

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan bản luận văn “*Xây dựng vùng đệm trong hệ thống thông tin địa lý sử dụng logic mờ*” là công trình nghiên cứu của tôi, dưới sự hướng dẫn khoa học của **PGS.TS Đặng Văn Đức**, tham khảo các nguồn tài liệu đã được chỉ rõ trong trích dẫn và danh mục tài liệu tham khảo. Các nội dung công bố và kết quả trình bày trong luận văn này là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất cứ công trình nào.

Thái Nguyên, tháng 4 năm 2016

Bùi Thị Bích Huệ

LỜI CẢM ƠN

Tôi xin gửi lời cảm ơn sâu sắc tới **PGS.TS Đặng Văn Đức**, Thầy đã tận tình chỉ bảo giúp đỡ tôi trong suốt quá trình nghiên cứu và hoàn thành luận văn.

Xin chân thành cảm ơn quý Thầy Cô trong Phòng Đào tạo, Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông, Đại học Thái Nguyên đã nhiệt tình giảng dạy, trang bị cho tôi những kiến thức quý báu trong suốt thời gian học tập tại trường.

Xin cảm ơn các bạn cùng lớp và đồng nghiệp nơi tôi công tác đã tạo điều kiện cho tôi hoàn thành luận văn này.

Xin gửi lời cảm ơn tới gia đình tôi đã động viên tôi trong suốt quá trình học tập và hoàn thành luận văn.

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	1
Chương 1 TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ VÀ LOGIC MỜ.....	3
1.1. Tổng quan về Hệ thống tin địa lý	3
1.1.1. Các khái niệm cơ bản.....	3
1.1.1.1. Định nghĩa Hệ thống thông tin địa lý (GIS).....	3
1.1.1.2. Kiến trúc hệ thống thông tin địa lý GIS.....	4
1.1.1.3. Mô hình dữ liệu không gian.....	6
1.1.2. Các phép toán phân tích không gian trong hệ GIS	10
1.1.2.1. Truy vấn cơ sở dữ liệu	11
1.1.2.2. Các thuật toán cơ sở phục vụ phân tích không gian	12
1.1.2.3. Các thuật toán đo đạc	14
1.1.2.4. Các thuật toán biến đổi	14
1.1.3. Một số lĩnh vực ứng dụng của GIS.....	17
1.2. Tổng quan về logic mờ và khả năng ứng dụng logic mờ trong GIS	18
1.2.1. Tập mờ và các hàm thuộc	18
1.2.1.1. Khái niệm tập mờ.....	18
1.2.1.2. Hàm thuộc	19
1.2.1.3. Các thông số đặc trưng của tập mờ.....	20
1.2.2. Một vài phép toán logic trên tập mờ	21
1.2.3. Hệ suy diễn mờ	22
1.2.4. Khả năng áp dụng logic mờ trong hệ thống tin địa lý	24
Chương 2 XÂY DỰNG VÙNG ĐỆM TRONG GIS	25
2.1. Các thao tác vùng đệm với GIS véc tơ	25
2.2. Các thao tác vùng đệm với GIS raster	31
2.2.1. Kiến trúc Hệ thống GIS sử dụng logic mờ	31

2.2.2. Xây dựng vùng đệm mờ trong GIS raster.....	34
2.3. Các thuật toán xây dựng vùng đệm sử dụng logic mờ	46
2.3.1. Các thuật toán Buffer lập sử dụng logic mờ	46
2.3.2. Từ thuật toán Buffer lập đến thuật toán Buffer toàn diện.....	49
2.3.3. Mô tả thuật toán Buffer sử dụng trong đồ họa.....	54
2.3.4. Đánh giá thuật toán	58
Chương 3 XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH THỬ NGHIỆM	61
3.1. Môi trường phát triển chương trình	65
3.2. Chức năng của chương trình	65
3.3. Một số giao diện của chương trình	65
3.4. Kết quả thử nghiệm.....	67
KẾT LUẬN	70
TÀI LIỆU THAM KHẢO	72

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1 Hệ thống thông tin địa lý.....	5
Hình 1.2 Tầng (layer) bản đồ	5
Hình 1.3 Ví dụ biểu diễn vị trí máy ATM	7
Hình 1.4 Line trong GIS.....	7
Hình 1.5 Ví dụ số liệu vecto biểu diễn dưới dạng cung.....	8
Hình 1.6 Ví dụ số liệu vecto được biểu thị dưới dạng vùng (Polygon).....	8
Hình 1.7 Ví dụ mô hình raster.....	9
Hình 1.8 Biểu diễn đoạn thẳng.....	12
Hình 1.9 Điểm trong đa giác 1	13
Hình 1.10 Điểm trong đa giác 2	13
Hình 1.11 Tính diện tích đa giác	14
Hình 1.12 Biến đổi (xếp chồng)dữ liệu từ dữ liệu vecto	15
Hình 1.13 Tìm giao của 2 đa giác bất kỳ	16
Hình 1.14 Vùng đệm	17
Hình 1.15 Hàm mờ tuyến tính.....	20
Hình 1.16 Hàm mờ hình sin	20
Hình 1.17 Tập mờ B bao hàm tập mờ A	21
Hình 1.18 Phép toán logic trên tập mờ	21
Hình 1.19 Kiến trúc hệ suy diễn mờ	23
Hình 2.1 Ví dụ về vùng đệm (điểm, đường, vùng).....	25
Hình 2.2 Vùng đệm của xâu đoạn thẳng.....	26
Hình 2.3 Tìm vùng đệm	27

Hình 2.4. Trường hợp góc tù.....	28
Hình 2.5. Trường hợp góc bẹt.....	29
Hình 2.6 Mô hình kiến trúc & luồng công việc của Hệ suy luận mờ trong GIS	32
Hình 2.7 Bản đồ độ dốc khu vực nghiên cứu.....	36
Hình 2.8 Đường và độ gần với đường	36
Hình 2.9 Bản đồ raster cho quá trình ra quyết định “Gần thị trấn”	37
Hình 2.10 (a) Kết quả phân tích logic rõ cho địa điểm phù hợp.....	37
(b) Kết quả mờ cho vị trí phù hợp sử dụng luật (1).....	37
Hình 2.11 Hàm thành phần cho (a) “bằng phẳng”, (b) “hơi dốc”	39
(c) “gần thị trấn” và (d) “phù hợp”	39
Hình 2.12 Minh họa về xây dựng vùng đệm sử dụng logic mờ trong GIS .	44
Hình 2.13 Minh họa bản đồ đệm trong GIS.....	46
Hình 2.14 Thuật toán Brute-Force cho β -buffering bản đồ raster mờ	47
Hình 2.16 Thuật toán β -buffering bản đồ raster mờ sử dụng phân cấp cell ..	49
Hình 2.17 Bản đồ với điểm thành viên mờ ban đầu và sau khi đã buffer	51
Hình 2.18 Thuật toán buffer toàn diện với hàm ψ -Buffering cho bản đồ mờ.....	52
Hình 2.19 Thuật toán ψ -Buffering cho bản đồ mờ sử dụng phân cấp cell và ngưỡng...	53
Hình 2.20 Mô tả thuật toán z-buffer với phần cứng đồ họa.....	55
Hình 2.21 Hàm xấp xỉ $\zeta(l)$ được tính dựa trên hình nón quạt.....	57
Hình 2.22 Thời gian xử lý của thuật toán buffer với phân cấp cell và xác định ngưỡng với thời gian xử lý của thuật toán buffer khi sử dụng đồ họa.....	59
Hình 3.1 Giao diện chính của chương trình.....	66
Hình 3.2 Giao diện chức năng tạo vùng đệm rõ	66

Hình 3.3	Giao diện chức năng tạo vùng đệm mờ	66
Hình 3.4	Phân tích khoảng cách đến các cơ quan, bệnh viện, trường học	67
Hình 3.5	Phân tích khoảng cách đến khu dân cư sử dụng vùng đệm mờ	67
Hình 3.6	Phân tích khoảng cách đến nguồn nước mặt.....	68
Hình 3.7	Kết quả thu được sau khi phân tích và chồng phủ bản đồ	69

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1.	Giá trị vị trí và kết quả tìm được giữa logic rõ & logic mờ	41
Bảng 3.1	Các chỉ tiêu lựa chọn địa điểm chôn lấp rác thải tại TP Nam Định.....	63
Bảng 3.2	Phân loại mức độ phù hợp của từng chỉ tiêu để xây dựng vùng đệm..	64

MỞ ĐẦU

Cùng với sự phát triển của xã hội, con người đã sử dụng nhiều công cụ để tìm hiểu, khai thác và giải đáp các thắc mắc về tự nhiên; trong đó, kỹ thuật “Thông tin địa lý” (GIS – Geographic Information System) là kỹ thuật ưu việt được sử dụng rộng rãi từ những năm 60 trở lại đây.

Kỹ thuật GIS là kỹ thuật ứng dụng hệ thống vi tính, số hóa để thu thập, phân tích, xử lý dữ liệu không gian. Từ đó, GIS đã trở thành công cụ hỗ trợ ra quyết định trong hầu hết các lĩnh vực nghiên cứu và quản lý, đặc biệt trong quản lý, quy hoạch nguồn tài nguyên môi trường.

Thông tin địa lý là thông tin về các vị trí trên bề mặt trái đất, bao gồm tri thức về cái gì đó? Ở đâu? Hoặc tri thức về cái gì ở tại vị trí biết trước? Đặc trưng của thông tin địa lý có thể rất chi tiết như: thông tin về từng ngôi nhà trong thành phố hoặc có thể rất thô như: thời tiết, mật độ dân số quốc gia... Một trong những đặc trưng riêng biệt của dữ liệu địa lý trong GIS là: “*không rõ ràng – mờ*”. Đặc trưng này hình thành trong quá trình thu thập dữ liệu từ thế giới thực như: thông tin tương ứng về đối tượng không đầy đủ, thu thập dữ liệu của đối tượng bất ổn, quá trình tập hợp thuộc tính dữ liệu xảy ra sai sót, hoặc việc sử dụng các diễn tả định tính trong biểu diễn mối quan hệ giữa thuộc tính với nhau.

Phương pháp truyền thống trong thu thập, lưu trữ dữ liệu địa lý là sử dụng bản đồ giấy, mô tả, dùng cơ sở dữ liệu quan hệ... Tuy nhiên, để giải quyết vấn đề không rõ ràng, dữ liệu mờ ở trên GIS cần có sự mở rộng về mô hình dữ liệu, tích hợp các lập luận, phép toán có sử dụng logic mờ trong biểu diễn và phân tích dữ liệu không gian.

GIS có nhiều chức năng thực hiện phân tích dữ liệu không gian, trong đó hai thao tác cực kỳ quan trọng là xếp chồng bản đồ (overlay) và xây dựng

vùng đệm (buffering). Trong đó, vùng đệm là một vùng bao phủ bởi một khoảng cách nhất định từ một đối tượng điểm, đường hoặc vùng.

Xây dựng vùng đệm là một phép chọn lọc đối tượng hay vùng địa lý trong không gian được sử dụng phổ biến trong GIS. Các thuật toán xây dựng vùng đệm sử dụng logic mờ là cơ sở lý thuyết để hỗ trợ các lập luận trên tập dữ liệu mờ trong GIS. Chính vì lý do đó, trong khuôn khổ luận văn, học viên thực hiện nghiên cứu: ***“Xây dựng vùng đệm trong hệ thống thông tin địa lý sử dụng logic mờ”***

Chương 1

TỔNG QUAN VỀ

HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ VÀ LOGIC MỜ

1.1. Tổng quan về Hệ thống tin địa lý

Thông tin địa lý là tập các thông tin về lĩnh vực mô tả trái đất, bao gồm các mô tả về cấu trúc không gian (hai chiều), khí quyển (ba chiều), vị trí, tọa độ,... của các đối tượng trong thế giới thực.

Để lưu trữ các dữ liệu này, người ta sử dụng bản đồ. Bản đồ là thể hiện của quan hệ không gian (spatial relationship) giữa các đối tượng; là biểu diễn đồ họa tập các đặc trưng trừu tượng và quan hệ không gian tương ứng trên bề mặt trái đất như: bản đồ mật độ phát triển kinh tế tại từng vùng địa lý, bản đồ phân loại chất đất,...

Với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ thông tin, hiện nay, dữ liệu bản đồ được lưu trữ dưới dạng số hóa. Mọi dữ liệu được thu thập và lưu trữ, phân tích nhờ sự giúp đỡ của Hệ thống thông tin địa lý (Geographic Information System – GIS).[1]

1.1.1. Các khái niệm cơ bản

Hệ thống thông tin địa lý – Geographic Information System (GIS) là một nhánh của công nghệ thông tin, đã hình thành từ những năm 60 của thế kỷ trước và phát triển rất mạnh trong những năm gần đây.

GIS được sử dụng nhằm xử lý đồng bộ các lớp thông tin không gian (lớp bản đồ) gắn với các thông tin thuộc tính, phục vụ nghiên cứu, quy hoạch và quản lý các hoạt động theo lãnh thổ.

1.1.1.1. Định nghĩa Hệ thống thông tin địa lý (GIS)

Sự đa dạng trong các lĩnh vực sử dụng, các phương pháp và khái niệm áp

dụng trong GIS đã dẫn đến có nhiều định nghĩa khác nhau về GIS:

- GIS là một hệ thống thông tin để mã hóa, lưu trữ, biến đổi, phân tích và hiển thị thông tin địa lý (<http://www.asprs.org>)

Như vậy, xét về góc độ là công cụ hoặc ứng dụng thì GIS là công cụ hỗ trợ ra quyết định, giúp người sử dụng thực hiện các mục đích cụ thể.

- GIS là hệ thống gồm đầu vào, bộ nhớ, bộ xử lý và đầu ra của thông tin địa lý (*NCGIA Core Curriculum in Geographic Information Science*)

Xét dưới góc độ là hệ thống, GIS là hệ gồm các thành phần: phần cứng, phần mềm, cơ sở dữ liệu và cơ sở tri thức chuyên gia.

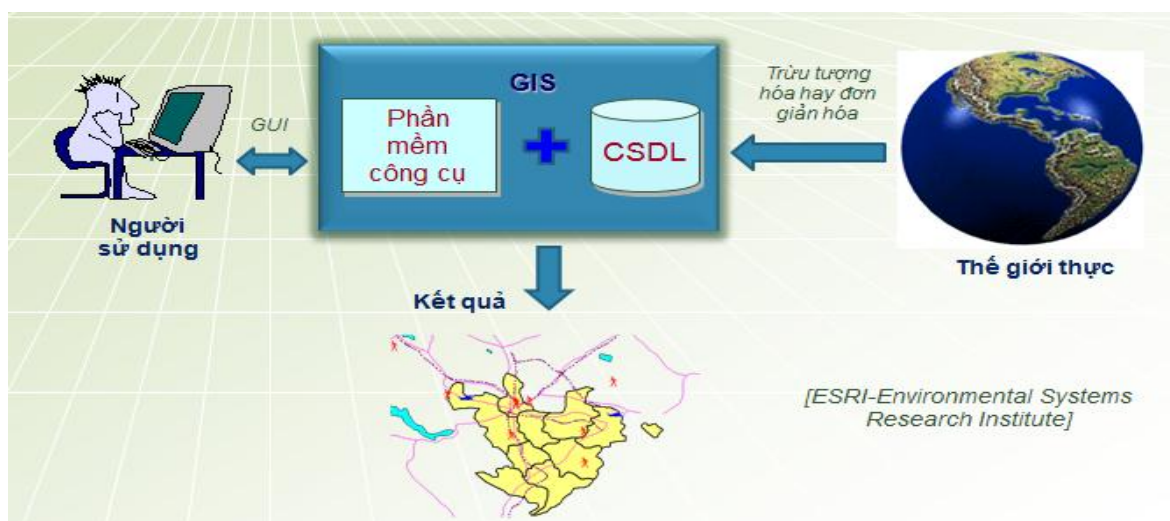
- GIS là hệ thống phần mềm máy tính, phần cứng, dữ liệu nhằm thao tác, phân tích thông tin không gian (<http://www.gis.com>)

Xét dưới góc độ là phần mềm, GIS làm việc với các thông tin không gian, phi không gian, thiết lập mối quan hệ không gian giữa các đối tượng. Có thể nói, chức năng phân tích không gian đã tạo ra diện mạo riêng cho GIS.

Tuy có rất nhiều định nghĩa về GIS như trên, nhưng nói chung đã thống nhất quan niệm: ***GIS là một hệ thống kết hợp giữa con người và hệ thống máy tính, cùng các thiết bị ngoại vi để lưu trữ, xử lý, phân tích, hiển thị các thông tin địa lý, hỗ trợ ra quyết định phục vụ mục đích nghiên cứu, quản lý nhất định.***

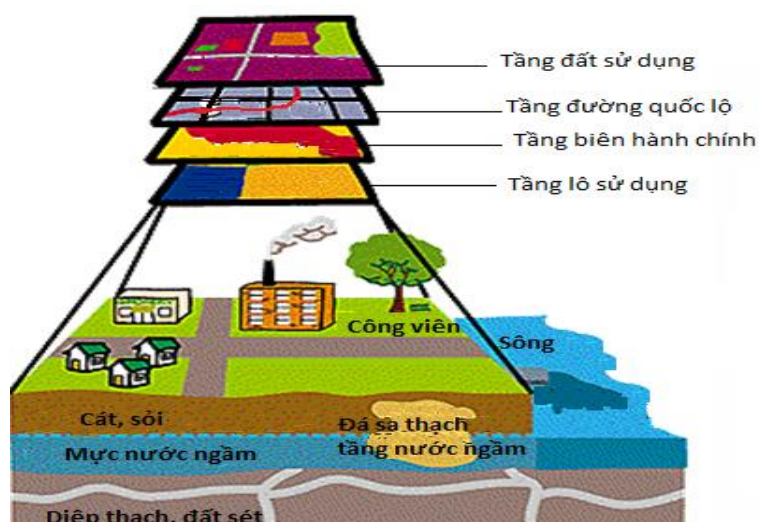
1.1.1.2. Kiến trúc hệ thống thông tin địa lý GIS

Đối tượng nghiên cứu của GIS là các hiện tượng địa lý: là các thực thể trong thế giới thực với 3 thuộc tính: đặt tên/mô tả được, tham chiếu địa lý được & được gán cho thời gian/ khoảng thời gian mà nó tồn tại. Với giả thiết các hiện tượng này xảy ra trong không gian Euclid 2-D hoặc 3-D, sau khi dữ liệu được thu thập, người ta sử dụng các phương pháp khái quát hóa (generalization) để loại bỏ các chi tiết không cần thiết.



Hình 1.1 Hệ thống thông tin địa lý

Kết quả thu được sau quá trình phân tích nhờ hệ GIS chính là bản đồ, lưu đồ, biểu đồ,...; GIS lưu trữ thông tin thế giới thực thành các tầng (layer) bản đồ chuyên đề mà chúng có khả năng liên kết địa lý với nhau.



Hình 1.2 Tầng (layer) bản đồ

Tầng bản đồ là tập dữ liệu mô tả cùng một tính chất của các vị trí trong vùng địa lý. Chỉ một loại thông tin xuất hiện tại mỗi vị trí trong một tầng bản đồ. Bao nhiêu loại thông tin cần bấy nhiêu tầng bản đồ. Ví dụ: Hình 1.2, mỗi tầng sẽ tương ứng có bản đồ chuyên về loại thông tin đó: bản đồ lớp đất sử dụng, bản đồ hành chính,...

Tư tưởng tách bản đồ thành tầng tuy đơn giản nhưng khá mềm dẻo và hiệu quả, chúng có khả năng giải quyết rất nhiều vấn đề về thế giới thực: theo dõi điều hành xe cộ giao thông, các ứng dụng lập kế hoạch và mô hình hoá lưu thông.

1.1.1.3. Mô hình dữ liệu không gian

Dữ liệu GIS rất phong phú về chủng loại. Một dữ liệu địa lý bao gồm 2 thành phần: thuộc tính và hình học.

Dữ liệu hình học: các thông tin không gian, vị trí địa lý được trình bày dưới dạng vector (điểm, đường, vùng) hoặc dạng raster (lưới). Thí dụ: Đường biên hành chính tỉnh và vị trí địa lý hình thành nên vùng xác định tỉnh đó.

Dữ liệu thuộc tính: các dữ liệu thông kê, dữ liệu phi không gian dùng để mô tả đặc điểm của đối tượng địa lý được trình bày dưới dạng các ký tự hoặc số hoặc các ký hiệu. Ví dụ: Dân số của một tỉnh hay lượng mưa trong năm của vùng...

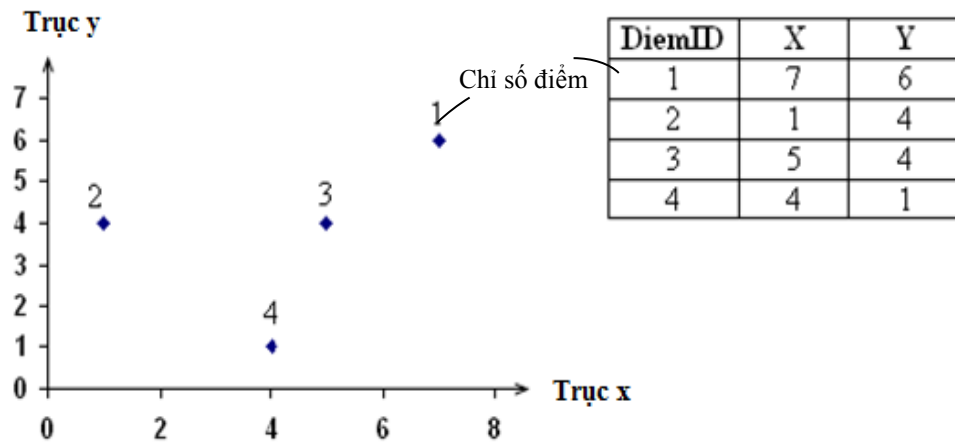
Hai thành phần dữ liệu trên được lưu trữ riêng trong cơ sở dữ liệu nhưng kết nối logic với nhau bởi các khóa trong GIS.

a. Mô hình dữ liệu Vector

Điểm (Point)

Điểm được định nghĩa bởi bộ 2, tọa độ (x,y) trong 2D hay bộ ba, tọa độ (x,y,z) trong 3D. Điểm được sử dụng để biểu diễn các đối tượng không có hình dạng và kích thước. Ngoài tham chiếu địa lý, các dữ liệu kèm theo được lưu trữ với điểm là các thuộc tính.

