảnh vệ tinh Sentinel-1 trên nền tảng Google Earth Engine (Trần Văn Anh và nnk, 2020)

Hệ thông tin địa lý giúp chúng ta xác định và giải quyết các vấn đề môi trường bằng cách cung cấp thông tin quan trọng về nơi các vấn đề xảy ra và những người bị ảnh hưởng bởi chúng. Hệ thông tin địa lý giúp xác định nguồn, vị trí và mức độ tác động xấu đến môi trường và có thể giúp nhà quản lý đưa ra các kế hoạch thiết thực để theo dõi, quản lý và giảm thiểu thiệt hại về môi trường.

Tác động của con người đối với môi trường đã thúc đẩy xã hội một cách mạnh mẽ trong việc áp dụng GIS. Xung đột trong sử dụng tài nguyên, lo ngại về ô nhiễm và các biện pháp phòng ngừa để bảo vệ sức khỏe cộng đồng đã dẫn đến các nhiệm vụ pháp lý yêu cầu rõ ràng hoặc ngầm định việc xem xét đưa GIS vào ứng dụng cho các ngành liên quan đến tài nguyên và môi trường. GIS đã được chứng minh là công cụ hữu ích trong tất cả các nhiệm vụ liên quan đến quản lý tài nguyên, môi trường và hỗ trợ ra quyết định cho các nhà quản lý. Việc sử dụng GIS là bắt buộc trong các nỗ lực khác, bao gồm các dịch vụ khẩn cấp, phòng chống lũ lụt, đánh giá và quản lý thiên tai và phát triển cơ sở hạ tầng.

Ngoài những lợi ích thấy được của GIS cho tài nguyên, môi trường và sự phát triển bền vững thì GIS cũng có những tác động không nhỏ tới kinh tế và xã hội. Nhiều doanh nghiệp áp dụng GIS để tăng hiệu quả trong việc cung cấp hàng hóa và dịch vụ. Các doanh nghiệp bán lẻ xác định vị trí cửa hàng dựa trên một số yếu tố liên quan đến không gian. Khách hàng tiềm năng

ở đâu? Sự phân bố không gian của các doanh nghiệp cạnh tranh là gì? Vị trí cửa hàng mới tiềm năng ở đâu? Lưu lượng giao thông gần các cửa hàng hiện tại là gì và việc đỗ xe gần và tiếp cận các cửa hàng này có dễ dàng không? GIS cũng được sử dụng trong hàng trăm ứng dụng kinh doanh khác, định tuyến các phương tiện giao hàng, hướng dẫn quảng cáo, thiết kế tòa nhà, lập kế hoạch xây dựng và bán bất động sản.

Sự thúc đẩy của xã hội để áp dụng GIS đã được bổ sung bởi sức hút công nghệ trong việc phát triển và ứng dụng GIS cho lĩnh vực hàng hải. Trước kia hàng ngàn sinh mạng và vô số của cải đã bị mất đi vì các thuyền trưởng không thể trả lời câu hỏi đơn giản, “Tôi đang ở đâu?”. Các phương pháp điều hướng hàng hải mạnh mẽ đã xuất hiện vào thế kỷ 18 và không ngừng được cải thiện cho đến ngày nay, khi bất kỳ ai cũng có thể nhanh chóng xác định vị trí ngoài trời của mình trong vòng vài mét. Một công nghệ định vị đáng chú ý đó là Hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu (GNSS), hiện được tích hợp vào ô tô, máy bay, thuyền và xe tải. GNSS là công cụ không thể thiếu trong thương mại, lập kế hoạch và an toàn. Sức hút công nghệ đã phát triển trên nhiều mặt. Phân tích không gian nói riêng đã được hỗ trợ bởi các máy tính nhanh hơn với nhiều bộ nhớ hơn và khả năng kết nối ngày càng tăng thông qua WiFi và mạng di động. Chi phí cho hệ thống GIS giảm và hiệu suất tăng với tốc độ chóng mặt. Máy tính cá nhân và máy tính bảng di động đã trở nên mạnh mẽ hơn, nhẹ hơn, nhiều khả năng hơn và ít tốn kém hơn, vì vậy khả năng hiển thị và phân tích dữ liệu không gian có thể luôn sẵn sàng (Hình 1.3). Hệ thống tin địa lý (GIS) trên các máy tính di động bền chắc tại hiện trường đặc biệt hữu ích trong việc nhập và chỉnh sửa dữ liệu ngay tại chỗ, giúp cho việc thành lập bản đồ và quản lý dữ liệu được nhanh chóng và hiệu quả.



Hình 1.3. Hệ thống tin địa lý GIS trên các thiết bị di động

1.2.4. Những lợi ích thu được khi sử dụng GIS

- Dữ liệu địa không gian được lưu trữ tốt hơn trong một dạng thức chuẩn.
- Xem xét và cập nhật dữ liệu dễ dàng hơn nhiều so với dữ liệu truyền thống.
- Tìm kiếm, phân tích và trình bày dữ liệu dễ dàng và thuận tiện.
- Các sản phẩm với giá trị được tăng cao sẽ được tạo ra.
- Dữ liệu có thể được chia sẻ và trao đổi giữa những người sử dụng hệ GIS.
- Hiệu quả sử dụng và khai thác hệ GIS sẽ được nâng cao nhiều lần.

- Tiết kiệm thời gian cũng như tiền bạc cho người sử dụng.
- Hỗ trợ ra các quyết định quản lý ở các cấp khác nhau (cơ sở sản xuất, các địa phương, các ngành, các cơ quan quản lý nhà nước).
- Phục vụ cho công tác nghiên cứu khoa học trong nhiều lĩnh vực.

Chúng tôi sẽ nói thêm về lợi ích của chia sẻ và trao đổi dữ liệu ở những phần tiếp theo. Thực hiện chia sẻ và trao đổi dữ liệu sẽ có nhiều tác dụng tích cực như: làm cho cơ sở dữ liệu, một khi đã được xây dựng, sẽ có thể phục vụ nhiều người sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau (điều này có được khi có sự hợp tác đa ngành, đa địa phương), làm giảm chi phí xây dựng cơ sở dữ liệu của từng ngành riêng biệt. Từng ngành, khi đã có kết quả nghiên cứu, lại cập nhật trở lại vào cơ sở dữ liệu của hệ GIS sẽ làm cho cơ sở dữ liệu của hệ thống ngày càng đa dạng, phong phú và có giá trị sử dụng cao hơn, dữ liệu của hệ thống luôn được cập nhật mới và nhiều người sử dụng luôn có được dữ liệu mới nhất khi được quyền tham gia vào hệ thống.

Một lợi ích xã hội rất lớn nữa của hệ GIS là cơ sở dữ liệu của nó có thể góp phần nâng cao dân trí và xã hội hóa thông tin. Chúng ta biết rằng, dù là một người dân bình thường đi nữa thì trong cuộc sống sinh hoạt hay trong lao động sản xuất, mỗi người đều có nhu cầu sử dụng nhiều thông tin liên quan đến vị trí địa lý. Chúng có thể là thông tin về thời tiết, tìm đường đi tới một địa điểm nào đó, tìm được những vị trí thỏa mãn một số điều kiện nào đó cho những mục đích cụ thể, ...v.v. Nhiều quốc gia phát triển đã xây dựng các atlát điện tử như một hệ GIS bỏ túi để phục vụ nhu cầu khai thác thông tin của người dân. Họ có thể khai thác thông tin qua máy tính, qua điện thoại di động để phục vụ cho các hoạt động của mình.

1.2.5. Các thành phần cơ bản của GIS

Nói một cách tổng quát, hệ GIS gồm có các thành phần cơ bản là:

- Hệ thống phần cứng,
- Phần mềm,
- Cơ sở dữ liệu,
- Con người,
- Chính sách quản lý.

a. Hệ thống phần cứng

Kinh phí cho hệ thống máy tính chiếm khoảng 20% chi phí cho toàn hệ thống, trong đó có 15% cho lắp đặt ban đầu (cả phần cứng và mua phần mềm), khoảng 5% cho bảo dưỡng hệ thống.

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

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

- Các thiết bị lưu trữ dữ liệu: ví dụ như các đĩa CD, đĩa DVD, các ổ cứng...

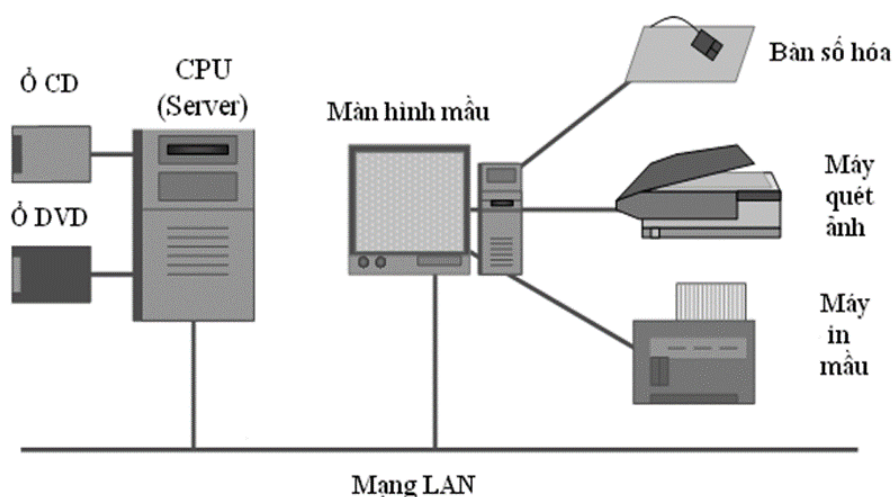
- Các thiết bị ngoại vi (Peripherals):

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

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

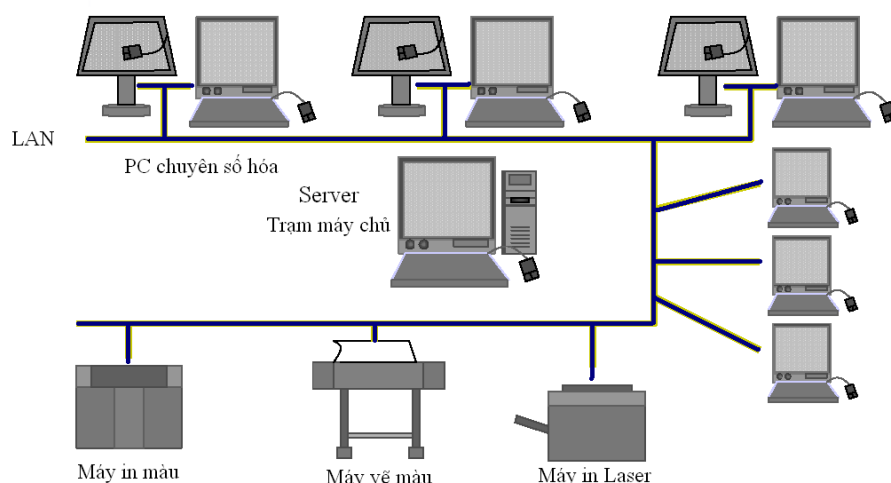
các thiết bị như: các máy in, các máy vẽ, các ổ ghi CD, các ổ ghi DVD, ...v.v.

Dưới đây là sơ đồ tổng quát của hệ thống phần cứng của GIS:



Hình 1.4. Sơ đồ hệ thống phần cứng của hệ GIS

Và mô hình hệ thống phần cứng của hệ GIS chuyên dụng:



Hình 1.5. Hệ thống phần cứng của hệ GIS chuyên dụng

b. Hệ thống phần mềm:

Ở phần này, chúng tôi đề cập tới các dạng phần mềm chính được sử dụng cho hệ thống GIS, thường gồm các nhóm sau:

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

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

- Phần mềm GIS:

Phần mềm GIS cung cấp các công cụ để quản lý, phân tích, hiển thị và phổ biến thông tin không gian một cách hiệu quả. Đối với phần mềm GIS, các dữ liệu không gian và thuộc tính liên quan cần được thu thập và nhập vào. Thông tin thuộc tính thu thập bằng nhiều cách khác nhau và được gọi là dữ liệu phi không gian của các đối tượng địa lý. Tại sao lại cần một phần mềm GIS vì chúng ta cần các công cụ để xem và chỉnh sửa những dữ liệu này, thao tác với chúng để tạo và trích xuất thông tin mà chúng ta mong muốn, đồng thời tạo ra các tài liệu để truyền đạt thông tin. Phần mềm GIS cung cấp các công cụ cụ thể cho một số hoặc tất cả các

nhiệm vụ này. Có nhiều gói phần mềm GIS thương mại và miễn phí mã nguồn mở, và nhiều phần mềm trong số này có nguồn gốc từ các phòng thí nghiệm nghiên cứu học thuật hoặc được chính phủ tài trợ. Dòng sản phẩm của Viện Nghiên cứu Hệ thống Môi trường (ESRI), bao gồm cả ArcGIS, là một ví dụ điển hình. Phần lớn nền tảng cho phần mềm ESRI ban đầu được phát triển trong những năm 1960 và 1970 tại Đại học Harvard trong Phòng thí nghiệm Đồ họa Máy tính và Phân tích Không gian. Các cựu sinh viên từ Harvard đã mang theo những khái niệm này đến Redlands, California, khi thành lập hãng ESRI, và đưa chúng vào sản phẩm thương mại.

Hiện nay có nhiều phần mềm GIS có sẵn trên thị trường. Các phần mềm GIS thường có khả năng tổ chức cơ sở dữ liệu và làm việc với cả dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính. Chúng tôi sẽ liệt kê một số phần mềm GIS tiêu biểu như sau:

- + ArcGIS của ESRI
- + GeoMedia, MGE của Intergraph
- + MapInfo của MapInfo
- + IDRISI của Clark University
- + GRASS GIS của Trung tâm Thông tin GRASS
- + Quantum GIS (QGIS)
- + SIS (Spatial Information System) của Cadcorp
- + ER Mapper của ER Mapper
- + ILWIS ...v.v.

Các phần mềm sử dụng trong lĩnh vực GIS cần có ít nhất một trong các chức năng sau:

- Có khả năng thu thập và cập nhật dữ liệu (cả dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính) từ nhiều nguồn dữ liệu khác nhau, có các chức năng cho phép liên kết dữ liệu không gian với dữ liệu thuộc tính.
- Phân tích không gian: phân tích dữ liệu vector, xây dựng topology, tạo vùng đệm, chồng xếp các lớp dữ liệu không gian, phân tích mạng lưới (tìm đường đi, ...).
- Quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ và tích hợp cơ sở dữ liệu cho việc trao đổi dữ liệu qua mạng.
- Xây dựng các mô hình số địa hình: chồng xếp các lớp, tạo vùng đệm, chuyển đổi raster - vector, tạo các mô hình số độ cao, phân tích hệ thống thủy hệ, tạo bóng, ...
- Các chức năng xử lý ảnh: nâng cao chất lượng ảnh, xử lý màu, phân loại ảnh, phân tích / đo đạc ảnh, chuyển đổi ảnh ...
- Hỗ trợ các phép toán học bản đồ như: phép chiếu bản đồ, biểu diễn đồ họa, tạo ra các bản đồ, chuyển đổi raster - vector, ...

Hiệp hội các phần mềm mã mở

Khi các hãng phần mềm lớn đưa ra những sản phẩm tiện lợi nhưng kèm theo đó là giá thành lớn thì những phần mềm mã nguồn mở miễn phí là lựa chọn. Để nói về phần mềm GIS mã nguồn mở thì trước tiên chúng tôi xin giới thiệu một chút về Hiệp hội không gian địa lý mở (OGC). Những hệ thống mã mở này cho phép chia sẻ trên các nền tảng và hệ điều hành máy tính khác nhau. Các tiêu chuẩn về định dạng dữ liệu, tài liệu, tương tác chương trình và truyền tải đã được phát triển và xuất bản tại (www.openspatial.org) và danh sách các phần mềm tuân thủ tiêu chuẩn được biên soạn tại đây. Những gói dữ liệu mở này thường tuân theo các tiêu chuẩn chung giúp cộng đồng dễ dàng chấp nhận, giảm rào cản chuyển đổi giữa các phần mềm, thậm trí còn có những gói được sử dụng cả cho những phần mềm mã nguồn đóng ví dụ như gói chuyển đổi dữ liệu GDAL. Việc tuân thủ các tiêu chuẩn là một điểm cộng từ góc độ người

dùng, do đó, nên xem xét nhanh danh sách các phần mềm tuân thủ theo tiêu chuẩn OGC khi chọn phần mềm GIS để sử dụng nếu như người sử dụng không đủ kinh phí để lựa chọn các phần mềm thương mại.

Phần mềm ArcGIS

ArcGIS, với nhiều phiên bản trực tuyến, máy tính để bàn và máy chủ, bao gồm bộ phần mềm GIS phổ biến nhất tại thời điểm hiện nay. ESRI, nhà phát triển ArcGIS, có mặt trên toàn thế giới. ESRI đã sản xuất phần mềm GIS từ đầu những năm 1980 và ArcGIS là gói GIS tích hợp được phát triển tốt và mới nhất của hãng. Ngoài phần mềm, ESRI còn cung cấp các dịch vụ đào tạo, hỗ trợ và tư vấn về phí đáng kể tại các văn phòng khu vực và quốc tế. ArcGIS được thiết kế để cung cấp một tập hợp lớn các quy trình xử lý dữ liệu địa lý, từ nhập dữ liệu đến phân tích hầu hết các dạng dữ liệu khác nhau. Như vậy, ArcGIS là một sản phẩm lớn, phức tạp. Nó hỗ trợ nhiều định dạng dữ liệu, nhiều kiểu dữ liệu và cấu trúc, và hàng nghìn thao tác có thể áp dụng cho dữ liệu không gian. Không có gì ngạc nhiên khi cần phải đào tạo đáng kể để nắm vững toàn bộ khả năng của ArcGIS.

ArcGIS cung cấp tính linh hoạt rộng rãi trong cách chúng ta khái niệm hóa và mô hình hóa các đối tượng địa lý. Các nhà địa lý và các nhà khoa học liên quan đến GIS khác đã nghĩ ra nhiều cách để suy nghĩ, cấu trúc và lưu trữ thông tin về các đối tượng không gian. ArcGIS cung cấp lựa chọn rộng nhất có sẵn cho các biểu diễn này. Ví dụ, dữ liệu độ cao có thể được lưu trữ ở ít nhất bốn định dạng chính, mỗi định dạng đều có những ưu điểm và nhược điểm kèm theo. Có sự linh hoạt như nhau trong các phương pháp xử lý dữ liệu không gian. Đối với phần mềm ArcGIS, người sử dụng phải chịu chi phí về khoản đầu tư ban đầu cả về kinh phí và thời gian cần thiết để thành thạo ArcGIS.

Phần mềm MapInfo

MapInfo là một bộ sản phẩm GIS toàn diện được phát triển bởi MapInfo Corporation, nhưng hiện là một phần của Pitney Bowes. Các sản phẩm MapInfo được sử dụng trong nhiều nỗ lực, mặc dù việc sử dụng dường như tập trung vào nhiều ứng dụng kinh doanh và thành phố. Điều này có thể là do các thành phần MapInfo được kết hợp dễ dàng vào các ứng dụng khác. Các thành phần phân tích và hiển thị dữ liệu được hỗ trợ thông qua một loạt các chức năng ngôn ngữ cao hơn, cho phép chúng dễ dàng được nhúng vào các chương trình khác. Ngoài ra, MapInfo cung cấp một sản phẩm GIS linh hoạt, độc lập có thể được sử dụng để giải quyết nhiều vấn đề phân tích không gian. Các sản phẩm cụ thể đã được thiết kế để tích hợp ánh xạ vào các lớp ứng dụng khác nhau. Ví dụ: các sản phẩm MapInfo đã được phát triển để nhúng bản đồ và dữ liệu không gian vào các thiết bị cầm tay không dây như điện thoại, máy ghi dữ liệu hoặc các thiết bị di động khác. Các sản phẩm đã được phát triển để hỗ trợ các ứng dụng bản đồ internet và cung cấp dữ liệu không gian trong các môi trường dựa trên World Wide Web. Tiềm năng mở rộng cho các sản phẩm cơ sở dữ liệu cụ thể chẳng hạn như Oracle được cung cấp. Tuy nhiên MapInfo có nhiều tính năng bị giới hạn như các chức năng phân tích không gian của MapInfo không nhiều và việc phân tích không gian với raster kém.

Phần mềm ERDAS

ERDAS (Hệ thống phân tích dữ liệu tài nguyên trái đất), hiện được sở hữu và phát triển bởi Hexagon Geospatial, một bộ phận của Intergraph, bắt đầu như một hệ thống xử lý hình ảnh. Mục đích ban đầu của phần mềm là nhập và phân tích dữ liệu ảnh vệ tinh. ERDAS đã dẫn đầu một làn sóng các sản phẩm thương mại để phân tích dữ liệu không gian được thu thập trên các khu vực rộng lớn. Việc phát triển sản phẩm được thúc đẩy bởi sự ra mắt thành công của vệ tinh Landsat của Hoa Kỳ vào những năm 1970. Lần đầu tiên thời gian, hình ảnh kỹ thuật số của toàn bộ bề mặt trái đất đã có sẵn cho công chúng. Phần mềm xử lý hình ảnh ERDAS đã phát triển để bao gồm các loại hình ảnh khác và bao gồm một bộ công cụ toàn diện để phân tích dữ liệu dạng raster. Dữ liệu hình ảnh được cung cấp ở định dạng dựa trên pixel. ERDAS và hầu hết các gói xử lý ảnh khác cung cấp các định dạng đầu ra dữ liệu tương thích với hầu hết các hệ thống

GIS phổ biến. Nhiều hệ thống phần mềm xử lý ảnh được mua rõ ràng để cung cấp dữ liệu cho hệ thống thông tin địa lý. Sự hỗ trợ của các định dạng dữ liệu ESRI đặc biệt kỹ lưỡng trong ERDAS. Các thành phần của ERDAS GIS có thể được sử dụng để phân tích các dữ liệu không gian này.

Bentley Map

Bentley Systems đã phát triển phần mềm phân tích không gian cho thiết bị di động thông qua các cấp doanh nghiệp, tập trung mạnh vào thiết kế và phát triển cơ sở hạ tầng tích hợp, linh hoạt. Mặc dù nguồn gốc của nó là một chương trình thiết kế và phác thảo có sự trợ giúp của máy tính, Bentley đã phát triển thành một bộ công cụ chung, bao gồm thu thập dữ liệu thực địa, chụp ảnh, bố cục bản đồ tinh vi, quản lý cơ sở dữ liệu, phân tích và báo cáo.

Các sản phẩm của Bentley đặc biệt tập trung vào môi trường xây dựng, bao gồm đường xá, tòa nhà, tiện ích và thiết kế, lập kế hoạch và quản lý công trình lớn khác. Công cụ bao gồm một bộ toàn diện cho tạo hồ sơ tài sản, khảo sát quản lý dữ liệu thửa đất, phân tích và tính toán địa hình để đào và đắp đất, phân tích lượng mưa chảy tràn và thiết kế thoát nước, bố trí đường phố và tiện ích cũng như xem 3D các phương án thiết kế. Bentley cũng hỗ trợ các công cụ dành riêng cho ngành, bao gồm các hệ thống và mạng khai thác và phát điện.

Phần mềm Idrisi

Idrisi là một hệ thống GIS được phát triển bởi Trường Đại học Clark, Massachusetts. Idrisi khác với các gói phần mềm GIS đã thảo luận trước đây ở chỗ nó cung cấp cả chức năng xử lý ảnh vệ tinh và GIS. Dữ liệu hình ảnh hữu ích như một nguồn thông tin trong GIS. Có nhiều gói phần mềm chuyên dụng được thiết kế đặc biệt để tập trung vào việc thu thập, xử lý và xuất dữ liệu hình ảnh. Idrisi cung cấp nhiều chức năng, đồng thời cung cấp một bộ lớn các chức năng hiển thị và phân tích dữ liệu không gian.

Idrisi đã được phát triển và duy trì tại một cơ sở giáo dục và nghiên cứu, và ban đầu được sử dụng chủ yếu như một công cụ giảng dạy và nghiên cứu. Idrisi đã áp dụng một số cấu trúc dữ liệu rất đơn giản, một đặc điểm giúp phần mềm dễ dàng sửa đổi. Một số cấu trúc này, mặc dù chậm và đòi hỏi nhiều không gian hơn, lại dễ hiểu và dễ thao tác đối với người mới bắt đầu lập trình.

Giới hạn về không gian và tốc độ đã làm cho phần mềm ít được sử dụng. Các định dạng tệp được ghi lại tốt và dữ liệu dễ dàng được truy cập. Các nhà phát triển của Idrisi đã khuyến khích rõ ràng các nhà nghiên cứu, sinh viên và người dùng tạo các chức năng mới cho Idrisi.

Dự án Idrisi sau đó đã kết hợp các cải tiến do người dùng phát triển vào gói phần mềm. Idrisi là một gói phần mềm lý tưởng để dạy sinh viên sử dụng GIS và phát triển các chức năng phân tích không gian của riêng họ. Idrisi có chi phí tương đối thấp, có lẽ do nó liên kết với một tổ chức học thuật, và do đó được sử dụng rộng rãi trong giáo dục. Chi phí thấp là một yếu tố quan trọng ở nhiều nước đang phát triển, nơi Idrisi cũng đã được áp dụng rộng rãi.

Phần mềm QGIS

QGIS là một dự án phần mềm nguồn mở, một sáng kiến của Tổ chức Không gian Địa lý Nguồn Mở OGC. Phần mềm này là một nỗ lực hợp tác của cộng đồng các nhà phát triển và người dùng. QGIS miễn phí, chạy ổn định, thay đổi và được nâng cấp theo thời gian, với mã nguồn có sẵn để nó có thể được mở rộng khi cần thiết cho các tác vụ cụ thể. Nó cung cấp giao diện người dùng đồ họa, hỗ trợ nhiều loại dữ liệu và định dạng. QGIS chạy trên các hệ điều hành Unix, MacOSX và Microsoft Windows. Như với hầu hết các phần mềm nguồn mở, việc cung cấp ban đầu có các khả năng hạn chế, nhưng với trung bình khoảng hai bản cập nhật mỗi năm kể từ năm 2002, QGIS cung cấp một số lượng lớn các chức năng phân tích và hiển thị GIS cơ bản. QGIS có một giao diện đã được phát triển với GRASS, và hiện tại người sử dụng có thể làm việc với các lệnh của phần mềm GRASS trên nền QGIS. GRASS là một hệ thống tin địa lý

nguồn mở khác với các chức năng phân tích bổ sung, nhưng thiếu giao diện người dùng đồ họa đơn giản, do vậy việc kết hợp này là một ưu điểm khi sử dụng QGIS.

Phần mềm GRASS

GRASS, Hệ thống hỗ trợ phân tích tài nguyên địa lý, là một hệ thống tin địa lý mã nguồn mở, miễn phí chạy trên nhiều nền tảng. Hệ thống ban đầu được phát triển bởi Phòng thí nghiệm Kỹ thuật Xây dựng Quân đội Hoa Kỳ (CERL), bắt đầu từ đầu những năm 1980, khi nhiều phần mềm GIS bị hạn chế về quyền truy cập và ứng dụng. CERL tuân theo cách tiếp cận mở để phát triển và phân phối, dẫn đến sự đóng góp đáng kể của một số trường đại học và phòng thí nghiệm khác trên thế giới. Quá trình phát triển đã bị ngừng trong quân đội và được tiếp nhận bởi "Nhóm phát triển GRASS" nguồn mở, một nhóm người tự xác định đã quyên góp thời gian của họ để duy trì và nâng cấp GRASS. Phần mềm này cung cấp một loạt các thao tác raster và vector, đồng thời được sử dụng trong cả nghiên cứu và ứng dụng trên toàn thế giới. Vì phần mềm là miễn phí nên đã được nhiều trường đại học trên thế giới dùng để giảng dạy môn học GIS cho sinh viên. Thông tin chi tiết và phần mềm có thể tải xuống có tại <http://grass.itc.it/index.php>.

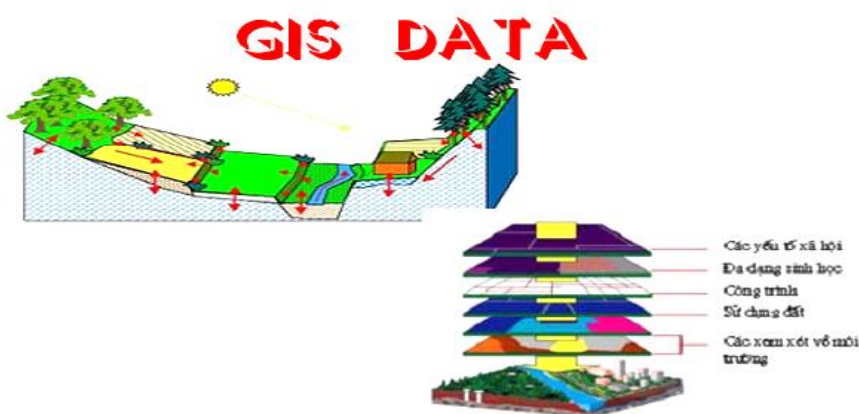
c. Cơ sở dữ liệu

Chi phí để xây dựng cơ sở dữ liệu chiếm khoảng 70% (có tác giả cho rằng tới 80% - GS. Shunji Murai) giá thành toàn hệ GIS.

Cơ sở dữ liệu của hệ GIS là tập hợp tất cả các số liệu có dạng: bản đồ số (Digital Map), dạng ký tự (Text), dạng ảnh (Raster); được lưu trữ, xử lý và quản lý bởi các phần mềm GIS. Nó là tập hợp của các dữ liệu đồ họa và phi đồ họa, thể hiện sự trừu tượng hóa các đối tượng tự nhiên và mối liên hệ giữa chúng, được tổ chức và lưu trữ theo một khuôn dạng dữ liệu nào đó của hệ thống.

Cơ sở dữ liệu, khi đã được xây dựng, cho phép người sử dụng có thể truy vấn, phân tích nó. Kết quả được lấy ra dưới dạng các tệp văn bản, các biểu đồ phân tích, các bản đồ số, các ảnh số, ... phục vụ cho các mục đích nghiên cứu hay quản lý khác nhau.

Cơ sở dữ liệu trong GIS phải luôn được cập nhật theo thời gian: cơ sở dữ liệu đa thời gian.



Hình 1.6. Dữ liệu GIS

d. Con người

Chúng tôi đề cập đến những tập thể, cá nhân trực tiếp thiết kế, xây dựng và vận hành hệ GIS. Chi phí cho việc đào tạo cán bộ, thuê chuyên gia ... chiếm khoảng 10% chi phí xây dựng toàn hệ thống.

Rõ ràng, một hệ GIS có hiệu quả hay không phụ thuộc rất nhiều vào yếu tố con người. Người điều hành sử dụng phải có kinh nghiệm và được đào tạo trong nhiều lĩnh vực. Người điều hành cần phải đáp ứng được các yêu cầu sau:

- Có kiến thức cơ bản về địa lý, bản đồ và công nghệ thông tin, được đào tạo cơ bản về khoa học địa lý, có khả năng khai thác các đặc điểm và biết xử lý khi có sự cố về phần cứng và phần mềm, vận hành thông thạo các chương trình liên kết phần cứng.

- Có kinh nghiệm trong việc sử dụng phần mềm GIS, biết lập trình cơ bản, biết quản lý, xử lý cơ sở dữ liệu và một số công việc khác có liên quan đến tích hợp thông tin.

- Có hiểu biết về cấu trúc dữ liệu: hiểu về nguồn dữ liệu, nội dung và độ chính xác của dữ liệu, tỷ lệ bản đồ và các số liệu đo đạc của tập dữ liệu.

- Có khả năng phân tích không gian: được đào tạo về các phương pháp xử lý thống kê và xử lý định tính trong địa lý, có thể lựa chọn phương pháp tốt nhất để phân tích và áp dụng nhằm đưa ra kết quả tối ưu.

e. Chính sách và quản lý

Đây là hợp phần quan trọng để đảm bảo khả năng hoạt động của hệ thống, là yếu tố quyết định sự thành công của việc phát triển công nghệ GIS. Hệ thống GIS cần được điều hành bởi một bộ phận quản lý, bộ phận này phải được bổ nhiệm để tổ chức hoạt động hệ thống GIS một cách có hiệu quả để phục vụ người sử dụng thông tin.

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

Như vậy trong 5 hợp phần của GIS, hợp phần chính sách và quản lý đóng vai trò rất quan trọng để đảm bảo khả năng hoạt động của hệ thống, đây là yếu tố quyết định sự thành công của việc phát triển công nghệ GIS.

1.2.6. Các chức năng cơ bản của GIS

- Thu thập và xử lý dữ liệu
- Quản trị cơ sở dữ liệu
- Phân tích không gian
- Hiển thị, tạo báo cáo, in ấn: tạo ra các sản phẩm đồ họa (các sơ đồ, bản đồ, các đồ thị, biểu đồ, các dữ liệu ảnh, ...), các mô hình trực quan (ví dụ: mô hình 3D), các bảng biểu tổng kết.

1.2.7. Mối quan hệ của GIS với các ngành khoa học khác

GIS là một ngành khoa học tổng hợp, có liên quan đến nhiều ngành khoa học khác, như: địa lý học, bản đồ học, đo ảnh-viễn thám, trắc địa, thống kê, công nghệ thông tin, toán học, ...v.v. Việc nắm được các kiến thức cơ bản của các lĩnh vực nói trên sẽ giúp cho các nhà thiết kế có thể xây dựng được hệ GIS có chất lượng cao, xây dựng được cơ sở dữ liệu có độ tin cậy, phát triển hệ GIS theo chiều sâu để phục vụ cho các chuyên ngành khác nhau có sử dụng GIS.

Địa lý học gắn với sự nhận thức thế giới có quan hệ tới vị trí của các sự vật, hiện tượng tồn tại trên trái đất này. GIS cung cấp kỹ thuật để tạo ra khả năng phân tích và nghiên cứu địa lý.

Bản đồ học liên quan tới việc hiển thị các thông tin không gian. Các dữ liệu thông tin không gian là những dữ liệu nền tảng của hệ GIS. Các kiến thức về bản đồ học sẽ hỗ trợ tốt trong việc xây dựng dữ liệu không gian cũng như trong biểu diễn hay xử lý và phân tích các dữ

liệu này.

Viễn thám, trắc địa, đo ảnh liên quan đến việc đo đạc, cung cấp các số liệu đầu vào cho GIS, hỗ trợ cho việc nghiên cứu xu hướng biến đổi của các sự vật hiện tượng, cung cấp số liệu chính xác vào những thời điểm cụ thể phục vụ cho các ngành kinh tế, xã hội, quản lý và khai thác tài nguyên khoáng sản, quản lý môi trường, ...v.v.

Công nghệ thông tin luôn gắn liền với sự phát triển của GIS. Kỹ thuật phần cứng, truyền thông phát triển hỗ trợ cả phương tiện và công nghệ cho công nghệ phần mềm và quản trị cơ sở dữ liệu phát triển. Tất cả những điều đó sẽ giúp cho GIS phát triển không ngừng để phục vụ đa ngành.

Thống kê sử dụng hiệu quả trong phân tích và xử lý dữ liệu phi không gian, hỗ trợ trong việc nhận thức các sự vật, hiện tượng, trong nghiên cứu xu thế biến đổi, hỗ trợ trong việc ra quyết định quản lý.

Toán học, lý thuyết đồ thị ... sử dụng rất nhiều trong thiết kế, phân tích và xử lý dữ liệu không gian.

GIS đã được thành lập và ứng dụng trong rất nhiều ngành và lĩnh vực khác nhau. Dưới đây là một số ứng dụng quan trọng của GIS:

- Quản lý tài nguyên thiên nhiên và môi trường, như: nông nghiệp, lâm nghiệp, quản lý đất đai, tài nguyên rừng, quản lý tài nguyên khoáng sản, quản lý chất lượng nước, các thảm họa thiên nhiên, xu thế môi trường, dịch bệnh, ...

- Quy hoạch và quản lý đô thị, như: mạng đường phố, cấp - thoát nước, hệ thống đường điện, hệ thống dẫn khí đốt ở nhiều quốc gia ...

- Các bài toán về giao thông: mạng lưới giao thông, hệ thống dẫn đường, các hệ thống phân phối (thư, các dịch vụ tiện ích ...)

- Các ngành khoa học về trái đất

- Các bài toán quản lý xã hội: cần các dữ liệu về phân bố dân cư, nhân lực, nhà cửa, trình độ, các ngành nghề đã có hay đang và sẽ hình thành, phân bố dân cư, quy hoạch tuyến di dân, ...

- Các bài toán về quản lý kinh tế: cần các dữ liệu về sản phẩm, dịch vụ, sự dịch chuyển giữa cung - cầu, khả năng cung ứng, mức thu nhập, mức đánh thuế (đất đai, dịch vụ, ...)

- Trong các lĩnh vực quân sự, quốc phòng, giáo dục, ... GIS cũng có rất nhiều ứng dụng hiệu quả.

1.2.8. Thiết kế GIS

a. Những điều cần cân nhắc khi thiết kế GIS

Để nâng cao hiệu quả của hệ GIS, chúng ta cần cân nhắc những vấn đề sau:

- Giá thành cài đặt: phần cứng, phần mềm, dữ liệu đầu vào, hệ quản trị cơ sở dữ liệu, đào tạo cán bộ, phần mềm ứng dụng, nâng cấp phần cứng và phần mềm, các thiết bị và các tiện nghi cần thiết khác.

- Giá thành các hoạt động: bảo dưỡng phần cứng, cập nhật cơ sở dữ liệu, phân tích dữ liệu, dữ liệu xuất ra, hệ thống lưu trữ / hệ thống sao lưu dữ liệu.

- Các chức năng của hệ GIS:

- + Lựa chọn dữ liệu đầu vào đối với dữ liệu không gian: mô hình và cấu trúc dữ liệu, các phương pháp và các công cụ số hóa, kiểm soát và hiệu chỉnh lỗi, hệ thống quản trị cơ sở dữ liệu.

- + Xử lý dữ liệu: phép chiếu bản đồ và các sản phẩm bản đồ, ghép bản đồ, cấu trúc

topology, chuyển đổi raster - vector và ngược lại.

- + Phân tích không gian: chồng xếp dữ liệu không gian, truy vấn dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính, đo đạc dữ liệu không gian, tạo mô hình số độ cao, phân tích mạng.

- Sự hỗ trợ của các nhà cung cấp trong bảo trì hệ thống phần cứng và phần mềm, các dịch vụ hỗ trợ, các sản phẩm mới.

- Các hỗ trợ đối với người sử dụng: đào tạo, cung cấp dữ liệu metadata, dịch vụ trợ giúp trực tuyến, truy cập và chuyển đổi dữ liệu, các gói ứng dụng.

b. Lập kế hoạch thiết kế GIS

Kế hoạch thiết kế được chia thành 3 giai đoạn (Shunji Murai, 2007)

** Giai đoạn lập kế hoạch*

Giai đoạn này chia thành 4 bước:

- Bước 1. Đề xuất kế hoạch: đề xuất những vấn đề có liên quan đến kế hoạch như: mục đích, phân tích các cơ sở hợp lý, cấu hình hệ thống, cơ sở dữ liệu, ngân sách, kế hoạch thực hiện, ...

- Bước 2. Cân nhắc kế hoạch: kế hoạch đề xuất nên được giải thích và truyền đạt tới các bộ phận có liên quan để nhận được sự nhất trí đồng lòng từ trên xuống.

- Bước 3. Phê chuẩn kế hoạch: kế hoạch cần được sự phê chuẩn của nhà quản lý cấp cao nhất một cách đặc biệt với sự lưu tâm tới chính sách và chiến lược trong thiết kế GIS.

- Bước 4. Tổ chức đội thực hiện dự án

** Giai đoạn phân tích: gồm 4 bước*

- Bước 5. Nghiên cứu tính khả thi của quy mô thí điểm: bước này do đội thực hiện dự án tiến hành, có sự tham gia của các nhà chuyên môn GIS.

- Bước 6. Phê chuẩn dự án thí điểm: khi phê chuẩn dự án thí điểm phải lưu tâm đặc biệt tới ngân sách.

- Bước 7. Dự thảo bản kế hoạch chi tiết: ở bước này, chúng ta cần chi tiết hóa kế hoạch về phần cứng, phần mềm cũng như cấu trúc cơ sở dữ liệu.

- Bước 8. Lựa chọn nhà cung cấp: tiến hành lựa chọn nhà cung cấp thông qua đấu giá.

** Giai đoạn thực thi: Gồm 7 bước:*

- Bước 9. Thiết kế cơ sở dữ liệu: nhận được dữ liệu, lưu trữ và cập nhật dữ liệu cùng với mô hình cơ sở dữ liệu và định dạng dữ liệu hợp lý.

- Bước 10. Thực thi dự án thí điểm: thực hiện cùng kiểm tra thử một phạm vi nhỏ của dự án GIS với các nhà cung cấp được lựa chọn.

- Bước 11. Xem xét dự án thí điểm: tiến hành thẩm định và cải tiến trong thiết kế cơ sở dữ liệu, giá thành dữ liệu đầu vào, hiệu suất của phần cứng, phần mềm và các hiệu suất khác.

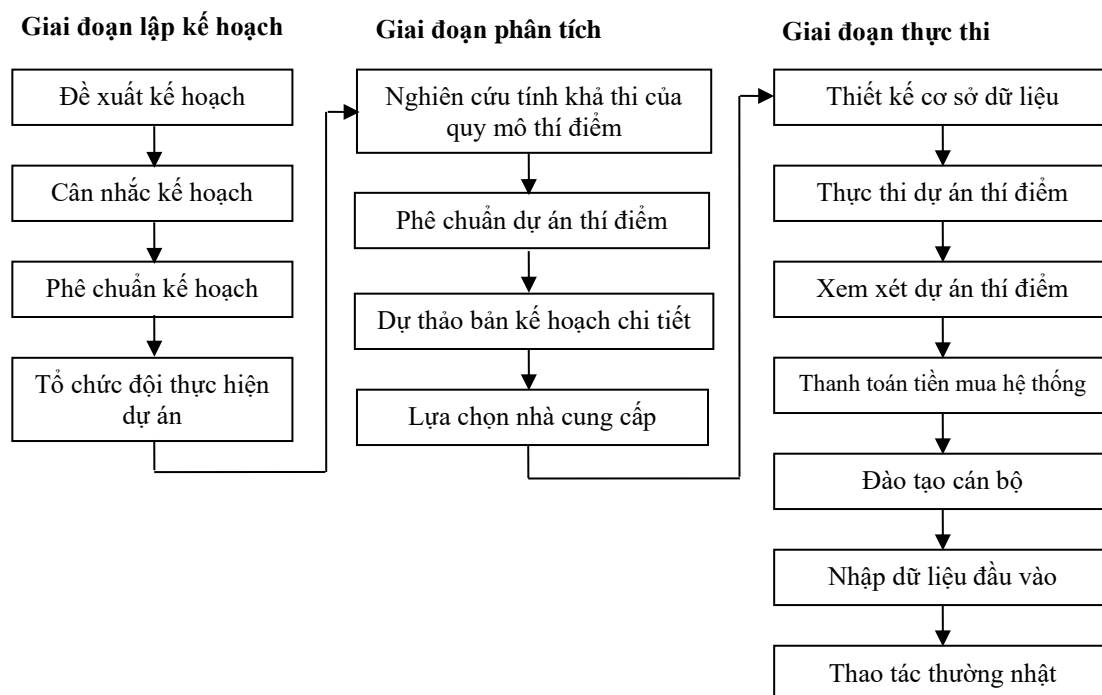
- Bước 12. Thanh toán tiền mua hệ thống, cả phần cứng và phần mềm.

- Bước 13. Đào tạo cán bộ.

- Bước 14. Nhập dữ liệu đầu vào cho hệ GIS.

- Bước 15. Các thao tác thường dùng trong hệ thống.

Dưới đây là sơ đồ tổng quát các bước nên thực hiện khi thiết kế GIS



Hình 1.7. Lập kế hoạch thiết kế GIS

c. Những chìa khóa để có một hệ GIS thành công

- Dữ liệu đầu vào: Khi mà dữ liệu đầu vào chiếm tới khoảng 70% (có khi tới 80%) tổng giá trị xây dựng hệ GIS, thì chìa khóa đầu tiên phải là dữ liệu đầu vào. Cần dành nhiều nỗ lực và sự chú ý trong việc chọn và phân loại các dữ liệu địa không gian cần có cho dự án; cân nhắc thận trọng phương pháp số hóa.

- Duy trì cơ sở dữ liệu: Có được cơ sở dữ liệu rồi, chiếc chìa khóa thứ hai phải là giữ gìn và duy trì cơ sở dữ liệu, đặc biệt là duy trì chất lượng dữ liệu và chất lượng cập nhật dữ liệu cho hệ thống.

- Sự đồng lòng nhất trí của các nhà bảo trợ và các bên liên quan, không chỉ của các nhà lãnh đạo mà cả các cán bộ quản lý, các kỹ sư, cán bộ viên chức đối với dự án.

- Tùy biến đối với phần mềm: Khi mà các phần mềm GIS đang sử dụng (từ các nhà cung cấp) không có đủ các chức năng để đáp ứng với nhu cầu thực tế, người sử dụng cần tùy biến phát triển can thiệp vào phần mềm hoặc tìm giải pháp cho vấn đề phát sinh bằng cách xây dựng một mô hình và lập trình một gói ứng dụng cho mô hình này.

- Chia sẻ dữ liệu: Chia sẻ dữ liệu là một trong những chìa khóa quan trọng để giảm thiểu tổng giá thành cho dữ liệu đầu vào của GIS, đồng thời làm gia tăng việc khai thác cơ sở dữ liệu. Các vấn đề về quản lý nhà nước và hành chính nên được giải quyết để xúc tiến việc chia sẻ dữ liệu để có một hệ GIS thành công.

- Giáo dục và đào tạo: Giáo dục và đào tạo là rất quan trọng để hiểu được tư tưởng nền tảng, các mục tiêu và các kỹ thuật của GIS. Chúng cần được tổ chức theo 3 cấp cho các nhà tạo lập, các chuyên gia và các nhà kỹ thuật.

d. Những nguyên nhân làm cho một hệ GIS không thành công

- Thiếu tầm nhìn bao quát: Các đối tượng, các mục đích và mục tiêu của các dự án GIS thường không được xác định bởi các nhà quản lý cấp cao nhất, người chỉ trả tiền cho phần cứng cũng như phần mềm GIS chỉ bởi cái tên GIS. Trong trường hợp như vậy, GIS chỉ là 1 món đồ chơi của các nhà quản lý cấp cao.

- Thiếu một kế hoạch dài hạn: Cần chú ý một điều là các dự án GIS là các dự án dài hạn mà thực thi ít nhất trong 10 năm. Ngân sách chỉ cho việc nâng cấp phần mềm và cập nhật dữ liệu đôi khi không được chuẩn bị, và như vậy sẽ không duy trì được việc thực thi dự án.

- Thiếu sự hỗ trợ của các nhà ra quyết định: Trong một số trường hợp, nhà quản lý cấp cao nhất trong việc chi trả cho GIS bị thay thế. Thay vào đó là một người không hỗ trợ cho dự án GIS.

- Thiếu sự phân tích hệ thống: Sử dụng phương pháp số cùng với GIS để thay thế phương pháp tương tự đang tồn tại dựa trên các thao tác thủ công đôi khi không được chấp nhận trong hệ thống quy ước đang tồn tại. Việc cấu trúc lại tổ chức và việc dạy và đào tạo lại không được thực hiện.

- Thiếu chuyên môn: Do thiếu chuyên môn, việc lựa chọn sai và lạm dụng các phần cứng và phần mềm GIS rất hay xảy ra.

- Thiếu sự tham gia của người sử dụng: Sẽ có rất ít người sử dụng nếu việc đào tạo cho họ không được tổ chức tốt và không cung cấp cho họ các sách hướng dẫn tổ chức tốt. Đôi khi, người sử dụng không chịu trách nhiệm sau khi thiết kế hệ GIS khi họ không tham gia vào dự án như ở giai đoạn ban đầu.

e. Yêu cầu về nguồn lực con người cho hệ GIS

- Quản lý dự án GIS: Họ có trách nhiệm lập kế hoạch thực thi cho các ứng dụng GIS, lập kế hoạch cho các sản phẩm GIS, lựa chọn phần cứng và phần mềm, hội đàm với người sử dụng, liên lạc với người sử dụng, quản lý cán bộ tham gia dự án, đáp ứng về tài chính, báo cáo và tường trình tới ban cố vấn và nhà lãnh đạo cao nhất.

- Quản trị cơ sở dữ liệu: Họ là những người thiết kế cơ sở dữ liệu GIS, duy trì và cập nhật cơ sở dữ liệu, lập kế hoạch về các sản phẩm bản đồ và dữ liệu đầu ra, tạo lập cơ sở dữ liệu GIS, quản lý chất lượng của dữ liệu địa không gian.

- Những người tạo dựng các bản đồ số: Có nhiệm vụ biên soạn các nguồn bản đồ đang còn giá trị sử dụng, số hóa bản đồ, nhập dữ liệu thuộc tính, thu nhận dữ liệu từ các dữ liệu ảnh viễn thám và ảnh hàng không, thiết kế các bản đồ số, tạo ra các bản đồ số.

- Điều hành hệ thống: Có nhiệm vụ điều hành về phần cứng, phần mềm và các thiết bị ngoại vi khác (các thiết bị vào / ra); quản lý vật liệu, tạo bản sao lưu các chương trình và các file dữ liệu, quản trị thư viện phần mềm và các sách hướng dẫn sử dụng phần mềm, hỗ trợ cho các yêu cầu của người sử dụng, phân quyền cho người sử dụng truy cập hệ thống.

- Lập trình viên: Có nhiệm vụ lập trình để chuyển đổi / thay đổi định dạng dữ liệu, lập trình các phần mềm ứng dụng, phát triển các menu lệnh tùy biến, giải quyết các vấn đề về các chương trình và các file dữ liệu.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 1

1. Hệ GIS khác với các hệ đồ họa máy tính đơn thuần ở chỗ nào?
2. Tại sao cần phải xây dựng hệ thống GIS?
3. Những thành phần của hệ thống GIS là gì? Giải thích?
4. Trình bày các chức năng cơ bản của GIS?
5. Tại sao ngày nay chúng ta quan tâm đến dữ liệu không gian hơn 100 năm trước?

TÀI LIỆU THAM KHẢO CHƯƠNG 1

Shunji Murai, (1999). GIS Work Book Volume 1 (Fundamental Course) and Volume 2 (Technical Course). The CD-ROM of Text books on Remote Sensing and GIS.

Trần Văn Anh, Trần Hồng Hạnh, Lê Thanh Nghi, (2021). Xác định diện tích ngập lụt miền Trung năm 2020 và đánh giá ảnh hưởng đến lớp phủ/sử dụng đất dựa trên nền tảng google earth engine, Hội nghị khoa học toàn quốc về Công nghệ Địa không gian trong khoa học Trái đất và Môi trường (NCGE).

Bản đồ Việt Nam, <https://bandovietnamtreotuong.com/lich-su-hinh-thanh-ban-do-the-gioi-qua-cac-thoi-ky-co-dai-den-hien-dai/#VI>, truy cập ngày 13/6/2023

ESRI GIS Dictionary, <https://support.esri.com/en-us/gis-dictionary/gis>, truy cập ngày 21/7/2023

Ảnh TTXVN, <https://vtv.vn/xa-hoi/ha-tinh-so-tan-gan-21000-nguoi-do-ngap-lut-20201020011845631.htm>, truy cập ngày 21/7/2023

Chương 2 CƠ SỞ ĐỊA LÝ HỌC

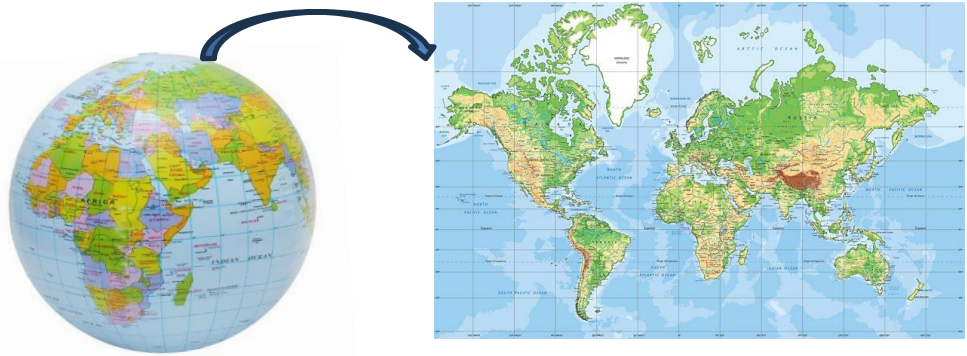
Tóm tắt nội dung chính: Chương 2 giới thiệu các khái niệm chung về bản đồ, cơ sở toán học của bản đồ và các loại bản đồ thường được sử dụng hiện nay. Bên cạnh đó, hệ quy chiếu và các ứng dụng của bản đồ trong GIS cũng được đề cập đến ở chương này.

Mục đích: Chương 2 cung cấp các kiến thức liên quan đến bản đồ, hệ tọa độ, hệ quy chiếu mà nó chính là nền tảng khi thành lập một cơ sở dữ liệu trong GIS. Người học sẽ hiểu hơn bản chất khi thu thập dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau với các hệ tọa độ khác nhau được đưa vào một CSDL như thế nào, cách chuyển đổi từ một hệ tọa độ này sang một hệ tọa độ khác trong một hệ thống GIS.

2.1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ BẢN ĐỒ

2.1.1. Định nghĩa

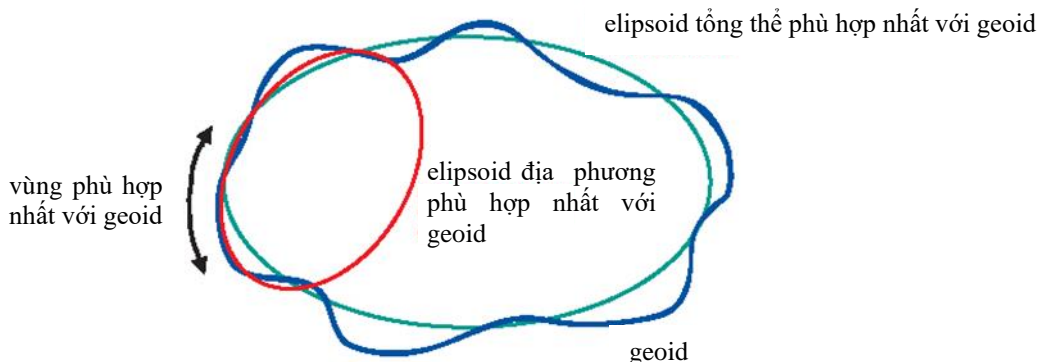
Bản đồ là sự biểu thị thu nhỏ qui ước của bề mặt trái đất lên mặt phẳng, xây dựng trên cơ sở toán học với sự trợ giúp và sử dụng các ký hiệu qui ước để phản ánh sự phân bố, trạng thái và mối quan hệ tương quan của các hiện tượng thiên nhiên và xã hội được lựa chọn và khái quát hoá để phù hợp với mục đích sử dụng của bản đồ và đặc trưng cho khu vực nghiên cứu.



Hình 2.1. Biểu thị của bề mặt trái đất lên mặt phẳng (Nguồn: Bản đồ thế giới)

a. Bản đồ như mô hình toán học

Chúng ta biết trái đất có dạng Geoid, nhưng trong thực tế được coi là hình Elipsoid có kích thước và hình dạng gần đúng như hình Geoid.



Hình 2.2. Dạng Geoid và hình Elipsoid

Khi biểu thị lên mặt phẳng một phần nhỏ bề mặt trái đất (trong phạm vi 20x20 km) thì độ cong trái đất có thể bỏ qua. Trong trường hợp này các đường thẳng đã đo trên thực địa được thu nhỏ theo tỷ lệ qui định và biểu thị trên giấy không cần hiệu chỉnh độ cong của trái đất. Những bản vẽ như thế gọi là bình đồ.

Trên bình đồ, tỷ lệ ở mọi nơi và mọi hướng đều như nhau. Trên bản đồ biểu thị toàn bộ trái đất hoặc một diện tích lớn thì độ cong của trái đất là không thể bỏ qua.

Việc chuyển từ mặt Elipsoid lên mặt phẳng được thực hiện nhờ phép chiếu bản đồ. Các phép chiếu biểu hiện quan hệ giữa tọa độ các điểm trên mặt đất và tọa độ các điểm đó trên mặt phẳng bằng các phương pháp toán học. Trong trường hợp này, các phần tử nội dung bản đồ giữ đúng vị trí địa lý, nhưng sẽ có sai số về hình dạng hoặc diện tích. Bề mặt trái đất được biểu thị trên bản đồ với mức độ thu nhỏ khác nhau tại những phần khác nhau của nó, có nghĩa là tỷ lệ ở những điểm khác nhau trên bản đồ cũng khác nhau. Có thể biểu thị mặt cầu trái đất trên mặt phẳng theo nhiều cách khác nhau. Nếu dùng các phép chiếu khác nhau và tuân theo các điều kiện toán học nhất định đặt ra cho sự biểu thị đó.

Ví dụ: người ta cần những phép chiếu đồng góc hoặc đồng diện tích. Muốn vậy, theo những điều kiện nhất định tính tọa độ các giao điểm của kinh tuyến và vĩ tuyến. Dựa theo những điểm này dựng hệ lưới kinh vĩ tuyến gọi là lưới bản đồ. Lưới bản đồ dùng làm cơ sở để chuyển vẽ toàn bộ nội dung còn lại của bản đồ.

b. Mô hình thực tiễn

Trên bản đồ người ta thể hiện các đối tượng và hiện tượng có trên mặt đất trong thiên nhiên, xã hội và các lĩnh vực hoạt động của con người.

Các yếu tố nội dung của bản đồ là:

- Thủy hệ
- Địa hình bề mặt
- Dân cư
- Đường giao thông
- Ranh giới hành chính - chính trị
- Lớp phủ thổ nhưỡng - thực vật
- Các đối tượng kinh tế xã hội

Các yếu tố kể trên được thể hiện trên bản đồ địa lý chung và trên một số các bản đồ chuyên đề.

Bản đồ chuyên đề có các yếu tố nội dung riêng đặc trưng cho từng loại như thổ nhưỡng, địa chất. Trên các bản đồ chuyên đề các yếu tố địa lý chung được thể hiện với các mức độ khác nhau phụ thuộc vào giá trị của chúng trong việc nêu bật các yếu tố chính của bản đồ chuyên đề. Chúng ta sẽ trở lại với nội dung của bản đồ chuyên đề ở phần sau.

c. Bản đồ theo mô hình qui ước

Các yếu tố nội dung của bản đồ được thể hiện bằng những ký hiệu qui ước. Các ký hiệu thể hiện vị trí, hình dáng kích thước của đối tượng trong thực tế, ngoài ra còn thể hiện một số đặc trưng về số lượng và chất lượng.

Phân ra 3 loại ký hiệu:

- Ký hiệu theo tỷ lệ - vùng
- Ký hiệu theo tỷ lệ - đường
- Ký hiệu phi tỷ lệ - điểm

Việc thể hiện kích thước và các đặc trưng khác đối tượng trên bản đồ đạt được bằng cách sử dụng màu sắc, cấu trúc của ký hiệu và các ghi chú kèm theo.

Việc sử dụng hệ thống ký hiệu qui ước cho phép chúng ta:

- Biểu thị toàn bộ bề mặt trái đất hoặc những khu vực lớn trong một bản đồ giúp chúng ta nắm bắt những điểm quan trọng không thể thể hiện với tỷ lệ nhỏ. Điều đó là không thể nếu sử dụng những mô hình không gian kiểu ảnh hàng không.

- Thể hiện bề mặt lồi lõm của trái đất lên mặt phẳng
- Phản ánh các tính chất bên trong của sự vật, hiện tượng
- Thể hiện sự phân bố, các quan hệ của sự vật, hiện tượng một cách trực quan
- Loại bỏ những mặt ít giá trị, các chi tiết vụn vặt không đặc trưng hoặc đặc trưng cho các đối tượng riêng lẻ, mặt khác nêu bật các tính chất căn bản, các tính chất chung. Ký hiệu giữ những nét đặc trưng trên các bản đồ khác nhau về tỷ lệ và thể loại. Như vậy tạo điều kiện thuận lợi cho việc sử dụng các bản đồ khác nhau.

d. Lựa chọn và tổng quát hoá (TQH)

Các bản đồ với tỷ lệ, đề tài với mục đích sử dụng khác nhau có những yêu cầu khác nhau về các yếu tố nội dung. Tổng quát hoá bản đồ là phương pháp thể hiện và phát hiện những nét chủ yếu và điển hình đặc trưng cho các hiện tượng được phản ánh. Tổng quát hoá là bắt buộc khi ta xây dựng những mô hình thu nhỏ. Tổng quát hoá bản đồ được thực hiện bằng cách:

- Chọn lọc các đối tượng và hiện tượng được biểu thị
- Khái quát các đặc trưng về số lượng và chất lượng
- Thay thế các đối tượng riêng lẻ bằng những đối tượng bao quát
- Khái quát hình vẽ biểu thị các đối tượng và hiện tượng

Tổng quát hoá dẫn đến mâu thuẫn (xung khắc) giữa những yêu cầu về độ chính xác hình học và phù hợp địa lý của bản đồ song tổng quát hoá là bắt buộc khi xây dựng bất kỳ mô hình thu nhỏ nào. Tổng quát hoá ở một mức độ nào đó được dùng như phương tiện trừu tượng hoá và nhận thức. Tổng quát hoá đem lại cho bản đồ những giá trị mới. Như vậy, cơ sở toán học, sự tổng quát hoá các yếu tố nội dung và sự thể hiện các đối tượng và hiện tượng bằng các ký hiệu qui ước là 3 đặc tính cơ bản phân biệt giữa bản đồ và các hình thức biểu thị bề mặt trái đất khác.

2.1.2. Các tính chất của bản đồ

- *Tính trực quan*: bản đồ cho ta khả năng bao quát và tiếp thu nhanh chóng những yếu tố chủ yếu và quan trọng nhất của nội dung bản đồ. Nó phản ánh các tri thức về các đối tượng (hiện tượng) được biểu thị bằng bản đồ, người sử dụng có thể tìm ra những qui luật của sự phân bố các đối tượng và hiện tượng

- *Tính đo được*: có liên quan chặt chẽ với cơ sở toán học của bản đồ. Căn cứ vào tỷ lệ, phép chiếu, vào thang bậc của các dấu hiệu qui ước, người sử dụng có khả năng xác định các trị số khác nhau như: tọa độ, biên độ, khoảng cách, diện tích, thể tích, góc phương hướng. Chính nhờ tính chất này mà bản đồ được dùng làm cơ sở để xây dựng các mô hình toán học của các hiện tượng địa lý, giải quyết các bài toán khoa học và thực tiễn.

- *Tính thông tin*: khả năng lưu trữ và truyền đạt cho người sử dụng.

2.1.3. Các yếu tố nội dung của bản đồ địa lý

a. Thủy hệ

Gồm các đối tượng thủy văn: biển, sông, kênh, hồ, các hồ chứa nước nhân tạo, mạch nước, giếng, mương máng, ... các công trình thủy lợi khác và giao thông thủy: bến cảng, cầu cống, thủy điện, đập. Theo giá trị giao thông chia sông thành tàu bè đi lại được hay không, theo tính chất dòng chảy: có dòng chảy hoặc khô cạn một mùa,... nguồn nước: tự nhiên nhân tạo các kiểu đường bờ. Khi thể hiện thủy hệ người ta dùng các ký hiệu khác nhau cho phép phản ánh

đầy đủ nhất các đặc tính. Bằng những ký hiệu bổ sung, giải thích con số,... thể hiện các đặc tính như: chiều rộng, sâu tốc độ hướng dòng chảy, chất đáy, điểm đường bờ, chất lượng nước,... đối với những đối tượng quan trọng ta ghi chú tên gọi địa lý của chúng. Trên bản đồ sông được thể hiện bằng một hoặc hai nét phụ thuộc vào độ rộng trên thực địa mức độ quan trọng và tỷ lệ bản đồ.

b. Điểm dân cư

Là một trong các yếu tố quan trọng nhất của bản đồ địa hình được đặc trưng bởi kiểu cư trú: (TT,TN), dân số ý nghĩa hành chính chính trị. Đặc điểm của dân cư được biểu thị bằng độ lớn màu sắc, kiểu dáng của ký hiệu và ghi chú tên gọi.

Ví dụ: trên bản đồ địa hình tỷ lệ 1:5.000 biểu thị tất cả các công trình xây dựng theo tỷ lệ, đặc trưng của vật liệu xây dựng ...

Trên bản đồ 25.000 đến 100.000 biểu thị các điểm dân cư tập trung bằng các ô phố và khái quát đặc trưng chất lượng. Các công trình xây dựng độc lập biểu thị bằng ký hiệu phi tỷ lệ, cố gắng giữ sự phân bố.

c. Đường giao thông

Gồm đường sắt, đường bộ, đường thủy, đường hàng không. Đặc tính của các đường giao thông được thể hiện khá đầy đủ, tỉ mỉ về khái niệm giao thông và trạng thái cấp quản lý đường. Mạng lưới đường giao thông thể hiện chi tiết hay khái lược phụ thuộc vào tỷ lệ bản đồ, cần thiết phải phản ánh mật độ, hướng và vị trí của đường giao thông. Đường sắt phân theo chiều rộng, số đường rầy, hiện trạng và số dạng sức kéo. Trên đường sắt biểu thị nhà ga, các vật kiến trúc, thiết bị đường sắt (cầu, cống, tháp nước, trạm canh...), đường tàu điện. Đường bộ phân ra theo tình trạng kỹ thuật, chiều rộng, cấp quản lý, giá trị giao thông.

Đề nêu bật các đặc trưng trên bản đồ sử dụng các ký hiệu với màu sắc, kiểu dáng khác nhau và các ghi chú giải thích. Khi lựa chọn biểu thị đường giao thông phải xét đến ý nghĩa của đường sá, ưu tiên biểu thị những con đường đảm bảo mối quan hệ giữa các điểm dân cư và các đầu nút giao thông, các trung tâm văn hoá – kinh tế, ...

d. Các đối tượng kinh tế xã hội

Đường dây thông tin, dẫn điện, dầu, khí đốt, các đối tượng kinh tế, văn hoá, lịch sử, sân bay, cảng.

e. Dáng đất

Trên bản đồ địa lý được thể hiện bằng các đường bình đồ. Một số dạng riêng biệt thể hiện bằng ký hiệu (vực, khe xói, đá tảng, đá vụn).

Độ cao so với mặt biển của một số điểm đặc trưng

Các đối tượng sơn băng (dãy núi, đồng bằng, thung lũng yên ngựa, địa hình caster, đường phân thủy, tụ thủy, ...).

Khoảng cao đều giữa các đường bình độ trên bản đồ địa hình được qui định trong các qui phạm theo tỷ lệ bản đồ và đặc điểm khu vực (đồng bằng hoặc núi). Ví dụ: bản đồ 1:50.000 khoảng cao đều bằng 10-20 m; 1:100.000 khoảng cao đều 20-40 m. Để thể hiện đầy đủ các tính chất đặc trưng của địa hình, đặc biệt là các vùng đồng bằng, người ta vẽ thêm các đường bình độ nửa khoảng cao đều và đường bình độ phụ. Các đường bình độ cái được đánh số, các đường bình độ ở yên núi bổ sung vạch chỉ dốc. Dáng đất (địa hình) có khi được thể hiện bằng phương pháp tô bóng địa hình, hoặc phân tầng màu theo độ cao hoặc kết hợp giữa các phương pháp.

f. Ranh giới hành chính - chính trị

Bao gồm ranh giới quốc gia và ranh giới cấp hành chính tùy thuộc vào tỷ lệ và mục đích sử dụng của bản đồ.

g. Cơ sở thiên văn- trắc địa và điểm định hướng (bản đồ địa hình)

Địa vật định hướng là những đối tượng cho phép ta xác định vị trí nhanh chóng và chính xác trên bản đồ thường được biểu tượng bằng các đối tượng phi tỷ lệ, trên thực tế là những địa vật dễ nhận biết (ngã ba, ngã tư đường sá, giếng ở xa khu dân cư...) hoặc nhô cao so với mặt đất.

Các điểm thuộc lưới khống chế cơ sở được biểu thị với mức độ chi tiết và độ chính xác phụ thuộc vào tỷ lệ cũng như mức độ sử dụng của bản đồ.

h. Ghi chú trên bản đồ

Ghi chú trên bản đồ là các chữ viết nhằm giải thích theo ký hiệu, các địa danh, tên các đối tượng. Chúng kết hợp với ký hiệu trên bản đồ và làm phong phú nội dung của bản đồ. Ghi chú bản đồ giúp chúng ta khái quát nội dung của bản đồ cũng như phân biệt các đối tượng.

** Phân loại ghi chú trên bản đồ:* Có nhiều loại ghi chú khác nhau

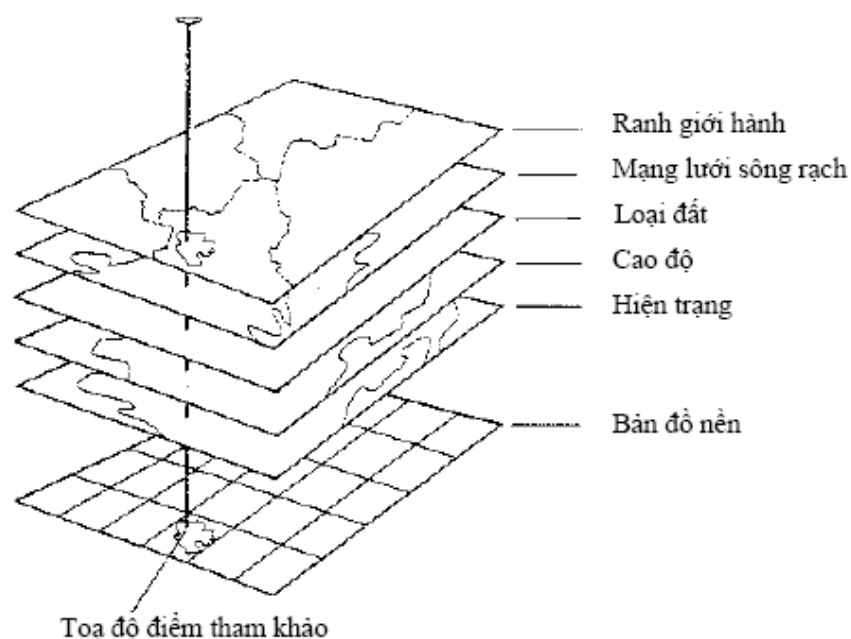
- Tên riêng của các đối tượng: tên thành phố, tên tỉnh, ...
- Ghi chú chỉ dẫn
- Ghi chú giải thích tính chất của các đối tượng, thuật ngữ địa lý, các đặc trưng về số lượng, chất lượng ...
- Ghi chú có khả năng chuyển tải thông tin bằng font chữ, kích thước, màu sắc, định hướng ...Ghi chú thường được bố trí gần với các đối tượng liên quan.

i. Lớp phủ thực vật - thổ nhưỡng

Trên bản đồ biểu thị các loại rừng, cây bụi, vườn cây, đồn điền, ruộng muối, đất mặn, đầm lầy. Ranh giới các khu vực được biểu thị chính xác về phương diện đồ họa, các loại thực vật và thổ nhưỡng khác nhau được thể hiện bằng ký hiệu qui ước đặc trưng.

Ví dụ: Đầm lầy phân ra thành đầm lầy qua được, đầm lầy không qua được và khó qua. Rừng, rừng già, rừng thưa, rừng non, rừng mới trồng ... Các loại thực vật tự nhiên và người trồng ...

Trên bản đồ chuyên đề lớp phủ thực vật và thổ nhưỡng thường không được thể hiện hoặc thể hiện sơ lược phụ thuộc vào nội dung, tỷ lệ và mục đích sử dụng của bản đồ.



Hình 2.3. Mô hình các lớp dữ liệu trong GIS

2.1.4. Cơ sở toán học của bản đồ địa lý

Bao gồm:

- Tỷ lệ
- Cơ sở trắc địa và thiên văn
- Lưới kinh - vĩ tuyến và các lưới tọa độ khác
- Bố cục bản đồ và khung bản đồ
- Hệ thống chia mảnh
- Số liệu

a. Tỷ lệ bản đồ (map scale)

Tỷ lệ bản đồ thường được hiểu là tỷ lệ độ dài của một đường trên bản đồ và độ dài thực của nó trên thực địa. Trên bình đồ biểu thị một khu vực nhỏ của bề mặt trái đất, ảnh hưởng của độ cong trái đất trên bình đồ là không đáng kể nên tỷ lệ trên toàn bình đồ là như nhau. Trên bản đồ những khu vực lớn hơn, độ cong của trái đất gây nên sự biến dạng trong biểu thị các đối tượng nên tỷ lệ bản đồ là đại lượng thay đổi từ điểm này sang điểm khác hay thậm chí trên cùng một điểm cũng thay đổi theo các hướng khác nhau. Tỷ lệ chính của bản đồ (được ghi trên bản đồ) được bảo toàn ở một số điểm và một số hướng tùy thuộc vào phép chiếu. Ta hiểu tỷ lệ của bản đồ là mức độ thu nhỏ của bề mặt trái đất khi biểu diễn lên bản đồ.

Tỷ lệ bản đồ nói lên mức độ chi tiết các thành phần có thể biểu hiện được trên bản đồ và kích thước các chi tiết có thể đo đạc được tương ứng với điều kiện ngoài thực tế.

Tỷ lệ bản đồ có thể được biểu hiện như là một đơn vị đo đạc và chuyển đổi, thí dụ như ở tỷ lệ 1:25.000, 1 cm trên bản đồ tương ứng với 25.000 cm ngoài thực tế hoặc 25 m.

Một bản đồ có tỷ lệ là 1/10.000 sẽ bao phủ một vùng rộng lớn hơn bản đồ ở tỷ lệ 1:25.000, tuy nhiên bản đồ có tỷ lệ lớn sẽ chứa các đặc điểm chi tiết hơn bản đồ có tỷ lệ nhỏ.

b. Cơ sở trắc địa - thiên văn của bản đồ

Được đặc trưng bởi hình Elipsoid và hệ thống tọa độ trắc địa khởi điểm đã sử dụng để thành lập bản đồ. Cơ sở trắc địa- thiên văn được thể hiện bằng các điểm khống chế, các điểm khống chế là những điểm đã được cố định trên thực địa và được xác định tọa độ. Những điểm khống chế này được sử dụng khi thành lập bản đồ tỷ lệ lớn để xác định đúng vị trí các yếu tố nội dung của bản đồ

* *Geoid là gì?*

Bề mặt tự nhiên của trái đất rất phức tạp về mặt hình học không thể biểu thị nó bởi một qui luật nhất định nào. Trong trắc địa bề mặt tự nhiên trái đất được thay thế bằng mặt Geoid. Mặt Geoid là mặt nước biển trung bình yên tĩnh trải rộng xuyên qua lục địa và luôn vuông góc với các hướng dây dọi. Tuy được định nghĩa đơn giản như vậy song do sự phân bố không đồng đều của các khối vật chất trong vỏ quả đất làm biến đổi hướng trọng lực, nên bề mặt Geoid có dạng phức tạp về mặt hình học.

* *Bề mặt Elipsoid quay của trái đất*

Trong thực tiễn trắc địa bản đồ, người ta lấy mặt Elipsoid quay có hình dạng kích thước gần giống Geoid làm bề mặt toán học thay cho Geoid. Elipsoid có khối lượng bằng khối lượng Geoid, tâm trùng với trọng tâm của trái đất, mặt phẳng xích đạo trùng với mặt phẳng xích đạo trái đất.

Kích thước của Elipsoid quay được xác định bằng:

- Bán trục lớn
- Bán trục nhỏ

Độ dẹt: $\alpha = (a-b)/a$

c. Độ lệch tâm

Kích thước của Elipsoid trái đất được tính theo tài liệu đo đạc trắc địa, thiên văn và trọng lực. Ngoài việc xác định kích thước của Elipsoid thay cho Geoid, cần phải đặt đúng Elipsoid ở thể trái đất gọi là định hướng Elipsoid. Định hướng Elipsoid khác nhau dẫn đến sự khác nhau về tọa độ của một điểm khi tính tọa độ từ những góc khác nhau.

Kích thước và định hướng Elipsoid được xác định khác nhau trên thế giới gây nên sự phức tạp trong sử dụng tài liệu trắc địa - bản đồ.

* Các nguồn tài liệu trắc địa - bản đồ ở Việt Nam:

- Bản đồ do Pháp thành lập trước năm 1954 chủ yếu sử dụng Elipsoid Everest 1930
- Bản đồ sau năm 1954 sử dụng Elipsoid Krassovsky, lưới chiếu Gauss Kruger
- Bản đồ do người Mỹ thành lập trước năm 1975, lưới chiếu UTM, Elipsoid: Everest, 1930

Bản đồ UTM là nguồn tài liệu phong phú, đặc biệt đối với các vùng núi và cao nguyên hiểm trở. Thường được thành lập bằng phương pháp chụp ảnh máy bay. Việc sửa đổi, hiệu chỉnh để đưa vào sử dụng các nguồn tài liệu này đang được thực hiện.

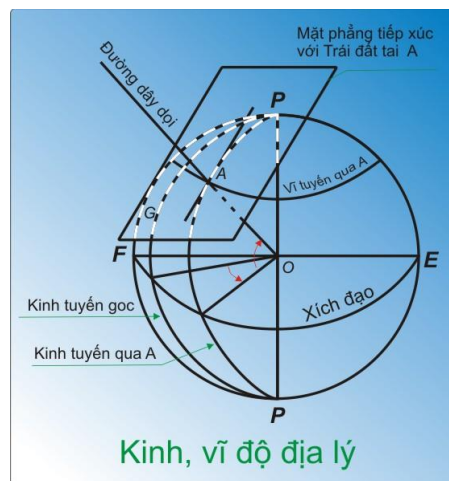
c. Hệ tọa độ

Trước khi các số liệu về địa lý được sử dụng trong GIS, chúng phải được tham khảo với một hệ thống tọa độ thông thường. Các khó khăn với các số liệu tọa độ địa lý là một số hệ thống tọa độ địa lý tham khảo mà nó diễn tả thế giới thật bằng nhiều cách và với độ chính xác khác nhau.

Các tọa độ trên bề mặt trái đất là Vĩ độ (latitude), được đo theo đơn vị độ Bắc hoặc Nam của xích đạo. Kinh độ (longitude), được đo theo đơn vị độ Tây hoặc Đông của kinh độ Greenwich ở Anh. Vị trí của kinh độ và vĩ độ thực tế chỉ có tính cách tương đối, khoảng cách và diện tích phải được tính toán bằng việc dùng phương pháp tính toán địa lý không gian và bán kính của trái đất đến các điểm cần tính.

- Hệ tọa độ địa lý

Các giao điểm của bán trục nhỏ với mặt Elipsoid trái đất được gọi là các cực Bắc và Nam. Các vòng tròn tạo ra do các mặt phẳng thẳng góc với trục nhỏ và cắt Elipsoid gọi là các vĩ tuyến. Vĩ tuyến lớn nhất nằm trên mặt phẳng đi qua tâm Elipsoid gọi là đường xích đạo. Bán kính đường xích đạo = a



Hình 2.4. Hệ tọa độ địa lý (Nguồn Lâm Quang Dốc)

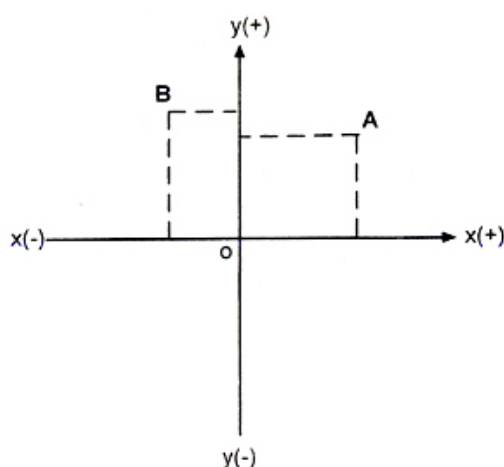
Các giao tuyến của các mặt phẳng Elipsoid với các mặt phẳng đi qua trục quay (trục nhỏ) là những Elipsoid bằng nhau và còn gọi là các kinh tuyến. Vị trí của các điểm trên mặt Elipsoid trái đất hoặc mặt cầu xác định bằng tọa độ địa lý là vĩ độ (ϕ) và kinh độ (λ)

Qua bất kỳ một điểm nào đó trên bề mặt Elipsoid kẻ một đường thẳng đứng (pháp tuyến) hướng vào trong Elipsoid khi cắt mặt phẳng xích đạo, đường pháp tuyến tạo với nó một góc đó chính là vĩ độ địa lý, được tính từ xích đạo, nhận giá trị từ 0 đến 90° lên Bắc ký hiệu là v.B hoặc N; v.N hoặc S

Góc giữa các mặt phẳng kinh tuyến đi qua một điểm cho trước và mặt phẳng của kinh tuyến gốc gọi là kinh độ địa lý, ký hiệu λ . Kinh độ tính từ kinh tuyến gốc (kinh tuyến Greenwich) sang đông đến 180° là dương (k.đ. E); kinh tuyến gốc sang tây đến 180° (k.t.W).

- Hệ tọa độ vuông góc

Vị trí địa lý của một đối tượng được xác định trong hệ tọa độ vuông góc phẳng gọi là tọa độ vuông góc của điểm đó, được ký hiệu là A(x,y). Giá trị x là giá trị theo hướng Bắc Nam và thường đặt lên trước; giá trị y là giá trị theo hướng Đông Tây.

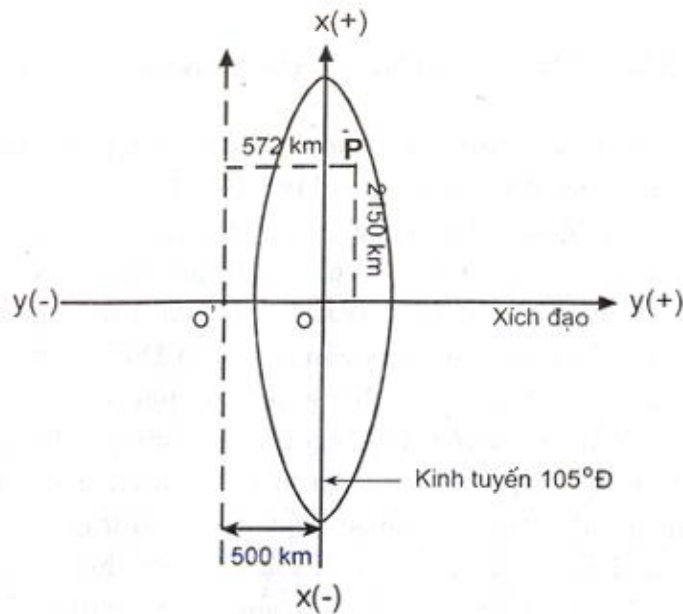


Hình 2.5. Hệ tọa độ Đề Các (Nguồn Lâm Quang Đốc)

Đối với hệ tọa độ vuông góc, các giá trị dương đồng thời của x và y chỉ có được ở góc một phần tư bên phải phía trên của hệ tọa độ. Tại các góc phần tư còn lại, hoặc x, hoặc y, hoặc cả x và y phải nhận giá trị âm.

Để tránh các giá trị âm khi xác định tọa độ ô vuông của các đối tượng trong hệ tọa độ vuông góc, người ta dịch gốc tọa độ về hướng Tây và xuống phía Nam một số km nào đó để các giá trị nhận được đều là giá trị dương.

- Hệ tọa độ vuông góc thường chỉ được xây dựng ở những bản đồ tỷ lệ lớn.
- Ví dụ, trong Hệ VN 2000, sử dụng phép chiếu UTM, múi chiếu 6°. Mỗi múi chiếu có một hệ tọa độ vuông góc. Gốc tọa độ là giao điểm của kinh tuyến giữa của múi chiếu đó với xích đạo. Trục tung là kinh tuyến giữa của múi chiếu mang giá trị x (trong bản đồ sử dụng trục tung là hướng Bắc Nam); trục hoành là xích đạo mang giá trị y. Để tránh có giá trị âm, gốc tọa độ được dịch chuyển sang phía Tây 500km (gốc tọa độ thật cách rìa múi một khoảng xấp xỉ 333km). Vì Việt Nam nằm ở Bắc Bán Cầu nên các giá trị x đều mang giá trị dương, vì vậy không cần dịch chuyển gốc tọa độ xuống phía Nam.



Hình 2.6. Hệ tọa độ vuông góc

Tọa độ vuông góc của điểm P ($x = 2150000\text{m}$, $y = 48572000\text{m}$) được hiểu là điểm P cách xích đạo 2150000m và cách kinh tuyến 105° Đông (kinh tuyến giữa của múi 48) về phía Đông 72000m .

d. Khung bản đồ

Khung bản đồ có rất nhiều dạng. Trên phần lớn các bản đồ, khung là một đường giới hạn lãnh thổ được thể hiện gọi là khung trong, song song với khung trong người ta vẽ khung ngoài có tính chất trang trí, giữa khung trong và khung ngoài là trị số các đường kinh vĩ tuyến, địa danh các đường phụ cận, nút giao thông gần nhất.

e. Bố cục bản đồ

Là sự bố trí khu vực được thành lập bản đồ trên bản đồ, xác định khung của nó, sắp xếp những yếu tố trình bày ngoài khung và những tư liệu bổ sung. Các bản đồ địa hình bao giờ cũng định hướng kinh tuyến giữa theo B-N. Trong khung biểu thị khu vực được thành lập liên tục và không lặp lại trên những mảnh phụ cận. Bố trí tên bản đồ, số hiệu mảnh, tỷ lệ, các tài liệu tra cứu và giải thích ... dựa theo mẫu qui định.

Đối với các bản đồ chuyên đề, trong khung bản đồ có thể bố trí bản chú thích, tài liệu tra cứu, đồ thị, bản đồ phụ ... Tên bản đồ, tỷ lệ ... cũng có thể đặt ở trong khung.

2.2. BẢN ĐỒ VÀ CƠ SỞ ỨNG DỤNG TRONG GIS

2.2.1. Định nghĩa bản đồ địa hình

Bản đồ địa hình “topographic map” là công cụ tham chiếu, thể hiện đường biên của các đặc trưng tự nhiên hay nhân tạo trên Trái đất. Nó cho ta khả năng nhận thức bề mặt địa lý bằng cái nhìn tổng quát, dễ thấy, dễ lấy thông tin, đếm đọc chi tiết hoặc đo đạc chính xác. Trên bản đồ địa hình thể hiện tọa độ, độ cao của bất kì điểm nào trên mặt đất, xác định được khoảng cách giữa hai điểm

Ngoài ra bản đồ địa hình còn phản ánh được các định tính, định lượng, định hình, trạng thái của các yếu tố địa lý và ghi chú địa danh của chúng.

a. Mục đích sử dụng:

Bản đồ địa hình được dùng làm tài liệu cơ bản để thành lập các bản đồ chuyên đề, bản đồ địa lý chung có tỷ lệ nhỏ hơn.

Bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500 và 1:1.000 để lập thiết kế kỹ thuật các xí nghiệp công nghiệp và các trạm phát điện, dùng để tiến hành công tác thăm dò và tìm kiếm thăm dò chi tiết, tính toán trữ lượng các khoáng sản có ích.

Bản đồ địa hình tỷ lệ 1:2.000 và 1:5.000 được dùng để thiết kế mặt bằng của các thành phố và các điểm dân cư khác, được dùng trong công tác quy hoạch...

Bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10.000 và 1:25.000 thường dùng trong công tác quy hoạch ruộng đất, quản lý ruộng đất, khảo sát các phương án quy hoạch thành phố, dùng để chọn các tuyến đường sắt và đường ô tô, làm cơ sở đo vẽ thỏ những thực vật, thiết kế các công trình thủy nông...

Bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50.000 và 1:100.000 được sử dụng trong lĩnh vực kinh tế quốc dân, dùng trong công tác quy hoạch và tổ chức các vùng kinh tế, dùng để nghiên cứu các vùng về địa chất thủy văn... Các bản đồ tỷ lệ 1:100.000 là cơ sở địa lý thành lập các bản đồ chuyên đề tỷ lệ lớn và trung bình.

b. Yêu cầu cơ bản đối với bản đồ địa hình

Bản đồ phải được trình bày rõ ràng, dễ đọc, cho phép định hướng nhanh chóng ngoài thực địa.

Các yếu tố thể hiện trên bản đồ cần phải đầy đủ, chính xác, mức độ chi tiết của bản đồ được xác định dựa vào mục đích sử dụng của bản đồ và đặc điểm của khu vực đó.

Có đầy đủ các đặc điểm và tính chất chung của bản đồ địa lý.

c. Cơ sở toán học của bản đồ địa hình

Cơ sở toán học của bản đồ địa hình bao gồm các yếu tố: tỷ lệ bản đồ, hệ thống tọa độ, phép chiếu, sự phân mảnh bản đồ.

Theo quy phạm bản đồ địa hình Việt Nam, tỷ lệ bản đồ địa hình bao gồm các loại tỷ lệ: 1:2.000, 1:5.000, 1:10.000, 1:50.000, 1:100.000, 1:250.000, 1:500.000

Bản đồ địa hình được thành lập sử dụng phép chiếu UTM múi 6° đối với bản đồ tỷ lệ 1:10.000 và nhỏ hơn, múi 3° đối với bản đồ tỷ lệ lớn hơn 1:10.000.

Bản đồ địa hình có hệ thống phân mảnh và danh pháp được dựa trên cơ sở phân mảnh và danh pháp của bản đồ tỷ lệ 1:1.000.000.

d. Nội dung của bản đồ địa hình

Trên bản đồ địa hình thể hiện 7 nội dung nhóm lớp dữ liệu sau:

- Nhóm lớp cơ sở toán học
- Nhóm lớp dữ liệu biên giới quốc gia, địa giới hành chính
- Nhóm lớp dữ liệu dân cư
- Nhóm lớp dữ liệu địa hình
- Nhóm lớp dữ liệu giao thông
- Nhóm lớp dữ liệu phủ thực vật
- Nhóm lớp dữ liệu thủy văn

Ngoài 7 nội dung này thì còn ghi chú địa danh và các loại ghi chú khác liên quan đến thuộc tính của từng lớp đối tượng.

2.2.2. Bản đồ chuyên đề

Bản đồ chuyên đề là bản đồ chỉ thể hiện một hoặc một số đối tượng hay một phần của các đối tượng, hiện tượng tự nhiên, kinh tế xã hội được hay không được biểu hiện trên bản đồ địa lý chung. Đối tượng của bản đồ chuyên đề rất đa dạng tùy thuộc vào nội dung mà chúng ta nghiên cứu.

a. Đặc điểm của bản đồ chuyên đề

Bản đồ chuyên đề biểu hiện phân chia nội dung thành chính và phụ. Khi bản đồ địa lý chung thể hiện đồng đều các yếu tố nội dung thì ngược lại bản đồ chuyên đề có sự phân chia rõ rệt nội dung chính cần làm sáng tỏ và yếu tố phụ thuộc phục vụ cho việc làm rõ nội dung chính.

Bản đồ chuyên đề đi sâu phản ánh những nội dung bên trong của đối tượng

Bản đồ chuyên đề sử dụng kí hiệu phi tỷ lệ là chính.

b. Cơ sở toán học của bản đồ chuyên đề

Cơ sở toán học của bản đồ chuyên đề đó là dãy tỷ lệ, lưới chiếu và bố cục bản đồ.

Dãy tỷ lệ của bản đồ chuyên đề: phải đảm bảo khả năng đối chiếu, so sánh và chỉnh hợp các bản đồ có liên quan với nhau, đảm bảo sự thống nhất cơ sở địa lý lãnh thổ, thống nhất kích thước, thỏa mãn đòi hỏi của các cơ quan có liên quan.

Lưới chiếu bản đồ chuyên đề: cần lựa chọn phù hợp với nội dung, công dụng của bản đồ và các đặc điểm địa lý của lãnh thổ. Những bản đồ chuyên đề được xây dựng trên cơ sở các bản đồ địa hình phân mảnh thì cần thành lập theo lưới chiếu của các bản đồ địa hình đó.