Ví dụ: Các tiện ích công cộng như ATM, bệnh viện, nhà hàng, bãi đỗ xe...Việc lựa chọn dữ liệu dạng điểm để biểu diễn đối tượng phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể và tỷ lệ bản đồ. Ví dụ: Bệnh viện có thể là đối tượng điểm hoặc đối tượng 2D.



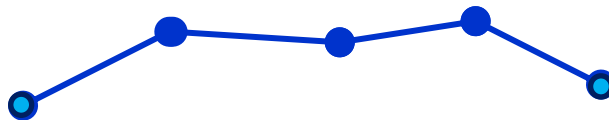
Hình 1.3 Ví dụ biểu diễn vị trí máy ATM

Đường – Cung (*Line - Arc*)

Dữ liệu dạng đường (*line*) biểu diễn các đối tượng 1D như đường quốc lộ, tàu hỏa, sông ngòi, đường điện... Việc lựa chọn dữ liệu dạng đường để biểu diễn đối tượng phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể và tỷ lệ bản đồ. Ví dụ, đường phố có thể là đối tượng 2D hoặc 1D.

Để biểu diễn một tuyến liên tục với dạng bất kỳ là khó khăn. GIS lựa chọn các điểm (nút) để lưu trữ và xấp xỉ đối tượng đường.

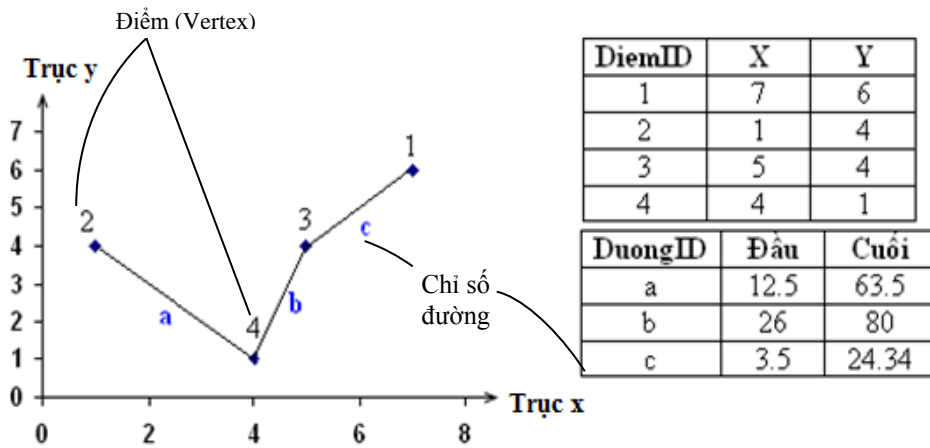
Line được định nghĩa bởi tọa độ hai đầu nút (*node*) và 0 hay nhiều nút bên trong (*vertex*). *Line* trong GIS còn được gọi là *polyline*, *arc* hay *edge*.



Hình 1.4 Line trong GIS

GIS lưu trữ các nút để hình thành *Line* theo các cách sau:

- Nối các nút bằng đoạn thẳng (*segment*) để hình thành đường gấp khúc (*polyline*).
- Biểu diễn đường cong bằng hàm tham số nối các nút.

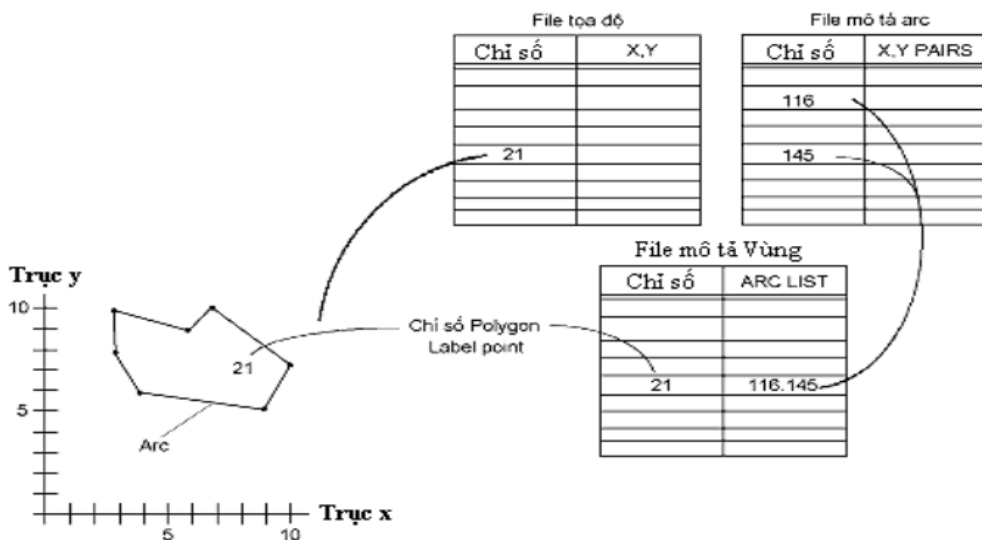


Hình 1.5 Ví dụ số liệu vecto biểu diễn dưới dạng cung

Vùng (Polygon)

Vùng được xác định bởi ranh giới các đường, có điểm đầu trùng với điểm cuối. Các đối tượng địa lý có diện tích và được bao quanh bởi đường thường được biểu diễn bởi vùng.

Mỗi đặc trưng vùng được biểu diễn bởi cấu trúc cung/nút (là đường bao của vùng) để xác định đa giác. Các đặc trưng vùng cùng loại được lưu trữ trong cùng *layer* (được biểu diễn bởi các đa giác không xếp chồng lên nhau)



Hình 1.6 Ví dụ số liệu vecto được biểu thị dưới dạng vùng (Polygon)

Hai cấu trúc dữ liệu hay được sử dụng: *Spaghetti & Topology*

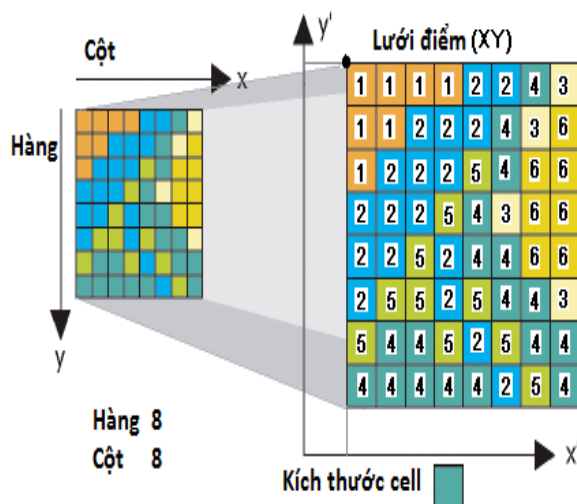
Cấu trúc Spaghetti: Không có quan hệ giữa điểm, xâu và vùng chủ yếu được dùng để vẽ và in bản đồ không hay dùng trong GIS

Cấu trúc Topology: Cấu trúc Topo theo hình cung nút (Xác định vị trí trái phải của các polyline theo hướng đi của điểm bắt đầu đến điểm kết thúc. Điền các giá trị đỉnh và Vertex list)

b. Mô hình dữ liệu Raster

Mô hình GIS raster chính là mô hình sử dụng kỹ thuật phân hoạch không gian thành các tế bào (cell) không chồng phủ nhau (hay còn gọi là *kỹ thuật khảm*) để tạo thành vùng nghiên cứu.

Raster là một tập hợp các tế bào không gian đều nhau, liên tục và có giá trị như nhau. Các giá trị liên quan đại diện cho các giá trị biến, không phải giá trị điểm ảnh. Điều này có nghĩa rằng giá trị cho một tế bào được giả định là có giá trị cho tất cả các vị trí bên trong tế bào.



Hình 1.7 Ví dụ mô hình raster

- ❖ Kích thước của vùng con mà một tế bào có thể biểu diễn được gọi là *độ phân giải raster*.
- ❖ Vị trí của tế bào lưu trữ là cố định, là điểm giữa của tế bào hay góc dưới trái của tế bào.
- ❖ Các vị trí khác được tính thông qua hàm nội suy
- ❖ Lợi thế khi sử dụng mô hình raster là tính toán nhanh
- ❖ Nhược điểm: Không thích nghi với hiện tượng tự nhiên

Trên thực tế, chọn kiểu mô hình nào để biểu diễn bản đồ là câu hỏi luôn đặt ra với người sử dụng. Việc lưu trữ kiểu đối tượng nào sẽ quyết định mô hình sử dụng? Ví dụ nếu lưu vị trí của các khách hàng, các trạm rút tiền hoặc dữ liệu cần tổng hợp theo từng vùng như vùng theo mã bưu điện, các hồ chứa nước,... thì sử dụng mô hình vector. Nếu đối tượng quản lý được phân loại liên tục như loại đất, mức nước hay độ cao của núi,... thì thường dùng mô hình raster. Đồng thời, nếu dữ liệu thu thập từ các nguồn khác nhau được dùng một mô hình nào đó thì có thể chuyển đổi từ mô hình này sang mô hình khác để phục vụ tốt cho việc xử lý của người dùng.

Mỗi mô hình có ưu điểm và nhược điểm khác nhau. Về mặt lưu trữ, việc lưu trữ giá trị của tất cả các ô/điểm ảnh trong mô hình raster đòi hỏi không gian nhớ lớn hơn so với việc chỉ lưu các giá trị khi cần trong mô hình vector. Cấu trúc dữ liệu lưu trữ của raster đơn giản, trong khi vector dùng các cấu trúc phức tạp hơn. Dung lượng lưu trữ trong mô hình raster có thể lớn hơn gấp 10 đến 100 lần so với mô hình vector. Với thao tác chồng phủ, mô hình raster cho phép thực hiện một cách dễ dàng, trong khi mô hình vector lại phức tạp và khó khăn hơn. Về mặt hiển thị, mô hình vector có thể hiển thị đồ họa vector giống như bản đồ truyền thống, còn mô hình raster chỉ hiển thị ảnh nên có thể xuất hiện hình răng cưa tại đường biên của các đối tượng tùy theo độ phân giải của tệp raster.

Với dữ liệu vector, người dùng có thể bổ sung, co giãn hoặc chiếu bản đồ, thậm chí có thể kết hợp với các tầng bản đồ khác thuộc các nguồn khác nhau. Hiện nay, mô hình vector được sử dụng nhiều trong các hệ thống GIS bởi các lý do trên, ngoài ra mô hình này cho phép cập nhật và duy trì đơn giản, dễ truy vấn dữ liệu.

1.1.2. Các phép toán phân tích không gian trong hệ GIS

Khái niệm phân tích không gian hay được sử dụng thay cho phân tích địa

lý. Các phương pháp, kỹ thuật nghiên cứu ở đây không chỉ áp dụng trong không gian địa lý, mà còn được áp dụng cho dữ liệu ở bất kỳ không gian nào. Trong đó, *phân tích không gian là tiến trình biến đổi dữ liệu thô thành các thông tin hữu ích. Phân tích không gian bao gồm các phép biến đổi, chế tác và các phương pháp khác tác động trên dữ liệu địa lý để sinh ra giá trị mới, hỗ trợ ra quyết định và phát hiện các mẫu, dị thường mà con người không quan sát trực tiếp được.*

Một số phương pháp phân tích không gian được thực hiện thủ công, bằng thước đo... từ khi các hệ GIS chưa ra đời. Phương pháp phân tích không gian có thể rất phức tạp, nhưng có thể cũng rất đơn giản. Các kỹ thuật được sử dụng có thể là: phương pháp toán học rất phức tạp; hoặc nhận biết nhanh một số mẫu hay dị thường trong tập dữ liệu địa lý bằng mắt và bộ não người; nhưng giải pháp hiệu quả nhất là sử dụng kết hợp các phần mềm và phương pháp toán học phức tạp với khả năng của con người.

Các phương pháp truy vấn giúp người sử dụng tương tác với CSDL bằng chuột hay bàn phím. Kết quả được trình diễn theo các khung nhìn chuẩn.

Các phương pháp đo đạc xác định độ dài, diện tích, hình dạng, độ dốc và các thuộc tính khác của đối tượng.

Biến đổi dữ liệu không gian tạo ra các thông tin mới bằng cách chế tác hình học trên các đối tượng trong cơ sở dữ liệu.

1.1.2.1. Truy vấn cơ sở dữ liệu

Truy vấn là phép toán phân tích cơ sở, trong đó GIS trả lời các câu hỏi của người sử dụng. GIS cho phép tương tác với hệ thống có thể bằng thiết bị trợ, bàn phím nhập câu hỏi, chọn thực đơn, nhấn Buttons để gửi câu truy vấn SQL đến cơ sở dữ liệu. Một số hệ GIS còn tạo ra giao diện mạnh, ví dụ cho phép tương tác với hệ thống bằng tiếng nói... Rất hiệu quả khi điều hành xe cộ.

Loại truy vấn đơn giản nhất là tương tác giữa người sử dụng với các khung nhìn khác nhau, ví dụ: Khung nhìn Catalog view hiển thị nội dung cơ sở dữ liệu; Khung nhìn Map view hiển thị bản đồ để người sử dụng truy vấn vị trí trên bất cứ nơi đâu của bản đồ; Khung nhìn Table view hiển thị bảng dữ liệu thuộc tính gắn với đối tượng (điểm, đường, vùng).

1.1.2.2. Các thuật toán cơ sở phục vụ phân tích không gian

Các thuật toán sử dụng trong các tiến trình phức tạp của GIS được hình thành từ các thuật toán đơn giản.

Thuật toán tìm giao của hai đường thẳng

Ứng dụng trong GIS: xếp chồng đa giác, trộn, làm tan đa giác và đoạn thẳng, điểm trong đa giác, loại bỏ đa giác lạ...

Tổng quát: phương trình đường thẳng qua 2 điểm $y = ax + b$,

$$\text{trong đó } b = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$$

Nếu ta có 2 đường thẳng: $y = a_1 + b_1x$ và $y = a_2 + b_2x$ thì giao điểm sẽ ở tại:

$$x_i = -(a_1 - a_2) / (b_1 - b_2); \quad y_i = a_1 + b_1x_i$$

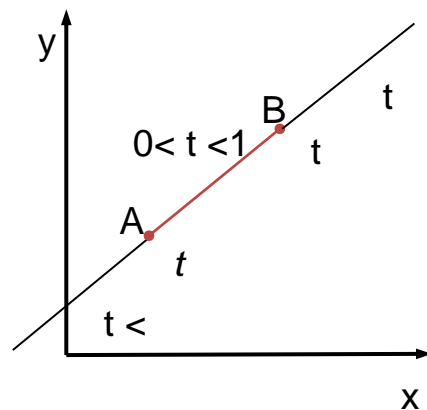
Thuật toán tìm giao của hai đoạn thẳng:

Đòi hỏi kiểm tra xem tọa độ giao đường thẳng có nằm trong các đoạn thẳng hay không? Trong GIS chúng ta thường làm việc với đoạn thẳng thay cho đường thẳng.

Phương pháp: biểu diễn đoạn thẳng bằng tham số:

Đoạn thẳng 1 qua (x_A, y_A) và (x_B, y_B)

Đoạn thẳng 2 qua (x_C, y_C) và (x_D, y_D)



Hình 1.8 Biểu diễn đoạn thẳng

Giao của 2 đoạn thẳng tại t, s như sau:

$$t = \frac{(x_C - x_A)(y_C - y_D) - (x_C - x_A)(y_C - y_A)}{(x_B - x_A)(y_C - y_D) - (x_C - x_D)(y_B - y_A)}$$

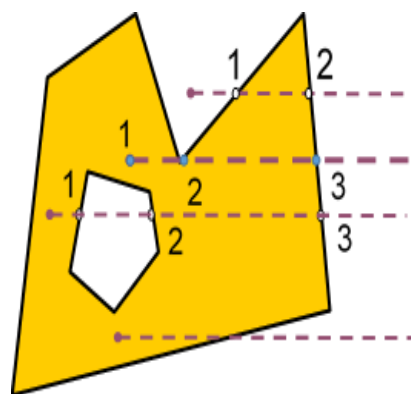
$$0 \leq t \leq 1 \text{ và } 0 \leq s \leq 1$$

$$\begin{aligned} x &= x_A + t(x_B - x_A) & x &= x_C + s(x_D - x_C) \\ y &= y_A + t(y_B - y_A) & y &= y_C + s(y_D - y_C) \end{aligned}$$

Điểm trong đa giác: Định lý nửa đường thẳng của Jordan

Từ điểm cho trước, hãy vẽ tia ra ngoài tận cùng các cạnh đa giác.

Tính tổng giao điểm của tia với các cạnh đa giác: Nếu tổng số điểm là lẻ thì điểm đó nằm trong đa giác, ngược lại tổng số điểm chẵn thì điểm nằm ngoài đa giác.

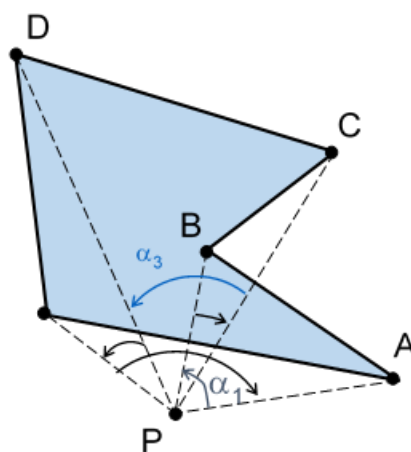


Hình 1.9 Điểm trong đa giác 1

Điểm trong đa giác: Phương pháp kiểm tra góc

Ví dụ, xét điểm P cho trước có ở trong đa giác $ABCDE$?

Từ điểm P nối với các đỉnh đa giác để tạo thành các góc theo thứ tự ngược chiều kim đồng hồ. Các góc này có giá trị dương hoặc âm tùy theo hướng đo. Tính tổng góc: Nếu tổng các góc bằng 0 thì P nằm ngoài đa giác. Nếu tổng các góc bằng 360° thì P nằm trong đa giác



Hình 1.10 Điểm trong đa giác 2

1.1.2.3. Các thuật toán đo đạc

Tính diện tích đa giác

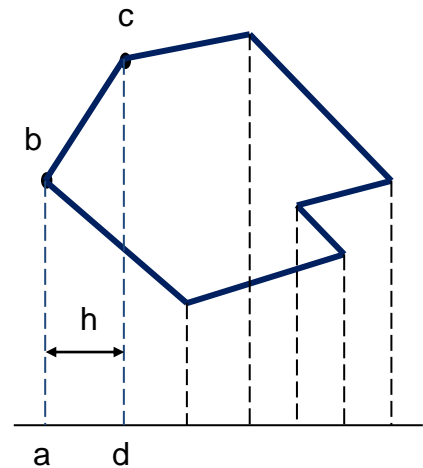
Giả sử các đỉnh đa giác xếp đặt theo chiều quay của kim đồng hồ. Vẽ các đường vuông góc từ đỉnh đa giác xuống trục nằm ngang để tạo các hình thang. Chiều cao hình thang bằng hiệu hai tọa độ x của hai đỉnh liên tiếp. Chúng có giá trị âm hoặc dương.

Diện tích đa giác sẽ bằng tổng diện tích của các hình thang này:

$$A_p = \sum_{i=1}^{n-1} (x_{i+1} - x_i) \frac{(y_i - y_b) + (y_{i+1} - y_b)}{2}$$

Vì y_b có giá trị bất kỳ kể cả 0, cho nên diện tích hình thang sẽ được tính:

$$A_p = \frac{1}{2} \left[(x_n y_1 - x_1 y_n) + \sum_{i=1}^{n-1} (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \right]$$



Hình 1.11 Tính diện tích đa giác

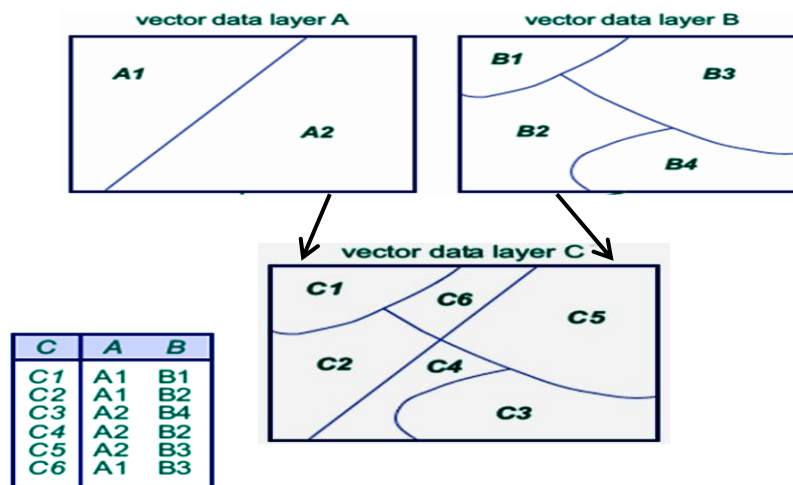
Khoảng cách và độ dài

Các giá trị số mô tả các khía cạnh của dữ liệu địa lý, bao gồm: độ dài, diện tích, hình dạng của đối tượng và quan hệ giữa cặp đối tượng như khoảng cách, hướng.

Để tính khoảng cách hai điểm trên mặt phẳng, ta sử dụng độ đo Pythagore.

1.1.2.4. Các thuật toán biến đổi

Sử dụng các qui tắc hình học, logic và số học để làm thay đổi tập dữ liệu như tổ hợp, so sánh để tạo ra tập mới. Bao gồm cả thao tác biến đổi raster sang vector và ngược lại. Thuật toán biến đổi có thể tạo ra các fields từ tập đối tượng.



Hình 1.12 Biến đổi (xếp chồng) dữ liệu từ dữ liệu vectơ

a. Bài toán xếp chồng (overlaying)

Xây dựng các đối tượng vùng mới từ hai vùng cho trước bằng cách chồng phủ vùng này lên vùng kia. Từ đó, đưa ra kết quả cần tìm theo yêu cầu đã đặt ra. Hình 1.12 là ví dụ xếp chồng hai lớp bản đồ để tạo lớp bản đồ mới trong GIS.

Các đa giác mới là phần chung hay phần riêng của các đa giác cho trước. Thuật toán là khá phức tạp.

b. Thuật toán tìm giao của hai đa giác

Kiểm tra xem hai đa giác có giao nhau? Hai đa giác đơn P và Q cắt nhau nếu thỏa 1 trong các điều kiện sau: Một cạnh của P cắt 1 cạnh của Q; P nằm trong Q; Q nằm trong P

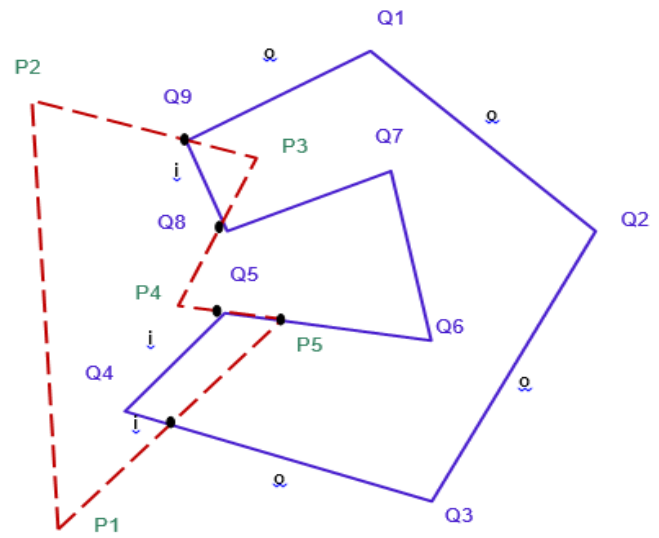
Tìm giao của hai đa giác lồi

Thuật toán: Giả thiết cạnh đa giác sắp xếp theo thứ tự ngược chiều kim đồng hồ.

Thuật toán duyệt theo các cạnh đa giác, bắt đầu từ cặp cạnh a, b và tiếp tục với cạnh có xu thế cắt cạnh của đa giác kia.

**Giao của hai đa giác bất kỳ
(Clamer Schutte, Đại học Delft,
Hà lan)**

Cho trước hai đa giác P và Q không có lỗ hổng, không tự cắt và đỉnh của chúng được sắp xếp theo chiều kim đồng hồ. Hãy tìm đa giác thuộc tập $P \cup Q$, $P \setminus Q$ và $Q \setminus P$



Hình 1.13 Tìm giao của 2 đa giác bất kỳ

Các bước của thuật toán:

- Phân lớp các đỉnh của hai đa giác vào 2 danh sách: gán vào mỗi đỉnh giá trị **i**(nside), **o**(outside) hay **b**(oundary) phụ thuộc vào vị trí của nó so với đa giác kia:

- Tìm giao của các cạnh của hai đa giác P, Q.
- Mỗi giao điểm được xen vào P_v hay Q_v và đánh dấu **b**(oundary) để có danh sách mới

- Lựa chọn các cạnh mới cho đa giác kết quả:
 - + Cạnh đa giác mới là một phần cạnh đa giác gốc, nằm hoàn toàn trong hay hoàn toàn ngoài đa giác kia

- + Ví dụ: chọn các đoạn nằm trong khi đầu cuối nằm trong, nếu cả hai đầu mút nằm trên cạnh đa giác thì kiểm tra điểm giữa của nó xem có nằm trong đa giác?

- Tách các đa giác kết quả

Tách từng đa giác kết quả. Bắt đầu từ đoạn bất kỳ có dấu **i** hay **b** sau đó tìm trong 2 danh sách các đoạn tiếp theo có đầu mút khớp với điểm cuối của cạnh trước. Lặp cho đến khi trở lại điểm ban đầu.

c. Xây dựng vùng đệm (Buffering)

Thao tác xây dựng vùng đệm (Buffer) là một trong những thao tác quan trọng nhất của GIS. Áp dụng thao tác *buffer* cho cả raster và vector GIS

Thao tác vùng đệm (buffer) là thao tác làm tăng kích thước đối tượng bằng cách mở rộng ranh giới của nó. Đối tượng ở đây có thể là điểm, đường hoặc một vùng.



Hình 1.14 Vùng đệm

d. Thuật toán tìm đường đi ngắn nhất

Ta thực hiện chuyển bài toán tìm đường đi ngắn nhất trên bản đồ thành bài toán tìm đường đi ngắn nhất giữa hai đỉnh của một đồ thị liên thông.

Chuyển định dạng bản đồ sang đồ thị: $G = (V, E)$. Mỗi điểm sẽ được chuyển thành một đỉnh. Mỗi đường là một cung trong đồ thị. Mỗi cung có một giá trị (trọng số) khác nhau.

Các thuật toán tiêu biểu:

Thuật toán Ford-Bellman: Áp dụng trong trường hợp tìm đường đi từ một đỉnh tới tất cả các đỉnh còn lại trong đồ thị

Thuật toán Dijkstra: Tìm đường đi tối ưu từ đỉnh s đến các đỉnh còn lại của đồ thị.

Thuật toán A:* Tìm một đường đi từ một nút khởi đầu tới một nút đích cho trước.

1.1.3. Một số lĩnh vực ứng dụng của GIS

Điều tra và quản lý môi trường, tài nguyên là một trong những ứng dụng sớm nhất của GIS.

Trong quản lý tài nguyên thiên nhiên môi trường, các ứng dụng của GIS:

- Xây dựng mô hình số độ cao (DEM): Sử dụng công nghệ ảnh viễn thám để xây dựng mô hình DEM nhằm phục vụ cho nhiều mục đích như: Lưu trữ bản đồ số địa hình trong các CSDL của quốc gia; phục vụ cho mục đích thiết kế và quy hoạch cảnh quan, tính toán độ dốc, ...

- Quy hoạch môi trường: là một trong các ứng dụng thành công nhất, phát triển bền vững nhất của GIS. Trong đó, GIS hỗ trợ việc sử dụng đất - quy hoạch việc sử dụng đất, quy hoạch vùng, đánh giá các tác động, quản lý môi trường tự nhiên, đánh giá các yếu tố tác động đến môi trường tự nhiên.

- Nghiên cứu đánh giá xói mòn đất; Rừng điều tra, hệ thống rừng, quản lý lưu vực sông, phát triển hệ thống cơ sở hạ tầng trong điều kiện có rừng. Đây cũng là lĩnh vực ứng dụng đem lại thành công rực rỡ cho GIS.

- Nghiên cứu tai biến môi trường: Công nghệ GIS được sử dụng nghiên cứu về bão, mô hình hóa, dự báo bão, lũ, độ dốc, mức độ ổn định của địa chất.

- GIS hỗ trợ trong nông nghiệp về nghiên cứu sự mất mùa, điều tra khả năng đất.

Đánh giá tác động môi trường góp phần giúp các cơ quan quản lý giảm thời gian, công sức cũng như tra cứu, tìm kiếm một cách chính xác, khoa học nhất về đất đai, phản ánh trung thực nhất về hiện trạng từng thửa đất. Với người dân, GIS giúp giảm thời gian đi lại, chờ đợi trong việc xin cấp các loại giấy tờ về đất đai, có được các thông tin đất đai một cách nhanh chóng và dễ dàng.

1.2. Tổng quan về logic mờ và khả năng ứng dụng logic mờ trong GIS

1.2.1. Tập mờ và các hàm thuộc

1.2.1.1. Khái niệm tập mờ

Giáo sư Lofti Zadeh xuất bản công trình đầu tiên về lý thuyết tập mờ vào

năm 1965, từ đó Zadeh cống hiến toàn bộ sức lực của mình vào lý thuyết mờ (fuzzy sets & fuzzy logic). Ông đã tìm cách biểu diễn những khái niệm trừu tượng về ngữ nghĩa của thông tin mờ, không chắc chắn như *dốc đứng, gần, phù hợp, ...* bằng một khái niệm toán học, hay còn gọi là tập mờ, như là một sự khái quát trực tiếp của khái niệm tập hợp kinh điển.[4],[5],[6]

a. Tập hợp kinh điển

Xét tập $X \neq \emptyset$, gọi X là không gian nền. Cho A là tập con của tập nền X , hàm đặc trưng của tập A trên tập X là $\mu_A(x)$ được định nghĩa: $\mu_A : X \rightarrow [0,1]$

$$\text{Với } \mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{khi } x \in A \\ 0 & \text{khi } x \notin A \end{cases}$$

b. Định nghĩa tập mờ

A là tập mờ trên không gian nền X nếu A được xác định bởi hàm:

$$\mu_A : X \rightarrow [0,1]$$

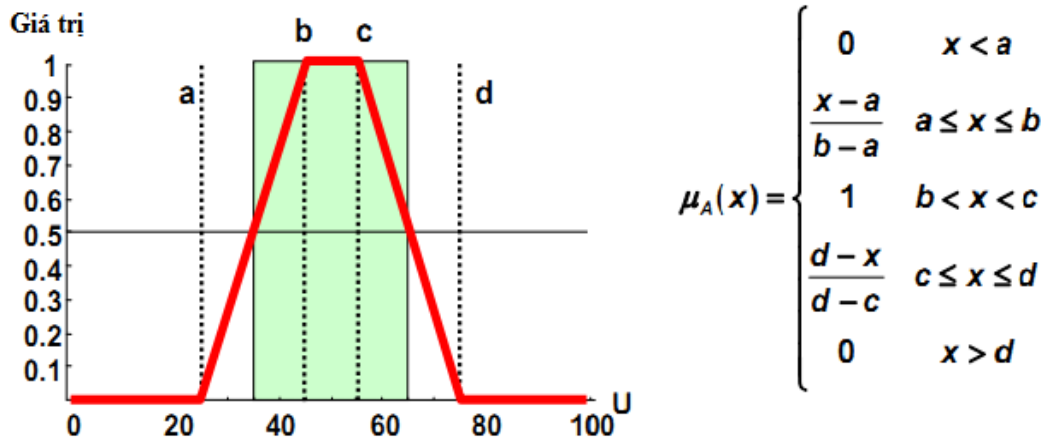
với μ_A gọi là hàm thuộc (membership function); $\mu_A(x)$ là độ thuộc của x vào tập mờ A . Không gian X luôn là tập rỗng.

Tính chất:

1. Hàm mờ phải là hàm có giá trị thực trong khoảng $[0,1]$.
2. Các giá trị hàm mờ sẽ là 1 tại tâm của tập hợp.
3. Hàm mờ suy biến khi 1 khoảng cách thích hợp từ tâm tới ranh giới.
4. Các điểm với giá trị 0.5 (điểm cắt ngang) sẽ tại ranh giới của tập rỗng, chẳng hạn nếu chúng ta vận dụng việc phân lớp rỗng, ranh giới phân lớp sẽ miêu tả bởi các điểm cắt ngang.

1.2.1.2. Hàm thuộc

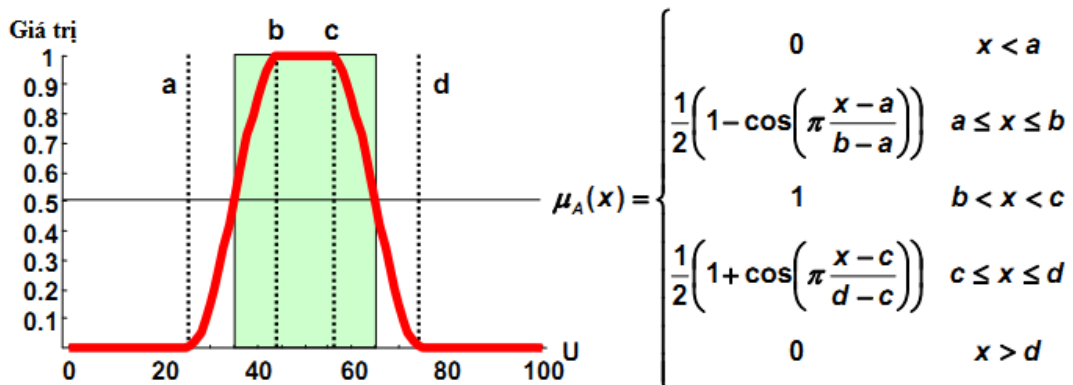
Có nhiều dạng hàm mờ: Hàm mờ tuyến tính, hàm mờ hình sin...



Hình 1.15 Hàm mờ tuyến tính

Hàm mờ tuyến tính gồm 4 tham số xác định dạng của hàm như trên. Việc lựa chọn các tham số thích hợp sẽ tạo ra hàm với các hình dạng khác nhau: hình thang, tam giác, chữ L, chữ S,...

Để chính xác hơn và không bị gấp khúc, ta có hàm mờ hình sin. Hàm mờ này tương tự như hàm mờ tuyến tính.



Hình 1.16 Hàm mờ hình sin

1.2.1.3. Các thông số đặc trưng của tập mờ

Giá của tập mờ A, $\text{Supp}(A) = \{x : A(x) > 0\}$ là tập các điểm x nào có $\mu_A(x) > 0$. Với mỗi $0 \leq \alpha \leq 1$, tập mức $A_\alpha = \{x \in X : \mu_A(x) \geq \alpha\}$. Khi đó A_α là tập con rõ của X.

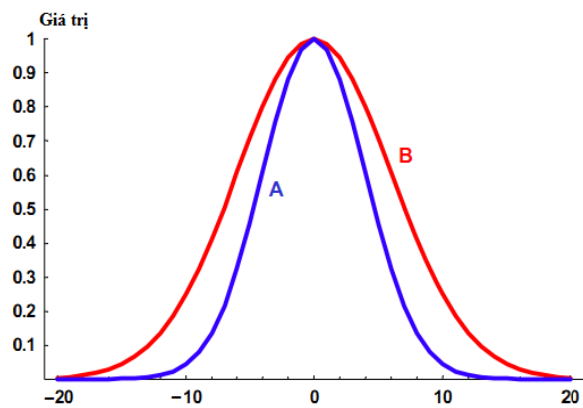
Độ cao của tập mờ A là giá trị lớn nhất trong A.

Độ cao của tập mờ A được viết là $\mathbf{hgt(A)}$. Nếu $\mathbf{hgt(A) = 1}$ khi đó tập được gọi là chuẩn.

Tập mờ tương đương: hai tập mờ A và B là tương đương (được ghi là $\mathbf{A = B}$) nếu đối với tất cả các thành viên của không gian X giá trị của chúng bằng nhau. $\forall x \in X, \mu_A(x) = \mu_B(x)$

Bao hàm: Một tập mờ A bao hàm trong tập mờ B được ghi là $\mathbf{(A \subseteq B)}$ nếu mỗi phần tử của không gian các giá trị của A là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị của B:

$$\forall x \in X, \mu_A(x) \leq \mu_B(x)$$



Hình 1.17 Tập mờ B bao hàm tập mờ A

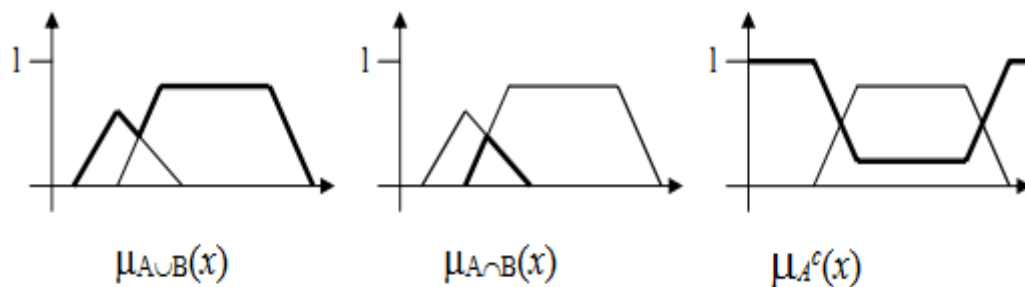
1.2.2. Một vài phép toán logic trên tập mờ

❖ Cho A, B là 2 tập mờ trên không gian nền X, có các hàm thuộc μ_A, μ_B . Khi đó, phép hợp $A \cup B$, phép giao $A \cap B$ và phần bù A^C là các tập mờ trên X với các hàm thuộc cho bởi:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)), \quad x \in X$$

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)), \quad x \in X$$

$$\mu_{A^C}(x) = 1 - \mu_A(x), \quad x \in X$$



Hình 1.18 Phép toán logic trên tập mờ

❖ Cho $A, B \in F(X)$. Ta nói:

$A \subseteq B$, nếu $\mu_A(x) \leq \mu_B(x)$, với mọi $x \in X$

$A \supseteq B$, nếu $\mu_A(x) \geq \mu_B(x)$, với mọi $x \in X$

Do đó: $A = B$, nếu $\mu_A(x) = \mu_B(x)$, với mọi $x \in X$

❖ Với các tập mờ, nhiều tính chất của tập rõ còn đúng:

Cho $A, B, C \in F(X)$, ta có các tính chất:

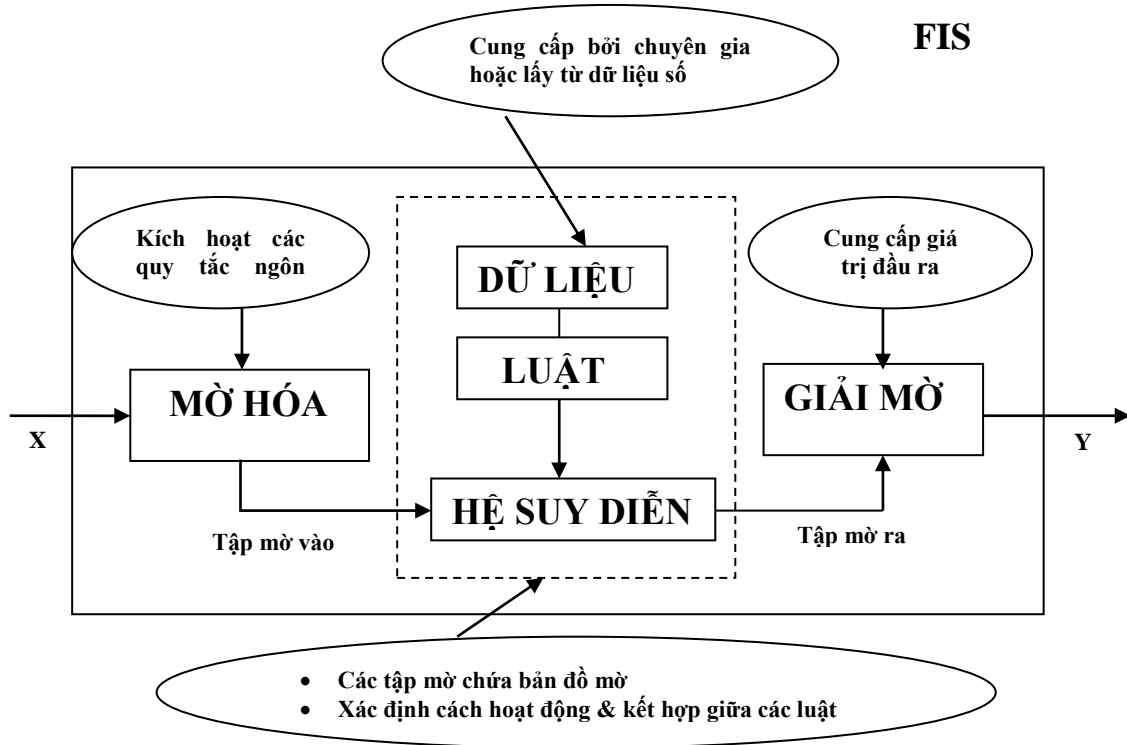
- a. Giao hoán: $A \cup B = B \cup A$, $A \cap B = B \cap A$
- b. Kết hợp: $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap C$, $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup C$
- c. Lũ đẳng: $A \cup A = A$, $A \cap A = A$
- d. Phân phối: $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$,
 $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$
- e. $A \cap \emptyset = \emptyset$ và $A \cup X = X$
- f. Đồng nhất: $A \cup \emptyset = A$ và $A \cap X = A$
- g. Hấp thu: $A \cup (A \cap B) = A$, $A \cap (A \cup B) = A$
- h. Luật De Morgan: $(A \cup B)^c = (A^c \cap B^c)$, $(A \cap B)^c = (A^c \cup B^c)$
- i. Cuộn: $(A^c)^c = A$
- j. Dạng tương đương: $(A^c \cup B) \cap (A \cup B^c) = (A^c \cap B^c) \cup (A \cap B)$
- k. Hiệu đối xứng: $(A^c \cap B) \cup (A \cap B^c) = (A^c \cup B^c) \cap (A \cup B)$

1.2.3. Hệ suy diễn mờ

Hệ suy diễn mờ được sử dụng phổ biến hiện nay trong nhiều lĩnh vực: kiểm soát, hệ thống chuyên gia, dự đoán và ra quyết định,...[5],[6]. Một hệ suy diễn mờ (Fuzzy Inference System - FIS) gồm hai thành phần chính:

- Cơ sở dữ liệu: kho chứa biến ngôn ngữ
- Rulebase: Kho kiến thức hệ thống, chứa các luật mờ.

Hoạt động của FIS được mô tả đơn giản như sau:



Hình 1.19 Kiến trúc hệ suy diễn mờ

- ✓ Thiết lập giá trị số cho tất cả các biến ngôn ngữ đầu vào
- ✓ Những giá trị này sẽ được thể hiện trong nội bộ của hệ thống như các giá trị thành viên cho mỗi tập mờ của mỗi biến ngôn ngữ.
- ✓ Tính toán giá trị thành viên theo từng quy tắc. Điều này được thực hiện bằng cách tính dựa trên mỗi mệnh đề mờ và kết hợp chúng trong các hoạt động mờ.
- ✓ Đối với mỗi quy tắc mờ có giá trị thành viên không cao thì đầu ra của quy tắc vẫn phải được tính toán, dựa trên một số phương pháp như: Mamdani: phương pháp phản ánh mức độ thành viên của tiền đề để đưa ra quyết định.
- ✓ Tất cả các kết quả đầu ra (tập mờ) được tổng hợp bởi luật mờ OR.
- ✓ Cuối cùng, kết quả số được tính toán bằng cách sử dụng phương pháp giải mờ. Giải mờ là một kỹ thuật để đánh giá một giá trị số từ một đầu ra mờ.

1.2.4. Khả năng áp dụng logic mờ trong hệ thống tin địa lý

Trong GIS, các đặc trưng không gian thường không có ranh giới xác định rõ ràng, nhiều khái niệm không chắc chắn hoặc mập mờ. Tính chất “không rõ ràng” ngày càng phổ biến và đã được thừa nhận, các khái niệm không rõ ràng này cũng bắt gặp thường xuyên trong cuộc sống hàng ngày của chúng ta. Chẳng hạn, khi chúng ta mô tả về nơi làm việc: “*Cơ quan mình ở gần bệnh viện trung tâm*” nhưng lại “*xa trường học*”. Khái niệm “*gần*” và “*xa*” có thể liên quan tới bằng phương tiện nào đó chúng ta tới được, độ đo khoảng cách hình học và cả quan niệm về “*xa*” và “*gần*” của từng khu vực, lĩnh vực, tập quán,...