Bố cục của bản đồ chuyên đề: được xác định bởi ranh giới của lãnh thổ cần được lập bản đồ, sắp xếp vị trí của nó so với khung bản đồ, kích thước bản đồ, bản chú giải và các yêu cầu khác. Khi xây dựng bản đồ chuyên đề trên cơ sở các bản đồ địa lý tổng quát cần gắn liền bố cục của chúng với sự phân chia lãnh thổ hành chính, với đường phân vùng địa lý tự nhiên hoặc đường phân vùng kinh tế xã hội.

c. Tổng quát hóa của bản đồ chuyên đề

Tổng quát hóa bản đồ là sự lựa chọn, phân loại đơn giản hóa và ký hiệu hóa.

Mục đích : chức năng của bản đồ tác động trực tiếp đến nội dung và hình thức phản ánh nội dung bản đồ. Ví dụ như sự khác nhau về cả nội dung và phương pháp thể hiện của bản đồ địa lý chung tra cứu và bản đồ địa lý chung giáo khoa treo tường có tỷ lệ 1:1500.000 cho lãnh thổ Việt Nam chẳng hạn, kích thước lớn của các ký hiệu trên bản đồ treo tường có ảnh hưởng lớn đến việc tổng quát hóa chính là do bản đồ treo tường được dùng ở lớp học có yêu cầu về khoảng cách nhìn lớn hơn nhiều so với bản đồ tra cứu cho việc đọc và làm ở nhà.

Chủ đề: Chủ đề của bản đồ trực tiếp xác định các yếu tố chính và cơ bản của nội dung bản đồ. Ví dụ lấy 2 bản đồ Việt Nam tỷ lệ 1:1.500.000, đề tài của bản đồ là địa lý tổng quát và bản đồ đo cao. Các điểm dân cư và mạng lưới giao thông trên bản đồ địa lý chung là nội dung cơ bản. Còn ở bản đồ đo cao chỉ gồm một số điểm dân cư và hệ thống đường giao thông mang tính chất định hướng do đó phải bỏ đi nhiều chi tiết để lại những cái chính. Trong quá trình tổng quát hóa ở đây nội dung cơ bản là địa hình với các dạng khác nhau, các tầng màu và các điểm độ cao chủ đạo.

Tỷ lệ bản đồ: xác định các giới hạn không gian của bản đồ, mặt khác cũng do khía cạnh kĩ thuật khi thu nhỏ kích thước nên không thể biểu hiện hết mọi chi tiết. Điều này thể hiện ở mọi bản đồ. Những chi tiết rất quan trọng đối với vùng lãnh thổ của một tỉnh hay một khu vực nhưng có thể là thứ yếu đối với một số bản đồ khác có khi không còn giá trị đối với những bản đồ cỡ toàn quốc hoặc thế giới.

Đặc điểm lãnh thổ: ảnh hưởng đến tổng quát hóa bản đồ ở chỗ cùng một loại đối tượng hoặc cùng những tính chất của đối tượng nhưng lại có sự thể hiện khác nhau do chúng nằm ở những vùng cảnh quan khác nhau hoặc do các mối quan hệ đặc biệt của các đối tượng đó với các đối tượng khác. Ví dụ trên các bản đồ địa hình thì các ao, hồ ở vùng Đông Bắc nước ta là quá dày đặc và bình thường nên khi thể hiện lên bản đồ phải lựa chọn những ao, hồ có diện tích lớn, đóng vai trò quan trọng. Còn ở những vùng núi cao và Tây Nguyên thì những ao, hồ này lại có ý nghĩa rất lớn nên cần phải thể hiện.

Tổng quát hóa bản đồ có ý nghĩa lớn hơn nhờ bỏ bớt các chi tiết của yếu tố, nêu rõ các đặc tính cơ bản của hiện tượng, tạo khả năng nhận thức các yếu tố nội dung và đặc điểm lãnh thổ được nhanh và chuẩn xác, đảm bảo tính trung thực, chính xác với thực tế.

d. Ý nghĩa của bản đồ chuyên đề

Các bản đồ chuyên đề của từng miền, vùng, cả nước, từng khu vực, từng phần châu lục, nhóm nước hay thậm chí cả quy mô toàn cầu đều thực sự rất quan trọng, rất có ý nghĩa không chỉ đối với sự phát triển của bản đồ chuyên đề hay địa lý học mà còn đóng góp rất lớn và có hiệu quả cho việc quy hoạch, xây dựng, phát triển, khai thác và bảo vệ tài nguyên thiên nhiên, nguồn lao động cũng như tài nguyên kinh tế xã hội của từng quốc gia và toàn thế giới.

Các bản đồ chuyên đề với tỷ lệ khác nhau cho chúng ta biết từ chi tiết đến tổng thể, từ vị trí địa lý của hiện tượng tại một khu vực nhỏ rồi từ đó hiểu thêm về đặc điểm tự nhiên, kinh tế xã hội... của hiện tượng trên những vùng lớn hơn, thấy rõ cấu trúc phân bố của hiện tượng cùng mối liên hệ hữu cơ hay ảnh hưởng lẫn nhau của các hiện tượng. Không những thế khi so sánh cùng một hiện tượng trên các bản đồ xuất bản ở nhiều giai đoạn lịch sử khác nhau, chúng ta cũng hiểu rõ được tiến trình phát triển, động thái của hiện tượng...những điều đó cho thấy vai trò, ý nghĩa to lớn của bản đồ chuyên đề.

2.3. CÁC HỆ QUY CHIẾU BẢN ĐỒ

2.3.1. Lưới chiếu bản đồ (lưới kinh vĩ tuyến)

Lưới kinh vĩ tuyến chính là sự thể hiện trực quan của phép chiếu bản đồ.

a. Phép chiếu bản đồ là gì?

Bề mặt hình cầu của trái đất chỉ có thể được biểu thị đồng dạng trên quả địa cầu, để nghiên cứu bề mặt trái đất một cách chi tiết chúng ta bắt buộc phải sử dụng bản đồ khi xây dựng bản đồ, vấn đề cần thiết là phải biểu thị bề mặt hình cầu của trái đất lên mặt phẳng.

Khoảng cách giữa các điểm, diện tích, hình dạng các khu vực trên trái đất khi biểu thị lên mặt phẳng không tránh khỏi sự biến dạng, hay nói cách khác có sai số. Sự phân bố độ lớn của các sai số này rất là khác nhau, phụ thuộc vào độ lớn của lãnh thổ được biểu thị và vị trí của chúng trong hệ tọa độ được sử dụng chia nhỏ bề mặt nghiên cứu sẽ giảm phần nào các sai số trên, song mất sự liên tục cần thiết cho nghiên cứu khái quát, cũng thực hiện công tác đo đạc ở các vùng giáp ranh. Để biểu thị bề mặt Elipsoid lên mặt phẳng người ta sử dụng phép chiếu bản đồ.

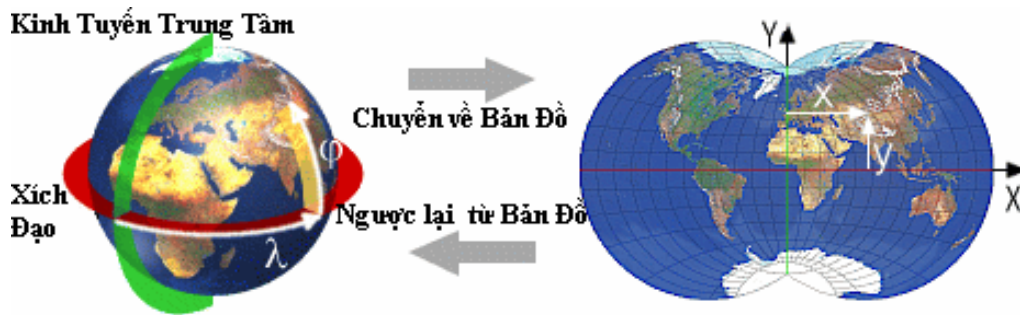
Phép chiếu bản đồ là sự biểu thị hoặc ánh xạ bề mặt Elipsoid hoặc mặt cầu lên mặt phẳng theo một quy luật toán học nhất định (Trần Trung Hồng và nnk, 2008)

Phép chiếu bản đồ xác định sự tương ứng giữa bề mặt Elipsoid và mặt phẳng, có nghĩa là mỗi điểm trên bề mặt Elipsoid quay có tọa độ ϕ, λ tương ứng với một điểm duy nhất trên mặt phẳng với tọa độ vuông góc X, Y .

Lưới kinh vĩ độ (hoặc các đường tọa độ khác xây dựng trong những phép chiếu nhất định gọi là lưới chiếu bản đồ), lưới chiếu bản đồ đó là cơ sở toán học để phân bố chính xác các yếu tố nội dung bản đồ. Quan hệ phụ thuộc giữa tọa độ một điểm trên mặt đất và tọa độ vuông góc của điểm đó trên bản đồ được biểu thị bằng công thức :

$$x = f_1(\phi, \lambda)$$

$$y = f_2(\phi, \lambda)$$



Hình 2.7. Phép chiếu bản đồ

b. Các phép chiếu hình và lưới chiếu hình

Các phép chiếu bản đồ được phân loại như sau:

* Phân loại theo tính chất biểu diễn (theo đặc điểm sai số) và hình dạng lưới kinh vĩ tuyến thì sẽ có 4 loại sau:

- Phép chiếu đồng góc: Trong các phép chiếu đồng góc thì góc không có biến dạng, tỷ lệ độ dài tại mỗi điểm không phụ thuộc vào phương hướng ($m = n$).

Hai đặc điểm cơ bản của phép chiếu đồng góc là:

- + Góc trên quả địa cầu được giữ nguyên trên bản đồ.
- + Tỷ lệ độ dài tại 1 điểm trên bản đồ chỉ phụ thuộc vào vị trí của nó.

Mạng lưới kinh vĩ tuyến trên bản đồ luôn luôn giữ được đặc điểm giao nhau vuông góc như kinh vĩ tuyến trên quả địa cầu.

Phép chiếu đồng góc cho ta nhận được trên bản đồ hình dạng đúng đắn của các đối tượng thể hiện, nhưng sai số về kích thước đối tượng thì thay đổi dọc theo hướng kinh tuyến.

- Phép chiếu đồng diện tích là phép chiếu trong đó diện tích được biểu diễn không có sai số. Tại mọi điểm trên bản đồ tỷ lệ diện tích bằng nhau. Mạng lưới ô kinh, vĩ tuyến trên bản đồ luôn luôn giữ được tỷ lệ diện tích tương đương với mạng lưới ô kinh, vĩ tuyến tương ứng trên quả địa cầu.

Các phép chiếu đồng diện tích có sai số biến dạng góc tăng nhanh. Do biến dạng góc lớn nên hình dạng bị biến dạng nhiều.

- Phép chiếu đồng khoảng cách theo một hướng nhất định là phép chiếu trong đó khoảng cách được biểu diễn không có sai số. Hay nói cách khác lưới chiếu đồng khoảng cách là lưới chiếu có $m = 1$ theo những phương nhất định. Lưới chiếu này là lưới chiếu trung gian của lưới chiếu đồng góc và lưới chiếu đồng diện tích. Trên bản đồ tồn tại cả biến dạng về góc và diện tích nhưng tỷ lệ biến dạng chiều dài theo những phương nào đó trên bản đồ giữ nguyên như trên Elipsoid. Nếu như tỷ lệ chiều dài bằng một hằng số khác 1 gọi là có lưới chiếu giữ đều khoảng cách. Đặc điểm của lưới chiếu này là có tỷ lệ biến dạng diện tích và số biến dạng góc tăng chậm.

- Các phép chiếu tự do

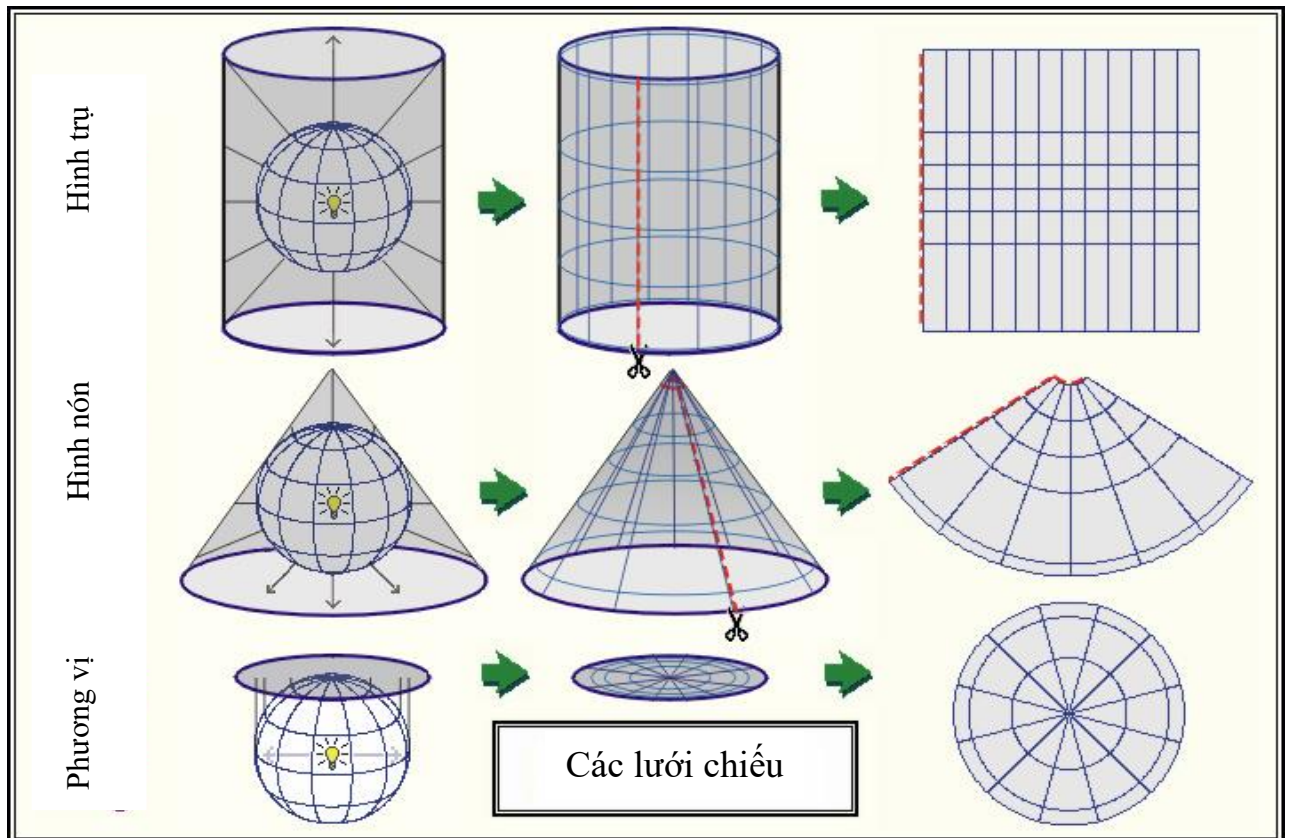
Nếu căn cứ vào đặc điểm sai số thì phép chiếu tự do là phép chiếu trung gian của phép chiếu đồng diện tích và phép chiếu đồng góc. Trên bản đồ vừa có sai số tỷ lệ diện tích ($P - 1 \neq 0$), vừa có sai số biến dạng góc ($\omega \neq 0$), nhưng tỷ lệ chiều dài μ theo một chiều nào đó trên bản

đồ không đổi hoặc được giữ nguyên như trên bề mặt quả đất. Nếu tỷ lệ chiều dài $\mu \neq 1$ thì sẽ được lưới chiếu đồng khoảng cách. Nếu tỷ lệ chiều dài $\mu \neq 1$ thì sẽ được lưới chiếu giữ đều khoảng cách. Nếu tỷ lệ chiều dài $\mu = m = 1$ thì sẽ được lưới chiếu giữ chiều dài kinh tuyến.

* Phân loại theo mặt phẳng phụ trợ được sử dụng:

- Hình trụ
- Hình nón
- Phương vị

Lưới chiếu bản đồ là cơ sở toán học để phân bố chính xác các yếu tố nội dung bản đồ.

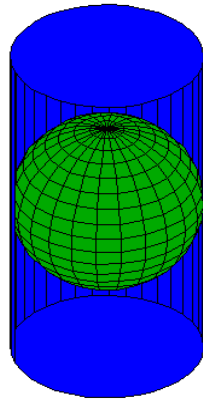


Hình 2.8. Các phép chiếu bản đồ

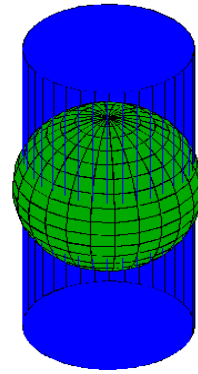
Trong các phép chiếu này, mặt hình trụ, mặt hình nón và mặt phẳng là những bề mặt hỗ trợ. Nếu nguồn sáng ở tâm trái đất chiếu hắt mạng lưới kinh vĩ tuyến lên các bề mặt phụ này, thì ta nhận ra các dấu hiệu riêng của mỗi loại chiếu hình như sau:

+ Phép chiếu hình trụ (Cylindrical projection)

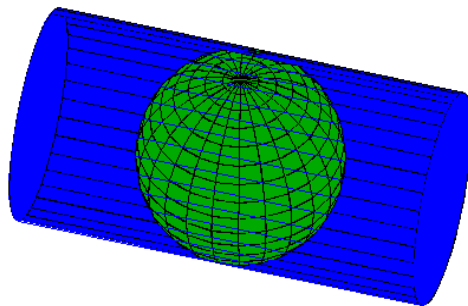
Kinh tuyến là những đường song song thẳng đứng, vĩ tuyến là những đường song song nằm ngang và vuông góc với kinh tuyến. Dọc theo đường xích đạo tiếp xúc với mặt phẳng hình ống không có biến dạng trên bản đồ, càng xa đường tiếp xúc về phía hai cực, sai số càng lớn.



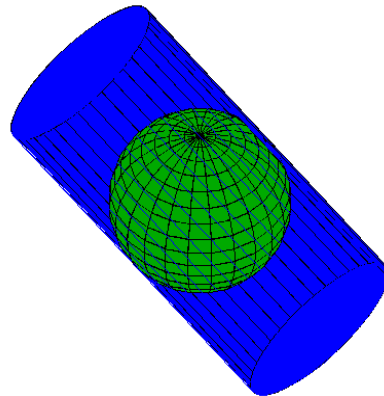
Bề mặt chiếu hình trụ đứng tiếp xúc



Bề mặt chiếu hình trụ đứng cắt



Bề mặt chiếu hình trụ ngang tiếp xúc

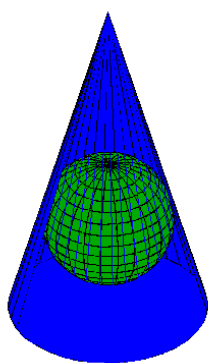


Bề mặt chiếu hình trụ xiên

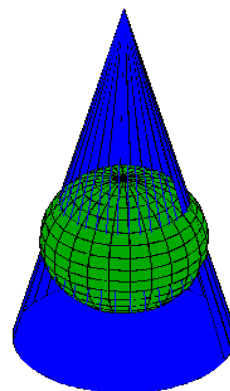
Hình 2.9. Các phép chiếu hình

+ Phép chiếu hình nón (Conic projection)

Kinh tuyến là chùm đường thẳng giao nhau tại đỉnh hình quạt, vĩ tuyến là những cung tròn đồng tâm tại đỉnh hình quạt. Dọc theo vĩ tuyến tiếp xúc với mặt nón không có biến dạng trên bản đồ. Càng ra xa vĩ tuyến tiếp xúc theo chiều kinh tuyến, sai số càng lớn.



Bề mặt chiếu hình nón tiếp xúc



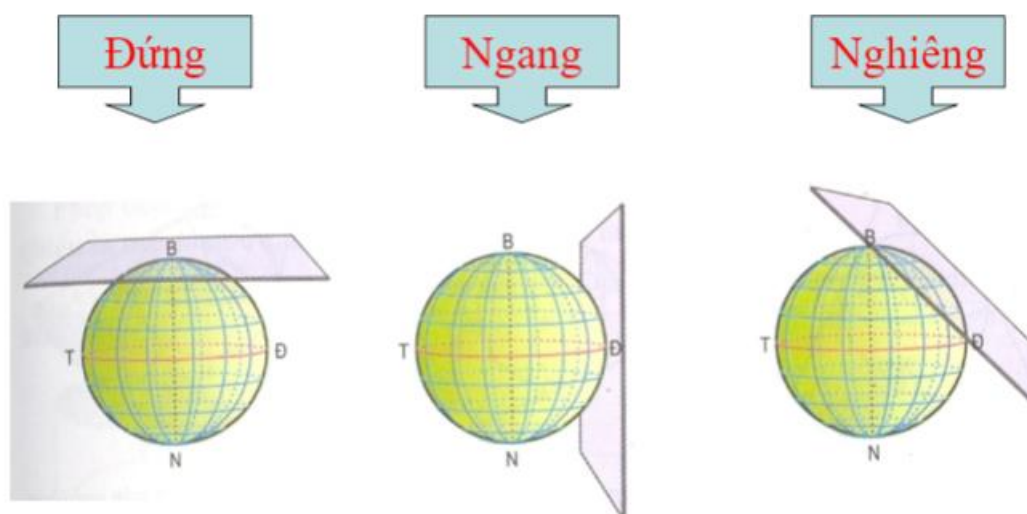
Bề mặt chiếu hình nón cắt

Hình 2.10. Các phép chiếu hình nón

+ Phép chiếu hình phương vị (Planar projection)

Phép chiếu này, mặt chiếu là một mặt phẳng tiếp xúc với một điểm của địa cầu. Tùy theo vị trí tiếp xúc của mặt chiếu so với trục của địa cầu sẽ có các phép chiếu phương vị khác nhau.

Nếu mặt phẳng tiếp xúc với mặt cầu tại cực, thì kinh tuyến là chùm đường thẳng giao nhau tại điểm cực, vĩ tuyến là những đường tròn lấy điểm cực làm tâm. Tại điểm cực không có sai số chiếu hình, càng xa cực sai số càng lớn.



Hình 2.11. Các phép chiếu phương vị

Trên đây là 3 loại lưới chiếu hình cơ bản, phân theo phương pháp chiếu hình và nêu đặc điểm của chúng ở dạng tiêu chuẩn. Muốn xây dựng bản đồ một khu vực hoặc thế giới, người ta căn cứ vào vị trí địa lý, đặc điểm hình học và kích thước to nhỏ của khu vực thiết kế bản đồ, căn cứ vào bố cục bản đồ, khuôn khổ xuất bản và tiện lợi cho sản xuất, mà chọn một trong những phương pháp chiếu đồng góc, đồng diện tích, đồng chiều dài ..

Việc phân loại chỉ là tương đối, nhất là hiện nay người ta áp dụng rộng rãi các phương pháp giải tích toán học để tính toán các phép chiếu mới có dạng lưới chuẩn không thể liệt vào những loại phép chiếu kể trên. Tuy thuộc vào độ lớn, hình dạng, vị trí của lãnh thổ, tỷ lệ bản đồ và mục đích sử dụng, người ta cho phép những phép chiếu khác nhau. Khi sử dụng tài liệu bản đồ phải biết rõ về phép chiếu được dùng để thành lập bản đồ. Khi dùng bản đồ để thiết kế, đo đạc, ta phải biết rõ về tính chất các sai số đặc trưng của phép chiếu và đặc điểm phân bố để có thể tính toán hiệu chỉnh kết quả đo đạc, xác định vị trí các đối tượng trong thực tế. Muốn vậy người ta nghiên cứu dạng lưới bản đồ, sự định hướng, sự biểu thị cực xích đạo và lưới kinh vĩ tuyến, xác định bằng phương pháp gần đúng sai số biểu thị góc, diện tích và khoảng cách.

Khi dùng bản đồ để làm tài liệu thành lập bản đồ khác cần phải biết đích xác về phép chiếu bản đồ để có thể thực hiện các phép chuyển đổi các đối tượng sang hệ tọa độ của bản đồ thành lập. Ngoài ra có các phép chiếu như sau:

+ Phép chiếu Gauss - Kruger và hệ tọa độ Gauss- Kruger

Phép chiếu Gauss- Kruger là phép chiếu hình trụ ngang đồng góc dùng để tính tọa độ của mạng lưới trắc địa cũng như tính toán lưới tọa độ bản đồ dùng cho bản đồ địa hình tỷ lệ lớn. Bề mặt trái đất được biểu diễn theo từng múi kinh tuyến, theo vĩ độ, múi lấy từ cực này tới cực kia, còn theo kinh độ thường lấy kéo dài từ 30 đến 60. Kinh vĩ tuyến được biểu thị bằng những đường cong, trừ xích đạo và kinh tuyến trục. Mỗi múi có gốc tọa độ riêng, cho phép ta thu nhỏ sai số trên lưới chiếu.

Ở Việt Nam, lưới chiếu Gauss- Kruger được sử dụng rộng rãi áp dụng phép chiếu với múi 6^0 cho các bản đồ từ 1: 10.000 đến 1: 500.000.

Áp dụng với múi chiếu 3^0 cho các bản đồ 1: 5.000 và lớn hơn. Lãnh thổ Việt Nam nằm trong các múi 6^0 thứ 18, 19 tính từ kinh tuyến Greenwich, gốc tọa độ của mỗi múi là điểm giao

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 2

1. Bản đồ là gì?
2. Elipsoid là gì?
3. Lựa chọn và tổng quát hóa bản đồ là gì?
4. Các yếu tố nội dung của bản đồ địa lý ?
5. Cơ sở toán học của bản đồ địa lý gồm?
6. Bản đồ địa hình là gì?
7. Bản đồ chuyên đề là gì?
8. Trình bày khái niệm về phép chiếu ?
9. Phép chiếu UTM là gì?
10. Trình bày về hệ tọa độ VN2000?

THỰC HÀNH: Sử dụng phần mềm ArcGIS

1. Sinh viên dựa theo dữ liệu giáo viên cung cấp (hoặc sinh viên tự tìm dữ liệu) sẽ xây dựng một CSDL Geodatabase hoặc Personal Geodatabase với hai hệ tọa độ là VN2000 và HN72.
2. Nhập dữ liệu từ nguồn khác (Microstation hoặc MapInfo) vào CSDL vừa tạo, xuất dữ liệu qua lại giữa hai hệ tọa độ vừa được tạo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO CHƯƠNG 2

Lâm Quang Dốc, (2002), Bản đồ chuyên đề, NXB Đại học sư phạm

Đặng Văn Đức, (2001). Hệ thống thông tin địa lý. NXB Khoa học Kỹ Thuật. Hà Nội.

Trần Trung Hồng, Bùi Tiến Diệu, Trần Trung Chuyên, (2008). Phép chiếu bản đồ. NXB Giao thông vận tải. Hà Nội.

Nguyễn Trọng San, Đào Quang Hiếu, Đinh Công Hoà, (2002). Trắc địa cơ sở – Tập 1. NXB Xây dựng. Hà Nội.

Nguyễn Thế Việt, Bùi Tiến Diệu, Bùi Ngọc Quý, Trần Quỳnh An, Đỗ Thị Phương Thảo, (2012). Cơ sở bản đồ và vẽ bản đồ. NXB Khoa học Kỹ Thuật. Hà Nội.

Bản đồ thế giới, <https://wallpaperbrokers.com.au/products/customised-world-map-mural>, truy cập ngày 21/7/2023

Chương 3 CƠ SỞ DỮ LIỆU TRONG GIS

Tóm tắt nội dung chính: Chương 3 giới thiệu tổng quan về cơ sở dữ liệu trong GIS: định nghĩa, cấu trúc dữ liệu không gian và thuộc tính; cấu trúc dữ liệu raster và vector; quan hệ không gian của dữ liệu địa lý; Hệ quản trị CSDL và các mô hình CSDL.

Mục đích: Chương 3 cung cấp các kiến thức cơ bản cho người học về CSDL và hệ quản trị CSDL, hiểu rõ dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính trong GIS, phân biệt dữ liệu raster và vector cũng như ưu, nhược điểm của chúng, hiểu được quan hệ không gian Spagetti và Topology. Bên cạnh đó, người học có thể thực hành tạo một CSDL đơn giản hoặc thao tác với dữ liệu không gian và thuộc tính.

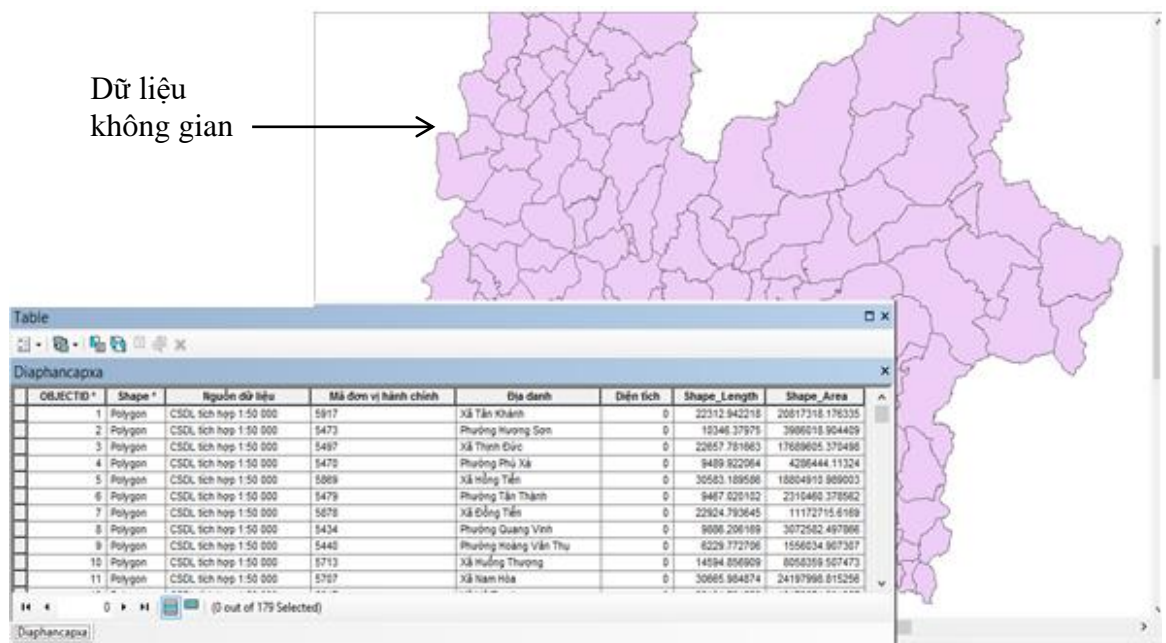
3.1. KHÁI QUÁT VỀ CƠ SỞ DỮ LIỆU

Cơ sở dữ liệu (Database): là tập hợp các thông tin được thu thập theo mục đích sử dụng nào đó, được lưu trữ trong máy tính theo những quy tắc nhất định. Đó là tập hợp dữ liệu mà có thể điều khiển và lưu trữ một số lượng lớn dữ liệu và dữ liệu có thể chia sẻ giữa các ứng dụng khác nhau.

Trong GIS, cơ sở dữ liệu được mở rộng và đa dạng hóa. Ngoài các dữ liệu ở dạng thống kê hay mô tả cho đối tượng, được lưu trữ dưới dạng các bảng dữ liệu hoặc các tệp tin văn bản (mà được gọi là dữ liệu thuộc tính) còn có dạng dữ liệu đồ họa dùng để biểu diễn các dữ liệu địa lý (còn được gọi là dữ liệu không gian).

Vậy cơ sở dữ liệu của GIS bao gồm:

- Dữ liệu không gian,
- Dữ liệu thuộc tính,
- Quan hệ giữa dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính.



Dữ liệu thuộc tính

Hình 3.1. Mô tả cơ sở dữ liệu không gian và thuộc tính trong GIS

Cấu trúc dữ liệu đề cập đến cách thức tổ chức dữ liệu thành các file dữ liệu. Chúng ta sẽ tìm hiểu kỹ hơn về hai loại cơ sở dữ liệu không gian và cơ sở dữ liệu thuộc tính này.

3.2. CƠ SỞ DỮ LIỆU KHÔNG GIAN

Cơ sở dữ liệu không gian chứa đựng những thông tin định vị của các đối tượng. Chúng cho ta biết được vị trí, kích thước, hình dạng, sự phân bố... của các đối tượng. Tất cả các đối tượng không gian đều có thể quy về ba loại đối tượng cơ sở sau đây: đối tượng dạng điểm, đối tượng dạng đường và đối tượng dạng vùng. Trong cơ sở dữ liệu không gian, người ta sử dụng hai dạng cấu trúc dữ liệu là: cấu trúc dữ liệu raster và cấu trúc dữ liệu vector (Hình 3.2)



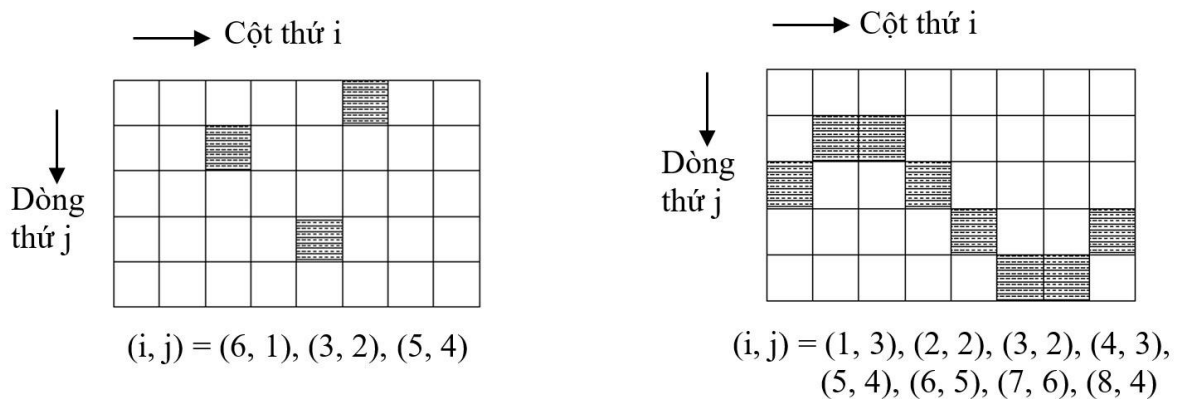
Hình 3.2. Ví dụ dữ liệu không gian raster và vector (Bolstad, 2016)

3.2.1. Cấu trúc dữ liệu dạng raster

Trong cấu trúc dữ liệu raster, thực thể không gian được biểu diễn thông qua các ô (cell) hay ô ảnh (pixel) của một lưới các ô. Có nhiều dạng ô lưới có thể được sử dụng như: lưới lục giác, lưới tam giác, lưới ô vuông, ... trong đó lưới ô vuông là thông dụng nhất. Trong máy tính, lưới các ô này được lưu trữ dưới dạng ma trận trong đó mỗi ô là giao điểm của một hàng và một cột trong ma trận.

Mô hình dữ liệu raster được hiểu là để biểu thị các đối tượng hoặc hiện tượng không gian "liên tục", ví dụ như độ cao, lượng mưa, độ dốc và nồng độ chất ô nhiễm.

Trong cấu trúc này, điểm được xác định bởi một pixel, đường được xác định bởi một chuỗi các ô có cùng thuộc tính kề nhau có hướng nào đó, còn vùng được xác định bởi một số các pixel cùng thuộc tính phủ trên một diện tích nào đó. Chúng được minh họa bằng các hình 3.3, 3.4.



Hình 3.3. Hình học của các đối tượng điểm, đường trong dữ liệu raster

A	A	A	A	B	B	B	B
A	A	A	A	B	B	B	B
A	A	A	C	C	B	B	B
A	A	A	C	C	C	B	B
A	A	C	C	C	C	C	C

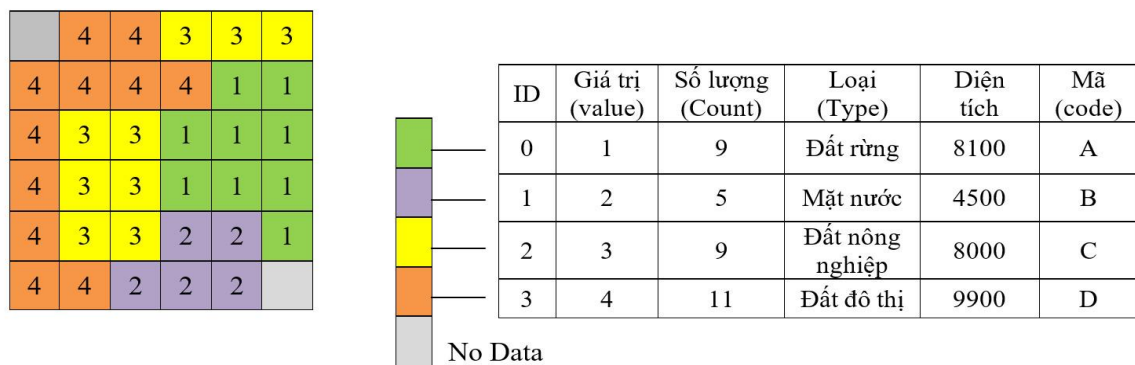
(4A, 4B), (4A, 4B), (3A, 2C, 3B),
(3A, 3C, 2B), (2A, 6C)

Hình 3.4. Hình học của các đối tượng vùng trong dữ liệu raster

Biểu diễn raster được xây dựng trên cơ sở hình học phẳng Oclit. Mỗi pixel sẽ tương ứng với một diện tích vuông nào đó trên thực tế. Thứ tự quy ước của tọa độ một pixel bắt đầu từ góc trên bên trái, từ trái qua phải và từ trên xuống dưới (Hình 3.3). Độ lớn của cạnh ô lưới này còn được gọi là độ phân giải của dữ liệu. Ô lưới này càng nhỏ thì độ phân giải càng cao và các đối tượng càng được biểu diễn chính xác.

Mỗi một pixel sẽ chứa một giá trị, giá trị của pixel có thể là số nguyên, số thực hay là chữ (Hình 3.4; 3.5). Một mô hình dữ liệu raster cũng có thể được sử dụng để biểu diễn dữ liệu rời rạc, ví dụ, để biểu diễn lớp phủ đất trong một khu vực. Các giá trị rời rạc sẽ biểu thị một loại hình lớp phủ đất (Hình 3.5). Các giá trị này được mã hóa theo đơn vị thông tin (bit). Số lượng mã hóa thông tin của dữ liệu raster càng lớn thì biểu diễn đối tượng càng chính xác, rõ nét.

Dữ liệu raster là dữ liệu dạng ma trận nên thông tin thuộc tính mô tả cho mỗi đối tượng cũng được biểu diễn dưới dạng bảng và khá đơn giản. Dưới đây là một ví dụ về thông tin thuộc tính cho dữ liệu raster (Hình 3.5).



Hình 3.5. Dữ liệu raster dạng vùng và thông tin thuộc tính

Dữ liệu raster có dung lượng rất lớn nếu không có cách lưu trữ thích hợp. Người ta sử dụng nhiều phương pháp nén khác nhau để làm cho các tệp dữ liệu ảnh trở nên nhỏ hơn. Thông thường, người ta hay sử dụng các phương pháp nén như:

- Phương pháp nén theo mã hóa độ dài hàng loạt (Run Length Encoding): Phương pháp nén này dựa trên việc ghi tuần tự các giá trị ô raster. Mỗi lần chạy được ghi lại dưới dạng giá trị được tìm thấy trong tập hợp các ô liên kế và độ dài chạy hoặc số của các ô có cùng giá trị. Đây là một phương pháp phổ biến và tương đối đơn giản để nén dữ liệu raster.

Raster	Mã hóa độ dài hàng loạt
9 9 6 6 6 6 6 7	2:9, 5:6, 1:7
6 6 6 6 6 6 6 6	8:6
9 9 6 6 6 6 7 7	2:9, 4:6, 2:7
9 8 9 6 6 7 7 5	1:9, 1:8, 1:9, 2:6, 2:7, 1:5

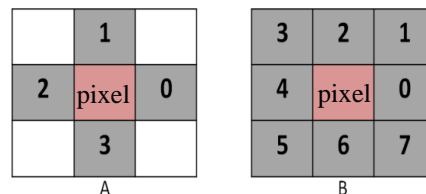
Hình 3.6. Mô tả phương pháp nén theo mã hóa độ dài hàng loạt (Bolstad, 2016)

Hình bên trái là dữ liệu raster với các pixel và các giá trị tương ứng của chúng. Phương pháp nén (Run Length Encoding) được thể hiện ở bên phải như sau: số bên trái trong cặp là số ô đang chạy và bên phải là ô giá trị. Do đó, 2: 9 được liệt kê ở đầu dòng đầu tiên cho biết giá trị ô 9 có độ dài là 2.

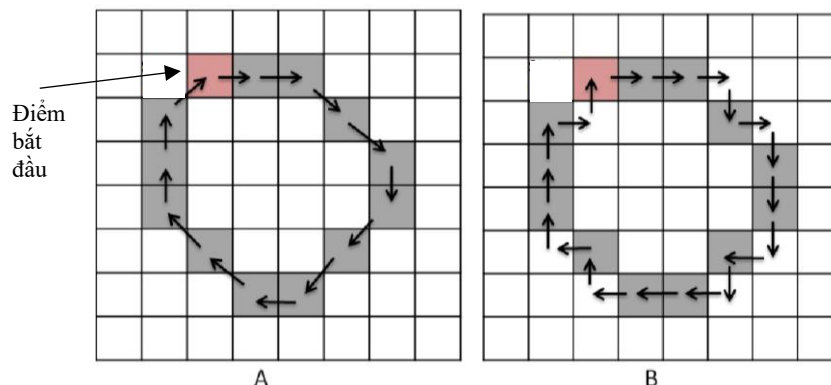
- Nén theo cây tứ phân (Quad tree) thường được sử dụng để nén các tập dữ liệu raster khi biểu diễn các đối tượng địa lý. Kích thước pixel được kết hợp và điều chỉnh trong lớp dữ liệu để phù hợp với từng khu vực cụ thể (Hình 3.7). Phương pháp này chia raster thành một hệ thống các góc phần tư. Các ô raster lớn hơn để biểu diễn một khu vực đồng nhất được gán giá trị tương ứng với khu vực đó.

Ví dụ, ba ô lớn nhất trong hình 3.7 đều được gán giá trị a. Các ô nhỏ hơn được xác định bằng cách tách "ô lớn" thành bốn góc phần tư và gán các giá trị a hoặc b cho các vùng đồng nhất. Điều này được lặp lại đến kích thước ô nhỏ nhất cần thiết để thể hiện các vùng cần chi tiết hóa.

- Nén theo mã chuỗi hay còn gọi là nén theo đường biên của vùng (Chain code) là một thuật toán nén không mất dữ liệu cho hình ảnh đơn sắc. Nguyên tắc cơ bản của mã chuỗi là biểu diễn thông tin hình ảnh thông qua các đường biên và mã hóa hướng của chúng ở mỗi bước. Đối với mỗi vùng như vậy, một điểm trên đường biên được chọn và tọa độ của nó được truyền đi. Sau đó, bộ mã hóa di chuyển dọc theo ranh giới của vùng và ở mỗi bước, truyền một ký hiệu đại diện cho hướng của chuyển động này. Có 2 cách mã hóa: theo 4 hướng và 8 hướng như hình 3.7 dưới đây:



Hình 3.7. Hai cách thực hiện mã hóa theo chuỗi: (A) 4 hướng; (B) 8 hướng



A. Nén theo 8 hướng = 0,0,7,7,6,5,5,4,3,3,1,3,1
B. Nén theo 4 hướng = 0,0,0,3,0,3,3,3,2,3,2,2,2,1,2,1,1,1,0,1

Hình 3.8. Ví dụ về nén theo chuỗi (theo chiều kim đồng hồ) (Asadi Tawfiq và nnk, 2014)

- Phương pháp nén theo khối (Block code)

Ngoài ra có nhiều phương pháp nén dữ liệu khác thường được áp dụng. LZW (Lempel - Zip và Welch) là một phương pháp nén không mất dữ liệu thường được áp dụng cho các tập dữ liệu hình ảnh và raster, các hình ảnh GIF cụ thể và các định dạng TIFF. Các thuật toán nén JPEG và wavelet thường được áp dụng để giảm kích thước của dữ liệu không gian, mặc dù khi được triển khai thì chúng là các thuật toán mất dữ liệu.

3.2.2. Cấu trúc dữ liệu dạng vector

Trong cấu trúc dữ liệu vector, thực thể không gian được biểu diễn sử dụng các đối tượng riêng biệt; có dạng điểm, dạng đường hay dạng vùng. Các đối tượng này được định nghĩa riêng trong các ứng dụng để quản lý và mã hóa đối tượng. Mỗi đối tượng có mã định danh riêng (bằng tên hay mã số).

Vị trí không gian của đối tượng được xác định bởi tọa độ (x,y) trong không gian 2D hoặc (x,y,z) trong không gian 3D trong một hệ tọa độ thống nhất.

Trong các mô hình vector, các dữ liệu thuộc tính của đối tượng được liên kết với dữ liệu không gian thông qua một trường khóa. Bảng này chứa thuộc tính cho từng đối tượng địa lý. Một hàng trong bảng tương ứng với từng đối tượng trong lớp dữ liệu. Mỗi cột chứa một giá trị thuộc tính cho một đối tượng nhất định.

a. Điểm: dùng để biểu diễn các đối tượng không gian. Điểm là dạng đơn giản nhất, được sử dụng để xác định vị trí và có thể thể hiện chúng như một cặp tọa độ (x,y) hoặc (x,y,z). Chúng là những đối tượng phi tỷ lệ. Ngoài các giá trị tọa độ, có thể sử dụng các đặc trưng đồ họa dạng điểm như: kiểu ký hiệu điểm, màu sắc, hay kích thước để biểu diễn cho đối tượng điểm. Trên bản đồ số, điểm có thể được biểu diễn bằng ký hiệu (symbol) hoặc bằng đối tượng chữ (text). Trên bản đồ, các lỗ khoan, các điểm quặng, mỏ quặng, các điểm lấy mẫu, ... thường được thể hiện ở dạng điểm (Hình 3.9).

Tính chất của điểm: đây là dạng đơn giản nhất của các đối tượng không gian. Khi nói về dữ liệu điểm, phải nói đến số lượng điểm tối thiểu cho một cơ sở dữ liệu điểm. Nhìn chung, các yếu tố tối thiểu cho một cơ sở dữ liệu điểm là những thuộc tính về tọa độ, ngoài ra, các tính chất khác của điểm được mô tả trong hàm sau:

$$P_i: (X, Y, Z_1 Z_2 Z_3 \dots Z_m) \quad (3.1)$$

Ở đây:

i là Code xác định của mỗi điểm (identification Code -ID)

X, Y là tọa độ của điểm, được xác định theo tọa độ phẳng (x, y) trong mặt phẳng Đề các)

$Z_1 Z_2 Z_3 \dots Z_m$ là các đặc trưng khác của điểm. Chúng ta có thể hiểu một cách đơn giản là nó chính là những thuộc tính của điểm được biểu diễn.

Vì điểm có kích thước bằng không (= 0) nên nó không có khoảng trống ở giữa, song nó phải có thuộc tính về mặt hình học, đó là tọa độ. Thông tin về mối liên quan giữa các điểm có thể xác định bằng công thức toán học. Trong trường hợp có nhiều điểm thì khoảng cách giữa các điểm được xác định bởi vị trí của các điểm đó với nhau.

b. Đường (Line, Polyline, Arc): được dùng để biểu diễn các đối tượng có dạng tuyến, được tạo nên từ hai hay nhiều hơn các cặp tọa độ (x, y) hoặc (x,y,z). Các đối tượng dạng đường cũng là những đối tượng phi tỷ lệ. Các đặc trưng đồ họa sử dụng cho đối tượng dạng đường là: kiểu ký hiệu dạng đường, màu sắc, độ rộng của nét vẽ. Trên bản đồ số, các đối tượng dạng tuyến mà theo tỷ lệ bản đồ không thể hiện được độ rộng của chúng, được biểu diễn bằng đối tượng dạng đường. Ví dụ: hệ thống đường giao thông, hệ thống đường điện, các sông suối nhỏ, ...

Tính chất của đường: Đường được hiểu là tập hợp của rất nhiều điểm. Mỗi đường đều có thể chia thành nhiều đoạn thẳng và mỗi đoạn được xác định bởi hai điểm ở hai đầu. Để cấu tạo nên yếu tố hình học của đường thì yếu tố cơ bản là hướng của đường. Ngoài ra, còn một yếu tố khác, đó là sự tiếp nối giữa các đường. Để hiểu sự tiếp nối đó, ta có thể hình dung tới một đoạn thẳng nối giữa một điểm này với một điểm khác.

Như vậy, các yếu tố cơ bản của mỗi đường gồm có:

$$L_j: (P_1, P_2, \dots, P_n, Z_1, Z_2, \dots, Z_m, H_1 \dots H_q) \quad (3.2)$$

Ở đây:

j là Code của đường (ID)

P1 điểm thứ 1

Pn điểm thứ n

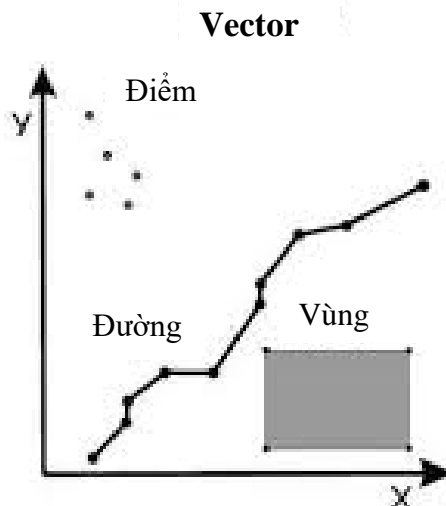
Z1 thuộc tính của đoạn thứ 1

Zn thuộc tính của đoạn thứ n

Hq - Code ID của đoạn thứ q được nối trong thứ tự của đường

(1... n) là hướng của đường từ 1 đến n của đường.

c. *Vùng (polygon)*: là các đối tượng không gian dạng 2D (dạng diện). Vùng biểu diễn các đối tượng mà kích thước của chúng đủ lớn để thể hiện trên bản đồ theo tỷ lệ bản đồ. Chúng thường là những đường đa tuyến khép kín. Số liệu định vị cho đối tượng dạng vùng là (n+1) cặp tọa độ (x,y) hoặc (x,y,z), trong đó tọa độ của điểm thứ (n+1) trùng với điểm thứ nhất, n là số đỉnh của đa giác khép kín. Trên các bản đồ số, các đối tượng vùng có các đặc trưng đồ họa như: màu và kiểu đường biên, màu và mẫu tô cho vùng.



Hình 3.9. Biểu diễn các yếu tố điểm, đường, vùng trong cấu trúc vector

Tính chất của vùng (polygon): Vùng được xác định bởi một loạt các đường vạch định ranh giới. Thêm vào đó, vùng là yếu tố có 2 kích thước. Mỗi vùng được xác định bởi một diện tích nhất định. Vì vùng có hình dạng và kích thước khác nhau nên mối quan hệ không gian sẽ khó xác định nếu không có những thuộc tính được làm rõ. Hai vùng có thể nằm tách biệt với nhau, hoặc kề nhau, hoặc vùng này nằm trong vùng kia (Hình 3.10).

Trong trường hợp vùng nằm tách biệt hẳn so với nhau thì lại có khả năng chúng được nối với nhau bằng vùng thứ ba.

Yêu cầu về thuộc tính của vùng (polygon) bao gồm:

$$G_k (L_1 \dots L_n, Z_1 \dots Z_m \sigma_1 \dots \sigma_r, \varphi_1 \dots \varphi_s, \Phi_1 \dots \Phi_t) \quad (3.3)$$

Ở đây:

k là Code của vùng G , tần số kết nối của đường từ L_1 đến L_n và nó xác định ranh giới của vùng G .

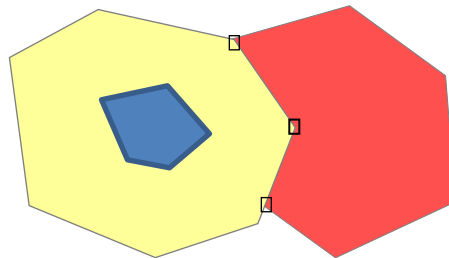
Z_n xác định giá trị của thuộc tính thứ n

$\sigma_1 \dots \sigma_r$ thể hiện một hoặc nhiều vùng kết nối với nhau tạo nên vùng k

$\varphi_1 \dots \varphi_s$ xác định có 1 hay nhiều vùng chứa trong vùng k

$\Phi_1 \dots \Phi_t$ xác định có một hay nhiều vùng nằm trong vùng k

Các thông tin hình học bổ sung khác còn có thể là cần thiết đối với các vùng phức tạp nhiều thông tin hình học có thể được bổ sung ngay trong những thông tin về đường hoặc được làm đơn giản hoá đi. Ví dụ: hai vùng nằm liền kề thì phải có thêm thông tin về một đường thẳng chung ở giữa làm biên giới giữ hai vùng đó.



Hình 3.10. Mô tả hai vùng kề nhau và 1 vùng nằm trong

3.2.3. So sánh hai loại dữ liệu raster và vector

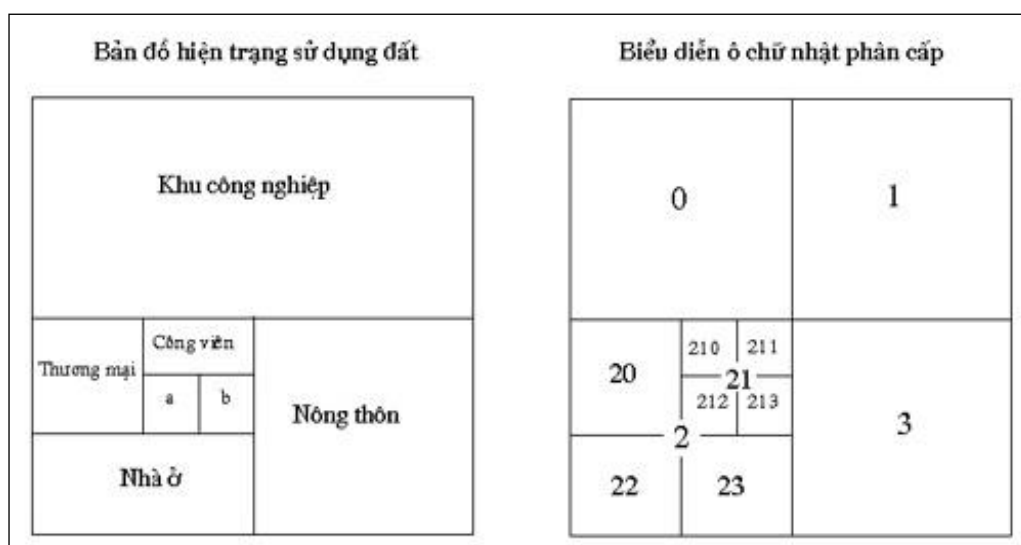
a. Mô hình dữ liệu raster

- Những ưu điểm của dữ liệu raster:
 - + Đơn giản và dễ tham khảo
 - + Việc chồng xếp các lớp bản đồ được thực hiện một cách thuận tiện đưa đến kết quả.
 - + Đối với mô hình không gian, các đơn vị địa lý được xác định trong cấu trúc raster, bao gồm hình dạng và kích thước. Như vậy trong kết quả mối quan hệ giữa các pixel là ổn định và dễ dàng vẽ ra được.
 - + Dễ thiết lập một bề mặt liên tục bằng phương pháp nội suy.
 - + Đa số các tư liệu không gian thường được ghi ở dạng raster như ảnh vệ tinh, ảnh máy bay chụp quét. Thông thường các tư liệu raster đó có thể nhập trực tiếp mà không cần một sự thay đổi nào.
- Những nhược điểm của cấu trúc dữ liệu raster:
 - + Tư liệu thường bị tình trạng quá tải, làm tốn nhiều phần của bộ nhớ trong máy tính. Trong rất nhiều trường hợp, các yếu tố bản đồ không nhất thiết phải được gắn thuộc tính (code hoá) thành các ô lưới đặc trưng. Trong cấu trúc dữ liệu raster, những vùng rất rộng lớn có đặc điểm giống nhau được tồn tại một cách ngẫu nhiên với một giá trị nào đó và là tập hợp của rất nhiều ô lưới. Trong khi đó khi thể hiện về độ dốc thì ở vùng có độ dốc tương đối giống nhau, cấu trúc raster vẫn thể hiện sự khác nhau do kích thước của các pixel tạo nên đường gồ ghề.
 - + Mối quan hệ về hình học giữa các yếu tố không gian thì khó vẽ và khó thiết lập được, ví dụ với hai bản đồ được xác định bằng hàng, cột thì mối liên hệ hình học giữa các đặc điểm của hai bản đồ đó là rất khó xác định.

+ Các bản đồ raster thường thô và kém vẻ đẹp hơn so với bản đồ vẽ bằng đường nét thanh của cấu trúc vector. Trong bản đồ raster, các yếu tố đường, sông, suối... ranh giới thường được biểu hiện bằng các pixel nên có dạng răng cưa.

+ Việc chuyển đổi các thuộc tính không gian của cấu trúc raster dễ bị nhiễu. Ví dụ một con đường khi quay đi một góc nào đó rồi quay lại đúng góc đó nhưng nó có thể bị biến đổi so với hình dạng ban đầu.

+ Đối với phân tích không gian, hạn chế nhất của cấu trúc raster là độ chính xác thường thấp so với mong muốn (ví dụ khi tính độ dài của một đoạn thẳng sai số thường lớn hơn so với đo trực tiếp). Đây là điều khó tránh khỏi vì kích thước tính được liên quan đến kích thước của các pixel và vị trí của một đoạn thẳng hay của một điểm cũng được xác định tùy thuộc kích thước của pixel (Hình 3.11). Đó cũng là một điểm cần lưu ý trong khi thể hiện bản đồ dạng raster.



Hình 3.11. Mô phỏng cách thể hiện các khoanh vi theo cấu trúc raster

b. Mô hình dữ liệu vector:

- Ưu điểm

+ Ít trường hợp tư liệu bị đầy chật bộ nhớ trong máy tính vì tổ chức dữ liệu vector thường ở dạng nén, vì có thể chứa được một lượng dữ liệu vector rất lớn trong tư liệu không gian.

+ Các đối tượng riêng biệt được thể hiện một cách rõ ràng và liên tục bằng những đường nét rõ ràng.

+ Các yếu tố không gian về mặt hình học dễ dàng được xác định.

+ Có độ chính xác cao trong việc tính toán và xử lý các yếu tố không gian.

- Nhược điểm:

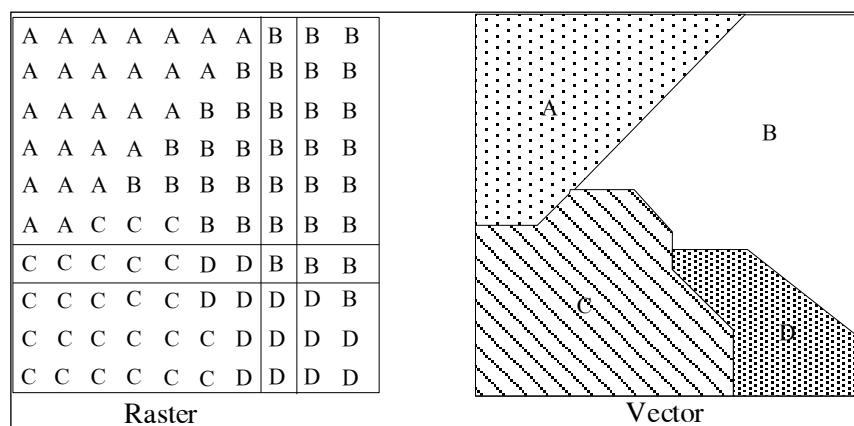
Nhược điểm lớn nhất của cấu trúc dữ liệu vector là xử lý chồng xếp các lớp bản đồ rất khó thực hiện được, ngay cả những việc chồng xếp rất đơn giản của dữ liệu raster.

Ví dụ: để xác định một điểm có nằm trong một vùng không thì ở cấu trúc raster rất đơn giản khi biết vị trí của điểm theo hàng hay cột. Trong khi đó ở cấu trúc Vector thì phải có một sự tính toán rất phức tạp (Hình 3.12)

Hình bên trái dễ dàng xác định vị trí pixel B ở hàng 7 và cột số 8.

Hình bên phải các vùng A, B, C, D được xác định bởi một loạt các tọa độ XY rất phức tạp. Ví dụ: để xác định một điểm có tọa độ 8,4 (theo tọa độ phẳng) (tương ứng với điểm B ở

hình bên trái có tọa độ hàng 7 cột 8) thì cần việc tính toán rất phức tạp mới xác định được điểm đó nằm ở vùng nào.



Hình 3.12. So sánh giữa cấu trúc raster và vector

Có thể tóm tắt ưu và nhược điểm của dữ liệu raster và vector ngắn gọn trong bảng sau:

Bảng 3. 1. Bảng tóm tắt ưu nhược điểm của dữ liệu raster và vector

Dữ liệu Raster	
Ưu điểm	Nhược điểm:
Cấu trúc dữ liệu đơn giản, đồng nhất; Dễ dàng chồng xếp và mô hình hóa; Thích hợp cho việc hiển thị ở dạng 3D; Tích hợp các dữ liệu ảnh dễ dàng; Dễ dàng thực hiện nhiều phép toán phân tích không gian khác nhau, đặc biệt là không gian liên tục; Có thể thu thập dữ liệu tự động.	Dung lượng bộ nhớ rất lớn nên cần nhiều bộ nhớ; Có thể làm mất nhiều thông tin khi sử dụng kích thước pixel lớn. Khi đó, độ chính xác của dữ liệu thấp, thông tin dễ bị sai lệch; Khó biểu diễn các mối quan hệ không gian; Khó khăn trong việc phân tích mạng; Bản đồ raster thô và hiển thị không đẹp; Khối lượng tính toán và biến đổi tọa độ rất lớn, chuyển đổi chậm; Không thể xác định các đối tượng riêng lẻ một cách độc lập.
Dữ liệu Vector	
Ưu điểm	Nhược điểm:
Biểu diễn dữ liệu địa lý chính xác; Dung lượng dữ liệu nhỏ, tiết kiệm bộ nhớ; Dữ liệu có quan hệ topology đầy đủ nên việc biểu diễn hay phân tích các quan hệ không gian thuận lợi; Khôi phục dữ liệu nhanh chóng; Tính toán và chuyển đổi dữ liệu nhanh; Bản đồ vector đẹp, có chất lượng cao.	Cấu trúc dữ liệu phức tạp; Khó khăn khi chồng xếp dữ liệu; Cập nhật dữ liệu khó khăn hơn dữ liệu vector; Kỹ thuật đắt tiền.

3.2.4. Các quan hệ không gian của dữ liệu địa lý

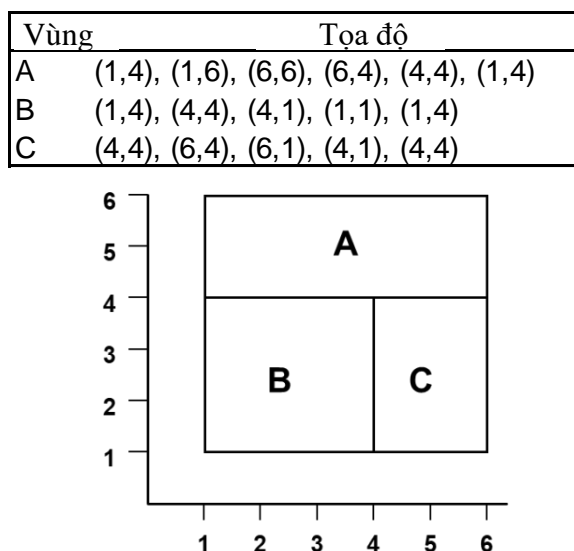
Các dữ liệu địa lý có 2 kiểu quan hệ không gian phổ biến như sau:

a. Quan hệ Spaghetti: (với dữ liệu vector)

Khi mỗi đối tượng địa lý được thể hiện bởi các thực thể hình học độc lập, được biểu diễn bằng tọa độ hoặc bằng các phương trình tham số (đường thẳng, đường tròn, đường cong, ...), ta nói các đối tượng đồ họa có quan hệ Spaghetti. Xảy ra điều này khi các đối tượng được tạo ra bằng cách số hóa thủ công các bản đồ, trong đó, các đường ranh giới chung của các đa giác liền kề bị lặp lại ít nhất hai lần và có thể lặp không chính xác. Điều đó dẫn đến dư thừa dữ

liệu, tồn bộ nhớ và các đường đa tuyến (polyline) có thể vắt qua mà không cắt nhau thực sự.

Dữ liệu không gian trong quan hệ Spaghetti là một tập hợp các điểm và đường không có kết nối. Mỗi đối tượng độc lập với đối tượng liền kề nó. Các đối tượng chỉ có quan hệ hình học đơn thuần với vị trí, hình dạng và kích thước. Việc lưu trữ và tìm kiếm trong dữ liệu này là tuần tự và rất mất thời gian. Hình 3.13 là một ví dụ cho mô hình Spaghetti cho đối tượng dạng vùng. Các vùng A, B, C không chia sẻ cạnh chung mà chúng lưu trữ hai lần vì vậy cấu trúc này sẽ khá nặng nề.



Hình 3.13. Biểu diễn mô hình Spaghetti cho đối tượng dạng vùng

b. Quan hệ Topology: (với dữ liệu vector)

Chúng ta đã biết các đối tượng không gian đều có thể được biểu diễn hình học quy về ba dạng đối tượng cơ bản có dạng điểm, dạng đường hay dạng vùng. Để phân tích không gian trong GIS, sẽ là không đầy đủ khi các đối tượng chỉ quan hệ hình học đơn thuần (quan hệ spaghetti) trong một hệ tọa độ nào đó. Cần phải có thêm một quan hệ khác và đó là quan hệ topology.

Topology là ngành toán học nghiên cứu các tính chất hình học không đổi trong các biến đổi nhất định như giãn, uốn, Topology đề cập tới các mối quan hệ chứa đựng (in), nằm trên (on), gần nhất (nearest), ...; hoặc tính tiếp nối, tính liên tục giữa các đối tượng không gian. Topology xác định các cấu trúc bổ sung, các nút (node), chuỗi (chain), và các đối tượng vùng (polygon).

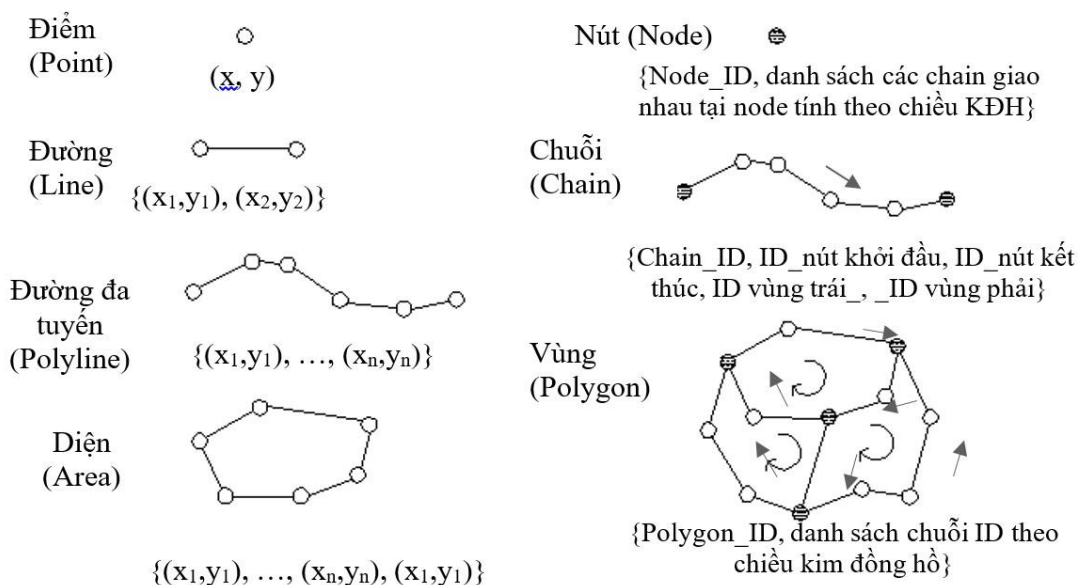
Trong hình học, chúng ta không xa lạ gì với các khái niệm điểm (point), đường (line, polyline), vùng (region, area). Tương ứng với các đối tượng điểm, đường và vùng trong hình học là các nút, chuỗi và vùng trong hình học topo.

Nút (node): là giao điểm của hai hay nhiều hơn các đoạn thẳng (line) hay các đường đa tuyến (polyline) có hướng, hoặc là điểm bắt đầu hay điểm kết thúc của đường đa tuyến được lưu trữ cùng với số thứ tự của nút.

Chuỗi (chain): là 1 đoạn thẳng (line) hay đường đa tuyến (polyline) được lưu trữ cùng với số thứ tự của chuỗi, số thứ tự của nút bắt đầu và nút kết thúc, số thứ tự của các vùng kề trái và kề phải của nó.

Vùng (polygon): là một vùng được lưu trữ cùng với số thứ tự của vùng, danh sách các chuỗi tạo nên đường bao của vùng theo chiều kim đồng hồ (dấu trừ (-) được ấn định khi ngược chiều kim đồng hồ).

Hình 3.14 cho chúng ta thấy được sự so sánh giữa quan hệ hình học và quan hệ topology.



Hình 3.14. So sánh giữa quan hệ hình học và quan hệ topology của dữ liệu vector

Quan hệ topology giúp xác lập rõ ràng mối quan hệ không gian giữa các đối tượng địa lý độc lập với tọa độ của chúng. Việc tạo lập và lưu trữ các quan hệ topology giữa các đối tượng địa lý có những ưu việt như sau:

- Dữ liệu được đầy đủ hơn, chuẩn xác hơn,
- Loại bỏ được sự dư thừa dữ liệu (khi các đối tượng không gian có chung đường ranh giới)

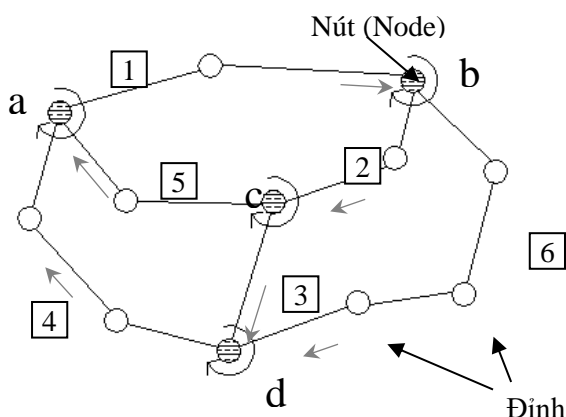
Khi đã xây dựng được các quan hệ topology, chúng ta có thể thực hiện các thao tác phân tích, chồng phủ các đối tượng vùng (polygon) với các đối tượng ở các dạng khác. Chúng ta có thể nhập vào, tách ra, xóa một phần, ... các đối tượng dạng đường hay dạng vùng, chồng phủ các đối tượng điểm nằm trong đối tượng vùng, ...

Các cơ sở dữ liệu không gian lưu trữ trong cơ sở dữ liệu GIS hầu như (nếu không muốn nói là tất cả) đều được xây dựng quan hệ topology.

* Cấu trúc dữ liệu Topology của dữ liệu vector

Khi xây dựng topology, danh sách các nút (node), các đỉnh (vertex) (xem thêm trong hình 3.15) cùng tọa độ của chúng, danh sách các cung cùng các nút, đỉnh tạo nên cung đều được ghi lại trên cơ sở tệp đầu vào và các hệ số hiệu chỉnh trong quá trình tạo topology. Ngoài ra, còn có thêm các dữ liệu sau:

- Đối với node (nút):

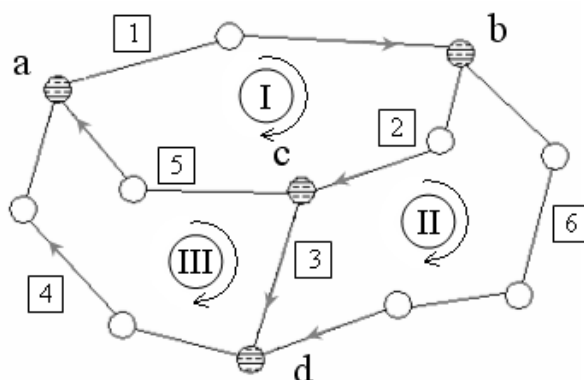


Node_ID	Ds các chuỗi (chain)
a	1, -5, -4
b	6, 2, -1
c	-2, 3, 5
d	-3, -6, 4

Hình 3.15. Dữ liệu topology của đối tượng điểm

Trong bảng dữ liệu trong hình 3.15, cột Node_ID là chỉ số của nút (Node), cột tiếp theo chứa danh sách chỉ số của các chuỗi (chain) đi qua nút với dấu “+”: đi ra khỏi nút, dấu “-”: đi vào nút.

- Đối với chuỗi (chain):

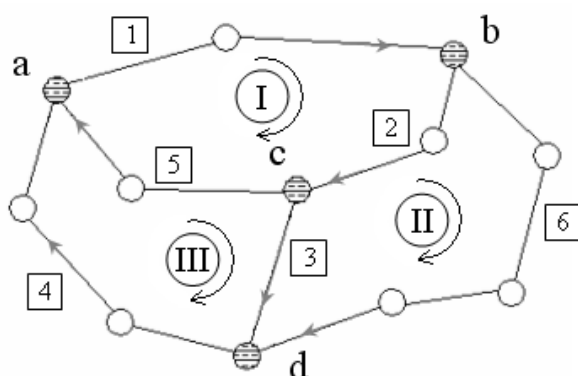


Chain_ID	Từ	Đến	Vùng trái	Vùng phải
1	a	b	0	I
2	b	c	II	I
3	c	d	II	III
4	d	a	0	III
5	c	a	III	I
6	b	d	0	II

Hình 3.16. Dữ liệu topology của đối tượng đường

Trong bảng dữ liệu hình 3.16, topology của đối tượng đường lưu trữ các dữ liệu: chỉ số của chain (chain_ID), chỉ số nút bắt đầu, chỉ số nút kết thúc, chỉ số của vùng (polygon) trái, chỉ số của vùng (polygon) phải (xét theo hướng của chain).

- Đối với vùng (polygon):



Polygon_ID	Ds các chuỗi
I	1, 2, 5
II	6, -3, -2
III	3, 4, -5

Hình 3.17. Dữ liệu topology của đối tượng vùng

Bảng dữ liệu topology của đối tượng vùng gồm có chỉ số của vùng (Polygon_ID), danh sách chỉ số các chuỗi tạo nên vùng tính theo chiều kim đồng hồ.

Nhận xét: Dữ liệu topology trong GIS xác định rõ: nút bắt đầu, nút kết thúc, chiều hướng của chuỗi, cùng chiều hay ngược chiều kim đồng hồ, bên trái hay bên phải, ...

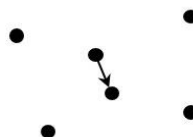
* Mọi quan hệ Topology giữa các đối tượng không gian dạng vector

Những mối quan hệ đó được thể hiện theo hình minh họa 3.18 sau đây:

- Quan hệ điểm – điểm



Nằm trong (is within)
(nằm lọt trong một phạm vi xác định)

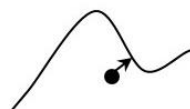


Gần nhất với (nearest to)
(có khoảng cách ngắn nhất tới một điểm nào đó)

- Quan hệ điểm – đường

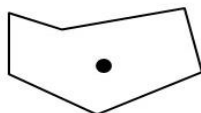


Nằm trên (on line)
(điểm nằm trên đường)

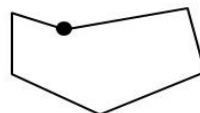


Gần nhất với (nearest to)
(có khoảng cách ngắn nhất tới một đường)

- Quan hệ điểm – vùng

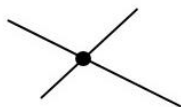


Nằm trong (in area)
(điểm nằm lọt bên trong vùng)

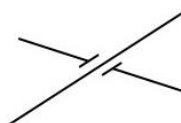


Nằm trên (on area)
(điểm nằm trên đường bao của vùng)

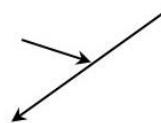
- Quan hệ đường – đường



Giao cắt (intersect)
(hai đường giao cắt thực sự)

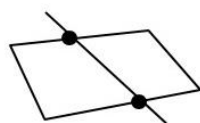


Băng qua (cross)
(Hai đường vắt qua nhau)

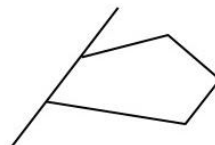


Chảy đến (flow into)
(1 luồng đổ vào 1 luồng khác)

- Quan hệ đường – vùng

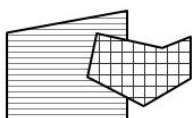


Giao cắt (intersect)
(đường giao cắt thực sự với vùng)

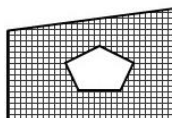


Đường biên (border)
(đường thẳng nằm chồng lên một phần đường biên của vùng)

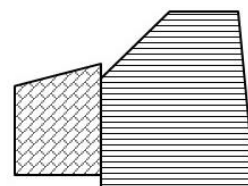
- Quan hệ vùng – vùng



Chồng xếp (overlap)
(2 đường giao cắt thực sự)



Nằm trong (inside)
1 vùng nằm gọn trong 1 vùng khác



Liên kề (adjacent to)
(2 vùng gần kề, mà cùng chia sẻ 1 phần đường biên)

Hình 3.18. Mối quan hệ Topology giữa các đối tượng không gian dạng vector

3.2.5. Khái niệm lớp thông tin trong bản đồ số

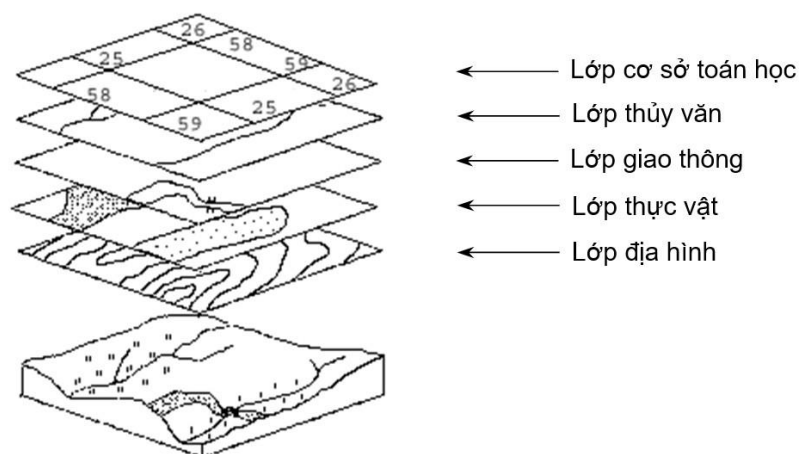
Phương pháp phổ biến nhất để tổ chức dữ liệu địa lý trong các cơ sở dữ liệu không gian là tổ chức các bản đồ chuyên đề theo các lớp thông tin (Layer), mỗi lớp thông tin là một biểu diễn của dữ liệu theo một mục đích quản lý nhất định.

Về nguyên lý, lớp thông tin là tập hợp các dữ liệu địa lý phản ánh một khía cạnh nào đó của đối tượng nghiên cứu. Tùy thuộc vào yêu cầu quản lý, các thông tin sẽ được tổ chức sao cho hợp lý nhất, thể hiện được các nội dung cần thể hiện của thông tin.

Ví dụ, khi thể hiện địa hình của một khu vực nào đó (trên bản đồ địa hình), những thông tin sau thường được thể hiện:

- Các thông tin về cơ sở toán học bản đồ - khung bản đồ: lưới chiếu, tọa độ, các điểm khống chế, Ẩn trong các thông tin trên là phép chiếu bản đồ;
- Các thông tin về địa hình: các đường đồng mức và độ cao mà chúng thể hiện, các điểm độ cao, các gò nổi cao, các hố hạ thấp, các địa hình đặc biệt, ...;
- Các thông tin thủy hệ: thể hiện các đối tượng: ao, hồ, sông, ngòi, đầm, vịnh, biển, đầm lầy, ...; các trạm đo thủy văn, ...;
- Các thông tin về hệ thống giao thông: đường bộ, đường sắt, đường hàng không, đường thủy, ...;
- Các thông tin về địa giới hành chính;
- Các thông tin về lớp phủ thực vật;
- Các thông tin về dân cư, địa danh, ...

Các thông tin được tổ chức thành các lớp. Mức độ chi tiết của các lớp tùy thuộc vào yêu cầu quản lý.



Hình 3.19. Tổ chức các lớp dữ liệu trong bản đồ số

3.3. CƠ SỞ DỮ LIỆU THUỘC TÍNH

3.3.1. Cơ sở dữ liệu thuộc tính

Cơ sở dữ liệu thuộc tính lưu trữ các số liệu mô tả các đặc trưng, tính chất, ... của đối tượng nghiên cứu. Các thông tin này có thể là định tính hay định lượng. Chúng được lưu trữ trong máy tính như là tập hợp các con số hay ký tự; ở dạng văn bản hay bảng biểu.

Thông thường, dữ liệu thuộc tính là các thông tin chi tiết cho đối tượng hoặc các số liệu thống kê cho đối tượng. Các dữ liệu thuộc tính chủ yếu được tổ chức thành các bảng dữ liệu, gồm có các cột dữ liệu gọi là trường dữ liệu và các hàng tương ứng với một bản ghi. Mỗi cột

diễn đạt một trong nhiều thuộc tính của đối tượng. Các trường thuộc tính có thể là số nhận dạng, kích thước, tọa độ, màu sắc hoặc bất kỳ đặc tính nào đó được sử dụng để mô tả các tính chất của đối tượng. Một bản ghi sẽ gồm toàn bộ nội dung thuộc tính của một đối tượng quản lý. Hình 3.20 mô tả về bảng dữ liệu thuộc tính trong GIS.

Bản ghi

Trường thuộc tính

OBJECTID *	Shape *	NAME	SYSTEM	MILES	KILOMETERS	Shape_Length
1	Polyline	Kolyma		2551.51838	4106.279	32.102618
2	Polyline	Parana	Parana	1616.20622	2601.03698	22.413819
3	Polyline	San Francisco		1493.57095	2403.67425	21.37487
4	Polyline	Japura	Amazon	1222.80771	1967.92219	17.696402
5	Polyline	Putumayo	Amazon	889.91926	1432.18908	12.878422
6	Polyline	Rio Marañon	Amazon	889.35232	1431.27668	12.838509
7	Polyline	Ucayali	Amazon	1297.90218	2088.77526	18.675594
8	Polyline	Guapore	Amazon	394.11109	634.26158	5.666521
9	Polyline	Madre de Dios	Amazon	567.87075	913.90121	8.13435
10	Polyline	Amazon	Amazon	1890.42772	3042.35459	27.351554
11	Polyline	Madeira	Amazon	840.96934	1353.41167	12.140025
12	Polyline	Purus	Amazon	1212.00277	1950.5333	17.502447
13	Polyline	Rio Juruena	Amazon	593.17115	954.61835	8.502385
14	Polyline	Rio Negro	Amazon	1633.70534	2629.19914	23.642651
15	Polyline	Rio Teles Pires	Amazon	737.19632	1186.40485	10.593737
16	Polyline	Tapajos	Amazon	504.47161	811.86998	7.29116
17	Polyline	Tocantins		1265.97721	2037.3969	18.200911
18	Polyline	Xingu	Amazon	1303.71136	2098.12426	18.774744
19	Polyline	Araguaia		1125.41588	1811.18492	16.118565
20	Polyline	Paraná	Parana	1707.07187	2735.00043	18.94061

Record: 1 Show: All Selected Records (0 out of 98 Selected) Options

Bảng thuộc tính

Hình 3.20. Mô tả dữ liệu thuộc tính trong GIS

Trong các phần mềm máy tính, việc mã hóa các dữ liệu thuộc tính được giải quyết dễ dàng. Hiện nay, các phần mềm GIS chủ yếu vẫn sử dụng mô hình dữ liệu quan hệ để quản lý dữ liệu thuộc tính, ví dụ như: MapInfo, ArcInfo, ArcView, ... Các phần mềm GIS, tùy thuộc vào loại dữ liệu mà chúng quản lý, thường có các chức năng cho phép cập nhật, tổ chức dữ liệu. Với dữ liệu thuộc tính, chúng ta có thể nhập trực tiếp từ các phần mềm GIS hoặc nhập từ các tệp dữ liệu của các phần mềm quản trị cơ sở dữ liệu khác.

Với những cơ sở dữ liệu GIS vừa và lớn, các dữ liệu thuộc tính được thu thập và quản lý trong các hệ quản trị cơ sở dữ liệu, ví dụ như: Foxpro, Microsoft Access, SQL Server, ...; hoặc trong bảng tính Excel. Trong những trường hợp này, việc thiết kế cơ sở dữ liệu thuộc tính cần phải được tổ chức rất khoa học. Tùy thuộc vào mục tiêu, yêu cầu xây dựng hệ GIS để phục vụ cho những đối tượng khai thác nào, tùy thuộc vào khả năng kinh tế trước mắt và lâu dài cho dự án, tùy thuộc vào các tiêu chuẩn quy định của các cơ quan, ban, ngành và các điều kiện ràng buộc khác, việc thiết kế bộ khung sườn cho cơ sở dữ liệu (các cơ sở dữ liệu con, các bảng dữ liệu cho từng cơ sở dữ liệu con; các trường dữ liệu cho từng bảng; loại dữ liệu, độ dài cho từng trường dữ liệu, ...) cần phải được tiến hành khoa học, cẩn trọng và tỉ mỉ. Các bảng biểu sau đó cần tiếp tục được chuẩn hóa, xác định các trường khóa liên kết dữ liệu hợp lý để tạo quan hệ giữa các bảng biểu sao cho mạch lạc, ngắn gọn và đầy đủ thông tin; tránh lặp lại và dư thừa dữ liệu không cần thiết. Các bảng biểu được chuẩn hóa tốt sẽ giúp cho việc khai thác thông tin trong hệ GIS đạt hiệu quả cao. Các cơ sở dữ liệu được thiết kế tốt sẽ đáp ứng được nhu cầu khai thác dữ liệu cho nhiều người sử dụng, khai thác dữ liệu trong nhiều lĩnh vực khác nhau.

Cũng cần thiết phải có kế hoạch sao lưu các cơ sở dữ liệu (cả không gian và thuộc tính) theo các giai đoạn. Khi đó, chúng ta vừa đảm bảo tránh mất dữ liệu do sự cố, lại vừa có cơ sở dữ liệu đa thời gian. Nghiên cứu, so sánh dữ liệu đa thời gian sẽ giúp chúng ta tìm ra sự biến động, xu hướng biến đổi của các đối tượng nghiên cứu. Đây là một lợi thế rất lớn của cơ sở dữ liệu GIS mà các hệ cơ sở dữ liệu khác không có được. Trong GIS, dữ liệu thuộc tính được liên

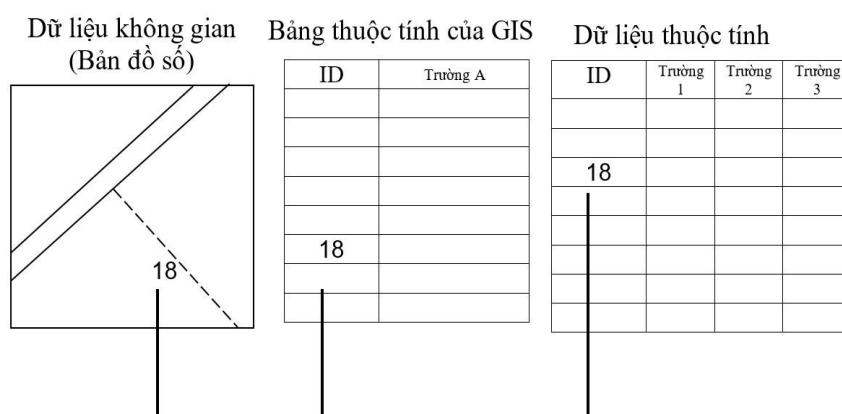
kết một - một với dữ liệu không gian, các dữ liệu không gian lại được tổ chức và quản lý trong một hệ lưới chiếu thống nhất, được tổ chức theo các lớp thông tin, được hiển thị đồng thời trên các thiết bị (như màn hình máy tính, ...) tùy theo nhu cầu của người sử dụng, ... Tất cả những điều đó sẽ đưa lại cho các nhà khai thác hệ GIS một tầm nhìn tổng quan về đối tượng nghiên cứu, không bị hạn chế về không gian (phạm vi có thể tới toàn cầu hoặc xa hơn), công cụ dễ sử dụng (bằng các phần mềm GIS chuyên dụng), lại hỗ trợ chồng xếp đa thời gian để so sánh trực quan ngay trên màn hình hoặc sử dụng các công cụ thống kê của các phần mềm.

3.3.2. Liên kết giữa dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính

Dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính của cùng một thực thể (entity) được liên kết với nhau thông qua một trường dữ liệu có cùng kiểu dữ liệu (số nguyên, số thực, ký tự, ...), có trong cả cơ sở dữ liệu không gian và cơ sở dữ liệu thuộc tính. Chúng ta gọi những trường dữ liệu này là trường khóa.

Trường khóa (trong tin học còn phân biệt ra: khóa chính, khóa ngoại) là một trường hay tổ hợp các trường trong một bảng vốn nhận dạng duy nhất cho mỗi hàng trong bảng (mỗi thể hiện của thực thể).

Các trường khóa có thể được tạo ra tự động sử dụng các phần mềm (ví dụ: ArcInfo) hoặc tạo thủ công bởi chính người sử dụng. Nếu thực hiện thủ công, chúng ta cần tạo ra một trường dữ liệu phù hợp làm khóa chính, mà trường này có mặt trong cơ sở dữ liệu lưu trong phần mềm quản trị dữ liệu GIS cũng đồng thời có mặt trong cơ sở dữ liệu lưu trong phần mềm quản trị dữ liệu thuộc tính. Khi đó, các dữ liệu thuộc tính không thuộc trường khóa sẽ được cập nhật hoặc tham chiếu vào cơ sở dữ liệu GIS.



Hình 3.21. Liên kết dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính

Trên cơ sở dữ liệu GIS đã được thiết lập mối quan hệ với dữ liệu thuộc tính, chúng ta có thể xem xét hoặc liệt kê: toàn bộ thuộc tính hoặc tập con các thuộc tính của một tập con các đối tượng không gian mà chúng ta quan tâm (sử dụng các câu truy vấn cơ sở dữ liệu thuộc tính). Ngược lại, khi cần tìm kiếm những đối tượng không gian có một hoặc một số thuộc tính mà chúng ta đang nghiên cứu thì các phần mềm GIS đã hỗ trợ tìm kiếm rất nhanh chóng (hàng trăm, hàng nghìn lần nhanh hơn khi chúng ta phải tự tìm kiếm thủ công trên các bản đồ tương tự). Đó chính là lợi thế của chức năng truy vấn dữ liệu rất hữu hiệu của các phần mềm GIS.

3.4. KHÁI QUÁT VỀ HỆ QUẢN TRỊ CƠ SỞ DỮ LIỆU

Hệ quản trị cơ sở dữ liệu (Database Management System - DBMS): là những chương trình cung cấp các chức năng cho phép tạo lập, chỉnh sửa, xử lý và phân tích dữ liệu.

Hệ quản trị cơ sở dữ liệu trong GIS cần phải cung cấp các chức năng cho phép thao tác với cả hai loại dữ liệu nói trên, đồng thời liên kết các dữ liệu thuộc tính mô tả cho đối tượng địa lý với dữ liệu không gian của chính nó trong các phần mềm GIS.

Các chức năng chính của hệ quản trị cơ sở dữ liệu trong GIS:

- Tạo các bản ghi (Record) có thể lưu trữ nhiều kiểu dữ liệu cho mỗi bản ghi, ví dụ: kiểu số nguyên (Integer), kiểu số thực (Real), kiểu ký tự (Char), kiểu ngày (Date), kiểu ảnh (Image), .v.v...
- Có thể thực hiện sắp xếp, xóa bỏ, chỉnh sửa, chọn lọc ... các bản ghi,
- Truy vấn dữ liệu sử dụng ngôn ngữ truy vấn chuẩn, ví dụ: SQL (Standard Query Language), SQL là một ngôn ngữ truy vấn phi thủ tục trong đó đặc tả của các truy vấn không phụ thuộc vào cấu trúc của dữ liệu. Đây là ngôn ngữ mạnh mẽ và có thể chuyển đổi trên các hệ thống, do đó đã được áp dụng rộng rãi. SQL cung cấp khả năng vừa định nghĩa vừa thao tác dữ liệu.
- Hỗ trợ lập trình can thiệp khi cần thiết,
- Cung cấp tài liệu về siêu dữ liệu (Metadata) hoặc diễn giải những nội dung mà dữ liệu phải tuân theo.