Sự tiến bộ của lý thuyết tập mờ là cho phép diễn giải tự nhiên. Trong các mục dữ liệu dưới dạng ngôn ngữ, các vấn đề sẽ được giải đúng hơn so với các mục dữ liệu giá trị số chính xác của các quan hệ giữa chúng. Sự tiến bộ này thực hiện với các hệ thống phức tạp nhưng phương pháp lại đơn giản, dễ dàng thực hiện, đó chính là lý do chính tại sao logic mờ được vận dụng rộng rãi trong kỹ thuật.

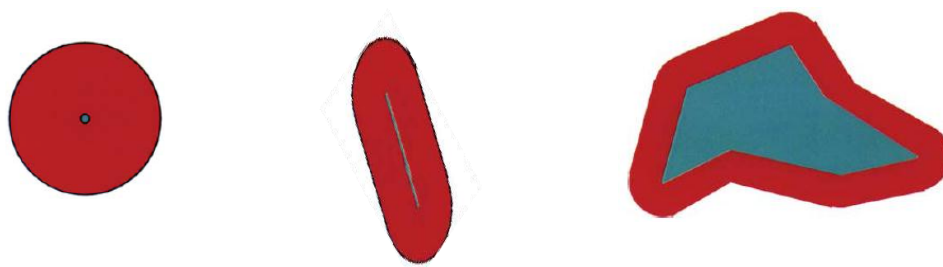
Trong GIS cũng không phải là ngoại lệ, logic mờ là phương tiện để thiết kế các công cụ hiệu quả, giúp ra quyết định đối với các đối tượng không gian. Trong những năm gần đây, logic mờ đã áp dụng thành công trong các xử lý GIS khác nhau, quan trọng nhất là các thao tác: phân lớp, phân tích không gian, thu thập dữ liệu và trong xử lý ảnh viễn thám.

Chương 2

XÂY DỰNG VÙNG ĐỆM TRONG GIS

Thao tác vùng đệm (buffer) là thao tác làm tăng kích thước đối tượng bằng cách mở rộng ranh giới của nó.

Đối tượng ở đây có thể là điểm, đường hoặc một vùng.



Hình 2.1 Ví dụ về vùng đệm (điểm, đường, vùng)

Các phép toán vùng đệm có rất nhiều ứng dụng trong thực tế như:

- Xác định các vị trí nằm ngoài nhà máy hóa chất, cách nhà máy trên 8km
- Vùng bên trong 300m của khu vực đồn gỗ đưa ra
- Xác định vùng ô nhiễm tiếng ồn xung quanh các con đường chính
- Vùng đệm xung quanh vùng đất ô nhiễm để khoanh vùng bảo vệ nguồn nước ngầm.
- Các vùng dịch vụ cách 2000m xung quanh trung tâm tái chế
- Vùng bảo vệ, dự trữ tài nguyên thiên nhiên
- Cụm bệnh dịch xung quanh đặc trưng nào đó...

2.1. Các thao tác vùng đệm với GIS véc tơ

Một trong các thao tác cơ bản nhất của GIS là phát sinh vùng đệm theo một khoảng cách cho trước xung quanh điểm, chuỗi đoạn thẳng hay một đa giác. Chức năng này thường xuyên được áp dụng trong công tác lập kế hoạch và phân tích. Đối với GIS véc tơ, thao tác vùng đệm chỉ được thực hiện với dữ liệu rõ, không áp dụng đối với hệ cơ sở dữ liệu mờ.

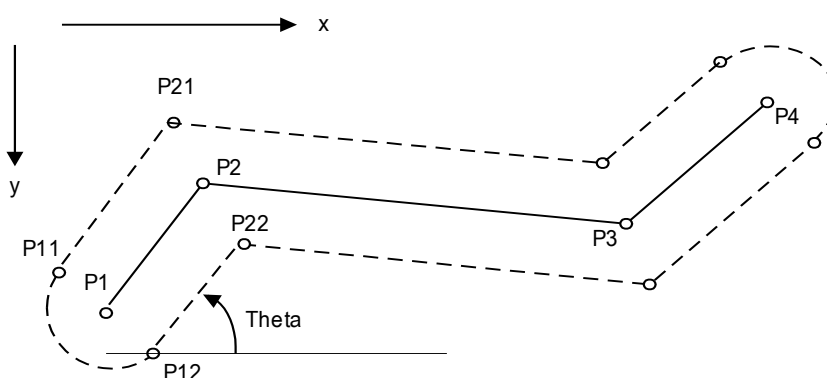
Vùng đệm của một điểm

Thí dụ, nhận biết những làng mạc ở cách một nguồn nước bị ô nhiễm khoảng 1 km. So sánh số người bị mắc bệnh do môi trường ô nhiễm với những làng ở cách xa đó. Như vậy, nguồn nước bị ô nhiễm được biểu diễn như đối tượng điểm trên bản đồ. Một vùng đệm là hình tròn có bán kính 1 km, tâm là toạ độ của nguồn nước. Trong hình tròn đó ta phải định vị được những làng mạc có người bị mắc bệnh. Vị trí của các làng bản và số liệu những người mắc bệnh được lưu trong cơ sở dữ liệu địa lý. Việc thực hiện vùng đệm này theo các bước sau:

1. Tâm O là toạ độ của nguồn nước và bán kính r cho trước, ta có đường tròn làm đệm.
2. Tìm tất cả các toạ độ của làng mạc có khoảng cách đến tâm O nhỏ hơn r.
3. Hiện thị các làng mạc vừa tìm được và có người bị mắc bệnh.

Vùng đệm của một khâu đoạn thẳng

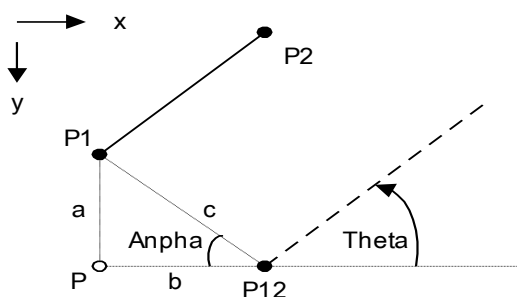
Giả sử ta có một đoạn đường quốc lộ được tạo bởi các đoạn thẳng như trên Hình 2.2. Hai bên đường quốc lộ người ta xây dựng các trạm bán xăng dầu. Người lập kế hoạch muốn biết có bao nhiêu trạm xăng dầu dọc theo hai bên đường quốc lộ và khoảng cách tới đường cực đại là 500 m.



Hình 2.2. Vùng đệm của khâu đoạn thẳng

Các trạm xăng dầu được coi là các tiện ích trong hệ thống. Trên bản đồ chúng là đối tượng điểm. Để trả lời được câu hỏi ta phải sử dụng chức năng buffering.

Xung quanh chuỗi các đoạn thẳng (đoạn đường) ta phải tạo ra một đa giác bao bọc. Các cạnh của đa giác phải cách đoạn đường một khoảng l cho trước. Sau đó phải tìm được các đối tượng điểm là các trạm bán xăng nằm trong đa giác đó.



Hình 2.3. Tìm vùng đệm

Sau đây là thuật toán đã được nghiên cứu và cài đặt để thực hiện buffering:

Vùng đệm của đoạn đường tạo bởi các điểm P_1, P_2, P_3, P_4 là đa giác tạo bởi các điểm $P_{11}, P_{21}, \dots, P_{22}, P_{12}, P_{11}$ cách đều đoạn đường một khoảng b và hai nửa đường tròn tại hai đầu đường có bán kính b cho trước (thí dụ 500 m).

1. Tìm các điểm P_{11}, P_{21}, \dots của đa giác. Giả sử ta phải tìm điểm P_{12} cách P_1 một khoảng c cho trước như trên Hình 2.3.

Xét tam giác vuông tạo bởi các điểm P_1, P, P_{12} . Hai điểm $P_1(x_1, y_1)$ và $P_2(x_2, y_2)$ tạo thành đoạn thẳng và có góc θ (Theta) được tính từ biểu thức sau:

$$\text{tang } \theta = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1).$$

Từ đó suy ra góc α (Anpha): $\alpha = 90^\circ - \theta$

$$b = c / \cos \alpha$$

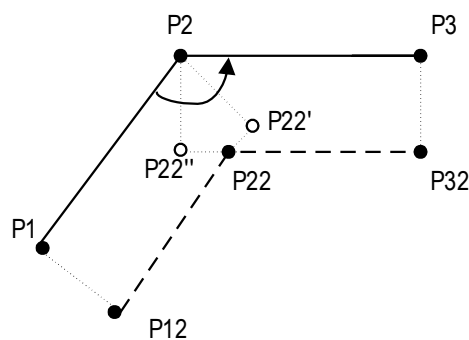
$$a = c / \sin \alpha$$

Vậy điểm $P_{12}(x_{12}, y_{12})$ có toạ độ:

$$x_{12} = x_1 + b$$

$$y_{12} = y_1 + a$$

2. Tìm điểm P_{22} . Cần phải phân biệt hai trường hợp xảy ra ở đây.



Hình 2.4. Trường hợp góc tù

a) Khi góc tạo bởi hai đoạn thẳng $[P_1, P_2]$ và $[P_2, P_3]$ nhỏ hơn 180° (Hình 2.4)

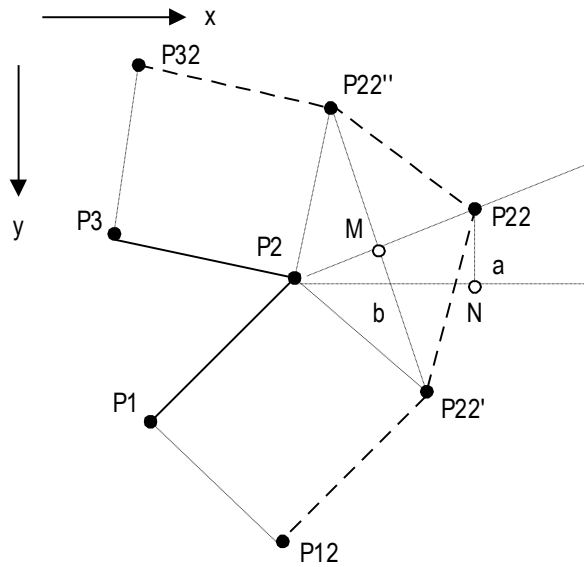
Toạ độ của điểm $P_{22}'(x_{22}', y_{22}')$ được tính như trên và có:

$$x_{22}' = x_2 + b$$

$$y_{22}' = y_2 + a$$

Tính tương tự cho các điểm P_{22}'' và P_{32} . Hai đoạn thẳng tạo bởi P_{12} , P_{22}' và P_{22}'' và P_{32} sẽ cắt nhau tại điểm P_{22} . Toạ độ của giao điểm P_{22} được tính theo thuật toán đã trình bày trên. Vậy, các điểm P_{12} , P_{22} thuộc đa giác bao quanh. Xét tương tự cho các điểm từ P_3 trở đi.

b) Khi góc tạo bởi hai đoạn thẳng $[P_1, P_2]$ và $[P_2, P_3]$ lớn hơn 180° (Hình 2.4)



Hình 2.5. Trường hợp góc bẹt

Các điểm P12, P22', P22'', P32 được tìm như trường hợp đã mô tả trên. Để cho đơn giản cho cài đặt và tăng tốc độ thực hiện, trong thuật toán này điểm P22 được tính như sau:

Chọn M làm điểm giữa của đoạn thẳng nối P22' và P22''. Nối P2 với M và trên đường thẳng kéo dài này ta chọn điểm P22 sao cho khoảng cách P2, P22 bằng c cho trước. Vậy, các điểm P12, P22', P22, P22'', P32 đều thuộc đa giác bao quanh.

Các tọa độ được tính cụ thể như sau:

Tọa độ của điểm M:

$$x_M = x_{22''} + (x_{22'} - x_{22''})/2$$

$$y_M = y_{22''} + (y_{22'} - y_{22''})/2$$

Xét tam giác tạo bởi các điểm P2, P22, N. Gọi góc nghiêng của đường thẳng qua hai điểm P2 và M là θ . Đoạn thẳng P2, P22 có độ dài c cho trước. Các cạnh còn lại được tính theo công thức:

$$b = c/\cos \theta$$

$$a = c/\sin \theta$$

Vậy, toạ độ của điểm P22 sẽ là:

$$x_{22} = x_2 + b$$

$$y_{22} = y_2 - a$$

3. Vùng đệm của hai đầu của đoạn đường là hai nửa hình tròn như trong *Hình 2.2* với bán kính bằng c và tâm là P1 và P4.

4. Tìm những đối tượng điểm là các trạm bán xăng dầu ở trong vùng đệm. Công việc này được thực hiện theo hai bước.

a) Tìm các đối tượng điểm nằm trong đệm của hai đầu đoạn đường, có nghĩa ta tìm các điểm từ cơ sở dữ liệu sao cho toạ độ của chúng cách P1 hoặc P4 một khoảng c cho trước.

b) Tìm các đối tượng điểm nằm trong đa giác vừa được xác định trên đây. Thuật toán xác định một điểm có nằm trong một đa giác hay không được mô tả trong Newsgroups “comp.graphics.algorithms” trên mạng Internet. Trong bài báo của mình, ông Anson Tsao có khẳng định: ” Đoạn mã chương trình trong quyển sách Algorithms của Sedgewick là không đúng”. Sau đó, ông ta đã giới thiệu thuật toán của Prof. Randolph Franklin. Trong hệ thống này, để xác định điểm có nằm trong đa giác hay không, có thể sử dụng thuật toán đang đề cập trên vào việc cài đặt bằng ngôn ngữ C như sau:

```
// Toạ độ của điểm: x,y
// Tổng số toạ độ của đa giác: npol
// Các toạ độ của đa giác: xp[], yp[]
// Output: c = 1   Điểm đang xét nằm trong đa giác
int pnpoly(int npol, float *xp, float *yp, float x, float y)
{
    int i, j, c = 0;
```

```

for (i = 0, j = npol - 1; i < npol; j = i++)
{
if((((yp[i] <= y) && (y < yp[j])) ||
((yp[j] <= y) && (y < yp[i]))) &&
(x < (xp[j] - xp[i]) * (y - yp[i]) / (yp[j] - yp[i]) + xp[i]))
c = !c;
}
return c;
}

```

2.2. Các thao tác vùng đệm với GIS raster

Khác với GIS vecto, GIS raster còn có thể áp dụng logic mờ trong thao tác xây dựng vùng đệm. Vì thế, phần này luận văn sẽ trình bày về hệ thống GIS có sử dụng logic mờ và thao tác phân tích dữ liệu, xây dựng vùng đệm mờ trong GIS raster. [2],[3]

2.2.1. Kiến trúc Hệ thống GIS sử dụng logic mờ

Như đã phân tích ở trên, Logic mờ xuất hiện là phương tiện thiết kế các công cụ hiệu quả ra quyết định không gian. Mỗi quá trình thu thập dữ liệu, lưu trữ và xử lý trong GIS nhằm mô tả một khái niệm nào đó của thế giới thực. Tuy nhiên, kết quả đạt được thường không như mong muốn bởi sự trừu tượng, phức tạp của thế giới thực.

Các hệ thống GIS thông thường có một số giới hạn làm ảnh hưởng đến hiệu quả trong việc ra quyết định không gian. Phần lớn các hệ thống GIS trước đây được xây dựng dựa trên logic kinh điển (logic rõ), rất khó trong việc xác định mô hình phù hợp, để mô tả các biến đổi trong môi trường tự nhiên. Chính vì thế, người ta nghĩ tới việc sử dụng logic mờ trong GIS, được gọi là các Hệ mờ trong GIS. Logic mờ là cơ sở logic thích hợp với một số khái niệm, đem lại hiệu quả cho việc xử lý dữ liệu không gian, quan sát tính mập mờ, mơ hồ trong thông

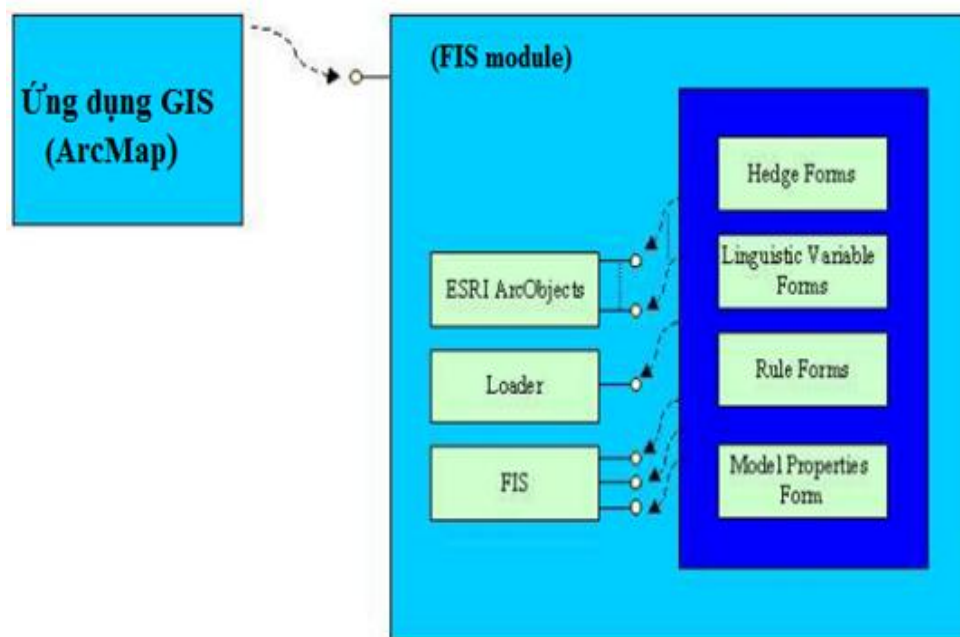
tin, nhận thức, hiểu biết và suy nghĩ của con người. Điều này là cần thiết và phù hợp để xử lý các vấn đề của thế giới thực.

Chính sự cứng nhắc của logic rõ không thể mô tả các khái niệm mờ trong thế giới thực. Nhiều hệ GIS thương mại hiện nay đều đã tích hợp logic mờ cho phép kết hợp giữa kiến thức và kinh nghiệm của con người, để xác định các biến ngôn ngữ trong phân tích không gian, hỗ trợ việc ra quyết định chính xác và phân loại gần đúng các vấn đề không gian.

Hệ GIS có sử dụng logic mờ là giao thức kết nối các thành phần phần mềm, hoặc các mô đun với nhau, xác định cách tương tác giữa các đối tượng thông qua giao diện tiếp xúc. Cụ thể, ở đây sẽ trình bày cấu trúc phần mềm ArcGIS của ESRI, hệ thống GIS được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay có tích hợp logic mờ.

Kiến trúc hệ này chia làm 2 phần:

- Máy thực hiện suy diễn mờ
- Hệ thống mô đun thực hiện suy diễn mờ



Hình 2.6 Mô hình kiến trúc & luồng công việc của Hệ suy luận mờ trong GIS

Các kiến trúc thông thường và luồng công việc của hệ suy luận mờ cho mô hình thông tin di động được thể hiện ở hình trên. Ứng dụng GIS thương mại sử dụng hệ suy luận mờ thông qua giao diện công cộng, xác định bởi hệ thống mô đun thực hiện suy diễn mờ.

Giao diện: là một tập hợp các hoạt động có liên quan với nhau để cùng thực hiện một hành vi nào đó. Mặc dù vậy, ứng dụng GIS thương mại và Hệ suy diễn mờ hoạt động độc lập như 2 ứng dụng riêng biệt.

Hệ suy diễn mờ được thiết kế như một mô đun hoạt động. Trong mô đun này, thư viện biên dịch sẵn là Máy suy diễn mờ và chứa các đối tượng được sử dụng. Từ khi mô đun chứa các đối tượng thành phần (Component Object Model - COM) được sử dụng làm môi trường tương tác, các ứng dụng có thể tương tác với đối tượng thông qua giao diện chung.

ESRI là ứng dụng điển hình của COM; kiến trúc này hỗ trợ việc sử dụng các thành phần phần mềm mà tuân theo các đặc điểm kỹ thuật của COM. Do đó, các thành phần được xây dựng bằng ngôn ngữ lập trình khác nhau như: Visual Basic, Visual C++; sau đó, những thành phần này được thêm vào ứng dụng một cách dễ dàng.

Visual Basic và Visual C++ được sử dụng để viết nên các thành phần của COM, nhằm nâng cao chức năng của mô hình thông tin di động dựa trên việc mở rộng chúng. Mỗi mở rộng là một thành phần hoặc một tập các thành phần thực hiện một giao diện theo mong đợi của ứng dụng, và chúng được đăng ký riêng để dễ dàng nạp vào ứng dụng lúc cần thiết.

Hệ thống được phát triển có thể được xem như một chương trình cho thu nhận tri thức chuyên gia về một vấn đề đặc biệt nào đó. Thông qua việc sử dụng các biến ngôn ngữ, kinh nghiệm chuyên gia về vấn đề chính, mặc dù ngoài tự nhiên có thể thiếu chính xác, các kinh nghiệm này được chuyển đổi thành các

qui tắc mờ. Do đó, hệ thống cho phép người dùng xử lý không chính xác trong quá trình ra quyết định bởi chỉ biết trên nền logic mờ, người dùng không nhất thiết phải biết tất cả nền tảng của lý thuyết tập mờ.

2.2.2. Xây dựng vùng đệm mờ trong GIS raster

Chúng ta lấy bản đồ raster làm cơ sở nghiên cứu. Bản đồ này thể hiện dưới dạng lưới các tế bào (cell), mà giá trị là thuộc tính đại diện cho một địa điểm nhất định trên bản đồ. Trường hợp đơn giản nhất là tập giá trị chỉ gồm $\{0,1\}$, trong đó giá trị 0 biểu hiện sự vắng mặt, giá trị 1 biểu hiện sự hiện diện của một thuộc tính nhất định. Ví dụ: một phần của con đường, đường thủy, khu dân cư, khu thương mại, khu vực nông thôn,...

Trong một số trường hợp, địa điểm ban đầu có những thuộc tính ngẫu nhiên, về sau thuộc tính đó mất đi, không còn nữa. Ví dụ, khu vực dân cư chuyển thành khu vực nông thôn, hoặc một khu rừng không còn là khu rừng nữa. Để biểu diễn thực tế này trong hệ GIS, người ta mở rộng phạm vi của các giá trị di động: từ tập $\{0,1\}$ đến khoảng $[0,1]$, và chuyển bản đồ raster thường sang bản đồ raster mờ. Gán giá trị l cho mỗi tế bào của bản đồ raster mờ, hàm thuộc $\mu(l) \in [0,1]$ chỉ ra mức độ mà l có thuộc tính đại diện trên bản đồ (hay nói cách khác là độ thuộc của l vào tập mờ L).

Có một số cách thực hiện các phép toán tập hợp (phần bù, phép hợp, phép giao) trên bản đồ raster mờ, nhưng chúng đều có điểm chung là dựa trên giá trị l của mỗi tế bào. Phương án đưa ra để xác định các phép toán trên sử dụng logic mờ như sau (Zadeh, 1965):

$$\text{Phần bù: } \forall l \in L : \mu_3(l) = 1 - \mu_1(l)$$

$$\text{Phép hợp: } \forall l \in L : \mu_3(l) = \max\{\mu_1(l), \mu_2(l)\}$$

$$\text{Phép giao: } \forall l \in L : \mu_3(l) = \min\{\mu_1(l), \mu_2(l)\}$$

Các thuật toán trên là tuyến tính, có nghĩa là chỉ có thể tính một giá trị mới dựa trên một giá trị nhất định đã biết.

Độ phức tạp của các phép toán trên là $O(|L|)$.

Phân tích dữ liệu mờ trong GIS raster

Nhiệm vụ chính trong GIS là phân tích các lớp thông tin không gian khác nhau để đưa ra quyết định. Việc ra quyết định bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố và đôi khi cần nhiều tiêu chí. Rất khó khăn để ghi lại và đo lường trong những tình huống liên quan tới việc lựa chọn tập các khả thi, tìm sự đối lập và các tiêu chí tương xứng. Và trên thực tế hầu hết thông tin về thế giới thực đều chứa sự bất ổn.

Trong quá trình ra quyết định thông thường, thao tác phổ biến là đều xây dựng mô hình ngưỡng. Đối với mỗi tiêu chí về khu vực nghiên cứu, người ta phân loại thành hai mô tả nhỏ về giá trị của một địa điểm cụ thể, giá trị này có thể được định nghĩa là vô cùng lớn hoặc không. Sau đó, người ta sử dụng phân tích logic để chồng phủ bản đồ. Mỗi tiêu chí có thể được đánh trọng số dựa trên tầm quan trọng của chúng để đưa ra quyết định. Tuy nhiên, các mô hình này có thể còn cứng nhắc. Mặt khác, các hệ thống phát triển có thể đưa ra quyết định về thông tin không chắc chắn nhờ sử dụng phương pháp phân tích có logic mờ.

Ví dụ về phân tích dữ liệu mờ như sau: Để chọn vị trí thích hợp đặt địa điểm khu công nghiệp, có thể đặt ra tiêu chí:

“Nếu địa điểm *bằng phẳng* hoặc *hơi dốc* và nếu địa điểm *gần* đường giao thông và *gần* thị trấn thì địa điểm đó thích hợp.”

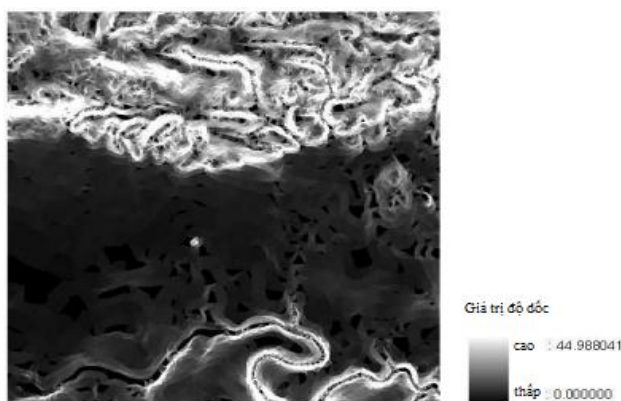
Như vậy, khái niệm “*bằng phẳng*”, “*hơi dốc*”, “*gần*” là không rõ ràng, mập mờ. Đối với con người, dễ hiểu và đưa ra quyết định cho các tiêu chí trên thật dễ dàng, nhưng máy tính thì không vậy. Các hệ GIS thông thường không thể trả lời các câu hỏi mơ hồ như trên.

Tiêu chí suy luận logic chính xác cho việc lựa chọn địa điểm xây dựng khu công nghiệp là:

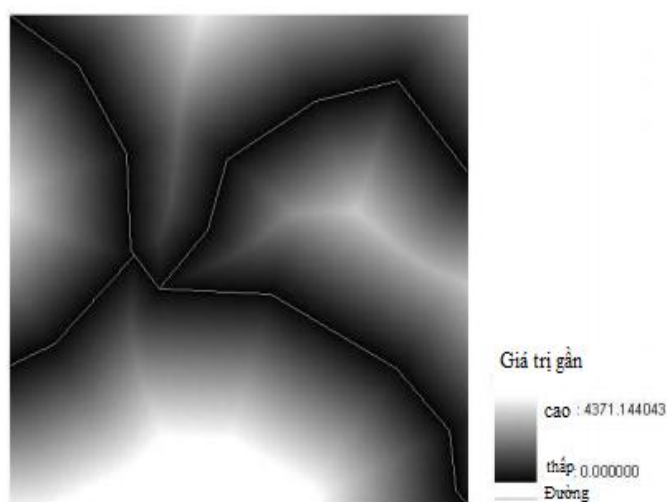
Địa điểm thích hợp nếu:

$$\left\{ \begin{array}{l} (\text{độ dốc } e \leq 20\%) \text{ và} \\ (\text{khoảng cách đến đường } \leq 1000\text{m}) \text{ và} \\ (\text{khoảng cách đến thị trấn } \leq 5000\text{m}) \end{array} \right. \quad (1)$$

Bản đồ raster đầu vào là bản đồ “độ dốc” được mô tả trong hình 2.7



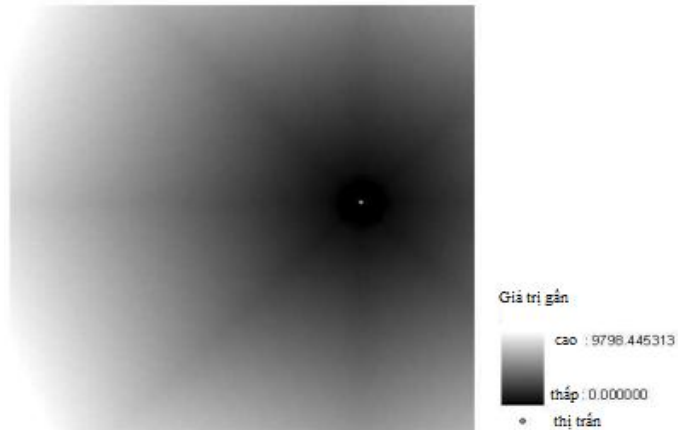
Hình 2.7 Bản đồ độ dốc khu vực nghiên cứu



Hình 2.8 Đường và độ gần với đường

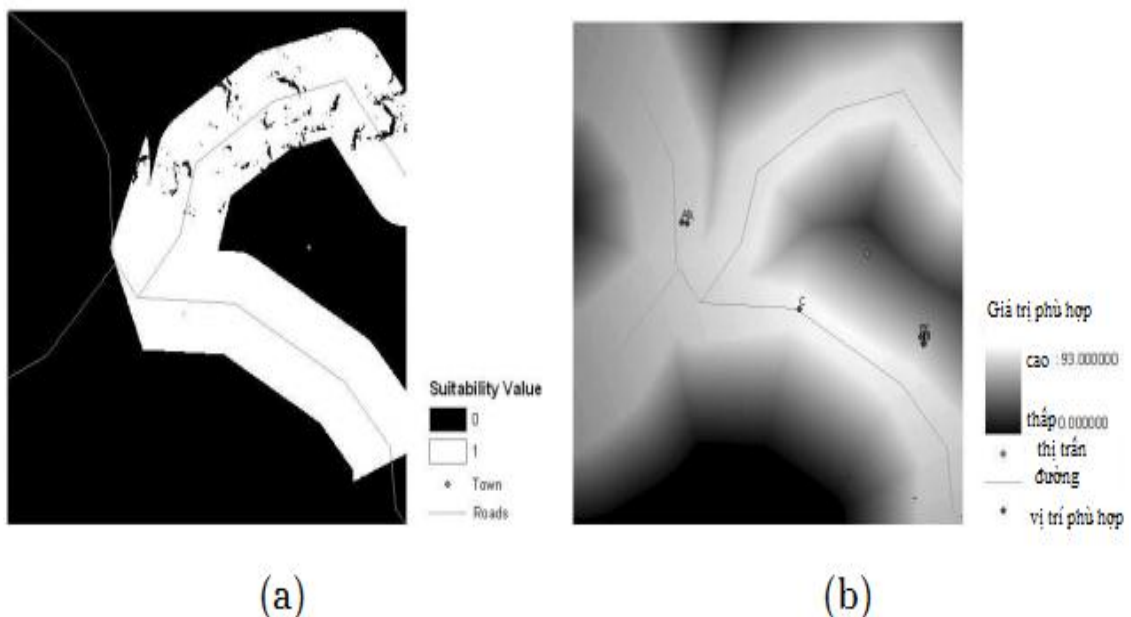
Bản đồ “gần với đường” & “gần thị trấn” được thể hiện ở hình 2.8 và hình 2.9

Để tìm câu trả lời logic cho vấn đề lựa chọn địa điểm cho từng tiêu chí (ví dụ: độ dốc, khoảng cách đến đường và khoảng cách tới thị trấn), đầu tiên là bản đồ chứa các giá trị là 0 và 1. Giá trị mà nhỏ hơn ngưỡng thì giá trị đầu ra bản đồ được gán là 1, và 0 cho các trường hợp khác.



Hình 2.9 Bản đồ raster cho quá trình ra quyết định “Gần thị trấn”

Thứ hai, ba bản đồ được chồng phủ bởi phép logic AND sau đó đưa ra kết quả tổng thể. Kết quả này được mô tả trong hình 2.10.



Hình 2.10 (a) Kết quả phân tích logic rõ cho địa điểm phù hợp

(b) Kết quả mờ cho vị trí phù hợp sử dụng luật (1)

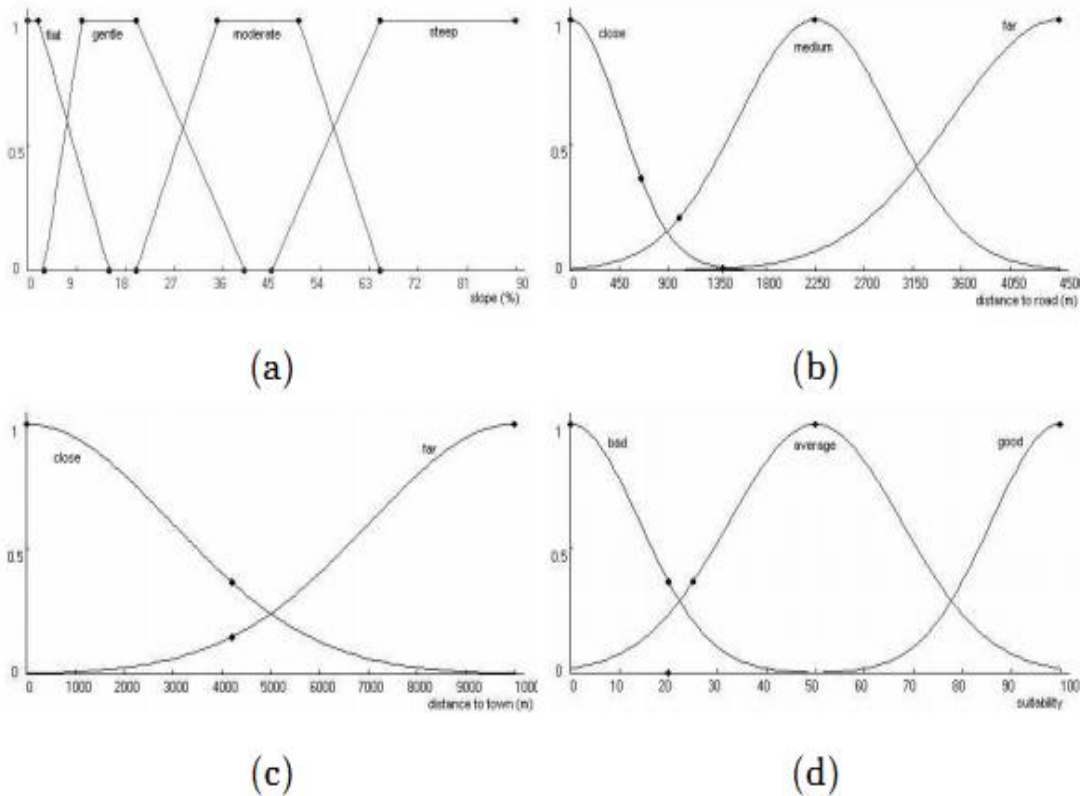
Hệ thống có thể được sử dụng để tìm câu trả lời cho những vấn đề “mờ” trong việc chọn địa điểm. Hệ thống được đề xuất có giao diện cần thiết để định nghĩa hàng rào, định nghĩa đầu vào và đầu ra của biến ngôn ngữ, quy tắc mờ IF-THEN, tập các thuộc tính mờ và các chức năng tiện ích khác (ví dụ: tích hợp mô hình mờ vào một file, lựa chọn định dạng file đầu ra dưới dạng file thư mục,..) Hệ thống này cũng cho phép đưa ra các tiêu chí sử dụng định nghĩa mờ. Do đó, quy tắc được liệt kê để sử dụng xác định mô hình khái niệm theo cách chuyên gia, và đưa ra câu trả lời mờ cho vấn đề lựa chọn địa điểm.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{IF độ dốc là } \textit{bằng phẳng} \\ \text{Độ dốc là } \textit{hơi dốc} \text{ và} \\ \text{Khoảng cách tới đường là } \textit{gần} \text{ và} \\ \text{Khoảng cách tới thị trấn là } \textit{gần} \\ \text{THEN địa điểm thích hợp} \end{array} \right. \quad (2)$$

Luật (2) đưa ra kết quả xấp xỉ những địa điểm phù hợp, bằng cách sử dụng ngôn ngữ thay vì giá trị số chính xác. Như ta thấy, luật này rất giống với các tiêu chí đặt ra. Hàm thành phần các thuật ngữ được mô tả trong *Hình 2.11*. Hàm thành phần có thể được lựa chọn một cách ngẫu nhiên bởi người sử dụng thông qua kinh nghiệm có được, do đó các hàm thành phần có thể khác nhau hoàn toàn phụ thuộc vào kinh nghiệm và quan điểm của mỗi người sử dụng.

Kết quả mờ được mô tả trong *Hình 2.10 (b)*. Dễ dàng nhìn thấy, kết quả có sử dụng logic mờ đáp ứng được một phần những hạn chế mà kết quả logic không có được. Kết quả logic chỉ cung cấp một tập hợp các vị trí mà các giá trị thuộc tính đáp ứng các ràng buộc bắt buộc. Địa điểm thỏa mãn tất cả các ràng buộc sẽ được nhận giá trị thỏa mãn, còn các trường hợp khác đưa về 0 khi sử dụng logic rõ trong GIS.

Ví dụ, các địa điểm không gần thị trấn sẽ không được nạp vào kết quả logic. Do đó, các địa điểm không đáp ứng tiêu chí: “khoảng cách đến thành phố $\leq 5000\text{m}$ ” (ngay cả khoảng cách chỉ lớn hơn 1m) sẽ bị loại khỏi kết quả, chưa tính đến độ dốc và độ gần với đường.



Hình 2.11 Hàm thành phần cho (a) “bằng phẳng”, (b) “hơi dốc”

(c) “gần thị trấn” và (d) “phù hợp”

Xét vị trí có nhãn là A trong Hình 2.10 (b), địa điểm A có các thuộc tính:

- Độ bằng phẳng = 3%
- Khoảng cách tới đường = 300m
- Khoảng cách tới thị trấn = 4953.1 m

Vị trí A được gán giá trị 1 trong bản đồ kết quả sử dụng logic mờ, cho biết nó là địa điểm thích hợp vì các tính chất của vị trí A thỏa mãn ngưỡng đã định nghĩa trước. Những vị trí khác gần A được gán nhãn là 0, có các thuộc tính sau:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Độ bằng phẳng} = 2.1 \% \\ \text{Khoảng cách tới đường} = 190 \text{ m} \\ \text{Khoảng cách tới thị trấn} = 5045 \text{ m} \end{array} \right.$$

Khoảng cách từ vị trí A' tới thị trấn cao hơn giá trị ngưỡng một chút, nên vị trí A' không đáp ứng các tiêu chí luật logic mờ đưa ra. Do đó, để chỉ ra vị trí A' không phải là một vị trí thích hợp, giá trị 0 được gán cho vị trí A' trong kết quả bản đồ logic. Vị trí A' có giá trị độ dốc thậm chí tốt hơn và gần với đường hơn vị trí A, nhưng khoảng cách tới thị trấn lại không thỏa mãn, dù rằng khoảng cách từ A tới A' chỉ là 100m.

Bản đồ đầu vào lưu trữ những thông tin về thế giới thực, mà các thuộc tính không ngừng biến đổi. Áp dụng giá trị ngưỡng trong phân tích logic kinh điển (logic rõ) dẫn đến sự mất mát thông tin. Người sử dụng không biết đâu là địa điểm tốt nhất hay xấu nhất có thể đáp ứng các yêu cầu đề ra, bởi vì kết quả phân tích logic chỉ là 0 và 1, trong đó giá trị bằng 1 chỉ ra rằng vị trí là phù hợp hay không mà thôi.

Trái lại, phân tích dựa trên logic mờ để chọn địa điểm cung cấp cách thức một cách có trật tự, mỗi địa điểm đều có một mức độ phù hợp. Ví dụ, xem các điểm A, A', B, B' và C trong *Hình 2.10 (b)*. *Bảng 2.1* dưới đây cho giá trị kết quả liên quan tới các địa điểm. Cần lưu ý rằng vị trí A, B, C là địa điểm phù hợp theo phân tích logic rõ. Khi sử dụng logic kinh điển, giá trị đầu ra chỉ là 1 – có nghĩa là phù hợp để xây dựng khu công nghiệp, nhưng không biết vị trí nào trong ba vị trí trên là phù hợp nhất. Giải quyết vấn đề đó, kết quả phân tích sử

dụng logic mờ đã cung cấp số liệu cụ thể, giúp người dùng tiếp tục xử lý và đưa ra quyết định.

Vị trí	Độ bằng phẳng (%)	Khoảng cách tới đường (m)	Khoảng cách tới thị trấn (m)	Kết quả logic rõ	Kết quả logic mờ
A	3.0	300	4953.1	1	77
A'	2.1	190	5045.0	0	76
B	1.4	995.7	2353.4	1	70
B'	1.7	1051.2	2227.5	0	68
C	1.1	50	2197.3	1	90

Bảng 2.1. Giá trị vị trí và kết quả tìm được giữa logic rõ & logic mờ

Hệ thống được phát triển có thể được sử dụng không chỉ để đưa ra quyết định mà còn để phân loại các khu vực nghiên cứu vào các lớp. Với mỗi hệ thống phát triển, việc phân loại các khu vực nghiên cứu tương tự như đưa ra quyết định dựa trên các luật. Sử dụng phương pháp logic mờ trong việc phân lớp tránh được sự mất mát thông tin, điều này xảy ra khi dữ liệu được xử lý bằng phương pháp phân loại thông thường.

Từ cách tiếp cận của logic mờ cho phép người dùng định nghĩa một cách mềm dẻo các giới hạn trong lớp hình thức của vùng chuyên tiếp, điều kiện trung gian có thể được mô tả tốt hơn, việc từng bước thay đổi hoặc chuyển đổi giá trị được thực hiện đơn giản hơn. Do đó, phương pháp tiếp cận liên tục hơn, phân lớp gần hơn với thực tế đánh giá cảnh quan ngoài đời thực.

Tóm lại, lý thuyết tập hợp cổ điển được sử dụng trong các hệ GIS thông thường, áp đặt một cách không tự nhiên về độ chính xác của thông tin vốn mập

mờ trong thế giới thực, khác xa với cách suy nghĩ của con người về vấn đề đó trong thực tế.

Có thể không nói quá khi nhận định “Logic mờ đại diện tiêu biểu hàng đầu cho việc xử lý các vấn đề mập mờ, không rõ trong quá trình phân tích dữ liệu không gian”. Mở rộng hệ GIS có sử dụng logic mờ giúp người sử dụng đưa ra quyết định, và có thể vận dụng kinh nghiệm chuyên gia trong quá trình ra quyết định này. Kinh nghiệm chuyên gia và kiến thức thực tế của con người được mô tả trong các luật IF-THEN. Do đó, người ra quyết định có thể thể hiện những hạn chế của họ khi sử dụng giao diện ngôn ngữ tự nhiên. Hệ GIS có sử dụng logic mờ cho phép ra quyết định để diễn tả các khái niệm không chính xác trong dữ liệu địa lý. Ưu điểm của điều này là cho phép đưa ra quyết định dễ dàng hơn, làm mềm dẻo các khó khăn cũng như mục tiêu để xác định vị trí thích hợp.

Bên cạnh đó, quá trình ra quyết định cũng không còn cần đến các bản đồ cho từng tiêu chí. Hơn nữa, tất cả các vị trí trong không gian đầu vào được ánh xạ tới một giá trị điểm phù hợp, quy tắc ánh xạ được định nghĩa bởi người ra quyết định. Vì thế, khi sử dụng logic mờ trong quá trình suy luận, giá trị của các vị trí trong bản đồ kết quả được lưu trữ sẵn và có trật tự trong hệ thống.

Trong khi kết quả logic kinh điển chỉ là tập các giá trị 0 và 1, thì ưu điểm nữa của logic mờ là: kết quả tập quyết định cuối cùng là các giá trị thuộc tính, đáp ứng những hạn chế đặt ra bởi người sử dụng.

Chính vì vậy, trong phép phân tích không gian sử dụng logic mờ, các hệ GIS mở rộng (có tích hợp logic mờ) là công cụ mạnh mẽ để ra quyết định từ các khái niệm mơ hồ, không những thế còn có nhiều ưu điểm hơn như:

- Giao diện đồ họa độc lập với người dùng, kể cả người không có hiểu biết về logic mờ. Người dùng có thể đưa ra các định nghĩa mờ mà không cần biết các khái niệm mang tính lý thuyết về tập mờ.

- Không phải chỉ dành riêng cho 1 vấn đề cụ thể nào trong GIS, do đó có thể áp dụng đa dạng các vấn đề cần xử lý.
- Bao gồm những chức năng thường được sử dụng nhất
- Cung cấp phương pháp suy luận và phương pháp tập hợp
- Người điều khiển có thể đưa ra hoạt động khác nhau
- Khắc phục được những khuyết điểm của phương thức không sử dụng suy diễn mờ.