Siêu dữ liệu còn gọi là “dữ liệu của dữ liệu”, là các thông tin đi kèm với cơ sở dữ liệu. Nó là những thông tin mô tả đặc tính của dữ liệu như nội dung, định dạng, chất lượng, điều kiện và các đặc tính khác nhằm chỉ dẫn về phương thức tiếp cận, cơ quan quản lý, địa chỉ truy cập, nơi lưu trữ, bảo quản dữ liệu. Siêu dữ liệu được xây dựng theo chuẩn ISO (ISO 19115: Geographic Information - Metadata).

3.5. CÁC MÔ HÌNH CSDL

Ở phần 3.1 chúng ta đã được làm quen với khái niệm về cơ sở dữ liệu và hệ quản trị cơ sở dữ liệu, nhưng để hiểu rõ hơn về cơ sở dữ liệu, chúng ta sẽ làm quen với một số thuật ngữ nữa.

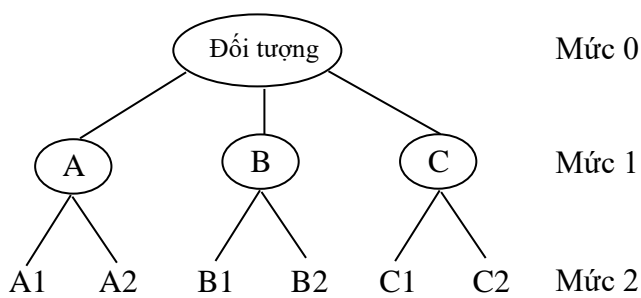
Lược đồ khái niệm: là sự biểu diễn thế giới thực bằng một loạt ngôn ngữ phù hợp. Nó là “bộ khung” của cơ sở dữ liệu khái niệm, trong đó bao gồm một số danh mục hoặc chỉ tiêu, hoặc một số kiểu của các thực thể trong cơ sở dữ liệu. Giữa các thực thể có một mối quan hệ nào đó với nhau.

Hệ quản trị cơ sở dữ liệu cung cấp ngôn ngữ định nghĩa dữ liệu (Data Definition Language) để xây dựng lược đồ khái niệm. Đây là một ngôn ngữ bậc cao, có khả năng mô tả lược đồ khái niệm bằng cách biểu diễn mô hình dữ liệu. Mỗi mô hình của cơ sở dữ liệu sẽ là nền tảng cho cấu trúc của một cơ sở dữ liệu, nghĩa là liên quan đến phương pháp tổ chức dữ liệu.

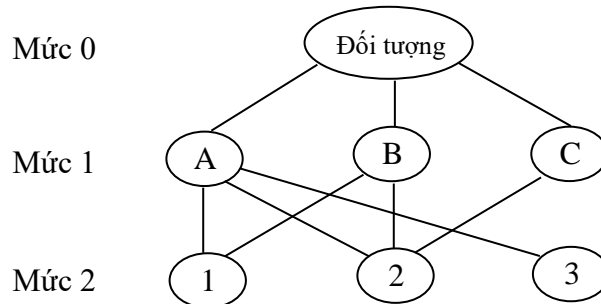
Có nhiều loại mô hình dữ liệu khác nhau. Chúng ta sẽ làm quen với 5 loại mô hình dữ liệu sau: mô hình phân cấp, mô hình mạng, mô hình quan hệ, mô hình hướng đối tượng và mô hình quan hệ - đối tượng. Cho đến nay, dù 5 kiểu mô hình trên đều đã được sử dụng nhưng mô hình quan hệ vẫn là mô hình phổ biến và thành công nhất trong GIS.

3.5.1. Mô hình phân cấp (Hierarchical Model)

Đây là mô hình có kiểu cấu trúc cây như hình 3.22.



Hình 3.23. Mô hình phân cấp



Hình 3.23. Mô hình mạng

Các nút trong cây được phân cấp theo các mức. Trừ mức 0 (mức gốc), các mức còn lại có thể là tập hợp các thực thể (cũng có thể chỉ có một thực thể). Giữa các nút con và nút cha được liên hệ theo một mối quan hệ xác định, biểu diễn bằng tập các mối liên kết nối tất cả các kiểu bản ghi trong cấu trúc cây.

Mô hình phân cấp có ưu điểm:

- Có tốc độ truy cập cao dù cơ sở dữ liệu lớn, mối quan hệ từ gốc đến lá rõ ràng,
- Dễ dàng trong cập nhật dữ liệu.

Nhược điểm cơ bản của mô hình này là các kết nối chỉ có thể theo chiều dọc mà không có theo chiều ngang hay theo đường chéo. Điều đó có nghĩa là không có mối liên hệ nào giữa các cây khác nhau tại cùng một mức trừ phi chúng có cùng nút cha. Mặt khác, các mối liên kết chỉ hạn chế trong tập liên kết đã có.

3.5.2. Mô hình mạng (Network Model)

Mô hình mạng có thể được biểu diễn bởi đồ thị có hướng như hình 3.23.

Ưu điểm của mô hình này là: các kết nối linh hoạt hơn, có thể có kết nối theo đường chéo.

Nhược điểm của mô hình mạng là: mối quan hệ giữa các mức dữ liệu phức tạp, khó khăn trong biểu diễn trực quan.

Nhận xét: Trong mô hình phân cấp và mô hình mạng, việc truy cập tuyến dữ liệu một cách cẩn thận là rất cần thiết. Một khi đã được xác định thì tuyến dữ liệu không thay đổi được. Trong thực tế, mối quan hệ giữa các thực thể lại phức tạp, đan xen nhau. Do vậy, hai mô hình này nhiều khi không biểu diễn được những mối quan hệ phức tạp đó.

3.5.3. Mô hình quan hệ (Relational Model)

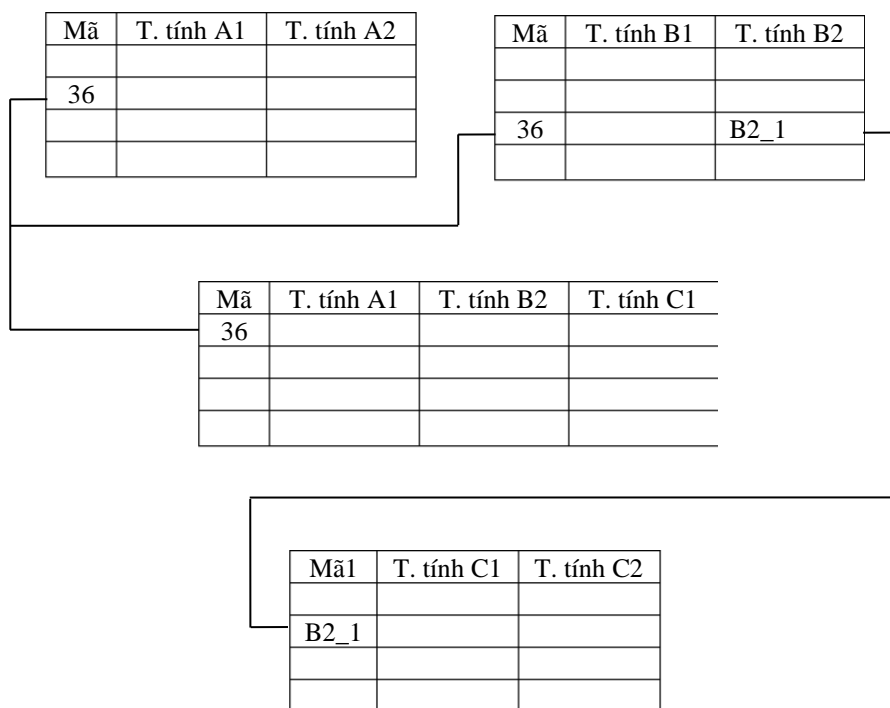
Mô hình cơ sở dữ liệu quan hệ là mô hình phổ biến nhất trong GIS. Mô hình này dựa trên cơ sở khái niệm lý thuyết tập hợp của các quan hệ, sử dụng để kết nối các quan hệ không gian phức tạp giữa các đối tượng. Thông thường, người ta sử dụng các bảng cùng những mối quan hệ giữa các bảng này để diễn đạt mô hình quan hệ.

Một bảng dữ liệu được tổ chức từ các hàng và các cột dữ liệu. Mỗi cột dữ liệu (còn gọi là trường dữ liệu - field) tương ứng với một thuộc tính của một đối tượng quản lý. Mỗi hàng dữ liệu (còn gọi là bản ghi - record) tương ứng với một đối tượng quản lý.

Trong mô hình quan hệ, việc tổ chức dữ liệu thành các bảng dữ liệu và việc xác định các khóa quan hệ giữa các bảng cần được lưu ý đặc biệt (chuẩn hóa dữ liệu) để tránh dư thừa dữ liệu mà việc khai thác dữ liệu lại hiệu quả.

Cơ sở dữ liệu quan hệ có nhiều ưu điểm như: cấu trúc dạng bảng tương đối đơn giản, giao diện người dùng đơn giản, có nhiều công cụ cho người dùng cuối, các thao tác dễ dàng, truy cập trực tiếp và nhanh chóng tới các nhà cung cấp dữ liệu, dữ liệu không bị phụ thuộc vào

các phần mềm ứng dụng, thuận tiện cho việc truy vấn và phân tích hệ thống tin địa lý, cho phép có thể tạo ra những cơ sở dữ liệu GIS rất lớn; dung nạp rộng rãi các nhà phát triển có kinh nghiệm, các công cụ cho các nhà phát triển, sách tham khảo và các cố vấn khoa học, ...



Hình 3.24. Mô hình quan hệ

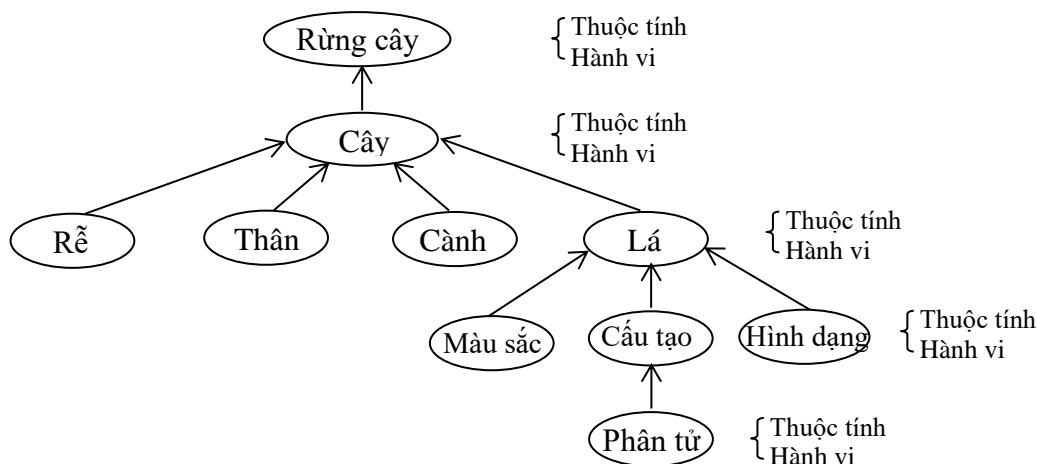
Mặc dù có nhiều ưu điểm, cơ sở dữ liệu quan hệ vẫn tồn tại những nhược điểm như: hạn chế trong việc biểu diễn thế giới thực, tính mềm dẻo trong truy vấn và quản trị dữ liệu bị hạn chế, truy cập tuần tự chậm chạp, đôi khi rất khó để mô hình hóa, các mối quan hệ phức tạp phải được diễn đạt bằng các thủ tục trong mỗi chương trình truy cập vào cơ sở dữ liệu, phiền toái do cần phải ráp lại cấu trúc dữ liệu mỗi lần dữ liệu được truy cập.

3.5.4. Mô hình hướng đối tượng (Object Oriented Model)

Các mô hình dữ liệu đã nói ở trên có khuynh hướng phân tích các đối tượng thành các cấu trúc phi tự nhiên. Những cấu trúc này được thực thi dễ dàng hơn trên cấu hình máy tính còn nhiều hạn chế hiện nay. Mô hình cơ sở dữ liệu hướng đối tượng lưu trữ cùng 1 thể hiện theo cấp độ cao của các ứng dụng cả về phương diện phân tích hay phương diện thực thi. Sự tiếp cận này cho phép người sử dụng coi cơ sở dữ liệu như là một tập hợp các đối tượng phức hợp có quan hệ với nhau. Các đối tượng đó có thể được xem xét ở bất cứ mức độ chi tiết nào. Sự tiếp cận như vậy là cần thiết đối với các ứng dụng của người sử dụng, theo đó mô hình hướng đối tượng đưa ra sự biểu diễn thế giới thực gần với tự nhiên hơn.

Trong cơ sở dữ liệu hướng đối tượng, mỗi đối tượng là một thể hiện (instance) của lớp. Các đối tượng thuộc về lớp nào sẽ có những thuộc tính mô tả theo những định nghĩa của lớp đó. Điều này có nghĩa là thay vì mô tả các đối tượng một cách riêng lẻ, cách tiếp cận hướng đối tượng tập trung vào hai yếu tố cơ bản để phân biệt đối tượng này với đối tượng khác. Đó là kiểu trạng thái và kiểu hành vi. Trạng thái của một đối tượng được xác định thông qua các đặc trưng hay thuộc tính, nhưng các thuộc tính này, khác với cơ sở dữ liệu quan hệ, không bị giới hạn vào kiểu dữ liệu. Hành vi của một đối tượng được thực thi như là một tập các quá trình (đôi khi còn gọi là phương thức) và được đóng gói cùng với các thuộc tính. Một số lượng tùy ý các thể hiện (instance) có thể cùng tồn tại, có các định danh (identities) khác nhau, nhưng ứng với cùng một kiểu cấu trúc và kiểu hoạt động là những đối tượng thuộc cùng một lớp. Cấu trúc phân lớp này chứa đựng cả thuộc tính và hành vi, là một đơn vị tự nhiên của sự trừu tượng hóa trong hệ thống hướng đối tượng.

Ví dụ: Con người nhận thức thế giới thực như là một tổng hòa các đối tượng có mối quan hệ tương quan với nhau. Chúng ta có thể xem xét các đối tượng với các mức độ chi tiết khác nhau như hình 3.25 sau đây:

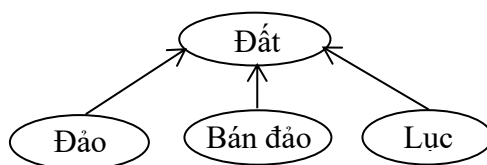


Hình 3.25. Các mức độ chi tiết khi nghiên cứu đối tượng

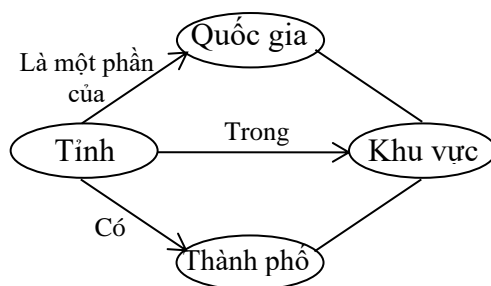
Mô hình hướng đối tượng cho phép mô tả thế giới thực phức tạp và đa dạng, đưa ra khả năng thiết lập được cấu trúc dữ liệu dễ hiểu hơn đối với người sử dụng.

Các đặc trưng của cơ sở dữ liệu hướng đối tượng là: đối tượng (object), thuộc tính (attribute), hành vi (behavior) (trong lập trình hướng đối tượng có thể hiểu là phương thức - method), thông điệp (message), lớp (class), mối quan hệ (relationship).

Sau đây là một số hình vẽ minh họa.

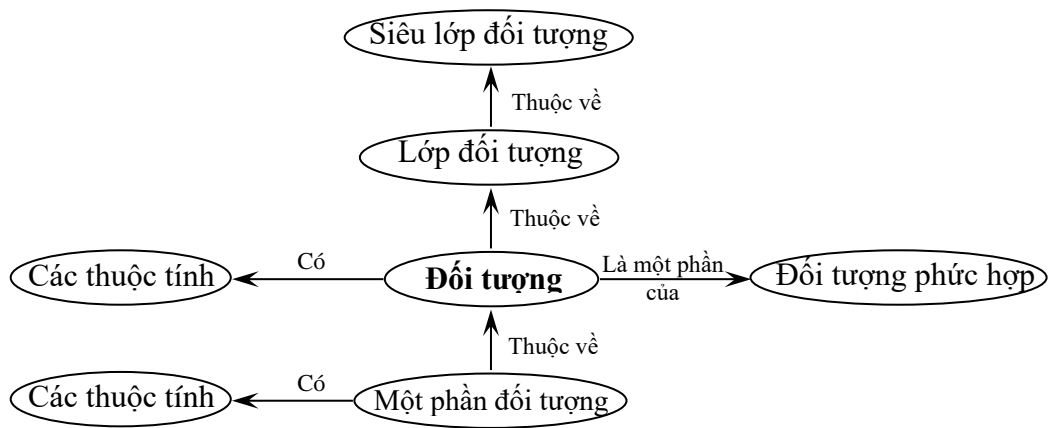


Hình 3.26. Đảo, Bán đảo, Lục địa là những kế thừa từ siêu lớp Đất



Hình 3.27. Các mối quan hệ không gian cho đối tượng Tỉnh

Một cơ sở dữ liệu hướng đối tượng dựa trên mô hình ngữ nghĩa (semantic model) như trong hình 3.28, mà thường được điều khiển bởi ngôn ngữ đặc dụng mặc dù ngôn ngữ này vẫn còn chưa hoàn thiện. Ngôn ngữ này có những thành ngữ như: “là một”, “là một phần của”, “có”, “thuộc về”...



Hình 3.28. Mô hình hướng đối tượng

Mô hình hướng đối tượng có những ưu điểm cơ bản như sau: không nhất thiết phải biết rõ sự hoạt động nội tại của mỗi đối tượng; cho phép biểu diễn phức hợp thế giới thực; hỗ trợ đưa vào trong cơ sở dữ liệu những sự phát sinh mới, thu nạp thêm hay kết hợp các đối tượng; lưu trữ lịch sử của dữ liệu; tích hợp được với công nghệ mô hình mô phỏng; cập nhật dữ liệu đồng thời và đa dạng; cảm nhận trực quan về đối tượng; phù hợp được với những quan hệ dữ liệu phức tạp; với GIS, mô hình này làm cho giá thành lưu trữ dữ liệu giảm xuống cũng như làm giảm thiểu các rắc rối; đảm bảo ở mức độ cao về tính toàn vẹn dữ liệu.

Tuy có nhiều ưu điểm, mô hình này vẫn tồn tại những nhược điểm như: mô hình phức tạp, thiết kế khó khăn hơn rất nhiều; nhập dữ liệu và chuyển đổi dữ liệu khó khăn; một số ứng dụng không thể làm việc được với mô hình hướng đối tượng; thực thi chậm; yêu cầu có ngôn ngữ đặc biệt cho cơ sở dữ liệu hướng đối tượng.

3.5.5. Mô hình quan hệ đối tượng (Object Relational Model)

Là mô hình dữ liệu logic được phát triển nhất gần đây.

Cơ sở dữ liệu quan hệ đối tượng được mở rộng bởi các phần mềm mà chúng kết hợp chặt chẽ với các hành vi hướng đối tượng nhưng dữ liệu không bị tóm lược. Các thông tin của cơ sở dữ liệu vẫn được tổ chức trong các bảng biểu nhưng một số cột trong bảng có thể chứa đựng những cấu trúc dữ liệu đa dạng. Những cấu trúc dữ liệu này được gọi là kiểu dữ liệu trừu tượng hóa.

Ưu điểm của cơ sở dữ liệu hướng đối tượng: Thực hiện nhanh chóng, là kho chứa nhất quán cho dữ liệu đồ họa, tiếp cận và chỉnh sửa dữ liệu chính xác hơn, tính toàn vẹn dữ liệu cao, có thể làm việc với các đối tượng dữ liệu trực quan hơn, chỉnh sửa dữ liệu đồng thời, yêu cầu không nhiều với các ứng dụng lập trình để mô hình hóa các mối quan hệ phức tạp.

Nhược điểm của mô hình này: là sự thỏa hiệp giữa mô hình hướng đối tượng và mô hình cơ sở dữ liệu quan hệ, không tóm lược dữ liệu, hỗ trợ hạn chế cho các quan hệ đối tượng và khó khăn trong việc mô hình hóa các mối quan hệ phức tạp.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 3

1. Khái niệm CSDL? Nêu ưu điểm khi sử dụng CSDL?
2. Trình bày CSDL không gian?
3. Trình bày CSDL thuộc tính?
4. Liên kết giữa dữ liệu không gian và thuộc tính?
5. Trong bảng thuộc tính, mỗi hàng và mỗi cột trong bảng có tên gọi là gì? Chúng cho biết thông tin gì?
6. Định nghĩa dữ liệu raster? Lấy ví dụ minh họa dữ liệu này?
7. Định nghĩa dữ liệu vector? Trình bày dữ liệu vector điểm, đường, vùng?
8. So sánh dữ liệu raster và vector?
9. Khái niệm và chức năng của Hệ quản trị CSDL? Lấy ví dụ Hệ quản trị CSDL?
10. Nêu quan hệ Topology của các đối tượng địa lý?
11. Kể tên các mô hình CSDL? Trình bày chi tiết các mô hình CSDL?

THỰC HÀNH: Sử dụng phần mềm ArcGIS

1. Sinh viên dựa theo dữ liệu giáo viên cung cấp (hoặc sinh viên tự tìm dữ liệu) sẽ tạo một CSDL đơn giản cho một khu vực nghiên cứu.
2. Với CSDL đã tạo, hãy thực hiện một số thao tác với dữ liệu không gian và thuộc tính như: số hóa, chỉnh sửa dữ liệu, thêm bớt trường thuộc tính và gán thuộc tính...

TÀI LIỆU THAM KHẢO CHƯƠNG 3

- Asadi Tawfiq, Hadi Israa and Abdulkadhem Abdulkadhem, (2014). Image Retrieval Based on Quad Chain Code and Standard Deviation. International Journal of Computer Science and Mobile Computing. 3. 466-473.
- Bolstad Paul, (2016). GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems, 5th Edition, ISBN 978-1-50669-587-7, Eider Press, 2303 4th St. White Bear Lake, MN 55110.

Chương 4 CÁC CHỨC NĂNG CỦA HỆ THỐNG TIN ĐỊA LÝ- GIS

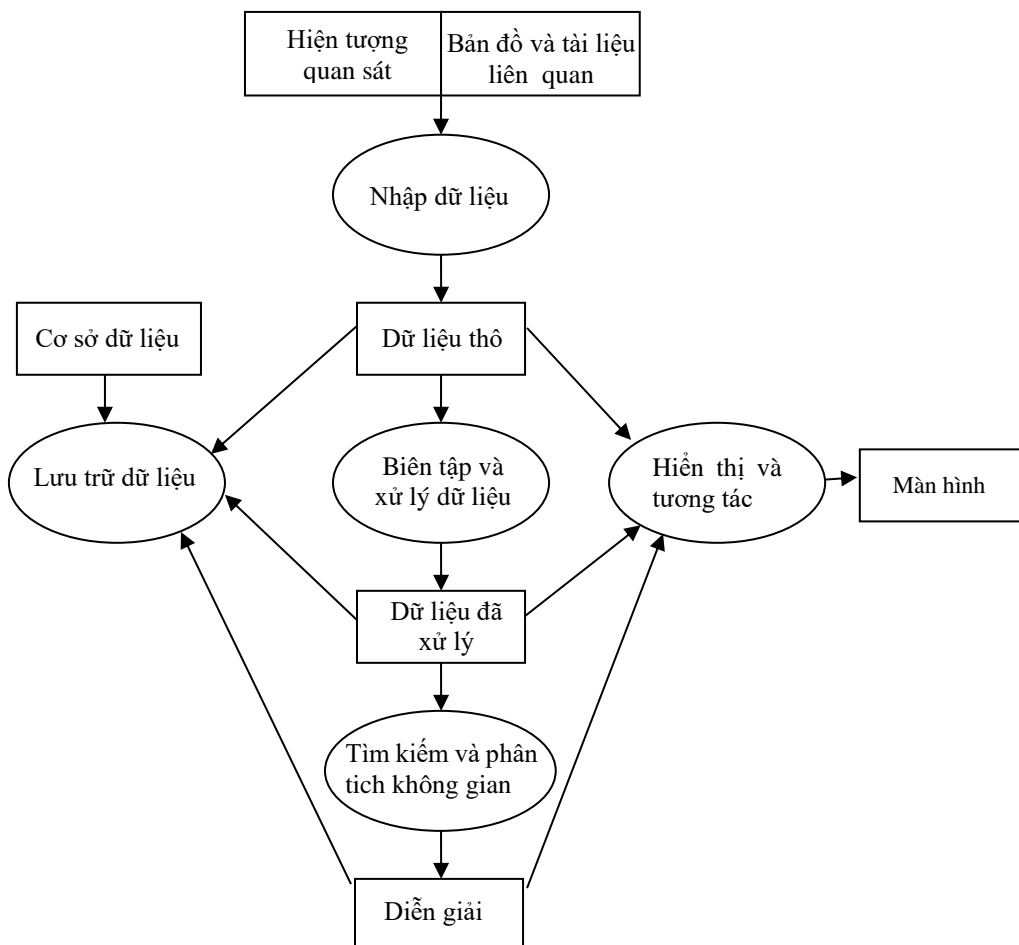
Tóm tắt nội dung chính: Chương 4 giới thiệu khái quát về những chức năng mà hệ thống tin địa lý có thể làm được như: Chức năng nhập dữ liệu; lưu trữ, biên tập dữ liệu không gian và thuộc tính; xử lý dữ liệu; tìm kiếm và phân tích không gian; hiển thị và tương tác.

Mục đích: Chương 4 cung cấp các kiến thức cơ bản cho người học về chức năng của một hệ thống thông tin địa lý. Thông qua những chức năng này đã cho người học hiểu hơn về sự khác biệt của một hệ thống tin địa lý với một hệ đồ họa thông thường.

4.1. KHÁI QUÁT VỀ NHỮNG CHỨC NĂNG CỦA HỆ THỐNG

Trong những chương trước chúng tôi đã nêu khái quát thế nào là hệ thống tin địa lý và đã có một số khái niệm về các loại dữ liệu không gian, phi không gian, và sự tương tác lẫn nhau giữa các loại dữ liệu đó. Trong chương này chúng tôi tiếp tục trình bày về những đặc điểm mà hệ thống tin địa lý có thể làm được. Phần lớn các phần mềm về GIS đều có các chức năng mà có thể phân ra thành 5 đặc trưng sau:

- Nhập dữ liệu
- Xử lý dữ liệu sơ bộ
- Lưu trữ và biên tập dữ liệu
- Tìm kiếm và phân tích không gian
- Hiển thị và tương tác



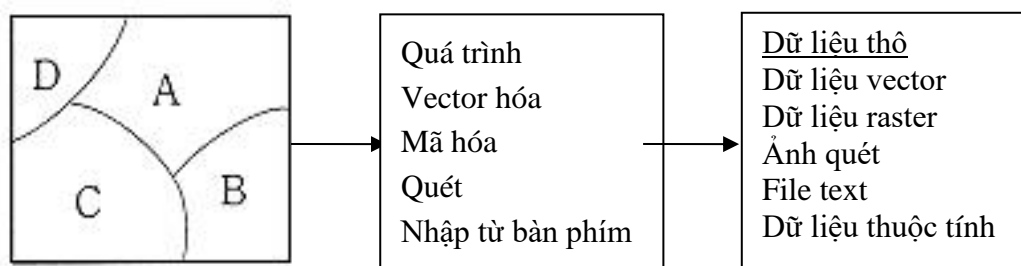
Hình 4.1. Khái quát về 5 loại chức năng của GIS và sự khác nhau giữa các chức năng đó

Nguồn: (Christopher Jones, 1997)

Mỗi phần mềm khác nhau sẽ có những khả năng khác nhau trong mỗi chức năng nêu ở trên. Có những chức năng mạnh, có chức năng yếu và chúng cũng sử dụng những thuật toán và các hàm khác nhau để thực hiện các chức năng trên. Hình 4.1 biểu diễn mối quan hệ giữa những chức năng của hệ thống thông tin địa lý.

4.2. NHẬP DỮ LIỆU

Nhập dữ liệu là việc thu nhận dữ liệu thực hoặc từ những văn bản hoặc bản đồ sẵn có để đưa vào hệ thống phần mềm GIS. Nhập dữ liệu là một quá trình đọc dữ liệu dưới khuôn dạng mà hệ phần mềm có thể xử lý được. Có rất nhiều loại khuôn dạng format để nhập vào và mỗi loại dữ liệu lại có một số loại format khác nhau. Ví dụ như dữ liệu không gian có thể đọc các loại format như: DLG, DGN, DXF và NTF, SHP. GIS có thể nhập các loại format ảnh như là các ảnh hàng không quét mà nó thường được lưu trữ dưới dạng TIFF hay GIF. Hiện nay có rất nhiều loại dữ liệu không gian và có thể thu thập theo nhiều cách khác nhau như là: dữ liệu khảo sát trực tiếp ngoài thực địa, được nhập vào dưới dạng số đo, dữ liệu ảnh hàng không dưới dạng tương tự sau đó được quét và chuyển sang dạng số, ảnh vệ tinh số, bản đồ giấy ở các tỷ lệ khác nhau rồi được quét hoặc vector hóa trực tiếp bằng bàn số hóa. Dữ liệu phi không gian cũng có thể được nhập trực tiếp từ các tài liệu có liên quan như các tài liệu thống kê, các bản đồ, và các số liệu điều tra thu thập. Hình 4.2 mô tả quá trình nhập dữ liệu.

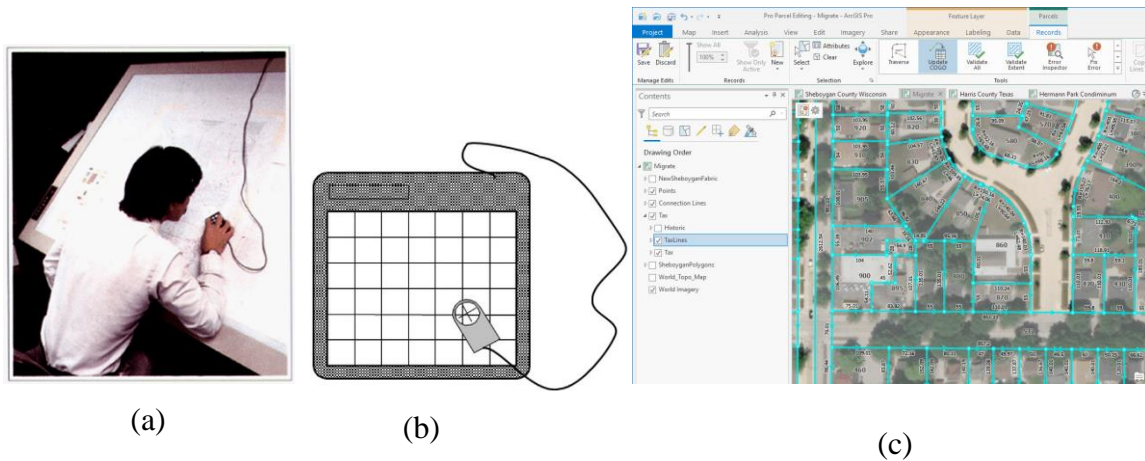


Hình 4.2. Nhập dữ liệu (Nguồn: (Christopher Jones, 1997))

4.2.1. Vector hóa bản đồ

Vector hóa bản đồ hay còn gọi là số hóa bản đồ là một phương pháp thông dụng được áp dụng vào việc chuyển dữ liệu từ bản cứng thành dạng số. Các đối tượng dạng điểm, đường và vùng được đưa vào máy tính bằng phần mềm chuyên dụng. Có hai cách số hóa bản đồ đó là: (1) số hóa trực tiếp trên bản đồ giấy thông qua “Bàn số hóa” và phần mềm chuyên dụng, ví dụ như Autocad, Microstation và (2) vector hóa từ file ảnh quét trên phần mềm chuyên dụng như Microstation và IrasC, IrasB, Igeovec hoặc có thể sử dụng ArcGIS, MapInfo. Chi tiết một số phần mềm GIS đã được trình bày ở chương 1 của cuốn giáo trình này. Hình 4.3 dưới đây là thiết bị bàn số hóa được dùng phổ biến vào khoảng các năm từ 1990 đến năm 2000 và giao diện phần mềm ArcGIS Pro được sử dụng để vector hóa bản đồ quét.

Bàn số hóa: Thiết bị bàn số hóa thường có kích thước từ 25cm x 25cm đến 200cm x 150cm. Đây là thiết bị hay được sử dụng nhất để chuyển đổi đối tượng từ bản đồ giấy vào dưới dạng số. Bản chất của nó là nhập tọa độ từng điểm di chuột mà người điều khiển thao tác. Bàn số hóa bao gồm lưới các cuộn dây phát sinh trường điện từ để con chuột (cursor) có thể nhận biết. Độ chính xác số hóa bằng bàn số hóa khá cao (đến 0.1 mm). Tọa độ x/y theo đơn vị bàn số hóa sẽ được chuyển trực tiếp vào GIS. Dữ liệu thu được từ bàn số hóa là dữ liệu vector.



Hình 4.3. (a,b) Bàn số hóa được sử dụng để chuyển bản đồ, bản vẽ thành dạng số; (c) Giao diện phần mềm ArcGIS Pro sử dụng vector hóa bản đồ

4.2.2. Quét ảnh, bản đồ (Scan)

Quét (Scan) là việc chuyển các dữ liệu, bản đồ trên giấy thành dữ liệu, hình ảnh, file lưu trữ trên máy tính thông qua một chiếc máy scan, máy in có tính năng scan hoặc qua ứng dụng scan trên smartphone.

Máy Scan có cách thức hoạt động tương tự như máy Photocopy, là một thiết bị sử dụng bộ tách điện tử chuyển động theo bản đồ và ghi nhận cường độ ánh sáng cho các pixel có hình dạng đều đặn tức là biến bản đồ giấy thành giá trị độ sáng phản xạ từ đó chuyển thành thông tin dạng số được lưu thành các file để lưu trữ trên máy tính hoặc điện thoại. Như vậy, có thể hiểu scan có hoạt động trái ngược so với máy in và máy photocopy khi chuyển các giấy tờ bản cứng sang các file (tệp tin, tài liệu) trên máy tính. Các máy scan ảnh hoặc bản đồ thường được phân thành hai loại là máy quét dạng trống (Drum-scanner) và dạng bàn Flat-bed scanner

Máy quét dạng trống là dạng máy quét đứng với kích thước lớn để quét những bản đồ khổ A1 đến A0. Máy quét trống về cơ bản hoạt động như một máy ảnh kỹ thuật số chính xác, được sử dụng để quét các vật liệu phản chiếu và trong suốt ở độ phân giải cực cao. Nó ghi lại hình ảnh với ánh sáng tương tự, tạo ra chi tiết nhất có thể trong mỗi kênh màu và sau đó chuyển nó thành dạng số. Với điều này, chúng ta sẽ đạt được các vùng bóng tối ít nhiễu về cơ bản, tăng chi tiết trong phần tối trên phim trong suốt và tăng độ sắc nét và tông màu tổng thể. Mặc dù nghe có vẻ cực kỳ phức tạp, nhưng quá trình này tương đối đơn giản. Người dùng gắn tài liệu hoặc vật liệu trong suốt lên trống acrylic, quay trên máy với số vòng quay lên đến 2.000 RPM.



Hình 4.4. Máy quét dạng trống

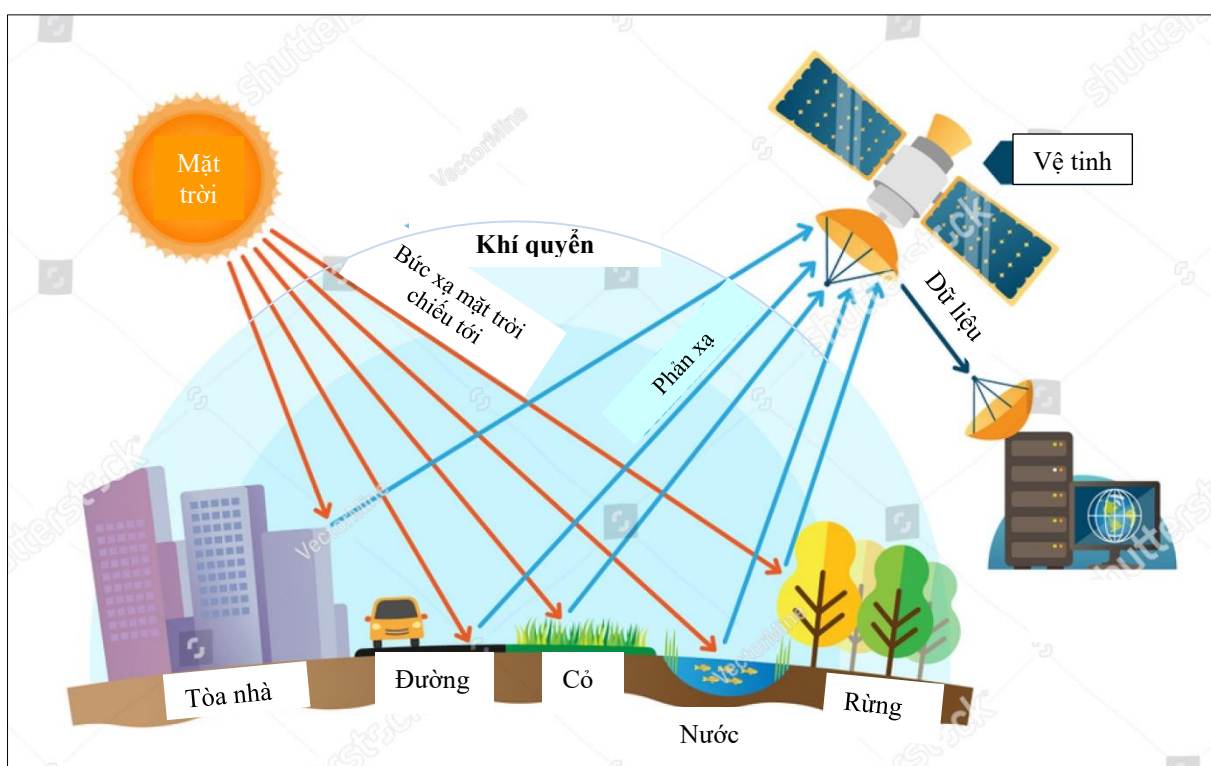
Máy quét dạng bàn: Là một máy quét quang học sử dụng một bề mặt phẳng để quét tài liệu, bản đồ. ... Máy quét phẳng là loại máy quét hiệu quả cho các vật liệu mỏng manh như ảnh cổ điển, giấy tờ và các tài liệu dễ vỡ khác. Máy quét dạng bàn còn được gọi đơn giản là máy quét phẳng. Dữ liệu đầu ra của máy quét scanner là tập dữ liệu raster



Hình 4.5. Máy quét dạng bàn

4.2.3. Ảnh viễn thám

Viễn thám là quá trình tìm kiếm và giám sát các đối tượng địa lý của một khu vực bằng cách đo bức xạ, phản xạ và phát ra của các đối tượng đó ở các khoảng cách xa (thường là từ vệ tinh hoặc máy bay). Bộ cảm biến thu thập các hình ảnh từ xa, giúp các nhà nghiên cứu có thể "thu nhận" các thông tin, đo đạc các đối tượng trên bề mặt Trái đất mà không cần tiếp xúc trực tiếp (Hình 4.6).



Hình 4.6. Hệ thống viễn thám vệ tinh

Viễn thám có thể được chia thành nhiều loại khác nhau trên các cơ sở của viễn thám hàng không và viễn thám vệ tinh. Viễn thám hàng không lại chia ra loại chụp ảnh hàng không

có người lái và không người lái (UAV). Viễn thám vệ tinh chia ra thành viễn thám bị động và viễn thám chủ động.

Viễn thám bị động hay còn gọi là viễn thám quang học bao gồm: viễn thám trong dải sóng nhìn thấy và hồng ngoại, viễn thám hồng ngoại nhiệt. Viễn thám chủ động bao gồm: viễn thám Radar và Lidar.

Dữ liệu thu nhận được từ các hệ thống viễn thám đều có dạng ảnh (raster). Không giống như các dữ liệu địa lý dạng vector, các dữ liệu viễn thám ở dạng raster trong đó từng diện tích nhỏ của bề mặt Trái đất được thể hiện thông qua một số đặc tính. Những dữ liệu đó được xử lý, phân tích bằng cách sử dụng hệ thống xử lý ảnh số bằng các phần cứng và phần mềm đặc biệt. Các dữ liệu viễn thám được đưa vào GIS bằng cách giải đoán bằng mắt hoặc phân loại tự động bằng các thuật toán. Các loại dữ liệu viễn thám vệ tinh được dùng để xây dựng cơ sở dữ liệu GIS có sự khác nhau ở nguồn cung cấp, độ phân giải, chu kỳ lặp lại và diện tích nó phủ.

4.2.4. Nhập dữ liệu từ bàn phím

Có rất nhiều loại dữ liệu có thể nhập trực tiếp vào máy tính qua bàn phím đó là dữ liệu đo ngoại nghiệp, dữ liệu thuộc tính, dữ liệu bảng biểu thống kê vv. Trong các loại dữ liệu này thì dữ liệu đo ngoại nghiệp bao gồm tọa độ, các thông tin đi kèm có thể đã có sẵn file từ các máy đo toàn đạc điện tử, máy đo GPS, GNSS, chúng ta chỉ cần nhập vào máy thông qua các phần mềm GIS chuyên dụng.

a. Dữ liệu đo từ các thiết bị đo

Thiết bị đo đạc tọa độ các điểm trên bề mặt trái đất trước tiên cần phải kể đến đó là máy toàn đạc điện tử (Hình 4.7). Thiết bị này đo khoảng cách và góc, hướng của chúng so với các điểm đã biết (các điểm mốc). Ngoài ra còn có thiết bị đo thủy chuẩn điện tử được sử dụng chuyên biệt để đo độ cao. Máy toàn đạc điện tử cho phép xử lý tự động các dữ liệu đo đạc. Dữ liệu đo đạc có thể đưa vào GIS thông qua việc nhập từ bàn phím hay trực tiếp từ file máy tính.



Hình 4.7. Đo đạc bằng máy toàn đạc điện tử

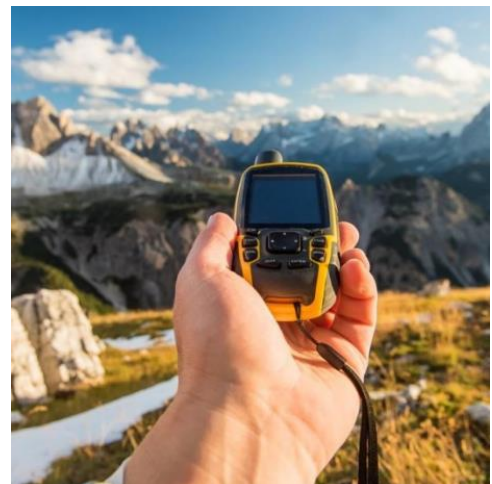
b. Thiết bị định vị tọa độ bằng GNSS, GPS

GNSS là tên viết tắt của Global Navigation Satellite System – hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu. Hệ thống này gồm tập hợp các vệ tinh nhân tạo trên quỹ đạo ngoài Trái Đất (Hình 4.8). Các vệ tinh này di chuyển liên tục theo quỹ đạo nhất định quanh trái đất. Chúng ta sẽ xác

định vị trí của các đối tượng trên mặt đất và định vị chính xác theo tọa độ bằng thiết bị thu tín hiệu của ít nhất 4 vệ tinh.



Hình 4.8. Hệ thống định vị vệ tinh GNSS



Hình 4.9. Thiết bị định vị GNSS hai tần số Trimble (trái) và thiết bị cầm tay (phải)

Một hệ thống GNSS bao gồm:

- Phần không gian: Là các vệ tinh bay trên quỹ đạo ngoài Trái Đất. Các vệ tinh này hoạt động bằng năng lượng Mặt Trời và có tuổi thọ khoảng 10 năm.
- Phần điều khiển: Gồm các trạm quan sát trung tâm và trạm con, có nhiệm vụ phân tích dữ liệu từ vệ tinh.
- Phần người sử dụng: Thiết bị thu vệ tinh là khu vực có phủ sóng vệ tinh. Để có thể sử dụng được các dữ liệu từ GNSS, người dùng cần 1 máy thu GNSS và ăng ten tương ứng.

Dữ liệu đo được từ thiết bị GNSS sẽ được trút trực tiếp vào máy tính bằng cáp USB hoặc phần mềm chuyên dụng, sau đó dữ liệu này có thể được nhập vào phần mềm GIS theo đúng chuẩn của những phần mềm GIS được người sử dụng chỉ định.

4.3. LƯU TRỮ VÀ BIÊN TẬP DỮ LIỆU

4.3.1. Lưu trữ dữ liệu

Chức năng của lưu trữ dữ liệu liên quan đến việc tạo ra cơ sở dữ liệu không gian. Trong thực tế nội dung của cơ sở dữ liệu này có thể bao gồm việc kết nối dữ liệu không gian vector

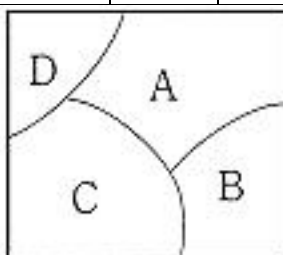
và (hoặc) dữ liệu không gian raster và cơ sở dữ liệu thuộc tính mà thuộc tính này chính là dữ liệu tham khảo của các đối tượng không gian được liên kết với chúng.

Như đã nói ở trên thì dữ liệu thuộc tính thường được lưu dưới dạng bảng và lưu giữ những thông tin liên quan đến các đối tượng không gian, nhưng đôi khi các dữ liệu trong bảng thuộc tính bao gồm các giá trị của dữ liệu không gian ví dụ như diện tích, chiều dài của đối tượng mà nó có thể nhận được từ dữ liệu không gian đã được xử lý để tạo liên kết topology.

Đối với dữ liệu raster, các file thuộc tính thường có liên quan đến các lớp đối tượng ví dụ như đất hoặc thực vật mà không giống như đối với dữ liệu vector là có liên kết với từng đối tượng riêng biệt.

Sự lựa chọn dữ liệu không gian được tổ chức phù hợp với mô hình vector hay raster thì được làm ở khâu thu nhận dữ liệu, do đó mỗi mô hình dữ liệu sẽ có những cách tiếp cận thông tin khác nhau. Tuy nhiên, như đã đề cập ở trên, rất nhiều cơ sở dữ liệu GIS có thể duy trì cả hai mô hình dữ liệu không gian. Khi xây dựng dữ liệu không gian, nó có thể cần thiết kết nối với nhau những bảng của dữ liệu mà nó liên quan đến cùng một hiện tượng, nó được mô tả như một toán tử kết nối.

soils_id	samp_date	pH	O.M.	parcel_id
A	7/26/95	4.0	0.50	003
B	7/26/95	6.5	0.25	004
C	7/27/95	5.0	0.33	005
D	7/27/95	5.0	0.45	006



Hình 4.10. Lưu trữ dữ liệu

4.3.2. Biên tập dữ liệu

Chúng ta đã hoàn thành việc chuẩn bị cho khai thác dữ liệu số với các dữ liệu đã được số hóa và lưu trữ. Trước khi bắt đầu thì tốt hơn hết là phải xem xét lại sự chuẩn bị như thế nào rồi. Chúng ta có quên gì nữa hay không? Có còn sự chuẩn bị nào có lỗi hay không? Chúng ta đã từng truy cập vào dữ liệu nhập vào lần nào chưa? Tất cả các phân tích không gian phải được dựa trên dữ liệu có chất lượng tốt, đã được biên tập và đang được lưu trữ với một format thích hợp. Chúng ta cần phải chắc chắn rằng mỗi một điểm, đường, vùng phải được nhập vào một cách chính xác, không thì khi tìm kiếm đường đi sẽ không đi được đến đích, hoặc tìm một vùng nào đó mà lại không thấy... Đối với các dữ liệu thuộc tính thì phải đảm bảo rằng thuộc tính phải được gắn kết với thực thể một cách chính xác, để tiết kiệm thời gian cho người tìm kiếm không tìm phải những cái sai hoặc những đối tượng không tồn tại... Với từng lớp đối tượng mà chúng ta tạo ra, nó đều có khả năng tồn tại lỗi. Và đối với cơ sở dữ liệu sẽ gồm rất nhiều lớp, vì vậy sẽ tăng khả năng rủi ro nếu gặp phải lỗi.

Việc lưu trữ và biên tập của hệ thống GIS thì thường tồn tại một số công cụ. Những công cụ này thì có thể kiểm tra từng lớp đối tượng để phát hiện lỗi mà nó còn sót lại sau khi chúng ta số hóa. Trước khi chúng ta có thể sử dụng những công cụ này chúng ta cần phải biết những lỗi nào có thể xảy ra và làm thế nào để phát hiện ra nó rồi sau đó sửa chữa nó. Nếu chúng ta nhập dữ liệu một cách cẩn thận thì sẽ còn lại ít lỗi. Tuy nhiên kể cả việc làm rất cẩn thận cũng vẫn có lỗi và rất nhiều loại lỗi sẽ không xuất hiện cho đến khi GIS kết thúc công việc của chúng trong việc tổ chức các lớp dữ liệu. Trong raster, ví dụ chúng ta cần phải hiển thị từng lớp

để tách ra những ô lưới phi lý hoặc sai lệch vị trí bằng cách so sánh chúng với những tài liệu liên quan. Trong hệ thống vector chúng ta cần phải xây dựng topology sau khi nhập dữ liệu đầu vào để giúp cho chúng ta xác định những vùng nào đó mà chưa kết nối hoàn toàn hoặc các đường bắt vào sai vị trí hoặc là các điểm ở những vị trí sai lệch thực tế. Trong trường hợp mà các thuộc tính thực thể đã ổn định, chúng ta có thể xuất ra một phần mẫu của bản đồ để so sánh lại với bản đồ gốc đã nhập.

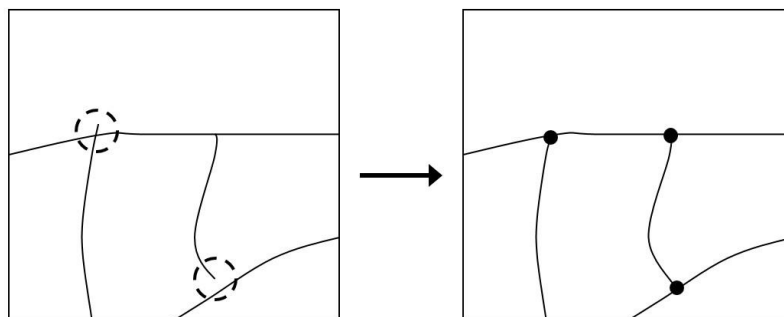
Như các bạn đã biết có rất nhiều loại lỗi được tìm thấy và được sửa chữa.

a. Tìm kiếm và biên tập lỗi của các loại dữ liệu khác nhau

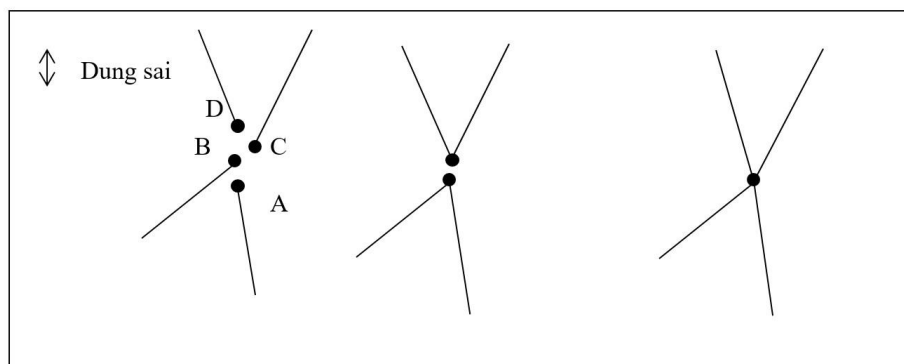
Đối với dữ liệu vector, có hai cách nhập vào đã được nói ở trên đó là: số hóa trực tiếp bằng bàn số hóa, hoặc vector hóa từ file ảnh quét. Cả hai phương pháp này đều để lại lỗi và chúng thường tồn tại ở các dạng sau đây:

- Đường lơ lửng (chưa tới đích và vượt quá đích) (undershoot, overshoot)
- Các điểm nút giả và thiếu nút tại chỗ cắt nhau
- Polygon không có nhãn
- Xung đột các nhãn trong một polygon
- Các đường số hóa bị trùng nhau tạo nên các polygon vụn

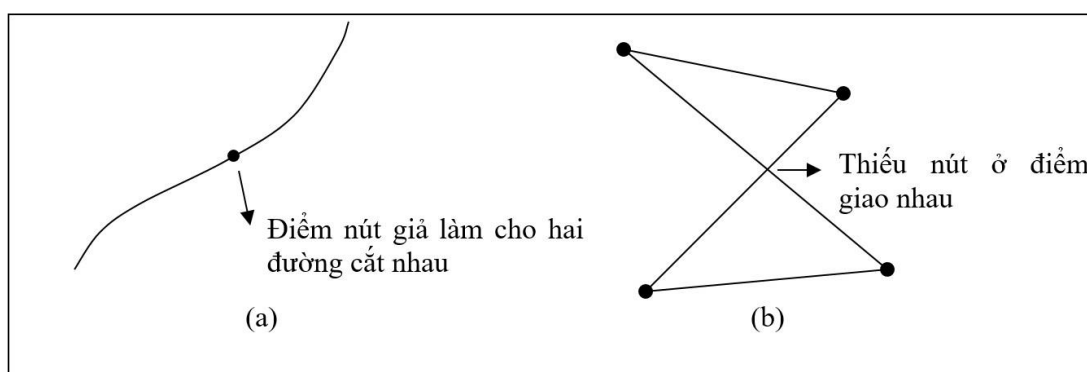
Trong một mạng lưới các đoạn thẳng, hoặc các đường thẳng tạo nên các polygon, thì các chuỗi đường thẳng cần phải bắt vào các điểm nút một cách chính xác mà các điểm nút này sẽ chia sẻ với một số các chuỗi đường khác. Khi số hóa đến điểm gặp nhau, thì lỗi hay xảy ra ở đây là đường bị ngắn hơn (chưa bắt tới đích) hoặc dài hơn (bắt vượt qua đích), do đó các đường này cần phải sửa chữa (Hình 4.11). Những lỗi loại này thường được gọi là lỗi đường lơ lửng, những lỗi này có thể phát hiện bằng mắt thường trên màn hình hoặc là sử dụng những công cụ đánh dấu những đường lơ lửng để sửa trực tiếp. Người biên tập có thể dùng con trỏ để di chuyển nút bị vượt quá hoặc chưa bắt tới vào đúng vị trí nút cần phải bắt vào bằng cách bật chức năng bắt điểm (snap) để dễ dàng bắt đúng vào vị trí. Phương pháp này thì rất tốt nhưng tốc độ xử lý khá tốn thời gian. Có một cách nhanh hơn mà người ta thường sử dụng trước tiên để cho những đường lơ lửng tự động bắt vào những đường gần sát với nó. Phương pháp này đòi hỏi người biên tập phải đưa ra một giới hạn dung sai nhỏ nhất (Hình 4.12) để những đường lơ lửng có thể bắt vào đường đối diện hoặc những đường quá dài sẽ bỏ bớt đi. Đối với phương pháp tự động này người biên tập phải rất cẩn trọng bởi nếu dung sai đưa ra không hợp lý sẽ làm sai lệch dữ liệu, lấy ví dụ như đối với các con sông và suối, có nhiều đoạn suối có điểm cuối cùng không bắt vào đầu cả, nếu dung sai chúng ta đưa ra quá lớn điểm cuối của con suối đó có thể bắt vào một con suối gần kề, lúc đó chúng ta sẽ khó kiểm tra được lỗi sai kiểu này.



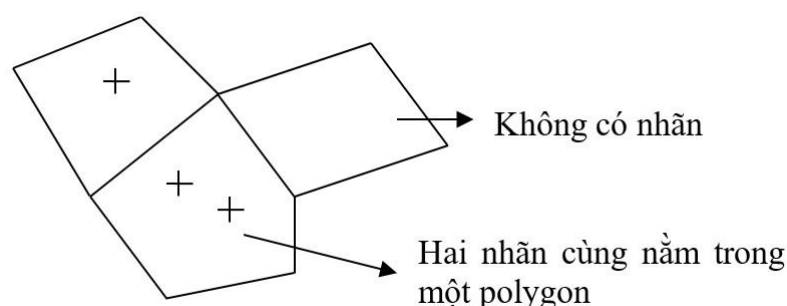
Hình 4.11. Lỗi bắt chưa tới đích và bắt vượt quá đích



Hình 4.12. Bốn đoạn thẳng A,B, C, D có thể chỉ bắt vào nhau theo cặp như ở hình b, hoặc bắt cả vào nhau như ở hình c, tùy thuộc vào dung sai của người biên tập



Hình 4.13. Mô tả nút giả trên một đường và thiếu nút ở chỗ cắt nhau



Hình 4.14. Nhãn bị thiếu và nhãn thừa đối với các polygon

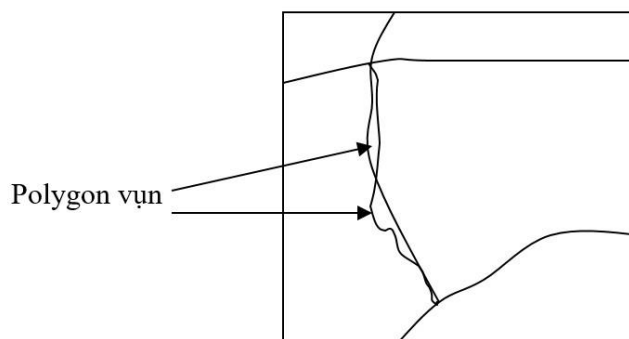
Như đã phân tích ở trên các nút là các điểm đặc biệt mà nó chỉ ra sự kết nối giữa các đường với nhau các đường độc lập nhau hoặc các đoạn thẳng. Nút có thể là chỗ cắt nhau của các đường giao thông hoặc cắt nhau của các con sông, suối, hoặc để nối các polygon lại, nhưng không phải chỗ nào cũng nên đặt nút, ví dụ như Hình 4.13 (a), biểu diễn những nút ở sai vị trí được gọi là nút giả (pseudo node) mà nó nằm ở trên một đường và kết nối với chính đường đó. Sử dụng hệ thống GIS có thể đánh dấu những nút giả này để sửa chữa nó, đôi khi vì nó đã được nối lại với nhau nên một số hệ GIS không thể phát hiện ra được. Hiện tượng nút giả thường không gây sai lệch về không gian hay thuộc tính nhưng nó sẽ làm sai lệch trong việc phân tích không gian, nó có thể làm thay đổi giới hạn tốc độ trên con đường có nút giả.

Một hiện tượng nữa cũng liên quan đến nút đó là tại chỗ cắt của hai đường tạo thành hai polygon thiếu nút (Hình 4.13b), nếu như chúng ta không cho thêm nút vào vị trí này thì hai polygon sẽ bị lỗi và không thể tạo thành được.

Khi mà bạn số hóa các polygon, bạn cần phải chỉ ra các điểm ở bên trong từng polygon mà nó sẽ đóng vai trò như điểm định vị cho nhãn, nơi mà bạn sẽ hiển thị thông tin text về polygon. Mỗi polygon chỉ cần 1 nhãn. Hai lỗi thường gặp liên quan đến nhãn đó là thiếu nhãn

hoặc là quá nhiều nhãn trong một polygon (Hình 4.14), vì vậy những lỗi này cần phải được sửa chữa.

Một loại lỗi khác khi số hóa đó là khi chúng ta sử dụng công cụ số hóa vector. Khi số hóa những đường kề nhau giữa hai polygon, có thể chúng ta sẽ số hóa nhiều hơn 1 lần gây ra hiện tượng chồng chập đường và tạo ra những vùng vụn (sliver polygon) Hình 4.15.



Hình 4.15. Polygon vụn

b. Lỗi thuộc tính

Đối với lỗi thuộc tính thì thường xảy ra trường hợp mất thuộc tính. Lỗi này có thể tìm thấy mà không cần phải so sánh với dữ liệu nhập vào bằng cách tìm kiếm những đối tượng chưa có thuộc tính để từ đó ta có thể nhập thêm vào. Hoặc một loại lỗi nữa cũng có thể xảy ra đó là lỗi do người biên tập, lỗi này là nhập dữ liệu thuộc tính bị sai, có thể là đánh máy sai hoặc là đọc sai rồi dẫn đến nhập sai dữ liệu. Lỗi này khó phát hiện hơn và hầu như chỉ phát hiện được khi người sử dụng làm các phép phân tích không gian.

4.4. XỬ LÝ DỮ LIỆU

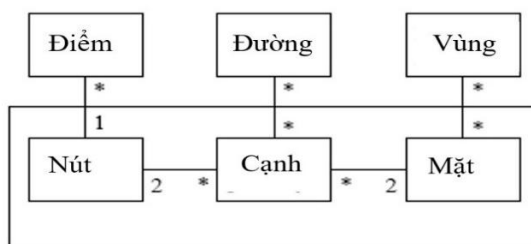
Những công việc chính của xử lý dữ liệu bao gồm:

- Tạo Topology cho các dữ liệu vector
- Phân loại các đối tượng
- Chuyển đổi dữ liệu từ raster sang vector và ngược lại
- Nội suy mô hình số địa hình
- Chuyển đổi hệ quy chiếu

4.4.1. Tạo cấu trúc Topology

Cấu trúc dữ liệu Topology dùng trong thông tin địa lý là một phần không thể thiếu được của GIS, nó giúp cho việc phân tích dữ liệu sau này. Như đã nói ở chương trước về các loại cấu trúc hình học trong đó có Topology. Ở đây chúng tôi chỉ nhắc lại một chút để các bạn sinh viên có thể hiểu hơn về loại thuộc tính hình học này.

Về mặt tổng quát mối quan hệ Topology đại diện cho các đối tượng không gian (điểm, đường, vùng) và mối quan hệ của các đối tượng không gian đó với những đối tượng liền kề. Mỗi đối tượng không gian sẽ có mối quan hệ với các yếu tố gốc (nút (node), cạnh hay là cung (edge), bề mặt (face)). Mô hình liên kết một hoặc nhiều yếu tố gốc hình học với các đối tượng không gian (points, lines hay polygons). Ví dụ như, một đối tượng hình học dạng điểm (point) sẽ liên kết với một điểm nút đơn, một đối tượng hình học dạng đường (line) sẽ liên kết với một hoặc nhiều yếu tố cạnh, một đối tượng hình học dạng vùng (polygon) sẽ liên kết với một hoặc nhiều yếu tố bề mặt (Hình 4.16).



Hình 4.16. Mô hình topology (Nguồn: Erik. H, Sudhakar.M, Scott.M)

Một nút thì có thể liên kết hoặc không liên kết với các yếu tố cạnh. Một yếu tố bề mặt thì có thể liên kết với một hoặc nhiều yếu tố cạnh. Và cuối cùng, một yếu tố cạnh thì liên kết với hai yếu tố nút và hai yếu tố bề mặt, đó là bề mặt bên trái và bề mặt bên phải.

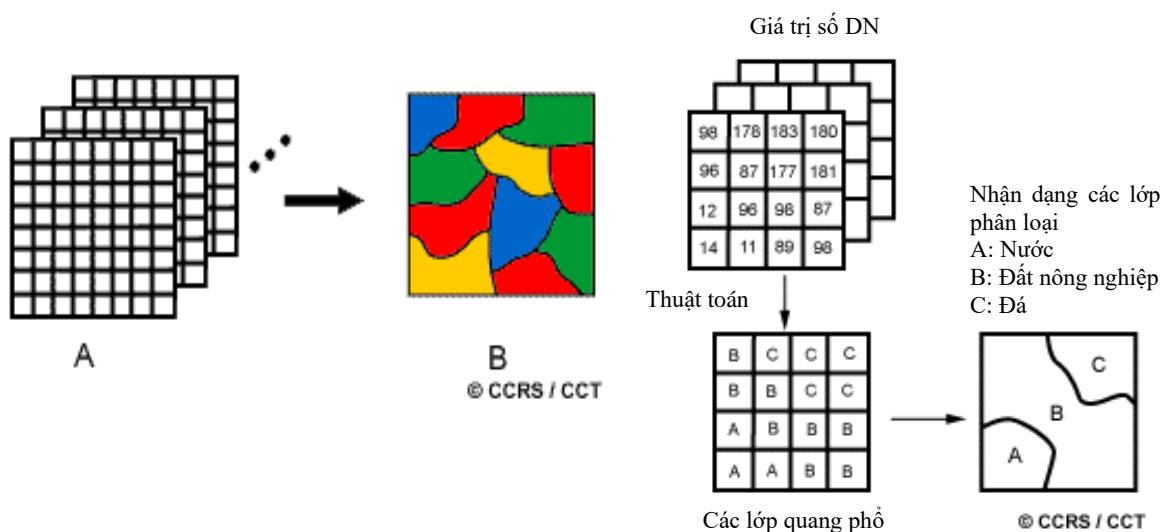
Chú ý: Muốn liên kết dữ liệu vector và thuộc tính thì dữ liệu vector bắt buộc phải chạy topology.

4.4.2. Phân lớp

Phân lớp là sử dụng một phép toán với dữ liệu không gian được sử dụng kết hợp với phép lựa chọn. Phép phân lớp còn được hiểu là phân loại lại với mục đích phân chia các đối tượng địa lý dựa vào một hay nhiều điều kiện nào đó. Phân lớp có thể được dùng cho cả dữ liệu vector và raster. Chi tiết của phép phân lớp sẽ được trình bày chi tiết ở chương 5 trong mục “Lựa chọn và phân loại”.

Đối với dữ liệu raster, phân lớp là việc sử dụng các thuật toán thích hợp để xếp loại các pixel của một file raster từ nhiều thuộc tính (có nhiều giá trị) thành một lớp raster mới với số thuộc tính ít hơn; việc phân lớp dựa trên thông tin đã biết về một số các mẫu (samples) (Hình 4.17).

Việc phân loại thường dựa vào giá trị của từng pixel sẽ được xếp vào loại đối tượng nào, ví dụ như nếu ta lựa chọn một mẫu với giá trị độ xám là trong khoảng từ 0 đến 50 sẽ là nước, thì lúc đó máy tính sẽ tìm tất cả các đối tượng có cùng giá trị độ xám với mẫu đã chọn để gán cho lớp nước. Số lớp được lựa chọn sẽ phải tùy thuộc vào người làm, lúc đó kinh nghiệm và kiến thức về các đối tượng trên ảnh sẽ giúp cho người làm biết được sẽ phải phân ra bao nhiêu lớp đối tượng.



Hình 4.17. Phân lớp các đối tượng trên dữ liệu ảnh (Nguồn: CCRS)

4.4.3. Chuyển đổi cơ sở dữ liệu dạng vector và raster

Việc chọn cấu trúc dữ liệu dưới dạng vector hoặc raster tùy thuộc vào yêu cầu của người sử dụng, đối với hệ thống vector, thì dữ liệu được lưu trữ sẽ chiếm diện tích nhỏ hơn rất nhiều

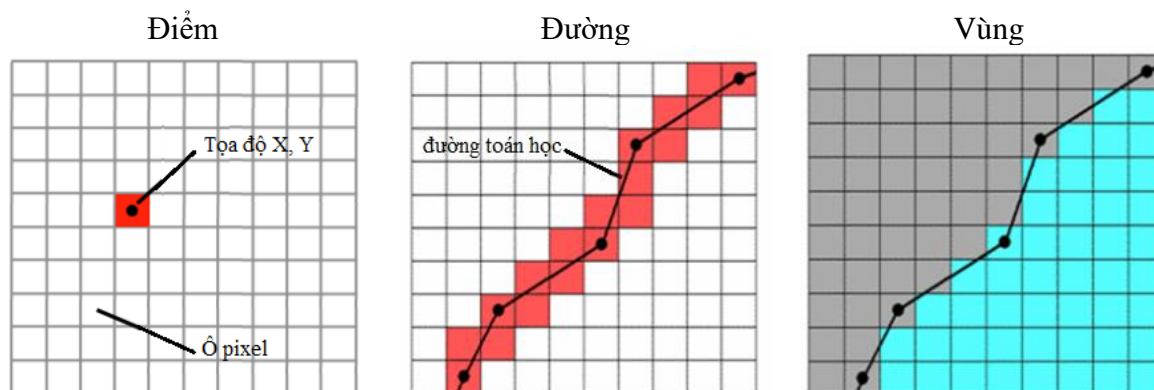
so với hệ thống raster, đồng thời các đường contour sẽ chính xác hơn hệ thống raster. Ngoài ra cũng tùy vào phần mềm máy tính đang sử dụng mà nó cho phép nên lưu trữ dữ liệu dưới dạng vector hay raster. Tuy nhiên đối với việc sử dụng ảnh vệ tinh trong GIS thì nhất thiết phải sử dụng dưới dạng raster.

Một số công cụ phân tích của GIS phụ thuộc chặt chẽ vào mô hình dữ liệu raster, do vậy nó đòi hỏi quá trình biến đổi mô hình dữ liệu vector sang dữ liệu raster, hay còn gọi là raster hoá. Biến đổi từ raster sang mô hình vector, hay còn gọi là vector hoá, đặc biệt cần thiết khi tự động quét ảnh. Raster hoá là tiến trình chia đường hay vùng thành các ô vuông (pixel). Ngược lại, vector hoá là tập hợp các pixel để tạo thành đường hay vùng. Nếu dữ liệu raster không có cấu trúc tốt, thí dụ ảnh vệ tinh, thì việc nhận dạng đối tượng sẽ rất phức tạp.

a. Raster hóa:

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

Đối tượng điểm trong mô hình vector có đặc điểm là không có kích thước trong khi đó các đối tượng điểm trong mô hình raster phải được xác định bởi ít nhất một giá trị trong một pixel; do đó các điểm ít nhất cũng phải có kích thước của các ô raster sau khi được chuyển đổi từ mô hình vector sang mô hình raster. Pixel mà đối tượng điểm xuất hiện trong nó được gán bởi một con số hoặc một mã để nhận biết thuộc tính của điểm xuất hiện tại vị trí pixel đó (Hình 4.18). Nếu kích thước ô quá lớn thì hai hay nhiều đối tượng điểm vector có thể sẽ rơi vào cùng một pixel. Thông thường, kích thước của một ô được lựa chọn sao cho kích thước của đường chéo ô nhỏ hơn so với khoảng cách giữa hai đối tượng điểm gần nhất. Các đối tượng đường vector trong một lớp dữ liệu cũng có thể được chuyển đổi thành một mô hình dữ liệu raster. Các ô raster có thể được mã hóa bằng nhiều tiêu chí khác nhau. Một phương pháp đơn giản là xác định một giá trị cho một pixel nếu đường vector cắt bất kỳ một phần nào của pixel đó (Hình 4.18). Phương pháp này đảm bảo duy trì các đối tượng đường được kết nối liên tục trong khuôn dạng dữ liệu raster. Quy tắc chuyển đổi này thường dẫn đến việc tạo ra các đối tượng đường rộng hơn so với cần thiết bởi vì một vài ô gần kề nhau có thể được xác định như là một phần của đối tượng đường.



Hình 4.18. Chuyển đổi từ Vector sang Raster

b. Vector hóa

Một hình ảnh raster không có bất kỳ cấu trúc nào, nó chỉ là một tập hợp các pixel. Mặc dù một hình ảnh như vậy là hữu ích, nhưng nó có một số giới hạn. Nếu hình ảnh được phóng đại đủ lớn, các đối tượng sẽ không còn trơn tru nữa và xuất hiện nhiều lúc đó hình ảnh của các cạnh sắc nét trở nên mờ hoặc răng cưa. Lý tưởng nhất là một hình ảnh vector vì nó không có

vấn đề tương tự. Các cạnh và các vùng được lấp đầy được biểu diễn dưới dạng các đường cong hoặc độ dốc toán học và chúng có thể được phóng đại tùy ý (mặc dù tất nhiên hình ảnh cuối cùng cũng phải được chỉnh sửa để hiển thị và chất lượng của nó phụ thuộc vào chất lượng của thuật toán raster hóa cho các đầu vào nhất định).

Nhiệm vụ trong vector hóa là chuyển đổi một hình ảnh hai chiều thành một biểu diễn vector hai chiều của hình ảnh. Vector hóa là hoạt động ngược với raster hóa, và, cũng giống như với hai hoạt động khác mặc dù quá trình raster hóa khá đơn giản và mang tính thuật toán, nhưng vector hóa liên quan đến việc tái tạo lại thông tin bị mất và do đó yêu cầu các giải thuật khác nhau.

Các hình ảnh tổng hợp như bản đồ, ảnh bề mặt đất và các bản vẽ kỹ thuật thích hợp cho việc vector hóa. Những hình ảnh đó ban đầu có thể được tạo ra dưới dạng hình ảnh vector vì chúng dựa trên các hình dạng hình học hoặc được vẽ bằng các đường cong đơn giản. Hình dưới đây là mô tả biểu diễn sự chuyển đổi từ raster sang vector đối tượng vùng.



Hình 4.19. Chuyển đổi từ raster sang vector

4.5. TÌM KIẾM VÀ PHÂN TÍCH KHÔNG GIAN

Lập bản đồ và phân tích các đối tượng có tham chiếu vị trí 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 trước đây. Trước khi có công nghệ GIS, chỉ có một số ít người có những kỹ năng cần thiết để sử dụng thông tin địa lý giúp ích cho việc giải quyết vấn đề và đưa ra các quyết định. GIS vừa cung cấp phương thức hỏi đáp đơn giản vừa hỗ trợ các công cụ phân tích tinh vi để cung cấp kịp thời thông tin cho những người quản lý và các nhà nghiên cứu. Các hệ GIS hiện đại có nhiều công cụ phân tích hiệu quả, trong đó có hai công cụ quan trọng đặc biệt là phân tích liên kết và phân tích chồng xếp - chồng chập. Nhóm này tạo nên ứng dụng quan trọng đối với nhiều ứng dụng mang tính phân tích. Chúng ta xem xét một số ví dụ sau đây:

* Giả sử chúng ta đã có một hệ GIS lưu giữ các thông tin địa lý về đất đai, chúng ta có thể tìm ra những câu trả lời cho các câu hỏi:

- Ai là chủ mảnh đất ở đầu ngõ?
- Hai vị trí cách nhau bao xa?
- Tổng diện tích đất nông nghiệp của Tỉnh là?
- Vùng đất dành cho hoạt động công nghiệp ở đâu?
- Tất cả các vị trí thích hợp cho xây dựng khu đô thị mới nằm ở đâu?
- Kiểu đất ưu thế cho rừng thông là gì?
- Nếu xây dựng một đường quốc lộ mới ở đây, giao thông sẽ chịu ảnh hưởng như thế nào? ...

* Khi đã có dữ liệu GIS về môi trường, chúng ta có thể biết được:

- Những địa điểm nào trong khu vực có mức độ ô nhiễm không khí, ô nhiễm nguồn nước cao? Các nguồn gây ô nhiễm là?

- Phạm vi ảnh hưởng của nguồn gây nhiễm chất thải công nghiệp? Phạm vi ảnh hưởng của ô nhiễm nguồn nước do hoạt động khai thác vàng trái phép gây ra?

- Khả năng phải gánh chịu các thảm họa môi trường do hoạt động khai thác rừng đầu nguồn trái phép (lũ lụt, hạn hán, ...)?

- Năm nay có khả năng xảy ra hạn hán. Những khu vực có khả năng thiếu nước sinh hoạt do nguồn nước bị nhiễm mặn? Khả năng cung cấp nước cho sản xuất nông nghiệp? ...

* Nếu đã có dữ liệu về địa chất và khoáng sản, chúng ta có thể tìm hiểu:

- Trữ lượng các cấp của mỏ X là? Các điều kiện địa chất - môi trường ảnh hưởng tới thành tạo khoáng sản của mỏ X?

- Những khu vực nào có tiềm năng về kim loại quý? Về kim loại màu?

- Những khoáng sản, khoáng chất công nghiệp có tiềm năng trong khu vực mà Tỉnh nên đầu tư vào khai thác là? ...

Việc tìm kiếm và lưu trữ dữ liệu GIS thông thường là do để giải quyết một số vấn đề hoặc để đưa ra những quyết định có liên quan đến những ứng dụng đặc biệt. Để có câu trả lời về thế giới thực bằng việc sử dụng các ngôn ngữ hỏi đáp và đó chính là việc phân tích không gian. Phép phân tích không gian sử dụng từ những phép số học đơn giản đến những phép logic hoặc những phân tích mô hình phức tạp.

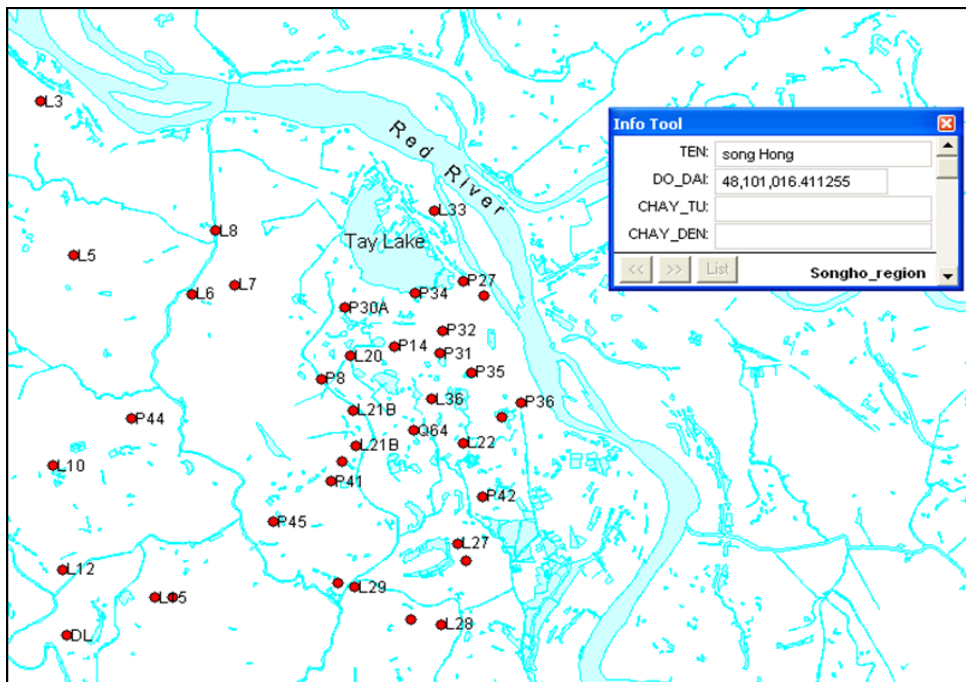
Phần lớn các hệ thống phần mềm GIS đều có đủ các chức năng để phân tích không gian, chúng được khái quát bằng một số chức năng sau đây:

- Tìm kiếm (Searching), truy vấn (Query)
- Phân tích chồng xếp, chồng chập (Overlay)
- Phân tích liên kề - vùng đệm (Buffer zone)
- Nội suy không gian (Spatial Interpolation)
- Thực hiện các phép toán với dữ liệu raster

Các phép phân tích không gian được trình bày chi tiết ở chương sau.

4.6. HIỂN THỊ VÀ TƯƠNG TÁC

Sau khi đã xử lý dữ liệu, phân tích dữ liệu và lưu trữ chúng trong một thiết bị lưu trữ dữ liệu như ổ cứng, đĩa CD ROM, hoặc DVD ROM, chúng ta có thể hiển thị các thành quả của GIS lên màn hình, hoặc đưa chúng ra máy in bằng những hệ thống phần mềm của GIS. Đối với việc hiển thị bản đồ trên màn hình, các hệ thống phần mềm GIS rất linh hoạt, chúng có thể biểu diễn nhiều bản đồ khác nhau bằng việc lựa chọn các lớp bản đồ hiển thị. Ví dụ như để hiển thị bản đồ hiện trạng sử dụng đất chúng ta có thể mở lớp chuyên đề về sử dụng đất kết hợp với một số lớp khác như đường giao thông, điểm độ cao, đường bình độ... Hình 4.20 minh họa việc hiển thị trên màn hình sơ đồ vị trí các giếng khoan nước của thủ đô Hà Nội.



Hình 4.20. Lớp sông, hồ và lớp vị trí điểm giếng khoan khai thác nước ngầm

4.6.1. Hiện thị bản đồ và bảng

Việc hiện thị bản đồ và bảng hay nói khác đi là hiện thị dữ liệu không gian và thuộc tính phụ thuộc vào từng phần mềm GIS. Tuy nhiên có thể thực hiện công việc đó bằng các phương pháp sau:

- Dùng chuột và bàn phím.
- Dùng thực đơn (Menu) và lệnh.
- Dùng cửa sổ bản đồ.
- Dùng cửa sổ bảng.
- Dùng hộp thoại để đưa vào các tham số hiển thị.

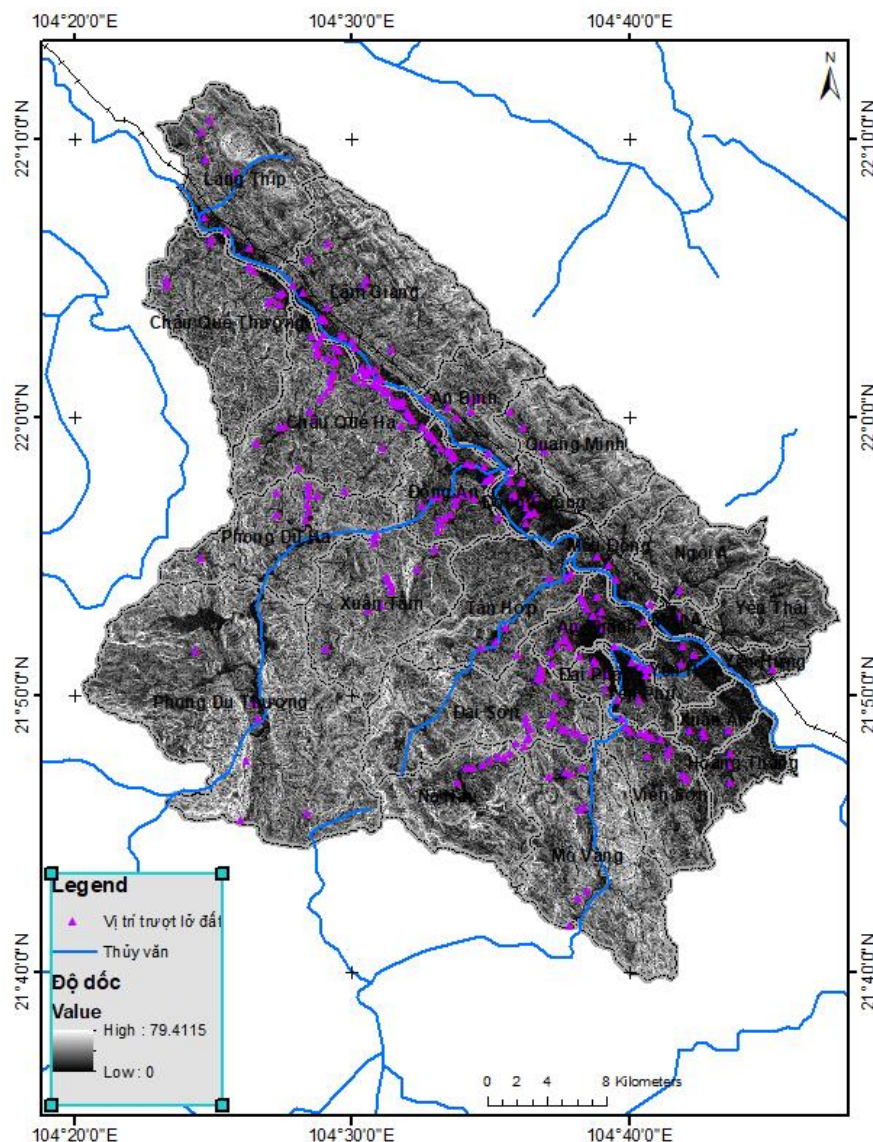
Trong môi trường cửa sổ, việc hiện thị dữ liệu địa lý được thực hiện một cách dễ dàng nhờ vào các thực đơn, thanh công cụ và các biểu tượng. Có thể dễ dàng di chuyển, thay đổi kích thước, sắp xếp, nhìn gần, nhìn xa, cuộn ngang, cuộn dọc từng cửa sổ bảng, từng cửa sổ bản đồ để có thể biết rõ hơn về nội dung của bảng và bản đồ.

4.6.2. Hiện thị bản đồ vector và raster

Việc hiện thị hai loại bản đồ này nhìn thoáng thì không khác nhau nhiều, tuy nhiên sự khác nhau chỉ thể hiện khi ta phóng to hay thu nhỏ. Bản đồ vector hiện thị các đường biên nhẵn giữa các đơn vị, trong khi bản đồ raster có dạng dặc. Một lớp dữ liệu là một bản đồ được hiển thị trong cửa sổ bản đồ, lúc đó, bạn có thể hiển thị nhiều lớp dữ liệu trong cùng một cửa sổ bản đồ. Tuy nhiên, một cửa sổ bản đồ chỉ có thể hiển thị được một bản đồ raster cùng với nhiều bản đồ vector. Nội dung của bản đồ được xác định bởi giới hạn địa lý của khu vực bản đồ mà khu vực này được quyết định bởi hệ tọa độ mà người sử dụng lựa chọn. Cùng một khu vực nếu lựa chọn hệ tọa độ hay hệ quy chiếu khác nhau giữa các lớp thì sẽ không thể chồng lớp lên nhau được.

Đối với các lớp raster có thể được biểu diễn theo giá trị cấp độ xám hoặc màu. Còn đối với dữ liệu vector các đối tượng được thể hiện bằng màu sắc được lựa chọn một cách linh hoạt hơn theo bảng màu có sẵn trong các phần mềm GIS.

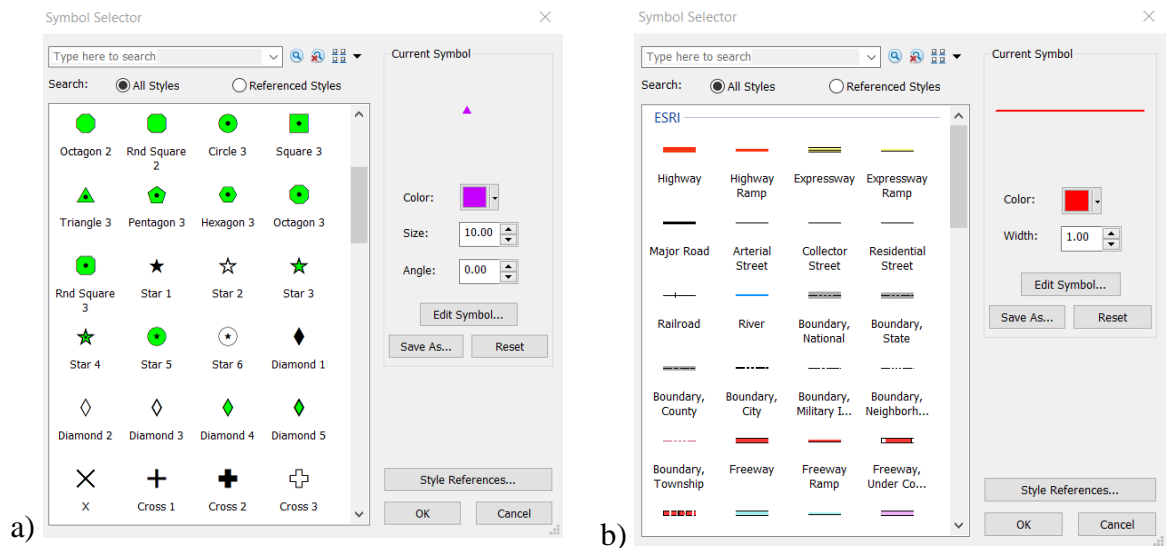
Trên một cửa sổ bản đồ có thể có cả lớp raster và vector, nhưng cần lưu ý là dữ liệu raster bao giờ cũng ở dưới và vector được xếp ở trên theo trình tự là lớp điểm trên cùng rồi đến lớp đường và sau đó mới đến lớp vùng đa giác. Dùng chức năng tùy chọn quản lý lớp dữ liệu, bạn có thể chọn các lớp cần hiển thị là các lớp mà từ đó bạn cần thu thập thông tin. Bạn có thể thay đổi các tùy chọn hiển thị lớp bản đồ cũng như có thể bổ sung hay loại bỏ các lớp bản đồ.



Hình 4.21. Bản đồ vị trí trượt lở đất

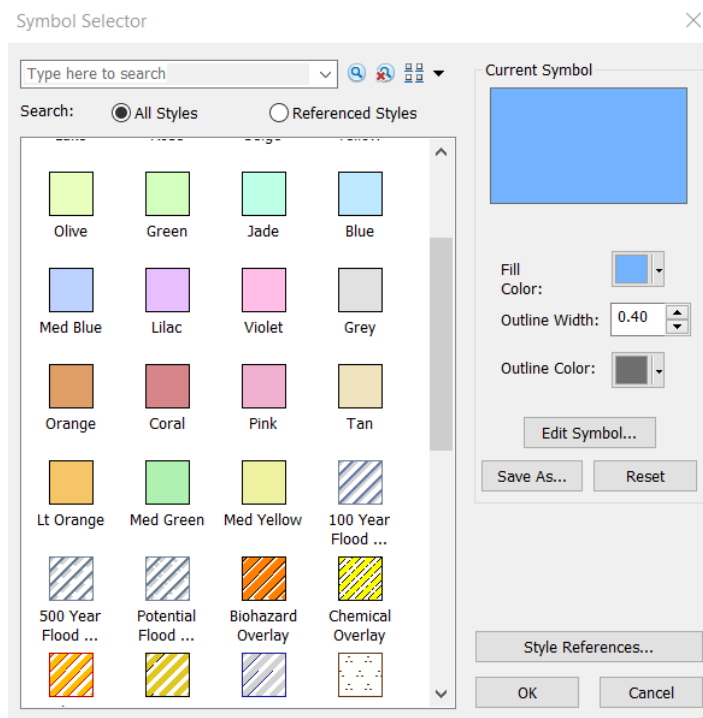
Hình 4.21 là ví dụ về hiển thị vector và raster của khu vực Văn Yên, Yên Bái của Việt Nam, trong đó lớp raster là lớp độ dốc còn lớp vector là vị trí các điểm trượt lở đất và lớp thủy văn.