Sự phong phú của hệ thống GIS khi sử dụng phân tích bằng logic mờ là: cho phép người dùng xác định gần đúng các vấn đề phức tạp khác nhau trong quá trình ra quyết định và phân lớp.

Xây dựng vùng đệm mờ

Các phép toán vùng đệm mờ bao gồm việc tính toán độ thuộc cho các vùng được mở rộng ranh giới bởi các đối tượng trên các lớp dữ liệu trong GIS. Phép toán buffer thực hiện trên bản đồ vector đơn giản hơn trên bản đồ raster. Đối với bản đồ raster còn có thể áp dụng logic mờ trong thao tác xây dựng vùng đệm.

Không giống như các phép toán tập hợp, thao tác vùng đệm không thể xác định bởi chính lưới tế bào (cell) trên bản đồ raster, thao tác này liên quan tới các cell lân cận, nếu bất kỳ cell lân cận nào có giá trị 1 thì giá trị của x chuyển thành 1, nếu không thì giữ nguyên x. Nói cách khác, chúng ta tính toán tối đa giá trị của x và các giá trị của tất cả các cell lân cận x. Một bản đồ raster mờ có thể được “đệm” bằng cách tương tự: giá trị của 1 được thay bằng giá trị lớn nhất trong lân cận 1, kết quả nằm trong khoảng $[0,1]$ chứ không phải tập giá trị $\{0,1\}$.

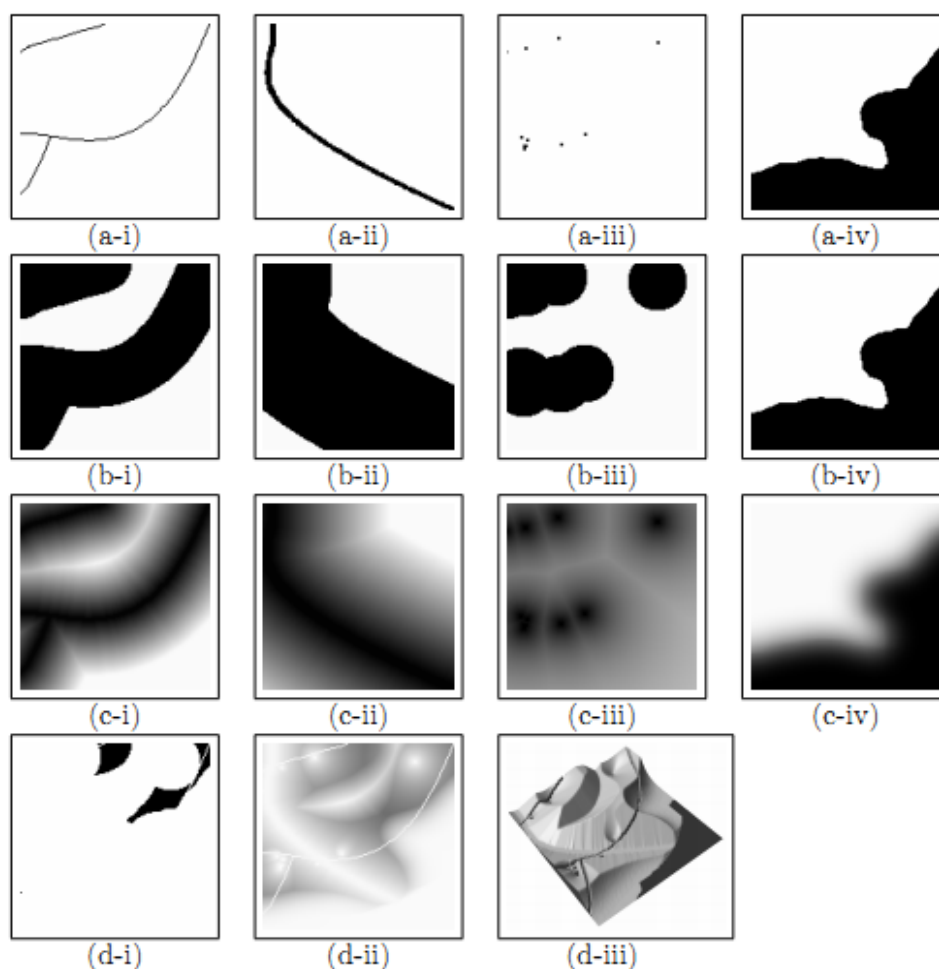
Xét ví dụ, có các bản đồ raster đơn giản dưới đây:

Hàng đầu tiên: Bản đồ raster (a-i) chỉ ra vị trí đường giao thông, bản đồ (a-ii) cho vị trí của nước, bản đồ (a-iii) cho địa điểm nhà ở, bản đồ (a-iv) là vị trí của rừng tự nhiên

Hàng thứ hai là minh chứng rõ nét cho thao tác vùng đệm. Bản đồ (b-i) chỉ ra vùng đệm của con đường bằng cách mở rộng ranh giới 200m. Bản đồ (b-ii) là vùng đệm của sông, cách 400m. Bản đồ (b-iii) là vùng đệm cho khu vực nhà ở, cách 200m. Bản đồ (b-iv) là khu vực rừng tự nhiên, không xác định vùng đệm.

Hàng thứ ba là kết quả của thao tác vùng đệm mờ: Bản đồ (c-i) là khu vực gần đường giao thông, kết quả là một vùng đệm hình nón bán kính 400m.

Bản đồ (c-ii) là khu vực gần sông, kết quả là vùng đệm hình nón bán kính 800. Bản đồ (c-iii) là khu vực gần khu dân cư. Bản đồ (c-iv) là xác suất phân bố mật độ của rừng tự nhiên, thu được bởi bán kính Gauss 50m. Khu vực đậm là thể hiện độ cao, và sáng hơn là khu vực thấp.



Hình 2.12 Minh họa về xây dựng vùng đệm sử dụng logic mờ trong GIS

Hàng cuối cùng minh họa cách các bản đồ mờ được kết hợp để tìm ra vùng gần đường giao thông: không gần sông hoặc nhà ở, và không nằm trên rừng bản địa. Từ kết quả đó, có thể xác định vị trí xây dựng khu công nghiệp cho ví dụ đã nêu. Lớp bản đồ logic rõ (d-i) ít có tác dụng trong việc ra quyết định so với bản đồ mờ (d-ii).

Minh họa bề mặt 3D (d-iii) cung cấp một cái nhìn khác về bản đồ mờ (d-ii).

Mặc dù thao tác vùng đệm cho bản đồ mờ được chỉ ra như trên có thể sử dụng cho nhiều ứng dụng, nhưng chúng ta nên sử dụng các thao tác “đệm” dựa trên sự gần gũi của các cell được xem xét. Ví dụ, nếu có một khu vực trên bản đồ với điểm nghiên cứu có giá trị rất cao, thì thao tác “đệm” nên gán giá trị cao cho các cell rất gần khu vực đó, gán giá trị cao trung bình cho các cell ở gần, và giá trị thấp cho các cell ở xa khu vực đó.

Một cách để đạt được thao tác “đệm” trên là xác định trực tiếp lân cận của một cell, áp dụng chức năng đệm để ngăn chặn lớp các cell lân cận gián tiếp. Có 2 loại lân cận trực tiếp:

- Rìa liền kề (4 cell lân cận): lân cận cell đó và các lân cận của cạnh tiếp xúc. Xác định 2 cell lân cận là “lân cận cạnh” khi và chỉ khi chúng có một cạnh chung.

- Đỉnh liền kề (8 cell lân cận): lân cận cell đó và các đỉnh lân cận của mỗi đỉnh thuộc cell. Xác định 2 cell lân cận là “lân cận đỉnh” khi và chỉ khi chúng có một đỉnh chung.

Hàm đệm là một hàm đơn điệu tăng $\beta: [0,1] \rightarrow [0,1]$ thỏa mãn điều kiện:

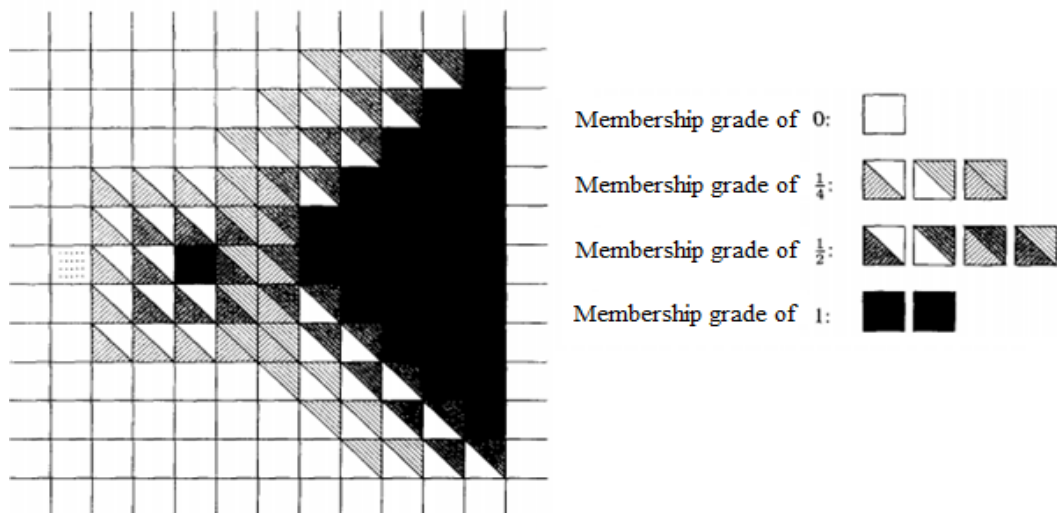
$$\forall m \in [0,1] : \beta(m) \leq m$$

Nếu x_0 là lân cận của x_1 , thì độ thuộc mới của x_1 được xác định bởi tối đa các độ thuộc cũ của x_1 và giá trị hàm đệm áp dụng cho các thành viên lớp x_0 là:

$$\mu(x_1) \leftarrow \max\{\mu(x_1), \beta(\mu(x_0))\}$$

Khi cập nhật độ thuộc của lớp x_1 , có thể tác động đến các cell lân cận của x_1 , vì thế quá trình cập nhật phải được lặp đi lặp lại cho đến khi đạt được tình huống đặt ra.

Hình 2.13 minh họa một phần bản đồ đệm bằng cách sử dụng các mức độ màu, để chỉ lớp độ thuộc khác nhau. Phần phía trên bên phải của mỗi cell, chỉ ra giá trị bắt nguồn từ các cell có sọc màu xám đen bên phải. Phần phía dưới bên trái của cell, chỉ ra giá trị bắt nguồn từ cell đơn lẻ màu xám đậm. Giá trị tổng của cell là max của 2 giá trị trên.



Hình 2.13 Minh họa bản đồ đệm trong GIS

Giả sử trong ví dụ này, bản đồ gốc đã chỉ độ thuộc của lớp 0 là khu vực màu trắng, và 1 là khu vực màu xám đen. Thao tác đệm sử dụng đỉnh liền kề để tăng độ thuộc của lớp $\frac{1}{2}$ (khu vực sọc sáng màu xám) nếu có ít nhất một cell lân cận có giá trị 1, hoặc độ thuộc của lớp $\frac{1}{4}$ (dải vùng trắng) nếu có ít nhất một lân cận có giá trị thuộc độ thuộc lớp $\frac{1}{2}$ nhưng không là lân cận của lớp độ thuộc là 1.

2.3. Các thuật toán xây dựng vùng đệm sử dụng logic mờ

2.3.1. Các thuật toán Buffer lặp sử dụng logic mờ

Đại diện cho lớp các thuật toán buffer lập sử dụng logic mờ là thuật toán Brute-Force. Thuật toán Brute-Force β -buffering cho bản đồ raster được thực hiện như sau: Thuật toán thực hiện thăm lần lượt mỗi cell của bản đồ và cập nhật giá trị độ thuộc dựa trên độ thuộc của các cell lân cận. Nếu bất kỳ độ thuộc nào bị thay đổi, thuật toán lặp đi lặp lại cho đến khi độ thuộc ổn định.

Brute-Force β -Buffering

Cho μ là hàm mờ của bản đồ

Cho β là hàm buffer

Cho L là tập tất cả các cell trong bản đồ để tạo buffer

Repeat

For each $l_0 \in L$ do:

For all neighbors l_i of l_0 do:

$$\mu(l_i) \leftarrow \max\{\mu(l_i), \beta(\mu(l_0))\}$$

Until μ là ổn định

Hình 2.14 Thuật toán Brute-Force cho β -buffering bản đồ raster mờ

Hàm mờ μ : $X \rightarrow [0,1]$; $\mu(x)$ là độ thuộc của x vào tập mờ đang xét

Hàm đệm β là một hàm đơn điệu tăng : $[0,1] \rightarrow [0,1]$ thỏa mãn:

$$\forall m \in [0,1] : \beta(m) \leq m$$

Chính xác là thuật toán áp dụng hàm buffer β cho độ thuộc $\mu(l_0)$ của tất cả các cell có giá trị l_0 và dùng giá trị đó để cập nhật độ thuộc cho các rìa liền kề của l_0 ($k=4$), hoặc cho đỉnh liền kề của l_0 ($k=8$). Lưu ý rằng độ thuộc của lớp bản đồ ban đầu phải thấp hơn so với độ thuộc của lớp tiếp giáp trong bản đồ mới.

Sau khi đã lặp đi lặp lại quá trình cập nhật, thuật toán thăm từng cell trên bản đồ, thậm chí thăm cả những cell lân cận mà giá trị không bị thay đổi trong phiên cập nhật trước, và thực hiện kiểm tra những lỗi không cần thiết.

Một cách cải tiến là: để biết được các cell có bị thay đổi khi một trong các cell lân cận của nó thay đổi hay không, là sử dụng thuật toán β -buffering by

Local propagation (hình 2.15). Thuật toán đạt được điều kiện trên bằng cách áp dụng nguyên tắc lan truyền cục bộ: độ thuộc của một cell được truyền để tính cell lân cận, sau đó cell lân cận này được đưa vào danh sách các cell sẽ được truy cập trong lần tiếp theo.

Thuật toán lan truyền cục bộ là thuật toán hữu hạn bước. Dễ dàng thấy rằng: các bản đồ có tập cell là hữu hạn, do đó số lớp thành viên cũng là hữu hạn, dẫn đến thao tác buffer cũng có hữu hạn bước. Giá trị của hàm buffer không bao giờ vượt quá giá trị đầu vào của hàm đó, nên không bao giờ có vòng lặp vô hạn. Một cell chỉ có thể nhận $|L| - 1$ lần thay đổi giá trị. Vì vậy, số lượng lớp mới được thêm vào là hạn chế. Các cell chỉ được đưa trở lại tập L khi độ thuộc của lớp thành viên thay đổi, L cuối cùng phải là tập rỗng.

β -Buffering by Local propagation

Cho μ là hàm mờ của bản đồ

Cho β là hàm buffer

Cho L là tập tất cả các cell trong bản đồ để tạo buffer

While $L \neq \emptyset$ do

Select $l_0 \in L$.

$L \leftarrow L - \{l_0\}$

For all neighbors l_i of l_0 do:

$\mu(l_i) \leftarrow \max\{\mu(l_i), \beta(\mu(l_0))\}$

If $\mu(l_i)$ bị thay đổi, then $L \leftarrow L \cup \{l_i\}$

Hình 2.15 Thuật toán lan truyền cục bộ β -buffering bản đồ raster mờ

Mặc dù thuật toán lan truyền cục bộ luôn đảm bảo có thể dừng, nhưng có thể mất rất nhiều thời gian cho việc thăm lại các cell trước đó cho tới khi tập L rỗng. Lý do là thao tác buffer luôn có thể cho một cell mới có độ thuộc lớn hơn.

Để ngăn chặn điều này, chúng ta có thể chọn cell từ tập L có độ thuộc lớn nhất. Các lớp cell như vậy đảm bảo không thể tăng lên dù sử dụng bất cứ hàm đệm $\beta(m)$ nào, với $\beta(m) \leq m, \forall m \in [0,1]$.

Do đó, thao tác buffer các lân cận có độ thuộc các cell là max luôn cho kết quả cuối cùng chính là các cell lân cận đó. Điều đó có nghĩa không có cell lân cận nào phải thăm lại. Cải tiến của thuật toán này như sau:

β -Buffering with Ordered Cells

Cho μ là hàm mờ của bản đồ

Cho β là hàm buffer

Cho L là tập tất cả các cell trong bản đồ để tạo buffer

While $L \neq \emptyset$ do

Select $l_0 \in L$ sao cho $\mu(l_0)$ là max trong L

$L \leftarrow L - \{l_0\}$

For all neighbors l_i of l_0 do:

$\mu(l_i) \leftarrow \max\{\mu(l_i), \beta(\mu(l_0))\}$

Hình 2.16 Thuật toán β -buffering bản đồ raster mờ sử dụng phân cấp cell

2.3.2. Từ thuật toán Buffer lặp đến thuật toán Buffer toàn diện

Ở phần trên ta đã tìm hiểu lớp các thuật toán Buffer lặp, xoay quanh hàm đệm β . Mặc dù thuật toán β -buffering sử dụng phân cấp cell trên bản đồ raster mờ cho kết quả khá tốt, nhưng kết quả đó chưa toàn diện.

Độ thuộc của các cell có thể được xác định ngay lập tức bởi lớp thành viên ban đầu và các lớp lân cận, nhưng không xác định được độ thuộc của các cell ở xa với cell được xét.

Để đạt được kết quả toàn diện, ta thay hàm đệm β bởi hàm đệm toàn diện ψ . Hàm ψ được áp dụng không chỉ cho lớp cell lân cận của cell l_0 đang xét, mà còn cho một cell l ở bất kỳ vị trí nào trên bản đồ. Hàm ψ gồm hai tham số:

- $\mu(l_0)$: độ thuộc của l_0
- $\delta(l, l_0)$: khoảng cách từ l đến l_0

Và được định nghĩa như sau:

1. $\delta(l, l_0) = 0, l = l_0$
2. $\forall l \neq l_0 : \delta(l, l_0) = \min \{ \delta(l', l_0) \mid l' \text{ là lân cận của } l \} + 1$

Với đối số đầu tiên, hàm ψ là hàm đơn điệu tăng, tức là độ thuộc lớn hơn lớp l_0 , lớn hơn giá trị hàm ψ ; Trong đối số thứ hai, hàm ψ là hàm đơn điệu giảm, tức là: lớp l rất xa so với lớp l_0 , nhỏ hơn giá trị ψ . Giá trị của ψ không bao giờ được vượt quá giá trị của các đối số đầu tiên:

$$\forall m \in [0,1] \text{ và } \forall d \in [0,\infty) : \psi(m, d) \leq m \quad (1)$$

Độ thuộc mới được tính tương tự như trước:

$$\mu(l) \leftarrow \max\{\mu(l), \psi(\mu(l_0), \delta(l, l_0))\}$$

Ngoài ra, nên kiểm tra lại bằng trực giác để đảm bảo lớp kết quả là đúng, tránh việc có một kết quả riêng nào đó bị bỏ sót dù bắt nguồn từ cùng một cell. Ví dụ, nếu cell l_0 có khoảng cách tới cell l_1 là 1 và khoảng cách tới cell l_2 là 2, thì $\psi(\psi(\mu(l_2), 1), 1)$ không được vượt quá $\psi(\mu(l_2), 2)$, nghĩa là độ thuộc mới của l_0 chịu ảnh hưởng trực tiếp từ lớp l_2 , chứ không phải gián tiếp từ l_2 qua l_1 đến l_0 . Thực hiện điều này bằng cách:

$$\forall m \in [0,1] \text{ và } \forall d \in [0,\infty) : \quad (2)$$

$$d_2 = d_1 + d_0 \rightarrow \psi(m, d_2) \geq \psi(\psi(m, d_1), d_0)$$

Hàm đệm $\psi(m, d) = \frac{m}{1+d}$, với ví dụ trên thì giá trị này chấp nhận được, còn $\psi(m, d) = \frac{m}{1+d^2}$ thì không.

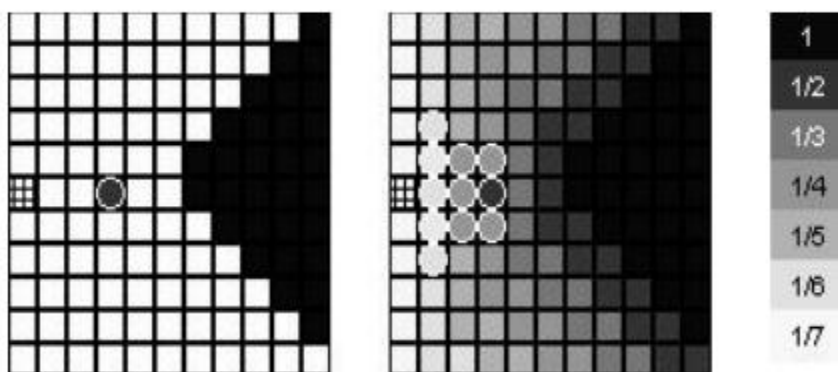
Nếu $\psi(m, d_2) = \psi(\psi(m(d_1), d_0)$, độ thuộc mới của cell l và khoảng cách d có thể được tính bằng hàm ψ theo độ thuộc lớp l_0 , nghĩa là, xác định $\beta(m) = \psi(m, 1)$:

$$\mu(l) \leftarrow \max\{\mu(l), \underbrace{\psi(\dots\psi(\mu(l_0), 1)\dots)}_d, 1)\}$$

Hình 2.17 là bản đồ mờ áp dụng thao tác buffer sử dụng hàm $\psi(m, d) = \frac{m}{1+d}$ như là hàm lân cận, và dùng độ đo khoảng cách dựa trên đỉnh kề. Bản đồ gốc chỉ có 1 lớp thành viên là 0 (các cell không phủ đầy màu trắng), ngoại trừ: (A) cell phủ đầy màu đen ở phía bên phải bản đồ là lớp thành viên của 1 và (B) cell chỉ có màu xám đen với vòng tròn là lớp thành viên của $\frac{1}{2}$.

Một kết quả thú vị trong bản đồ raster ở hình 2.17 là cell chứa vòng tròn này ở gần các cell duy nhất của đối tượng B hơn bất kỳ cell nào ở đối tượng A.

Màu xám là lớp thành viên, sau khi thực hiện thao tác buffer vòng tròn màu trắng trên bản đồ biểu thị một cell được xác định là lớp lân cận trực tiếp hay gián tiếp từ các cell được khoanh tròn. Trong trường hợp hai lớp thành viên chồng lên nhau, giá trị lớn sẽ phủ lên giá trị nhỏ hơn.



Hình 2.17 Bản đồ với điểm thành viên mờ ban đầu và sau khi đã buffer

Tuy nhiên, kết quả buffer của đối tượng A lại vượt qua kết quả buffer của đối tượng B do độ thuộc của $A < B$:

$$\psi\left(\frac{1}{2}, 3\right) = \frac{1}{8} < \psi(1, 6) = \frac{1}{7}$$

Thuật toán Brute – Force cho kết quả đệm toàn diện (hay còn gọi là thuật toán ψ -Buffering) là phép mở rộng bản đồ mờ ban đầu sử dụng hàm ψ -Buffering bằng cách áp dụng thuật toán trong hình 2.18 cho tất cả các cell trong bản đồ. Thuật toán liên tục lặp thông qua việc cập nhật độ thuộc của các cell, bằng cách sử dụng lớp thành viên của một cell để cập nhật độ thuộc của các cell khác. Điều này được thực hiện bất kể lớp thành viên của một cell có thể tác động biến đổi lên các cell khác hay không

Brute – Force ψ -Buffering

Cho μ là hàm mờ của bản đồ

Cho ψ là hàm buffer toàn diện

Cho L là tập tất cả các cell trong bản đồ để tạo buffer

Repeat

For each $l_0 \in L$ do:

For all neighbors $l \in L - \{l_0\}$ do:

$\mu(l) \leftarrow \max\{\mu(l), \psi(\mu(l_0), \delta(l, l_0))\}$

Until μ là ổn định

Hình 2.18 Thuật toán buffer toàn diện với hàm ψ -Buffering cho bản đồ mờ

Hàm mờ $\mu: X \rightarrow [0,1]$; $\mu(x)$ là độ thuộc của x vào tập mờ đang xét

Hàm đệm toàn diện ψ là một hàm đơn điệu gồm hai tham số:

$\mu(l_0)$: độ thuộc của l_0 ; $\delta(l, l_0)$: khoảng cách từ l đến l_0

Thỏa mãn: $\forall m \in [0,1]$ và $\forall d \in [0,\infty)$: $\psi(m,d) \leq m$

Trong trường hợp này: $\psi(m, d) = \frac{m}{1+d}$

Có một cách cải tiến để chỉ sử dụng các cell có khả năng ảnh hưởng đến các cell khác. Đó là trường hợp mà các lớp thành viên hiện tại của cell không tối thiểu, không có nguồn gốc từ các thành viên của lớp cell khác thông qua thao tác buffer. Cell có lớp thành viên tối thiểu không thể tăng thêm lớp mới trong quá trình buffer, bởi vì cả hoạt động buffer luôn trả về giá trị nhỏ hơn hoặc kết quả của các cell được sử dụng làm đối số của thao tác buffer (Trong công thức (1)).

Sau khi thực hiện thao tác buffer, một cell mà lớp thành viên được bắt nguồn từ thành viên của các lớp cell lân cận không thể lan truyền bất kỳ ảnh hưởng nào đến các cell khác. Kết quả toàn diện áp dụng cho tất cả vị trí trên bản đồ (công thức (2)), không có thêm bất kỳ kết quả nào cho các lớp thành viên mới của cell được xem xét.

ψ -Buffering with Ordered Cells and Cutoffs

Cho μ là hàm mờ của bản đồ

Cho ψ là hàm buffer toàn diện

Cho L là tập tất cả các cell trong bản đồ để tạo buffer

While $L' \neq \emptyset$ do:

Select $l_0 \in L'$ sao cho $\mu(l_0)$ là max trong L'

For all $l \in L - \{l_0\}$ do:

$\mu(l) \leftarrow \max\{\mu(l), \psi(\mu(l_0), \delta(l, l_0))\}$

If $\mu(l)$ thay đổi, then $L' \leftarrow L' - \{l\}$

Hình 2.19 Thuật toán ψ -Buffering cho bản đồ mờ sử dụng phân cấp cell và ngưỡng

Hình 2.19 là sự cải tiến của thuật toán: hạn chế tập hợp các vòng ngoài có thể ảnh hưởng tới các cell. Ban đầu, tập này chứa tất cả các cell trên bản đồ. Sau đó, thực hiện buffer và kiểm tra xem cell nào có thành viên là lớp cập nhật, các cell đã được cập nhật sẽ bị loại ra khỏi tập các cell có ảnh hưởng, vì nó không có bất kỳ ảnh hưởng nào tới lớp thành viên của các cell sẽ được thăm lại trong quá trình lặp. Bên cạnh đó, các cell được chọn theo sự phân cấp về độ thuộc. Cell với độ thuộc lớn có nhiều khả năng hình thành ngưỡng hơn những cell có độ thuộc nhỏ. Do đó, ta sẽ xét các cell có độ thuộc lớn nhất đầu tiên.

2.3.3. Mô tả thuật toán Buffer sử dụng trong đồ họa

Chúng ta vừa xét các hệ GIS mở rộng bằng cách áp dụng những phần mềm khác nhau cũng như các công nghệ tự động, để xử lý những vấn đề về dữ liệu không gian. Ở phần này, chúng ta nghiên cứu một khía cạnh khác, đó là: mô tả hiệu quả việc thực hiện thuật toán Brute-Force khi chạy trên phần cứng chuyên biệt dành cho đồ họa.

Xem bản đồ mờ như một điểm ảnh 2 chiều, trong đó các màu sắc khác nhau đại diện cho các lớp thành viên khác nhau trên bản đồ. Điều đó khiến đồ họa trở thành công cụ hỗ trợ hiệu quả cho việc xây dựng vùng đệm sử dụng logic mờ. Nhà khoa học Hoff, 1999 đã đề xuất sử dụng đồ họa để xây dựng sơ đồ tổng quát Voronoi. Còn nhà khoa học Mustafa, 2001 đã sử dụng phần cứng để tạo ra sơ đồ Voronoi, là cơ sở cho việc đơn giản hóa bản đồ. Với ý tưởng của Hoff, 1999, chúng ta sẽ cùng nghiên cứu thuật toán z-buffer dành cho phần cứng để xây dựng vùng đệm sử dụng logic mờ cho bản đồ.

Thuật toán z-buffer (hay còn được gọi là buffer theo độ sâu) là thuật toán phổ biến nhất để khử mặt khuất trong đồ họa 3D.

Thuật toán này kiểm tra tính nhìn thấy được của các mặt. Với mỗi vị trí pixel (x,y) trên mặt phẳng quan sát, mặt nào có giá trị tọa độ z nhỏ nhất ở vị trí pixel đó thì nhìn thấy được

Đầu vào: vùng đệm độ sâu (lưu trữ các giá trị z cho mặt (x,y)), vùng đệm khung (vùng đệm làm tươi – lưu trữ màu các pixel của mặt được xét

Z – Buffer Algorithm

Cho L là tập các điểm ảnh của ảnh đang xét

Cho $\zeta(l)$ là giá trị hàm z-buffer cho mỗi pixel $l \in L$

Cho $\pi(l)$ là tập giá trị khung buffer cho mỗi pixel $l \in L$

Cho O là tập các đối tượng phải trả lại // *Tính độ sâu z của mặt đang xét & so sánh với giá trị độ sâu đã lưu trước đó trong $\zeta(l)$ để kiểm tra khả năng thấy được.*

For all $o \in O$ do:

For each $l \in L$ bao phủ bởi o do:

Cho Z là độ sâu của o tại l . // *Độ sâu z được tính từ phương trình mỗi mặt xét*

Cho p là màu của o tại l

If $Z < \zeta(l)$, then do:

$$\zeta(l) \leftarrow Z$$

$$\pi(l) \leftarrow p$$

Nếu z không nhỏ hơn giá trị trong vùng đệm độ sâu ở vị trí đó, điểm không được nhìn thấy.

Khi quá trình này được hoàn thành cho tất cả các mặt, vùng đệm độ sâu chứa các giá trị z của các mặt nhìn thấy được và vùng đệm khung chỉ chứa các giá trị màu của các mặt nhìn thấy được.

Hình 2.20 Mô tả thuật toán z-buffer với phần cứng đồ họa

Thuật toán z-buffer tương tự như các khung đệm trong lưu trữ mỗi pixel của ảnh. Giá trị được lưu trữ trong z-buffer là độ sâu của các đối tượng gần nhất được tìm thấy bao gồm cả pixel đó. Phía trước của pixel được gán giá trị màu sắc cho đối tượng mới, độ sâu của đối tượng tại pixel cụ thể được tính toán và so sánh với độ sâu được lưu trữ

trong z-buffer. Nếu đối tượng ở gần hơn, màu sắc của nó sẽ được lưu trữ trong khung đệm và độ sâu của nó thì lưu trữ trong z-buffer. Mô phỏng hình thức của thuật toán ở hình 2.20.

Ta sử dụng z-buffer để giả xây dựng các bản đồ mờ hiện tại, tức là, lấy giá trị độ sâu $\zeta(l_0)$ của pixel l_0 làm đại diện duy nhất cho lớp $\mu(l_0)$. Độ sâu ở gần nhất là lớp cao nhất, độ sâu xa nhất là lớp thấp nhất.

Để buffer các lớp thành viên bởi độ sâu của pixel, ta lấy giá trị xấp xỉ hàm buffer của đối tượng đó ψ áp dụng cho $\mu(l)$. Nếu giới hạn của hàm buffer tìm được thuộc dạng:

$$\psi(m, d) = \max \{0, m - kd\}$$

với k : xác định bởi sự giảm dần của các thành phần, và m : xác định bởi khoảng cách d , thì giá trị được trả lại là đối tượng có một cung tròn hình nón bên phải. Độ sâu của hình nón được xác định bởi:

$$\zeta(l) = (1 - \psi(\mu(l_0), \delta(l, l_0)))$$

Thành viên của lớp 1 được ánh xạ tới độ sâu bằng 0, và thành viên của lớp 0 ánh xạ tới độ sâu 1. Có thể sử dụng các giá trị khác nhau của k trong cùng một bản đồ để thu được cùng một giá trị kết quả giống nhau, dù sử dụng thuật toán buffer khác nhau cho cùng các đối tượng đại diện trên bản đồ.

Ngoài ra, góc hình nón (không nhất thiết phải có độ dốc bất biến) có thể được sử dụng để làm mô hình hàm buffer.

Để tăng tốc quá trình dựng hình, nghĩa là để làm cho quá trình buffer hiệu quả hơn, ta thực hiện buffer theo các góc khít nhau trên hình tam giác của nón (Hình 2.21).

Tiếp tục đẩy nhanh quá trình trên, ta sẽ ngăn chặn việc dựng hình cho các pixel tương tự nhau trong cùng một vùng. Trong trường hợp này, ta chỉ cần dựng nón từ các ảnh điểm biên.

Như đã trình bày, khoảng cách có thể được định nghĩa trong cấu trúc lưới thông qua mối quan hệ giữa các lân cận.



Hình 2.21 Hàm xấp xỉ $\zeta(l)$ được tính dựa trên hình nón quạt

Trong trường hợp các lân cận đỉnh, hàm buffer ψ được thể hiện bởi hình nón với bốn hình tam giác (hình kim tự tháp) được canh song song với cấu trúc lưới. Trong trường hợp cạnh lân cận, điều này cũng có thể thực hiện được, nhưng các kim tự tháp phải quay một góc 45° .

Mặc dù vậy, tính đúng đắn của thao tác buffer sử dụng đồ họa chưa được kiểm chứng. Chẳng hạn, giá trị hàm buffer ψ trả lại chỉ là xấp xỉ. Mặt khác, có những thí nghiệm cho thấy rằng lớp mờ thành viên khá mạnh mẽ, như vậy, không cần thiết phải có lớp thành viên chính xác. Giải thích cho sự quan sát này là: thứ nhất, lớp thành viên mờ được sử dụng để mô tả các thông tin không chính xác và do đó không cần thiết phải chính xác; thứ hai, mỗi thành viên mờ của lớp cục bộ chỉ đóng vai trò nhỏ trong toàn bộ quá trình suy luận, vì thông thường nó

phải kết hợp với một số lớp thành viên khác mới có thể đưa ra quyết định cuối cùng.

Ưu điểm

- Thích hợp cài đặt trên phần cứng.
- Ta có thể scan-convert các polygon theo thứ tự bất kỳ.
- Mỗi lần ta chỉ phải xét một polygon
- Cho phép tổng hợp nhiều cảnh với nhau hoặc bổ sung các đối tượng mới vào một cảnh phức tạp.

- Có thể áp dụng với các mặt cong, các mặt không có dạng đa giác.

Nhược điểm

- Đòi hỏi bộ nhớ rất lớn
- Có thể mất chính xác khi chuẩn hoá trong qua trình tính độ sâu.

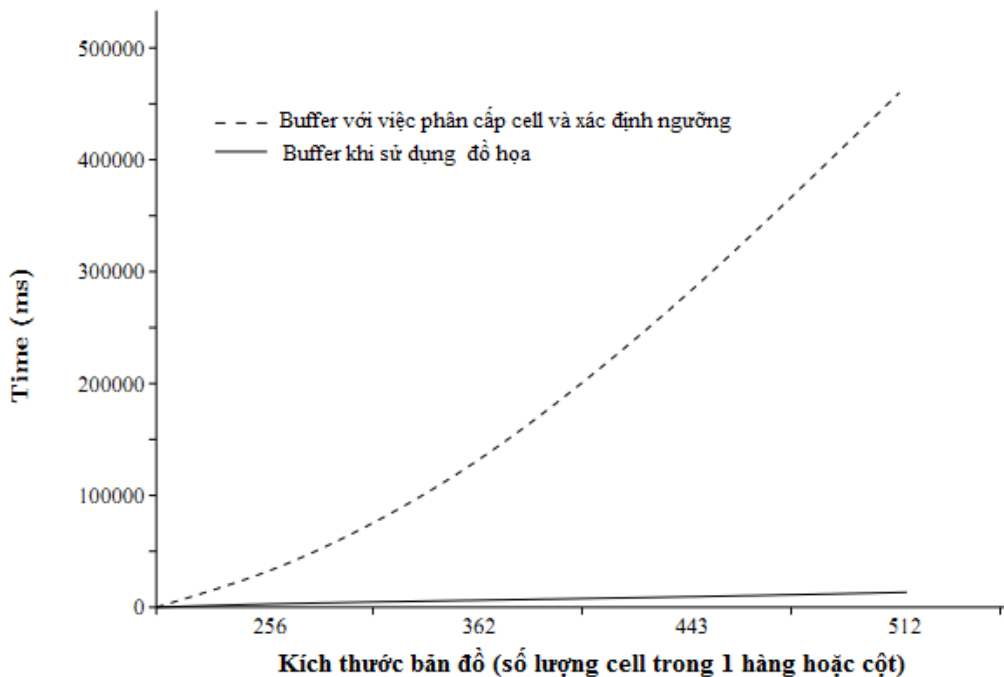
2.3.4. Đánh giá thuật toán

Thuật toán Brute-Force trong hình 2.14 là thuật toán sử dụng phương pháp lặp trên tập hợp các cell L , sử dụng các lớp thành viên của một cell để cập nhật các lớp thành viên của các tế bào khác. Phép lặp này được thực hiện với tất cả các thành viên, không quan tâm tới việc cell này có làm biến đổi độ thuộc của các cell khác hay không. Độ phức tạp của thuật toán là $O(|L|^2)$.

Thuật toán cải tiến ở hình 2.18 vẫn có thời gian xử lý không tốt. Độ phức tạp của thuật toán vẫn là $O(|L|^2)$. Vì thuật toán không làm thay đổi số lượng thành viên, do đó nó sẽ phải thăm qua tất cả các cell trên bản đồ. Độ phức tạp về thời gian xử lý của thuật toán phải tính từ thời điểm lựa chọn các cell theo độ thuộc của chúng. Nếu lớp thành viên là rời rạc, có thể sử dụng hộp phân loại để sắp xếp danh sách trước, việc phân loại và lựa chọn cell là tuyến tính, do đó, độ phức tạp của thao tác này là: $O(|L| \cdot \log |L|)$. Trên thực tế, thời gian phân loại không đáng kể, và hầu hết dữ liệu được phân tích đều có độ phức tạp bậc hai.

Trong hầu hết các trường hợp, độ phức tạp về thời gian xử lý của thuật toán buffer sử dụng đồ họa cho bản đồ mờ là $O(|L|^2)$.

Một số trường hợp đặc biệt, độ phức tạp này là $O(|L|)$. Trong những trường hợp này, phương pháp đồ họa thực hiện tốt hơn bất kỳ một phần mềm thuật toán nào. Hình 2.22 cho ta thấy minh họa cụ thể cho nhận định trên. Trực ngàng cho thấy số lượng các cell trong mỗi hàng hoặc cột của bản đồ, chứ không phải tổng số cell trên bản đồ, do đó độ phức tạp về thời gian tính toán có dạng đường cong tuyến tính bậc 2.



Hình 2.22 Thời gian xử lý của thuật toán buffer với phân cấp cell và xác định ngưỡng với thời gian xử lý của thuật toán buffer khi sử dụng đồ họa

Tóm lại, ý tưởng sử dụng lý thuyết tập mờ để xử lý các vấn đề thiếu chính xác trong phân tích không gian không phải là mới. So sánh với các phương pháp tiếp cận khác, cách xây dựng vùng đệm trong GIS sử dụng logic mờ tương chừng như là bước đi chậm hơn so với sự phát triển. Nhưng trên thực tế, việc

xây dựng vùng đệm sử dụng logic mờ trong GIS lại vô cùng hiệu quả và có 2 lợi thế:

- Thứ nhất: nó cho phép chúng ta áp dụng các thuật toán một cách hiệu quả khi không phải xét tất cả các cell trên bản đồ raster.

- Thứ hai: nó cho phép chúng ta áp dụng một cách biến hóa của thuật toán đó là sử dụng đồ họa. Việc này ta có thể sử dụng ở bất kỳ đâu do việc sẵn có rộng rãi của các phần cứng đặc biệt.

Chính vì vậy, xây dựng vùng đệm sử dụng logic mờ là một thao tác phân tích không thể thiếu trong các hệ thống thông tin địa lý.

Chương 3

XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH THỬ NGHIỆM

Trong phần này, học viên sẽ thực hiện minh họa phép tính toán thao tác vùng đệm sử dụng logic mờ ứng dụng trong GIS cho bài toán "Tìm vị trí thích hợp chôn lấp chất thải rắn của Thành phố Nam Định".

Theo quy định của Bộ Tài nguyên và Môi trường, bãi chôn lấp rác thải phải tuân thủ một số điều kiện như:

- Giảm thiểu tác động đến môi trường: Khoảng cách đến nguồn nước (sông hồ, đầm, ao,...) phải phù hợp, không xây dựng bãi chôn lấp gần nguồn nước, ven sông, các vùng được bảo vệ (Hồ, ao, suối,...).

- Giảm thiểu tác động đến xã hội: Khoảng cách đến các khu đô thị và khu dân cư phải đủ lớn; phải được sự chấp thuận của chính quyền địa phương cộng đồng dân cư tại khu vực.

Để đánh giá các chỉ tiêu cho việc lựa chọn sơ bộ vị trí thích hợp làm điểm chôn lấp rác thải, việc ứng dụng GIS sẽ hỗ trợ một cách nhanh chóng trong việc tìm ra các vùng thỏa mãn các điều kiện về vị trí và khoảng cách trên bản đồ số, trong đó phép phân tích tìm vùng đệm mờ (fuzzy buffer) rất phù hợp cho việc giải bài toán trên.

Bằng việc phân tích các chỉ tiêu đánh giá, ta đưa ra được số liệu khoảng cách làm căn cứ để xây dựng vùng đệm. Từ đó, sử dụng những thuật toán đã trình bày ở chương 2, ta đi xây dựng các vùng đệm cần tìm. Đây chính là dữ liệu quan trọng để có thể giải quyết bài toán đã nêu.

Dựa trên những cơ sở khoa học về việc lựa chọn địa điểm bãi chôn lấp rác thải sinh hoạt và tổng hợp các tài liệu, nghiên cứu đặc điểm khu vực Thành phố Nam Định, luận văn trình bày các tiêu chí lựa chọn địa điểm chôn lấp rác thải theo ba nhóm chỉ tiêu: môi trường, kinh tế, xã hội thể hiện chi tiết trong bảng sau:

Nhóm chỉ tiêu	Tên chỉ tiêu	Giới hạn
Môi trường (Giảm thiểu tác động đến môi trường)	1. Khoảng cách đến nguồn nước (sông hồ, đầm, ao,...)	Không xây dựng bãi chôn lấp gần nguồn nước ven sông, các vùng được bảo vệ (Hồ, ao, suối,...), nơi có khả năng lũ lụt thường (Tham khảo từ dự án của WASTE – ECON của Canada với Việt Nam)
	2. Khoảng cách đến các công trình khai thác nước ngầm	Tùy theo công suất, ở Tp. Nam Định là (khoảng cách > 500m) (theo quy định của TCXDVN 261:2001)
	3. Thổ nhưỡng (Tính chất của đất, hệ số thấm thấu,...)	Hạn chế tối đa sự thấm thấu nước từ rác vào môi trường đất
	4. Khoảng cách tới đường giao thông chính (cao tốc, quốc lộ, tỉnh lộ, đường sắt)	Khoảng cách từ bãi đến đường giao thông chính $\geq 100m$ (Theo quy định của TCXDVN 261:2001)
	5. Hướng gió	Hạn chế ô nhiễm do mùi \rightarrow càng cuối hướng gió càng tốt
	6. Khoảng cách tới khu di tích	Khoảng cách từ bãi rác đến khu di tích, văn hóa $\geq 1000m$ (tham khảo WASTE – ECON của Canada với Việt Nam)
	7. Địa hình	Kết hợp các yếu tố gió để hạn chế sự ô nhiễm không khí do mùi
	8. Khu công nghiệp	Khoảng cách từ bãi rác đến khu công nghiệp văn hóa $\geq 1000m$ (tham khảo

		WASTE – ECON của Canada với Việt Nam)
Kinh tế (Giảm thiểu chi phí xây dựng)	9. Khoảng cách tới trạm cung cấp điện	Giảm thiểu chi phí xây dựng mạng lưới cấp điện cho bãi rác: càng gần càng tốt (tham khảo từ dự án WASTE-ECON của Canada với Việt Nam)
	10. Khoảng cách tới đường giao thông thường	Thuận tiện cho việc vận chuyển, thu gom rác: càng gần càng tốt
	11. Khoảng cách tới điểm thu gom rác thải	Giảm chi phí và thời gian vận chuyển: càng gần càng tốt
	12. Hiện trạng sử dụng đất	Giảm chi phí đền bù, giải phóng mặt bằng cho xây dựng bãi rác.
	13. Địa chất (đề cập đến yếu tố đứt gãy)	Không xây dựng bãi rác ở những nơi cấu trúc địa chất phức tạp, nơi có nền nứt rạn: tầng tối đa khoảng cách tới các vết nứt rạn (Tham khảo từ dự án WASTE – ECON của Canada với Việt Nam)
Xã hội (Giảm thiểu tác động đến xã hội)	14. Khoảng cách đến khu đô thị	Khoảng cách đến các khu đô thị $\geq 3000m$ (theo quy định của TCXDVN 261:2001)
	15. Khoảng cách đến cụm dân cư	Khoảng cách đến cụm dân cư $\geq 1000m$ (Theo quy định của TCXDVN 261:2001)
	16. Ý kiến của dân	Lấy tối đa sự đồng thuận của người dân
	17. Ý kiến địa phương	Lấy được sự chấp thuận của chính quyền

Bảng 3.1 Các chỉ tiêu lựa chọn địa điểm chôn lấp rác thải tại TP Nam Định

Từ bảng trên, ta có bảng các chỉ tiêu để đánh giá sơ bộ như sau:

Không phù hợp: 0 điểm; Ít phù hợp: 1 điểm; Phù hợp: 2 điểm; Rất phù hợp: 3 điểm.