Khi hiển thị bản đồ, các lớp vector cũng cần được biểu diễn bằng các loại biểu tượng khác nhau cho từng loại đối tượng điểm, đường, vùng. Các biểu tượng này có thể lấy từ thư viện trong phần mềm GIS hoặc người sử dụng có thể tự tạo ra. Đối với đối tượng dạng điểm các biểu tượng cũng cần chọn màu sắc, tỷ lệ cho biểu tượng đó. Hình 4.22.a biểu diễn các kiểu biểu tượng trong phần mềm ArcGIS. Đối tượng đường cũng có các kiểu đường được tạo sẵn hoặc sẽ được tạo ra bởi người sử dụng, ngoài ra màu sắc và lực nét cũng cần được lựa chọn (Hình 4.22.b)



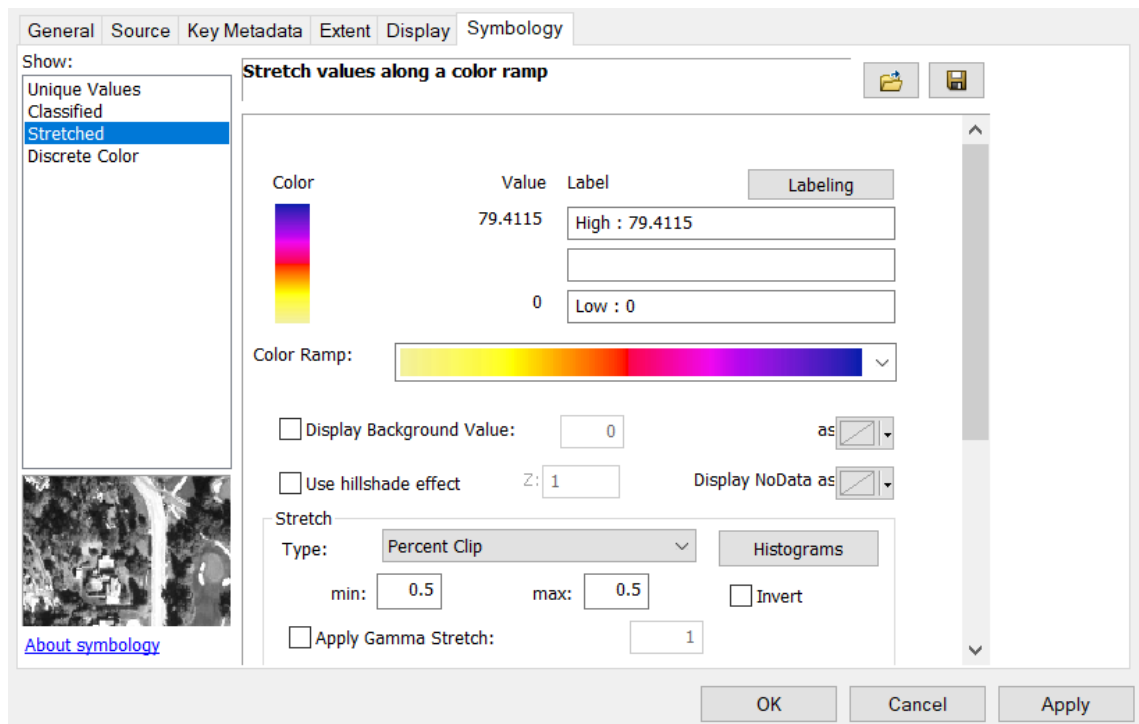
Hình 4.22: Biểu tượng cho đối tượng dạng điểm và dạng đường

Đối với các đối tượng dạng vùng chúng ta cũng cần phải lựa chọn kiểu vùng và các mẫu, màu sắc cho đối tượng dạng này.



Hình 4.23: Các kiểu mẫu cho lớp đối tượng vùng

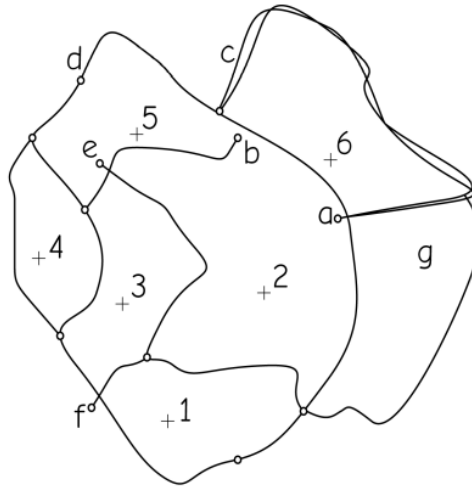
Khi hiển thị các lớp dữ liệu raster chúng ta không thể lựa chọn như đối với các lớp điểm, đường hay vùng trong vector bởi vì các dữ liệu raster là dữ liệu dạng khối đặc. Chúng ta có thể lựa chọn bảng màu cho các lớp dữ liệu raster này hoặc tạo ra các bảng màu theo ý của người sử dụng. Hình 4.24 mô tả các bảng màu trong biểu diễn dữ liệu raster.



Hình 4.24: Lựa chọn bảng màu cho các lớp dữ liệu raster

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 4

1. Vector hóa bản đồ là gì?
2. Scan bản đồ và vector hóa khác nhau như thế nào?
3. Dữ liệu GNSS hoặc GPS được nhập vào GIS dưới dạng gì?
4. Các lỗi khi số hóa bản đồ thủ công là gì? Hãy xác định tên của các lỗi ở hình vẽ dưới đây?



5. Chuyển đổi vector sang raster là gì?
6. Chuyển đổi raster sang vector là gì?
7. Tại sao chúng ta lại cần phân tích không gian?
8. Sự khác nhau khi hiển thị vector và raster?

TÀI LIỆU THAM KHẢO CHƯƠNG 4

Chris B. Jones, (1997), Geographical Information Systems and Computer Cartography, Routledge

Hoel, Erik, Sudhakar Menon, and Scott Morehouse, (2003), "Building a robust relational implementation of topology." Advances in Spatial and Temporal Databases: 8th International Symposium, SSTD 2003, Santorini Island, Greece, July 2003. Proceedings 8. Springer Berlin Heidelberg

Chương 5 PHÂN TÍCH KHÔNG GIAN

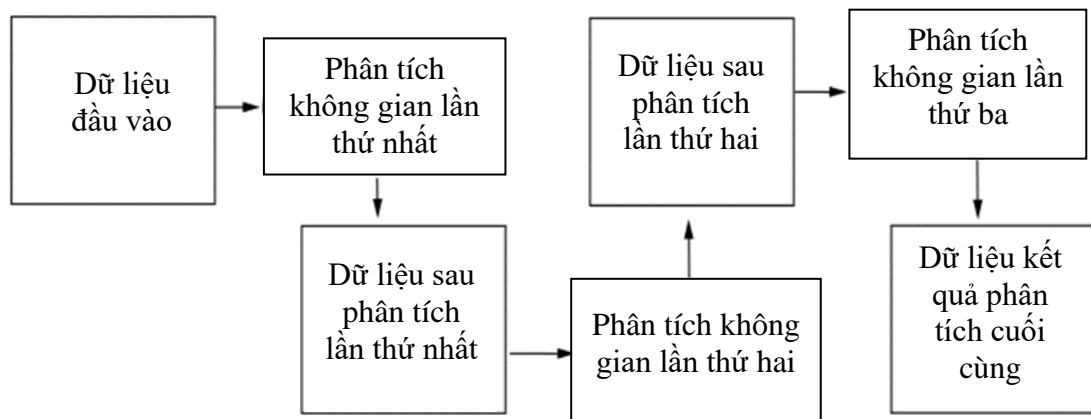
Tóm tắt nội dung chính: Chương 5 giới thiệu chi tiết về các phương pháp tìm kiếm và phân tích không gian trong GIS. Những phương pháp tìm kiếm cơ bản dựa trên các phép toán logic đã được đề cập đến. Ngoài ra trong chương này phép phân tích lân cận và vùng đệm cùng với các phép chồng chập dữ liệu cũng được trình bày rất chi tiết.

Mục đích: Chương 5 cung cấp các kiến thức để người học có cái nhìn tổng quan về những bài toán phân tích không gian và tìm kiếm thông tin khi có một cơ sở dữ liệu GIS hoàn chỉnh.

Giới thiệu chung về phân tích không gian

Phân tích không gian là việc áp dụng các thao tác để phối hợp các dữ liệu thuộc tính liên quan để giải quyết một vấn đề, chẳng hạn như để xác định các khu vực bị ảnh hưởng bởi ô nhiễm tiếng ồn thì chúng ta cần các lớp dữ liệu khác nhau như: lớp mạng lưới giao thông với đầy đủ thông tin về tốc độ cho phép, mật độ giao thông... và lớp dân cư. Có hàng trăm phép toán không gian hoặc hàm liên quan đến không gian được sử dụng trong phân tích không gian và tất cả đều liên quan đến các phép tính với tọa độ hoặc thuộc tính.

Việc phân tích không gian thực ra là thực hiện các phép toán với các lớp dữ liệu. Các phép toán không gian có thể được áp dụng tuần tự để giải quyết một vấn đề. Một chuỗi các hoạt động không gian thường được áp dụng, với đầu vào là một hoặc nhiều lớp dữ liệu và đầu ra của mỗi hoạt động không gian sẽ là đầu vào của hoạt động tiếp theo (Hình 5.1). Một phân tách thức của phân tích không gian là lựa chọn các lớp không gian thích hợp và áp dụng chúng theo thứ tự thích hợp.



Hình 5.1. Quy trình phân tích không gian (Bolstad, 2016)

5.1. LỰA CHỌN (TÌM KIẾM) VÀ PHÂN LOẠI

Các thao tác lựa chọn xác định các tính năng đáp ứng một số điều kiện hoặc tiêu chí mà người dùng đặt ra. Trong các hoạt động này, các thuộc tính hoặc hình dạng của đối tượng địa lý được kiểm tra dựa trên tiêu chí và những thuộc tính đáp ứng tiêu chí sẽ được chọn. Sau đó, các tính năng đã chọn này có thể được ghi vào một lớp dữ liệu đầu ra mới hoặc dữ liệu hình học hoặc thuộc tính có thể được thao tác theo một cách nào đó. Hình 5.2 biểu diễn ví dụ về sự lựa chọn các vùng có diện tích trong một tiêu chí nhất định.



Hình 5.2. Ví dụ về lựa chọn các huyện thuộc TP Hà Nội có có địa danh là H.Ba Vi và H. Sóc Sơn

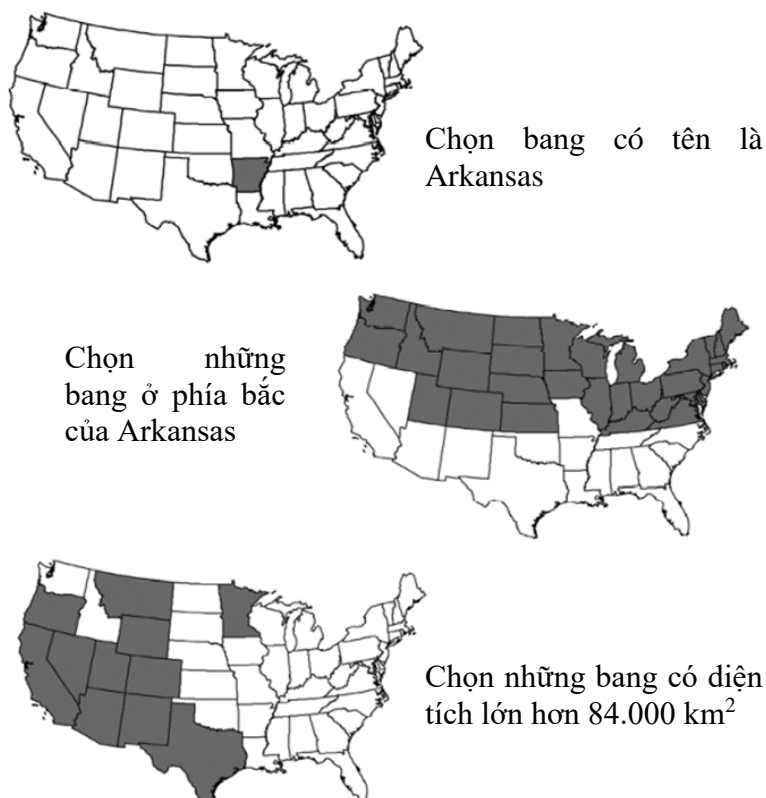
Hình thức lựa chọn đơn giản nhất là truy vấn (query) trên màn hình. Một lớp dữ liệu được hiển thị và các tính năng được lựa chọn bởi một câu lệnh của người sử dụng. Người vận hành sử dụng thiết bị để định vị con trỏ trên một tính năng quan tâm và gửi lệnh để chọn, thường thông qua một cú nhấp chuột hoặc nhập bàn phím. Truy vấn trên màn hình (hoặc tương tác) được sử dụng để thu thập thông tin về các tính năng cụ thể liên quan đến dữ liệu không gian và dữ liệu phi không gian. Ví dụ, người ta thường thiết lập một quy trình sao cho khi một đối tượng được chọn, thông tin thuộc tính của đối tượng đó sẽ được hiển thị. Sau đó, các dữ liệu thuộc tính này có thể được chỉnh sửa và lưu các thay đổi.

Các truy vấn cũng có thể được xác định bằng cách chỉ áp dụng các điều kiện cho các thành phần không gian của dữ liệu không gian. Các lớp lựa chọn (select) này thường dựa trên các bảng dữ liệu thuộc tính cho một lớp hoặc các lớp. Các thao tác lựa chọn được áp dụng cho một tập hợp các trường thuộc tính trong một hoặc các lớp dữ liệu. Các thuộc tính cho mỗi đối tượng địa lý được so sánh với một tập hợp các điều kiện. Nếu các thuộc tính phù hợp với các điều kiện, chúng sẽ được chọn; nếu các thuộc tính không phù hợp với các điều kiện, chúng sẽ không được chọn. Theo cách này, lựa chọn chia dữ liệu thành tập hợp đã chọn hoặc tập hợp không được chọn. Dữ liệu đã chọn sau đó thường được xử lý theo một cách nào đó, thường được lưu vào một tệp riêng biệt, bị xóa hoặc thay đổi theo một cách nào đó.

5.1.1. Thiết định phép toán trong lựa chọn

Các điều kiện lựa chọn thường được chính thức hóa bằng cách sử dụng các phép toán số học. Các câu lệnh sử dụng các phép toán nhỏ hơn (<), lớn hơn (>), bằng (=) và không bằng

(<>). Các điều kiện lựa chọn này có thể được áp dụng một mình hoặc kết hợp để chọn các tính năng từ một tập hợp.



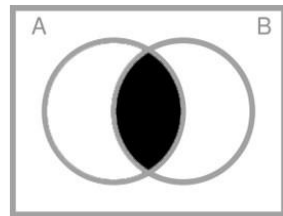
Hình 5.3. Ví dụ về lựa chọn một số bang của nước Mỹ có những điều kiện nhất định (Bolstad, 2016)

Hình 5.3 cho thấy ba biểu thức đại số tập hợp và kết quả lựa chọn cho một tập hợp các tỉnh ở đông bắc Hoa Kỳ. Hai lựa chọn trên hiển thị bằng (=) và không bằng (<>). Phía trên bên trái hiển thị tất cả các tỉnh có giá trị thuộc tính bằng tên là Vermont, trong khi phía trên bên phải hiển thị tất cả các tỉnh có giá trị cho bang ở phía Bắc của Arkansas. Các lựa chọn thấp hơn trong Hình 5.3 cho thấy các ví dụ về lựa chọn các bang có diện tích lớn hơn 84.000 km². Các phép toán đại số tập hợp lớn hơn (>) hoặc nhỏ hơn (<) có thể không được áp dụng cho dữ liệu thuộc tính dạng mô tả, ví dụ: Màu xanh lá cây không lớn hơn màu vàng và màu đỏ không nhỏ hơn màu xanh lam. Chỉ các phép toán đại số bằng (=) và không bằng (<>) mới áp dụng cho các biến loại này hoặc các biến dạng text khác. Tất cả các phép toán đại số tập hợp có thể được áp dụng cho dữ liệu dạng số.

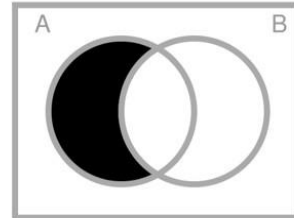
5.1.2. Các phép toán logic Boolean

Các phép toán logic Boolean sử dụng các điều kiện AND, OR và NOT để chọn các đối tượng địa lý. Biểu thức Boolean thường được sử dụng nhiều để kết hợp các điều kiện đại số để đặt và tạo ra các lựa chọn không gian kết hợp. Biểu thức Boolean bao gồm một tập hợp các toán tử Boolean, các biến và có thể là hằng số hoặc các giá trị vô hướng. Các thủ tục tìm kiếm dữ liệu sử dụng các thuật toán logic Boolean để thao tác trên các thuộc tính và đặc tính không gian. Biểu thức này được đánh giá bằng cách gán một kết quả, đúng hoặc sai, cho mỗi điều kiện. Dưới đây là minh họa về các phép toán logic và ví dụ minh họa.

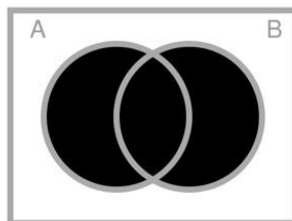
A	B	NOT A	A AND B	A OR B	A XOR B
1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	1	1
0	1	1	0	1	1
0	0	1	0	0	0



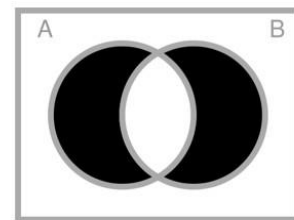
A AND B
(AxB)



A NOT B
(A-B)



A OR B
(A+B)



A XOR B (A OR B nhưng không
phải cả hai) (A+B)-(AxB)

Hình 5.4. Minh họa bằng hình vẽ và bảng của các phép toán logic

Hình 5.5 cho thấy ba ví dụ về biểu thức Boolean. Đầu tiên là một biểu thức sử dụng Boolean AND, với hai đối số cho biểu thức. Đối số đầu tiên chỉ định một điều kiện trên vùng có tên biến là diện tích (area) và đối số thứ hai có điều kiện trên một biến có tên (farm_income). Các đối tượng địa lý được chọn nếu chúng thỏa mãn cả hai điều kiện, nghĩa là nếu diện tích của chúng lớn hơn 100.000 AND farm_income nhỏ hơn 10 tỷ. Biểu thức 2 trong Hình 5.5 minh họa một biểu thức Boolean NOT. Điều kiện này chỉ định rằng tất cả các đối tượng địa lý có trạng thái biến không bằng Texas sẽ trả về giá trị true và do đó được chọn. NOT cũng thường được gọi là toán tử phủ định. Điều này là do chúng ta có thể giải thích ứng dụng của phép toán NOT là trao đổi tập hợp đã chọn lấy tập hợp không được chọn. Đối số của biểu thức 2 trong Hình 5.5 tự nó là một biểu thức đại số tập hợp. Khi được áp dụng cho một tập hợp các tính năng, biểu thức này sẽ chọn tất cả các đối tượng địa lý mà trạng thái biến bằng giá trị Texas. Phép toán NOT đảo ngược điều này và chọn tất cả các tính năng mà trạng thái biến không bằng Texas. Biểu thức thứ ba trong Hình 5.5 cho thấy một biểu thức Boolean ghép, kết hợp các biểu thức đại số ba bộ với AND, OR và NOT. Ví dụ này cho thấy những tìm kiếm để lựa chọn các khu vực để nghỉ hưu. Có người lại quan tâm đến việc chọn các khu vực có lượng mưa cao và thuế thấp hoặc chi phí nhà ở thấp và tội phạm thấp.

Boolean expressions

1. (area > 100,000)
AND
(farm_income < 10 billion)
2. NOT (state = Texas)
3. [(rainfall > 1000)
AND
(taxes = low)]
OR
[(house_cost < 65,000)
AND
NOT (crime = high)]

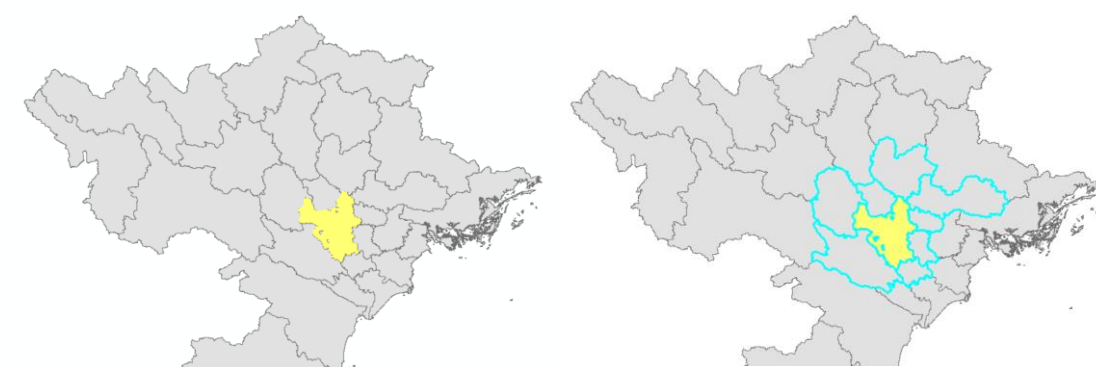
Hình 5.5. Ba trường hợp cho biểu diễn Boolean (Bolstad, 2016)

5.1.3. Tìm kiếm (Searching)

Tìm kiếm chính là các hoạt động không gian chọn tập hợp các tính chất mà chúng ta mong muốn. Các hoạt động này được áp dụng cho một lớp dữ liệu không gian và trả về một tập hợp các tính năng đáp ứng một điều kiện cụ thể. Hai loại đó là “gần kề (Adjacency)” và “bên trong (containment)” là các hoạt động lựa chọn không gian thường được sử dụng trong tìm kiếm.

Các tìm kiếm gần kề được sử dụng để xác định các đối tượng địa lý “chạm” vào các đối tượng địa lý khác. Các đối tượng địa lý thường được coi là chạm nhau khi chúng có chung một ranh giới, cũng như khi hai đa giác có chung một cạnh. Mục tiêu hoặc tập hợp các đối tượng địa lý đa giác chính được xác định và tất cả các đối tượng địa lý có chung ranh giới với các đối tượng địa lý mục tiêu đều được đặt trong nhóm đã chọn.

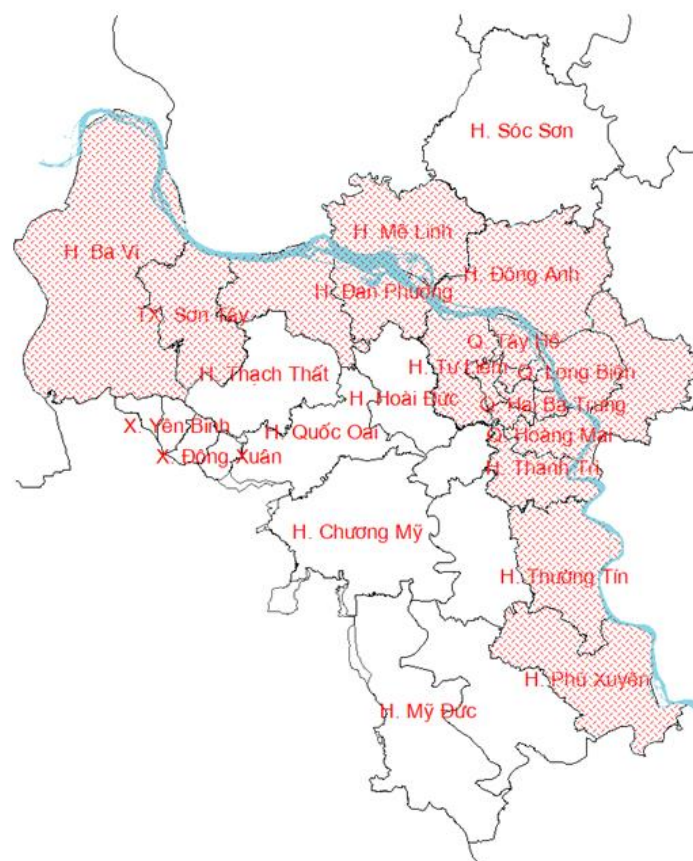
Hình 5.6 cho thấy một ví dụ về phép tìm kiếm theo gần kề của đa giác. Vùng Hà Nội được lựa chọn ở bên trái của Hình 5.6.a, và các tỉnh tiếp giáp với Hà Nội được tô đậm ở phần bên phải của Hình 5.6.a. Các tỉnh được chọn vì chúng có đường biên giới chung với Hà Nội. Hà Nội, được hiển thị ở bên trái và tất cả các tỉnh tiếp giáp với Hà Nội được hiển thị ở bên phải.



Phép lân cận có chia sẻ nút và đường biên

Hình 5.6. Ví dụ về các lựa chọn liên kề

Tìm kiếm hay lựa chọn bên trong là một hoạt động chọn lọc không gian khác. Lựa chọn vùng chứa tất cả các đối tượng chứa hoặc bao quanh một tập hợp các đối tượng mục tiêu. Ví dụ: Tại khu vực Hà Nội có thể muốn xác định tất cả quận, huyện mà có sông Hồng chảy qua để từ đó có thể xác định việc bảo vệ an toàn đê. Lựa chọn không gian có thể được sử dụng để cho nhiều mục đích khác nhau.



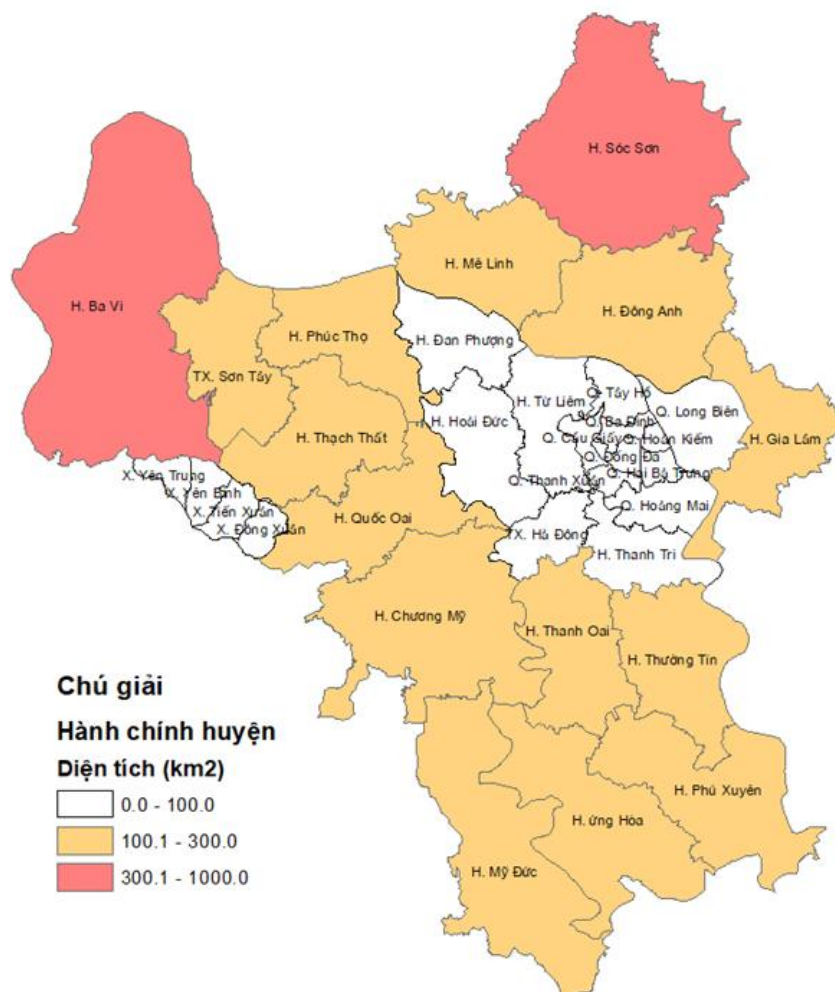
Hình 5.7. Ví dụ về sự lựa chọn bên trong

Hình 5.7 minh họa một lựa chọn bên trong dựa trên sông Hồng chảy qua khu vực Hà Nội. Chúng ta muốn xác định các đối tượng chứa một số phần của sông và các phụ lưu của nó. Một phép truy vấn đã được đặt ra, xác định các đối tượng được chứa ở đây là mạng lưới sông Hồng và các đối tượng mục tiêu là các quận và huyện trên địa bàn TP Hà Nội thỏa mãn điều kiện có thể được chọn. Những đối tượng được chọn sẽ được đánh dấu màu hồng đỏ.

5.1.4. Phân loại

Phân loại là một phép toán phân tích không gian thường được sử dụng cùng với việc tìm kiếm lựa chọn. Phân loại, còn được gọi là phân loại lại hoặc mã hóa, sẽ phân các đối tượng địa lý dựa trên một tập hợp các điều kiện. Ví dụ: tất cả các vùng có diện tích lớn hơn 10 km^2 có thể được gán giá trị kích thước là khu vực rộng lớn, tất cả các vùng có diện tích từ 1 đến 10 km^2 có thể được gán kích thước bằng trung bình và tất cả các vùng nhỏ hơn 1 km^2 có thể được gán là kích thước nhỏ (Hình 5.8). Phân loại có thể thêm vào hoặc sửa đổi dữ liệu thuộc tính cho từng đối tượng địa lý. Các thuộc tính đã sửa đổi này có thể được sử dụng cho các phân tích sâu hơn, chẳng hạn như cho các kết hợp phức tạp hơn ví dụ như đưa vào các phân tích chồng chập với nhiều lớp dữ liệu.

Phân loại có thể được sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau tuy nhiên một mục đích chung là nhóm các đối tượng để hiển thị hoặc thành lập bản đồ. Các đối tượng này có chung một mục đích là hiển thị chúng với một màu hoặc biểu tượng thống nhất để các đối tượng tương tự được xác định là một nhóm. Màu và / hoặc kiểu thường được gán dựa trên các giá trị của thuộc tính hoặc các thuộc tính. Một số các kiểu tô bóng hoặc các sắc thái màu có thể được chọn để gán cho các thuộc tính cụ thể được chỉ định. Bản đồ sau đó được hiển thị dựa trên các phân loại này.



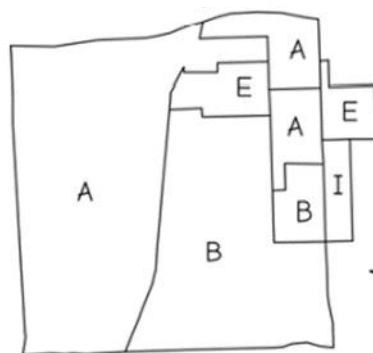
Hình 5.8. Phân loại các vùng theo tiêu chí diện tích lớn (đỏ), trung bình (vàng), nhỏ (trắng)

Một cách hiểu khác của phân loại là có thể được xem như sự gán các tính năng từ một nhóm lớp hiện có sang một nhóm lớp mới. Chúng ta xác định các đối tượng địa lý có một bộ giá trị được định sẵn, ví dụ, các thửa đất lớn hơn một kích thước nhất định thì gán cho chúng một giá trị phân loại, trong trường hợp này là lớp “lớn”. Các thửa đất ở phạm vi kích thước khác có thể được chỉ định các giá trị lớp khác nhau, cho mức độ “trung bình” và “nhỏ”. Thuộc tính lưu trữ thửa đất được sử dụng như một hướng dẫn để gán giá trị lớp mới cho kích thước của thửa đất đó.

Phép gán từ các giá trị thuộc tính ban đầu vào các giá trị lớp mới (ở đây là kích thước) có thể được xác định theo cách thủ công hoặc phép gán có thể được xác định tự động. Đối với phân loại thủ công, các chuyển đổi được chỉ định hoàn toàn bởi người phân tích.

Các phân loại thường được chỉ định bởi một bảng hoặc mảng. Bảng xác định lớp đầu vào hoặc các giá trị, cũng như lớp đầu ra cho mỗi bộ giá trị đầu vào này. Hình 5.8 minh họa việc sử dụng bảng phân loại để chỉ định việc gán lớp. Giá trị đầu vào của A hoặc B dẫn đến giá trị loại đầu ra là 1, giá trị đầu vào của E dẫn đến giá trị đầu ra là 2 và giá trị đầu vào của I dẫn đến giá trị đầu ra là 3. Bảng cung cấp thông số kỹ thuật đầy đủ cho mỗi lần phân loại.

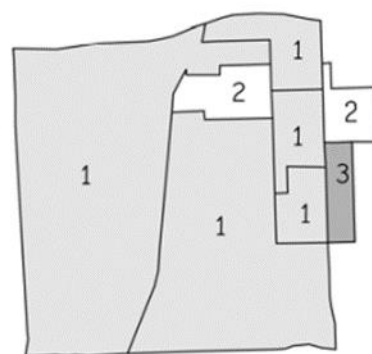
Lớp nguồn



Bảng phân loại

In	Out
A	1
B	1
E	2
I	3

Lớp kết quả



Hình 5.9. Phân loại của một lớp chuyên đề (Bolstad, 2016)

Hình 5.9 minh họa sự phân loại dựa trên một bảng được xác định thủ công. Một người phân tích chỉ định các mục trong lớp dữ liệu nguồn thông qua bảng phân loại, cũng như giá trị đầu ra tương ứng cho mỗi biến “In”. Giá trị đầu ra phải được chỉ định cho từng giá trị đầu vào nếu không sẽ có các thuộc tính không xác định trong lớp đầu ra. Việc xác định bảng phân loại theo cách thủ công cung cấp khả năng kiểm soát tốt nhất đối với việc gán lớp. Ngoài ra, các bảng phân loại có thể được chỉ định tự động, trong đó một số lớp có thể được chỉ định bằng một số quy tắc được thể hiện trong một thuật toán máy tính được sử dụng để chỉ định các lớp đầu ra cho mỗi lớp đầu vào.

Phân loại nhị phân có lẽ là hình thức phân loại đơn giản nhất. Phân loại nhị phân đặt các đối tượng thành hai lớp: 0 và 1, đúng và sai, A và B, hoặc một số phân loại hai cấp khác. Một tập hợp các tính năng được chọn và gán một giá trị, và phần bổ sung của tập hợp, tất cả các tính năng còn lại trong lớp dữ liệu, được gán giá trị nhị phân khác nhau.

Phân loại nhị phân thường được sử dụng để lưu trữ kết quả của một hoạt động lựa chọn phức tạp. Một chuỗi các biểu thức đại số Boolean và tập hợp có thể được sử dụng để chọn một tập hợp các tính năng. Một thuộc tính mục tiêu cụ thể được xác định cho tập hợp các tính năng đã chọn. Thuộc tính đích này được gán một giá trị duy nhất. Thuộc tính đích được gán một giá trị khác cho tất cả các đối tượng địa lý chưa được chọn. Điều này tạo ra một cột xác định tập hợp đã chọn; ví dụ, tất cả các quận nhỏ, nhưng có dân số lớn.

Phân loại tự động sử dụng một số quy tắc để chỉ định lớp đầu vào để xuất các lớp dữ liệu mới. Các ranh giới lớp đầu vào và đầu ra thường dựa trên một tập hợp các tham số được sử dụng để hướng dẫn định nghĩa lớp. Một nhược điểm tiềm ẩn từ việc gán lớp được ghép tự động bắt nguồn từ việc chúng ta không thể chỉ định chính xác ranh giới lớp. Sử dụng một công thức toán học hoặc thuật toán để phân các lớp cụ thể theo yêu cầu. Có thể tiết kiệm thời gian đáng kể bằng cách tự động phân loại lớp, nhưng nhà phân tích có thể phải thay đổi thủ công một số ranh giới lớp như cách duy nhất để đạt được phân loại mong muốn.

Hình 5.10 mô tả một lớp dữ liệu được sử dụng để minh họa việc gán lớp tự động. Hình này cho thấy một tập hợp các “vùng lân cận” với dân số nằm trong khoảng từ 0 đến 5133. Chúng tôi muốn hiển thị các vùng lân cận và dân số theo ba loại khác biệt, dân số cao, trung

binh và thấp. Cao sẽ được hiển thị bằng màu đen, trung bình là màu xám, và dân số ít là màu trắng. Chúng ta phải quyết định cách chỉ định các danh mục những cấp độ dân số nào xác định cao, trung bình và thấp? Trong nhiều ứng dụng, các mức phân loại đã được xác định trước đó. Ở đó có thể là một tiêu chuẩn đã được thống nhất cho dân số cao, và chúng tôi chỉ đơn giản sử dụng mức này. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp, các lớp không được định nghĩa và chúng ta phải chọn chúng.

Hình 5.10 bao gồm một biểu đồ hình cột mô tả sự phân bố tần suất dân số; loại biểu đồ thanh này thường được gọi là biểu đồ tần suất histogram. Biểu đồ tần suất hiển thị số lượng vùng lân cận được tìm thấy trong mỗi thanh của một tập hợp các danh mục dân số rất hẹp. Ví dụ: chúng ta có thể đếm số vùng lân cận có dân số từ 3000 đến 3100. Nếu một vùng lân cận có 3037, 3004, 3088 hoặc bất kỳ số nào khác từ 3000 đến 3100, chúng ta thêm một vào tổng tần suất của chúng cho danh mục bao gồm 3000 và 3100. Chúng ta xem xét tất cả các vùng lân cận trong khu vực và chúng ta vẽ biểu đồ phần trăm các vùng lân cận có dân số từ 3000 đến 3100 dưới dạng một thanh dọc trên biểu đồ. Khoảng 8,1% vùng lân cận có dân số trong phạm vi này, do đó, một thanh dọc tương ứng với 8,1 đơn vị cao được vẽ. Chúng ta đếm và vẽ các giá trị biểu đồ cho từng danh mục hẹp của chúng ta (ví dụ: số từ 0 đến 100, từ 100 đến 200, từ 200 đến 300), cho đến khi giá trị phổ biến cao nhất được vẽ biểu đồ.

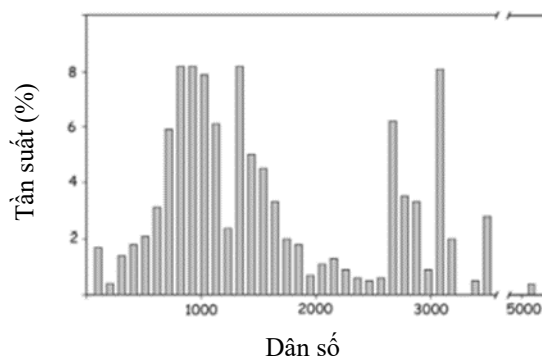
Quyết định chính của chúng ta trong việc phân ngưỡng để đặt lớp như thế nào. Chúng ta nên đặt ngưỡng giữa các lớp dân số thấp và trung bình là 1000 hay 1200? Ranh giới giữa các lớp dân cư trung bình và cao nên đặt là bao nhiêu? Ngưỡng phân lớp sẽ thay đổi sự biểu diễn của bản đồ, và kết quả phân loại.

Một phương pháp phổ biến để phân loại tự động chỉ định số lượng các lớp đầu ra và yêu cầu các lớp có khoảng chia bằng nhau trên phạm vi giá trị đầu vào. Phân loại theo khoảng chia bằng nhau này chỉ đơn giản là trừ giá trị cao nhất với giá trị thấp nhất và xác định ngưỡng độ rộng bằng nhau để phù hợp với số lượng lớp mong muốn cho dãy số liệu.

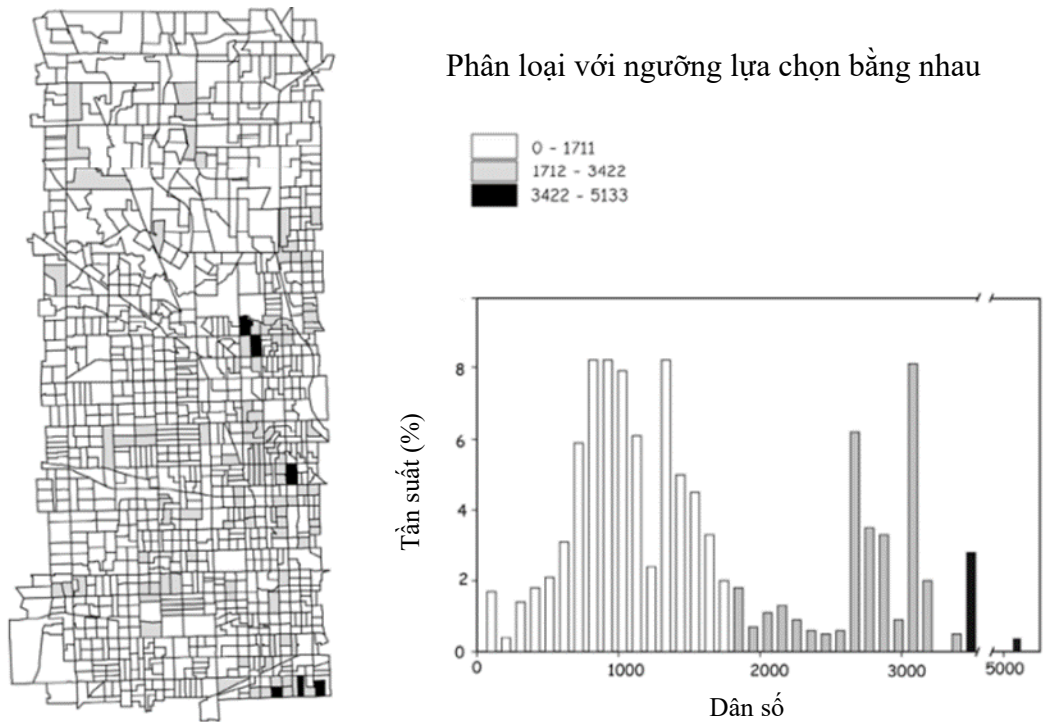
Hình 5.10 biểu diễn phân loại dân số với vùng biến thiên từ 0 đến 5133. Biểu đồ ở phía dưới bên phải hiển thị phân bố tần suất. Lưu ý rằng có một khoảng ngắt trong biểu đồ giữa 3500 và 5000 để hiển thị ba vùng "ngoài" với dân số trên 3300.



Dân số của 1074 vùng biến thiên từ 0 đến 5133
Biểu đồ ở phía dưới hiển thị phân bố tần suất



Hình 5.10. Ví dụ về gán giá trị ngưỡng cho phân loại



Hình 5.11. Phép phân loại với ngưỡng lựa chọn bằng nhau (Bolstad, 2016).

Phạm vi từ 0 đến 5133 được chia thành ba phần bằng nhau. Màu sắc được chỉ định như được hiển thị trong bản đồ (bên trái) và trong biểu đồ tần suất (bên phải). Lưu ý rằng tương đối ít đa giác được gán cho các lớp cao màu đen. Một vài khu vực lân cận với dân số gần 5000 người sẽ thay đổi ranh giới lên phía trên.

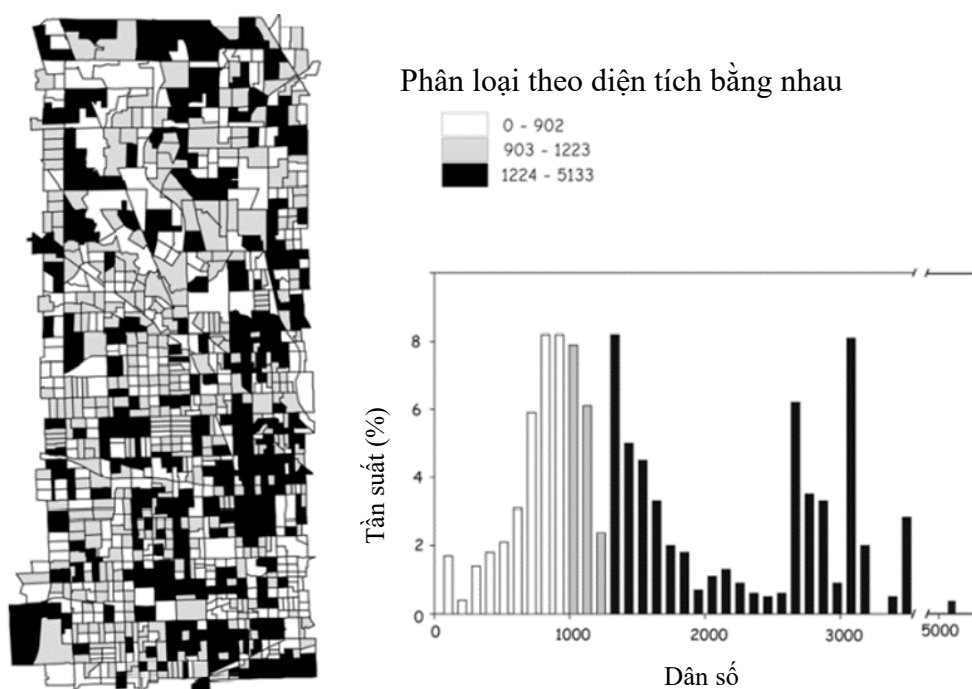
Hình 5.11 minh họa cách phân loại theo ngưỡng bằng nhau cho biến dân số. Ba lớp được gán trong phạm vi từ 0 đến 5133 được chỉ định. Mỗi khoảng là khoảng một phần ba của phạm vi này. Phạm vi này được chia đều cho 1711. Lớp nhỏ nhất biến thiên từ 0 đến 1711, lớp trung bình từ 1712 đến 3422, và lớp lớn từ 3423 đến 5133. Các loại dân số được tô màu tương ứng trên bản đồ và biểu đồ thanh, với các lớp nhỏ (trắng), trung bình (xám) và lớn (đen) được hiển thị.

Lưu ý rằng tầng lớp dân cư thấp có màu trắng chiếm ưu thế trên bản đồ; hầu hết các khu vực đều thuộc lớp dân cư này. Điều này thường xảy ra khi có các tính năng có giá trị cao hơn nhiều so với định mức. Có một vài vùng có dân số trên 5000 (ở bên phải điểm ngắt trong trục dân số của biểu đồ thanh), trong khi hầu hết các vùng lân cận có dân số dưới 3000. Các trường hợp ngoại lệ chuyển ranh giới lớp sang các giá trị cao hơn, 1711 và 3422, dẫn đến hầu hết các vùng thuộc loại dân số nhỏ.

Một phương pháp phổ biến khác để gán lớp cho kết quả là phân loại theo vùng bằng nhau (Hình 5.12). Ngưỡng phân lớp được xác định để đặt một tỷ lệ bằng nhau của khu vực nghiên cứu vào mỗi một trong số các lớp cụ thể. Điều này thường dẫn đến một bản đồ cân bằng trực quan vì tất cả các lớp có phạm vi xấp xỉ bằng nhau. Diện tích bằng nhau của các lớp thường được lựa chọn.

Lưu ý rằng độ rộng của lớp có thể thay đổi đáng kể với sự phân loại theo diện tích bằng nhau. Phân loại theo diện tích bằng nhau thiết lập các ranh giới của lớp để mỗi lớp có diện tích xấp xỉ như nhau. Một lớp có thể bao gồm một vài hoặc thậm chí một đa giác lớn. Điều này dẫn đến một phạm vi nhỏ cho các lớp đa giác lớn. Các lớp cũng có xu hướng rơi vào vùng giá trị hẹp gần các đỉnh trong biểu đồ tần suất. Các hiệu ứng này được minh họa trong Hình 5.12. Lớp có giá trị trung bình về diện tích được phân loại ở các giá trị dân số từ 903 đến 1223. Phạm vi dân số này gần đỉnh trong biểu đồ tần suất và các mức dân số này được liên kết với các đa giác

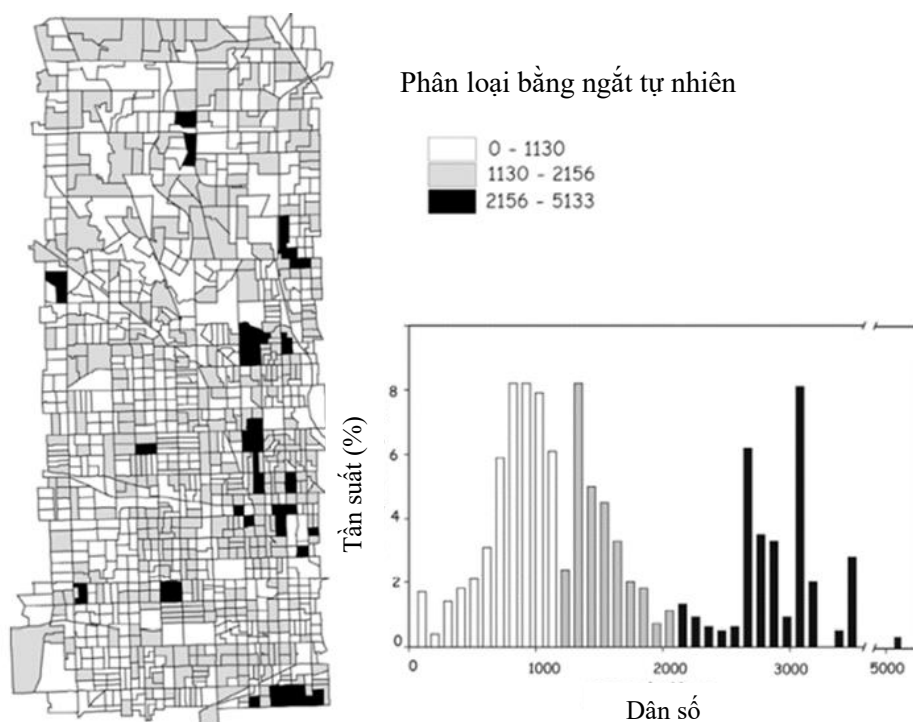
lớn hơn. Lớp trung bình này trải dài khoảng 300 đơn vị dân số, trong khi các lớp nhỏ và lớn lần lượt chiếm khoảng 900 và 4000 đơn vị dân số.



Hình 5.12. Phân loại theo diện tích bằng nhau (Bolstad, 2016).

Ranh giới lớp được thiết lập sao cho mỗi lớp có tổng diện tích xấp xỉ bằng nhau. Trong trường hợp này, lớp trung bình trải dài trong một phạm vi nhỏ, từ 903 đến 1223, trong khi lớp dân cư cao trải rộng hơn gần 10 lần, từ 1224 đến 5133.

Tiếp theo đây chúng tôi sẽ đề cập đến một phương pháp cuối cùng để phân loại tự động, một phương pháp dựa trên các ngưỡng phân loại tự nhiên hoặc các khoảng trống tự nhiên (gap) trong dữ liệu. Phân loại ngắt tự nhiên tìm kiếm các điểm ngắt “rõ ràng”. Nó cố gắng xác định các cụm dữ liệu xuất hiện tự nhiên, không phải các cụm dựa trên các mối quan hệ không gian, mà là các cụm dựa trên sự thay đổi một cách có trật tự.



Hình 5.13. Phân loại bằng ngắt tự nhiên (Bolstad, 2016)

Ranh giới giữa các lớp được đặt tại nơi có khoảng trống tự nhiên hoặc số lượng điểm thấp trong phân bố tần số.

Có nhiều phương pháp khác nhau được sử dụng để xác định ngắt tự nhiên. Khoảng trống lớn trong dãy giá trị được sắp xếp tuần tự là một phương pháp phổ biến. Các giá trị được liệt kê từ thấp nhất đến cao nhất và khoảng cách lớn nhất trong các giá trị sẽ được chọn. Có thể xác định được các khoảng trống đó là các điểm thấp trong biểu đồ tần số.

Thường có một nỗ lực để cân bằng nhu cầu về các lớp tương đối rộng và phân bố đều và việc tìm kiếm các khoảng trống tự nhiên. Nhiều lớp hẹp và một lớp lớn có thể không được chấp nhận trong nhiều trường hợp và có thể có những trường hợp số lượng khoảng trống được chỉ định không xảy ra trong biểu đồ dữ liệu. Có thể yêu cầu nhiều lớp hơn so với các khoảng trống rõ ràng, vì vậy một số phương pháp ngắt tự nhiên bao gồm một phương pháp thay thế, ví dụ, các khoảng cách đều nhau, cho các phần của biểu đồ tần suất không có khoảng trống tự nhiên.

Hình 5.13 minh họa cách phân loại ngắt tự nhiên. Hai lần nghỉ được thể hiện rõ ràng trong biểu đồ, một lần gần 1300 và một lần gần 2200 người trên mỗi vùng lân cận. Các tập hợp nhỏ, trung bình và lớn được phân bổ tại các điểm tiếp xúc này.

Hình 5.11 đến Hình 5.13 minh họa rõ ràng một điểm quan trọng là bạn phải cẩn thận khi tạo hoặc diễn giải các bản đồ lớp, bởi vì tầm quan trọng tương đối rõ ràng của việc xác định ngưỡng ngắt để phân ra từng lớp dữ liệu. Hình 5.11 cho thấy hầu hết các khu vực đều có dân số thấp, Hình 5.12 gợi ý rằng các khu vực dân cư cao bao gồm các khu vực lớn nhất và chúng được trộn lẫn với các khu vực dân số thấp và trung bình, trong khi Hình 5.13 cho thấy khu vực này chủ yếu là các khu vực dân cư trung bình và thấp. Chính vì không có ngưỡng chia dân số được xác định một cách rõ ràng mà chúng ta có khả năng linh hoạt cao trong việc tạo ra các bản đồ khác nhau từ các cách phân chia khác nhau. Chú giải trong bản đồ lớp nên được xem xét kỹ lưỡng và phạm vi giữa các ranh giới lớp được ghi nhận. Biểu đồ và giá trị tối đa / tối thiểu sẽ giúp giải thích chú giải.

5.2. LOẠI BỎ RANH GIỚI (Dissolve)

Một hàm loại bỏ ranh giới chủ yếu được sử dụng để kết hợp các tính năng tương tự trong một lớp dữ liệu vào với nhau. Các đa giác liên kề có thể có các giá trị giống nhau cho một thuộc tính. Ví dụ, một lớp dữ liệu đất ngập nước có thể chỉ định các đa giác thành một số lớp con, chẳng hạn như vùng đất ngập nước có cây cối rậm rạp, vùng đất ngập nước có cây cỏ, hoặc vùng nước mở. Nếu cần phân tích, chúng ta xác định chỉ các khu vực đất ngập nước so với các khu vực vùng cao, khi đó chúng ta có thể muốn xóa bỏ mọi ranh giới giữa các vùng đất ngập nước liền kề. Chúng ta chỉ quan tâm đến việc xác định ranh giới đất ngập nước và đất vùng không ngập nước.

Các hoạt động loại bỏ ranh giới thường được áp dụng dựa trên một thuộc tính “loại bỏ ranh giới” cụ thể được liên kết với từng tính năng. Thường là giá trị hoặc tập hợp các giá trị sẽ được xác định thuộc cùng một nhóm để có thể thực hiện được lệnh “loại bỏ ranh giới”. Các giá trị được xác định là thuộc tính loại bỏ ranh giới được so sánh để lấy hoặc bỏ ranh giới. Nếu các giá trị giống nhau, đường ranh giới sẽ bị xóa hoặc loại bỏ đi. Nếu các giá trị cho thuộc tính loại bỏ ranh giới khác nhau trên đường ranh giới, thì đường ranh giới được giữ nguyên.

Hình 5.14 minh họa hoạt động “loại bỏ ranh giới” tạo ra phân loại nhị phân. Sự phân loại này xếp mỗi bang của Hoa Kỳ tiếp giáp vào một trong hai loại, những bang nằm hoàn toàn về phía tây của Sông Mississippi (1) và phía đông sông Mississippi (0). Thuộc tính có tên `is_west` chứa các giá trị cho biết vị trí. Hoạt động “loại bỏ ranh giới” được áp dụng trên biến `is_west` sẽ xóa tất cả ranh giới tiểu bang giữa các tiểu bang có giá trị tương tự nhau. Điều này làm giảm tập hợp từ 48 đa giác thành hai đa giác.

Các hoạt động loại bỏ ranh giới thường cần thiết trước khi áp dụng lựa chọn dựa trên khu vực trong phân tích không gian. Ví dụ, chúng ta có thể muốn chọn các khu vực từ phân loại ngẫu nhiên được hiển thị ở bên trái của Hình 5.16. Tiến hành tìm kiếm các vùng lớn hơn 3 km² trong khu vực và có dân số trung bình. Các vùng có thể bao gồm nhiều vùng lân cận. Chúng ta thường phải xóa ranh giới giữa các vùng lân cận, có quy mô vừa phải trước khi áp dụng thử nghiệm kích thước. Nếu không, hai khu dân cư trung bình, liền kề có thể bị loại bỏ vì cả hai đều có diện tích khoảng 2 km². Tổng diện tích của chúng là 4 km², cao hơn ngưỡng được chỉ định, nhưng chúng sẽ không được chọn trừ khi áp dụng loại bỏ ranh giới trước.



Hình 5.14. Minh họa về hoạt động ‘loại bỏ ranh giới’ (Bolstad, 2016)

“Loại bỏ ranh giới” khá hữu ích trong việc loại bỏ thông tin không cần thiết. Sau khi phân loại thành các lớp kích thước nhỏ, trung bình và lớn, nhiều ranh giới có thể trở nên thừa. Các ranh giới không cần thiết có thể tăng dung lượng lưu trữ và làm cho việc xử lý dữ liệu chậm hơn. Giải pháp “loại bỏ ranh giới” có ưu điểm là loại bỏ dữ liệu địa lý dư thừa và dữ liệu dạng bảng không cần thiết, do đó làm đơn giản hóa dữ liệu, cải thiện tốc độ xử lý chuyên nghiệp và giảm khối lượng dữ liệu. Hình 5.16 minh họa về “loại bỏ ranh giới” nhằm tiết kiệm không gian và giảm độ phức tạp thường gặp khi áp dụng hàm “loại bỏ ranh giới”. Số lượng của các vùng giảm đi khoảng chín lần bởi sự loại bỏ bớt các ranh giới, từ 1074 vùng ở bên trái trở thành 119 vùng ở bên phải của Hình 5.15.

a) Trước khi “loại bỏ ranh giới”



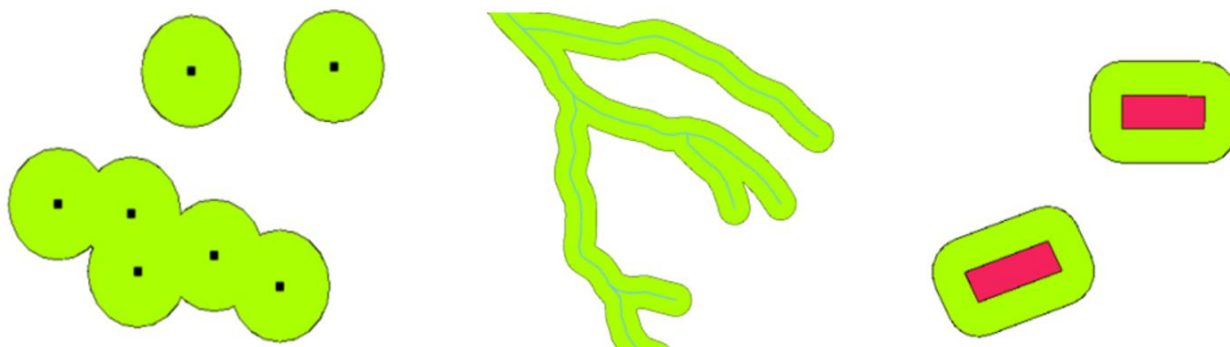
b) Sau khi “loại bỏ ranh giới”

**Hình 5.15. Một ví dụ về hoạt động ” loại bỏ ranh giới ” (Bolstad, 2016)**

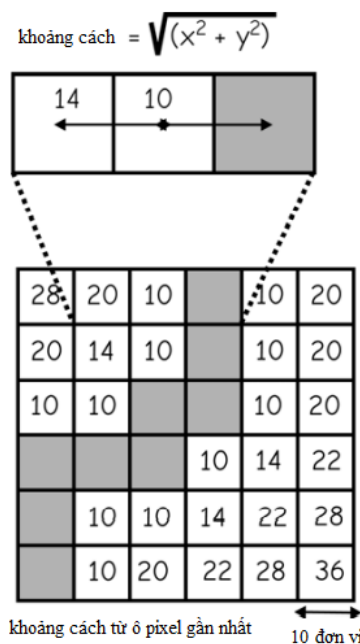
5.3. CHỨC NĂNG LÂN CẬN VÀ VÙNG ĐỆM

Các chức năng hoặc hoạt động lân cận là một trong những công cụ phân tích không gian mạnh mẽ và phổ biến nhất. Nhiều câu hỏi quan trọng xoay quanh sự lân cận hay khoảng cách giữa các đối tượng địa lý được quan tâm. Ví dụ như: trường học gần nhà máy lọc dầu bị ảnh hưởng đến mức nào để đánh giá sự tác động của nó đến việc học của các cháu học sinh hoặc những khu phố nào cách xa các cửa hàng tiện lợi, và những ngôi nhà nào sẽ bị ảnh hưởng bởi sự gia tăng tiếng ồn do nằm sát đường cao tốc ? Nhiều câu hỏi liên quan đến sự gần kề được trả lời thông qua các phân tích không gian trong GIS. Ví dụ, một hàm lân cận đơn giản tạo ra một đường bao theo một bán kính nhất định từ một tập hợp các đối tượng địa lý tức là tạo ra một vùng mà lấy lõi là một điểm, một đường hoặc một vùng, đường biên bên ngoài thường có khoảng cách nhất định so với lõi (Hình 5.16).

Các chức năng phân tích lân cận có thể được chia thành hai loại tùy thuộc vào loại dữ liệu đầu vào mà công cụ chấp nhận đó là: raster và vector. Các công cụ dựa trên tính năng khác nhau về loại đầu ra mà chúng tạo ra. Công cụ đo khoảng cách Euclid dựa trên raster đo khoảng cách từ tâm của ô nguồn đến tâm của ô đích. Các công cụ khoảng cách dựa trên raster của mỗi ô được truyền giữa nguồn và đích. Giá trị khoảng cách được tính dựa trên công thức Pitago (Hình 5.17). Các giá trị này thường được tính từ tâm ô được lấy là điểm tính đến tâm ô pixel đích khi áp dụng cho dữ liệu raster.



Hình 5.16. Ví dụ về phân tích lân cận (liền kề)

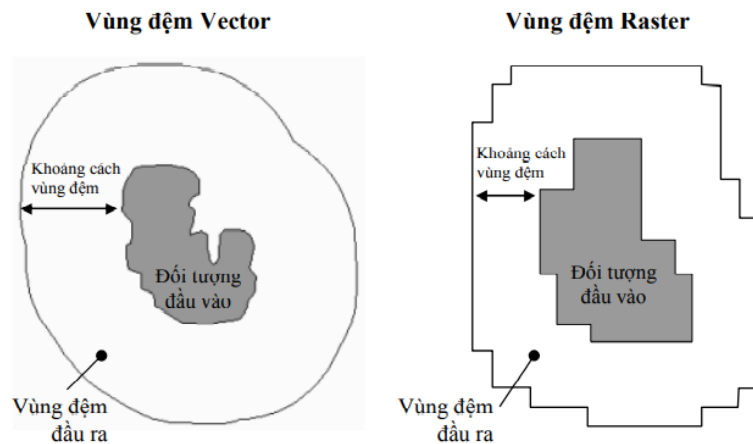


Hình 5.17. Khoảng cách được tính cho dữ liệu raster khi phân tích lân cận

5.3.1. Vùng đệm (Buffer)

Vùng đệm là một trong những hàm lân cận được sử dụng nhiều nhất. Vùng đệm là một vùng nhỏ hơn hoặc bằng một khoảng cách xác định từ một hoặc nhiều đối tượng địa lý (Hình 5.18). Vùng đệm có thể được sử dụng cho các đối tượng địa lý điểm, đường hoặc vùng và cho dữ liệu raster hoặc vector. Vùng đệm là quá trình tạo ra một đường bao xung quanh đối tượng địa lý. Vùng đệm phân loại xác định chính xác các khu vực nằm “bên ngoài” một số khoảng cách ngưỡng nhất định so với “Bên trong” một số khoảng cách ngưỡng.

Vùng đệm được sử dụng thường xuyên vì nhiều phân tích không gian có liên quan đến các giới hạn khác nhau về không gian. Ví dụ, những người trong đội ứng cứu khẩn cấp có thể muốn biết những trường học nào nằm trong phạm vi 1,5 km tính từ nơi bị động đất, người lập kế hoạch xây dựng công viên có thể muốn xác định tất cả các vùng đất cách xa đường quốc lộ trong bán kính 10 km hoặc chủ doanh nghiệp có thể muốn xác định tất cả các khách hàng trong bán kính nhất định của cửa hàng của họ. Tất cả những câu hỏi này có thể được trả lời với việc sử dụng vùng đệm thích hợp.



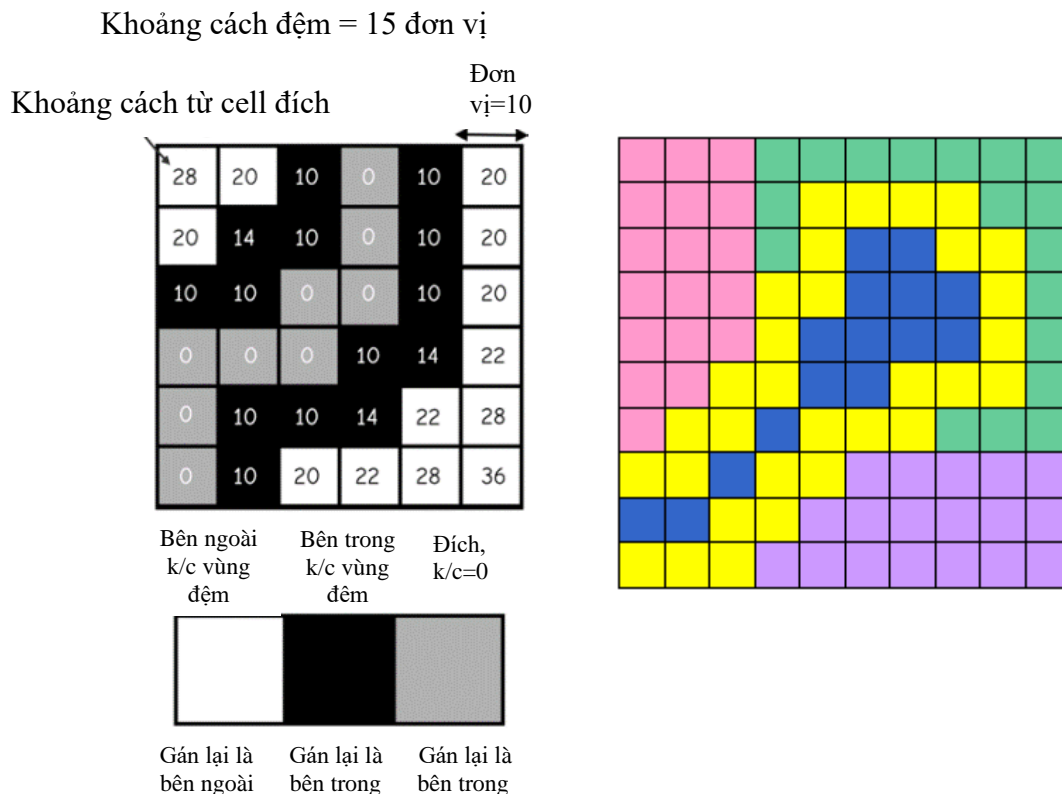
Hình 5.18. Ví dụ về vùng đệm vector và raster của các đối tượng đa giác

Vùng đệm được xác định bởi những vùng nằm trong khoảng cách từ đối tượng địa lý lấy ra một khoảng cách nhất định.

a. Vùng đệm cho raster (Raster Buffers)

Các hoạt động tạo vùng đệm trên dữ liệu raster đòi hỏi phải tính toán khoảng cách từ mỗi trung tâm ô pixel nguồn đến tất cả các trung tâm ô khác. Các ô pixel đầu ra được gán giá trị bất cứ khi nào khoảng cách giữa ô đó với ô nguồn nhỏ hơn khoảng cách vùng đệm được chỉ định. Những ô xa hơn khoảng cách vùng đệm được gán giá trị ngoài (Hình 5.19).

Vùng đệm Raster kết hợp một hàm khoảng cách tối thiểu và một hàm phân loại nhị phân. Hàm khoảng cách tối thiểu tính toán khoảng cách ngắn nhất từ một tập hợp các đối tượng mục tiêu và lưu trữ thông số này trong một lớp dữ liệu raster. Chức năng phân loại nhị phân chia các ô raster thành hai lớp: những ô có khoảng cách lớn hơn giá trị ngưỡng và những ô có khoảng cách nhỏ hơn hoặc bằng giá trị ngưỡng.

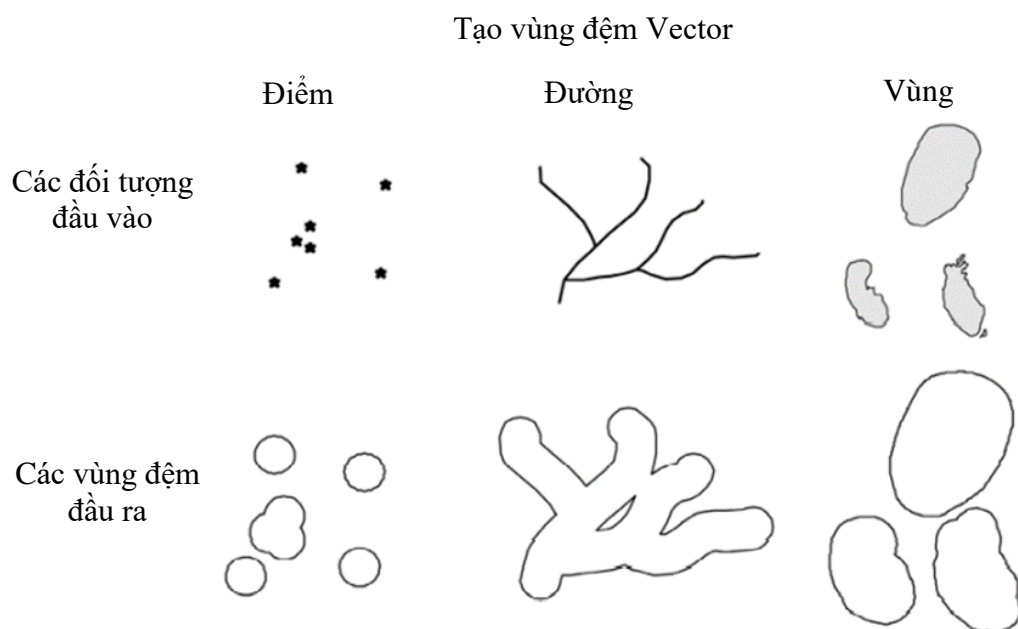


Hình 5.19: Vùng đệm Raster như một sự kết hợp của khoảng cách và phân loại

Ở đây, các ô lưới nhỏ hơn 15 đơn vị từ các ô đích được xác định. Lưu vùng đệm với dữ liệu raster có thể tạo ra ranh giới "bậc thang", vì khoảng cách từ các đối tượng địa lý được đo giữa các tâm ô lưới. Khi khoảng cách vùng đệm chạy song song và gần một tập hợp các ranh giới ô, ranh giới vùng đệm có thể “nhảy” từ hàng ô này sang hàng ô tiếp theo (Hình 5.19). Hiện tượng này thường là một vấn đề khi kích thước ô raster lớn so với khoảng cách vùng đệm. Khoảng cách vùng đệm 100 m có thể được tính gần đúng khi áp dụng cho raster với kích thước ô là 30 m. Kích thước ô pixel nhỏ hơn so với khoảng cách vùng đệm dẫn đến dạng "bậc thang". Kích thước ô lưới phải nhỏ hơn so với độ chính xác không gian của dữ liệu và nhỏ so với khoảng cách vùng đệm. Nếu quy tắc này được tuân thủ, thì bước bậc thang sẽ không thành vấn đề, vì kích thước vùng đệm lớn sẽ làm cho bậc thang bớt thô hơn.

b. Vùng đệm cho vector (Vector Buffers)

Vùng đệm vector có thể được áp dụng cho các đối tượng điểm, đường hoặc vùng, nhưng bất kể đầu vào là gì, vùng đệm luôn tạo ra một tập hợp đầu ra của các đối tượng vùng (Hình 5.20). Vùng đệm đơn giản, còn được gọi là vùng đệm theo khoảng cách cố định, là hình thức phổ biến nhất của vùng đệm vector (Hình 5.20). Vùng đệm đơn giản xác định các khu vực cách một tập hợp các đối tượng đầu vào một khoảng cách cố định. Vùng đệm đơn giản không phân biệt giữa các vùng gần với một đối tượng địa lý và các vùng gần với nhiều đối tượng địa lý.



Hình 5.20. Vùng đệm vector được tạo ra từ các đối tượng đầu vào là điểm, đường hoặc vùng

Vùng đệm đơn giản sử dụng khoảng cách đồng nhất cho tất cả các đối tượng địa lý. Khoảng cách đệm 100 mét được chỉ định cho một lớp đường có thể được áp dụng cho mọi con đường trong lớp, bất kể kích thước, hình dạng hoặc vị trí của đường. Theo cách tương tự, khoảng cách vùng đệm cho tất cả các điểm trong lớp điểm sẽ đồng nhất và khoảng cách vùng đệm cho tất cả các đối tượng vùng sẽ là không đổi.

Việc tạo vùng đệm trên dữ liệu điểm vector dựa trên việc tạo các vòng tròn xung quanh mỗi điểm trong tập dữ liệu. Phương trình của đường tròn có gốc tọa độ $x = 0$, $y = 0$ là:

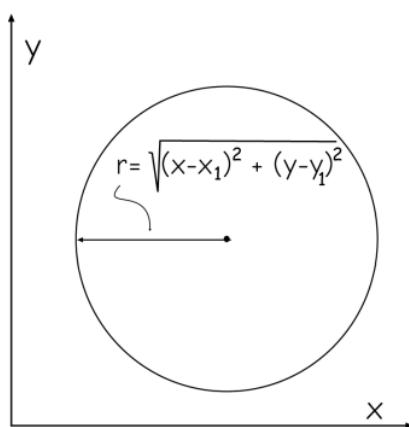
$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (5.1)$$

trong đó r là khoảng cách vùng đệm.

Phương trình tổng quát hơn của đường tròn có tâm tại x_1 , y_1 , là:

$$r = \sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2} \quad (5.2)$$

Phương trình (5.2) rút gọn thành phương trình (5.1) tại gốc tọa độ, trong đó $x_1 = 0$ và $y_1 = 0$. Phương trình tổng quát tạo ra một đường tròn có tâm tại các tọa độ x_1, y_1 , với khoảng đệm bằng bán kính r . Vùng đệm của điểm được tạo bằng cách áp dụng liên tiếp phương trình vòng tròn này cho từng đối tượng điểm trong dữ liệu. Vị trí tọa độ x và y của mỗi đối tượng điểm được sử dụng cho x_1 và y_1 , đặt đối tượng điểm ở tâm của một vòng tròn (Hình 5.21).



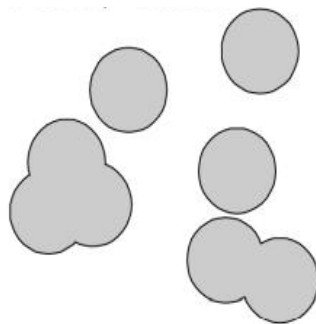
Hình 5.21. Tính toán vùng đệm điểm

Các vòng tròn đệm có thể chồng lên nhau và trong vùng đệm đơn giản, các ranh giới của vòng tròn xuất hiện trong các khu vực chồng chéo sẽ bị xóa. Ví dụ, có thể xác định các khu vực trong phạm vi 10 km đối với các điểm chất thải nguy hại bằng cách tạo lớp đệm. Chúng ta có thể có một lớp dữ liệu dưới dạng điểm (Hình 5.22a). Tạo một vùng đệm là một vòng tròn có bán kính 10 km được vẽ xung quanh mỗi điểm. Khi hai hoặc nhiều vòng tròn chồng lên nhau, các ranh giới bên trong bị loại bỏ, dẫn đến đa giác không phải là hình tròn (Hình 5.22b).

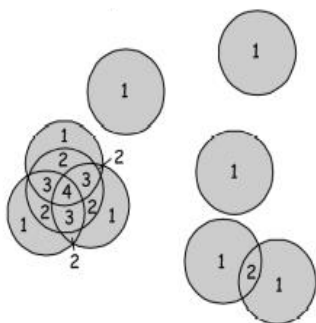
a) Lớp điểm



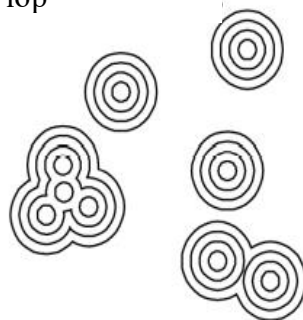
b) Tạo vùng đệm xóa ranh giới



c) Tạo vùng đệm có sự chồng đè



d) Tạo vùng đệm đa lớp



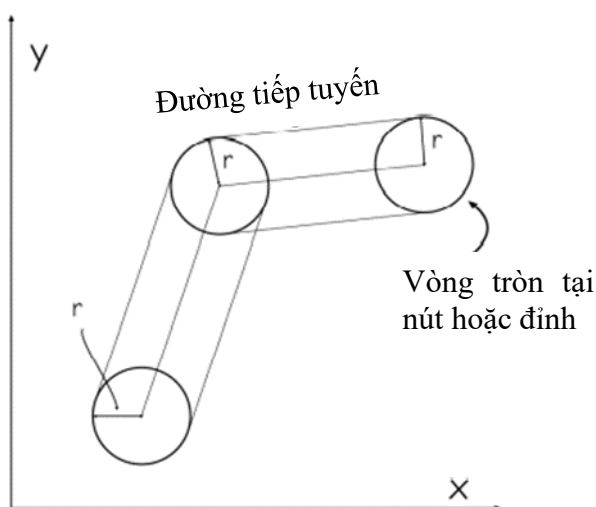
Hình 5.22. Vùng đệm cho các đối tượng điểm

Có thể áp dụng các phương pháp đệm phức tạp hơn. Các phương pháp này có thể xác định các vùng đệm theo số lượng các đối tượng trong khoảng cách vùng đệm đã cho, hoặc áp dụng các khoảng cách vùng đệm thay đổi tùy thuộc vào đặc điểm của các đối tượng đầu vào. Chúng ta có thể quan tâm đến những khu vực gần nhiều khu chất thải nguy hại. Những khu vực gần nhiều địa điểm nguy hiểm này có thể có thêm rủi ro và do đó cần phải theo dõi hoặc xử lý đặc biệt. Chúng ta có thể là người xác định ngày tháng để xác định tất cả các khu vực trong khoảng cách đệm của khu chất thải nguy hại và số lượng khu vực. Trong hầu hết các ứng dụng, hầu hết các khu vực nguy hiểm sẽ gần với một khu chất thải nguy hại, nhưng một số sẽ gần hai, ba hoặc nhiều vị trí khác nhau. Vùng đệm đơn giản, được mô tả ở trên, sẽ không cung cấp thông tin cần thiết. Một loại vùng đệm biến đổi, ở đây được gọi là đệm phức, cung cấp thông tin cần thiết. Bộ đệm hợp chất duy trì tất cả các ranh giới chồng chéo (Hình 5.22c). Tất cả các vòng tròn được xác định bởi khoảng cách vùng đệm bán kính cố định được tạo ra. Các đường tròn này sau đó được cắt nhau để tạo thành một đồ thị phẳng. Đối với mỗi khu vực, một thuộc tính được tạo để ghi lại số lượng đối tượng trong khoảng cách vùng đệm được chỉ định.

Bộ đệm lồng nhau (hoặc nhiều lớp) là một biến thể đệm phổ biến khác (Hình 5.22d). Chúng ta có thể yêu cầu bộ đệm ở nhiều khoảng cách. Trong ví dụ về địa điểm chất thải nguy hại, giả sử các mức ngưỡng đã được thiết lập với các hành động khác nhau được yêu cầu cho mỗi ngưỡng. Các khu vực rất gần khu chất thải nguy hại cần sơ tán, khoảng cách trung gian cần xử lý và các khu vực xa hơn cần giám sát. Các vùng này có thể được xác định bởi các bộ đệm lồng nhau này.

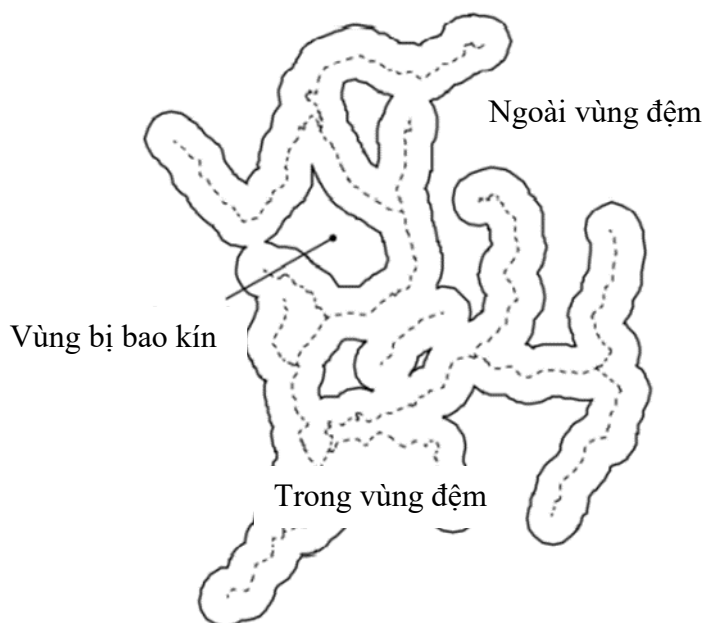
Việc tạo vùng đệm trên dữ liệu vector dạng đường và vùng cũng khá phổ biến. Sự hình thành vùng đệm cho đường có thể được hình dung như một chuỗi các bước. Đầu tiên, các vòng tròn được tạo ra có tâm ở mỗi nút hoặc đỉnh (Hình 5.23). Các đường tiếp tuyến sau đó được tạo ra. Các đường này song song với các đường đặc trưng đầu vào và tiếp tuyến với các đường tròn có tâm tại mỗi nút hoặc đỉnh. Các đường và vòng tròn tiếp tuyến được nối với nhau và các phân đoạn vòng tròn bên trong bị loại bỏ.

Vị trí của các đường tiếp tuyến và giao điểm của chúng với các đường tròn dựa trên một bộ quy tắc và đại số phức tạp. Các hoạt động này xác định các phân đoạn đệm xác định ranh giới giữa các khu vực trong và ngoài. Các phân đoạn này được lưu vào vùng đệm cho một đường riêng lẻ. Vùng đệm cho các đường riêng biệt có thể chồng lên nhau. Với vùng đệm đường đơn giản, các giới hạn bên trong trong các vùng chồng chéo bị loại bỏ. Vùng đệm cho các đối tượng dạng vùng thực hiện theo các bước tương tự và tùy thuộc vào chức năng vùng đệm, có thể xác định khu vực bên trong đa giác khép kín này và loại bỏ các ranh giới bên trong.



Hình 5.23. Việc tạo ra một vùng đệm cho đường ở một khoảng cách cố định r

Lưu ý rằng có thể tìm thấy ba loại vùng khác nhau khi tạo vùng đệm đường đơn giản (Hình 5.23). Loại vùng đầu tiên nằm trong khoảng cách vùng đệm của các đối tượng đường. Ví dụ về khu vực này được gắn nhãn bên trong vùng đệm trong Hình 5.24. Loại khu vực thứ hai nằm hoàn toàn bên ngoài vùng đệm. Vùng này được dán nhãn “bên ngoài” vùng đệm trong Hình 5.24. Loại khu vực thứ ba được gắn nhãn khu vực kín trong Hình 5.24. Loại vùng này xa hơn khoảng cách vùng đệm từ dữ liệu đường đầu vào, nhưng được bao kín trong một vùng xung quanh đa giác đệm. Những vùng bao kín này thỉnh thoảng xảy ra khi tạo các vùng đệm cho điểm và vùng, nhưng các vùng bao kín thường xuất hiện nhiều nhất khi tạo các vùng đệm cho đối tượng đường.

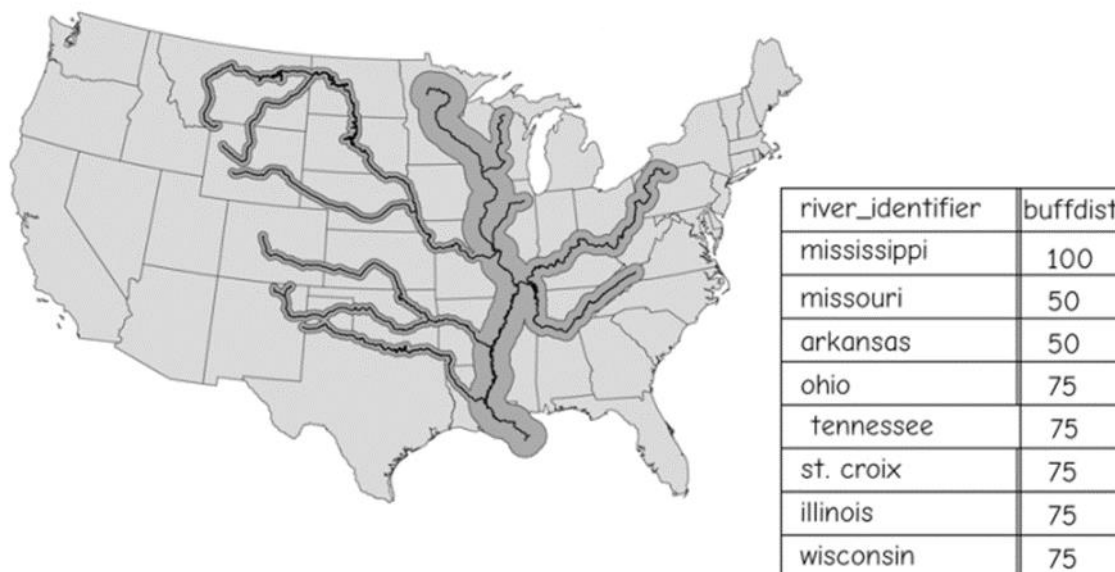


Hình 5.24. Vùng đệm có thể chia các khu vực địa lý thành ít nhất ba loại thuộc tính

Có nhiều trường hợp mà chúng tôi có thể yêu cầu một vùng đệm khoảng cách thay đổi. Đối với những công việc liên quan đến an toàn công cộng thì yêu cầu các vùng bảo vệ khác nhau sẽ phụ thuộc vào mức độ nguy hiểm. Chúng ta có thể chỉ định một vùng đệm lớn hơn xung quanh các kho chứa nhiên liệu lớn còn với các cơ sở lưu trữ nhiên liệu nhỏ hơn thì sẽ có những vùng đệm loại khác. Chúng ta thường yêu cầu các biện pháp bảo vệ nghiêm ngặt hơn ở xa các sông lớn hơn là các sông nhỏ, và cho các bãi chôn lấp lớn có bên bờ rộng hơn các bãi chôn lấp nhỏ.

Hình 5.24 minh họa việc tạo vùng đệm xung quanh mạng lưới sông. Những vùng đệm này có thể được sử dụng để phân tích hoặc hạn chế việc sử dụng đất gần sông. Chúng ta có thể muốn tăng khoảng cách đệm cho các con sông lớn hơn vì nguy cơ ở các sông này sẽ lớn hơn các sông nhỏ. Các sự gia tăng khoảng cách có thể do khả năng gia tăng lũ lụt ở sông lớn, hoặc do độ nhạy cảm với ô nhiễm, hoặc khả năng sạt lở bờ sông cao hơn khi độ rộng sông tăng lên. Chúng ta có thể ví dụ chỉ định khoảng cách đệm là 50 km đối với sông nhỏ, 75 km đối với sông cỡ trung bình và 100 km đối với sông lớn. Còn nhiều các trường hợp khi yêu cầu vùng đệm khoảng cách thay đổi, ví dụ: khoảng cách lớn hơn từ những con đường cao tốc có tiếng ồn hơn, những khu vực nhỏ hơn nơi đi lại khó khăn hoặc vùng đệm lớn hơn xung quanh các bãi chôn lấp rác thải lớn hơn.

Vùng đệm có khoảng cách thay đổi



Hình 5.25. Minh họa về một bộ vùng đệm có khoảng cách thay đổi trên các sông của Hoa kỳ (Bolstad, 2016).

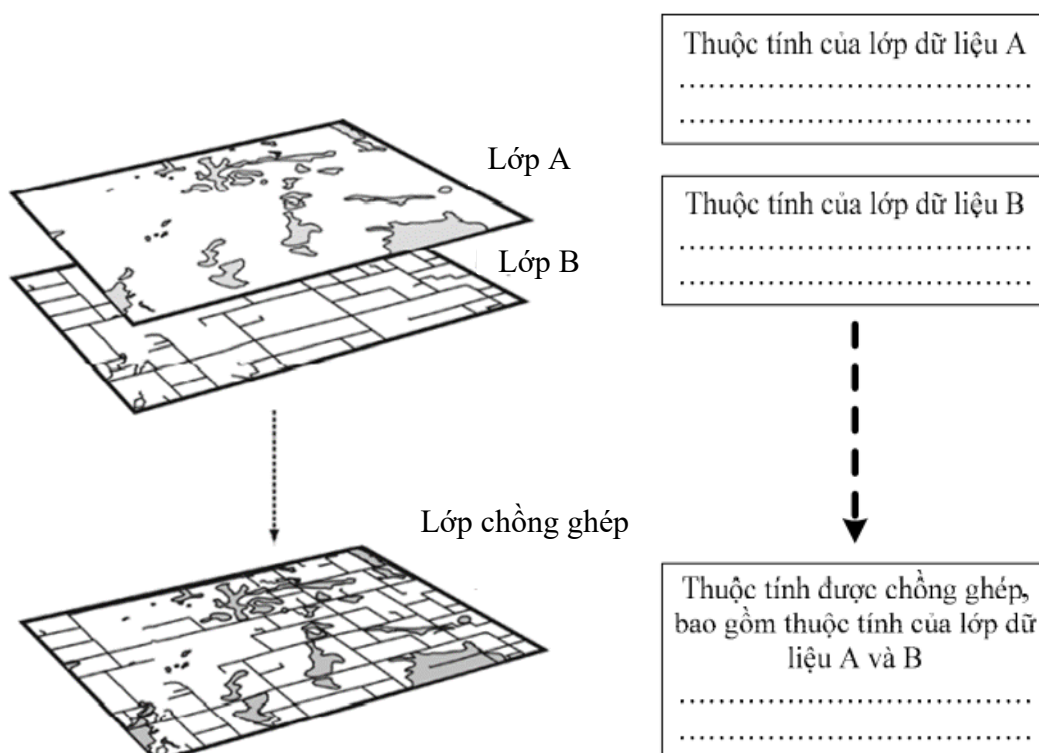
Bộ vùng đệm cho đường được hiển thị với khoảng cách đệm thay đổi dựa trên trường “river_identifier”. Khoảng cách đệm thay đổi trên “buffdist”, được chỉ định trong bảng và áp dụng cho từng đoạn sông.

Vùng đệm khoảng cách thay đổi (Hình 5.25) là một biến thể phổ biến khác của vùng đệm vector. Như được chỉ ra bởi tên, khoảng cách vùng đệm có thể thay đổi và có thể thay đổi giữa các tính năng. Khoảng cách đệm có thể tăng lên theo từng bước; ví dụ: chúng tôi có thể có một khoảng cách vùng đệm cho một tập hợp các tính năng nhất định và một khoảng cách đệm khác cho các đối tượng còn lại. Ngược lại, khoảng cách đệm có thể thay đổi một cách trơn tru; ví dụ, khoảng cách đệm xung quanh một thành phố có thể là một hàm của mật độ dân số trong thành phố

Khoảng cách vùng đệm thay đổi thường được chỉ định bởi một thuộc tính trong lớp dữ liệu đầu vào. Điều này được minh họa trong Hình 5.25. Một phần của bảng thuộc tính cho lớp dữ liệu sông được hiển thị. Bảng thuộc tính chứa tên sông trong trường “river_identifier” và khoảng cách bộ đệm được lưu trong trường “buffdist”. Thuộc tính buffdist được truy cập trong tạo vùng đệm và kích thước của vùng đệm được điều chỉnh tự động cho mỗi dòng. Lưu ý kích thước vùng đệm phụ thuộc vào giá trị trong “buffdist”.

5.4. CHỒNG CHẬP (OVERLAY)

Hoạt động chồng chập dữ liệu là công cụ phân tích không gian mạnh mẽ và là động lực quan trọng thúc đẩy sự phát triển của công nghệ GIS. Chồng chập liên quan đến việc kết hợp dữ liệu không gian và thuộc tính từ hai hoặc nhiều lớp dữ liệu không gian và chúng là một trong những hoạt động phân tích dữ liệu không gian phổ biến và mạnh mẽ nhất. (Hình 5.26) mô tả sự chồng chập của các dữ liệu khác nhau theo chủ đề nào đó. Ví dụ, chúng ta có thể muốn biết nơi có những ngôi nhà giá rẻ đang cho thuê và lại ở các khu trường học tốt, hoặc nơi có vùng đất tốt phù hợp cho phát triển cây công nghiệp như cà phê, hay cao su là ở đâu. Trong ví dụ sau, một lớp dữ liệu đất có thể được sử dụng để xác định các loại đất có khả năng xói mòn cao và một lớp sử dụng đất hiện tại có thể được sử dụng để xác định vị trí của các vùng đất phù hợp làm nông trại. Ranh giới của đất xói mòn sẽ không trùng với ranh giới của ruộng nông nghiệp trong hầu hết các trường hợp, do đó, các loại đất này và dữ liệu sử dụng đất bằng cách nào đó phải được kết hợp với nhau. Chồng chập là phương tiện chính để cung cấp sự kết hợp này.



Hình 5.26. Chồng chập dữ liệu không gian

Dựa vào loại dữ liệu thì chúng ta có hai loại chồng chập đó là chồng chập dữ liệu raster và chồng chập dữ liệu vector.

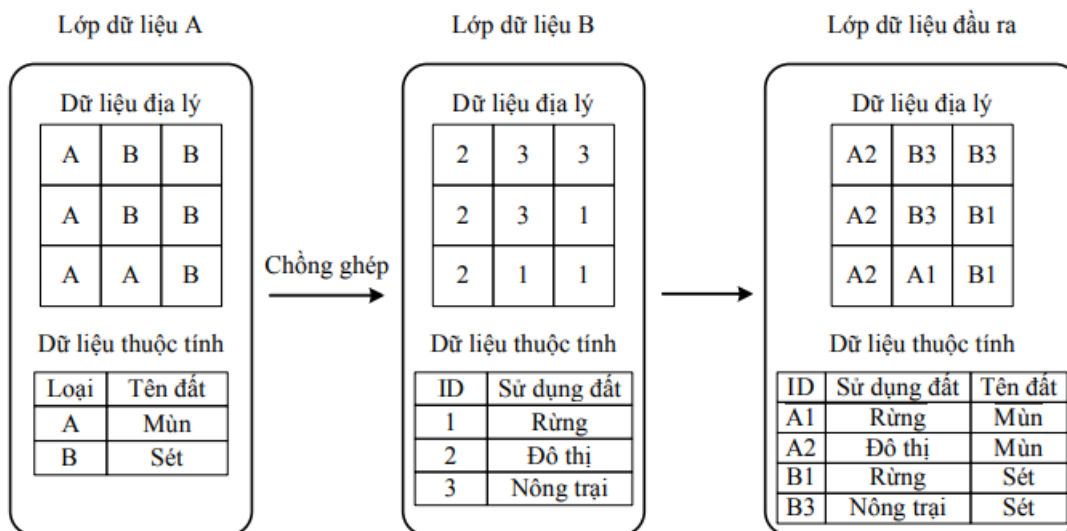
5.4.1. Chồng chập các dữ liệu raster

Chồng chập raster liên quan đến sự kết hợp từng ô pixel của hai hoặc nhiều lớp dữ liệu. Dữ liệu từ một lớp ở một vị trí ô lưới tương ứng với một ô lưới trong lớp dữ liệu khác. Các giá trị ô được kết hợp theo một số cách và một giá trị đầu ra được gán cho một ô lưới tương ứng trong một lớp đầu ra.

Chồng chập raster thường được áp dụng cho dữ liệu được chiết xuất từ ảnh viễn thám. Một giá trị hoặc các thông tin được lưu trữ trong mỗi ô raster đại diện cho một thuộc tính của ô lưới. Mỗi giá trị ô tương ứng với một danh mục cho một biến raster. Điều này được minh họa trong các bộ dữ liệu đầu vào được hiển thị ở bên trái và trung tâm của Hình 5.27. Lớp đầu vào A đại diện cho dữ liệu đất. Mỗi giá trị ô raster tương ứng với một giá trị đất cụ thể. Theo cách tương tự, Lớp B đầu vào ghi lại việc sử dụng đất, với các giá trị 1, 2 và 3 tương ứng với các mục đích sử dụng đất khác nhau. Những dữ liệu này có thể được kết hợp để tạo ra các khu vực kết hợp hai lớp đầu vào – tạo ra các pixel với các giá trị cho cả loại đất và sử dụng đất. Có rất nhiều kết quả đầu ra từ sự kết hợp của các lớp đầu vào với việc lựa chọn các tiêu chí khác nhau. Trong Hình 5.27 có hai loại đất ở Lớp A và ba kiểu sử dụng đất ở Lớp B. Có thể có 3 x 2 hay 6 kết hợp khác nhau trong lớp đầu ra. Không phải tất cả các kết hợp sẽ nhất thiết phải xảy ra trong lớp phủ, như thể hiện trong Hình 5.27. Trong ví dụ này chỉ có bốn trong số sáu kết hợp lớp phủ xảy ra. Các mã nhận dạng duy nhất phải được tạo cho mỗi kết hợp được quan sát và được đặt trong ô pixel thích hợp của lớp raster đầu ra.

Số lượng sự kết hợp có thể là điều quan trọng cần lưu ý vì nó có thể thay đổi số byte cần thiết để biểu diễn lớp dữ liệu raster đầu ra. Một ô raster thường chứa một số hoặc ký tự và có thể là số nguyên một byte, số nguyên hai byte hoặc một số kích thước khác. Tập dữ liệu raster thường yêu cầu kích thước dữ liệu nhỏ nhất. Như đã thảo luận phía trên, một byte không dấu có thể lưu trữ tới 256 giá trị khác nhau. Chồng chập raster có thể dẫn đến lớp dữ liệu đầu ra yêu cầu số byte cao hơn trên mỗi ô. Hãy xem xét chồng chập giữa hai lớp dữ liệu raster, một lớp chứa 20 loại thuộc tính khác nhau và lớp thứ hai có 27 loại thuộc tính khác nhau. Có tổng

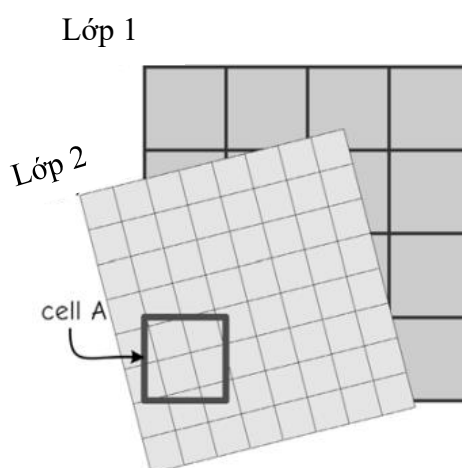
cộng 20 x 27 hoặc 540 sự kết hợp đầu ra có thể. Nếu có hơn 256 kết hợp xảy ra, dữ liệu đầu ra sẽ yêu cầu nhiều hơn một byte cho mỗi ô. Thông thường, hai byte sẽ được sử dụng. Điều này gây ra tăng gấp đôi dung lượng tệp đầu ra. Hai byte sẽ chứa hơn 65.500 kết hợp; nếu yêu cầu nhiều loại hơn, thì bốn byte trên mỗi ô thường được sử dụng.



Hình 5.27. Kết hợp từng ô pixel trong chồng chụp dữ liệu raster

Hai lớp đầu vào đã được sử dụng. Các biến danh nghĩa cho các ô tương ứng được ghép với nhau, tạo ra một lớp đầu ra mới. Trong ví dụ này, một lớp đất (Lớp A) được kết hợp với lớp sử dụng đất (Lớp B) để tạo ra lớp đầu ra tổng hợp.

Chồng chụp raster yêu cầu hệ thống raster đầu vào phải tương thích, có nghĩa là chúng phải có cùng kích thước ô và hệ tọa độ, bao gồm cùng một điểm gốc cho tọa độ x và y. Nếu kích thước ô khác nhau, có thể sẽ có các ô trong một lớp khớp với các phần của một số ô trong lớp đầu vào thứ hai (Hình 5.28). Điều này có thể dẫn đến sự mơ hồ khi xác định giá trị thuộc tính đầu vào. Chồng chụp có thể hoạt động nếu các ô là bội số nguyên có cùng gốc, ví dụ: ranh giới của lớp raster 1 x 1 mét có thể được đặt trùng với lớp 3 x 3; tuy nhiên điều này hiếm khi xảy ra. Dữ liệu thường được chuyển đổi sang các lớp raster tương thích trước khi chồng chụp. Điều này thường được thực hiện bằng cách tái chia mẫu lại. Trong ví dụ dưới đây, chúng ta có thể chọn tái chia mẫu Lớp 2 để khớp với Lớp 1 về kích thước và hướng pixel. Giá trị cho các ô trong Lớp 2 sẽ được kết hợp thông qua phương pháp lân cận gần nhất, song tuyến, xoắn bậc ba hoặc một số công thức lấy mẫu lại khác để tạo một lớp mới dựa trên Lớp 2 nhưng tương thích với Lớp 1.



Hình 5.28. Chồng chụp các lớp raster

Chồng chập các lớp raster phải tương thích để đảm bảo sự rõ ràng. Trong chồng chập được mô tả ở đây, không rõ ô pixel nào từ Lớp 2 nên được kết hợp với ô pixel A trong Lớp 1.

Việc chồng chập dữ liệu raster trong GIS là trong các bài toán phân tích không gian, nhằm mục đích xây dựng một bản đồ mới mang các đặc tính hoàn toàn khác với bản đồ trước đây. Việc chồng chập này thường được hiểu như việc làm phép toán số học với hai ma trận. Dưới đây là một số phép toán mà phân tích chồng chập raster hay sử dụng. Hình 5.29 mô tả biểu diễn về phép phân tích của hai lớp raster bằng các phép toán số học.

- Phương pháp cộng (sum)
- Phương pháp nhân (multiply)
- Phương pháp trừ (subtract)
- Phương pháp chia (divide)
- Phương pháp tính trung bình (average)
- Phương pháp hàm số mũ (exponent)
- Phương pháp che phủ (cover)
- Phương pháp tổ hợp (crosstabulation)

Lớp 1	<table><tr><td>3</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>7</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	3	2	0	1	2	3	7	1	0	Cộng	<table><tr><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td>3</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>8</td><td>2</td><td>0</td></tr></table>	5	5	5	3	2	3	8	2	0
	3	2	0																		
	1	2	3																		
7	1	0																			
5	5	5																			
3	2	3																			
8	2	0																			
Lớp 2	<table><tr><td>2</td><td>3</td><td>5</td></tr><tr><td>2</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	2	3	5	2	0	0	1	1	0	Trừ	<table><tr><td>1</td><td>-1</td><td>-5</td></tr><tr><td>-1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>6</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	1	-1	-5	-1	2	3	6	0	0
	2	3	5																		
	2	0	0																		
1	1	0																			
1	-1	-5																			
-1	2	3																			
6	0	0																			
Lớp 1 > 2 AND Lớp 2 > 1	<table><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Lớn nhất	<table><tr><td>3</td><td>3</td><td>5</td></tr><tr><td>2</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>7</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	3	3	5	2	2	3	7	1	0
	1	0	0																		
	0	0	0																		
0	0	0																			
3	3	5																			
2	2	3																			
7	1	0																			
Lớp 1 > 2 OR Lớp 2 > 1	<table><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	1	1	1	1	0	1	1	0	0	Nhỏ nhất	<table><tr><td>2</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	2	2	0	1	0	0	1	1	0
	1	1	1																		
	1	0	1																		
1	0	0																			
2	2	0																			
1	0	0																			
1	1	0																			
		Trung bình	<table><tr><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.5</td></tr><tr><td>1.5</td><td>1.0</td><td>1.5</td></tr><tr><td>4.0</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr></table>	2.5	2.5	2.5	1.5	1.0	1.5	4.0	1.0	1.0									
	2.5		2.5	2.5																	
	1.5		1.0	1.5																	
4.0	1.0	1.0																			

Hình 5.29. Một số phép chồng chập dữ liệu raster

5.4.2. Chồng chập các dữ liệu vector

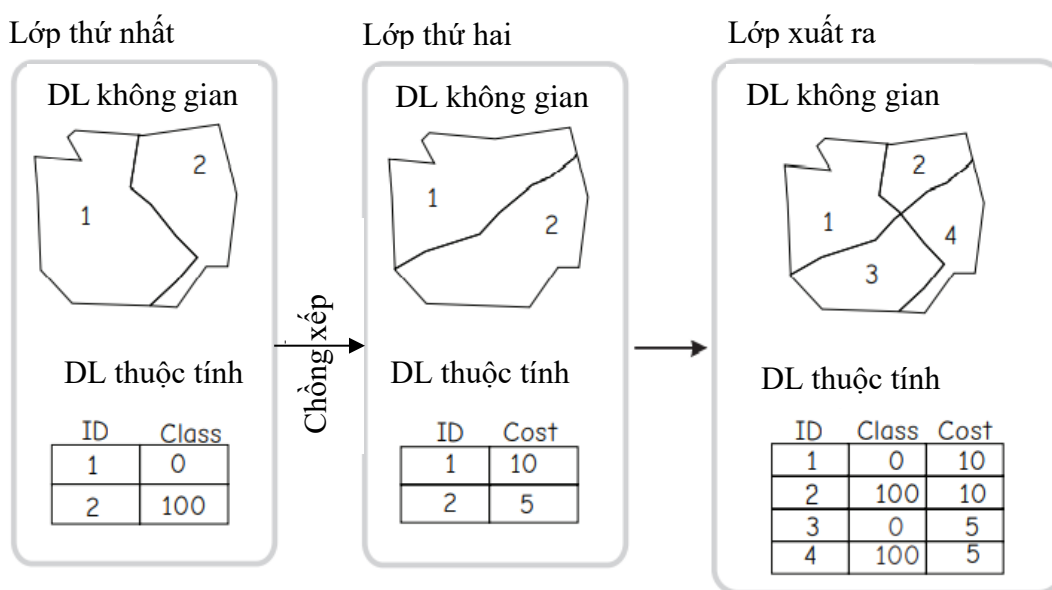
Chồng chập khi sử dụng mô hình dữ liệu vector liên quan đến việc kết hợp hình học điểm, đường và vùng và dữ liệu thuộc tính liên quan. Chồng chập liên quan đến việc hợp nhất cả dữ liệu tọa độ và thuộc tính từ hai lớp vector và tạo thành một lớp dữ liệu vector mới. Sự hợp nhất tọa độ có thể yêu cầu sự giao cắt và phân chia lại các đường hoặc vùng để tạo ra các đường hoặc vùng mới cho lớp vector xuất ra.

Hình 5.30 minh họa sự chồng chập của hai lớp dữ liệu vector dạng vùng. Chồng chập này yêu cầu giao điểm của các ranh giới của vùng để tạo các vùng mới. Khi chồng chập thì cũng đồng thời kết hợp luôn dữ liệu thuộc tính của các vùng của hai lớp dữ liệu với nhau. Lớp

dữ liệu bên trái bao gồm hai đa giác. Chỉ có hai thuộc tính cho Lớp 1, một là số nhận dạng (ID) và thuộc tính còn lại chỉ định các giá trị cho một lớp có tên biến. Lớp dữ liệu đầu vào thứ hai (Lớp 2) cũng chứa hai đa giác và hai thuộc tính, ID và “Cost-chi phí”. Lưu ý rằng hai bảng có một thuộc tính trùng tên, ID. Hai thuộc tính ID này phục vụ cùng một chức năng trong các lớp dữ liệu tương ứng của chúng, nhưng chúng không liên quan đến nhau. Giá trị 1 cho thuộc tính ID trong Lớp 1 không liên quan gì đến giá trị ID trong Lớp 2. Nó chỉ đơn giản xác định sự kết hợp duy nhất của các thuộc tính trong lớp đầu ra.

Chồng chập vector của hai lớp dữ liệu vùng đa giác này dẫn đến bốn đa giác mới. Mỗi đa giác mới chứa thông tin thuộc tính từ vùng tương ứng trong các lớp dữ liệu đầu vào. Ví dụ: lưu ý rằng đa giác trong lớp dữ liệu đầu ra có ID là 1 có thuộc tính lớp có giá trị là 0 và thuộc tính “chi phí” có giá trị là 10. Các giá trị này đến từ các giá trị được tìm thấy trong các lớp đầu vào tương ứng. Ranh giới cho đa giác có giá trị ID là 1 trong lớp dữ liệu đầu ra là tổng hợp các đường biên được tìm thấy trong hai lớp dữ liệu đầu vào. Điều này cũng đúng với ba đa giác khác trong lớp dữ liệu đầu ra. Các đa giác này là sự kết hợp của dữ liệu địa lý và thuộc tính trong các lớp dữ liệu đầu vào.

Cấu trúc topology của đầu ra lớp vector có thể sẽ khác với cấu trúc topology của các lớp dữ liệu đầu vào. Các chức năng chồng chập dữ liệu vector thường xác định các giao cắt của các đối tượng đường trong khi chúng phủ lên nhau. Các đường giao nhau được tách ra và một nút mới sẽ được tạo ra tại điểm giao nhau, do đó cấu trúc topology phải được tạo lại.



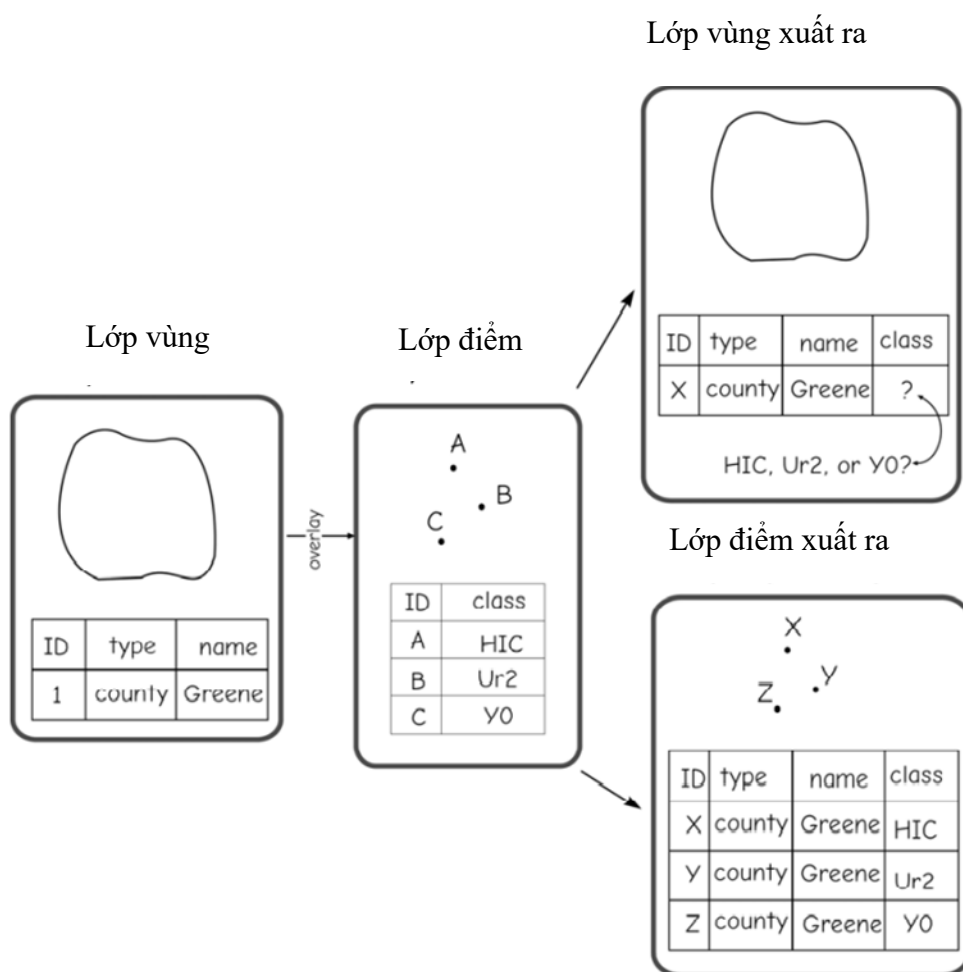
Hình 5.30. Chồng chập vùng với vùng của dữ liệu vector

Trong ví dụ này, dữ liệu đầu ra chứa sự kết hợp của dữ liệu địa lý (tọa độ) và dữ liệu thuộc tính của các lớp dữ liệu đầu vào. Các đối tượng mới có thể được tạo ra với các mối quan hệ topology khác với các topology của các lớp dữ liệu đầu vào.

Bất kỳ loại đối tượng vector nào cũng có thể được chồng chập lên với bất kỳ loại đối tượng vector khác, mặc dù một số hoạt động chồng chập hiếm khi cung cấp thông tin hữu ích và được thực hiện không thường xuyên. Về lý thuyết, các điểm có thể được chồng chập lên trên các lớp đối tượng điểm, đường hoặc vùng đa giác, các lớp đường trên cả ba loại và vùng đa giác trên cả ba loại. Tuy nhiên chồng chập điểm trên điểm hoặc điểm trên đường hiếm khi dẫn đến các đối tượng địa lý giao nhau và vì vậy chúng gần như ít được áp dụng. Chồng chập đường lên đường đôi khi được yêu cầu, ví dụ, khi chúng ta muốn xác định các điểm giao cắt của hai mạng như đường bộ và đường sắt, nhưng đây cũng là những trường hợp hiếm khi xảy ra. Chồng chập liên quan đến vùng đa giác là phổ biến nhất cho đến nay.

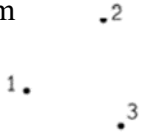
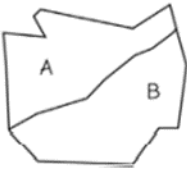



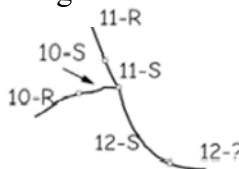
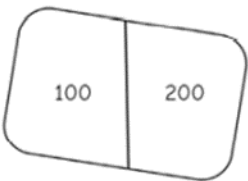

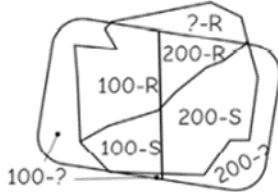
Đầu ra sau khi chồng chập thường lấy lớp mà có đối tượng với kích thước nhỏ nhất của các lớp đầu vào để tạo ra cho lớp xuất ra. Điều này có nghĩa là chồng chập điểm lên vùng dẫn đến kết quả đầu ra điểm và chồng chập đường lên vùng dẫn đến kết quả đầu ra là một lớp đường mới. Điều này tránh các vấn đề khi các lớp đối tượng địa lý với kích thước nhỏ hơn giao nhau với các đối tượng có kích thước lớn hơn.

Hình 5.31 minh họa một ví dụ trong đó chồng chập lớp điểm lên một lớp dữ liệu vùng đa giác. Dữ liệu thuộc tính đầu ra cho một đối tượng địa lý là sự kết hợp của các thuộc tính dữ liệu đầu vào. Nếu vùng được xuất ra (Hình 5.31, bên phải, trên cùng) thì có sự không rõ ràng về dữ liệu thuộc tính điểm nào cần ghi. Mỗi đối tượng điểm có một giá trị cho một thuộc tính có tên là lớp. Không rõ giá trị nào nên được ghi lại trong vùng đa giác đầu ra, giá trị phân loại từ điểm A, điểm B hoặc điểm C. Khi một lớp điểm được xuất ra (Hình 5.31, bên phải, dưới cùng), không có sự mơ hồ. Mỗi đối tượng điểm đầu ra chứa bản gốc thông tin thuộc tính điểm, cộng với các thuộc tính đối tượng vùng đa giác đầu vào. Vì vậy đầu ra của phép chồng chập này sẽ lấy lớp điểm.



Hình 5.31. Chồng chập lớp điểm lên một lớp dữ liệu vùng đa giác

Hình 5.32 minh họa các loại chồng chập vector phổ biến nhất. Mỗi hàng trong hình biểu thị một thao tác chồng chập với đầu vào là điểm, đường hoặc vùng đa giác. Các lớp dữ liệu đầu vào được sắp xếp ở cột bên trái và cột giữa và lớp dữ liệu đầu ra nằm ở cột bên phải.

Lớp thứ nhất	Lớp thứ hai	Lớp xuất ra
Điểm 	Vùng 	Điểm 
Đường 	Vùng 	Đường 
Vùng 	Vùng 	Vùng 

Hình 5.32. Chồng chập vector

Trong ví dụ này, các lớp điểm, đường hoặc vùng đa giác được kết hợp trong một phép chồng chập toàn diện. Sự kết hợp dẫn đến một lớp đầu ra chứa thuộc tính và dữ liệu địa lý từ các lớp đầu vào.

Thay vì hiển thị các bảng thuộc tính hoàn chỉnh, ký hiệu viết tắt trong nhãn được sử dụng để thể hiện sự kết hợp của các thuộc tính. Hàng dưới cùng minh họa điều này cho chồng chập vùng đa giác. Nhãn từ mỗi lớp được đại diện, với dấu gạch ngang ở giữa, để chỉ ra rằng tất cả các thuộc tính từ đối tượng đầu vào được gán nhãn cho đối tượng đầu ra được chỉ định. Một dấu chấm hỏi được đặt cho nhãn khi đầu ra không được xác định, nghĩa là khi không thể chỉ định nó vì nó không nằm trên tổng thể của một hoặc các lớp khác. Điều này là phổ biến trong hoạt động chồng chập trong đó vị trí địa lý của đầu ra không bị giới hạn trong khu vực chồng chập bởi các hoạt động cắt (clip) hoặc hoạt động giao (intersection) giữa các phần, như được mô tả trong phần tiếp theo. Sự không có chồng phủ này khá phổ biến, vì vậy bạn nên làm quen với cách các thuộc tính đầu ra được gán khi một trong các lớp bị thiếu.

Đặc điểm chung của các loại chồng chập khác nhau được thể hiện rõ trong Hình 5.32. Chồng chập điểm trên vùng đa giác được hiển thị ở hàng trên cùng, dẫn đến các tính năng điểm. Điểm lấy các thuộc tính của đa giác trùng hợp. Vị trí điểm không được thay đổi và các thuộc tính từ các đối tượng vùng đa giác thường được kết hợp vào các đối tượng điểm đầu ra nằm trong đa giác.

Lưu ý rằng điểm số 2 trong chồng chập điểm trong ví dụ chồng điểm với vùng đa giác của Hình 5.32 không nằm trong bất kỳ đa giác nào. Điều này dẫn đến các giá trị không xác định hoặc rỗng được chỉ định cho các thuộc tính đa giác trong điểm đầu ra, được biểu thị bằng dấu 2-?. Dấu chấm hỏi (?) Biểu thị rằng các thuộc tính vùng đa giác không được ghi lại. Không thể gán một khu vực, loại, tên quận, mã hoặc các thuộc tính khác được liên kết với mỗi vùng đa giác cho điểm số 2.

Chồng chập đường trên vùng đa giác được hiển thị ở hàng giữa của Hình 5.32. Loại chồng chập này thường tạo ra một lớp đầu ra đường vector. Mỗi đường trong lớp dữ liệu đầu

ra chứa các thuộc tính từ cả lớp dữ liệu đường đầu vào gốc và lớp thuộc tính vùng đa giác trùng khớp. Các đoạn đường thẳng được phân tách khi chúng vượt qua ranh giới đa giác, ví dụ: đoạn thẳng có nhãn 10 trong Lớp đầu vào 1 được chia thành hai đoạn trong lớp Đầu ra. Mỗi đoạn của đường thẳng này thể hiện một tập hợp các thuộc tính khác nhau: 10-R và 10-S. Lưu ý rằng không phải tất cả các đoạn đường có thể chứa một tập hợp đầy đủ các thuộc tính bắt nguồn từ vùng đa giác. Các đoạn thẳng nằm ngoài tất cả các đa giác có thể thiếu các thuộc tính vùng đa giác, chẳng hạn như đoạn ở phía dưới bên phải của bảng đầu ra đường trên đường. Phân đoạn này được gán nhãn 12-?. Dấu chấm hỏi (?) Biểu thị rằng các thuộc tính vùng đa giác không được ghi lại. Các đoạn đường "bên ngoài" này thường chứa giá trị "null" hoặc gán cờ trong bảng thuộc tính cho các mục vùng đa giác.

Chồng chập vùng đa giác trên vùng đa giác được hiển thị ở hàng dưới cùng của Hình 5.32. Hai đa giác trong lớp dữ liệu đầu vào đầu tiên được gán nhãn 100 và 200. Hai đa giác trong lớp đầu vào thứ hai (bảng giữa) được gán nhãn R và S. R, 100-S, 200-R, 200-S, 100- ?, 200- ?, và ? -R để thể hiện sự kết hợp của các thuộc tính từ cả hai lớp dữ liệu đầu vào. Lưu ý rằng dấu ? cho biết các thuộc tính là không xác định, như với chồng chập điểm trên vùng đa giác và đường trên vùng đa giác, vì chúng nằm ngoài ranh giới của lớp dữ liệu đầu vào tương ứng.

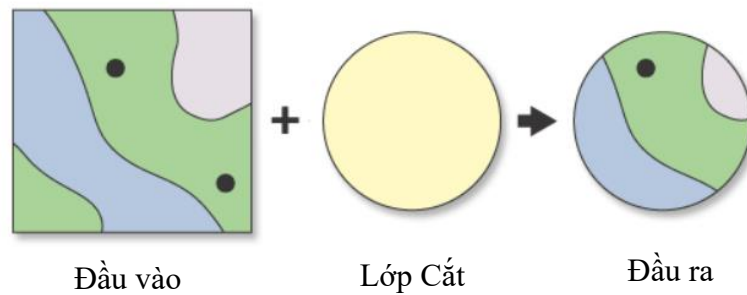
5.4.3. Cắt (Clip), giao cắt (Intersect) và liên hợp (Union): Các trường hợp đặc biệt của chồng chập

Có ba cách phổ biến mà các phép toán chồng chập thường được áp dụng: như cắt "clip" (Hình 5.33), giao cắt (intersection) hoặc liên hợp (union). Sự kết hợp layer-on-layer cơ bản là giống nhau cho cả ba. Chúng khác nhau về phạm vi địa lý mà dữ liệu vector được ghi lại và về cách kết hợp dữ liệu thuộc tính. Giao cắt và liên hợp có nguồn gốc từ các phép toán lý thuyết tập hợp chung. Theo một số cách, hoạt động giao nhau có thể được coi là phép AND không gian, trong khi hoạt động liên hợp có liên quan đến phép OR không gian. Hoạt động "clip" có thể được coi là sự kết hợp của một giao cắt và loại trừ. Cả ba đều phổ biến và được hỗ trợ theo một cách nào đó như là các chức năng độc lập của hầu hết các gói phần mềm GIS hiện nay.

a. Cắt (Clip)

Cắt (Clip) có thể được coi là một loại chồng chập được ví như "khuôn cắt bánh". Một lớp vùng đa giác giới hạn được sử dụng để xác định các khu vực mà các đối tượng địa lý sẽ được xuất ra. Lớp đa giác giới hạn này xác định vùng cắt. Dữ liệu điểm, đường hoặc vùng đa giác trong lớp thứ hai được "cắt bớt" với đường bao từ lớp giới hạn được chọn ban đầu. Trong hầu hết các phiên bản của hàm Clip, các thuộc tính cho lớp cắt không được bao gồm trong lớp dữ liệu đầu ra.

Trong ví dụ của chúng tôi được hiển thị trong Hình 5.33, lớp dữ liệu giới hạn bao gồm bảy vùng là ranh giới tỉnh và lớp dữ liệu mục tiêu chứa nhiều ranh giới lưu vực sông. Sự hiện diện của các thuộc tính vùng đa giác trong lớp giới hạn được biểu thị bằng các màu sắc khác nhau cho các tỉnh khác nhau. Đầu ra từ "clip" bao gồm các phần của các lưu vực bên trong ranh giới lớp Cắt. Lưu ý rằng các ranh giới của lớp Cắt, ở đây là các thuộc tính của lớp Quận không được bao gồm trong lớp dữ liệu đầu ra. Cũng lưu ý rằng chỉ các thuộc tính cho lớp lưu vực bị cắt bớt mới được xuất.

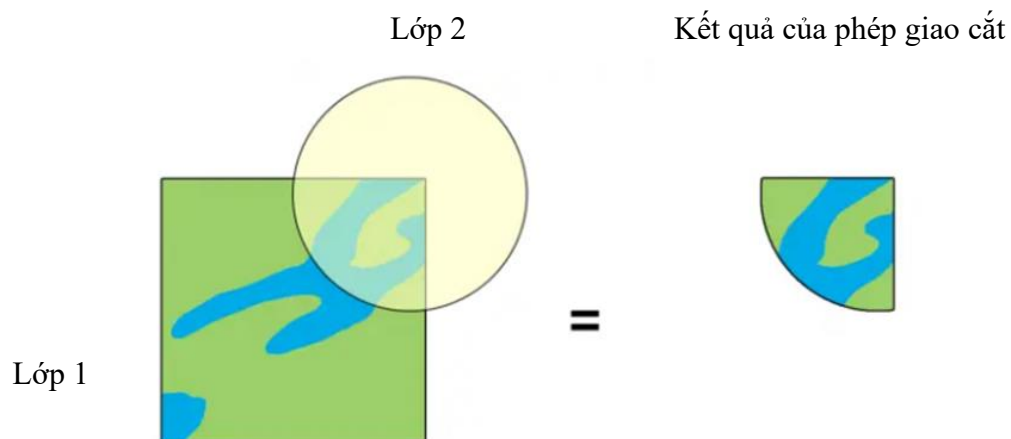


Hình 5.33. Ví dụ về phép chồng chập “Cắt” (ArcGIS manual, 2011)

Cắt chỉ lưu giữ thông tin từ lớp dữ liệu được cắt bớt (hoặc dữ liệu nhập vào) và chỉ lấy khu vực của lớp cắt (hoặc lớp giới hạn). Bảng thuộc tính của lớp đầu ra thường chứa tất cả các thuộc tính của lớp được cắt bớt và không có thuộc tính nào từ lớp cắt.

b. Giao cắt (Intersect):

Giao cắt có thể được định nghĩa là một phép chồng chập mà nó kết hợp dữ liệu từ cả hai lớp, nhưng chỉ cho lấy khu vực mà cả hai lớp đều chứa dữ liệu (Hình 5.34). Các tính năng từ cả hai lớp dữ liệu được kết hợp. Cả hai lớp đều đóng vai trò là dữ liệu và như các lớp liên kết, do đó bất kỳ phần nào của đa giác nằm trong một lớp mà không phải lớp khác đều được cắt bớt và loại bỏ.

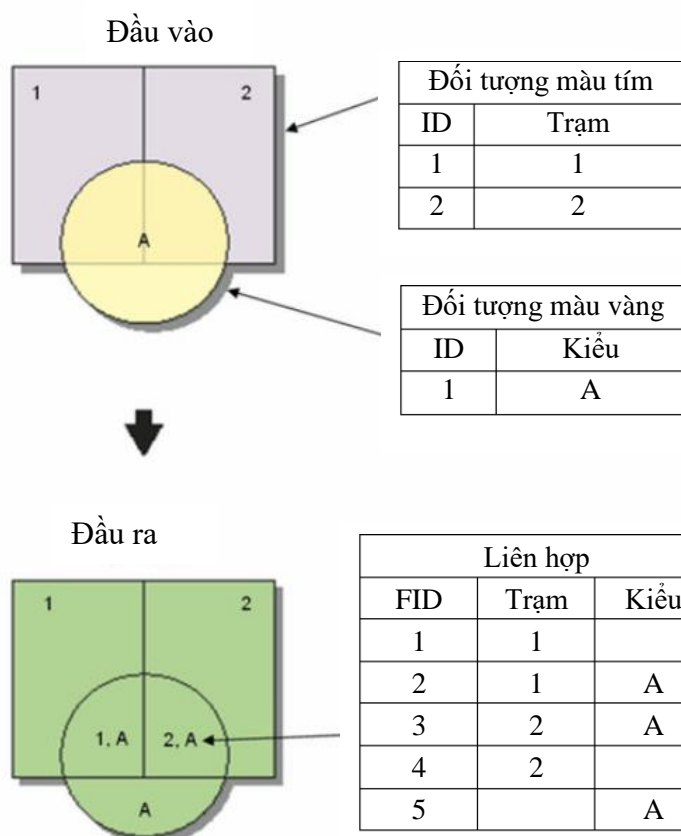


Hình 5.34. Ví dụ về phép chồng chập “Giao cắt” (ArcGIS manual, 2011)

Giao cắt là một hoạt động chồng chập phổ biến khác. Cả ranh giới và dữ liệu đều được kết hợp trong lớp đầu ra, nhưng chỉ đối với các khu vực được chứa trong lớp cắt. Công cụ phần mềm thường yêu cầu bạn xác định rõ ràng lớp giao cắt là lớp nào.

c. Liên hợp (Union):

Đây là một phép chồng chập mà nó gộp tất cả dữ liệu từ cả lớp giới hạn và lớp dữ liệu (Hình 5.35). Không có dữ liệu địa lý nào bị loại bỏ trong hoạt động liên hợp và dữ liệu thuộc tính tương ứng được lưu cho tất cả các vùng. Vùng đa giác mới được hình thành bằng cách kết hợp dữ liệu tọa độ từ mỗi lớp dữ liệu.



Hình 5.35. Ví dụ về phép chồng chập “Liên hợp” (ArcGIS manual, 2011)

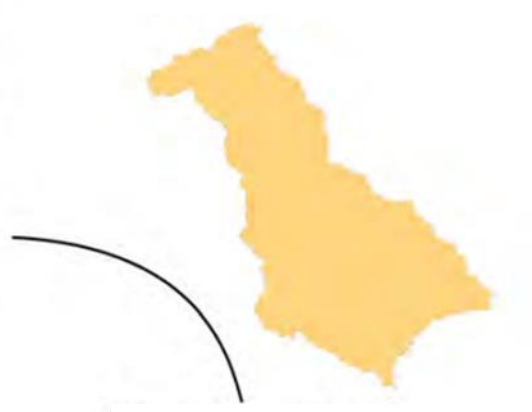
Dữ liệu từ hai lớp được kết hợp với nhau. Không có khu vực nào dữ liệu bị loại bỏ hoặc bị "cắt bớt", như trong các hoạt động giao cắt và cắt (clip).

d. Xóa (Erase):

Nhiều phần mềm hỗ trợ các biến thể bổ sung của hoạt động chồng chập dữ liệu. Một số hỗ trợ thêm chức năng Xóa (Erase) hoặc có tên tương tự, là phần bổ sung cho chức năng clip. Trong chức năng Erase, các khu vực được chồng chập bởi lớp đầu vào sẽ bị “cắt bỏ” hoặc bị xóa khỏi lớp giới hạn (Hình 5.36). Vết xóa có thể cắt các vùng đa giác hiện có ra hoặc khi có các đường trùng nhau trong hai lớp dữ liệu, có thể bảo toàn cạnh của các đa giác hiện có. Trong một số phiên bản, có một khoảng cách dung sai cho phép các đường không hoàn toàn trùng khớp trong các lớp khác nhau, nhưng có nghĩa là chỉ được thể hiện một lần trong lớp đầu ra. Khoảng cách dung sai này đóng vai trò hiệu quả như một khoảng cách cắt và di chuyển các đỉnh trong một lớp trên một cạnh gần như trùng khớp để khớp với các đỉnh trong lớp kia. Giống như việc cắt trong quá trình số hóa hoặc các phép chồng chập khác, điều này có thể giúp giảm hình dạng không chính xác hoặc không mong muốn.

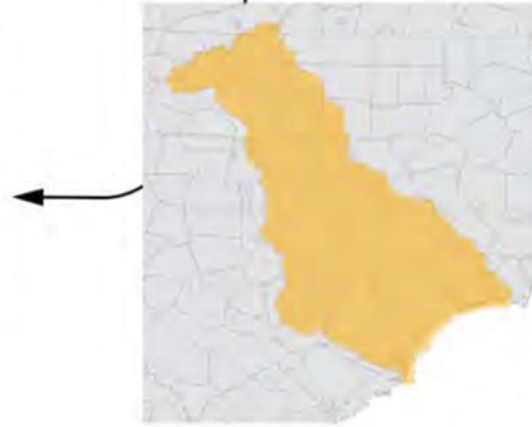
Ranh giới quận

Lưu vực sông



Kết quả những quận nằm ngoài
lưu vực sông

Xóa những quận nằm trong
vùng lưu vực sông

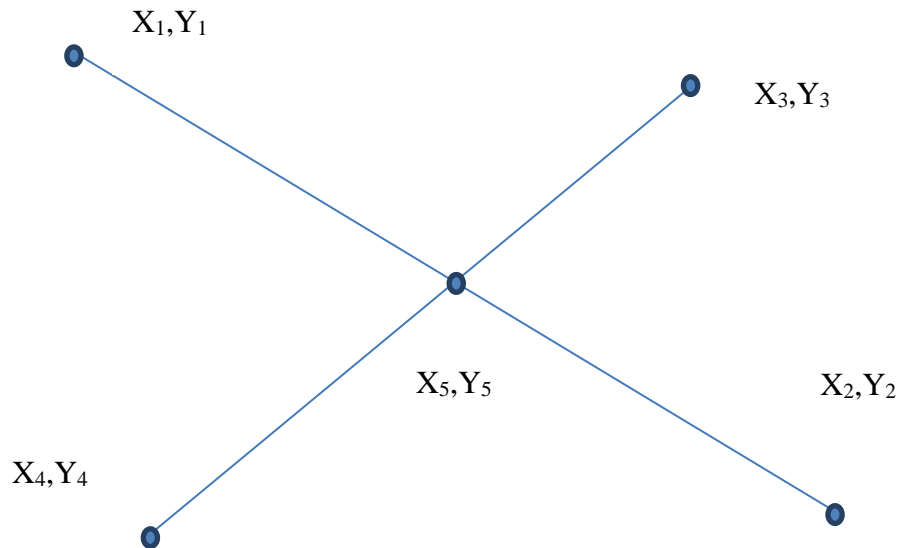


Hình 5.36. Ví dụ về thao tác Xóa (Erase) (ArcGIS manual, 2011)

Các đối tượng địa lý trong lớp đầu vào bị "xóa" dựa trên ranh giới bên ngoài của một đa giác dùng để xóa. Thao tác này thường được sử dụng trong các mô hình chỉnh sửa hoặc bản đồ được chỉ định loại bỏ khu vực dựa trên một lớp được chọn.

Chức năng Xóa (Erase) đặc biệt hữu ích khi cập nhật một phần của lớp dữ liệu, ở lớp cũ đã lỗi thời, chất lượng kém hơn có thể bị cắt ra khỏi một phần và thay thế dữ liệu mới hơn. Tính năng xóa cũng thường được sử dụng trong các phân tích không gian ví dụ như chúng ta có thể đặt các tiêu chí xác định các khu vực lớn hơn bằng một số khoảng cách đặt trước so với một tập hợp đối tượng địa lý. Chức năng vùng đệm xác định các khu vực nhỏ hơn khoảng cách mục tiêu và sau đó chúng có thể bị loại bỏ khỏi việc xem xét bằng cách sử dụng thao tác "Xóa" này.

Lưu ý: Chồng chập vector thường là một quá trình tính toán tốn nhiều thời gian, do số lượng lớn các đường phải được so sánh. Chồng chập vector thường yêu cầu các thử nghiệm lặp lại về giao cắt của các đường, một tập hợp các phép tính tương đối đơn giản (Hình 5.37), nhưng thường có một số lượng lớn các đoạn đường trong tập dữ liệu. Mỗi đoạn thẳng phải được kiểm tra so với mọi đoạn đường khác, đòi hỏi rất nhiều lần kiểm tra đối với giao cắt của đường.



Hình 5.37. Giao cắt đường với đường

Giao cắt đường với đường là một thao tác phổ biến trong chồng chập dữ liệu vector.

5.5. PHÂN TÍCH MẠNG LƯỚI (NETWORK ANALYSIS)

Mạng lưới thông dụng trong cuộc sống của chúng ta. Đường xá, đường dây điện, cáp điện thoại và truyền hình, và hệ thống cấp nước là tất cả các ví dụ về mạng lưới mà chúng ta sử dụng nhiều mỗi ngày (Hình 5.38). Vì mạng lưới là yếu tố quan trọng đối với nền văn minh, nên chúng cần được quản lý hiệu quả. Các mạng lưới này cũng đại diện cho các khoản đầu tư đáng kể và việc quản lý của chúng đáng được chú ý. Các công cụ phân tích không gian đã được phát triển để giúp chúng ta sử dụng và duy trì mạng lưới.



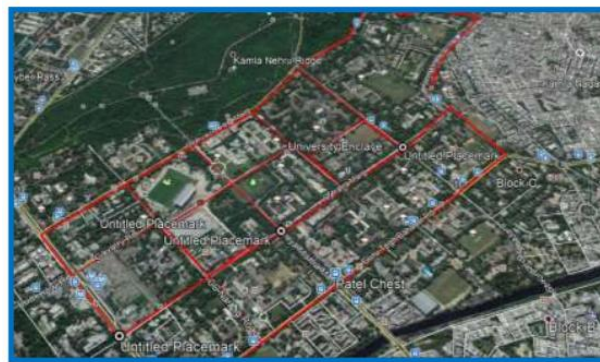
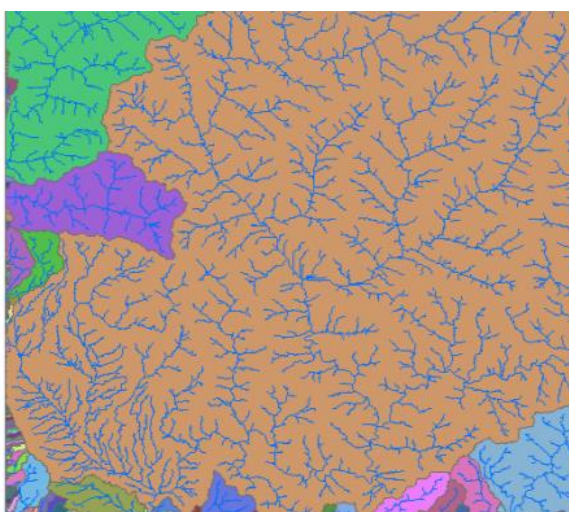
Hình 5.38. Mạng lưới thông dụng trong cuộc sống (Bolstad, 2016)

Mạng lưới có thể được định nghĩa là một tập hợp các đối tượng địa lý được kết nối với nhau, thường được gọi là các trung tâm. Những đối tượng này có thể là trung tâm của nhu cầu, trung tâm của cung hoặc cả hai (Hình 5.39). Các trung tâm được kết nối với ít nhất một và có thể nhiều liên kết mạng. Các liên kết kết nối với nhau và cung cấp đường đi giữa các trung tâm. Việc đi lại từ trung tâm này đến trung tâm khác thường phải đi qua nhiều liên kết riêng biệt.

Phân tích mạng lưới về cơ bản có thể trực tiếp và gián tiếp hoặc có kế hoạch và không có kế hoạch. Phân tích mạng lưới là phân tích sự di chuyển của con người, khả năng kết nối và khả năng tiếp cận của đường sắt, đường bộ, đường ống và viễn thông, dòng chảy của vật chất và năng lượng cũng như chuyển động của hàng hóa và dịch vụ. Bất kỳ loại mạng nào cũng được kết nối bởi các đỉnh và các cạnh. Mạng lưới này được đo lường và so sánh bằng cách vẽ biểu đồ và liên kết của các đối tượng địa lý. Mạng phụ thuộc vào các thuộc tính cấu trúc topology, tức là kết nối, kề cận.

Các loại hoạt động bao gồm:

- Phân tích đường đi ngắn nhất
- Tuyển đường tối ưu nhất
- Cơ sở gần nhất
- Phân phát
- Vị trí-Phân bổ
- Phân vùng mạng lưới



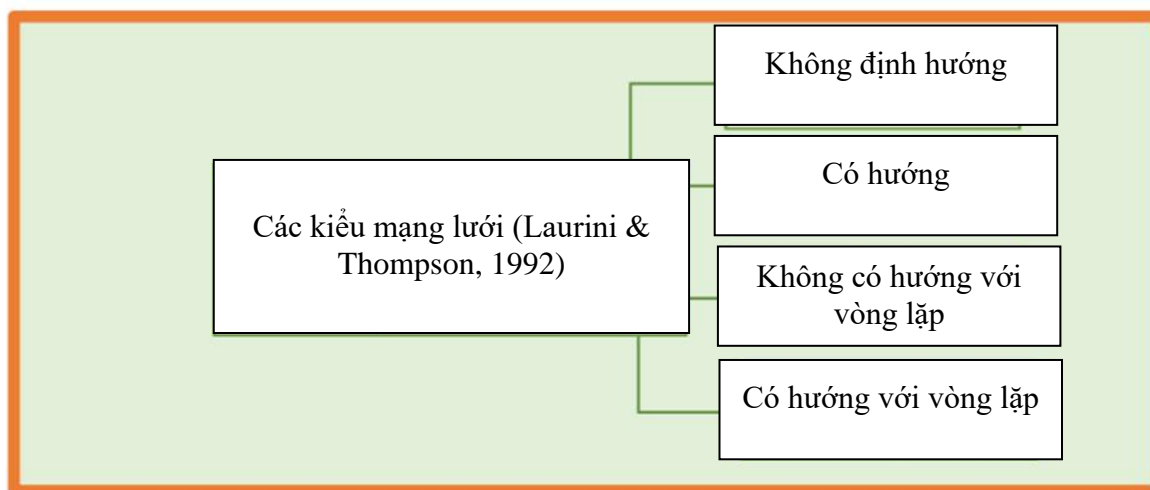
Hình 5.39. Ví dụ về mạng lưới lưu vực sông suối và mạng lưới giao thông (Bolstad, 2016)

5.5.1. Mạng lưới trong GIS

Mạng lưới GIS là thuật toán của các đường kết nối với nhau được gọi là các cạnh và các đường cắt nhau tại các điểm giao nhau. Nó hoạt động như một con đường cho sự di chuyển của con người, hàng hóa và dịch vụ. Đối tượng điều hướng mạng lưới là đi theo các cạnh và các điểm nối xuất hiện khi có ít nhất hai cạnh cắt nhau. Các điểm nối và cạnh có thể có các thuộc tính nhất định gắn liền với chúng làm tăng chi phí di chuyển trong mạng, được gọi là trở ngại. Ví dụ: mạng lưới đường có thể có các giới hạn tốc độ gắn liền với các mép và đường giao nhau có thể ngăn rẽ trái. Mạng lưới có hướng (chỉ cho phép một hướng di chuyển trong mạng) hoặc vô hướng (cho phép bất kỳ hướng di chuyển nào).

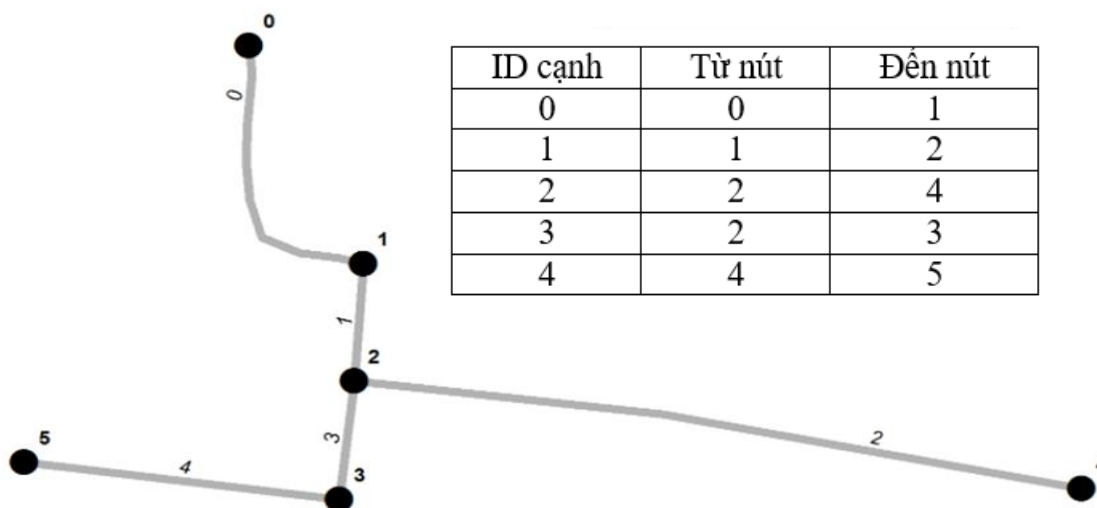
Mạng lưới có thể là “một tập hợp các đối tượng địa lý dạng tuyến mà qua đó các nguồn tài nguyên lưu chuyển”. “Các nút (điểm cuối của các đường) được sử dụng làm điểm xuất phát và điểm đến”, và “các liên kết (đường truyền từ nút này sang nút kia)”. “Các nút có thể có các

thuộc tính nhưng trong phân tích mạng, chúng ta thường quan tâm hơn đến các đặc tính của các liên kết, Laurini và Thompson, 1992”. Chúng bao gồm: chiều dài, hướng, kết nối (các đường phải kết nối ít nhất hai điểm) và mẫu.



Hình 5.40. Các kiểu mạng lưới

Các dòng sông chảy theo hướng từ cao tới thấp là ví dụ tốt nhất về mạng lưới định hướng. Kết nối đường có thể được định hướng hoặc không có định hướng, tức là một chiều hoặc hai chiều và thường là đường có các đường vòng, Xe lửa thường đi theo cả hai hướng giữa các ga. Một đường trong mạng lưới đường sắt với các đường nhỏ hơn được biểu thị là không định hướng. Ở một nơi nào đó khác trong mạng, các đường được chỉ định để di chuyển theo một hướng chỉ vì mục đích an toàn. Hai mạng đường ray được biểu diễn bằng một cặp liên kết có định hướng trong một mạng có thể là mạng không định hướng. Hướng của Mạng hoặc liên kết của chúng có thể có các thuộc tính khác thể hiện chi phí di chuyển dọc theo liên kết đó. Ví dụ, các nút có thể có các thuộc tính có thể khuyến khích hoặc không khuyến khích việc đi lại theo hướng đó.



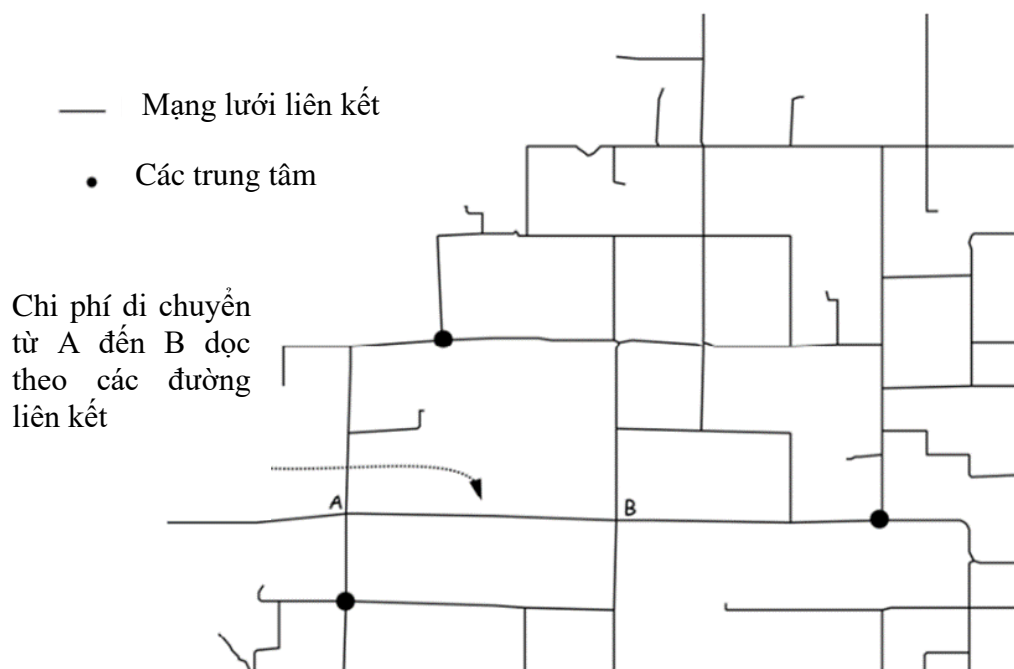
Hình 5.41. Ví dụ về nút và cạnh (Bolstad, 2016)

a. Mô hình mạng trong GIS

Mô hình mạng trong GIS có tiềm năng đơn giản hóa việc phát triển các chức năng mạng phân tích không gian thông qua nhiều loại mô hình dữ liệu khác nhau. Nhiều loại mô hình dữ liệu là mạng lưới giao thông vận tải hoặc mạng lưới tiện ích mạng lưới đường bộ và mạng lưới dòng chảy. Chức năng mạng này giúp lập kế hoạch, phát triển và khả năng truy cập.

*** Mô hình mạng lưới giao thông hoặc mạng lưới đường bộ**

Nó bao gồm đường bộ, đường sắt và đường bay. Nó thường là mạng vô hướng bởi vì cạnh trên mạng có thể có một hướng được gán cho nó. Con đường vận chuyển, hướng, tốc độ và điểm đến của phương tiện di chuyển có thể do con người quyết định. Ví dụ người trong một chiếc ô tô đi trên đường phố. Giao thông vận tải là mô hình mạng lưới đóng vai trò quan trọng trong việc lập kế hoạch vận tải, phân tích thị trường bán lẻ, đo lường khả năng tiếp cận, phân bổ dịch vụ và hơn thế nữa. Sự hiểu biết về các mô hình mạng lưới đường bộ cung cấp ý tưởng về hành vi di chuyển của con người.

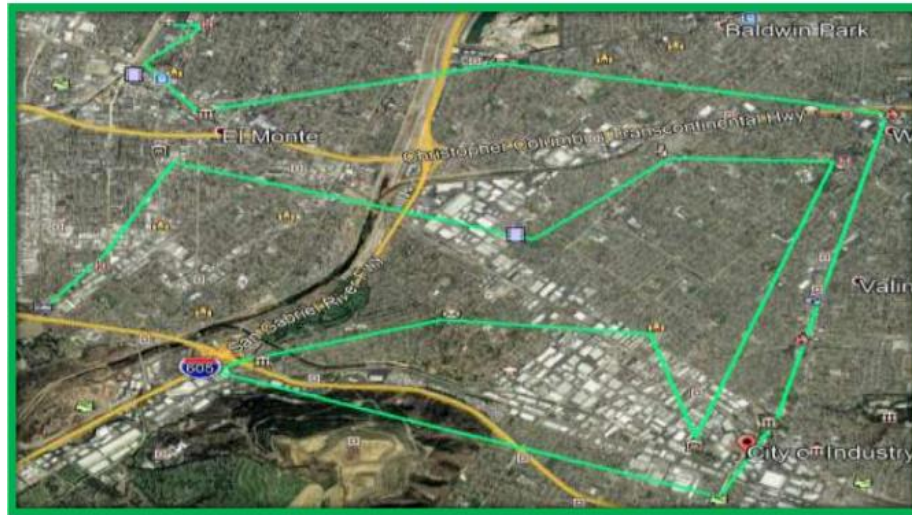


Hình 5.42. Các phần tử mạng cơ bản

Các trung tâm (là các nút) được kết nối với nhau bằng một tập hợp các liên kết (là các cạnh). Chi phí có thể được gán với việc đi qua các liên kết. Phân tích mạng thường liên quan đến việc di chuyển các nguồn tài nguyên hoặc nhu cầu giữa các trung tâm với nhau.

*** Mô hình mạng các tiện ích**

Nó bao gồm đường ống dẫn nước, đường nước thải và mạch điện. Mạng này được định hướng chung có nghĩa là đường đi của nó đã được định sẵn.



Hình 5.43. Ví dụ về mạng lưới tiện ích (Bolstad, 2016)

*** Mạng lưới sông, suối**

Bao gồm dòng chảy của các dòng sông, suối trong lưu vực, nó là mạng lưới dòng chảy tự nhiên. Loại mô hình này thường để phân tích hệ thống thoát nước dựa trên địa hình hoặc mô hình số độ cao. Mô hình mạng dòng phân tích hình học (hình dạng, kích thước, mật độ thoát nước, địa hình, v.v.). Nó giúp hiểu được hành vi động lực của dòng chảy sông làm giảm tác động của lũ lụt và trợ giúp về điều kiện kinh tế - xã hội của con người sống gần lưu vực sông, cung cấp năng lượng thủy điện, v.v.

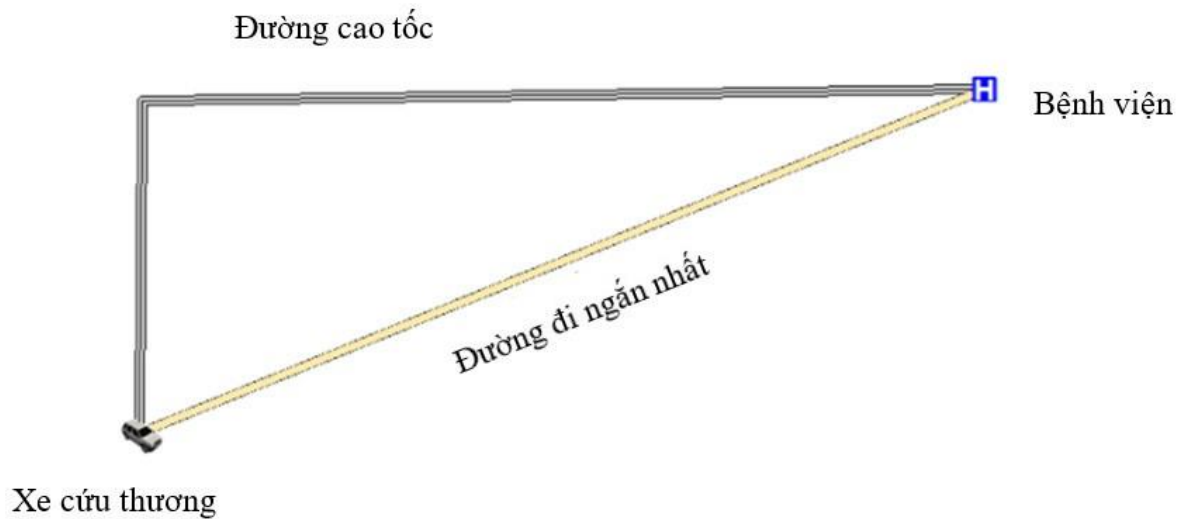


Hình 5.44. Mạng lưới sông, suối

5.5.2. Hoạt động phân tích mạng

a. Phân tích đường ngắn nhất

Nó là một kiểu phân tích mạng phổ biến. Nó giúp tìm đường đi ngắn nhất giữa hai điểm. Trong một mạng lưới đường phố, tuyến đường "ngắn nhất" có thể được phân tích cho các biến số khác nhau, tức là khoảng cách, thời gian và chi phí tiền tệ hoặc về thời gian đi lại hoặc vận chuyển hàng hóa và dịch vụ. Ví dụ, một người lái xe cứu thương tìm kiếm con đường ngắn nhất đến đích của người đó để đi theo lộ trình được chỉ định cho người lái xe đi từ điểm A đến điểm B với thời gian ít nhất, hoặc với giá hợp lý nhất.

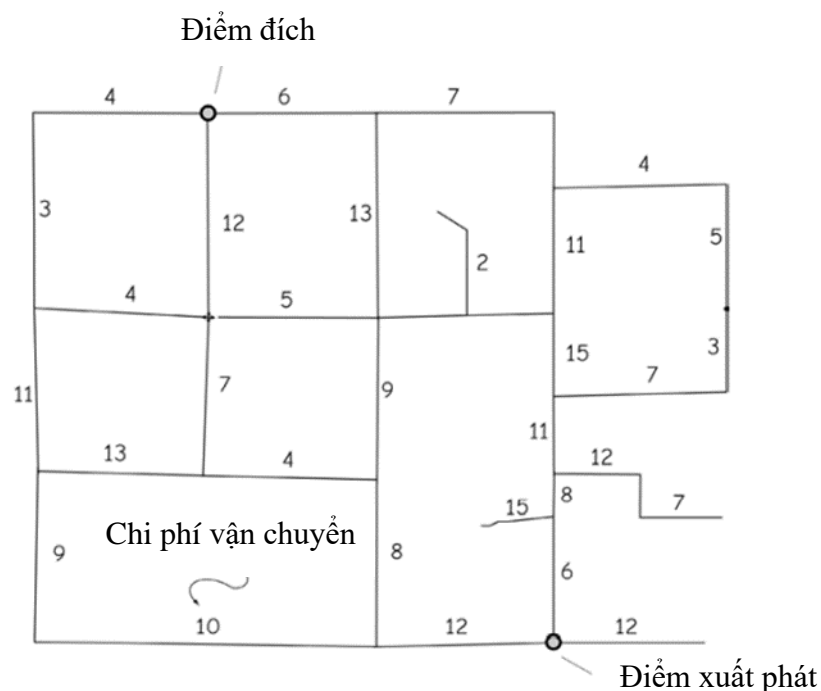


Hình 5.45. Đường đi ngắn nhất

Khái niệm về chi phí vận chuyển là chìa khóa của nhiều vấn đề phân tích mạng. Chi phí vận chuyển phản ánh mức giá mà người ta phải trả để di chuyển qua một phân đoạn của mạng lưới. Chi phí vận chuyển thường được đo bằng đơn vị thời gian, khoảng cách hoặc đơn vị tiền tệ; ví dụ: mất 10 giây để di chuyển qua một liên kết. Chi phí có thể không đổi để luôn mất 10 giây để đi qua liên kết bất kể hướng đi hay thời gian trong ngày. Ngoài ra, chi phí có thể thay đổi theo thời gian trong ngày hoặc hướng do đó có thể mất 15 giây để đi qua một cung trong giờ cao điểm buổi sáng và buổi tối, mà không phải 10 giây, hoặc có thể mất gấp đôi thời gian để đi từ bắc xuống nam so với đi từ nam lên bắc.

Lựa chọn tuyến đường liên quan đến việc xác định một tuyến đường “tối ưu nhất” dựa trên một bộ tiêu chí cụ thể. Lựa chọn tuyến đường thường được áp dụng để tìm tuyến đường ngắn nhất, nhanh nhất hoặc ít tốn kém nhất đến một số trung tâm. Hai hoặc nhiều trung tâm được xác định trong một mạng, bao gồm cả trung tâm bắt đầu và trung tâm kết thúc. Tất cả các trung tâm này phải được truy cập bằng cách duyệt qua mạng. Thường có một số lượng rất lớn các tuyến đường thay thế, hoặc các con đường, có thể được sử dụng để đến tất cả các trung tâm.

Lựa chọn tuyến đường có thể được sử dụng để cải thiện sự di chuyển của các phương tiện giao thông công cộng thông qua một mạng lưới. Xe buýt trường học thường được định tuyến bằng cách sử dụng phân tích mạng. Mỗi chuyến xe buýt phải xuất phát và kết thúc tại một trường học (trung tâm) và đón trả tại một số điểm dừng (cũng là trung tâm). Con đường ngắn nhất hoặc lộ trình thời gian có thể được chỉ định. Các tuyến đường thay thế được phân tích và được chọn tuyến “tối ưu nhất”.

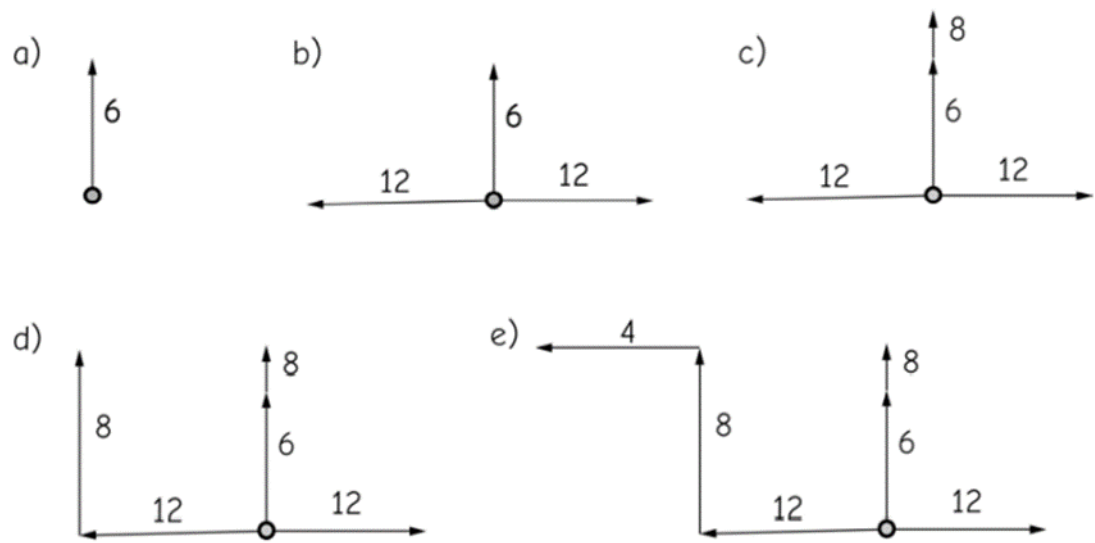


Hình 5.46. Ví dụ về phân tích tuyến đường gần nhất

Lựa chọn tuyến đường tối ưu nhất liên quan đến một thuật toán đệ quy để tập hợp các cung hay đoạn thẳng có chi phí thấp nhất, bắt đầu từ nút xuất phát tới nút đích. Một tập hợp các liên kết mạng được xác định, cũng như các trung tâm xuất phát và đích (Hình 5.46). Lộ trình từ vị trí xuất phát đến đích thường được xây dựng lặp đi lặp lại. Một thuật toán tìm đường thêm liên kết có chi phí thấp nhất ở mỗi bước.

Phương pháp đơn giản này khởi đầu ở trung tâm bắt đầu. Các đường dẫn được mở rộng bằng cách thêm liên kết mang lại tổng chi phí thấp nhất cho tất cả các đường dẫn hiện đang có. Tập hợp ban đầu của các liên kết được bao gồm tất cả những liên kết kết nối đến điểm xuất phát. Liên kết chi phí thấp nhất được thêm vào, như trong Hình 5.47a. Liên kết có giá trị là sáu được chọn. Bây giờ, tập hợp các liên kết ứng viên bao gồm bất kỳ liên kết nào được kết nối với liên kết đã chọn này (hai liên kết có chi phí tương ứng là 15 và 8), cộng thêm bất kỳ kết nối với điểm bắt đầu. Tất cả các đường dẫn đều được kiểm tra và liên kết được thêm vào cung cấp tổng độ dài đường dẫn thấp nhất. Trong Hình 5.47b, hai liên kết được thêm vào. Lưu ý rằng các liên kết đã thêm không được kết nối với liên kết được chọn ban đầu. Điều này sẽ có tổng chi phí là 14 (6 cộng 8) hoặc 21 (6 cộng 15), trong khi các liên kết được chọn cung cấp chi phí đường dẫn thấp hơn là 12. Bây giờ, các liên kết ứng viên là những liên kết được kết nối với bất kỳ liên kết nào đã chọn hoặc đến điểm bắt đầu. Vì tất cả các liên kết từ điểm bắt đầu đã được chọn, chỉ những liên kết được kết nối với các liên kết ứng viên mới được kiểm tra. Trong số này, đường dẫn chi phí thấp nhất được thêm vào. Liên kết có chi phí 8 gắn với liên kết đã chọn ban đầu được chọn (Hình 5.47c). Tập hợp ứng viên mở rộng tương ứng và được đánh giá lại. Xác minh rằng các liên kết được hiển thị trong Hình 5.47d và Hình 5.47e phải là các đường dẫn tích lũy chi phí thấp tiếp theo được chọn. Phương pháp này được sử dụng cho đến khi đến đích và xác định được con đường ít tốn kém nhất.

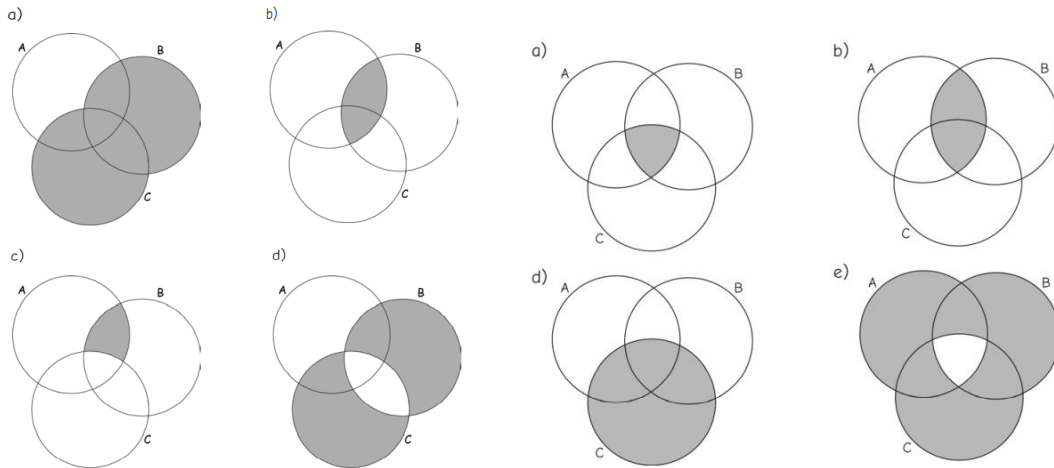
Tạo đường liên kết chi phí thấp



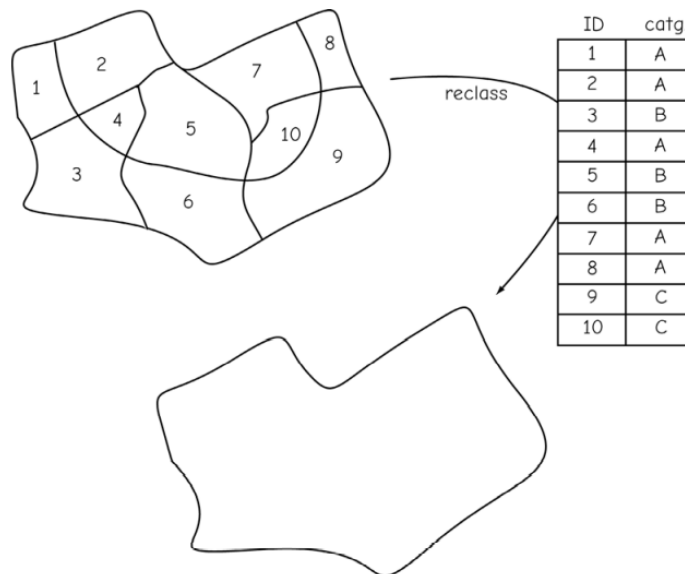
Hình 5.47. Các bước xác định đường chi phí thấp nhất

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 5

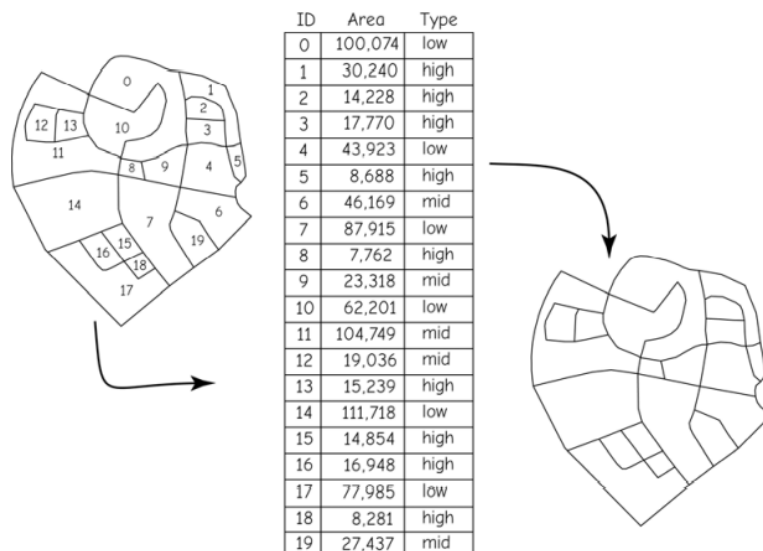
1. Viết các biểu thức Boolean đơn giản nhất dẫn đến các lựa chọn vùng màu xám:



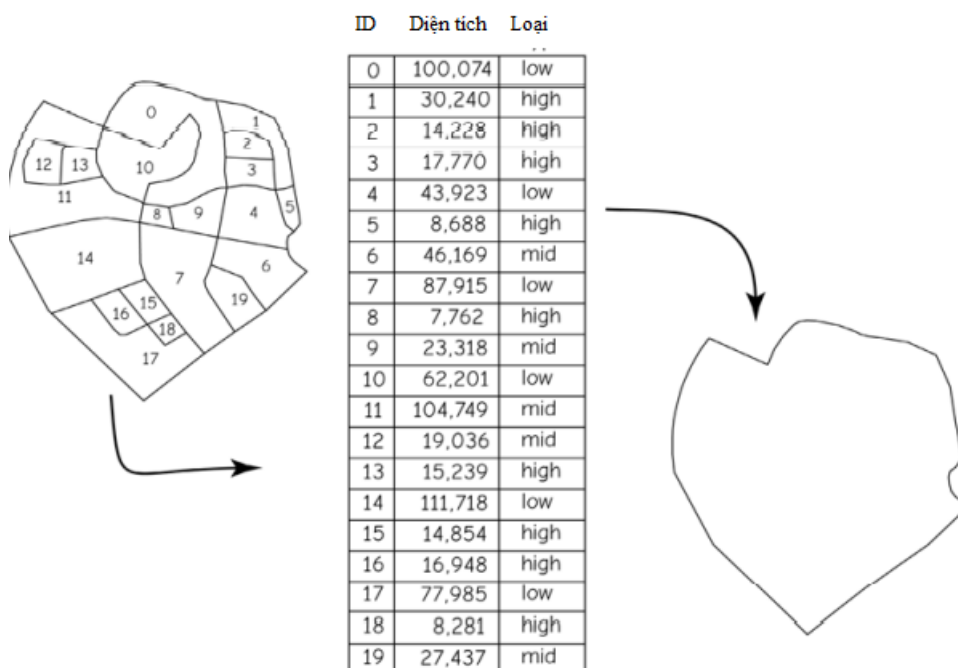
2. Thực hiện phân loại lại sau



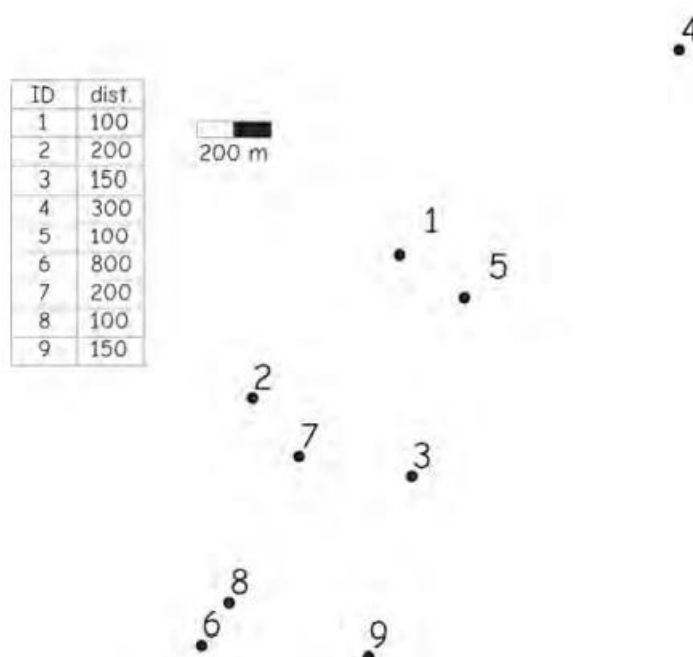
3. Phân loại lại các đa giác sau, theo cột Diện tích, thành nhỏ (<18000), trung bình (18000 đến 45000) và lớn (> 45000)



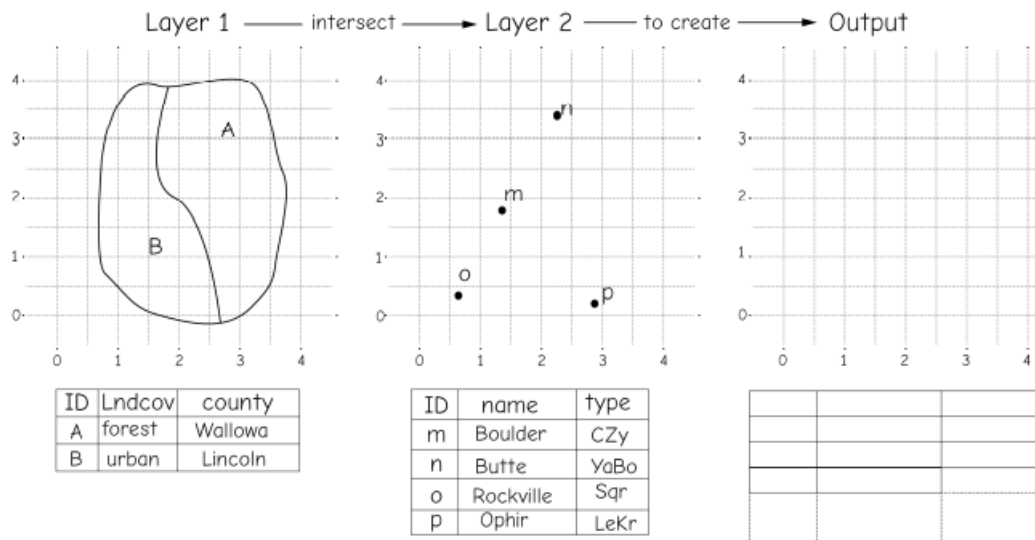
4. Hoạt động loại bỏ ranh giới là gì? Chúng thường được sử dụng để làm gì?
5. Thực hiện thao tác loại bỏ ranh giới trên biến Loại cho lớp được mô tả bên dưới:



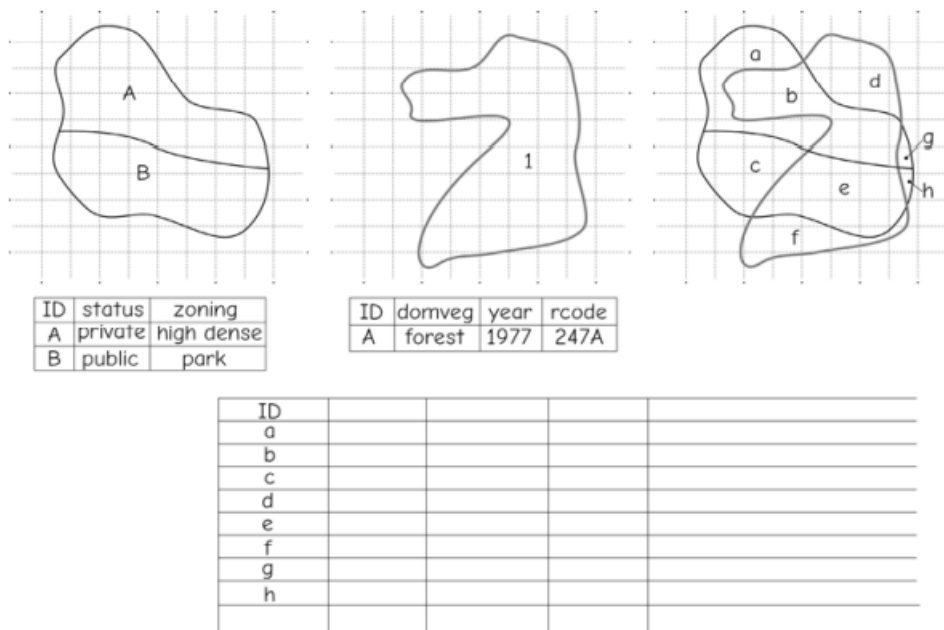
6. Phác thảo đầu ra từ một bộ vùng đệm khoảng cách thay đổi được áp dụng cho tập hợp điểm hiển thị bên dưới. Vẽ bộ vùng đệm đầu ra giúp xóa tan ranh giới giữa các khu vực nằm trong nhiều vùng đệm



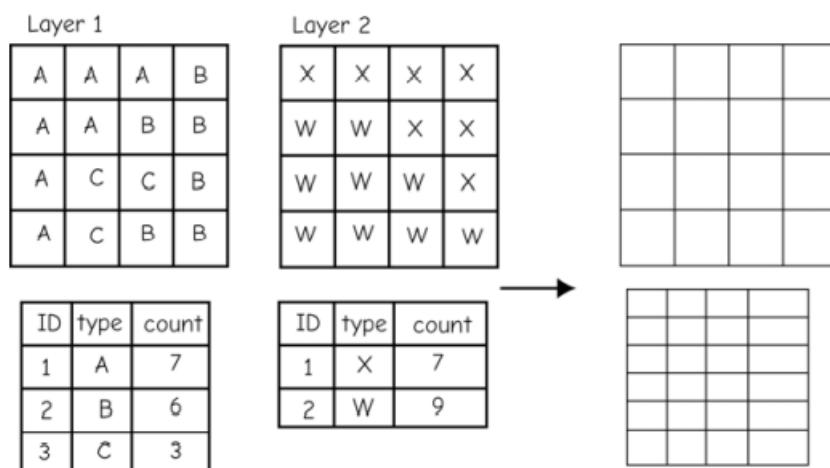
7. Hoàn thành bảng cho lớp phủ điểm vector được hiển thị bên dưới



8. Hoàn thành bảng trong sơ đồ chồng chập đa giác được vẽ dưới đây:



9. Phác thảo đầu ra của chồng chập raster được hiển thị bên dưới, cung cấp cả hai giá trị ô và bảng đầu ra với các biến ID và đếm



10. Mô tả / xác định các mô hình mạng. Điều gì phân biệt chúng với các không gian khác hoặc các mô hình thời gian?

11. Các sử dụng phổ biến cho các mô hình mạng là gì? Tại sao những mô hình này lại quan trọng như vậy?

THỰC HÀNH

Sử dụng phần mềm ArcGIS

1. Sinh viên dựa theo dữ liệu giáo viên cung cấp (hoặc sinh viên tự tìm dữ liệu) để làm một số bài toán tìm kiếm đơn giản.
2. Thao tác với các công cụ chồng chấp dữ liệu như Intersect, Union, buffer...

TÀI LIỆU THAM KHẢO CHƯƠNG 5

Bolstad, Paul, (2016). GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems, 5th Edition, ISBN 978-1-50669-587-7, Eider Press, 2303 4th St. White Bear Lake, MN 55110

Laurini, Robert, and Derek Thompson, (1992). Fundamentals of spatial information systems. Vol. 37. Academic press, 1992.

Training - ArcGIS Training Manual-Basic, (2011)

<https://fr.scribd.com/document/262787719/Training-ArcGIS-Training-Manual-Advance-2011>,
truy cập ngày 20/6/2023

Chương 6 NỘI SUY KHÔNG GIAN VÀ MÔ HÌNH SỐ ĐỘ CAO

Tóm tắt nội dung chính: Chương 6 đi sâu vào các phương pháp nội suy không gian như: nội suy láng giềng gần nhất, nội suy bán kính cố định, nội suy trọng số khoảng cách nghịch đảo hay nội suy Spline. Bên cạnh đó chương này cũng giới thiệu về mô hình số độ cao và các phương pháp thành lập mô hình số độ cao.

Mục đích: Chương 6 cung cấp các kiến thức cơ bản về nội suy và ứng dụng của nội suy, trong đó ứng dụng phổ biến nhất đó là xây dựng mô hình số độ cao. Người học sẽ hiểu hơn về một số phương pháp nội suy và biết vận dụng vào thực tế cho mỗi trường hợp khác nhau.

6.1. NỘI SUY KHÔNG GIAN

6.1.1. Khái niệm

Nội suy là một kỹ thuật trong GIS được sử dụng trong việc tạo ra bề mặt từ các điểm rời rạc. Một số hiện tượng thực tế có tính liên tục như: độ cao địa hình, nhiệt độ, hàm lượng chất ô nhiễm trong nước, không khí vv..

Ngoài ra nội suy không gian cũng là việc dự đoán của các biến tại các vị trí không được đo lường dựa trên việc lấy mẫu tại các vị trí đã biết giá trị. Hầu hết các phương pháp nội suy dựa vào các điểm gần nhất để ước tính các giá trị còn thiếu và sử dụng một số thước đo khoảng cách từ một điểm đã biết đến điểm chưa biết. Chúng ta có thể đo ô nhiễm không khí tại một tập hợp các tòa tháp trong một khu vực, nhưng cần ước tính cho tất cả các địa điểm trong khu vực đó. Phép nội suy thường được sử dụng để ước tính nhiệt độ không khí và nước, độ ẩm của đất, mô hình số độ cao, mật độ dân số bằng một loạt các biến số.

Một số người vẫn nhầm lẫn nội suy và dự đoán, vậy dự đoán theo không gian là gì: Dự đoán cũng liên quan đến việc ước lượng các biến tại các vị trí chưa được lấy mẫu, nhưng khác với phép nội suy ở chỗ các ước lượng ít nhất dựa trên một phần các biến khác và thường dựa trên tổng số các phép đo. Chúng ta có thể sử dụng độ cao để giúp ước tính nhiệt độ vì nó thường mát hơn ở các vị trí cao hơn. Bản đồ độ cao có thể được kết hợp với một tập hợp nhiệt độ đo được để ước tính nhiệt độ ở những vị trí không xác định.

6.1.2. Phương pháp nội suy không gian

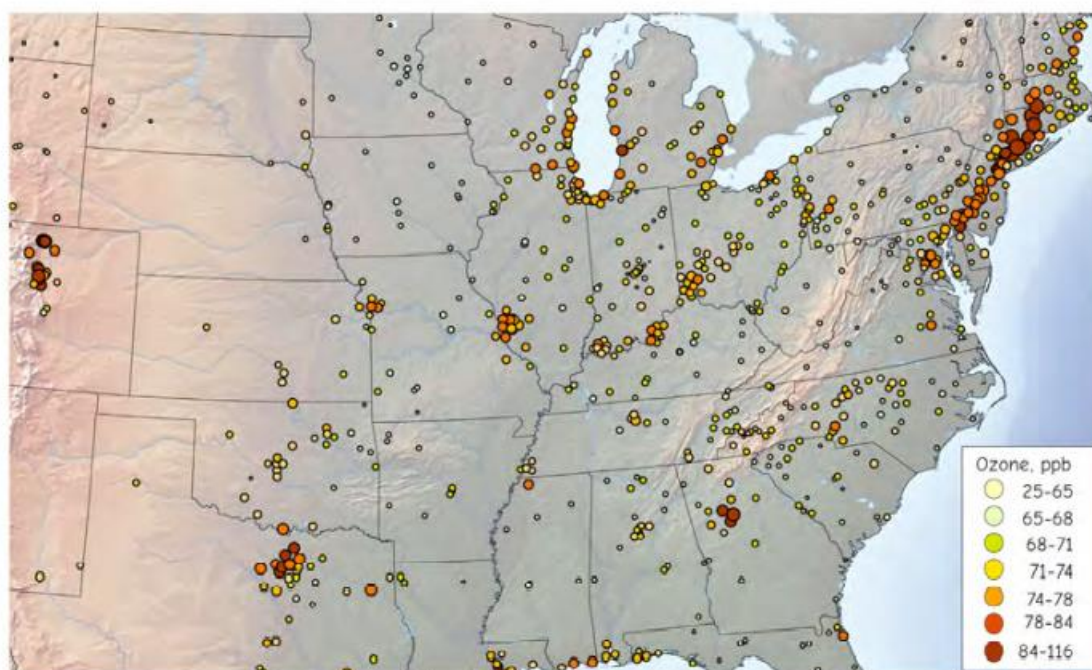
Có nhiều phương pháp nội suy khác nhau. Mặc dù các phương pháp khác nhau, tất cả đều kết hợp các giá trị và vị trí được lấy mẫu để ước tính giá trị tại các vị trí không được đo. Các hàm toán học được sử dụng để kết hợp khoảng cách giữa các điểm nội suy và các điểm mẫu với các giá trị được lấy từ các điểm mẫu. Các phương pháp khác nhau về các hàm toán học được sử dụng để gán trọng số cho mỗi quan sát và số lượng quan sát được sử dụng. Một số phép nội suy sử dụng mọi quan sát khi ước tính các giá trị tại các vị trí chưa được lấy mẫu, trong khi các bộ nội suy khác sử dụng một tập hợp con các mẫu, ví dụ, ba điểm gần nhất với một vị trí không được đo.

Các phương pháp nội suy khác nhau thường sẽ tạo ra các kết quả khác nhau, ngay cả khi sử dụng cùng một dữ liệu đầu vào. Điều này là do sự khác biệt trong các hàm toán học và số lượng điểm dữ liệu được sử dụng khi ước tính giá trị cho các vị trí chưa được lấy mẫu. Mỗi phương pháp có thể có các đặc điểm riêng biệt và độ chính xác tổng thể của phép nội suy thường sẽ phụ thuộc vào phương pháp và mẫu được sử dụng.

Phương pháp nội suy có thể tạo ra một hoặc nhiều loại đầu ra khác nhau. Nội suy thường được sử dụng để ước tính giá trị cho một lớp dữ liệu raster. Các phương pháp khác tạo ra các đường đồng mức, thường được gọi là các đường bình độ, các đường có giá trị đồng nhất. Các đường đồng mức ít được tạo ra bằng phương pháp nội suy hơn, nhưng là một cách phổ biến để mô tả một bề mặt liên tục. Ít nhất một phương pháp nội suy xác định các ranh giới đa giác.

Nội suy cho bề mặt raster yêu cầu ước tính các giá trị không đo được ở tâm của mỗi ô lưới raster. Các vùng ranh giới lớp raster và kích thước ô pixel được chỉ định để xác định vị trí của mỗi ô raster.

Việc tạo đường đồng mức liên quan nhiều hơn và có thể yêu cầu một quá trình lặp đi lặp lại. Vị trí của một tập hợp các mức đã biết được xác định. Ví dụ, một tập hợp các điểm có nhiệt độ chính xác là 10°C có thể được ước tính. Các điểm này được kết nối với nhau để tạo thành một đường. Các tập hợp điểm khác có thể được ước tính cho 12°C , 14°C , 16°C vv.. Các đường đồng mức này mô tả những thay đổi về nhiệt độ (hoặc bất kỳ biến số nào khác được vẽ trên đồ thị).



Hình 6.1. Các điểm đo và giá trị cho nồng độ ôzôn chỉ thị cho năm 2014 của khu vực Hoa Kỳ (Bolstad, 2016)

Ở giáo trình này, chúng tôi sẽ mô tả các phương pháp nội suy phổ biến nhất và áp dụng tất cả chúng vào một tập dữ liệu duy nhất để thuận tiện cho việc so sánh. Hình 6.1 cho thấy các điểm mẫu cho dữ liệu ôzôn của miền đông Hoa Kỳ, được thu thập bởi các cơ quan môi trường và sức khỏe và một giá trị chỉ số cho năm 2014. Denver ở cực bên trái, New England ở phía trên bên phải và Atlanta được biểu thị bằng cụm lấy mẫu gần phía dưới bên phải của hình này. Các chấm tròn có kích thước và màu sắc để phản ánh phép đo tính bằng đơn vị (ppb) trong giờ ban ngày, một giá trị liên quan đến tổn thương do tiếp xúc với ôzôn. Thời tiết, quá trình đốt cháy và các điều kiện địa hình có thể kết hợp để tạo ra nồng độ nguy hiểm, đặc biệt là đối với các nhóm dân cư dễ bị tổn thương. Vì rất tốn kém và khó thực hiện các phép đo ôzôn chính xác, mạng lưới bị hạn chế và cần phải nội suy giữa các trạm lấy mẫu. Các điểm mẫu này sẽ được sử dụng để chứng minh việc áp dụng các phương pháp nội suy và dự đoán không gian khác nhau trong các phần sau của chương này, ước tính bề mặt nồng độ ôzôn cho mỗi phương pháp sẽ được trình bày.

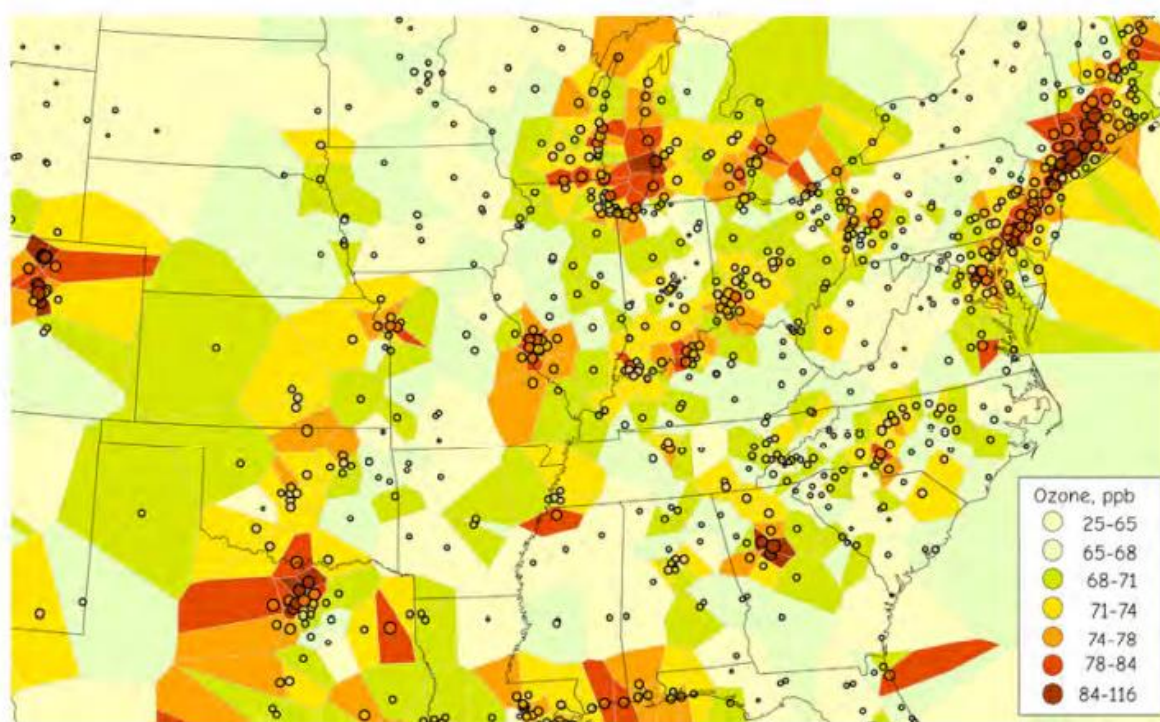
a. Nội suy láng giềng gần nhất

Nội suy láng giềng gần nhất, cũng được gọi là nội suy đa giác Thiessen, chỉ định một giá trị cho bất kỳ vị trí chưa được lấy mẫu nào bằng giá trị được tìm thấy ở vị trí gần nhất vị trí mẫu. Về mặt khái niệm, đây là phương pháp nội suy đơn giản nhất, theo nghĩa là hàm toán học được sử dụng là hàm bình đẳng đơn giản và chỉ một điểm, điểm gần nhất, được sử dụng để gán giá trị cho một vị trí không xác định.

Phương pháp nội suy láng giềng gần nhất xác định một tập hợp các đa giác, được gọi là đa giác Thiessen. Tất cả các vị trí trong một đa giác Thiessen nhất định có cùng một giá trị cho biến Z (trong chương này và các chương khác, Z sẽ được sử dụng để biểu thị giá trị của một biến quan tâm tại vị trí mẫu x và y). Z có thể là độ cao, kích thước, sản lượng tính bằng đơn vị tiền tệ trên một đơn vị độ rộng hoặc bất kỳ biến số nào khác mà chúng ta có thể đo lường tại một điểm. Đa giác Thiessen xác định một vùng xung quanh mỗi điểm được lấy mẫu có một giá trị bằng giá trị tại điểm lấy mẫu gần nhất. Sự chuyển đổi giữa các cạnh đa giác là đột ngột; nghĩa là, biến nhảy từ giá trị này sang giá trị tiếp theo qua ranh giới đa giác Thiessen.

Hình 6.2 cho thấy các điểm mẫu ôzôn và đa giác Thiessen của chúng ta dựa trên các điểm mẫu. Lưu ý rằng lấy mẫu dày đặc hơn gần một số khu vực đô thị, đặc biệt là xung quanh Thành phố Philadelphia – New York ở phía trên bên phải, Denver ở bên trái và St. Louis, Dallas và Atlanta dọc theo phân giữa đến phân dưới của hình. Đa giác Thiessen nhỏ hơn khi mật độ lấy mẫu là cao nhất.

Đa giác Thiessen cung cấp một nội suy chính xác. Điều này có nghĩa là bề mặt nội suy bằng với các giá trị được lấy mẫu tại mỗi điểm mẫu. Giá trị cho mỗi vị trí mẫu được giữ nguyên, do đó không có sự khác biệt giữa giá trị thực và giá trị nội suy tại các điểm mẫu. Phép nội suy này chính xác có chất lượng tốt, nhưng thường không phải là phép nội suy tốt nhất tại các điểm chưa được lấy mẫu; ví dụ, phương pháp đa giác Thiessen thường bị lỗi ở các vị trí không có mẫu, thường mắc hơn các phương pháp nội suy khác.



Hình 6.2. Các điểm lấy mẫu và nồng độ ôzôn ước tính bằng đa giác Thiessen (Bolstad, 2016)

Cần có một phép đo sai số độc lập nếu chúng ta muốn có được một ước tính tốt về độ chính xác của phép nội suy. Các ước tính về độ chính xác có thể đạt được bằng kỹ thuật lấy mẫu được giữ lại, trong đó tập hợp mẫu thường được bớt lại $1/3$ số lượng mẫu để đánh giá độ chính xác. Các giá trị đo được của chúng sau đó được so sánh với các giá trị nội suy và xác định được sai số trung bình, sai số trung phương và có thể là các chỉ số thống kê khác.

b. Phương pháp nội suy bán kính cố định - Trung bình cục bộ

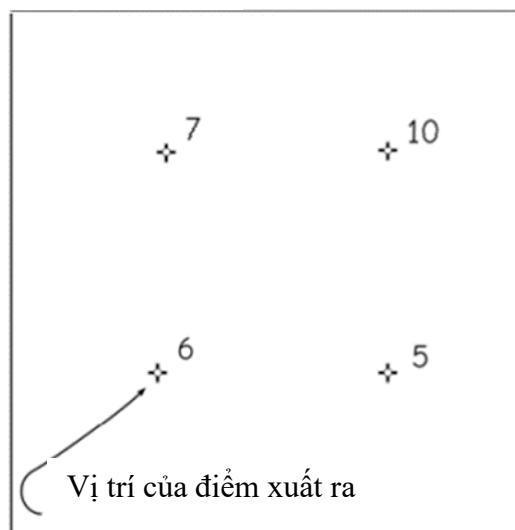
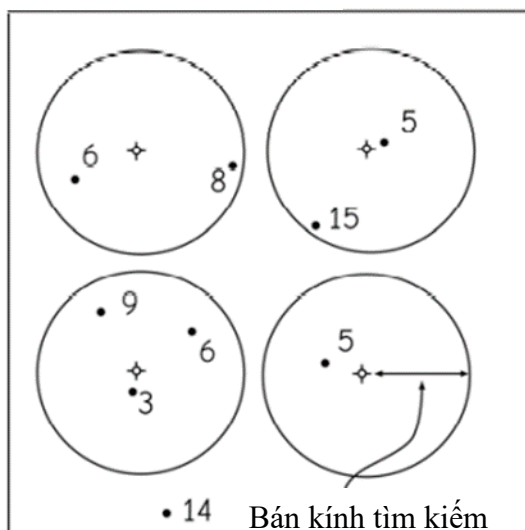
Nội suy bán kính cố định phức tạp hơn nội suy lân cận gần nhất, nhưng ít phức tạp hơn hầu hết các phương pháp nội suy khác. Trong nội suy bán kính cố định, một lưới raster được chỉ định trong một vùng quan tâm. Giá trị ô được ước tính dựa trên giá trị của các mẫu lân cận.

Các mẫu được sử dụng để tính toán giá trị ô phụ thuộc vào bán kính tìm kiếm. Bán kính tìm kiếm xác định kích thước của một vòng tròn được căn giữa trên mỗi ô. Bất kỳ điểm mẫu nào được tìm thấy bên trong vòng tròn được sử dụng để nội suy giá trị cho ô đó (Hình 6.3). Các điểm nằm trong vòng tròn được tính trung bình, những điểm nằm ngoài vòng tròn bị bỏ qua.

- Điểm quan sát
- * Điểm nội suy

Dữ liệu nhập vào

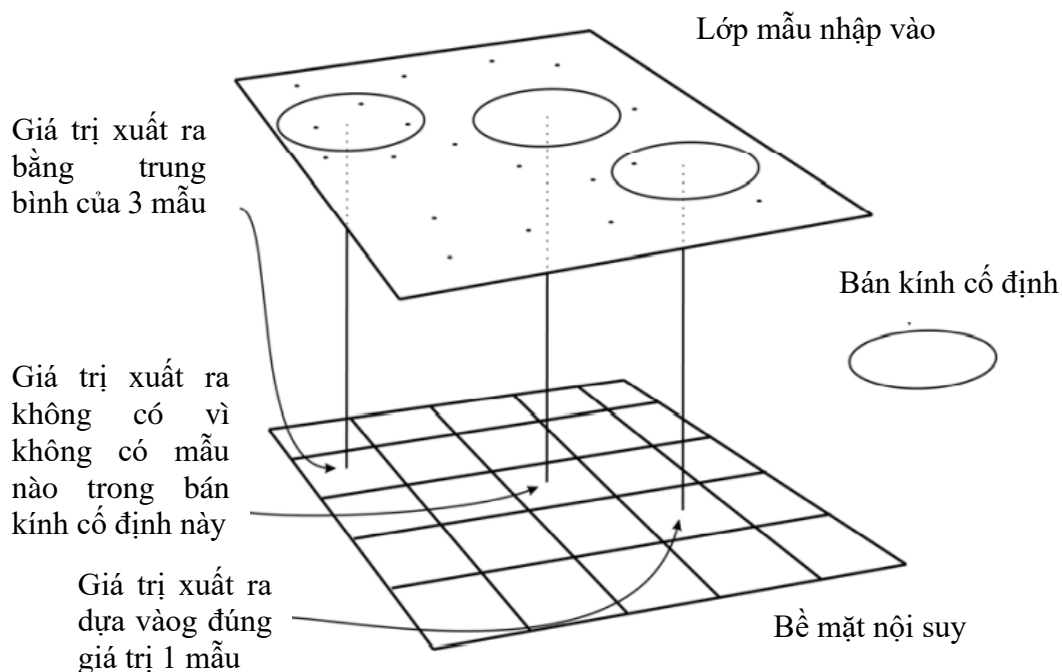
Dữ liệu xuất ra



Hình 6.3. Sơ đồ và ví dụ về nội suy bán kính cố định

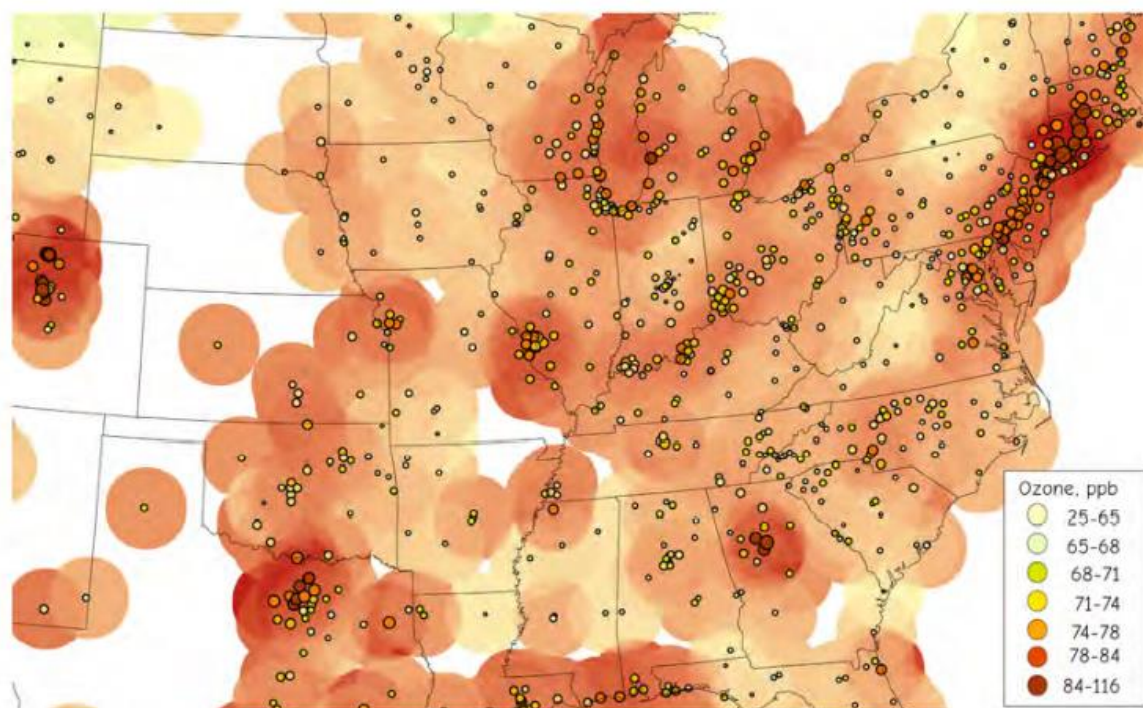
Hình 6.4 cho thấy một hình chiếu phối cảnh của lấy mẫu bán kính cố định. Lưu ý rằng có một lớp dữ liệu mẫu, được hiển thị ở đầu Hình 6.4, được căn chỉnh theo chiều dọc với bề mặt nội suy. Bề mặt này là một lớp dữ liệu raster với các giá trị được nội suy trong mỗi ô raster. Một vòng tròn bán kính cố định được căn giữa trên một ô raster. Giá trị trung bình được tính cho tất cả các mẫu có trong vòng tròn mẫu, và giá trị trung bình này được đặt trong ô raster đầu ra thích hợp. Quá trình này được lặp lại cho mỗi ô raster trên bề mặt. Các vòng tròn bán kính cố định được hiển thị tương ứng với ba ô raster, bao gồm ba, không và một điểm mẫu tương ứng. Vòng kết nối có thể không chứa điểm, trong trường hợp đó, giá trị dữ liệu bằng 0 hoặc không có phải được đặt trong ô raster. Bán kính cho hình tròn thường là lớn hơn chiều rộng của ô raster. Điều này có nghĩa là các vòng tròn chồng chéo lên các ô liền kề, khiến các giá trị ô lân cận giống nhau.

Phép nội suy bán kính cố định thường được sử dụng để tạo đường trung bình động của các mẫu. Mỗi điểm mẫu có thể tương ứng với một giá trị tổng hoặc mật độ và các điểm có thể được tính trung bình theo không gian để nội suy giá trị cho các ô lân cận. Ví dụ, một nhà nông học có thể xác định sản lượng ngô chắc chắn theo trọng lượng trên một đơn vị diện tích tại một số điểm trong một khu vực nghiên cứu. Chúng có thể được chuyển đổi thành bề mặt raster bằng cách lấy trung bình các phép đo của trọng lượng trên mỗi đơn vị diện tích nằm trong các vòng tròn ở giữa mỗi ô.



Hình 6.4. Sơ đồ phối cảnh lấy mẫu bán kính cố định (Mitchell, 1999)

Phương pháp nội suy bán kính cố định có xu hướng làm mịn dữ liệu mẫu (Hình 6.5). Các giá trị lớn hoặc nhỏ được lấy mẫu tại một điểm nhất định được duy trì khi chỉ một điểm mẫu đó nằm trong bán kính tìm kiếm cho một ô. Các giá trị lớn hoặc nhỏ được đưa về phía trên tất cả các giá trị mẫu khi chúng xuất hiện trong bán kính tìm kiếm với các điểm mẫu khác.



Hình 6.5. Nội suy theo bán kính cố định (Bolstad, 2016)

Phương pháp nội suy bán kính cố định không phải là bộ nội suy chính xác vì chúng có thể lấy giá trị trung bình của một số điểm trong vùng lân cận của mẫu, và do đó chúng không có khả năng đặt giá trị đo tại các điểm mẫu trong bề mặt nội suy.

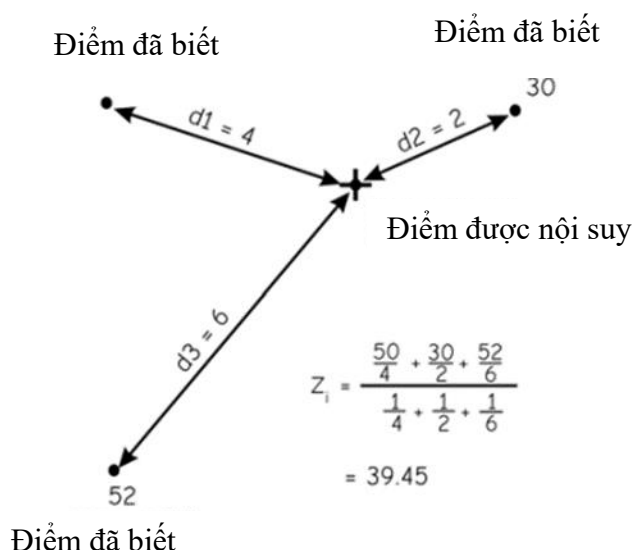
c. Nội suy trọng số khoảng cách nghịch đảo

Phương pháp nội suy trọng số khoảng cách nghịch đảo (IDW) ước tính giá trị tại các điểm chưa biết bằng cách sử dụng các giá trị được lấy mẫu và khoảng cách đến các điểm đã biết gần đó. Trọng số của mỗi điểm mẫu là tỷ lệ nghịch với khoảng cách, do đó có tên như vậy. Điểm càng xa, thì có trọng số nhỏ hơn trong việc giúp xác định giá trị tại vị trí chưa được lấy mẫu. Giá trị được ước tính bởi công thức:

$$Z_j = \frac{\sum_i \frac{Z_i}{d_{ij}}}{\sum_i \frac{1}{d_{ij}}} \quad (6.1)$$

trong đó Z_j là giá trị ước tính cho điểm chưa biết tại vị trí j , d_{ij} là khoảng cách từ điểm i đã biết đến điểm j chưa biết, Z_i là giá trị của điểm đã biết i và n là số mẫu do người dùng xác định. Bất kỳ số điểm lớn hơn hai có thể sử dụng làm các điểm lấy mẫu. Thông thường, một số điểm cố định và gần với điểm nội suy sẽ được sử dụng; ví dụ, ba điểm được lấy mẫu gần nhất sẽ được sử dụng để ước tính các giá trị tại các vị trí không xác định. Lưu ý rằng n kiểm soát mức độ ảnh hưởng của một điểm suy giảm theo khoảng cách. n càng lớn, trọng số càng nhỏ ($1/d_{ij}^n$), vì vậy điểm đó càng có ít ảnh hưởng đến ước tính của điểm chưa biết.

Hình 6.6 minh họa một phép tính nội suy IDW. Ba mẫu gần nhất được sử dụng. Mỗi giá trị mẫu đo được có trọng số bằng nghịch đảo của khoảng cách từ vị trí chưa biết, được nội suy. Các giá trị có trọng số này được thêm vào. Kết quả là chia cho tổng các trọng số để “chia tỷ lệ” các trọng số thành các đơn vị đo lường. Điều này tạo ra một ước tính cho vị trí chưa được lấy mẫu.



Hình 6.6. Ví dụ cho phương pháp nội suy trọng số khoảng cách nghịch đảo tuyến tính

Các giá trị tại mỗi điểm đã biết (50, 52, 30) được tính trung bình, với trọng số dựa trên khoảng cách (d_1 , d_2 , d_3) từ điểm được nội suy.

IDW là một phương pháp nội suy chính xác. Các giá trị nội suy bằng với các giá trị được lấy mẫu tại mỗi điểm được lấy mẫu. Khi một d_{ij} trở nên rất nhỏ (điểm mẫu gần vị trí nội

suy), $1/d_{ij}$ trở nên rất lớn. Đóng góp từ điểm lấy mẫu đó làm giảm các đóng góp từ tất cả các điểm khác. Các giá trị $1/d_{ij}$ rất gần 0 đối với tất cả các giá trị i ngoại trừ giá trị ở rất gần điểm được lấy mẫu, vì vậy các giá trị ở tất cả các điểm khác được nhân với 0 trong tử số của phương trình IDW. Tổng ở mẫu số giảm xuống trọng số $1/d_{ij}$. Các trọng số ở đầu và cuối của phương trình IDW trở nên giống nhau hơn, và phân số tiến gần đến 1. Do đó, tại một điểm lấy mẫu, công thức nội suy IDW giảm thành:

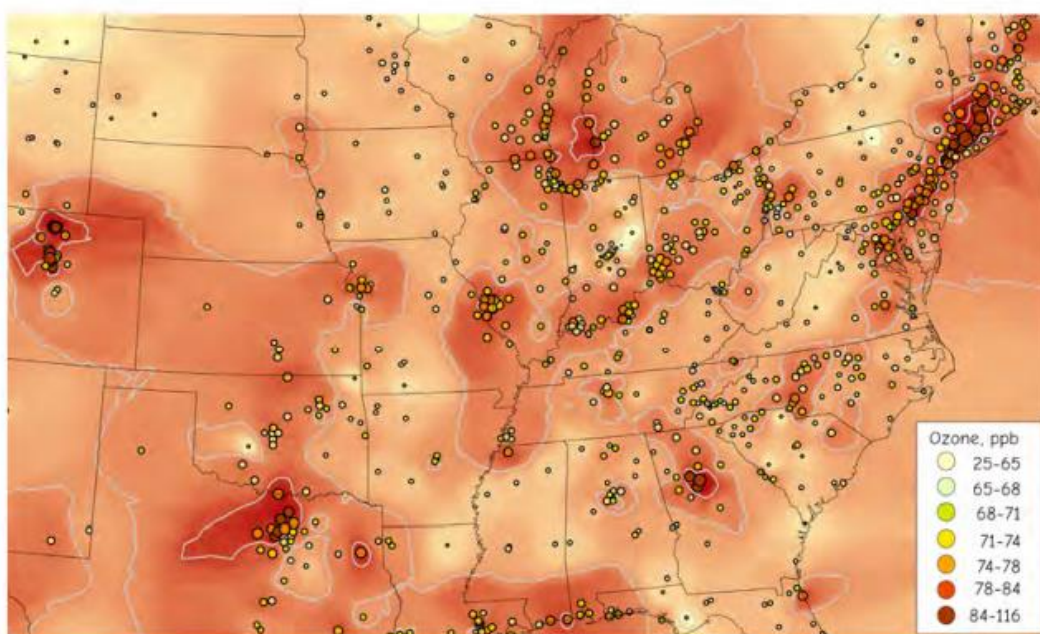
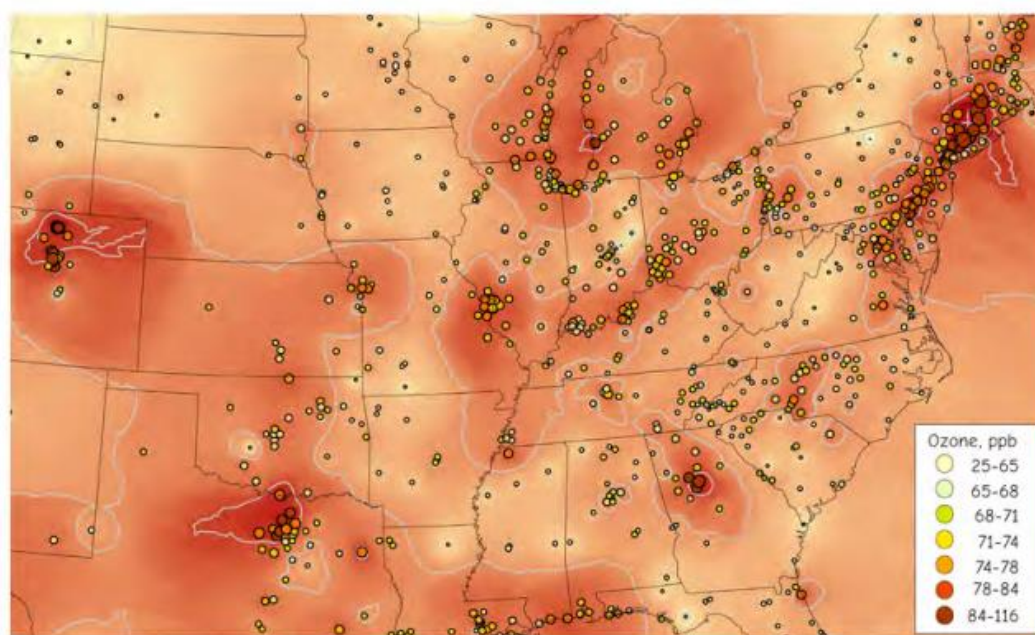
$$Z = \frac{(Z_i/d_{ij}^n)}{(\frac{1}{d_{ij}^n})} \quad (6.2)$$

Bằng phép chia đơn giản, giá trị này được giảm về mặt toán học đối với Z_i , giá trị được đo tại vị trí lấy mẫu.

Phương pháp trọng số khoảng cách nghịch đảo dẫn đến các bề mặt nội suy mịn. Các giá trị không nhảy liên tục ở các cạnh, như xảy ra với đa giác Thiessen và đôi khi với nội suy bán kính cố định. Mặc dù IDW được áp dụng dễ dàng và rộng rãi, nhưng cần phải thận trọng khi đánh giá n và i cụ thể được chọn. Các tác động của việc thay đổi n và i phải được thử nghiệm trong trường hợp lấy mẫu quá mức hoặc sử dụng các phương pháp lưu giữ và lặp lại, được mô tả sau, trong đó các điểm bị giữ lại thích hợp có thể được so sánh với các điểm nội suy. IDW và tất cả các phương pháp nội suy khác chỉ nên được áp dụng sau khi người dùng tin rằng phương pháp này cung cấp các ước tính với độ chính xác đầy đủ. Trong trường hợp của IDW, điều này có thể có nghĩa là kiểm tra phương pháp nội suy trên một dải giá trị n và i , và chọn kết hợp thường cho kết quả có thể chấp nhận được.

Kích thước của số mũ do người dùng xác định, n , ảnh hưởng đến hình dạng của bề mặt nội suy (Hình 6.7). Khi một n lớn hơn được chỉ định, các điểm gần nhau trở nên có ảnh hưởng hơn. Số mũ cao hơn dẫn đến các bề mặt có đỉnh cao hơn, thung lũng thấp hơn và dốc hơn gần các điểm được lấy mẫu. Các đường bao trở nên tập trung hơn nhiều ở gần các điểm mẫu khi $n = 2$ (Hình 6.7, trên cùng) so với khi $n = 1$ (Hình 6.7, dưới). Những màu sắc thay đổi này phản ánh độ dốc hơn gần các điểm dữ liệu đã biết.

Số điểm, i , được sử dụng để ước tính một điểm nội suy, j , cũng ảnh hưởng đến bề mặt ước lượng, nhưng các hiệu ứng thường phức tạp và khó tổng quát, vì chúng phụ thuộc vào sự phân bố và độ lớn của các điểm mẫu cụ thể. Số điểm mẫu lớn hơn có xu hướng dẫn đến bề mặt nội suy mịn hơn.



Hình 6.7. Thứ tự lũy thừa và kích thước mẫu ảnh hưởng đến các giá trị nội suy cho phương pháp nội suy trọng số khoảng cách nghịch đảo (Bolstad, 2016)

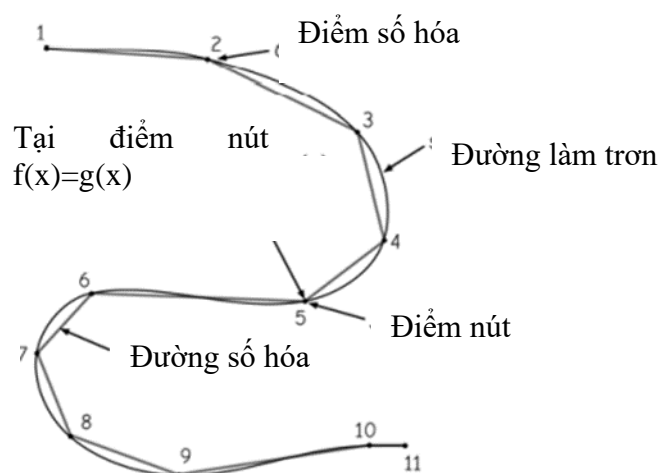
Nội suy trên cùng dựa trên 12 điểm gần nhất, với số mũ là 2, trong khi nội suy dưới dựa trên bốn điểm gần nhất và số mũ là 3. Ảnh hưởng cục bộ càng mạnh khi số mũ tăng và số lượng điểm mẫu giảm.

d. Phương pháp nội suy Spline

Spline là một loại thước mềm dẻo đã được những người thợ vẽ thường sử dụng để tạo ra những đường cong mượt mà thông qua một tập hợp các điểm. Các hàm Spline toán học, còn được gọi là Splines, được sử dụng để nội suy dọc theo một đường cong trơn. Các chức năng này phục vụ mục đích tương tự như thước mềm ở chỗ chúng buộc một đường trơn đi qua một tập hợp điểm mong muốn. Các hàm Spline linh hoạt hơn vì chúng có thể được sử dụng cho các đường hoặc bề mặt và chúng có thể được ước tính và thay đổi nhanh chóng. Các điểm mẫu đóng vai trò là "hướng dẫn" thông qua những điểm mà Spline đi qua.

Các hàm Spline được xây dựng từ một tập hợp các hàm đa thức được nối với nhau. Các hàm liên quan đến đường sẽ được mô tả ở đây, nhưng các nguyên tắc cũng được áp dụng cho các Splines bề mặt. Các hàm đa thức phù hợp với các phân đoạn ngắn. Phương pháp bình phương chính xác hoặc bình phương nhỏ nhất có thể được sử dụng để điều chỉnh các đường thẳng qua các điểm được tìm thấy trong đoạn. Ví dụ, một đa thức bậc ba có thể vừa với một đoạn thẳng (Hình 6.8). Một đa thức bậc ba khác sẽ phù hợp với đoạn thẳng tiếp theo. Các đa thức này về bản chất là làm trơn những đường cong bao gồm một tập hợp các đoạn thẳng nhất định.

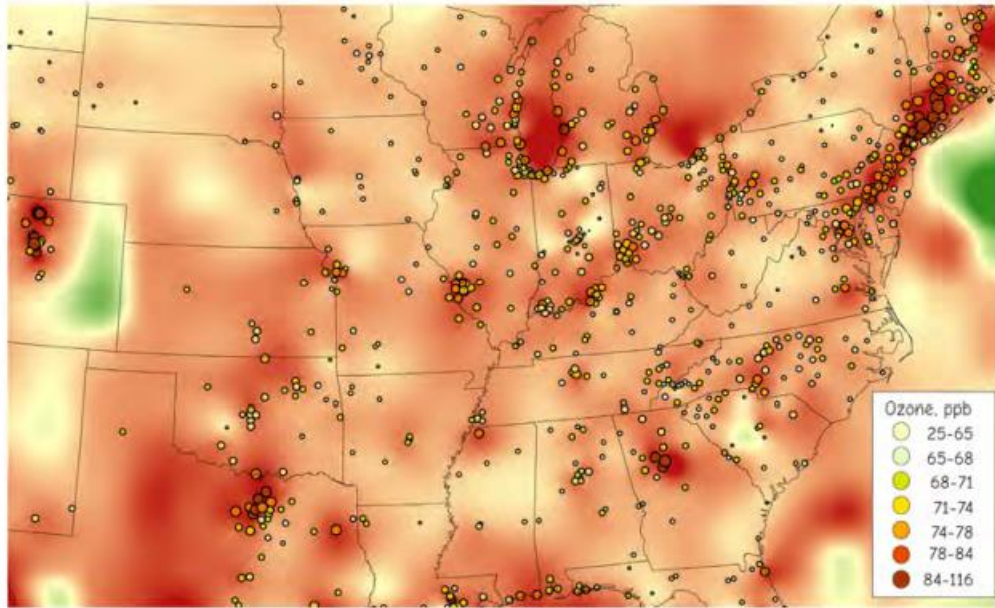
Hàm đa thức làm cho đường số hóa
phù hợp với một đường cong trơn
thông qua các nút



Hình 6.8. Sơ đồ của một spline (dạng đường) (Bolstad, 2016)

Splines thường là có bậc một, hai hoặc ba, tương ứng với số mũ lớn nhất trong phương trình được sử dụng để phù hợp với mỗi phép toán (ví dụ: bậc hai cho x^2 , bậc ba cho x^3 hoặc x^2y). Các phân đoạn gặp nhau ở các nút, hoặc các điểm nối. Các điểm nối này có thể nằm trên một điểm được lấy mẫu, hoặc chúng có thể nằm giữa các điểm được lấy mẫu.

Các ràng buộc được đặt trên các hàm Spline để đảm bảo toàn bộ đường hoặc bề mặt vẫn nhẵn tại các điểm nối. Những ràng buộc này được đưa vào dạng toán của hàm cho mỗi phân đoạn. Những ràng buộc này yêu cầu rằng độ dốc của các đường và sự thay đổi về độ dốc của các đường bằng nhau trên các đoạn ở hai bên của điểm nối. Thông thường, các hàm Spline cho phép nội suy chính xác (các Spline đi qua các điểm mẫu) và cho thấy sự chuyển đổi trơn tru (Hình 6.9). Việc thực thi nghiêm ngặt nội suy chính xác đôi khi có thể dẫn đến hiện tượng giả ở các điểm nút hoặc giữa các điểm. Hiện tượng sai lệch có thể xảy ra. Các hàm Spline thường được sửa đổi để cho phép một số lỗi phù hợp, đặc biệt là khi nội suy các bề mặt hơn là các đường. Điều này thường loại bỏ các sai số thô tại các khớp nối Spline, trong khi vẫn duy trì sự nội suy trơn tru và liên tục.



Hình 6.9. Nội suy bề mặt bằng Spline (Bolstad, 2016)

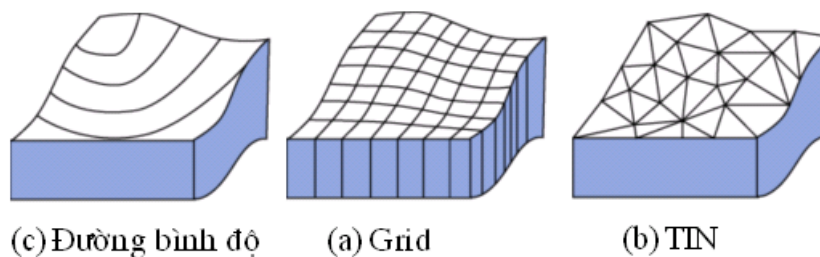
6.2. MÔ HÌNH SỐ ĐỘ CAO

6.2.1. Khái niệm về mô hình số độ cao

Ban đầu, người ta sử dụng các đường đẳng trị (contour) để biểu diễn những dữ liệu có tính biến thiên liên tục. Do tính liên tục đó, ta có thể xem các đường đẳng trị như là những đường cong khép kín (khi coi mặt phẳng biểu diễn có thể mở ra vô tận). Bề mặt địa hình được coi là 1 bề mặt biến thiên liên tục, và do vậy, có thể sử dụng các đường đẳng trị (trong trường hợp này còn gọi là đường đồng mức) để biểu diễn. Tuy nhiên, mô hình đường đẳng trị không thuận lợi đối với các bài toán phân tích không gian, do vậy mô hình số độ cao ra đời (Đặng Văn Đức, 2001)

Mô hình số độ cao (Digital Elevation Model - DEM) là sự biểu diễn bằng số của bề mặt địa hình hoặc khoảng chênh cao của mặt đất so với một bề mặt mốc trắc địa nào đó (bề mặt Geoid).

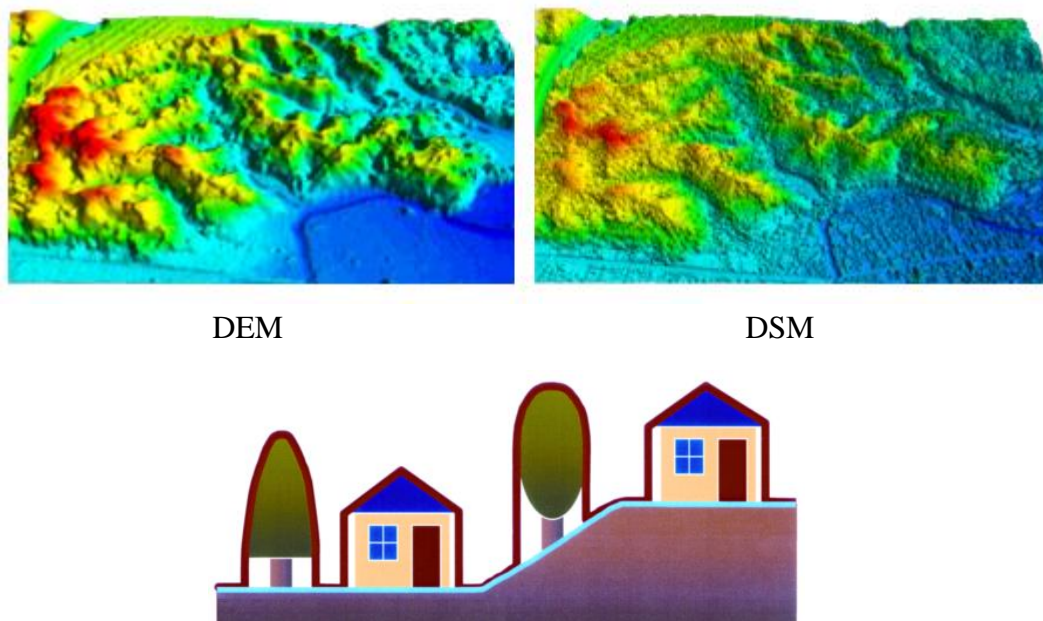
Về bản chất, DEM là mô hình số, nó có thể được nội suy bằng một số phương pháp nội suy toán học. DEM khái quát và mô tả bề mặt địa hình trong không gian 3 chiều theo các giá trị tọa độ x, y và độ cao h, theo đó tại một vị trí bất kỳ trong mô hình đó, độ cao tại vị trí đó có thể nội suy được.



Hình 6.10. Một số dạng mô hình số độ cao

Trong quá trình nghiên cứu và phát triển, người ta đã đưa ra một số loại mô hình số khác nhau và giữa chúng ít nhiều có sự khác biệt.

Mô hình số địa hình (Digital Terrain Model - DTM) là sự biểu diễn bằng số các đặc trưng của địa hình, bao gồm: độ cao, độ dốc, hình dáng địa hình, mạng sông suối và các đặc trưng địa hình khác. Thông thường, DTM có thể nhận được từ DEM khi bổ sung thêm các đặc trưng địa hình. Các đặc trưng đó có thể là: độ dốc và hình dáng địa hình, mạng sông suối (thủy hệ), lưu vực sông, bóng địa hình, tính ổn định của độ dốc, ...



Hình 6.11. Minh họa cho DEM và DSM

Mô hình số bề mặt (Digital Surface Model - DSM) được sử dụng rộng rãi bởi những kỹ thuật tiện ích của các đầu quét laser hàng không. DSM biểu diễn bề mặt địa hình bao gồm cả những vật thể trên đó; như các công trình xây dựng, thảm thực vật, đường xá cùng với các đặc trưng địa hình tự nhiên khác. Chúng được thành lập từ nhiều loại ảnh viễn thám và ngày nay được sử dụng phổ biến ở các quốc gia phát triển.

Mô hình số độ cao DEM được sử dụng trong nhiều lĩnh vực như: bản đồ, quy hoạch xây dựng, địa chất, khai thác mỏ, kiến trúc cảnh quan, quân sự, ...

6.2.2. Ứng dụng của DEM

DEM có thể được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau, như:

- Lưu trữ dữ liệu độ cao trong cơ sở dữ liệu không gian quốc gia;
- Nền ảnh trực giao trong công nghệ xử lý ảnh số;
- Nội suy các đường bình độ, hay các đường đẳng trị;
- Tạo các bản đồ chuyên đề từ DEM, như: biểu đồ khối, mặt cắt địa hình, bản đồ độ dốc, độ lồi, độ lõm và hướng địa hình, bản đồ địa hình nổi, mạng lưới thủy văn... Các bản đồ này trợ giúp tốt cho nghiên cứu địa mạo, tính toán độ xói lở, xâm thực, ... do đó, hỗ trợ nghiên cứu dự báo trượt lở đất, dự báo xói mòn, lũ lụt, ...
- Mô phỏng địa hình, phục vụ cho các mục đích quân sự (hệ thống dẫn đường, tính toán tầm nhìn, tầm bắn, vùng quét của radar, địa hình ảo tập lái máy bay, tập lái xe tăng, ...), các mục đích dân sự (quy hoạch và thiết kế cảnh quan, hệ thống thoát nước cho đô thị, ...);
- DEM được sử dụng như một phương tiện, phục vụ cho các công tác khảo sát, thiết kế, tính toán khối lượng đào đắp trong thiết kế các công trình, thiết kế đường xá, quy hoạch thủy lợi, quy hoạch các khu công nghiệp, ...;

- Sử dụng DEM để mô hình hóa các đối tượng không gian trong các ngành khoa học về trái đất, như: trong địa chất, địa chất thủy văn, trong khai thác mỏ, trong nghiên cứu đại dương...

- DEM có thể được ứng dụng rộng rãi trong các ngành du lịch, quy hoạch, kiến trúc, thủy điện, thủy lợi, nông nghiệp, công nghệ giải trí, ...

Các ứng dụng đa dạng từ DEM khẳng định vai trò của chúng như là một cơ sở của các dữ liệu không gian.

6.2.3. Các phương pháp biểu diễn DEM

a. Phương pháp bề mặt toán học

Chúng ta đã biết bề mặt địa hình của trái đất là một bề mặt phức tạp, có độ cao biến thiên không theo một quy luật toán học nào, và do vậy, không có một bề mặt toán học nào có thể làm trùng khớp với mọi điểm trên bề mặt địa hình.

Việc mô phỏng bề mặt địa hình bằng bề mặt toán học có thể thực hiện được khi ta chia nhỏ bề mặt địa hình thành những khu vực nhỏ hơn, mà những khu vực nhỏ hơn này có thể dùng hàm toán học để mô phỏng.

Việc áp một bề mặt toán học nào đó lên bề mặt địa hình phải thỏa mãn điều kiện: sai số trung phương của các điểm trên bề mặt toán học so với các điểm tương ứng trên bề mặt địa hình là nhỏ nhất:

$$\sum_{i=1}^n [\varphi^0(x, y, z)_i - \varphi(x, y, z)_i]^2 = \min \quad (6.3)$$

Trong đó: $\varphi^0(x, y, z)_i$: các điểm đo tương ứng trên bề mặt toán học,

$\varphi(x, y, z)_i$: các điểm đo tương ứng trên bề mặt địa hình

Mỗi bề mặt toán học đều có các thông số đặc trưng riêng. Việc xác định các thông số đặc trưng này chính là để xác định bề mặt toán học. Để cho bề mặt toán học mô phỏng được bề mặt địa hình, cần thiết phải sử dụng một số lượng các điểm đo trực tiếp trên bề mặt địa hình. Số lượng các điểm này phụ thuộc vào số lượng các thông số cần xác định cho bề mặt toán học.

Trong trắc địa bản đồ, trên các bề mặt mô phỏng địa hình cần phải thể hiện được các đặc trưng địa hình (các đỉnh nổi cao; các hồ, rãnh sụt; các sông, gờ núi; các hệ thống sông, mương xói; các dạng địa hình đặc biệt; ...). Các đặc trưng địa hình càng chi tiết thì bề mặt toán học càng gần với địa hình thực. Số lượng các điểm đo trực tiếp càng nhiều thì độ tin cậy về khả năng xấp xỉ của bề mặt toán học với bề mặt địa hình càng lớn.

Với kỹ thuật hiện nay, việc đo các giá trị bề mặt thực địa được thực hiện tự động với độ chính xác cao; bộ nhớ máy tính để lưu trữ và xử lý các số liệu đo cũng không còn là trở ngại nên việc hạn chế số lượng các điểm đo là không cần thiết.

Các hàm toán học sử dụng bài toán gần đúng ít thuận lợi khi dùng để vẽ bản đồ nhưng chúng thường được sử dụng để trợ giúp mô hình hóa các bề mặt phức tạp trong hệ thống máy tính.

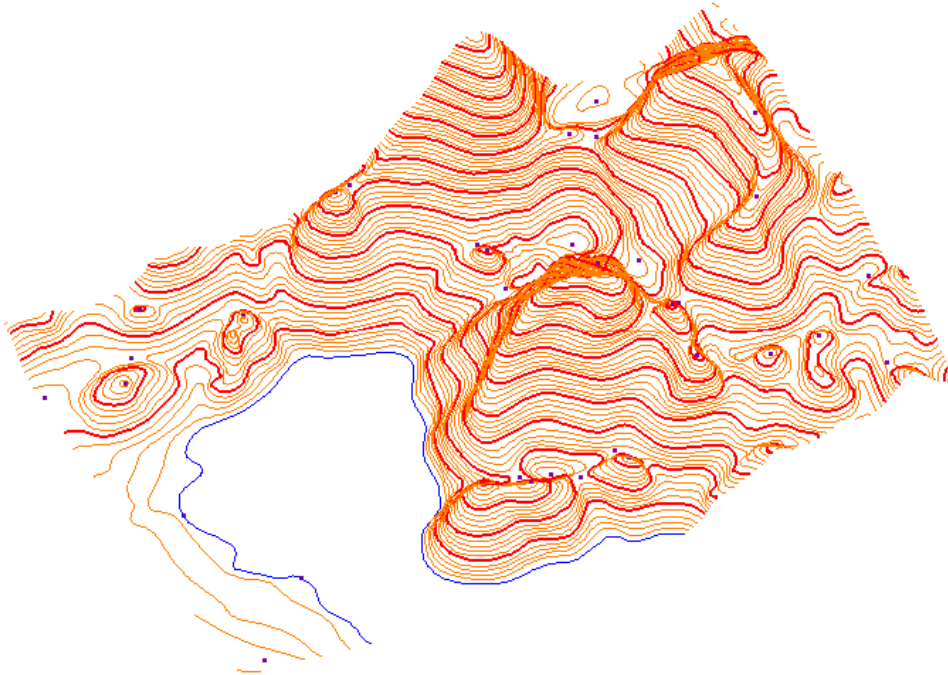
Trong phương pháp bề mặt toán học, người ta thường sử dụng các phương pháp nội suy chuỗi Fourier và nội suy đa thức.

b. Phương pháp đường đẳng trị

Phương pháp này sử dụng các đường đồng mức (contour line) để biểu diễn địa hình.

Từ các tệp dữ liệu chứa các đường đồng mức đã được gán độ cao, người ta sử dụng các phần mềm để biểu diễn địa hình (hình 6.12). Một điều đáng nói là các đường bình độ này không

thực sự phù hợp cho các phép toán phân tích không gian nên chúng thường được biến đổi sang mô hình lưới điểm Grid hoặc mô hình lưới tam giác không đều sẽ được giới thiệu sau đây.



Hình 6.12. Mô hình sử dụng các đường đồng mức

c. Phương pháp mô hình lưới điểm - Grid

Đây là phương pháp phổ biến nhất để biểu diễn DEM.

Cấu trúc DEM có dạng lưới ô vuông đều quy chuẩn, còn được gọi là ma trận độ cao (altitude matrix). Mô hình Grid lưu trữ các giá trị độ cao tại các nút của ô lưới ô vuông (có khi là lưới chữ nhật), trong đó, tọa độ (x_i, y_j) của một điểm bề mặt bất kỳ có độ cao z được xác định theo tọa độ ô lưới như sau:

$$\begin{aligned} x_i &= x_0 + i \cdot \Delta x; \quad i = 1 \div n \\ y_j &= y_0 + j \cdot \Delta y \quad j = 1 \div m \end{aligned} \quad (6.4)$$

Trong đó, x_0, y_0 là tọa độ điểm gốc lưới ô vuông;

$\Delta x, \Delta y$ là khoảng cách các mắt lưới theo các hướng x, y ;

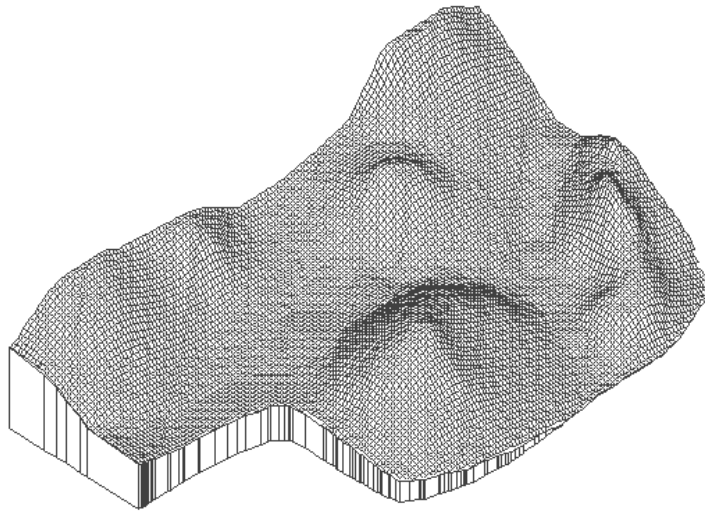
$m \times n$ là kích thước của lưới.

Cấu trúc dữ liệu này khá giống với cấu trúc dữ liệu ảnh số, trong đó, số thứ tự của điểm (i, j) có thể liên hệ tới tọa độ hàng và cột của pixel trong ảnh số và độ cao z có thể được liên hệ với giá trị độ xám của pixel. Theo đó thì, thay vì phải biểu diễn trực tiếp giá trị tọa độ, ta có thể sử dụng giá trị (i, j) để biểu diễn tọa độ cho các điểm mắt lưới.

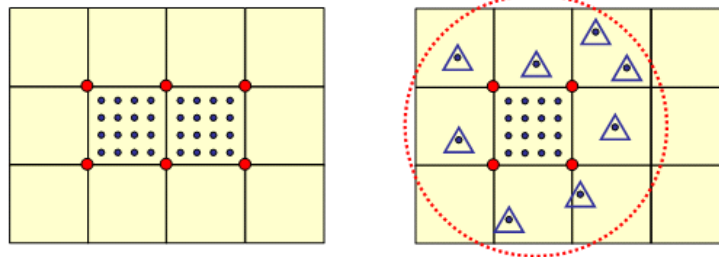
Trong mô hình Grid, các mắt lưới có thể được biểu diễn theo 2 hình thức: hoặc là các điểm có độ cao, hoặc là theo các ô lưới với kích thước là khoảng cách các mắt lưới. Trong trường hợp thứ 2, cấu trúc DEM hoàn toàn tương tự với cấu trúc raster của các tệp ảnh số.

Mô hình Grid có thể được tạo ra bằng cách nội suy từ dữ liệu các đường đẳng trị đã được số hóa. Để làm được điều đó, ta phủ một lưới các ô có kích thước đều nhau lên hình ảnh của các đường đồng mức. Tất cả các ô nằm trên hay ngay gần sát đường đồng mức nhận được

giá trị độ cao của đường đồng mức đó. Các ô khác nhận giá trị là 1. Các ô này sẽ nhận giá trị độ cao trong các bước nội suy sau đó và tạo ra ma trận độ cao.



Hình 6.13. DEM ở dạng lưới ô vuông đều - Grid



Hình 6.14. Tăng dày kích thước với những khu vực có địa hình phức tạp (Nguồn: Shunji Murai, 1999)

Ma trận độ cao được sử dụng rộng rãi trong các bài toán có liên quan đến địa hình, ví dụ: nội suy các đường đồng mức, tính toán độ dốc, độ lồi lõm của địa hình, mô phỏng các lưu vực sông ngòi, ... Tuy nhiên, chúng vẫn tồn tại một số nhược điểm sau:

- Thừa dữ liệu ở các vùng có địa hình bằng phẳng;
- Không có khả năng thích nghi khi biểu diễn các khu vực có địa hình phức tạp nếu không thay đổi kích thước của ô lưới (Hình 6.14);
- Có sự sai lệch dọc theo các trục của lưới ô vuông khi thực hiện một số tính toán cụ thể;
- Với cấu trúc dữ liệu ô lưới, ma trận độ cao còn khá thô để thể hiện được mọi đặc trưng tới hạn của địa hình như: đỉnh, hố, đèo, gò, dòng chảy,... do đó gây khó khăn trong phân tích định hướng cho hình thái địa hình.

d. Phương pháp mô hình lưới tam giác không đều - TIN

TIN là viết tắt của cụm từ tiếng Anh Triangular Irregular Network.

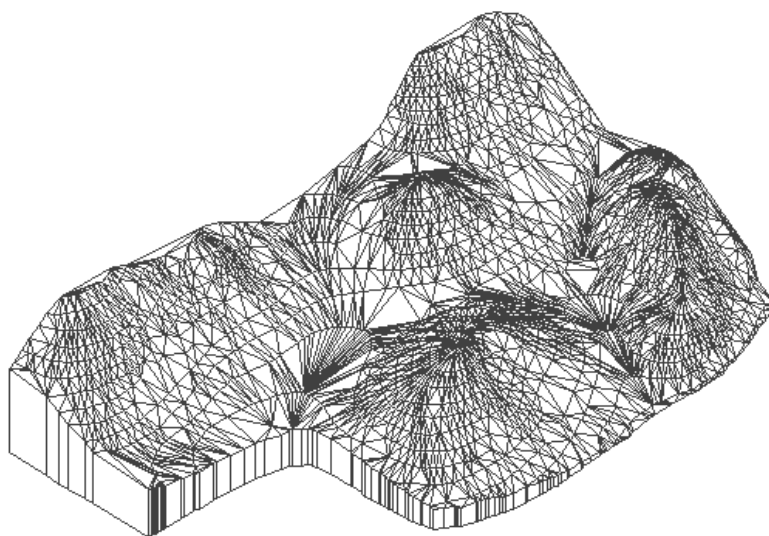
Mô hình TIN là DEM được tạo thành từ một mạng lưới các tam giác liên thông với nhau, không cắt nhau, không chứa nhau, có lưu trữ độ cao tại các đỉnh của các tam giác.

Khác với Grid, TIN cho phép thu thập thêm các thông tin bổ sung cho những khu vực có địa hình phức tạp và giảm bớt lượng lớn các dữ liệu ở vùng có địa hình đơn giản. Việc lấy dữ liệu để làm chính xác hóa mô hình TIN có thể thực hiện được bằng việc số hóa với độ chính

xác yêu cầu cho các đỉnh, các gờ, các đường breakline, các dòng chảy, ... và các đặc trưng địa hình quan trọng khác.

Đường breakline là đường nối các điểm mà tại đó có độ dốc của địa hình thay đổi đột ngột. Dọc theo đường breakline, độ dốc của địa hình thay đổi liên tục. Hai bên đường breakline (theo hướng vuông góc với đường breakline) độ dốc địa hình thay đổi đột biến. Như vậy bề mặt địa hình bị gãy khúc tại đường breakline.

Mô hình lưới tam giác là một cấu trúc không gian dạng vector. Các đỉnh của tam giác là các điểm bề mặt được định vị ngẫu nhiên (theo các đặc trưng của địa hình). Các đỉnh này được nối với nhau bởi các đoạn thẳng, tạo thành các tam giác theo chuẩn Deloulay: tức là vẽ 1 đường tròn qua 3 điểm tạo nên tam giác (đường tròn ngoại tiếp tam giác) sao cho không còn có 1 điểm nào khác nằm trong tam giác. Các tam giác như vậy được gọi là tam giác Delounay.



Hình 6.15. DEM ở dạng lưới tam giác không đều - TIN

a. Cấu trúc cơ sở tam giác

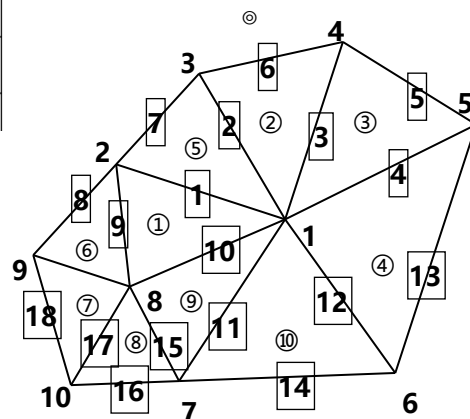
ID	Tọa độ các điểm tạo tam giác	TGiác lân cận
①	$(x_1, y_1, z_1), (x_2, y_2, z_2), (x_8, y_8, z_8)$	⑤, ⑥, ⑨
②	$(x_1, y_1, z_1), (x_3, y_3, z_3), (x_4, y_4, z_4)$	①, ③, ⑤
⋮	⋮	⋮

b. Cấu trúc cơ sở điểm

ID	Tọa độ điểm	Các điểm lân cận
1	(x_1, y_1, z_1)	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
2	(x_2, y_2, z_2)	3, 1, 8, 9
⋮	⋮	⋮

c. Cấu trúc cơ sở cạnh

DL điểm: ID, (x, y, z)		
DL tam giác: ID, (Đ ₁ , Đ ₂ , Đ ₃)		
ID	ID cặp điểm (P ₁ , P ₂)	TG trái, phải
1	(1, 2)	⑤, ①
2	(2, 3)	②, ⑤
⋮	⋮	⋮



Hình 6.16. Cấu trúc dữ liệu của mô hình TIN

Các tam giác Delounay có thể được tạo bởi các đa giác Thiesen theo cách: 2 đỉnh được nối với nhau để tạo tam giác Delounay nếu các đa giác Thiesen chia sẻ cùng một cạnh.

Có 3 loại cấu trúc dữ liệu trong lưu trữ mô hình TIN. Đó là: cấu trúc cơ sở tam giác, cấu trúc cơ sở điểm, cấu trúc cơ sở cạnh. Cấu trúc cơ sở tam giác lưu trữ các thông tin: định danh của tam giác, định danh của 3 đỉnh tạo nên tam giác cùng với tọa độ, các tam giác lân cận của tam giác (mỗi tam giác có 3 tam giác lân cận) (Hình 6.16 a). Cấu trúc cơ sở điểm gồm: định danh của điểm, tọa độ của các điểm, các điểm lân cận của điểm (Hình 6.16 b). Cấu trúc dữ liệu cơ sở cạnh gồm có 3 tệp dữ liệu: tệp các điểm gồm định danh điểm và tọa độ các điểm; tệp tam giác với định danh tam giác, tọa độ các điểm tạo tam giác và định danh của tam giác lân cận; và tệp cạnh với định danh cạnh, định danh của 2 điểm tạo nên cạnh và định danh của tam giác phía bên phải và bên trái của mỗi cạnh (Hình 6.16 c).

Mô hình TIN có ưu điểm là thể hiện được chính xác địa hình trong không gian 3 chiều vì mỗi cạnh của tam giác chỉ có 1 giá trị độ dốc. Mô hình này được sử dụng trong lập bản đồ độ dốc, bản đồ phân tầng độ cao, bản đồ đường đẳng giá trị, các mặt cắt, các bản đồ phối cảnh...

e. So sánh 2 mô hình Grid và TIN

Hai dạng mô hình Grid và TIN là hai mô hình thông dụng, được sử dụng nhiều trong biểu diễn DEM. Các dữ liệu của DEM được sử dụng cho các phép toán phân tích không gian và biểu diễn dữ liệu địa hình. Một số điểm so sánh sau đây giữa 2 mô hình này là căn cứ để lựa chọn mô hình trong nghiên cứu (Bảng 6.1).

Bảng 6. 1. So sánh 2 mô hình Grid và TIN

Grid	TIN
- Cấu trúc dữ liệu đơn giản, có thể lưu trữ dưới dạng ma trận;	- Cấu trúc dữ liệu phức tạp, cần nhiều bộ nhớ để lưu trữ;
- Độ chính xác của DEM phụ thuộc vào khoảng cách mắt lưới;	- Độ chính xác phụ thuộc vào việc bổ sung nhiều hay ít các điểm, các đường đặc trưng của địa hình. Việc này hoàn toàn thực hiện được;
- Các đối tượng đặc trưng của địa hình (các đỉnh, đường phân thủy, ...) không thể được mô tả chính xác hơn độ rộng của ô lưới.	- Các đối tượng đặc trưng được lưu trữ chính xác cùng với độ cao của chúng.

6.2.4. Các phương pháp thành lập DEM

Hiện nay, có một số phương pháp được sử dụng để xây dựng mô hình số độ cao DEM như sau:

a. Phương pháp đo đạc thực địa

Từ các số liệu đo đạc thực địa về bề mặt địa hình được lưu trữ trong sổ sách hay lưu trữ trong các tệp số liệu (ví dụ: số liệu đo chiều dài, góc ngang, góc đứng; số liệu đo tọa độ, độ cao của các điểm đo), chúng ta có số liệu tọa độ của các điểm đo (x, y, z) kết hợp sử dụng các phần mềm chuyên dụng, chúng ta sẽ xây dựng được các DEM.

Các số liệu tọa độ được thu thập bằng các máy móc, thiết bị có độ chính xác đảm bảo yêu cầu (ví dụ: máy toàn đạc điện tử, máy thủy chuẩn điện tử, máy đo sâu hồi âm, các thiết bị định vị vệ tinh) nên có độ chính xác cao. Tuy nhiên, chi phí để đo đạc là lớn nên phương pháp này chỉ thích hợp áp dụng cho những khu vực nhỏ, phục vụ cho các dự án khả thi và tiền khả thi mà thôi.

b. Phương pháp số hóa các bản đồ còn giá trị sử dụng

Đây là phương pháp có chi phí thấp và nhanh chóng.

Phương pháp này có các bước chính như sau:

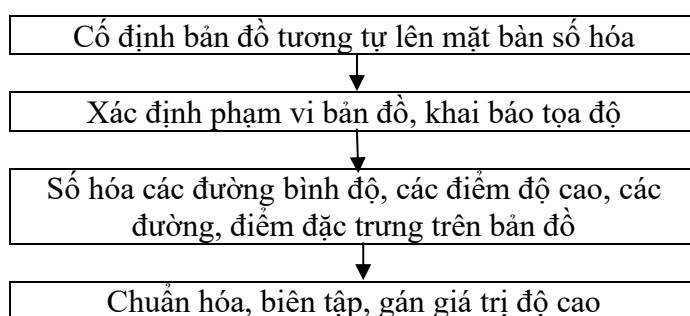
- Số hóa các đường bình độ, các điểm độ cao, các đường, điểm đặc trưng trên bản đồ;
- Gán giá trị độ cao cho các đối tượng đã số hóa;
- Dùng các thuật toán để nội suy, xây dựng DEM
- Hiện thị DEM

Để số hóa bản đồ, chúng ta có thể thực hiện theo một trong hai phương pháp sau:

*** Sử dụng bản số hóa**

Phương pháp này có các bước chính như Hình 6.17.

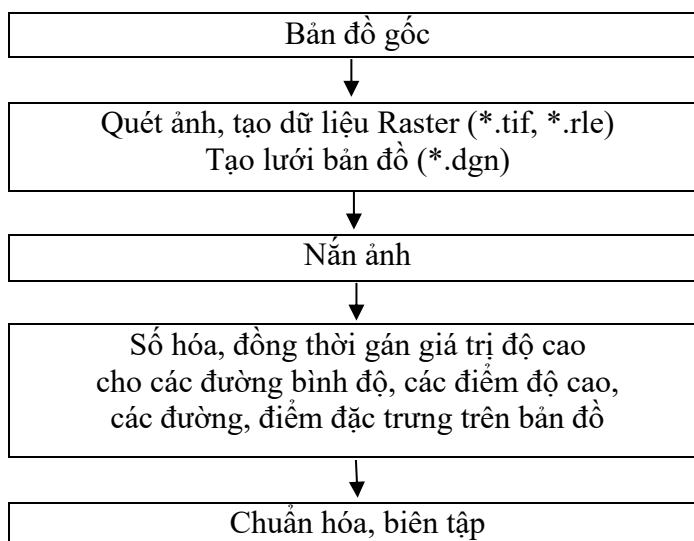
Phương pháp này thường có độ chính xác không cao, dễ mắc lỗi và khó kiểm tra tính đầy đủ của dữ liệu.



Hình 6.17. Các bước số hóa bản đồ sử dụng bàn số hóa

*** Sử dụng các tệp ảnh quét**

Chúng ta sử dụng các tệp ảnh quét của các bản đồ địa hình còn giá trị sử dụng làm dữ liệu đầu vào, số hóa bằng các phần mềm của Intergraph.



Hình 6.18. Các bước số hóa bản đồ sử dụng tệp ảnh quét

Ưu điểm chính của phương pháp này là: có tốc độ làm việc nhanh do có modul bán tự động số hóa các đường bình độ (phần mềm Geovec); có độ chính xác cao do chúng ta có thể can thiệp khống chế được các sai số khi nhấn ảnh sao cho phù hợp với tỷ lệ bản đồ cần số hóa; dễ dàng điều khiển, kiểm tra và chỉnh sửa các sai sót trong quá trình số hóa.

Các phần mềm thường được sử dụng cho phương pháp số hóa như sau:

- Nếu số hóa bằng bàn số hóa, chúng ta có thể sử dụng các phần mềm cho phép cài đặt bản số hóa, ví dụ: AutoCAD, MapInfo, ArcInfo,...

- Nếu số hóa sử dụng các tệp ảnh quét, thông dụng nhất là sử dụng các modul của hãng Intergraph (Microstation, IrasB, IrasC, Geovec, MFSC, ...), MapInfo, Envi, ...

- Để thành lập DEM, chúng ta có thể sử dụng các phần mềm: Surfer, ArcView, MGE, Softdesk, ILWIS, ...

c. Phương pháp đo vẽ ảnh số

Các phương pháp thường sử dụng như: đo vẽ ảnh lập thể trên các máy đo vẽ ảnh toàn năng quang cơ, đo vẽ ảnh giải tích trên các máy đo tọa độ lập thể, đo vẽ giải tích và đo ảnh số trên trạm xử lý ảnh số. Các số liệu đo được chuyển trực tiếp vào máy tính để xử lý và lưu trữ. Ngày nay, cùng với sự phát triển của công nghệ thông tin, công tác xây dựng DEM chủ yếu được thực hiện trên các trạm đo ảnh số. Trên các trạm đo ảnh số, DEM có thể được xây dựng tự động theo chương trình MATCH-T của hãng INPHO Stuttgart.

Khi áp dụng công nghệ đo ảnh để xây dựng DEM, mô hình thường được xây dựng cho khu vực rộng. Chúng ta thường phải phân chia khu vực ra thành từng đơn vị tính toán liên tục khi nội suy, do vậy cần lưu ý đến sự chồng phủ giữa các đơn vị phân chia để đảm bảo mô hình DEM là liên tục trong toàn vùng.

Việc phân chia các đơn vị tính toán dựa trên các đặc trưng địa hình, các đường breakline (tại đường breakline, bề mặt địa hình bị gãy khúc).

d. Phương pháp Laser và Radar độ mở tổng hợp giao thoa

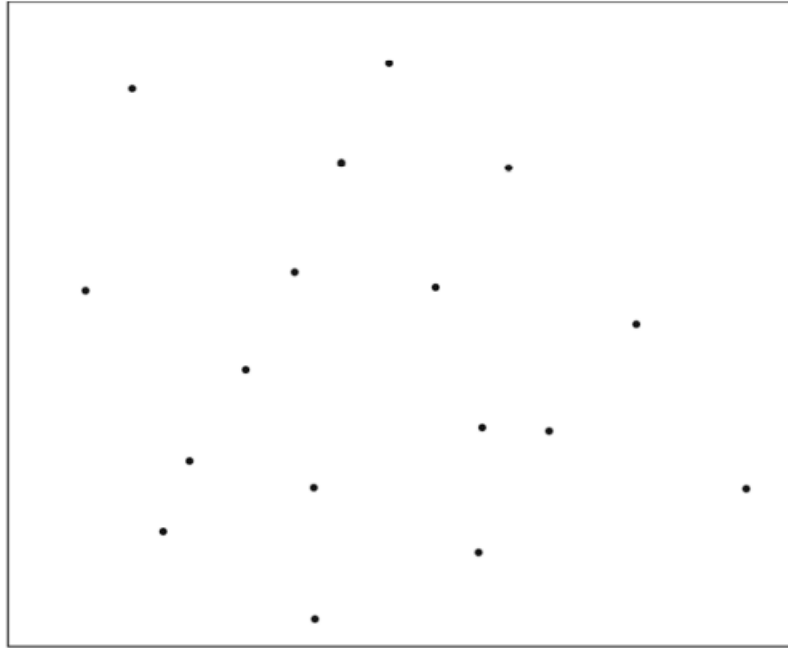
Đây là hai công nghệ mới, thành lập được DEM một cách nhanh chóng và có độ chính xác tin cậy, mức độ tự động hóa cao, mức độ chi tiết của địa hình cao.

Công nghệ Laser (LIDAR - Light Detection And Ranging) là công nghệ được áp dụng trên máy bay. Các thành phần cơ bản của hệ thống LIDAR là bộ quét Laser (sử dụng tia cận hồng ngoại có bước sóng từ 810-1550 nm với tần số lớn: từ 2-100KHz), GPS (hệ thống định vị toàn cầu) và hệ thống dẫn đường quán tính INS/IMU. Áp dụng phương pháp này để xác định vị trí và định hướng. Do sử dụng tia cận hồng ngoại nên không có khả năng xuyên qua được mây mù và bị hấp thụ mạnh trong môi trường nước và hơi nước.

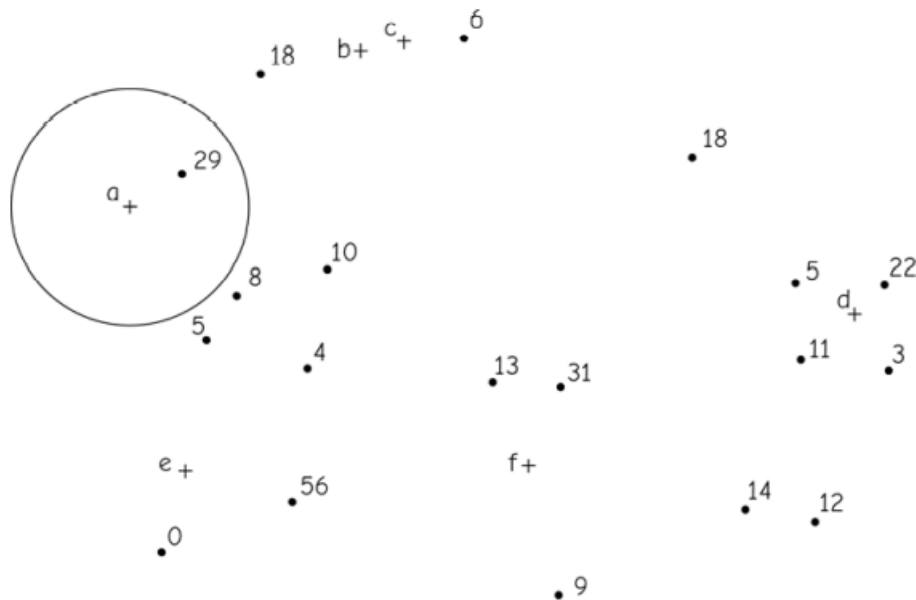
Công nghệ INSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar) là công nghệ có thể áp dụng trên máy bay, tàu vũ trụ hay các vệ tinh. Theo công nghệ này, độ cao của bề mặt được tính toán thông qua sự lệch pha giữa các tín hiệu radar phản xạ từ cùng một vị trí trên mặt đất nhưng được thu tại hai vị trí khác nhau trên máy bay (tàu vũ trụ hoặc vệ tinh) hoặc tại hai thời điểm khác nhau. Trong phương pháp này, người ta thường sử dụng sóng có bước sóng $\lambda \sim 3\text{cm}$ hoặc $\lambda \sim 6\text{cm}$. Các bước sóng này có thể xuyên qua được mây mù.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 6

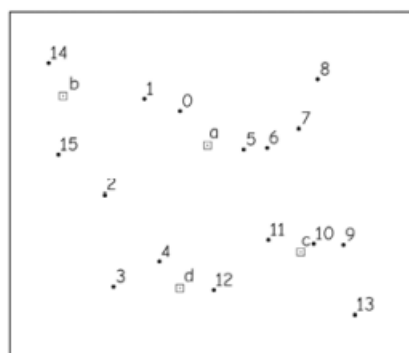
1. Tại sao phải thực hiện phép nội suy không gian ?
2. Vẽ đa giác Thiessen (nội suy lân cận gần nhất) cho tập hợp điểm dưới đây



3. Tính toán các giá trị ô được chỉ ra tại các dấu thập bên dưới, sử dụng kích thước lấy mẫu bán kính cố định với hình tròn được hiển thị.



Tính giá trị z cho các điểm chưa biết được liệt kê bên dưới, sử dụng phép nghịch đảo trọng số khoảng cách. Sử dụng ba điểm đã biết gần nhất (sử dụng $i = 3$, $n = 1$). Các điểm đã biết được hiển thị trên bản đồ dưới dạng các vòng tròn được tô đầy và tọa độ tương ứng và z các giá trị trong bảng ở bên phải.



Unknown points:

ID	X	Y	Z
a	155,859.6	4,477,159.0	
b	147,580.6	4,478,884.2	
c	162,535.7	4,469,960.2	
d	151,714.9	4,463,755.2	

ID	X	Y	Z
0	153,951.9	4,478,714.6	2040.6
1	151,280.9	4,479,647.3	1863.0
2	148,228.5	4,472,143.4	1992.1
3	148,906.8	4,464,978.6	2540.1
4	152,383.2	4,466,928.8	2106.3
5	158,827.3	4,475,746.9	2283.2
6	160,607.9	4,475,874.2	1933.5
7	163,024.4	4,477,357.9	1836.4
8	164,465.8	4,481,173.5	1838.3
9	166,416.0	4,468,285.4	2523.9
10	164,169.1	4,468,370.4	2138.8
11	160,692.7	4,468,709.3	1854.2
12	156,537.9	4,464,724.2	1866.9
13	167,306.3	4,462,816.5	2453.8
14	143,946.6	4,482,445.4	1837.9
15	144,709.7	4,475,323.0	1912.8

THỰC HÀNH

Sử dụng phần mềm ArcGIS

1. Sinh viên dựa theo dữ liệu giáo viên cung cấp (hoặc sinh viên tự tìm dữ liệu) để làm một số bài toán về nội suy với một số phương pháp đã đề cập trong chương.
2. Thành lập DEM từ dữ liệu dạng điểm, đường có độ cao bằng phương pháp tạo TIN và chuyển từ TIN to Raster.

TÀI LIỆU THAM KHẢO CHƯƠNG 6

Bolstad, Paul., (2016). GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems, 5th Edition, ISBN 978-1-50669-587-7, Eider Press, 2303 4th St. White Bear Lake, MN 55110

Mitchell, A., (1999). The ESRI guide to GIS analysis: geographic patterns & relationships (Vol. 1). ESRI, Inc

Đặng Văn Đức, (2001). Hệ thống thông tin địa lý. NXB Khoa học Kỹ Thuật. Hà Nội.

Chương 7 CÁC ỨNG DỤNG CHÍNH CỦA HỆ THỐNG TIN ĐỊA LÝ

Tóm tắt chương: Các nội dung được đề cập đến trong chương bao gồm nghiên cứu quản lý tài nguyên thiên nhiên và môi trường, nghiên cứu ứng dụng trong kinh tế và xã hội, nghiên cứu trong lĩnh vực y tế và phân tích thống kê, và phân tích các bài toán ứng dụng của công nghệ GIS. Từ đây, người đọc sẽ có cái nhìn tổng quát về các ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực đa dạng của GIS. Người đọc sẽ thực nghiệm dựa trên những nền tảng ứng dụng cũ, hoặc phát triển các ứng dụng mới để có thể khai thác mọi tiềm năng của GIS.

Mục đích: Chương này được xây dựng với mục đích giới thiệu về các ứng dụng chính của hệ thống tin địa lý trong nhiều lĩnh vực như đời sống, kinh tế, xã hội, an ninh quốc phòng.

Mở đầu chương:

Nhờ đặc trưng về khả năng phân tích, xử lý đa dạng, khả năng quản lý và lưu trữ dữ liệu không gian và thuộc tính của các đối tượng trên trái đất, GIS có rất nhiều ứng dụng trong phát triển kinh tế, xã hội, an ninh, quốc phòng như quy hoạch đô thị, quản lý nhân lực, nông nghiệp, điều hành hệ thống công ích, nhân khẩu, bản đồ, giám sát vùng biển, cứu hoả, quản lý trường học, quản lý lây lan bệnh dịch, ... (Bolstad, 2016). Trong phần lớn các lĩnh vực này, GIS đóng vai trò như là một công cụ hỗ trợ quyết định (decision - making support tool) cho việc lập kế hoạch hoạt động.

Một tổ chức dù có nhiệm vụ là lập kế hoạch và bảo dưỡng mạng lưới vận chuyển, hay cung cấp các dịch vụ về nhân lực, hỗ trợ cho các chương trình an toàn công cộng, hỗ trợ trong các trường hợp khẩn cấp, hoặc bảo vệ môi trường, thì công nghệ GIS luôn đóng vai trò cốt yếu. GIS 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.

Một dự án GIS thường được bắt đầu bằng công tác kiểm kê các đối tượng nghiên cứu tại khu vực đã lựa chọn như các loại rừng, sử dụng đất, thủy văn, ... Các đối tượng này được biểu diễn dưới dạng các lớp thông tin địa lý trong môi trường GIS. Trong giai đoạn này, các ứng dụng chủ yếu tập trung vào việc cập nhật và đơn giản hoá các quy trình thu thập dữ liệu.

Sau khi đã hoàn thành giai đoạn kiểm kê, các kỹ thuật phân tích không gian và phân tích thống kê của công nghệ GIS sẽ cho phép thực hiện một loạt tra vấn phức tạp đối với các lớp thông tin chứa dữ liệu chuyên đề. Các kỹ thuật phân tích không gian và xây dựng mô hình ở mức độ cao hơn sẽ hỗ trợ cho các quyết định của các nhà quản lý, lãnh đạo các ban ngành và các cấp chính quyền. Trong giai đoạn này của dự án GIS, trọng tâm của các ứng dụng đã chuyển từ công tác thu thập dữ liệu sang các thao tác xử lý, phân tích và mô hình hoá để giải quyết các vấn đề của thế giới thực.

Sau đây là những ứng dụng chính của GIS trong các lĩnh vực đa dạng của cuộc sống (Bolstad, 2016; Nguyễn Ngọc Thạch và nnk, 2018)

7.1. NGHIÊN CỨU QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

Hiện nay, GIS có rất nhiều ứng dụng phổ biến trong lĩnh vực quản lý tài nguyên và môi trường.

- Quản trị rừng (theo dõi sự thay đổi, phân loại, vị trí và thuộc tính của cây rừng, ...).

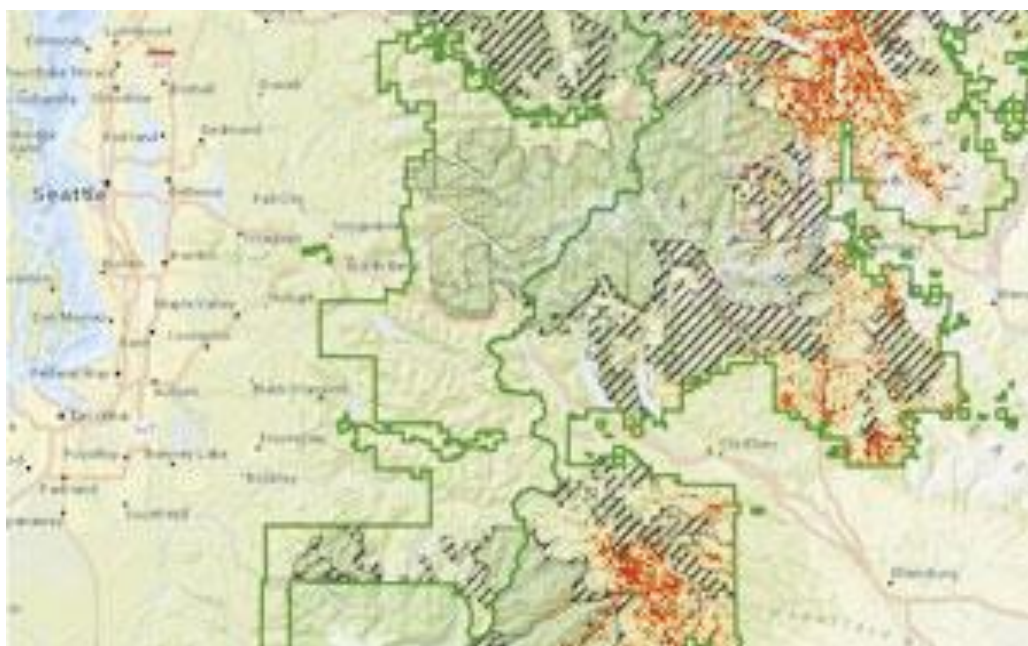
Ứng dụng viễn thám trong quản lý rừng là giải pháp tối ưu nhất trong việc quản lý tài nguyên rừng. Hiện nay, Nhà nước đã và đang áp dụng ngành khoa học công nghệ GIS và ảnh viễn thám để theo dõi giám sát rừng (Hình 7.1).



Hình 0.1. Ứng dụng viễn thám và GIS trong quản lý rừng
(<https://vegastar.com.vn/>)

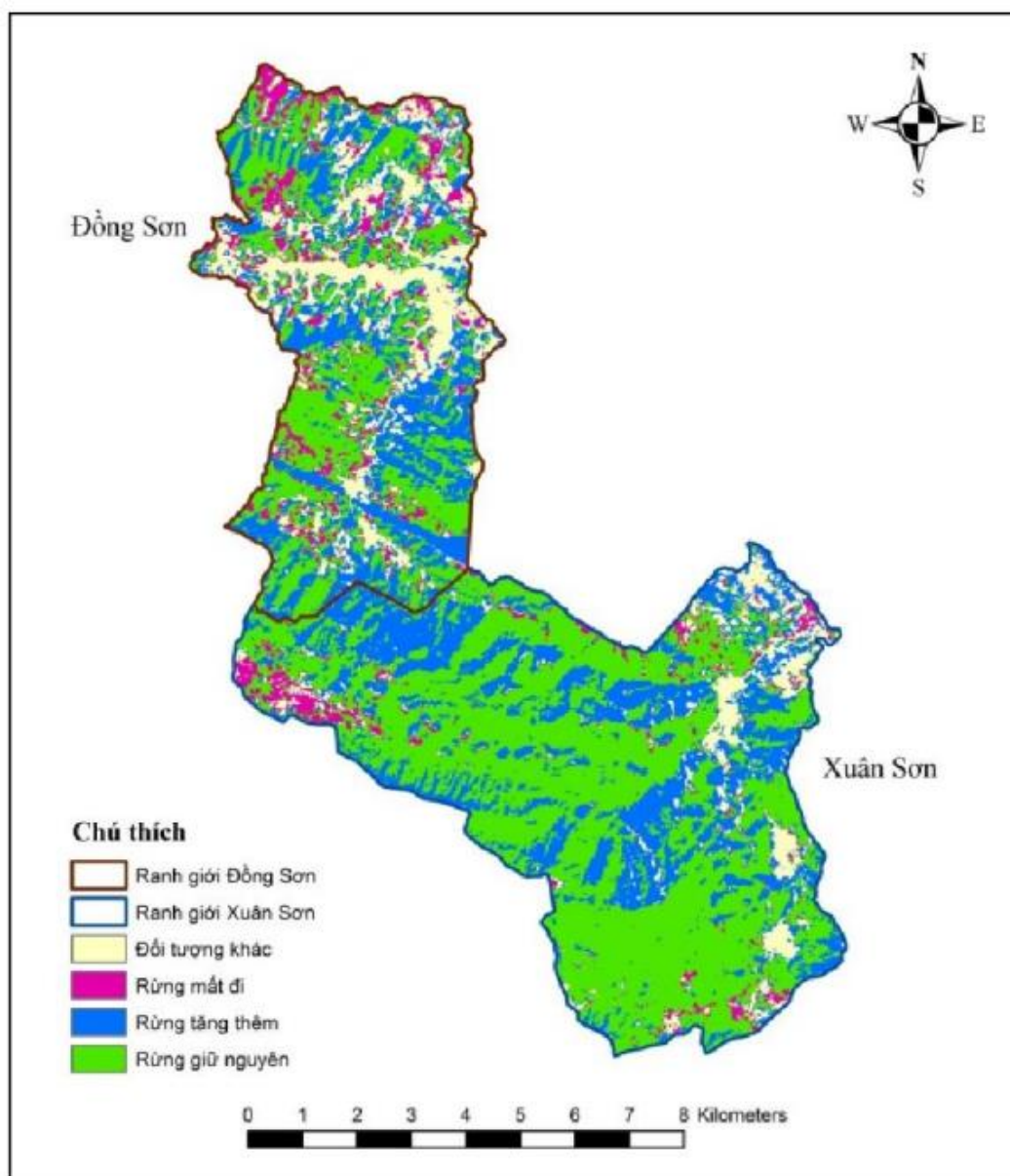
+ Lập kế hoạch quản lý rừng liên quan đến việc dự đoán về tương lai của rừng trong tương lai như thế nào so với các hoạt động quản lý thay thế. Khả năng này là rất quan trọng đối với gần như tất cả các khía cạnh của công tác quản lý và dự báo, đặc biệt là vấn đề nguồn cung cấp dài hạn gỗ và động vật hoang dã. GIS lưu trữ cả cấu trúc không gian (địa lý) và số liệu dạng số của rừng trong cơ sở dữ liệu và liên kết cơ sở dữ liệu không gian với các mô hình lập kế hoạch. Nó cho phép người quản lý kết hợp hiệu quả cả hai thông số quan trọng không gian và thời gian vào quy trình lập kế hoạch quản lý, từ đó người quản lý có thể lập bản đồ rừng dự kiến trong các giai đoạn 5 năm, 10 năm, hoặc 100 năm tiếp theo.

Để hỗ trợ, USFS tạo các bản đồ cho thấy nơi các loài vật nguy cấp và là nơi chất chống cháy có thể loang ra môi trường sống của nó (Hình 7.2).



Hình 0.2. USFS tạo bản đồ hiển thị nguy cơ sâu bệnh ở vùng Tây Bắc nước Mỹ
(<https://gis21.thuathienhue.gov.vn/>)

+ Bản đồ trồng rừng được sử dụng phổ biến nhất cho mục đích xác định địa điểm và có thể chứa các thông tin hữu ích bổ sung như đường, sông, ranh giới, các loài cây trồng và khoanh vùng. Các tính năng khác như các đặc trưng địa hình (đường bình độ), cơ sở hạ tầng, điểm cung cấp nước, khoảng phân cách chống cháy lan tỏa, khu vực lân cận và khu bảo tồn cũng có thể được đưa vào bản đồ.

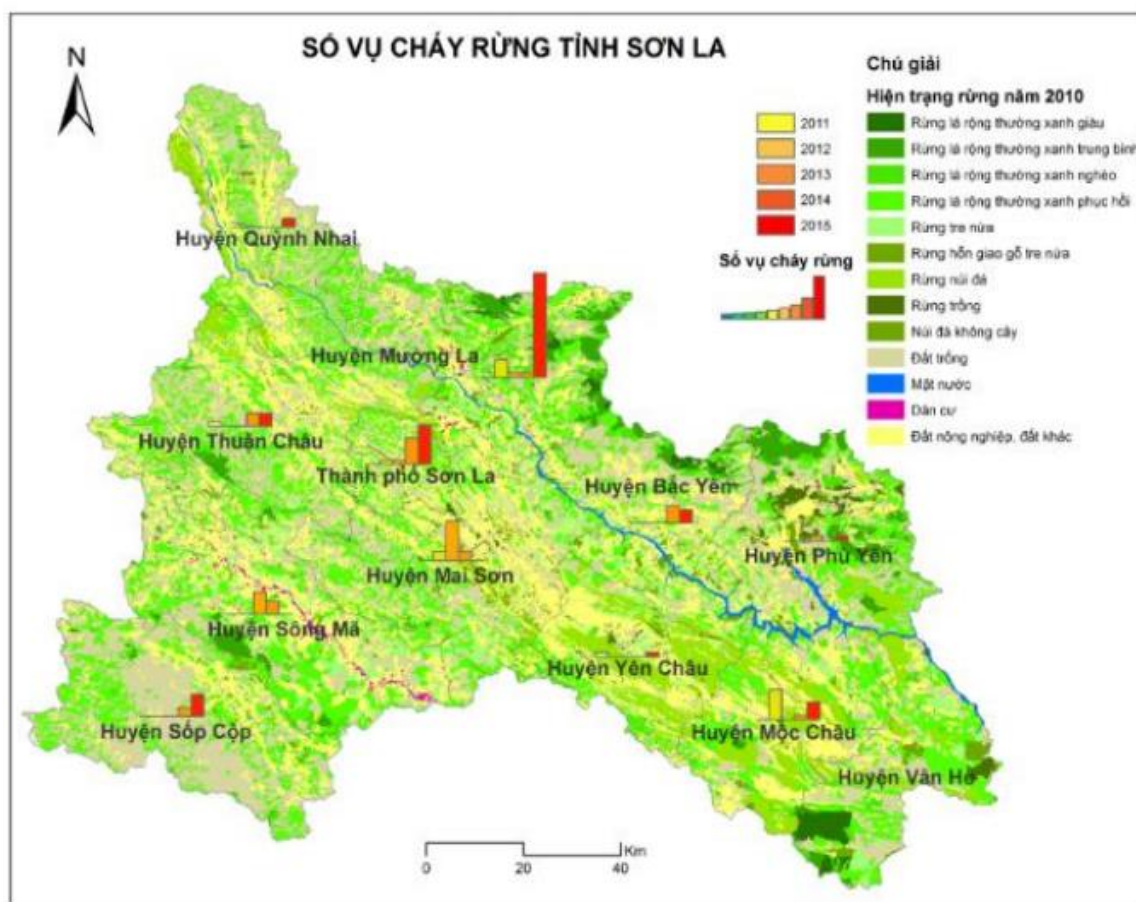


Hình 0.3. Bản đồ biến động diện rừng xã Đồng Sơn và Xuân Sơn giai đoạn 2008 - 2015
(Nguyễn Hải Hòa và nnk, 2017)

Dựa trên kết quả diện tích đất lâm nghiệp, nghiên cứu đã xây dựng bản đồ biến động diện tích lâm nghiệp giai đoạn 2001-2008 và 2008-2015, kết quả cho thấy diện tích đất lâm nghiệp có rừng tăng lên đáng kể, đặc biệt sau khi vườn quốc gia Xuân Sơn được thành lập (Hình 7.3).

+ Xác định mức độ ảnh hưởng của hỏa hoạn đối với tài nguyên rừng cũng là một nhiệm vụ quan trọng trong công tác quản lý rừng. Các hoạt động quản lý bao gồm phòng cháy chữa cháy, kiểm soát động vật hoang dã, đốt theo chỉ định, và các hoạt động khắc phục hậu quả cháy. Khả năng mô hình hóa trong GIS hoàn toàn đáp ứng các nhiệm vụ này. Các nhà quản lý cháy rừng đã sử dụng GIS để lập bản đồ nhiên liệu, lập bản đồ điều kiện thời tiết và đánh giá nguy cơ cháy. Cháy rừng có ảnh hưởng quan trọng đến thảm thực vật, động vật, thực vật, đất, dòng

cháy, chất lượng không khí, vi khí hậu, và thậm chí cả khí hậu. Việc mất gỗ là hiển nhiên và do đó là thiệt hại cho tính mạng và tài sản. Việc mất giá trị giải trí của rừng và phá hủy môi trường sống của động vật hoang dã cũng là hậu quả của cháy rừng.

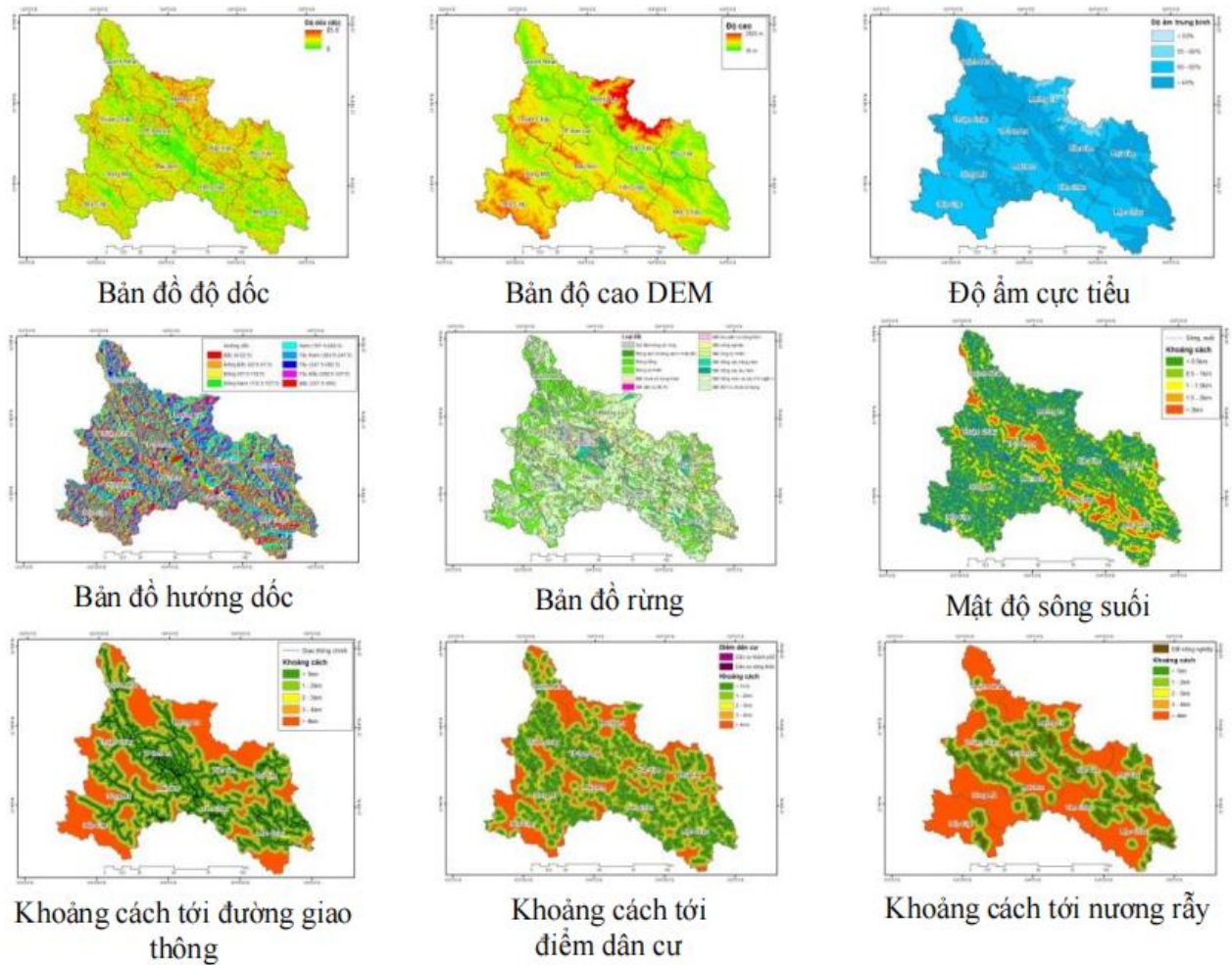


Hình 0.4. Bản đồ tổng hợp các vụ cháy rừng trên địa bàn tỉnh Sơn La (2011 – 2015)

(Nguyễn Ngọc Thạch và nnk, 2017)

Theo thống kê, từ năm 2001 đến năm 2015, toàn tỉnh Sơn La đã xảy ra 327 vụ cháy, diện tích cháy 1005,9 ha (mức độ thiệt hại khoảng 20%). Các điểm cháy rừng tập trung nhiều nhất tại huyện Mường La, Sốp Cộp và vùng ven thành phố Sơn La (Hình 7.4).

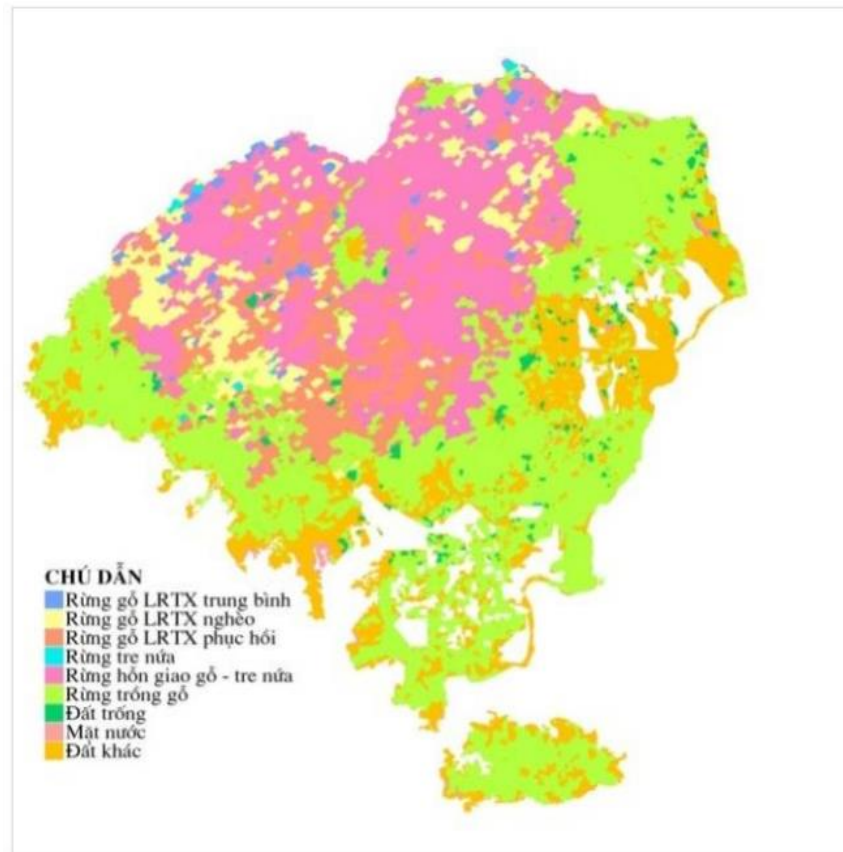
+ Chìa khóa để quản lý các hoạt động đốt đã được phê duyệt là khả năng dự đoán hành vi cháy sau khi đánh lửa. Các mô hình hành vi cháy đã được phát triển từ các mô hình nhiên liệu để dự đoán cường độ lửa dựa trên các yếu tố như độ dốc, độ cao, độ phơi sáng, tốc độ gió, độ ẩm tương đối, độ che phủ mây, nhiệt độ và độ ẩm nhiên liệu tươi và khô. Những mô hình này không có tính không gian, tuy nhiên thường được sử dụng để dự đoán hành vi cháy cho một khu vực khá lớn. Để tăng tính chính xác của các mô hình hành vi cháy với sự biến đổi không gian người ta kết hợp sử dụng công nghệ GIS. Với các lớp đầu vào được lưu trữ trong GIS, các khả năng mô hình toán học của nó, cùng với các bảng tra cứu được lựa chọn, sau đó được sử dụng để thực hiện một số mô hình nhiên liệu và cường độ lửa. Việc kết hợp GIS trong các mô hình hành vi cháy rất hữu ích trong việc xác định các khu vực kiểm soát tiềm năng, lập kế hoạch mô hình đánh lửa, và xác định các khu vực nhạy cảm sẽ bị ảnh hưởng xấu bởi cường độ cháy cao.



Hình 0.5. Các lớp thông tin cho thành lập bản đồ nguy cơ cháy rừng tỉnh Sơn La
(Nguyễn Ngọc Thạch và nnk, 2017)

Sau khi xử lý bằng GIS thu được 9 lớp dữ liệu mới, mỗi lớp dữ liệu có các giá trị từ 1 đến 5 thể hiện mức độ ảnh hưởng tới việc phát sinh tai biến cháy rừng tăng dần (Hình 7.5).

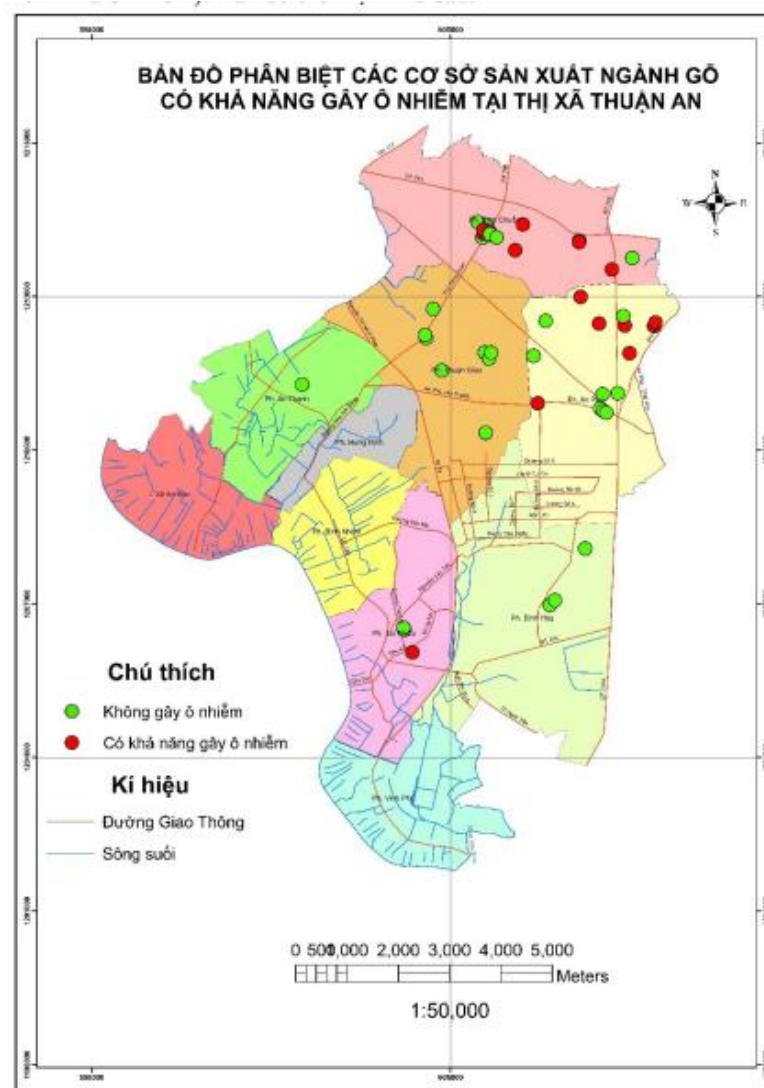
+ Thực hành quản lý rừng tốt đòi hỏi lập kế hoạch chi tiết về hoạt động thu hoạch. Các hoạt động lập kế hoạch thu hoạch bao gồm việc xác định các hướng dẫn khai thác, các tuyến khai thác, kho và các vùng nhạy cảm như vùng đất ngập nước. Bản đồ tạo thành một công cụ lập kế hoạch cơ bản cho các hoạt động này. Các chức năng lập kế hoạch thu hoạch chiến thuật khác sử dụng bản đồ để xác định chặt chẽ kế hoạch trong một số năm, và củng cố các khu vực chặt và khai thác bằng cách cho phép sử dụng hiệu quả thiết bị thu hoạch và các nguồn lực khác.



**Hình 0.6. Bản đồ kết quả giải đoán hiện trạng rừng và đất lâm nghiệp từ ảnh GE
(Trần Quang Bảo và nnk, 2017)**

Kết quả giải đoán ảnh GE đã phân loại rừng và đất lâm nghiệp của khu vực nghiên cứu thành loại trạng thái như sau (Hình 7.6): rừng gỗ LRTX trung bình 318,7 ha (chiếm 1%); rừng gỗ LRTX nghèo 611,6 ha (chiếm 2%); rừng gỗ LRTX phục hồi 3.202,2 ha (chiếm 13%); rừng tre nửa 30,8 ha; rừng hỗn giao gỗ - tre nửa 6.835,4 ha (chiếm 28%); rừng trồng gỗ 8.537,6 ha (chiếm 35%); đất trồng 1.538,2 ha (chiếm 6%); mặt nước 93,3 ha; đất khác 3.648,0 ha (chiếm 15%).

+ GIS có thể xây dựng trên các hoạt động này bằng cách kết hợp các mô hình để hướng dẫn, ví dụ, khai thác gỗ, lâm sinh và các hoạt động quản lý hỏa hoạn, hoặc dự đoán gỗ nhiên liệu và các nguồn cung cấp tài nguyên khác. Các ưu tiên khác, chẳng hạn như cung cấp môi trường sống của động vật hoang dã, đảm bảo cơ hội giải trí và giảm thiểu tác động trực quan của thu hoạch, cũng đang là trọng tâm phát triển. Một số ứng dụng xử lý các vấn đề quản lý đơn lẻ, chẳng hạn như sản xuất gỗ, có thể được tích hợp thông qua việc sử dụng GIS, chẳng hạn như sản xuất gỗ kết hợp với bảo vệ môi trường sống (Hình 7.7)



Hình 0.7. Bản đồ phân biệt các cơ sở sản xuất ngành gỗ có khả năng gây ô nhiễm tại thị xã Thuận An (Bùi Hoàng Kiệt và nnk, 2018)

+ GIS là một công cụ tốt cho quản lý rừng bởi vì nó trả lời câu hỏi sau đây giúp trong các hoạt động quản lý rừng:

. Địa điểm: Vị trí của tài nguyên rừng trên trái đất theo nhiều cách như tên địa điểm, mã bưu điện hoặc tham chiếu địa lý như vĩ độ và kinh độ.

. Điều kiện: Đất không có rừng có khoảng cách kích thước nhất định từ đường hoặc sông.

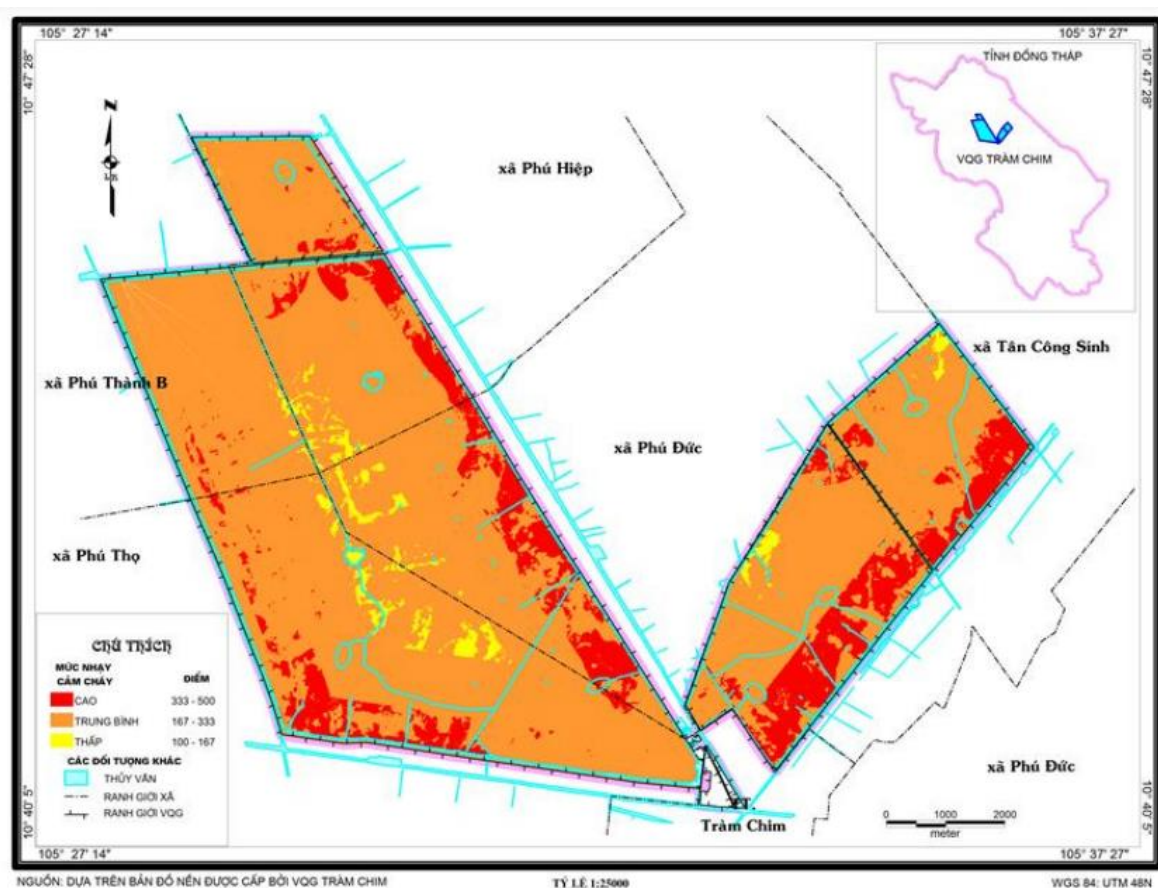
. Xu hướng: Nó giúp để tìm hiểu những gì đã thay đổi trong rừng nghiên cứu hoặc sử dụng đất một khu vực theo thời gian.

. Các mẫu: Xác định sạt lở đất rừng

. Mô hình hóa: Xác định điều gì xảy ra, nếu một mạng lưới đường được thêm vào trong một khu rừng.

+ Công tác phòng chống cháy và bảo vệ rừng:

. CSDL cảnh báo cháy rừng: CSDL cảnh báo cháy rừng có sử dụng công nghệ GIS để khoanh vùng và biểu diễn các khu vực rừng có các cấp cảnh báo khác nhau và được cập nhật hàng ngày các thông số khí tượng: Nhiệt độ, độ ẩm không khí và lượng mưa từ hơn 100 trạm khí tượng trong toàn quốc. Có thể nói rằng đây là CSDL được cập nhật hàng ngày.



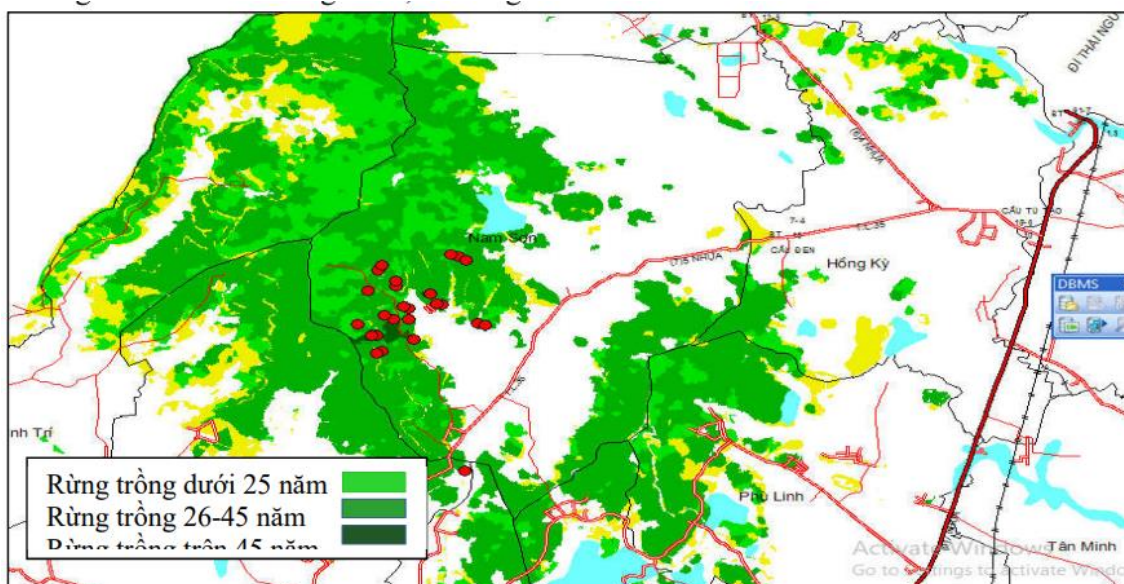
Hình 0.8. Bản đồ nhảy cảm cháy tại VQG Tràm Chim mùa mưa năm 2013
(Vũ Thành Minh và nnk, 2015)

Nghiên cứu áp dụng GIS và viễn thám để chọn ra các nhóm đối tượng nổi bật nhất trong bộ dữ liệu. Hai bản đồ nhảy cảm cháy ứng với mùa khô năm 2013 và mùa mưa 2014 được thành lập ở tỷ lệ 1: 25000 và được trình bày ở hình 7.8.

- CSDL theo dõi diễn biến rừng và đất lâm nghiệp: Việc theo dõi diễn biến rừng và đất lâm nghiệp cần được ứng dụng công nghệ thông tin cụ thể như phần mềm cơ sở dữ liệu (MySQL, PostgreSQL, ...), phần mềm xử lý dữ liệu không gian (MapInfo, Microstation, ArcGIS, QGIS), phần mềm xử lý ảnh viễn thám (PCI, ERDAS, ENVI). Các phần mềm này được quản lý, sử dụng thống nhất trong toàn quốc, bảo đảm tính tích hợp dữ liệu từ địa phương tới trung ương.

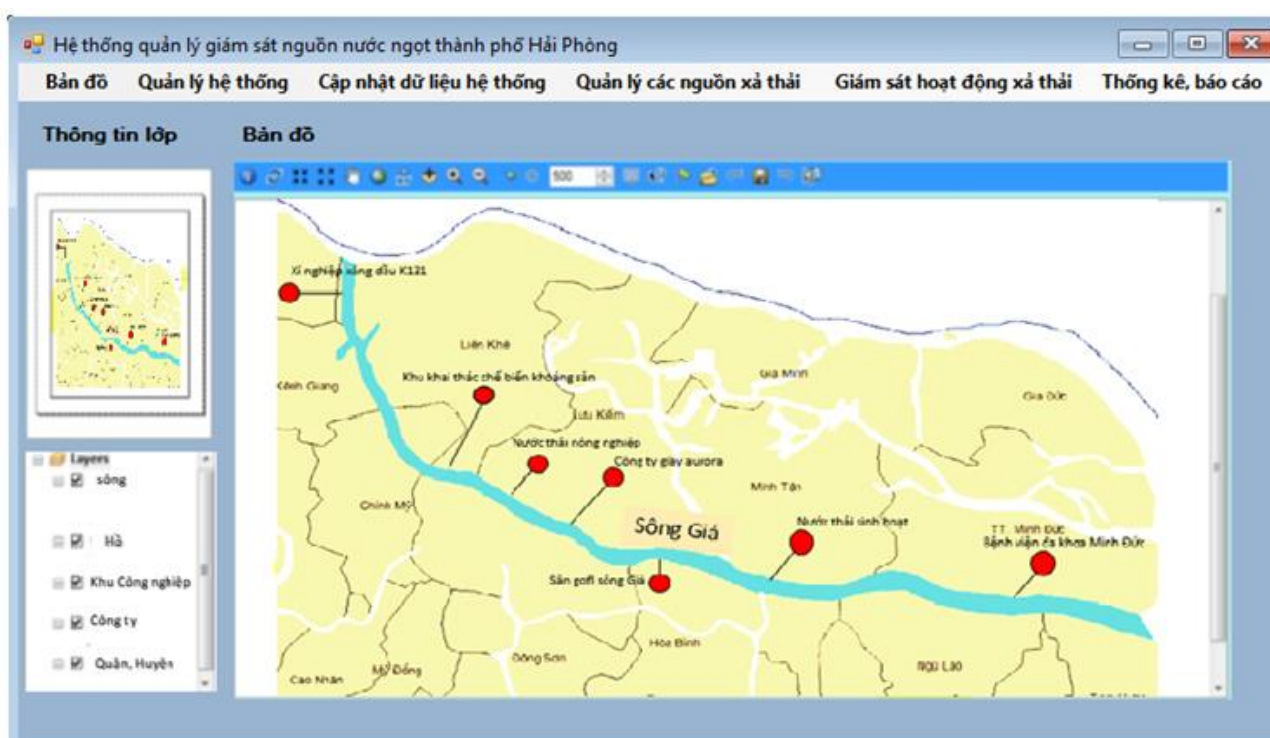
+ Rừng điều tra, hệ thống rừng, quản lý lưu vực sông phát triển hệ thống cơ sở hạ tầng trong điều kiện có rừng.

Để xác định tuổi rừng trồng thông ở Sóc Sơn, nhóm tác giả đã sử dụng bản đồ kiểm kê rừng của Hà Nội để thống kê diện tích rừng trồng thông trong khu vực (Hình 7.9).



Hình 0.9. Thực trạng tuổi rừng trồng ở Sóc Sơn
(Trần Kim Khánh và nnk, 2022)

- Quản lý tài nguyên nước.



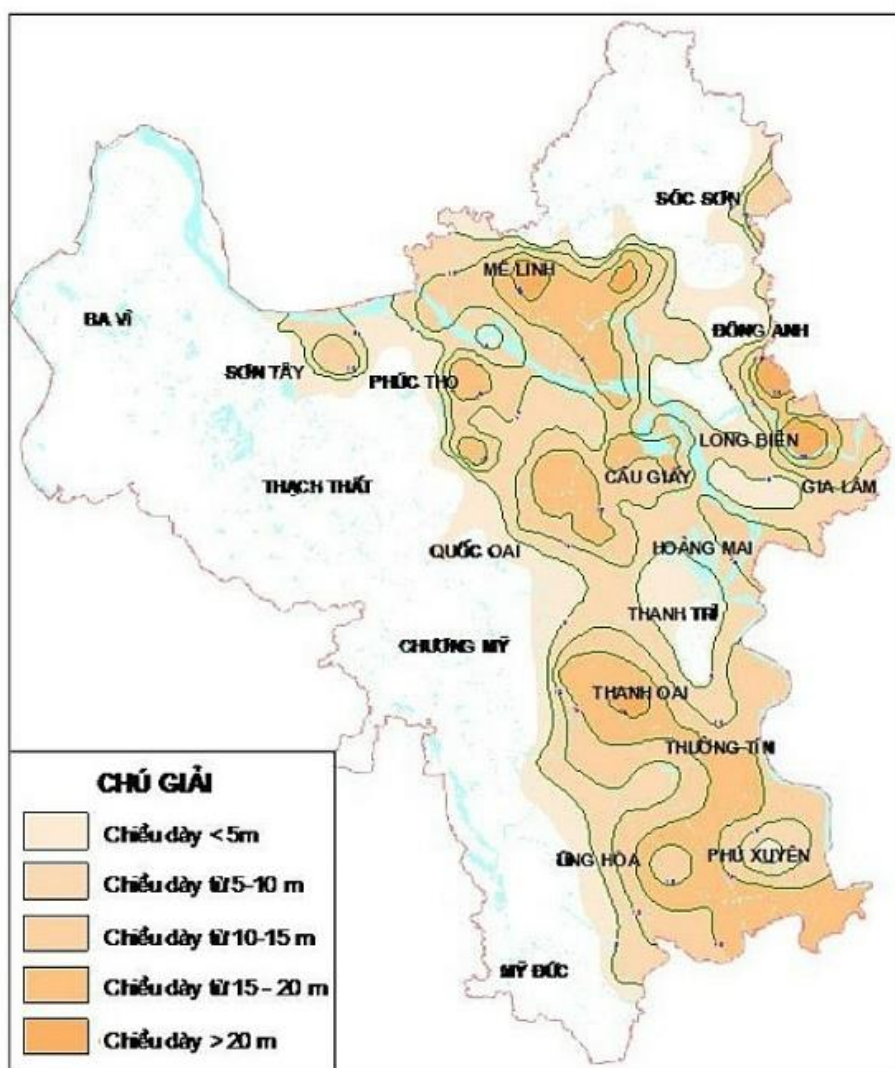
Hình 0.10. Bản đồ thể hiện vị trí nguồn xả thải ra sông Giá
(<https://tainguyenvamoiuong.vn/>)

Kết quả thử nghiệm trên bản đồ cho thấy (Hình 7.10), có rất nhiều nguồn xả thải ra sông Giá với các hình thức và loại xả thải khác nhau, tuy nhiên trong thực tế các nguồn xả thải được sở tài nguyên và môi trường cấp phép hoạt động xả thải chỉ có 4 đơn vị được cấp phép.

+ Quản lý chất lượng nước

+ Kiểm soát mực nước ngầm: Duy trì mực nước ngầm thích hợp trong các vùng khai khoáng là một vấn đề lớn. Ví dụ, hệ thông tin địa lý (GIS) được sử dụng để kiểm soát mực nước ngầm cho các vùng khai thác than, tạo các bản đồ mực nước ngầm, kết hợp với các dữ

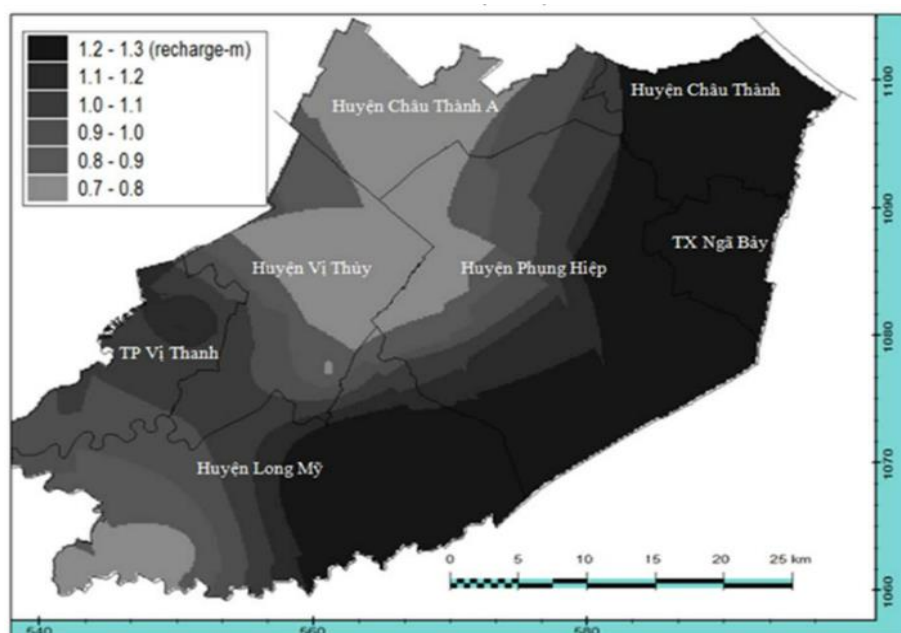
liệu khác như thổ nhưỡng, địa hình, quy mô khai thác mỏ, công nghệ kỹ thuật được sử dụng, cung cấp công cụ đặc lực cho các nhà phân tích.



Hình 0.11. Bản đồ bề dày chứa nước ngầm
(<https://congnghiepmoitruong.vn/>)

Tầng chứa nước qp2 bao gồm các trầm tích sông hệ tầng Vĩnh Phúc (aQ13vp). Tầng có vị trí nằm dưới tầng chứa nước qh và nằm trên tầng chứa nước qp1. Đây là tầng chứa nước có quan hệ chặt chẽ với tầng chứa nước qp1. Diện phân bố của tầng rất rộng rãi và hầu khắp vùng phân bố trầm tích đệ tứ (Hình 7.11). Vì vậy, phải có kế hoạch khai thác hợp lý và bảo vệ tầng chứa nước này.

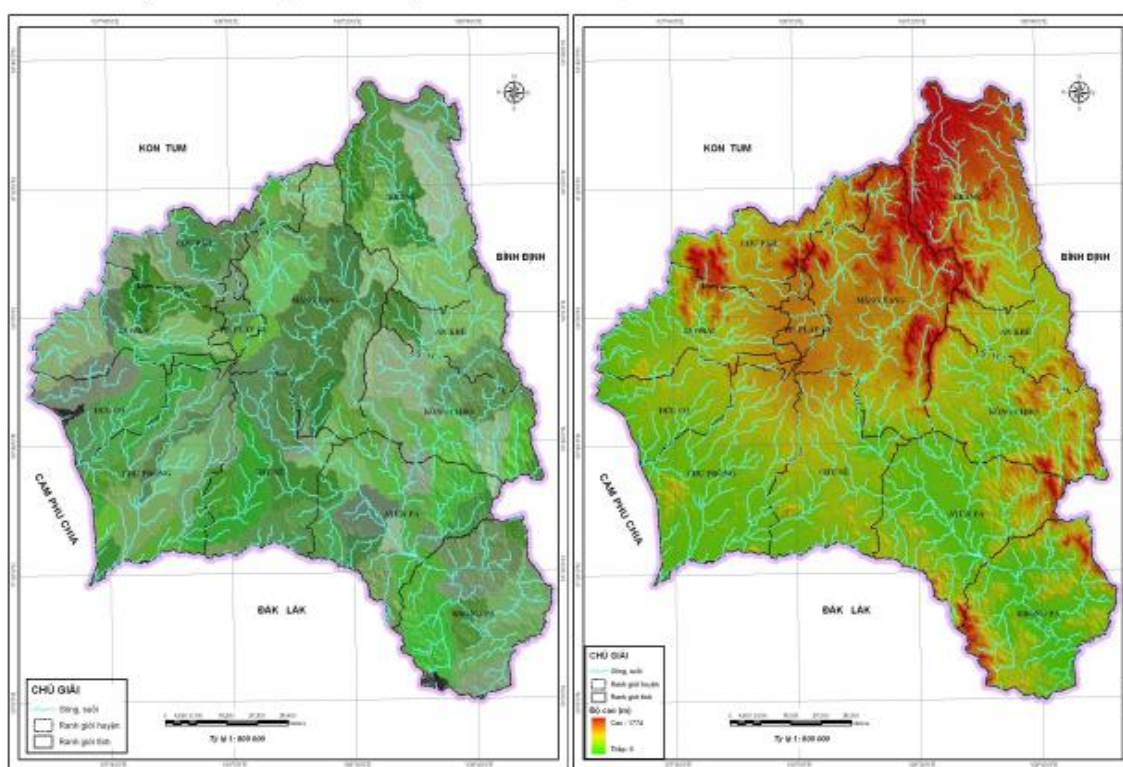
+ Kiểm soát sự phục hồi mực nước ngầm: Đánh giá sự phục hồi mực nước ngầm là rất khó khăn, nhưng với công nghệ hệ thống tin địa lý (GIS) công việc này trở nên thật dễ dàng. Hệ thống tin địa lý (GIS) được xây dựng các lớp bản đồ cho mỗi lần tính toán về sự phục hồi của mực nước ngầm. Những lớp này sau đó được kết hợp lại để tạo nên một bản đồ cuối cùng biểu diễn sự phục hồi của mỗi vùng. Hệ thống tin địa lý (GIS) giúp cho các nhà nghiên cứu dễ dàng tính toán và mô phỏng đồng thời tốc độ phục hồi mực nước ngầm của các vùng khác nhau.



Hình 0.12. Tiềm năng bổ cập các vùng dưới kịch bản lượng mưa năm 2050 của tỉnh Hậu Giang (Dương Quỳnh Thanh và nnk, 2018)

Bằng phương pháp phân tích số liệu mô phỏng lượng mưa trong tương lai từ mô hình khí hậu toàn cầu, phương pháp phương trình tương quan và phương pháp Kriging đã được áp dụng để xây dựng các bản đồ bổ cập tiềm năng nguồn NĐĐ trong tương lai tại các năm 2020 và 2050 (Hình 7.12).

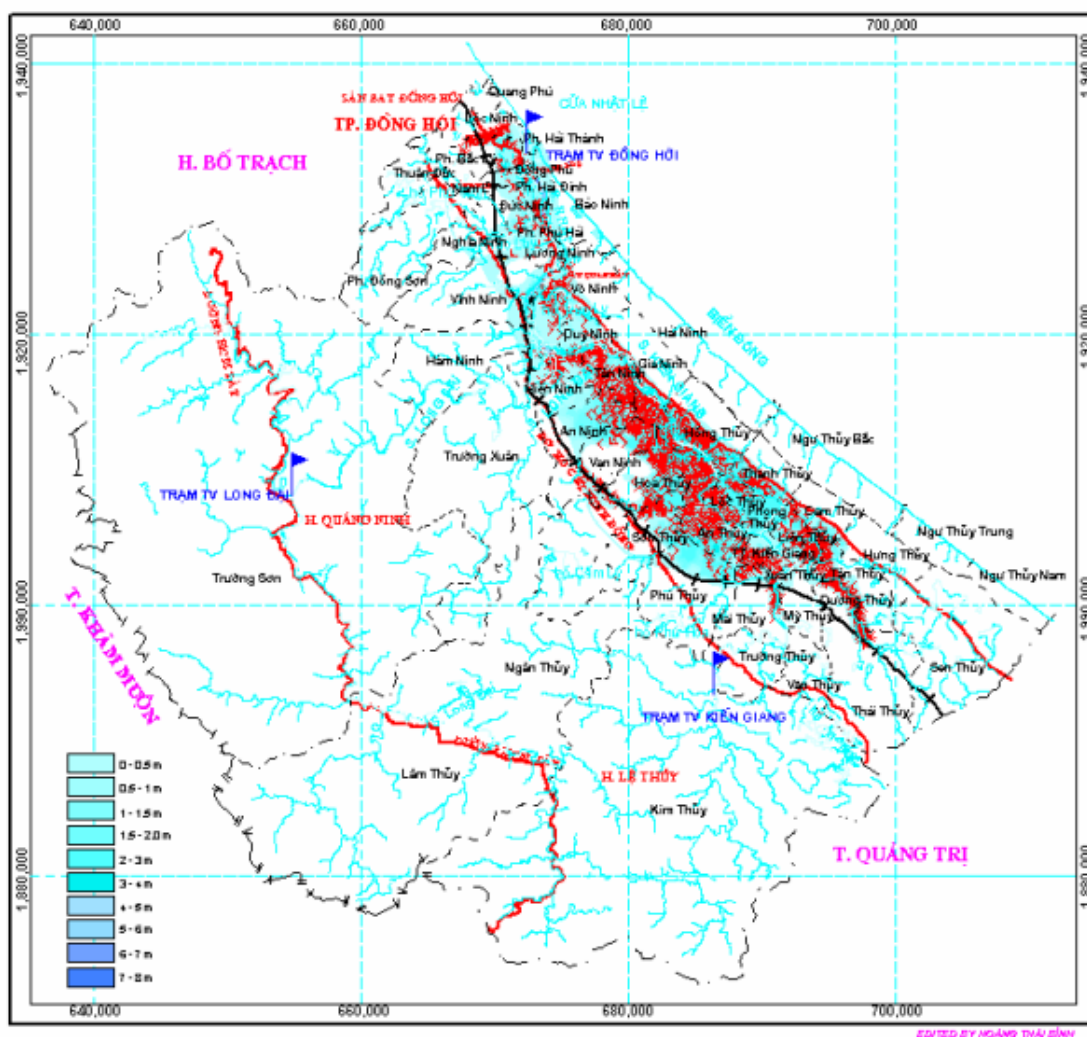
+ Phân tích hệ thống sông ngòi: Với công nghệ hệ thông tin địa lý (GIS), ta có thể xây dựng, mô phỏng mạng lưới sông ngòi của khu vực cùng các thông số đặc trưng cho mỗi dòng chảy và phân tích những ảnh hưởng mà chúng có thể chịu tác động.



(a) Bản đồ mô hình số độ cao (b) Bản đồ phân chia lưu vực
Hình 0.13. Bản đồ lưu vực sông ở tỉnh Gia Lai (Nguyễn Thám và nnk, 2011)

Trên cơ sở bản đồ đường đồng mức địa hình và bản đồ mạng lưới thủy văn, các đặc trưng về hình dạng và địa lý tự nhiên của lưu vực đã được xác định, với sự hỗ trợ của công nghệ GIS, để xây dựng bản đồ phân chia lưu vực phục vụ cho việc cảnh báo lũ quét ở một lãnh thổ nhất định (Hình 7.13).

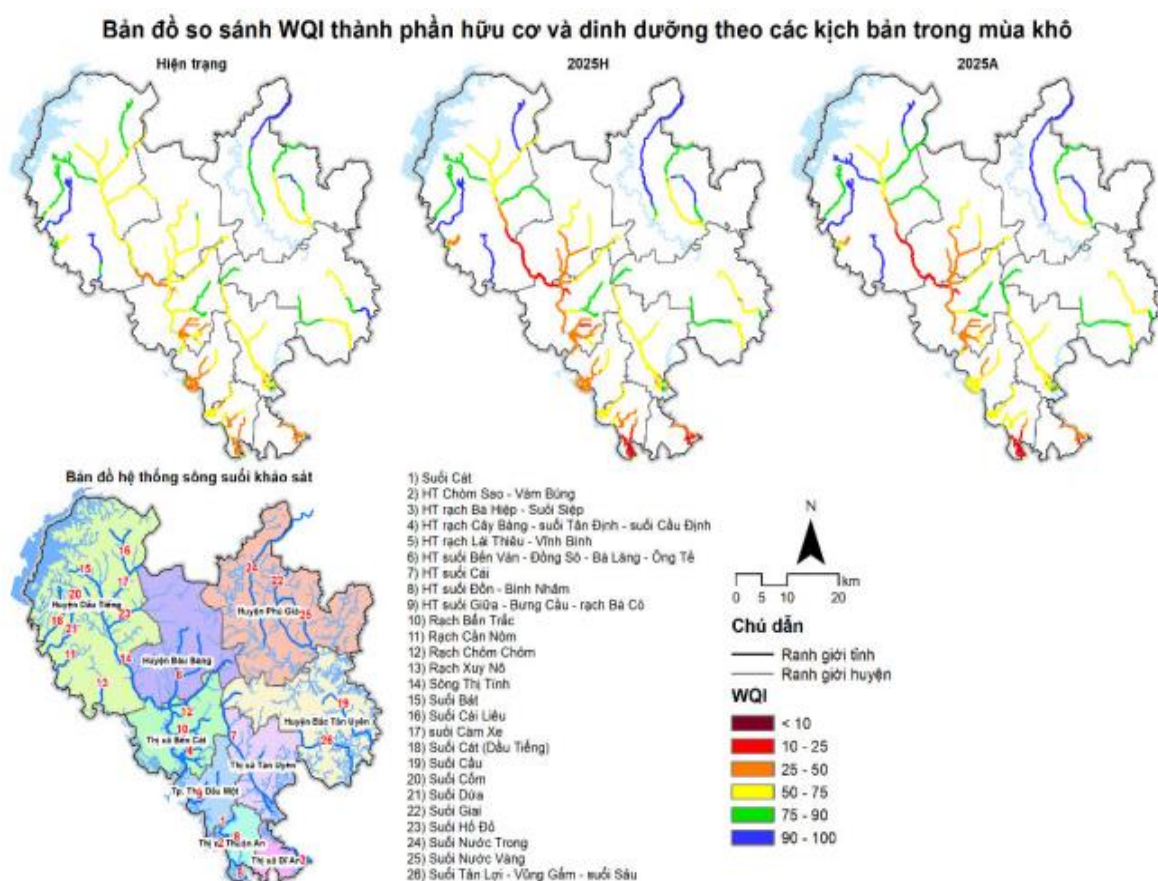
+ Quản lý lưu vực sông: Quản lý lưu vực sông đòi hỏi lưu lượng nước đầy đủ, duy trì sự ổn định của các hệ sinh thái, kiểm soát lũ. Hệ thống tin địa lý (GIS) được sử dụng để mô hình hoá sự cân bằng nước, quá trình xói mòn, và kiểm soát lũ trong khu vực.



Hình 0.14. Bản đồ ngập lụt khu vực hạ lưu hệ thống sông Nhật Lệ trận lũ 1999
(Hoàng Thái Bình và nnk, 2010)

Các tài liệu lưu lượng đầu vào được mô phỏng từ mưa bằng mô hình Nam Bộ thông số mô hình kết nối 1-2 chiều được hiệu chỉnh và kiểm định bằng tài liệu thực đo mực nước hai trận lũ lớn năm 1999 và 2000 tại trạm Lê Thủy nằm giữa khu vực nghiên cứu kết hợp với các tài liệu đo đặc diện ngập lụt của trận lũ lịch sử 1999. Kết quả tính toán bằng mô hình tương đối phù hợp với thực đo chứng tỏ khả năng ứng dụng của mô hình trong công tác xây dựng bản đồ ngập lụt và cảnh báo thiên tai lũ lụt cho khu vực hạ lưu (Hình 7.14).

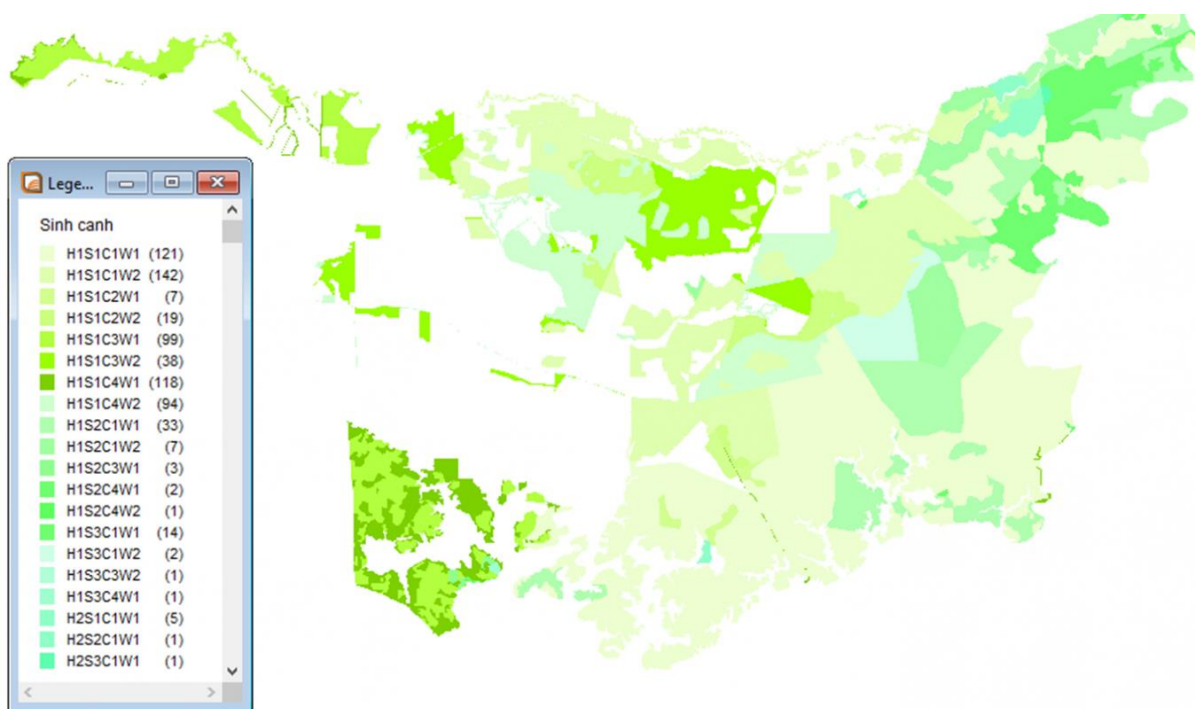
+ Kiểm soát các nguồn nước: hệ thống tin địa lý (GIS) được dùng để quản lý sự phân bố của các nguồn nước, nhờ đó các nhà khoa học có thể dễ dàng xác định được nguồn nước trong toàn bộ khu vực.



**Hình 0.15. Phân tích chỉ số WQI mùa khô tỉnh Bình Dương
(Nguyễn Đức Thiện và nnk, 2022)**

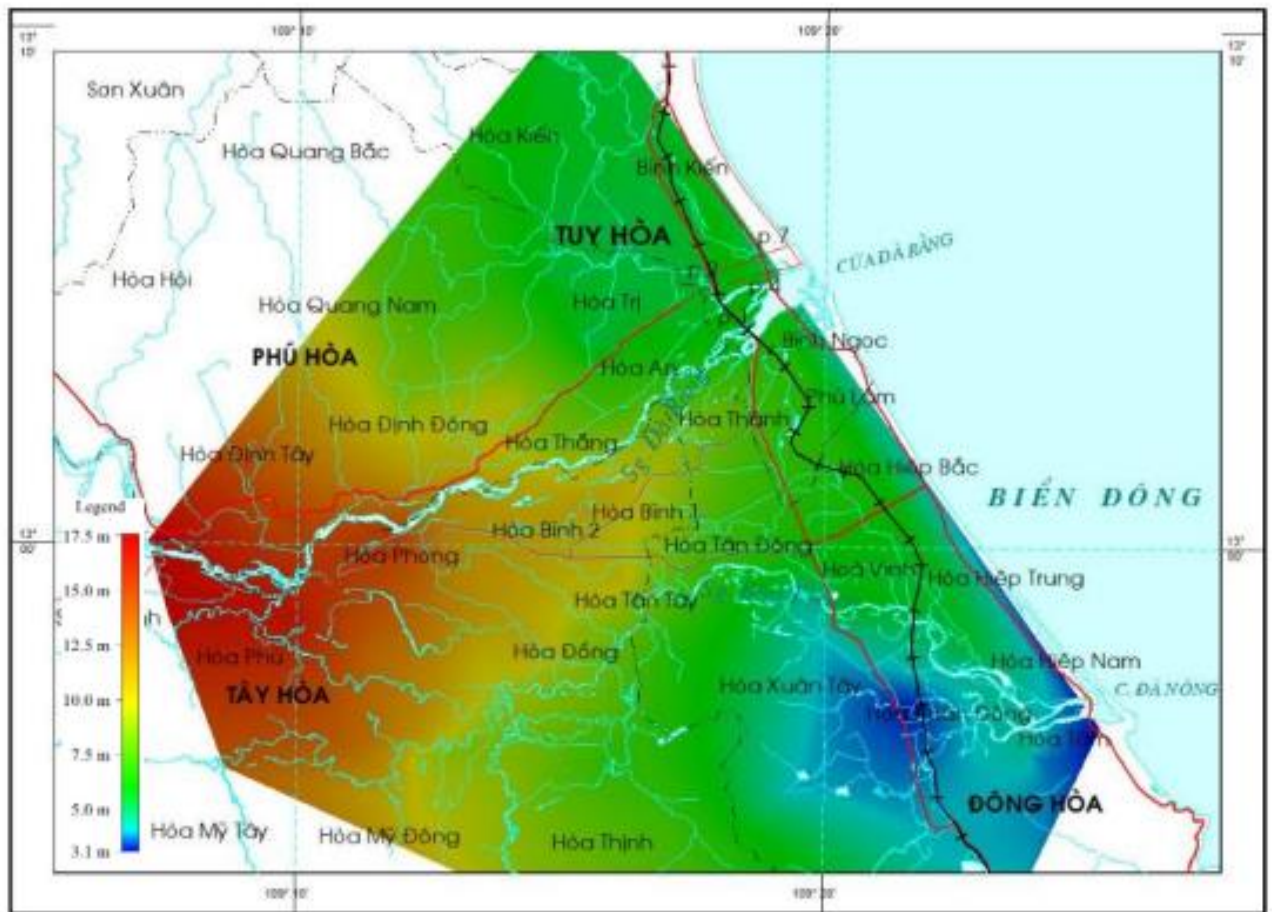
Chỉ số chất lượng nước (WQI) được tính toán bằng các kết quả trích xuất từ mô hình MIKE 11 cho phép đánh giá rõ hơn về phân vùng ô nhiễm của tỉnh Bình Dương (Hình 7.15).

- Quản trị đường di cư và đời sống động vật hoang dã (Hình 7.16).



**Hình 0.16. Phân chia sinh cảnh động vật hoang dã ở Ban Quản lý rừng phòng hộ Bù Đốp
(<https://binhphuoc.gov.vn/>)**

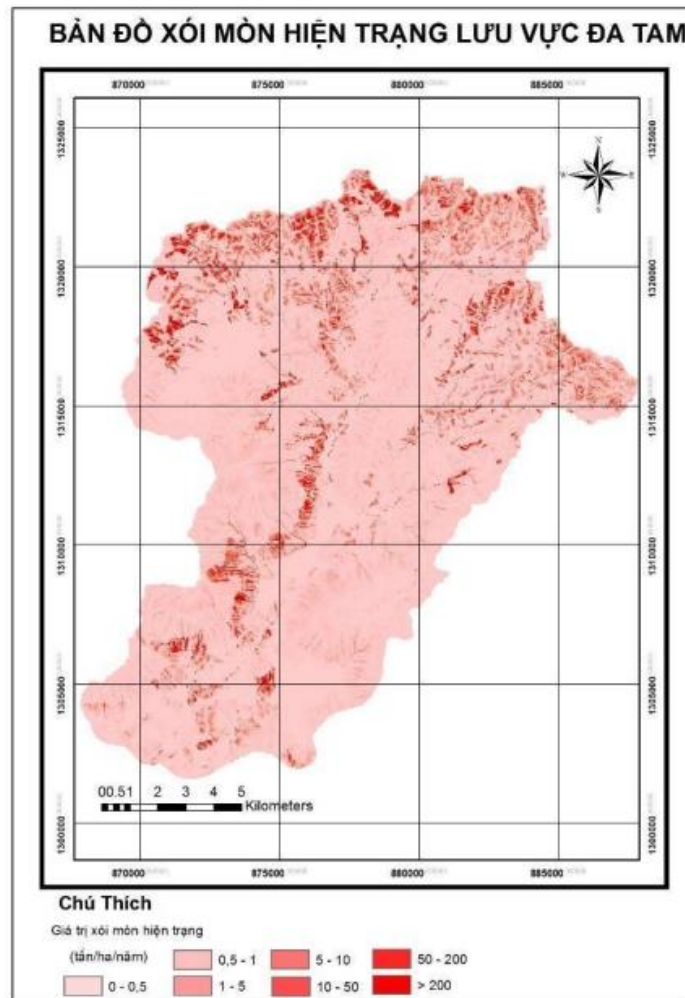
- Quản lý và quy hoạch đồng bằng ngập lũ, lưu vực sông.



Hình 0.17. Mô hình bề mặt nước lũ bằng công nghệ GIS
(Lê Đức Hạnh và nnk, 2022)

Mô hình bề mặt nước lũ, trong đó những khu vực có mật độ các điểm khảo sát vết lũ càng cao thì mô hình bề mặt nước lũ sẽ càng phản ánh sát thực bề mặt nước lũ hơn (Hình 7.17).

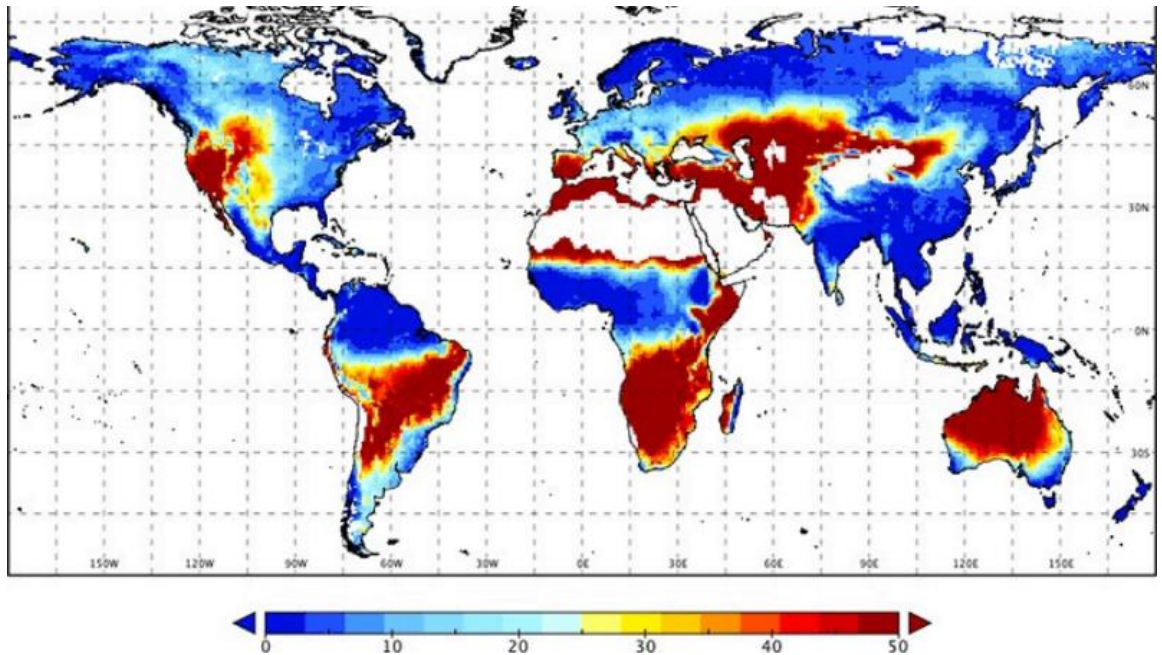
- Bảo tồn đất ướt.



Hình 0.18. Bản đồ hiện trạng xói mòn lưu vực Đa Tam (Lê Hoàng Tú, 2011)

Bản đồ hiện trạng xói mòn lưu vực Đa Tam thể hiện mức độ xói mòn đất khi đã tích hợp bản đồ hệ số (C) và bản đồ xói mòn tiềm năng (Hình 7.18). Trong ArcGIS 9.3 ta cũng dùng công cụ Raster Calculator để thành lập bản đồ xói mòn hiện trạng. Sau quá trình xử lý ta được bản đồ hiện trạng xói mòn của lưu vực Đa Tam.

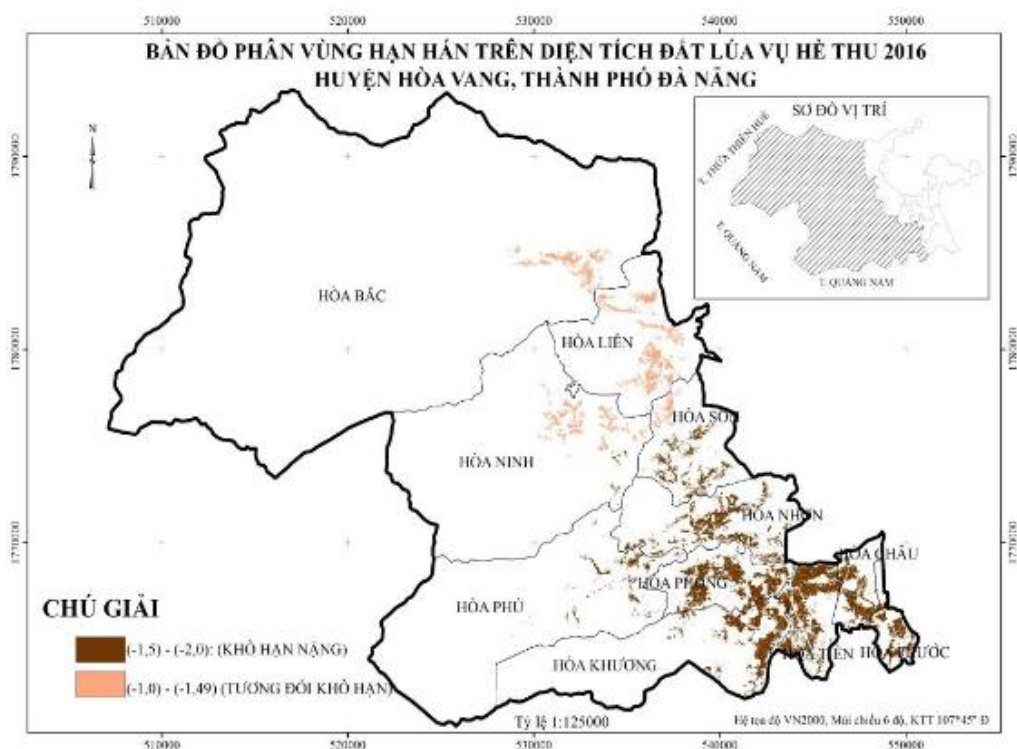
- Phân tích các biến động khí hậu, thủy văn: GIS được dùng như là một hệ thống đáp ứng nhanh, phục vụ phòng chống thiên tai như lũ quét ở vùng hạ lưu, xác định tâm bão, dự đoán các dòng chảy, xác định mức độ ngập lụt, từ đó đưa ra các biện pháp phòng chống kịp thời.



Hình 0.19. Phân tích biến đổi khí hậu bằng công nghệ GIS (<https://ekgis.com.vn/>)

Các công cụ không gian địa lý cung cấp thông tin chi tiết về các kiểu thời tiết thay đổi, mực nước biển dâng cao và gia tăng các nguy cơ đối với sức khỏe con người (Hình 7.19).

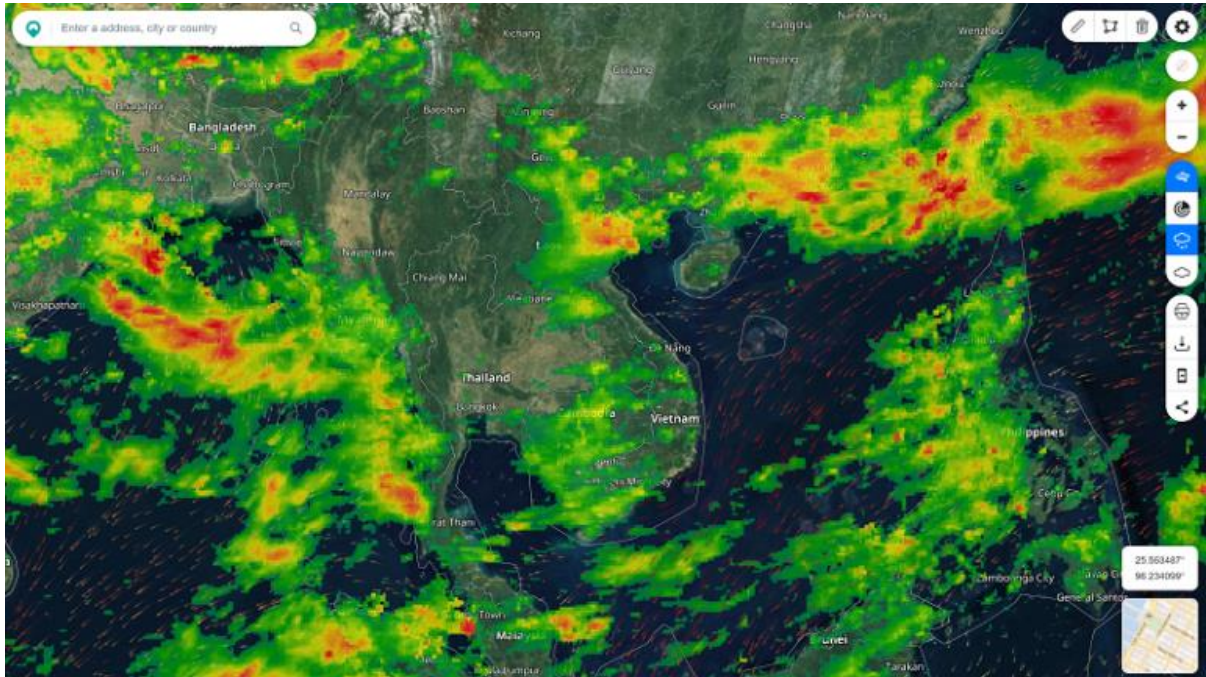
- Phòng chống bão, cảnh báo lũ, phòng chống hạn.



Hình 0.20. Phân tích vùng khả năng hạn hán vụ Hè – Thu năm 2016 bằng công nghệ GIS (Trần Thị Minh Châu và nnk, 2017)

Trong vụ Hè Thu, lượng mưa tại huyện Hòa Vang tương đối ít, đặc biệt là vào tháng 6 và tháng 7. Đây là thời điểm cây lúa cần nước nhiều nhất để sinh trưởng và phát triển và cấu thành năng suất. Do vậy, tình trạng hạn hán ảnh hưởng rất lớn đến năng suất và chất lượng lúa trong vụ Hè Thu. Phân vùng khả năng hạn hán vụ Hè-Thu năm 2016 thể hiện ở hình 7.20.

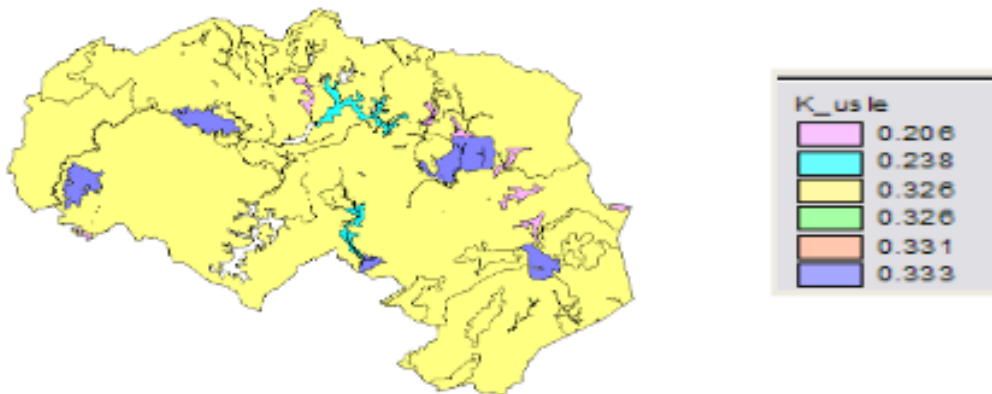
- Phân tích các tác động môi trường (EIA).



Hình 0.21. Đánh giá tác động môi trường nhờ hệ thông tin địa lý (<https://ekgis.com.vn/>)

Đánh giá tác động môi trường nhờ hệ thống thông tin địa lý GIS mang lại nhiều dữ liệu quan trọng và chính xác cho các nhà nghiên cứu. Việc sử dụng hệ thống GIS giúp trực quan hóa thông tin tác động môi trường và đưa tất cả các dữ liệu liên quan vào một cách trình bày dễ hiểu (Hình 7.21).

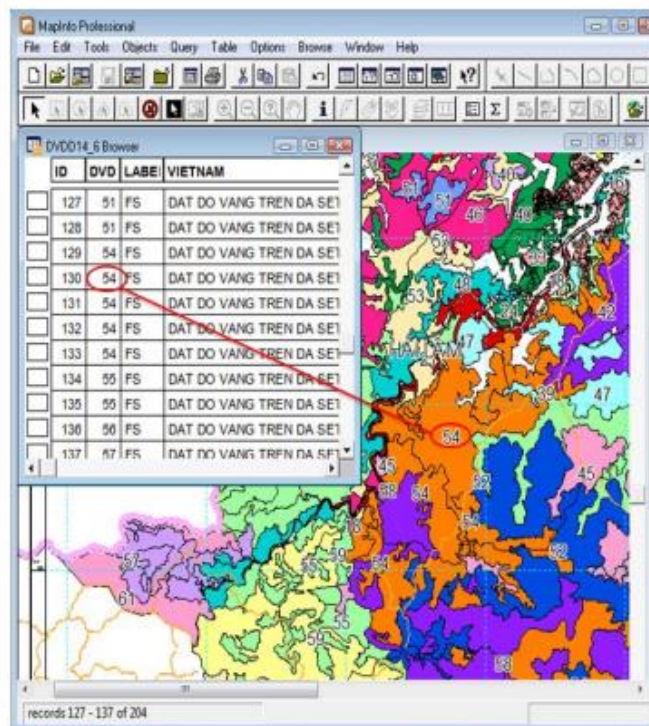
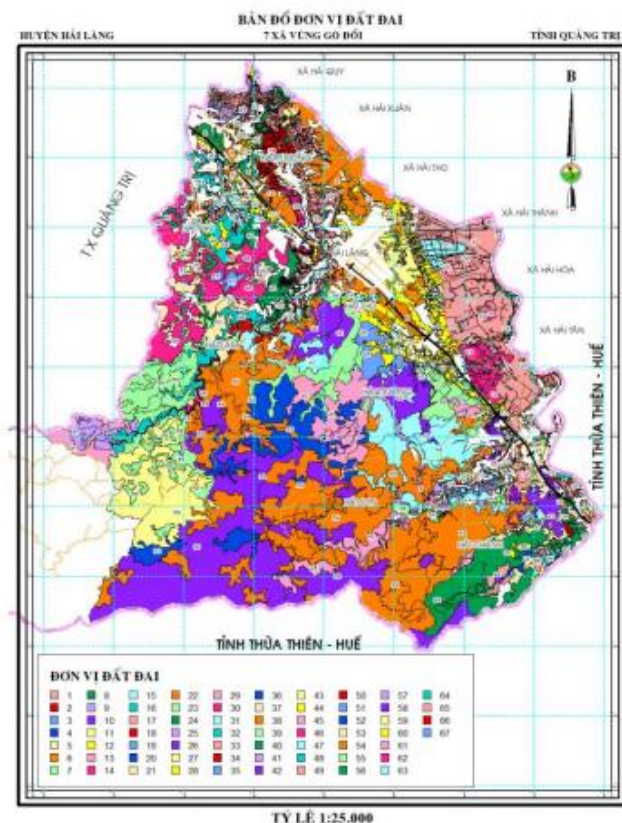
- Nghiên cứu tình trạng xói mòn đất, biến đổi lòng dẫn trong sông.



Hình 0.22. Phân tích lớp dữ liệu hệ số xói mòn đất K bằng công nghệ GIS (Lê Văn Trung và nnk, 2016)

Các hệ số ảnh hưởng đến xói mòn đất đã được phân tích và lựa chọn, từ đó nhập các dữ liệu có liên quan và lưu trữ trong cơ sở dữ liệu GIS để thành lập các lớp chuyên đề. Kết quả đạt được là bản đồ tiềm năng xói mòn thể hiện phạm vi và mức độ ảnh hưởng (Hình 7.22).

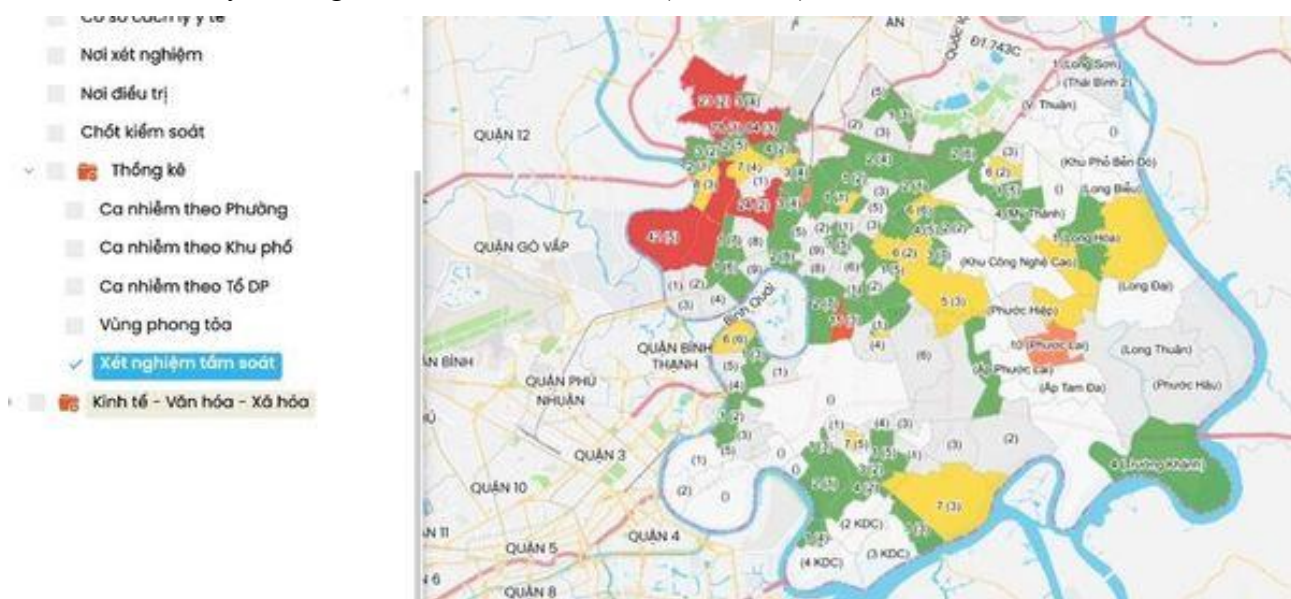
- Quản trị sở hữu ruộng đất.



Hình 0.23. Cơ sở dữ liệu đánh giá đất đai nhờ hệ thống thông tin địa lý (Huỳnh Văn Chương và nnk, 2012)

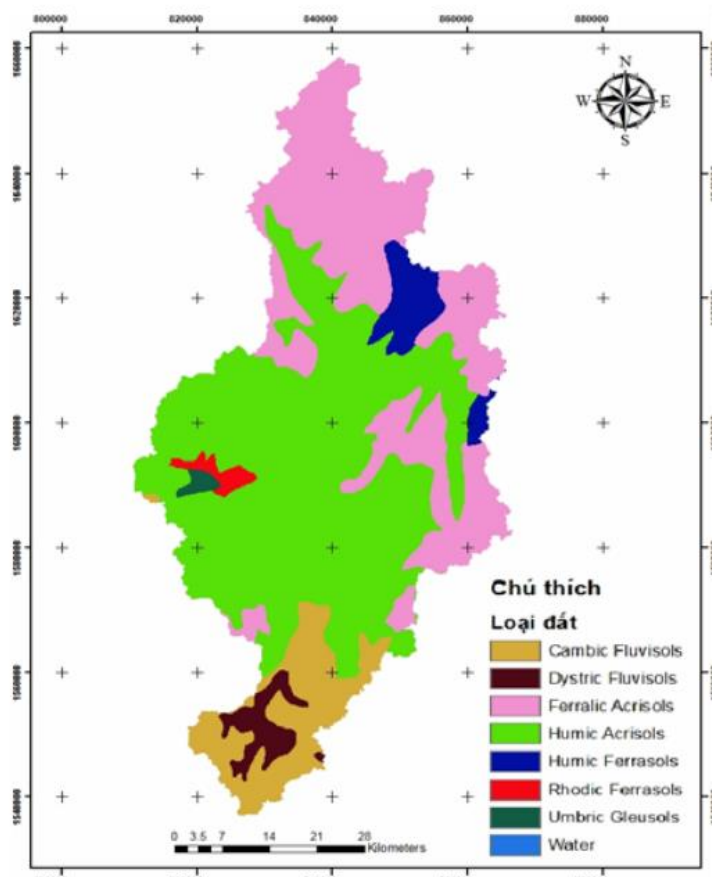
Để thành lập bản đồ đơn vị đất đai cho vùng gò đồi huyện Hải Lăng, nghiên cứu đã tiến hành chồng ghép các bản đồ đơn tính đã được xây dựng và kết quả đã thu được 67 đơn vị bản đồ đất đai trong tổng số 20.461,90 ha diện tích đất nghiên cứu (Hình 7.23). Số liệu thuộc tính thu được nêu trên được lưu ở phần mềm MapInfo.

- Quản lý, đánh giá và theo dõi dịch bệnh (Hình 7.24).



Hình 0.24. Bản đồ phân bố kết quả xét nghiệm tầm soát theo Tổ dân phố (<https://vncdc.gov.vn/>)

- Xây dựng bản đồ và thống kê chất lượng thổ nhưỡng.



Hình 0.25. Nguồn dữ liệu thổ nhưỡng dựa trên công nghệ GIS
(Nguyễn Thị Tịnh Âu và nnk, 2013)

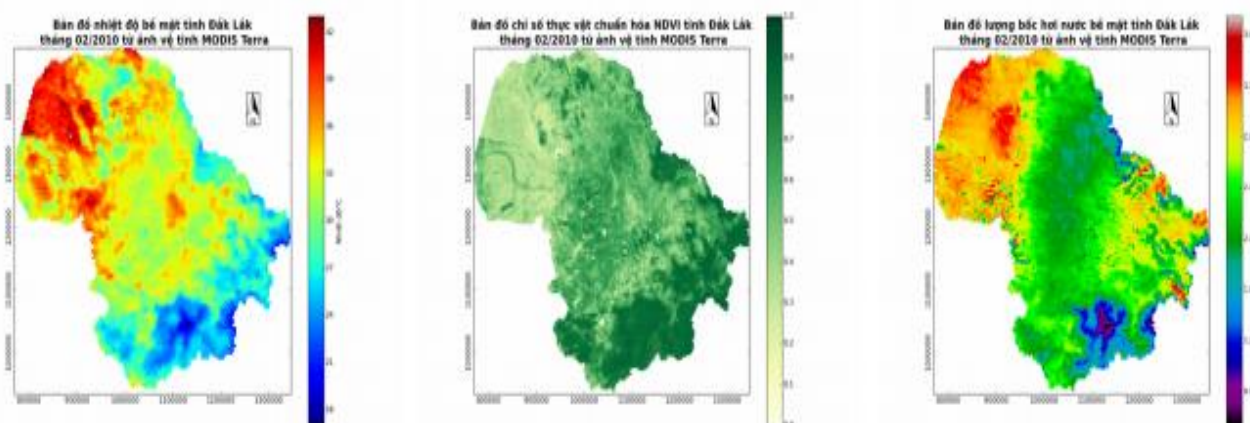
Trước khi đưa vào mô hình SWAT, bản đồ này đã được hiệu chỉnh về hệ tọa độ UTM WGS84 và được phân loại lại theo mã loại đất của FAO74 tương ứng trong cơ sở dữ liệu thổ nhưỡng của SWAT (Hình 7.25). Sự chuyển đổi này căn cứ vào tên loại đất, tính chất vật lý, hóa học của đất.

- Quy hoạch và đánh giá sử dụng đất đai: công tác quy hoạch sử dụng đất đai trên vùng lãnh thổ lớn hay việc xây dựng những dự án phát triển sản xuất nông lâm nghiệp ở các khu vực nhỏ đều có thể được cung cấp một khối lượng thông tin toàn diện - tổng hợp kịp thời và theo yêu cầu; từ cơ sở dữ liệu được cung cấp việc hoạch định những bước đi cụ thể cần thiết (như điều tra bổ sung, thu thập mẫu...) nhanh chóng được xác định.

Sau khi tiến hành thực địa kiểm chứng để đối sánh với kết quả nội nghiệp, nhóm tác giả tiếp tục chỉnh lý, hoàn thiện để cho ra sản phẩm khoa học là bản đồ địa mạo khu vực xã Năm Dân tỷ lệ 1: 10.000 (Hình 7.27).

- Một ứng dụng quan trọng nữa của GIS là mô hình hoá các cấu trúc căn bản thực của thế giới trên dữ liệu con số. Nghệ thuật làm mô hình có thể phân tích những khuynh hướng, định nghĩa những nhân tố gây ra chúng, trình bày các khả năng cho phép chọn lựa các giải pháp để giải quyết những vấn đề được đặt ra, hoặc chỉ ra các mối quan hệ mật thiết và các kết quả của một quyết định.

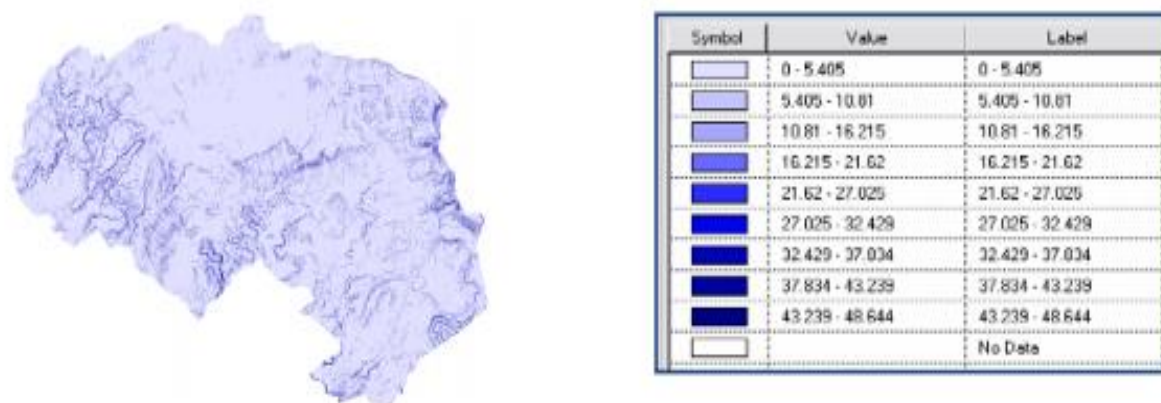
+ GIS có thể chỉ ra các nguồn tài nguyên thiên nhiên có khả năng bị ảnh hưởng do các quyết định nào đó trên cơ sở các dữ liệu của ảnh vệ tinh. Những vùng chịu tổn thất từ vùng khai hoang có thể được định nghĩa và phân tích trên cơ sở dữ liệu chồng lấp của các yêu cầu về loại đất, sự gia tăng năng suất, thời gian, loại, tỷ lệ, và khả năng quản lý, nhu cầu thực tế có thể được chỉ ra và định rõ kết quả.



Hình 0.28. Dữ liệu môi trường được phân tích từ ảnh vệ tinh
(Đinh Ngọc Đạt và nnk, 2016)

Dữ liệu vệ tinh khí tượng được sử dụng để hiệu chỉnh khí quyển cho dữ liệu vệ tinh MODIS và tạo ra sản phẩm cấp độ 2 (Hình 7.28). Dữ liệu cấp độ 2 là dữ liệu phổ phản xạ tại bề mặt trái đất và sẵn sàng cho xây dựng các sản phẩm chuyên đề.

+ GIS để mô hình hóa các tiến trình xói mòn đất, sự lan truyền ô nhiễm trong môi trường khí hay nước, hoặc sự phản ứng của một lưu vực sông dưới sự ảnh hưởng của một trận mưa lớn (Hình 7.29).

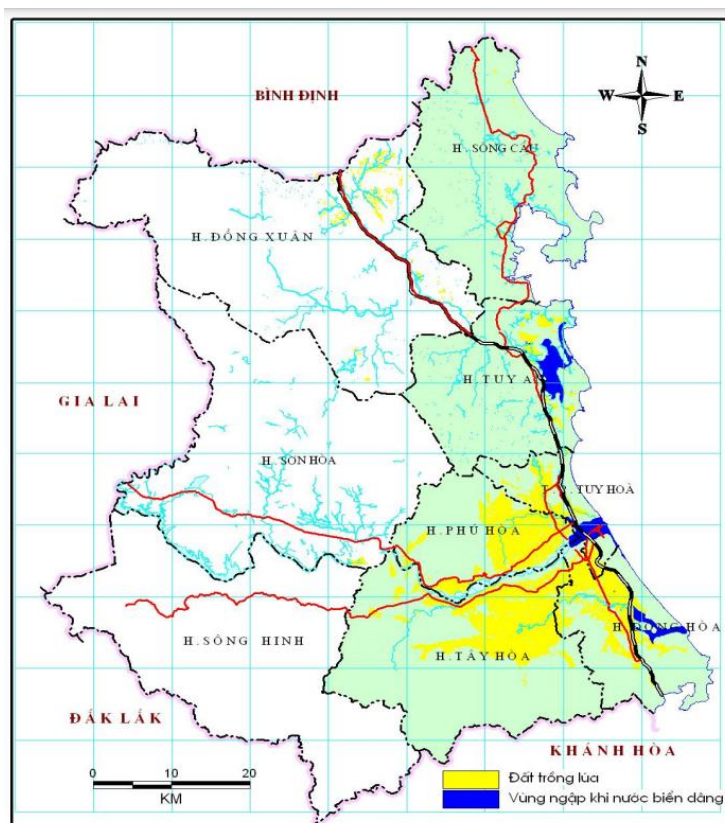


Hình 0.29. Dữ liệu từ mô hình số độ cao (Lê Văn Trung và nnk, 2016)

- Ứng dụng GIS trong nghiên cứu biển:

+ Trên cơ sở thu thập các số liệu quan trắc và đo đạc trên biển từ nhiều nguồn khác nhau, công nghệ GIS cho phép xây dựng các bản đồ mô tả các yếu tố động lực và môi trường biển với tỷ lệ và độ chính xác cao phục vụ trong các lĩnh vực khoa học công nghệ, phục vụ phát triển kinh tế và quốc phòng.

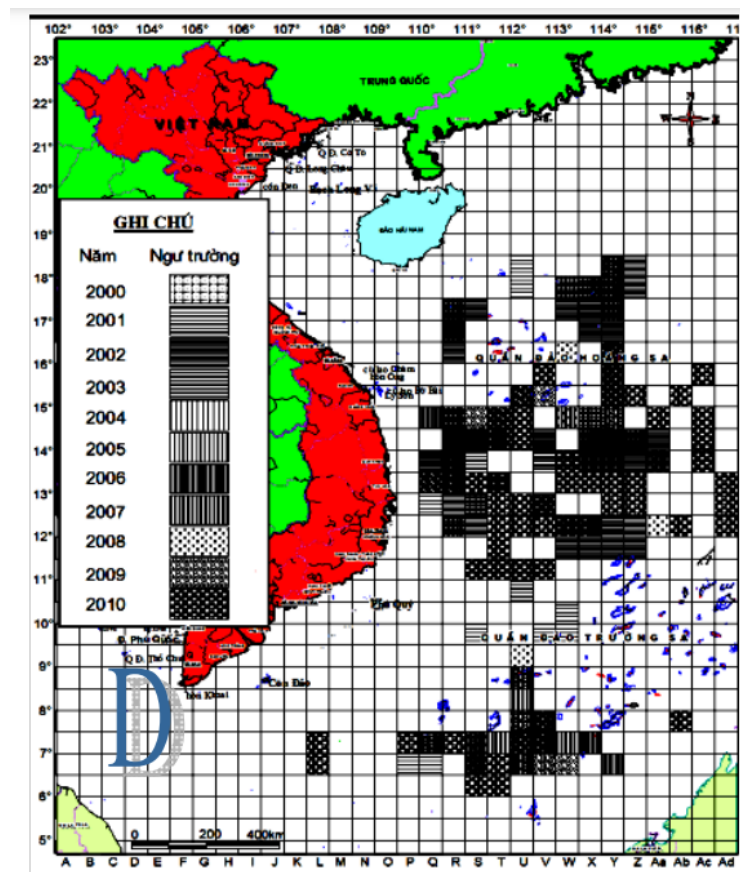
Việc sử dụng phần mềm ArcGIS 9.2 và MapInfo phục vụ cho việc xây dựng mô hình số độ cao (DEM), các bản đồ ngập lụt cho khu vực nghiên cứu, tính toán và dự báo diện tích đất trồng lúa ở dải ven biển tỉnh Phú Yên có nguy cơ bị ngập bởi mực nước biển dâng ứng với kịch bản phát thải trung bình ở các mốc thời gian khác nhau (Hình 7.30). Những kết quả của nghiên cứu này có thể được sử dụng để hỗ trợ cho công tác quy hoạch sử dụng đất trồng lúa một cách hợp lý hơn, đồng thời là nội dung quan trọng trong công tác xây dựng kế hoạch ứng phó với biến đổi khí hậu ở tỉnh Phú Yên trong những năm tới.



Hình 0.30. Diện tích đất lúa bị ngập khi mực nước biển dâng 8 cm của tỉnh Phú Yên
(<https://hueuni.edu.vn/>)

+ Xây dựng mô hình dự báo cá khai thác phục vụ đánh bắt xa bờ ở các vùng biển.

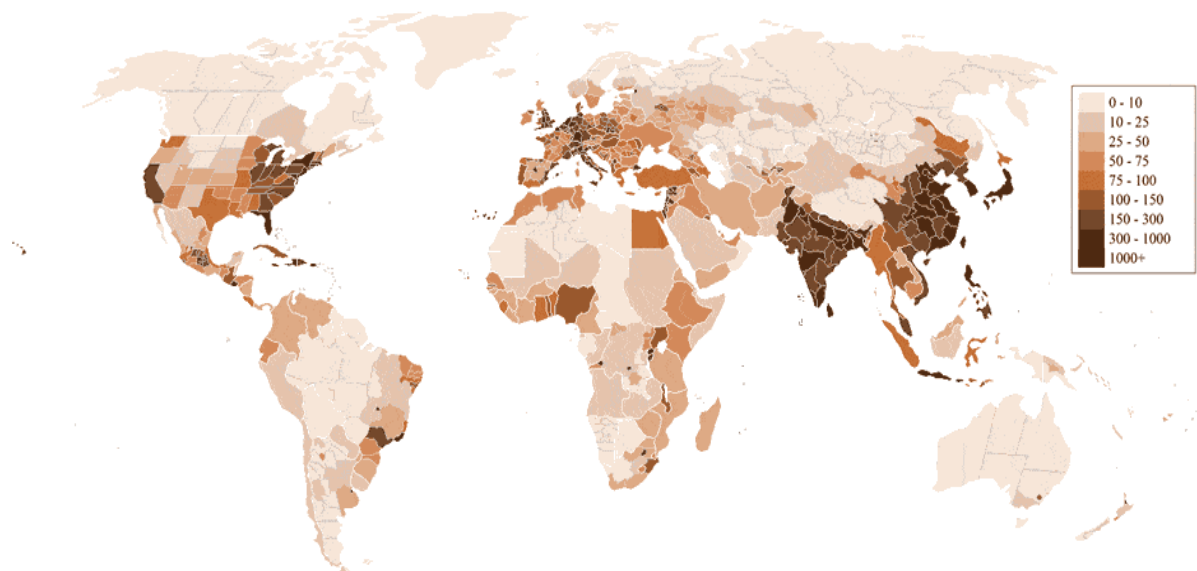
Ngư trường khai thác trong tháng 1 có xu thế vươn ra xa bờ, đặc biệt là năm 2010, sự dịch chuyển ngư trường khai thác được thể hiện rõ nét (Hình 7.31).



Hình 0.31. Bản đồ biến động ngư trường khai thác theo tháng 1
(Phạm Thược và nnk, 2012)

7.2. NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG TRONG KINH TẾ - XÃ HỘI

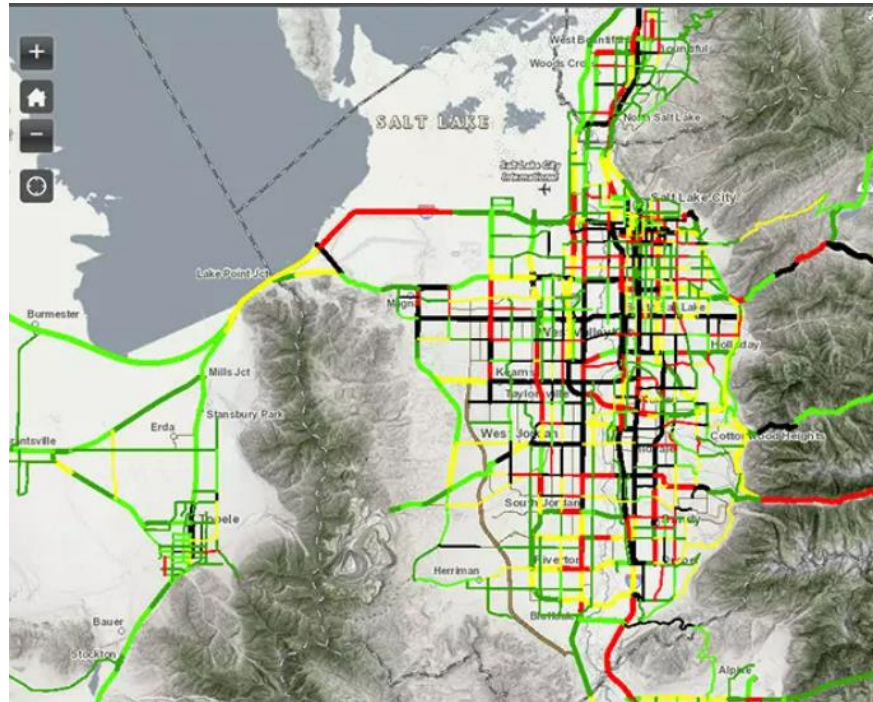
- Quản lý dân số (Hình 7.32).



Hình 0.32. Dân số thế giới (<https://danso.org/dan-so-the-gioi/>)

- Quản trị mạng lưới giao thông (thủy - bộ):

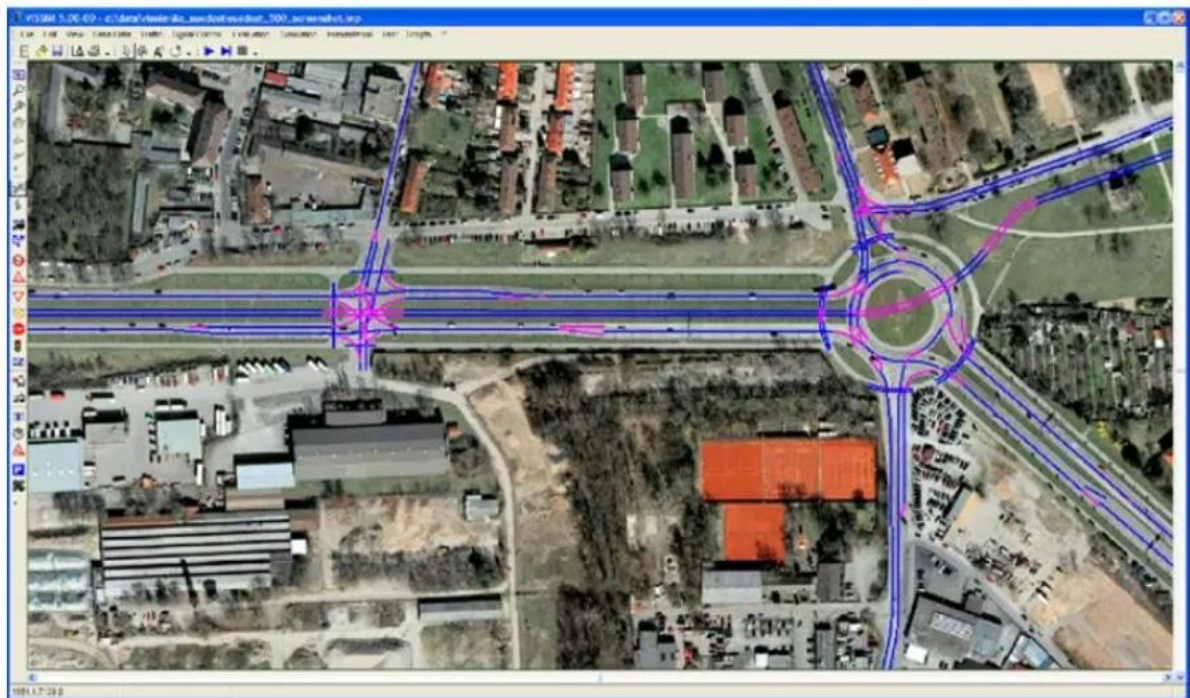
+ GIS có khả năng ứng dụng đáng kể trong lĩnh vực vận tải. Việc lập kế hoạch và duy trì cơ sở hạ tầng giao thông rõ ràng là một ứng dụng thiết thực.



Hình 0.33. Ứng dụng GIS trong mạng lưới giao thông công cộng
(<https://dovenhanh.com/>)

Ứng dụng GIS trong giao thông cho phép nhà quản lý xác định được các khu vực có hệ thống giao thông và các khu vực không có (Hình 7.33). Điều này sẽ dễ dàng hơn khi tiến hành phân loại và tra cứu giao thông theo từng thời điểm.

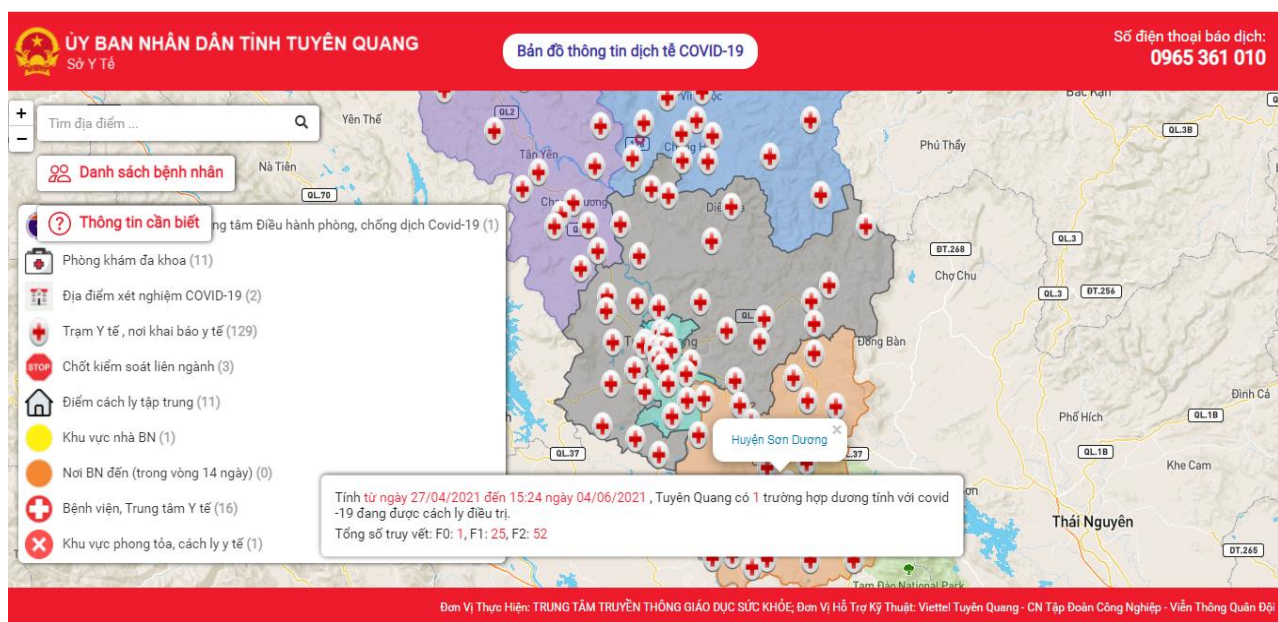
+ GIS cũng được sử dụng để chỉ ra những tuyến đường tốt nhất cho giao thông đường bộ và thủy lợi.



Hình 0.34. Đánh giá năng lực giao thông (<https://dovenhanh.com/>)

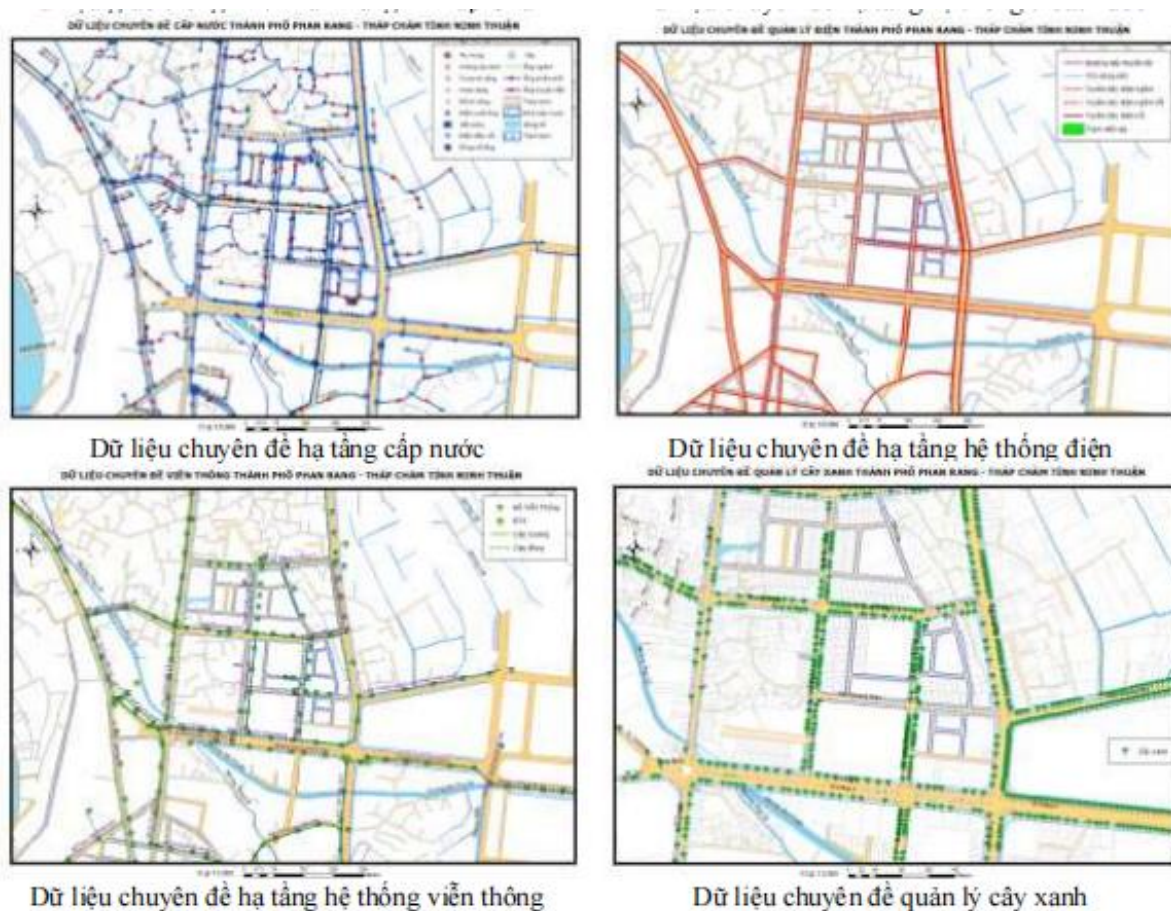
Dựa vào việc phân tích những vị trí tuyến đường riêng lẻ, những khu vực đang bị cản trở, GIS cung cấp hình ảnh trực quan trong ứng dụng để mọi người có thể theo dõi chi tiết lộ trình di chuyển của mình (Hình 7.34).

- Quản lý mạng lưới y tế, giáo dục (Hình 7. 35).



Hình 0.35. Sở Y tế Tuyên Quang triển khai Bản đồ số phòng, chống dịch Covid-19
(<https://tuyenquang.gov.vn/>)

- Điều tra và quản lý hệ thống cơ sở hạ tầng.



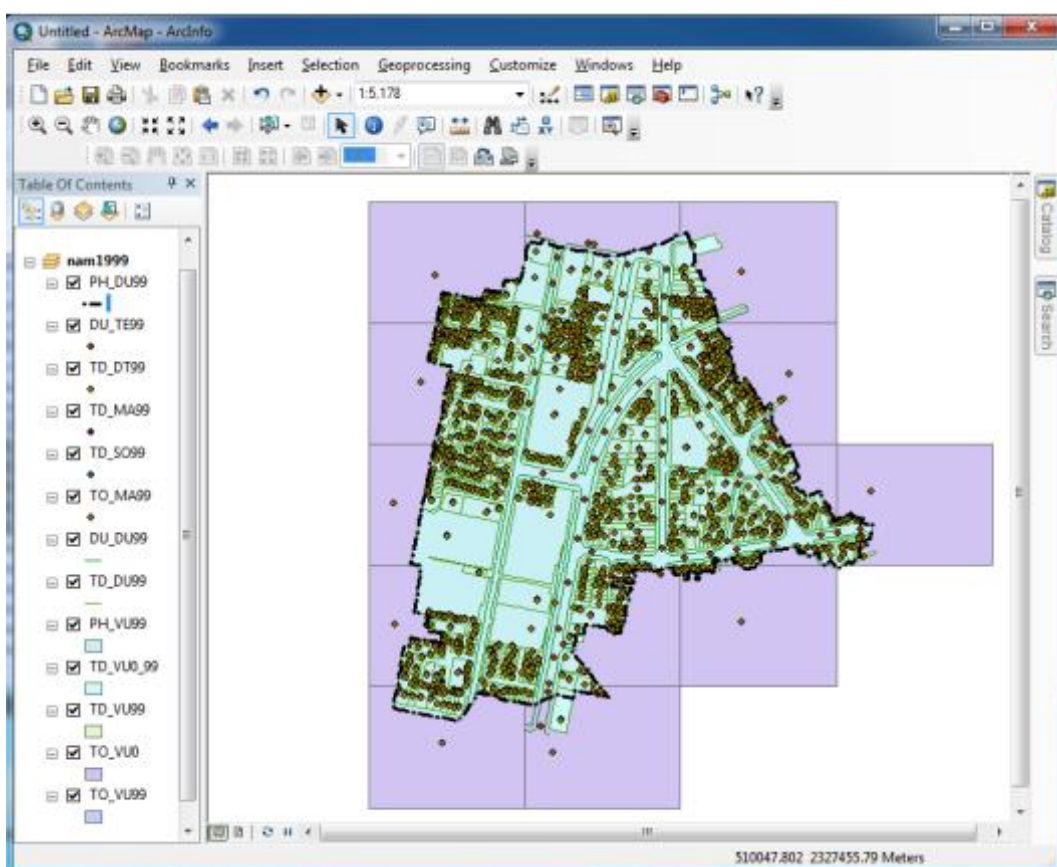
Hình 0.36. Quản lý cơ sở hạ tầng (Luu Đình Hiệp và nnk, 2019)

Xây dựng cơ sở dữ liệu (CSDL) và thiết lập các phần mềm hỗ trợ công tác quản lý hạ tầng đô thị trên địa bàn thành phố. Bên cạnh đó, còn làm rõ các quy trình khảo sát, đo đạc;

quy trình xây dựng CSDL nhằm mục đích bổ sung, cập nhật mới các dữ liệu hạ tầng đô thị hiện có (Hình 7.36).

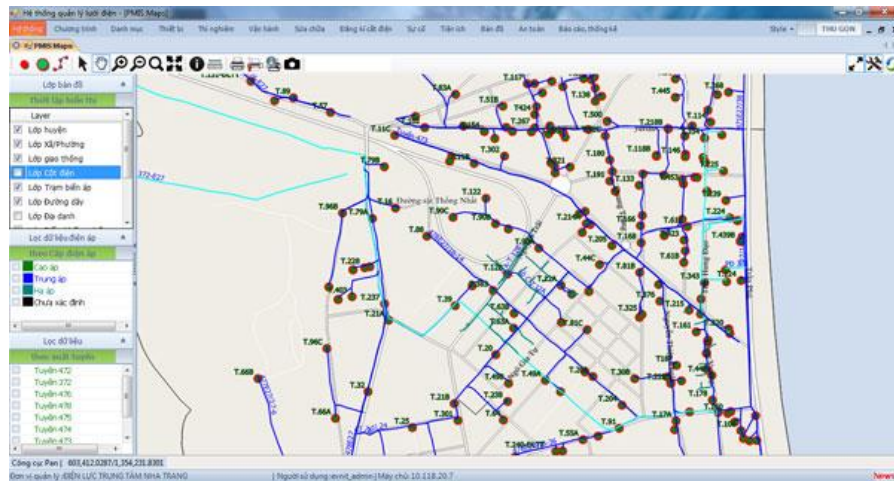
- GIS được sử dụng trong lĩnh vực dịch vụ tài chính tương tự như một ứng dụng đơn lẻ. Nó đã từng được áp dụng cho việc xác định vị trí những chi nhánh mới của ngân hàng. Hiện nay, việc sử dụng GIS đang tăng lên trong lĩnh vực này, nó là một công cụ đánh giá rủi ro và mục đích bảo hiểm, xác định với độ chính xác cao hơn những khu vực có độ rủi ro lớn nhất hay thấp nhất.

- Chính quyền địa phương là một trong những lĩnh vực ứng dụng rộng nhất của GIS, bởi vì đây là một tổ chức sử dụng dữ liệu không gian nhiều nhất. GIS có thể được sử dụng trong việc tìm kiếm và quản lý thửa đất, thay thế cho việc hồ sơ giấy tờ hiện hành. Chính quyền địa phương cũng có thể sử dụng GIS trong việc bảo dưỡng nhà cửa và đường giao thông. GIS còn được sử dụng trong các trung tâm điều khiển và quản lý các tình huống khẩn cấp (Hình 7.37).



Hình 0.37. Bản đồ năm 1999 được cập nhật vào ArcGIS
(Nguyễn Thị Thu Hằng, 2012)

- Các ngành điện, nước, gas, viễn thông: Những công ty trong lĩnh vực này dùng GIS linh hoạt nhất, GIS được dùng để xây dựng những cơ sở dữ liệu (Hình 7.38).

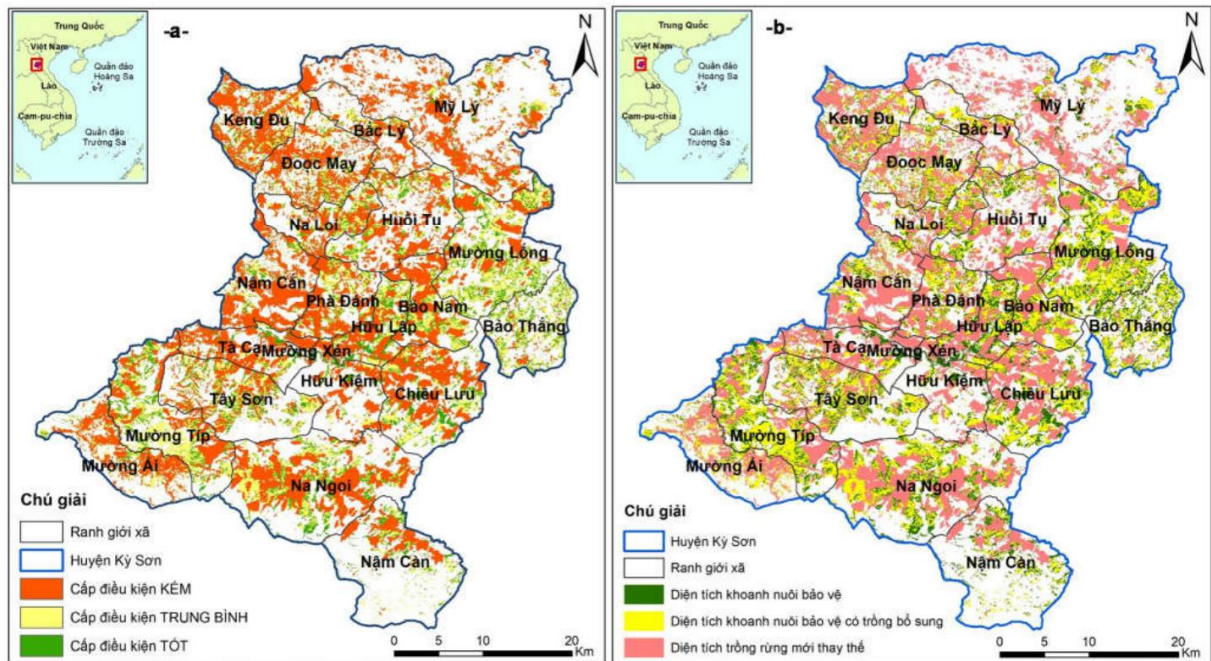


Hình 0.38. Ứng dụng công nghệ gis trong quản lý hạ tầng kỹ thuật lưới điện Khánh Hòa
(<https://www.evn.com.vn/>)

- Nghiên cứu hỗ trợ các chương trình quy hoạch phát triển:

GIS được sử dụng để cung cấp thông tin nhanh hơn và hiệu quả hơn cho các nhà hoạch định chính sách. Các cơ quan chính phủ dùng GIS trong quản lý các nguồn tài nguyên thiên nhiên, trong các hoạt động quy hoạch, mô hình hoá và quan trắc. Trung tâm tích hợp dữ liệu, quản lý các cơ sở dữ liệu cơ bản trên nền GIS và có thể tích hợp vào các không gian của các cơ sở dữ liệu chuyên ngành khác là nơi cung cấp thông tin tổng hợp nhất phục vụ các nhà hoạch định chính sách.

Thông tin GIS cung cấp cho người sử dụng hướng thay đổi của dữ liệu trong một lãnh thổ theo thời gian, đồng thời xác định những gì có thể xảy ra khi có sự thay đổi dữ liệu đó. Dữ liệu bản đồ gắn chặt với thế giới thực và luôn được bổ sung những thông tin mới, vì thế CSDL trên nền GIS cung cấp thông tin trực quan, thuận tiện và cùng một lúc cho phép người sử dụng nhiều thông tin một cách tổng hợp để có được kết luận một cách tổng quan phù hợp với mục đích của mình.



Hình 0.39. Bản đồ (a) phân cấp điều kiện lập địa và (b) giải pháp phục hồi rừng tại huyện Kỳ Sơn
(<https://tailieumienphi.vn/>)

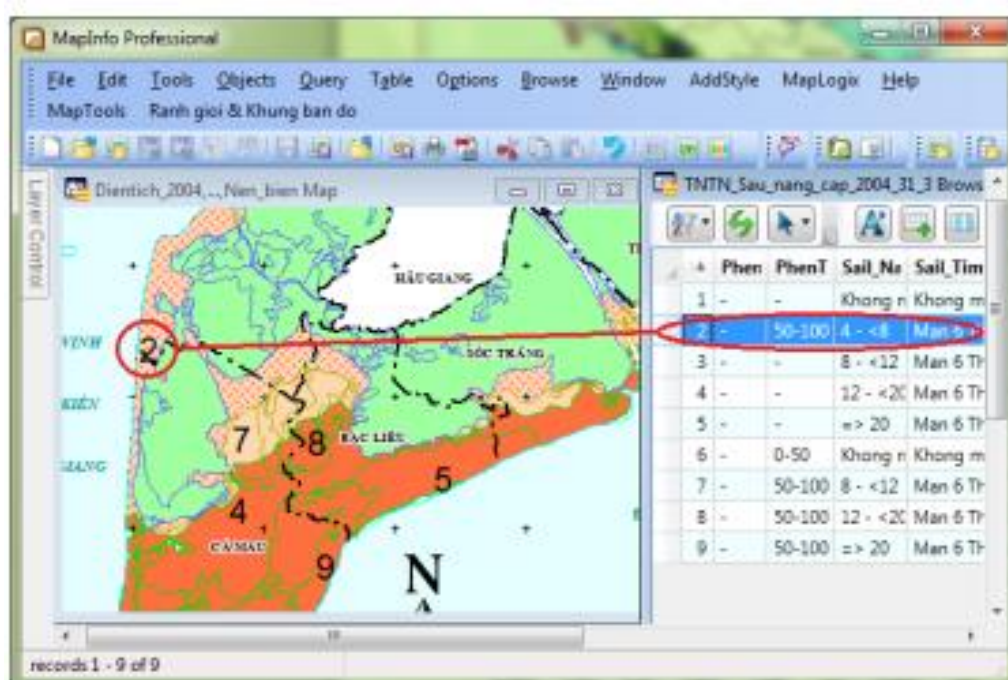
Phân cấp điều kiện lập địa làm cơ sở cho phục hồi rừng tại huyện Kỳ Sơn thuộc khu dự trữ sinh quyển thế giới miền Tây Nghệ An, các số liệu về hiện trạng rừng, đất lâm nghiệp, điều kiện thổ nhưỡng, khí hậu và địa hình được thu thập từ các vệ tinh khí tượng, mô hình số hóa độ cao, điều tra thực địa và phỏng vấn (Hình 7.39).

+ Trong nông nghiệp:

. Đánh giá khả năng thích nghi cây trồng, vật nuôi và động vật hoang dã.

. Định hướng và xác định các vùng phát triển tối ưu trong sản xuất nông nghiệp

. Một cách tiếp cận mới trong nghiên cứu hoạch định chiến lược, chính sách nông nghiệp là dựa trên hệ thống tin địa lý đa cấp độ. Với mục tiêu (i) khái quát hoá tính đa dạng nông nghiệp-sinh thái và kinh tế-xã hội, (ii) tổng hợp các dữ liệu không đồng nhất (đa thời điểm, đa nguồn gốc và có độ phân giải khác nhau) trong một cơ sở kiến thức chung và (iii) xác định các vùng đồng nhất xét theo góc độ các vấn đề phát triển. Kết quả nghiên cứu đem lại sự phân loại các vấn đề phát triển, sự phù hợp giữa giải pháp đề xuất và nơi tiếp nhận sẽ là cơ sở khoa học và khách quan hỗ trợ cho các nhà quy hoạch, quản lý ra quyết định.



Hình 0.40. Ứng dụng gom nhóm của GIS trong phân vùng thích nghi đất đai tự nhiên

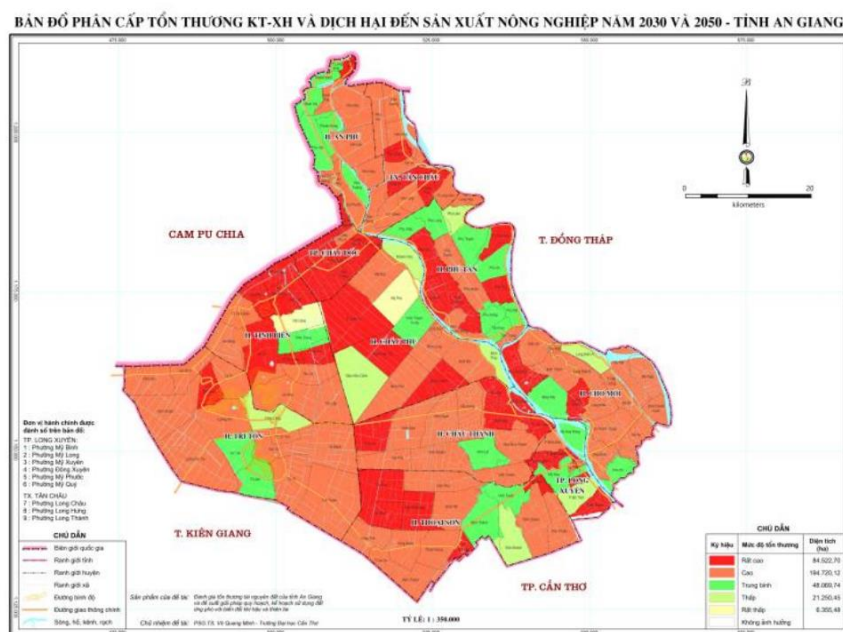
(Phạm Thanh Vũ và nnk, 2014)

Kết hợp với công cụ GIS để gom các đơn vị đất đai có cấp thích nghi để đánh giá thích nghi đất đai đối với các kiểu sử dụng đất giống nhau tạo thành các vùng thích nghi chuyên biệt (Hình 7.40).

+ Hỗ trợ quy hoạch và quản lý các vùng bảo tồn thiên nhiên, quản lý môi trường tự nhiên, đánh giá các yếu tố tác động đến môi trường tự nhiên.

+ Đánh giá khả năng và định hướng quy hoạch các vùng đô thị, công nghiệp lớn.

+ Quy hoạch sử dụng đất, quy hoạch vùng, đánh giá các tác động.



Hình 0.41. Mức độ tổn thương KT-XH & dịch bệnh tác động đến sản xuất nông nghiệp (Phạm Thanh Vũ và nnk, 2016)

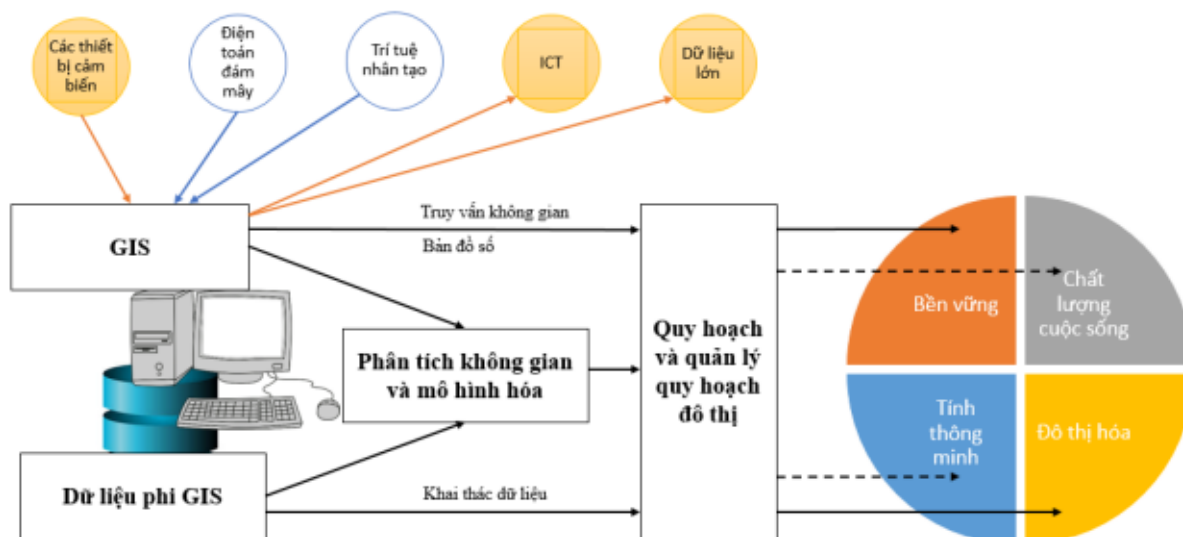
Đối với các kịch bản được xây và dự báo các yếu tố về kinh tế - xã hội và dịch bệnh tác động trong tương lai cho thấy mức độ ảnh hưởng tác động nghiêm trọng hơn (Hình 7.41). Mức độ tổn thương do điều kiện kinh tế - xã hội tác động được thể hiện chi tiết theo từng đơn vị hành chính cấp xã trên địa bàn tỉnh An Giang.

+ Hỗ trợ bố trí mạng lưới y tế, giáo dục.

+ Xây dựng chính phủ thông minh với GIS. Trên thế giới, các chính phủ sử dụng GIS để mang lại những kết quả có ích, bền vững, và an toàn hơn cho người dân. Từ những hành động đơn giản như tối ưu hóa các tuyến đường cho người lao động, để hình dung chính sách tác động và phát triển hệ thống giao thông thông minh, GIS hỗ trợ chính quyền các cấp từ địa phương, thành phố và quốc gia.

Lập bản đồ, biểu đồ, khảo sát, quản lý đất đai và các tổ chức thống kê cung cấp dữ liệu GIS cơ bản như số liệu điều tra dân số và các dữ liệu hình ảnh, là các nhiệm vụ quan trọng đối với quốc gia và chính quyền địa phương. Ngày nay, các tổ chức thuộc chính phủ ngày càng sử dụng những trang Web GIS để chia sẻ dữ liệu này trong thời gian thực cùng với bản đồ, các ứng dụng và các dịch vụ. Sự phong phú của dữ liệu thời gian thực này sẽ tạo ra các bản đồ động có hỗ trợ luồng công việc cho lĩnh vực y tế, giao thông, trật tự công cộng.

Công Web GIS giúp cho dữ liệu dễ được biểu diễn, phân tích và chia sẻ, tạo các hoạt động hiệu quả hơn. Xu hướng này đang thay đổi hệ thống bản ghi vào một hệ thống gắn kết, an toàn, ổn định, môi trường mở để phục vụ dữ liệu, bản đồ và các dịch vụ mà mọi người có thể dễ dàng khám phá và sử dụng (Hình 7.42).



Hình 0.42. Vai trò của GIS trong đô thị thông minh
(Vũ Anh Tuấn và nnk, 2011)

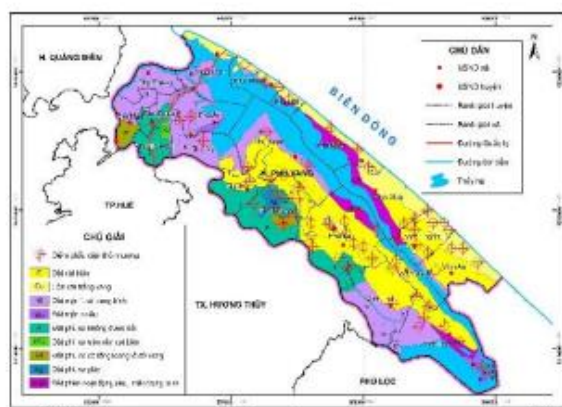
Các trang webGIS, các bản đồ trực tuyến thể hiện mức độ ô nhiễm, khả năng mưa, v.v.. là những ví dụ rõ ràng nhất.

7.3. ỨNG DỤNG GIS TRONG LĨNH VỰC NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

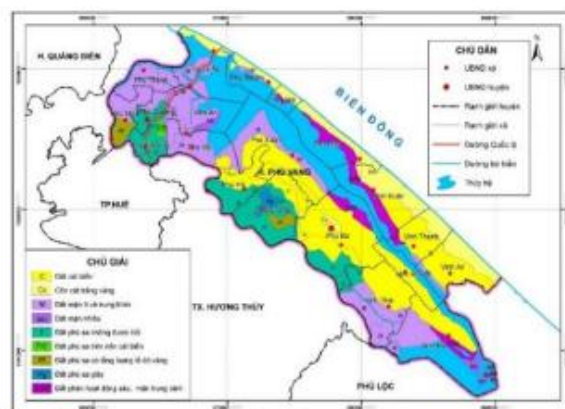
Trong nghiên cứu sản xuất nông nghiệp và phát triển nông thôn, các lĩnh vực ứng dụng của kỹ thuật GIS rất rộng rãi. Do vậy, GIS trở thành công cụ đặc dụng cho việc quản lý và tổ chức sản xuất nông nghiệp - nông thôn trên các vùng lãnh thổ.

Trong nông nghiệp, sự thiệt hại về tiềm năng tài nguyên thiên nhiên do việc mở rộng diện tích trồng lúa có thể được đánh giá về mặt số lượng, việc đánh giá trên cơ sở về mặt kinh tế của nơi có sự thay đổi về mặt kỹ thuật. GIS có thể chỉ ra sự thay đổi ở mặt giới hạn về số lượng (trong việc phát triển diện tích của một vùng mới), nghiên cứu sự mất mùa, điều tra khả năng đất.

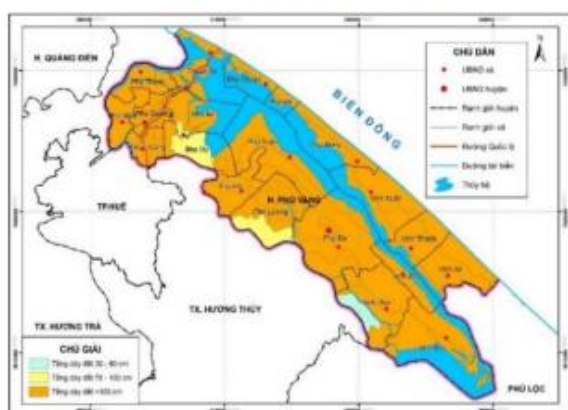
- Thỏ nhượng:
- + Xây dựng các bản đồ đất và đơn tính đất.
- + Đặc trưng hoá các lớp phủ thổ nhượng.



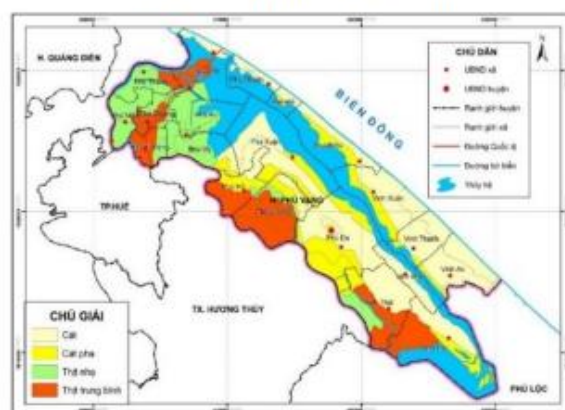
a) Sơ đồ phân bố phẫu diện



b) Sơ đồ phân bố loại đất



c) Sơ đồ phân bố tầng dày



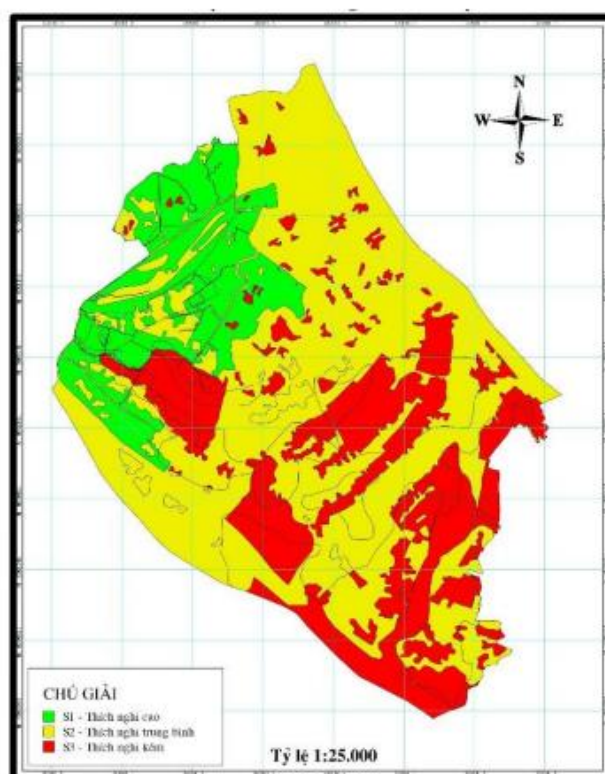
d) Sơ đồ phân bố thành phần cơ giới

Hình 0.43. Cơ sở dữ liệu thổ nhưỡng huyện Phú Vang (Nguyễn Quang Tuấn và nnk, 2020)

CSDL phục vụ quản lý, khai thác và chia sẻ ứng dụng trong công tác đánh giá tiềm năng đất đai, quy hoạch sử dụng đất, quy hoạch nông lâm nghiệp và quy hoạch lãnh thổ (Hình 7.43).

- Trồng trọt:

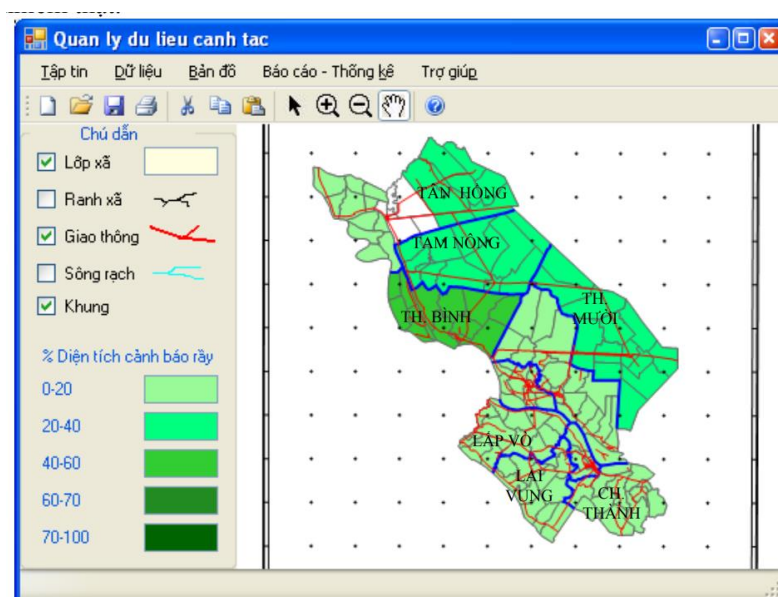
+ Khả năng thích nghi các loại cây trồng: Một phương pháp khác có thể được sử dụng để đánh giá thích nghi đất cho việc canh tác các vụ riêng biệt. Phương pháp bao gồm sử dụng một vài bản đồ có chủ đề từ dữ liệu của vệ tinh cũng như dữ liệu không ảnh. Thí dụ, tài nguyên đất có thể được dùng để đánh giá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



Hình 0.44. Bản đồ thích nghi cây dừa theo mô hình cây quyết định (Nguyễn Hữu Cường, 2018)

Dựa vào kết quả phân cấp thích nghi cây dừa trên địa bàn huyện Mỏ Cày Nam cho từng đơn vị đất đai cùng với bản đồ đơn vị đất đai ta xây dựng được bản đồ mức độ thích nghi đối với cây dừa (Hình 7.44).

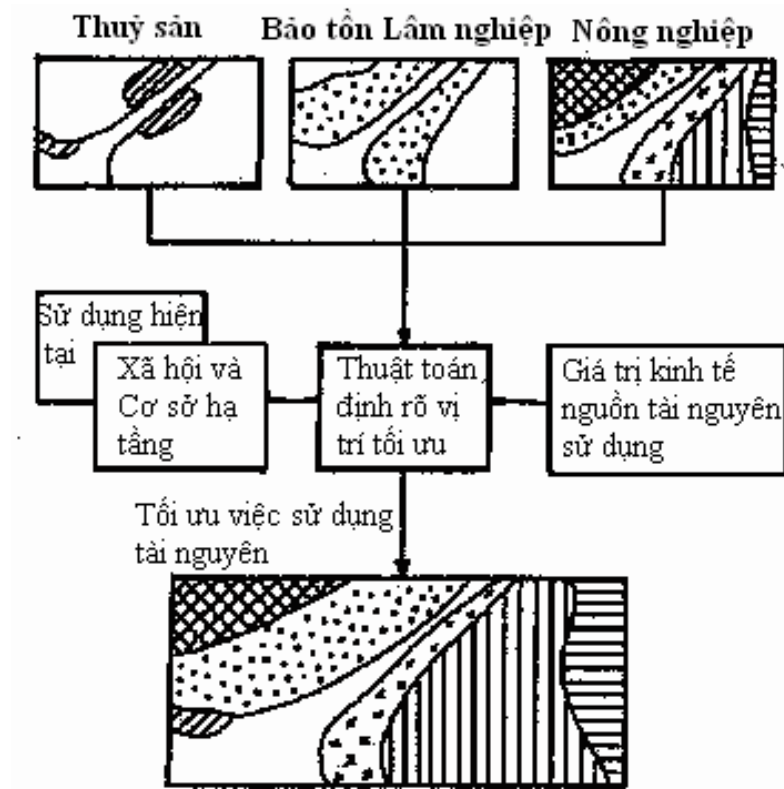
- + Sự thay đổi của việc sử dụng đất
- + Xây dựng các đề xuất về sử dụng đất
- + Khả năng bền vững của sản xuất nông nghiệp nông - lâm kết hợp
- + Theo dõi mạng lưới khuyến nông
- + Khảo sát nghiên cứu dịch - bệnh cây trồng (côn trùng và cỏ dại)



Hình 0.45. Phân tích dự báo nhiễm rầy vụ ĐX 2008 – 2009 ở Đồng Tháp bằng công nghệ GIS (Trương Chí Quang và nnk, 2011)

Ứng dụng GIS được xây dựng có các chức năng cho phép quản lý tiến độ gieo sạ và loại giống lúa gieo trồng, quản lý tình hình dịch hại của địa phương theo thời gian, xây dựng các bản đồ thời vụ gieo trồng, phân bố giống, tỷ lệ giống sử dụng theo khuyến cáo, dịch hại phát sinh theo từng thời điểm, bản đồ dự báo nguy cơ nhiễm dịch hại rầy nâu, đa dạng hóa cây trồng trên nền đất lúa (Hình 7.45).

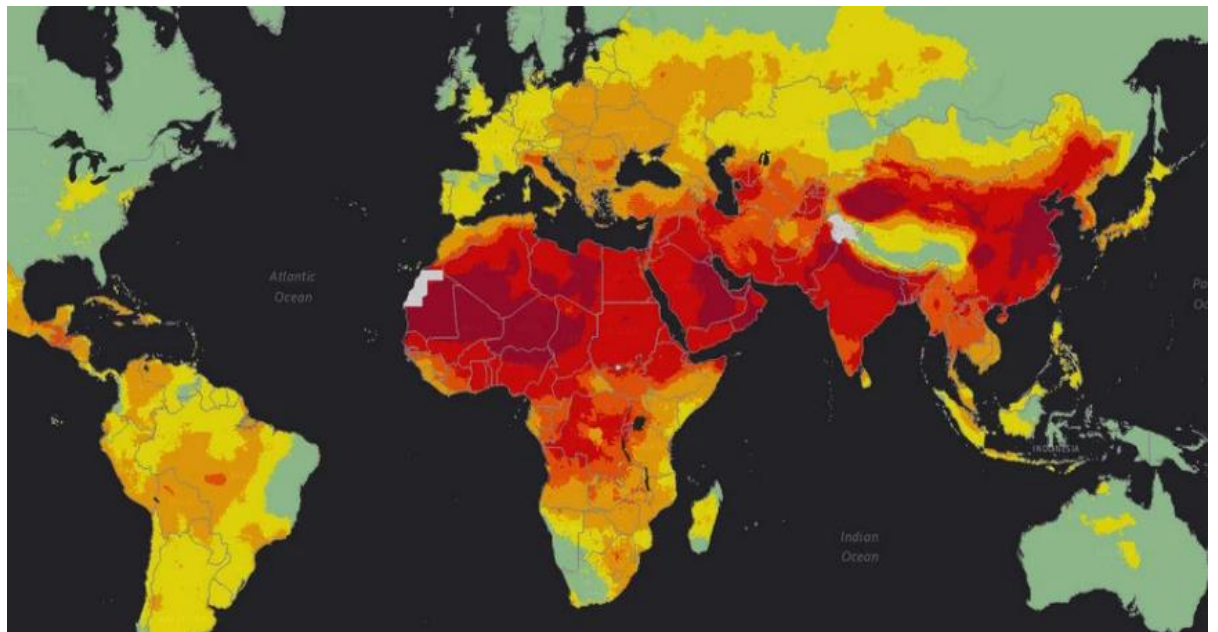
- + Suy đoán hay nội suy các ứng dụng kỹ thuật
 - + Giám sát thu hoạch, dự báo về hàng hoá, nghiên cứu về đất trồng
- Ví dụ về ứng dụng của GIS trong đánh giá sử dụng đất (Hình 7.46)



Hình 0.46. Ứng dụng của GIS trong đánh giá sử dụng đất (Mohan, 1991)

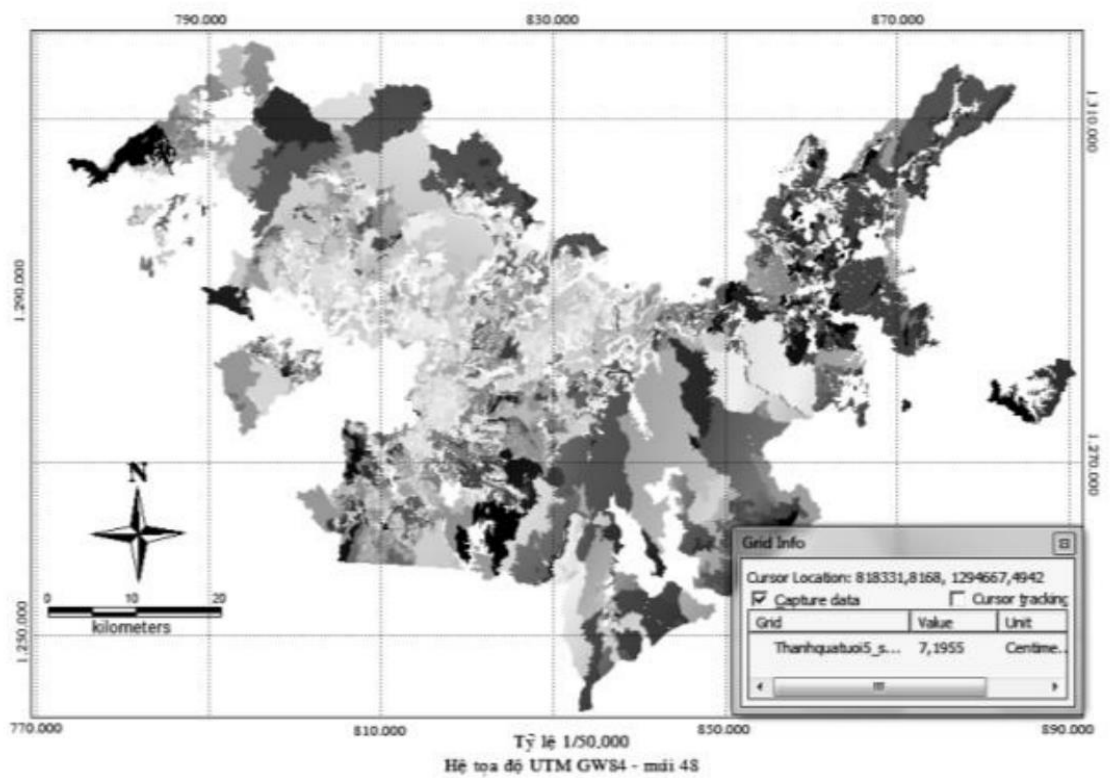
- Quy hoạch thủy văn và tưới tiêu:
- + Xác định hệ thống tưới tiêu, kiểm tra nguồn nước (Hình 7.47)
- + Lập thời biểu tưới nước
- + Tính toán sự xói mòn/ bồi lắng trong hồ chứa nước
- + Nghiên cứu đánh giá ngập lũ

- Phân tích khí hậu (Hình 7.49)
- + Hạn hán
- + Các yếu tố thời tiết
- + Thống kê



Hình 0.49. Dữ liệu khí hậu bằng công nghệ GIS (<https://ekgis.com.vn/>)

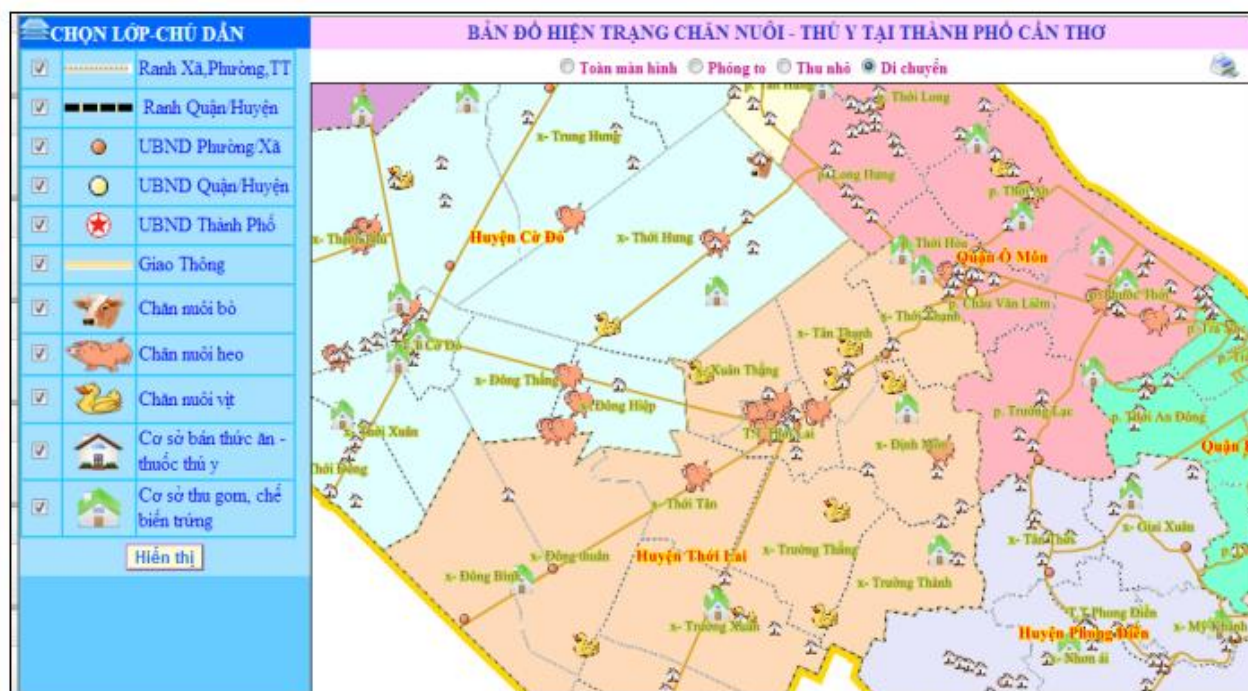
- Mô hình hoá nông nghiệp: Ước lượng, tiên đoán năng suất cây trồng.



Hình 0.50. Bản đồ năng suất rừng trồng Thông ba lá từ tuổi 5 đến tuổi 10
(Phùng Văn Khen và nnk, 2017)

Các thông số chạy trên phần mềm Vectical maper 3.0 nền MapInfo 9.0 được bản đồ năng suất rừng trồng Thông ba lá từ tuổi 5 đến tuổi 10 trên vùng nghiên cứu (Hình 7.50).

- Chăn nuôi gia súc / gia cầm
- + Thống kê
- + Phân bố
- + Khảo sát và theo dõi diễn biến, dự báo dịch bệnh (Hình 7.51)

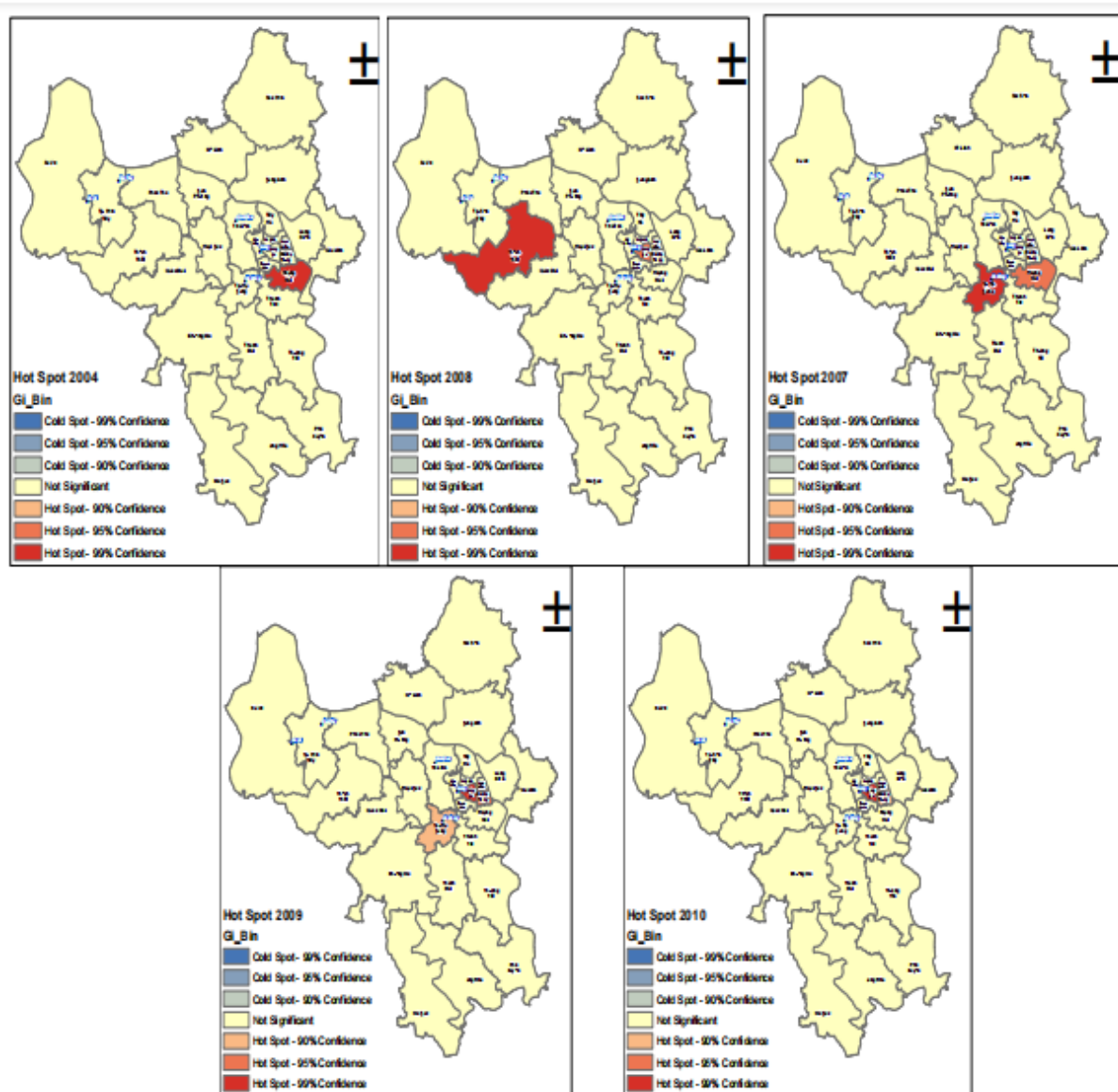


Hình 0.51. Phân bố hiện trạng chăn nuôi, thú y nhờ công nghệ GIS
(Lê Văn Thanh và nnk, 2014)

7.3. ỨNG DỤNG GIS TRONG LĨNH VỰC Y TẾ VÀ PHÂN TÍCH THỐNG KÊ

- Ngoài trừ những ứng dụng đánh giá, quản lý mà GIS thường được dùng, GIS còn có thể áp dụng tốt trong lĩnh vực y tế. Ví dụ:

- + GIS 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 một công cụ nghiên cứu dịch bệnh để phân tích nguyên nhân bùng phát và lây lan bệnh tật trong cộng đồng.

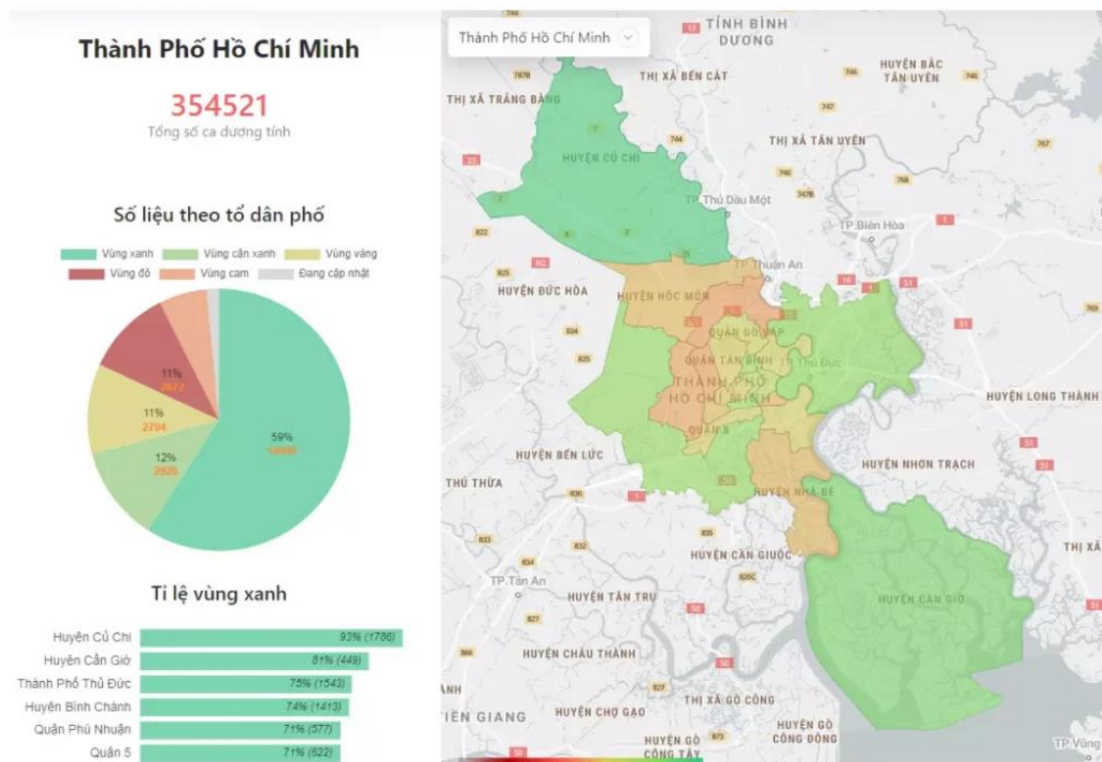


Hình 0.52. Phân tích điểm nóng số ca bệnh tả năm 2004, 2007, 2008, 2009 và 2010
(Lê Thị Ngọc Anh và nnk, 2016)

Có thể thấy rằng các điểm nóng về số ca bệnh tả thay đổi theo từng năm, tuy nhiên thường tập trung quanh khu vực nội đô bao gồm các quận Ba Đình, Hai Bà Trưng, Thanh Xuân, Đống Đa, Hoàng Mai và Cầu Giấy (Hình 7.52).

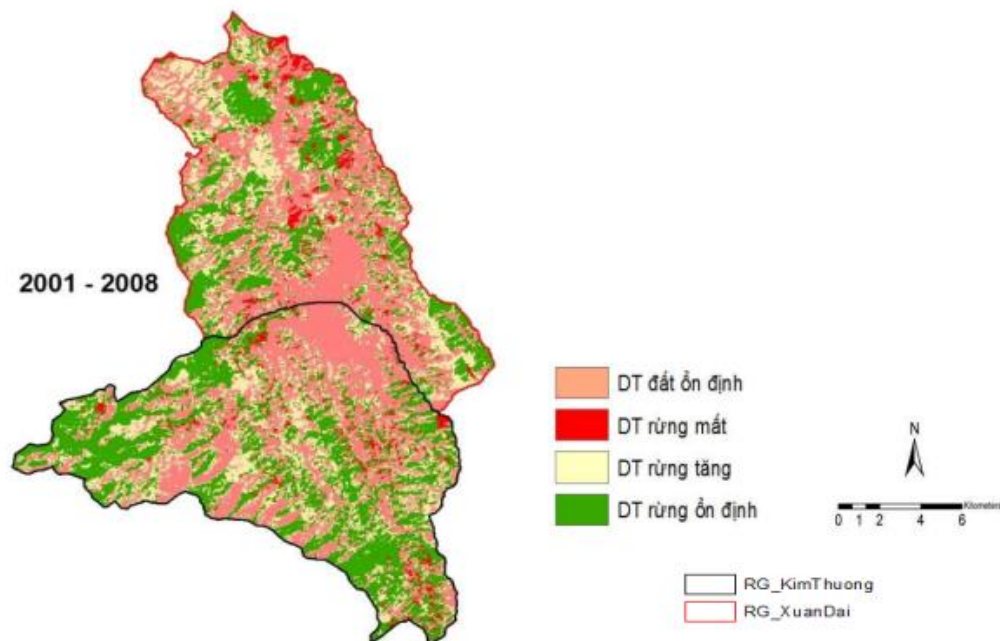
+ Khảo sát và theo dõi diễn biến, dự báo dịch bệnh bằng GIS.

Trong 20 năm qua, các tổ chức y tế hàng đầu, bao gồm Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) và Trung tâm Kiểm soát và Phòng ngừa Dịch bệnh (CDC) luôn dựa vào việc lập bản đồ và phân tích không gian để quản lý sự bùng phát dịch bệnh (Hình 7.53).



Hình 0.53. Tầm quan trọng của công nghệ GIS trong việc lập và phân tích bản đồ vùng dịch
(<https://gis21.thuathienhue.gov.vn/>)

- Một hướng sử dụng quan trọng khác của GIS là trong phân tích thống kê những đặc điểm (như diện tích của khu rừng hay chiều dài của con sông, kênh, đường, vùng) qua việc xác định các vùng đệm. Ví dụ, đất xung quanh một khu rừng được giới hạn có thể được nghiên cứu để quyết định cách sử dụng đất thích hợp nhất, vùng đệm xung quanh có thể được chồng lắp với hiện trạng đất có khả năng tiềm tàng lý tưởng để chọn ra cách sử dụng có hiệu quả nhất (Hình 7.54).



Hình 0.54. Bản đồ biến động rừng thuộc xã Xuân Đài và xã Kim Thượng
(Nguyễn Hải Hòa và nnk, 2016)

7.4. MỘT SỐ BÀI TOÁN ỨNG DỤNG KHÁC CỦA CÔNG NGHỆ GIS

Công nghệ GIS, cấu trúc dữ liệu và kỹ thuật phân tích được ứng dụng rộng rãi trong quản lý và trợ giúp quyết định. Các lĩnh vực ứng dụng của công nghệ GIS có thể được phân loại theo chức năng:

- Dựa vào đặc điểm của dữ liệu như:
 - + Dạng dữ liệu cần lưu trữ
 - + Độ chính xác đòi hỏi
 - + Mô hình dữ liệu
- Theo các chức năng mà hệ thống GIS cung cấp: gắn địa chỉ, chồng xếp.
- Theo sản phẩm đầu ra: Phép phân loại theo những đặc điểm này trở nên không rõ ràng khi các hệ thống GIS trở thành các công cụ mềm dẻo với nhiều chức năng để xử lý và tạo sản phẩm ra.
- Coi GIS như là một công cụ trợ giúp quyết định.

Từ đó chúng ta có thể phân loại một số bài toán ứng dụng GIS là theo kiểu quyết định mà GIS trợ giúp. GIS là một công cụ được sử dụng bởi nhiều loại người dùng khác nhau: các người dùng cuối, các nhà quản lý, các giáo sư, các nhà nghiên cứu mà làm việc với thông tin không gian.

7.4.1. Phân loại một số bài toán ứng dụng của công nghệ GIS

Công nghệ GIS được áp dụng trong các lĩnh vực sau:

a. Các lĩnh vực dùng chung và chia sẻ kỹ thuật và cung cấp dữ liệu cho GIS là:

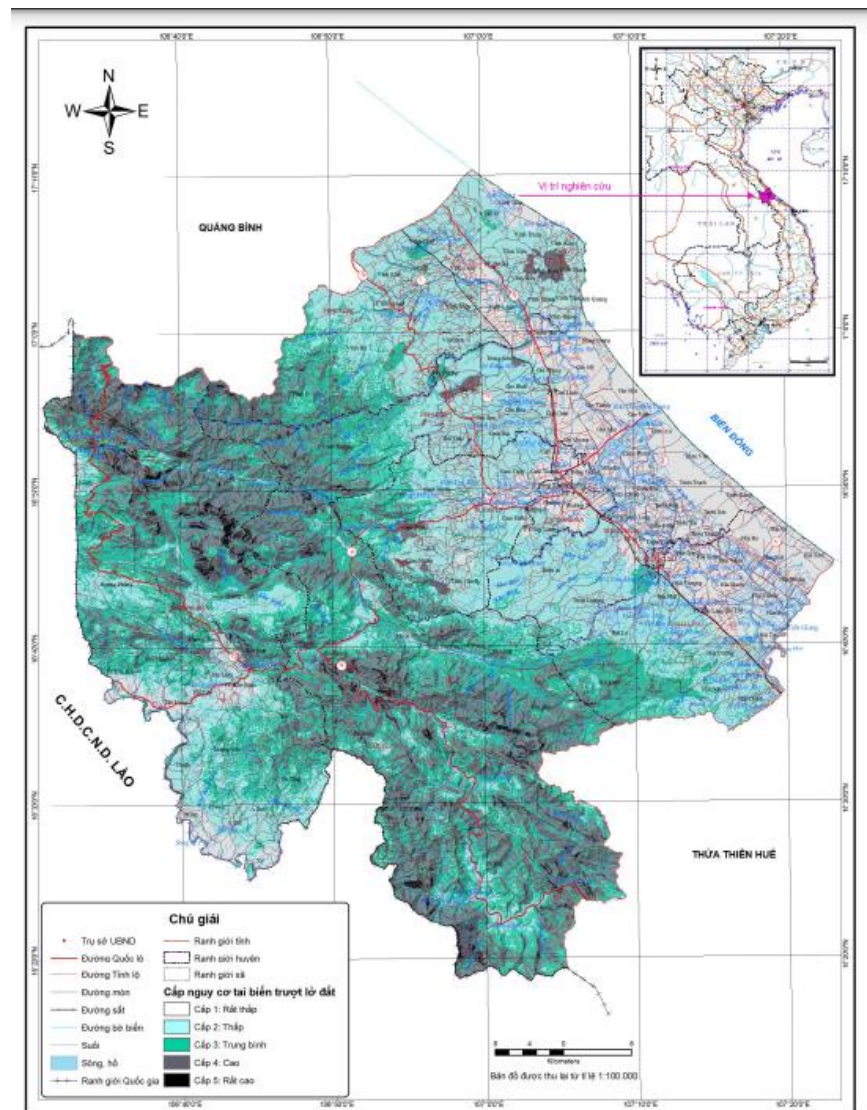
* Trắc địa:

Trắc địa là khoa học về đo đạc và xác định vị trí của các đối tượng trên mặt trái đất. Trong thiết kế đường, mô hình DEM được sử dụng rất nhiều: tính khối lượng, hiển thị 3 chiều.

- Các phát triển mới trong công nghệ:
 - + Thiết bị đo đạc máy đo điện tử “total station”
 - + Hệ thống định vị toàn cầu GPS (Global Positioning System)
 - + Liên kết trực tiếp giữa thiết bị trắc địa và cơ sở dữ liệu không gian.
- Đặc điểm trong lĩnh vực này:
 - + Tỷ lệ lớn, đo đạc với sự chính xác đến mm độ phân giải trong mô hình DEM cao
 - + Mô hình dữ liệu dùng loại vector.

* Bản đồ:

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



Hình 0.55. Bản đồ nguy cơ tai biến trượt lở đất tỉnh Quảng Trị

(Nguyễn Thám và nnk, 2012)

Trên cơ sở bản đồ nguy cơ trượt TLĐ tỉnh Quảng Trị, bài báo tiến hành xem xét và thống kê trong từng đơn vị hành chính cấp xã của 4 huyện có nguy cơ tai biến TLĐ cao và rất cao (Hình 7.55).

- Có 2 lĩnh vực chính ứng dụng vào GIS trong bản đồ:
 - + Tự động hoá quá trình xây dựng bản đồ
 - + Sản xuất những bản đồ mới qua phân tích, xử lý dữ liệu
- Ứng dụng máy tính trong bản đồ:
 - + Ưu điểm chính trong tự động hoá là sửa chữa dễ dàng
 - + Các đối tượng có thể thay đổi trong bản đồ số mà không cần vẽ lại
 - + Tỷ lệ và phép chiếu thay đổi dễ dàng
- Sự khác biệt giữa tự động hoá bản đồ và GIS như sau:
 - + Tạo bản đồ đòi hỏi: hiểu biết về vị trí của đối tượng, giới hạn thuộc tính
 - + GIS đòi hỏi: hiểu biết về vị trí của đối tượng và quan hệ giữa đối tượng và thuộc tính

Ở đây là sự khác biệt giữa cơ sở dữ liệu bản đồ và cơ sở dữ liệu thường là nó có tính topology. Các phép toán phân tích bản đồ được sử dụng để phân tích dữ liệu bản đồ số. Bản đồ đóng vai trò sống còn của sự thành công trong GIS.

Hiện nay, công nghệ số dùng trong phần lớn công đoạn của quá trình xây dựng bản đồ. Cụm từ “bản đồ để bàn - desktop mapping” nhấn mạnh khả năng truy nhập trên các người dùng số có sự khác biệt với “desktop publishing”.

* Viễn thám:

Đây là lĩnh vực cung cấp dữ liệu cho GIS. Viễn thám cho phép thu thập thông tin về trái đất từ vệ tinh hay máy bay.

Hai nguyên tắc chính của viễn thám dùng với GIS:

- Chất lượng và giá trị dữ liệu được cải thiện qua độ chính xác của phép phân loại.
- Để có đầy đủ thông tin cho tạo quyết định, cần kết hợp với các lớp thông tin khác không gian quan sát được từ ngoài không gian. Ví dụ: ranh giới hành chính.

Đặc điểm ứng dụng trong lĩnh vực này:

- Tỷ lệ bao trùm nhiều tỷ lệ phụ thuộc vào độ cao bay chụp và khả năng thiết bị
- Mô hình dữ liệu thu thập chủ yếu ở dạng raster
- Ảnh sau khi phân loại có thể chuyển sang dạng vector hoặc input vào GIS

Viễn thám kết hợp với GIS như là một hướng đã và đang được phát triển hiện nay. Cả hai lĩnh vực đều đang được phát triển. Trong viễn thám, các hệ thống bao gồm các chức năng xử lý ảnh. Giao tiếp là không khó khăn về mặt kỹ thuật, tuy nhiên vẫn còn có sự không tương thích về mô hình dữ liệu, format chuẩn và độ phân giải không gian. Nhiều phần mềm GIS có chức năng chuyển đổi dữ liệu từ các hệ thống viễn thám và hiển thị dữ liệu vector trên nền ảnh viễn thám. Bản đồ ảnh: ảnh đã được nắn chỉnh, đưa các yếu tố toán học về bản đồ lên: phép chiếu, toạ độ, điểm khống chế, khung, lưới..v..v..

Hỗ trợ cải thiện công nghệ viễn thám:

Việc thu thập dữ liệu không gian được cải thiện cùng với nhiều tiến bộ liên tục trong việc thu thập và xử lý ảnh viễn thám. Số lượng vệ tinh nhiều, độ phân giải về không gian và thời gian được cải thiện và nền sensor mới sẽ góp phần làm tăng lượng dữ liệu có thể thu thập được. Chúng ta sẽ có thể phán đoán được các hiện tượng sẽ xảy ra và cũng có thể xác định vị trí của các đối tượng đã được đo đạc từ trước nhưng với độ chính xác được cải thiện đáng kể.

Ví dụ như thiết bị bay con thoi thực hiện nhiệm vụ vẽ bản đồ địa hình bằng sóng radar; các phương tiện bay có người lái tầm xa (RPVs - Remotely Piloted Vehicles) hay các phương tiện không gian không người lái (UAVs - Unmanned Aerial Vehicles) có thể dẫn đầu trong việc gia tăng tính khả thi của các sản phẩm không ảnh phạm vi rộng lớn hơn.

b. Các lĩnh vực áp dụng công nghệ GIS như là một công cụ để quản lý, phân tích dữ liệu và trợ giúp tạo quyết định

- Quản lý và điều tra tài nguyên
- Quản lý và quy hoạch đô thị
- Quản lý đất và giải thửa, thuế
- Quản lý cơ sở hạ tầng
- Nghiên cứu, đánh giá thị trường
- Phân phối giao thông vận tải

c. Hoạt động về nghiên cứu khoa học trong các trường đại học và các viện nghiên cứu.

- Ứng dụng GIS trong nghiên cứu khoa học đang được phát triển.
- Trợ giúp nghiên cứu môi trường toàn cầu - Global Sciences.
- Tìm kiếm các yếu tố tạo nên các dịch bệnh - Vệ sinh dịch tễ.
- Tìm hiểu sự thay đổi trong di cư, phân bố dân số, kinh tế xã hội.
- Tìm hiểu mối quan hệ giữa phân bố loài và môi trường sống: sinh thái học.
- GIS được gọi là công nghệ được dùng trong nghiên cứu như một công cụ:
 - + Tỷ lệ: rất lớn đến rất nhỏ.
 - + Chức năng: chồng xếp, để kết hợp, so sánh các lớp thông tin khác nhau
 - + Nội suy.
 - + Hiển thị dữ liệu.
 - + Phân tích 3D, các ứng dụng phụ thuộc thời gian.
- Trong khoa học thống kê.

7.4.2. Vai trò GPS trong thành lập bản đồ, bản đồ internet và thế giới ảo

Công nghệ GPS ngày càng phát triển mạnh mẽ với sự tích hợp nhiều công nghệ mới để gia tăng số lượng, chất lượng dữ liệu và hiệu quả đo đạc. Đồng thời, chi phí của các thiết bị này có xu hướng giảm để có thể tiếp cận được nhiều người dùng. Công nghệ GPS có thể được tích hợp vào các thiết bị di động như điện thoại, từ đó cung cấp các dịch vụ định vị cho người dùng điện thoại di động, cho phép định hướng và phân tích địa lý thông qua các thiết bị kết nối không dây (Hình 7.56)



Hình 0.56. Một số ứng dụng của GPS và bản đồ số trong đời sống (<https://ungdungmoi.edu.vn/>)

Ngoài ra, GPS cũng được tích hợp với các thiết bị quét địa hình bằng laser để mang lại hiệu quả trong việc thu thập các thông tin chi tiết liên quan đến dữ liệu không gian. Trong ứng dụng này, các thiết bị quét ba chiều được phát triển để có thể đo đạc được vị trí theo trục thẳng đứng và theo phương ngang của đối tượng.

Internet có tác động quan trọng ngày càng lớn đối với GIS, đặc biệt là trong việc mở rộng số lượng và bề rộng của dữ liệu không gian và cải thiện việc cập nhật và phân phối thông tin không gian. Các bản đồ đang ngày càng phổ biến trên các trang web trên thế giới. Bản đồ internet cung cấp các chức năng bản đồ thông thường, chẳng hạn như các hỗ trợ về phương hướng để biểu hiện trạng thái không gian hay cung cấp hình ảnh ảo của các vị trí không gian. Các ứng dụng bản đồ internet cho phép người sử dụng tạo các bản đồ trên các trang web.

Dữ liệu không gian đang được sử dụng ngày càng nhiều trong các ứng dụng về thế giới ảo. Thế giới ảo thực chất là sự biểu diễn các thực thể có thật bằng máy tính. Các thực thể này

có thể là nhà cửa, con người, các phương tiện đi lại hay các thực thể khác. Bất cứ một đối tượng thực hay tưởng tượng nào đều có thể được mô tả trong thế giới ảo.

Dữ liệu không gian trong thế giới ảo đang được sử dụng rộng rãi trong các hoạt động có giá thành cao, tốn nhiều thời gian. Ví dụ như việc đưa người đến các vị trí địa hình thực tế để tham quan mà địa điểm đó quá xa hoặc khó khăn trong đi lại. Một ví dụ khác nữa là đào tạo phi công, lúc này thế giới ảo được sử dụng rộng rãi bởi vì một chuyến bay ảo bằng mô hình sẽ có chi phí thấp hơn nhiều để xây dựng và hoạt động mô hình so với một chuyến bay thực tế. Do vậy, có thể tiết kiệm được chi phí rất lớn trong việc đào tạo này.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 7

1. Hãy nêu tóm tắt các ứng dụng chính của hệ thống thông tin địa lý?
2. Hãy trình bày một ứng dụng cụ thể của hệ thống thông tin địa lý mà em đã thực hiện?

TÀI LIỆU THAM KHẢO CHƯƠNG 7

- Bolstad, Paul (2016). GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems, 5th Edition, ISBN 978-1-50669-587-7, Eider Press, 2303 4th St. White Bear Lake, MN 55110
- Mohan Sundara Rajan, (1991). Remote sensing and geographic information system. Asian Development Bank. Environmental paper 9/ Manila. Philippines. 199 pp.
- Lê Thị Ngọc Anh, Hoàng Xuân Dậu, (2016). Ứng dụng GIS trong dự báo dịch tả. Tạp chí Khoa học công nghệ thông tin và truyền thông, Tập 1, Số 1, tháng 6 năm 2016
- Nguyễn Thị Tịnh Áu, Nguyễn Duy Liêm, Nguyễn Kim Lợi, (2013). Ứng dụng mô hình SWAT và công nghệ GIS đánh giá lưu lượng dòng chảy trên lưu vực sông Đắc Bla. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Các Khoa học Trái đất và Môi trường, 29, 3, 1-13.
- Trần Quang Bảo, Lê Sỹ Doanh, Hoàng Thị Hồng, (2017). Sử dụng ảnh Google Earth để xây dựng bản đồ hiện trạng rừng và đánh giá biến động rừng tại công ty Lâm nghiệp La Ngà, tỉnh Đồng Nai. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp, 1, 79-88.
- Hoàng Thái Bình, Trần Ngọc Anh, Đặng Đình Khá, (2010). Ứng dụng mô hình MIKE FLOOD tính toán ngập lụt hệ thống sông Nhật Lệ tỉnh Quảng Bình. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 26, 3S, 285-294.
- Lê Quang Cảnh, Lê Văn Thắng, Nguyễn Huy Anh, (2012). Ứng dụng GIS xây dựng bản đồ bị tổn thương do nước biển dâng gây ra đối với diện tích đất trồng lúa ở dải ven biển tỉnh Phú Yên. Tạp chí khoa học đại học Huế tập 74B, số 5, 17-24.
- Huỳnh Văn Chương, Vũ Trung Kiên, Lê Thị Thanh Nga, (2012). Ứng dụng GIS trong đánh giá đất đai phục vụ qui hoạch phát triển cây cao su tiêu điền tại huyện Hải Đăng tỉnh Quảng Trị. Tạp chí Khoa học, Đại học Huế, 75A, 6, 7-17.
- Nguyễn Hữu Cường, (2018). Tích hợp GIS và cây quyết định đánh giá thích nghi đất đai cây dừa trên địa bàn huyện Mỏ Cày Nam, tỉnh Bến Tre. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, 34, 1, 66-76.
- Đinh Ngọc Đạt, Hoàng Bắc, Nguyễn Vũ Giang, Trần Đức Việt, Mai Thị Hồng Nguyên, Chu Xuân Huy, Nguyễn Minh Ngọc, Trần Tuấn Anh, Huỳnh Quốc Thích, Doãn Minh Chung, (2016). Ứng dụng tư liệu viễn thám, ảnh vệ tinh VNREDSAT-1 và hệ thống thông tin địa lý (GIS) giám sát hiện trạng quá trình sinh trưởng, dự báo sản lượng cây cà phê khu vực Tây Nguyên, thí điểm tại địa bàn tỉnh Đắk Lắk. Đề tài khoa học công nghệ cấp Nhà nước.
- Lê Đức Hạnh, Hoàng Thanh Sơn, Tống Phúc Tuấn, Bùi Anh Tuấn, Vũ Hải Đăng, Nguyễn Thị Hải Yến, Trịnh Việt Nga, (2022). Ứng dụng công nghệ viễn thám, RTK, GIS thành lập bản đồ ngập lũ đồng bằng Tuy Hòa – tỉnh Phú Yên. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 740, 36-45.
- Nguyễn Thị Thu Hằng, (2012). Xây dựng mô hình cơ sở dữ liệu phục vụ công tác xác minh nguồn gốc nhà đất khu phố cổ tại thành phố Hà Nội (lấy ví dụ tại phường Hàng Mã). Luận án Thạc sĩ, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên.
- Lưu Đình Hiệp, Nguyễn Thị Cẩm Tiên, Nguyễn Gia Huy, Trần Thanh Long, (2019). Ứng dụng GIS phục vụ công tác quản lý hạ tầng đô thị trên địa bàn TP Phan Ranh – Tháp Chàm, tỉnh Ninh Thuận. Đề tài Khoa học công nghệ cấp tỉnh.
- Nguyễn Hải Hòa, Nguyễn Thị Thu Hiền, Lương Thị Thu Trang, (2016). Ứng dụng GIS và ảnh Landsat đa thời gian xây dựng bản đồ biến động diện tích rừng tại xã vùng Đệm Xuân Đài và Kim Thượng, Vườn Quốc gia Xuân Sơn. Tạp chí KHLN 3/2016 (4524 – 4537)

- Nguyễn Hải Hòa, Nguyễn Văn Quốc, (2017). Sử dụng ảnh Viễn thám Landsat và GIS xây dựng bản đồ biến động diện tích rừng tại vùng đệm vườn Quốc gia Xuân Sơn. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp, 3, 46-56.
- Trần Kim Khánh, Vương Văn Quỳnh, Ngô Văn Xiêm, (2022). Nghiên cứu đặc điểm đám cháy trên mặt đất rừng thông ở huyện Sóc Sơn, Thành phố Hà Nội. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp, 3, 83-93.
- Bùi Hoàng Kiệt, ThS. Nguyễn Thanh Quang, (2018). Ứng dụng GIS trong việc kiểm soát ô nhiễm nước thải ngành chế biến gỗ và các sản phẩm từ gỗ trên địa bàn thị xã Thuận An, tỉnh Bình Dương. Kỷ yếu Hội thảo Khoa học Phát triển bền vững vùng Đông Nam Bộ - thách thức và giải pháp trong quy hoạch và quản lý, 11-23.
- Phùng Văn Khoa, Bùi Xuân Dũng, Lê Thái Sơn, (2021). Phân cấp điều kiện lập địa làm cơ sở cho phục hồi rừng tại huyện kỳ sơn thuộc khu dự trữ sinh quyển thế giới miền tây Nghệ An, (2021). Tạp chí khoa học và công nghệ lâm nghiệp, 1, 102-112.
- Võ Quang Minh, Trương Chí Quang, Võ Quốc Tuấn, Phạm Thanh Vũ, Trương Minh Thái, Nguyễn Thị Hồng Diệp, Huỳnh Thị Thu Hương, Phan Kiều Diễm, (2018). GIS và viễn thám trong cuộc cách mạng nông nghiệp 4.0 ở đồng bằng sông Cửu Long. Tạp chí Khoa học – Trường DDHSP TPHCM, 15, 11b, 13-20.
- Vũ Thành Minh, Lê Thị Thu Hiền, (2015). Ứng dụng GIS và viễn thám để thành lập bản đồ nhạy cảm cháy tại Vườn Quốc gia Tràm Chim. Tạp chí phát triển KH&CN, 18, 6, 221-235.
- Trương Chí Quang, Võ Quang Minh, Trần Trọng Đức và Trần Thanh Tâm, (2011). Ứng dụng GIS dự báo trung hạn khả năng nhiễm rầy nâu trên lúa trường hợp nghiên cứu ở Đồng Tháp. Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ, 17, 103-109.
- Nguyễn Thám, Nguyễn Đăng Độ, Uông Đình Khanh, (2012). Xây dựng bản đồ nguy cơ trượt lở đất tỉnh Quảng Trị bằng phương pháp tích hợp mô hình phân tích thứ bậc (AHP) vào GIS. Tạp chí Khoa học, Đại học Huế, Tập 74B, Số 5, 143-155.
- Nguyễn Ngọc Thạch, Dương Văn Khâm, (2018). Địa thông tin ứng dụng: Các ứng dụng của Viễn thám, Hệ thông tin địa lý và GIS.
- Nguyễn Ngọc Thạch, Đặng Ngô Bảo Toàn, Phạm Xuân Cảnh, (2017). Ứng dụng viễn thám và GIS thành lập bản đồ nguy cơ cháy rừng phục vụ phòng chống, giảm thiểu thiệt hại do cháy rừng tại tỉnh Sơn La, Việt Nam. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, 33, 3, 53-66.
- Lê Văn Thạnh, Trương Chí Quang, Võ Quang Minh, Trần Lê, Võ Quốc Tuấn, (2014). Ứng dụng công nghệ WebGIS trong công tác quản lý dữ liệu chăn nuôi - thú y tại thành phố Cần Thơ (APPLYING WEBGIS TECHNOLOGY TO MANAGING THE LIVESTOCK - ANIMAL HEALTH DATA OF CAN THO CITY). Kỷ yếu hội thảo ứng dụng GIS toàn quốc 2014, 58-67
- Dương Quỳnh Thanh, Phạm Minh Đây, Nguyễn Đình Giang Nam, Nguyễn Hiếu Trung và Văn Phạm Đăng Trí, (2018). Tác động thay đổi lượng mưa đến biến động bổ cập nước dưới đất tầng nông – trường hợp nghiên cứu tỉnh Hậu Giang. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 54, 6A, 1-11.
- Nguyễn Thám, Hồ Đình Thanh, (2011). Ứng dụng công nghệ GIS thành lập bản đồ phân chia lưu vực sông phục vụ cho việc cảnh báo nguy cơ lũ quét ở tỉnh Gia Lai. Tạp chí Khoa học ĐHSP TP HCM, 27, 121-126.
- Nguyễn Đức Thiện, Trần Đức Dũng, Nguyễn Thế Tùng Lâm, Nguyễn Quốc Quân, Phạm Đăng Mạnh Hồng Luân, (2022). Đánh giá và dự báo chất lượng nước các kênh, rạch, sông, suối trên địa bàn tỉnh Bình Dương. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 735, 12-25.
- Phạm Thước, Nguyễn Duy Thành, (2011). Ứng dụng công nghệ GIS vào xây dựng dự báo ngư trường khai thác cá ngừ đại dương ở vùng biển Việt Nam. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển, 12, 4, 62-71.

- Lê Văn Trung, Nguyễn Thị Kim Hoàng, Nguyễn Thị Ngọc Ánh, (2016). Giải pháp GIS và viễn thám trong thành lập bản đồ xói mòn đất thành phố Đà Lạt. Tạp chí phát triển KH&CN, 19, M1, 46-54.
- Lê Hoàng Tú, (2011). Ứng dụng GIS trong đánh giá mức độ xói mòn đất tại lưu vực sông Đa Tam tỉnh Lâm Đồng. Khóa luận tốt nghiệp.
- Vũ Anh Tuấn, Nguyễn Công Giang, Bùi Thị Ngọc Lan, Ngô Đức Anh, (2011). Hướng tới đô thị thông minh và vai trò của GIS - những thách thức tại Việt Nam. Đề tài khoa học công nghệ cấp Bộ.
- Ngô Quang Tuấn, (2016). Nghiên cứu địa mạo và ứng dụng GIS phục vụ đánh giá nguy cơ tại biến trượt lở xã Năm Dân, huyện Xin Mần, tỉnh Hà Giang. Luận văn Thạc sỹ Địa lý, Đại học Quốc gia Hà Nội, Trường Đại học Khoa học tự nhiên.
- Nguyễn Quang Tuấn, Bạch Văn Dũng, Đoàn Ngọc Nguyên Phong, Nguyễn Phước Gia Huy, (2020). Xây dựng cơ sở dữ liệu GIS về thủ những trường hợp nghiên cứu thí nghiệm tại huyện Phú Vang, tỉnh Thừa Thiên Huế. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, 17, 2, 219-231.
- Phạm Thanh Vũ, Võ Quang Minh, Phan Chí Nguyên, (2014). Ứng dụng GIS trong phân vùng thích nghi đất đai cho sản xuất nông nghiệp vùng ven biển đồng bằng sông Cửu Long. Đề tài khoa học công nghệ cấp Bộ.
- Phạm Thanh Vũ, Phan Chí Nguyên, Lê Quang Trí và Võ Quang Minh, (2016). Ứng dụng GIS trong đánh giá tính tổn thương cho sản xuất nông nghiệp tỉnh An Giang dưới tác động của biến đổi khí hậu. Kỷ yếu hội thảo ứng dụng GIS toàn quốc, Nhà xuất bản Đại học Huế, 261-274.

WEBSITE:

- <https://vegastar.com.vn/>, truy cập ngày 18/5/2023
- <https://gis21.thuathienhue.gov.vn/>, truy cập ngày 22/5/2023
- <https://tainguyenvamoiuong.vn/>, truy cập ngày 22/5/2023
- <https://congnghiepmoiuong.vn/>, truy cập ngày 24/5/2023
- <https://binhphuoc.gov.vn/>, truy cập ngày 24/5/2023
- <https://ekgis.com.vn/>, truy cập ngày 25/5/2023
- <https://vncdc.gov.vn/>, truy cập ngày 25/5/2023
- <https://thuvienphapluat.vn/>, truy cập ngày 25/5/2023
- <https://danso.org/dan-so-the-gioi/>, truy cập ngày 26/5/2023
- <https://dovenhanh.com/>, truy cập ngày 29/5/2023
- <https://tuyenquang.gov.vn/>, truy cập ngày 29/5/2023
- <https://www.evn.com.vn/>, truy cập ngày 30/5/2023
- <https://ungdungmoi.edu.vn/>, truy cập ngày 30/5/2023