STT	Tên chỉ tiêu	Giá trị	Độ thích hợp
1	Khoảng cách đến khu dân cư đô thị	0 – 3000 m	0
		3000 – 5000 m	1
		5000 – 7000 m	2
		> 7000 m	3
2	Khoảng cách đến cụm dân cư nông thôn	0 – 300 m	0
		300 – 1000 m	1
		1000 – 2000 m	2
		> 2000 m	3
3	Khoảng cách đến cụm dân cư nông thôn theo hướng gió chính	0 – 1000 m	0
		1000 – 2000 m	1
		2000 – 3000 m	2
		> 3000 m	3
4	Khoảng cách đến nguồn cung cấp nước ngầm	0 – 500 m	0
		500 – 3000 m	1
		3000 – 5000 m	2
		> 5000 m	3
5	Khoảng cách đến nguồn nước	0 – 500 m	0
		500 – 1000 m	1
		1000 – 3000 m	2
		> 3000 m	3
6	Khoảng cách đến khu di tích, văn hoá	0 – 500 m	0
		500 – 1000 m	1
		1000 – 3000 m	2
		> 3000 m	3
7	Khoảng cách đến đường giao thông chính	0 – 100 m	0
		100 – 1000 m	1
		1000 – 3000 m	2
		> 3000 m	3
8	Khoảng cách đến đường giao thông thường	0 – 100 m	3
		100 – 1000 m	2
		1000 – 3000 m	1
		> 3000 m	0
9	Khoảng cách đến khu công nghiệp	0 – 1000 m	0
		1000 – 2000 m	1
		2000 – 5000 m	2
		> 5000 m	3

Bảng 3.2 Phân loại mức độ phù hợp của từng chỉ tiêu để xây dựng vùng đệm

Từ những chỉ tiêu đã phân tích ở trên, ta dựa vào bảng 3.2 để thực hiện xây dựng vùng đệm xung quanh các đối tượng cần xét. Từ đó, chồng lớp bản đồ để đưa ra được vùng tối ưu cho bài toán.

Trong chương 2, ta đã tìm hiểu các thuật toán xây dựng vùng đệm với dữ liệu mờ trong GIS. Điều đó cho phép hiểu rõ hơn cách xây dựng vùng đệm dựa trên số liệu khoảng cách vừa phân tích được.

3.1. Môi trường phát triển chương trình

Phần cứng

Môi trường phát triển: sử dụng máy tính có bộ vi xử lý Core i3, tốc độ 2.13 GHz, 4 GB RAM.

Phần mềm

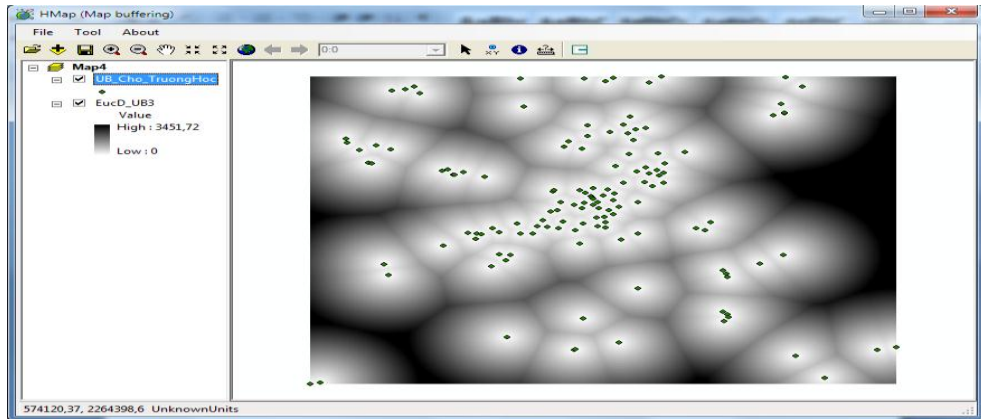
Để thực hiện phân tích các tiêu chí về khoảng cách đối như đã nêu, dữ liệu đầu của bài toán bao gồm các lớp bản đồ hành chính, thủy hệ, giao thông của Thành phố Nam Định được phân tích bằng phần mềm HMap do học viên tự xây dựng bằng ngôn ngữ lập trình C# dựa trên bộ thư viện ArcGIS Engine 9.3 do hãng ESRI phát triển, trong đó, các phép toán phân tích vùng đệm và chồng phủ bản đồ sử dụng bộ công cụ Spatial Analyst của ArcGIS Engine.

3.2. Chức năng của chương trình

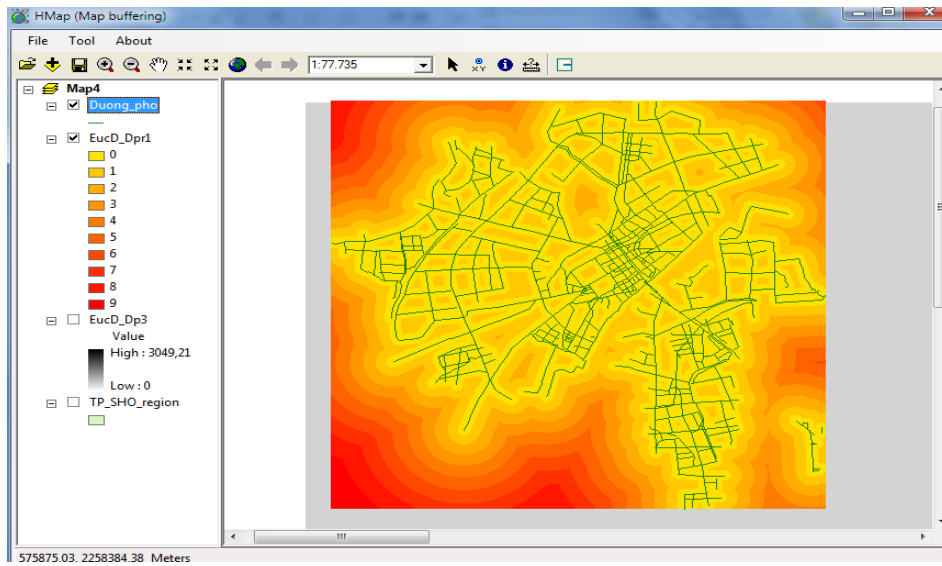
- Hiển thị bản đồ số.
- Phóng to, thu nhỏ bản đồ.
- Trượt bản đồ.
- Tính toán khoảng cách vùng đệm bản đồ theo từng chỉ tiêu, tạo ảnh raster khoảng cách.
- Chồng phủ ảnh raster.

3.3. Một số giao diện của chương trình

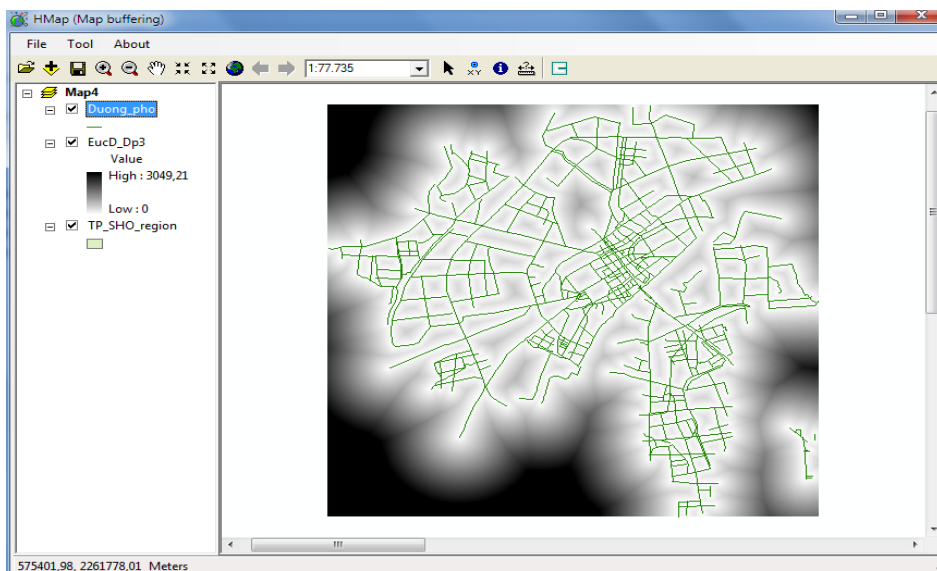
Giao diện chính và giao diện chức năng tạo vùng đệm cho các đối tượng điểm, đường hoặc vùng của chương trình như sau:



Hình 3.1 Giao diện chính của chương trình



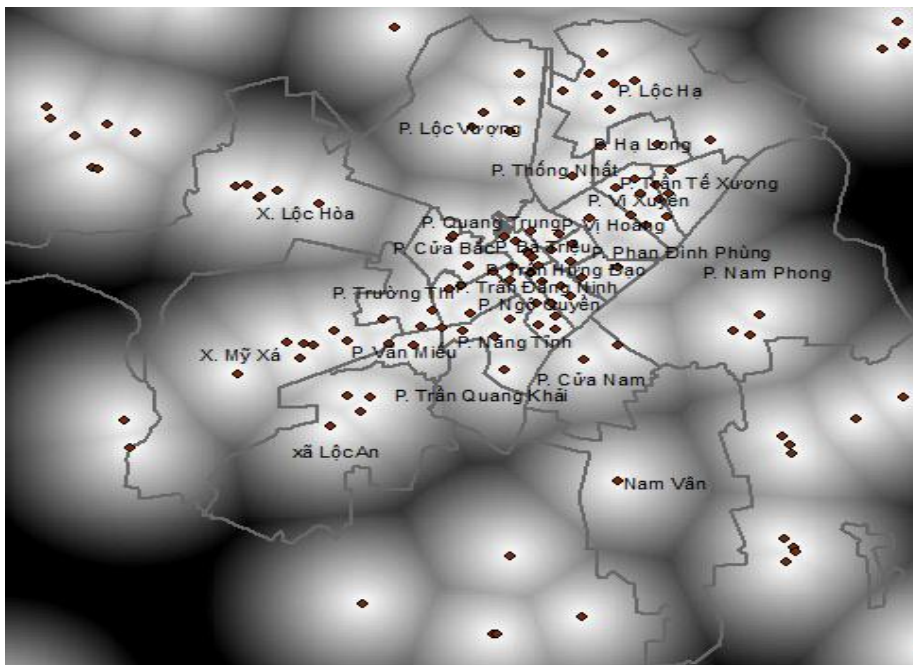
Hình 3.2 Giao diện chức năng tạo vùng đệm rõ



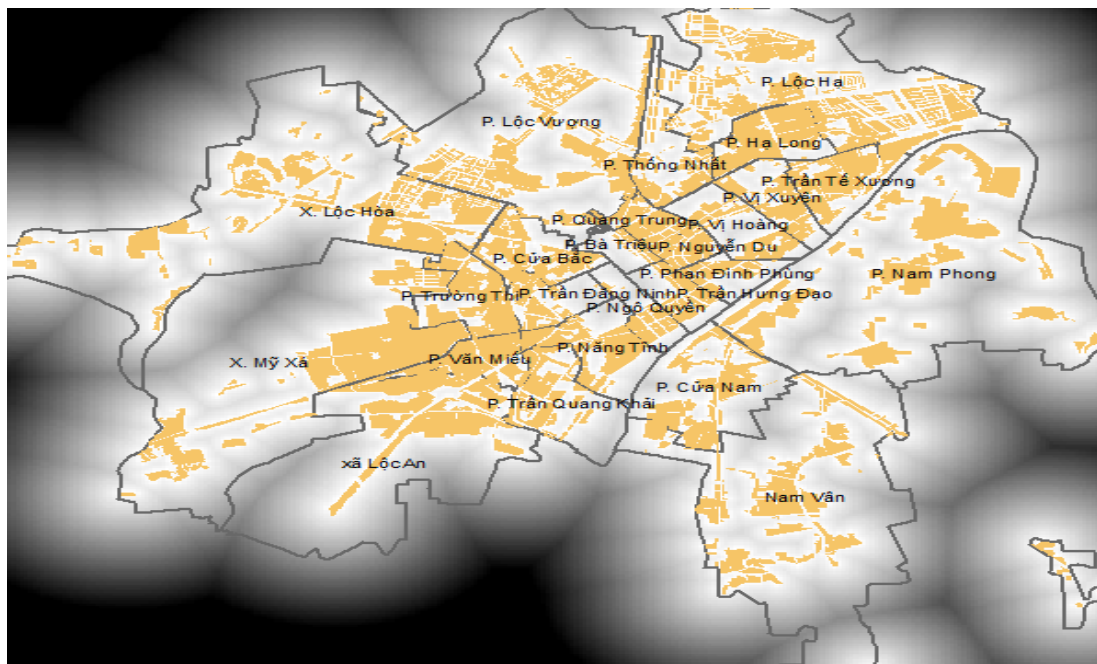
Hình 3.3 Giao diện chức năng tạo vùng đệm mờ

3.4. Kết quả thử nghiệm

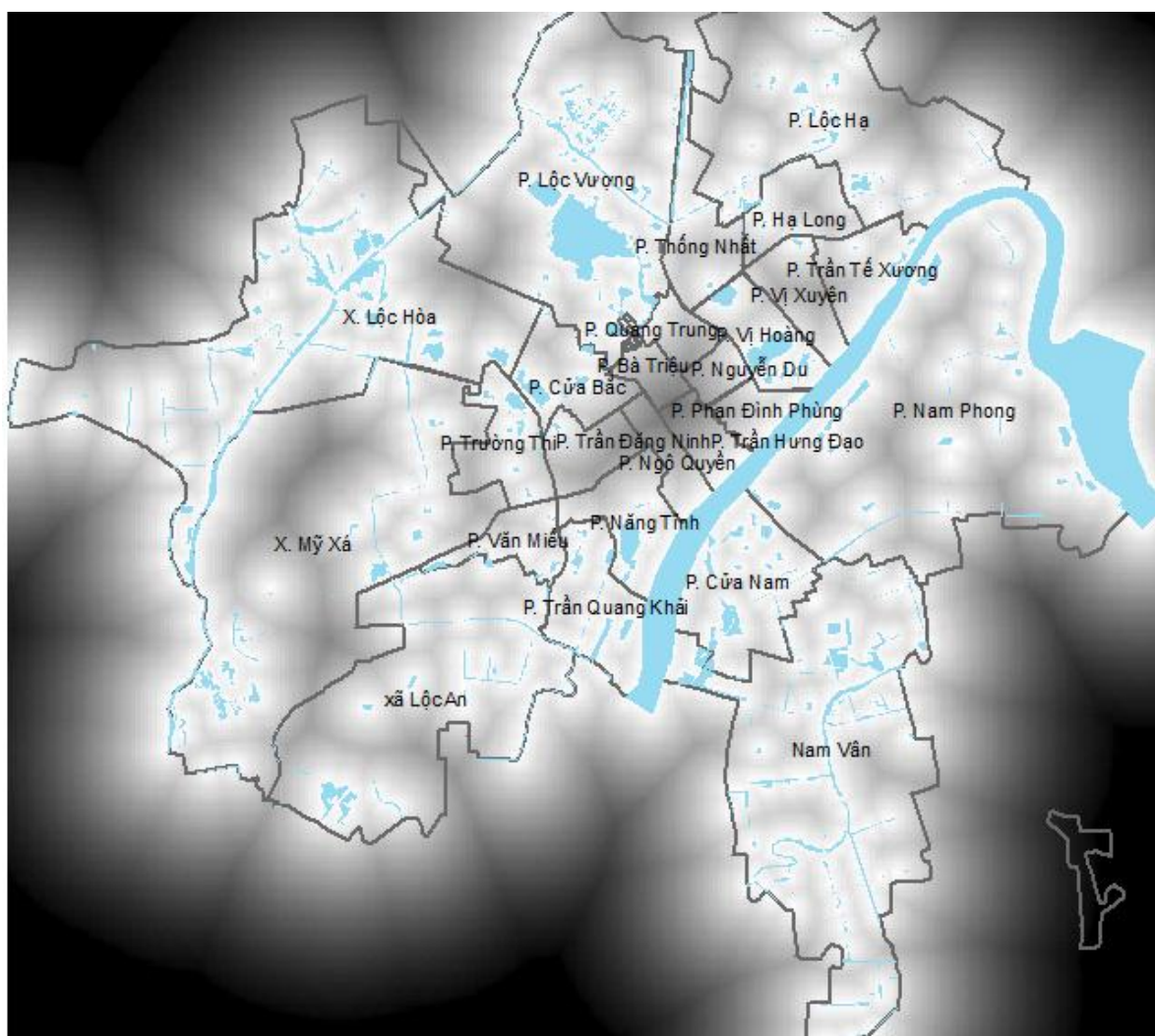
Kết quả điểm của một số chỉ tiêu trên được thể hiện ở các hình dưới đây:



Hình 3.4 Phân tích khoảng cách đến các cơ quan, bệnh viện, trường học, (được mô tả bởi các điểm trên bản đồ), kết quả phân tích cho thấy các vùng được tô màu xám càng sẫm thì càng xa khu vực các điểm tiện ích công cộng.



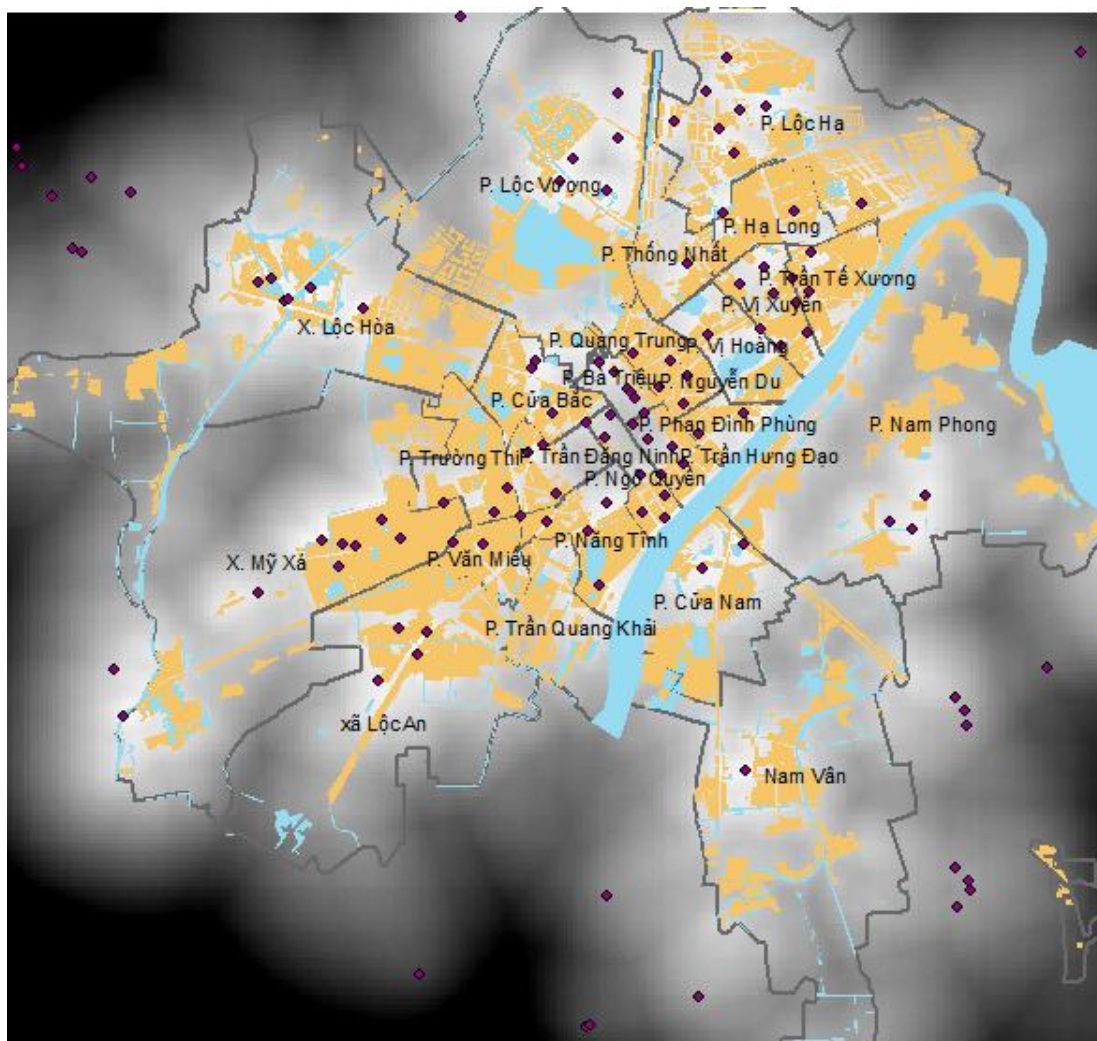
Hình 3.5 Phân tích khoảng cách đến khu dân cư sử dụng vùng đệm mờ, (các khu vực dân cư được mô tả bởi các vùng màu vàng), kết quả phân tích cho thấy các vùng được tô màu xám càng sẫm thì càng xa khu dân cư.



Hình 3.6 Phân tích khoảng cách đến nguồn nước mặt, (là các khu vực sông, hồ được mô tả bởi các vùng màu xanh nước biển), kết quả phân tích cho thấy các vùng được tô màu xám càng sẫm thì càng xa nguồn nước mặt.

Kết luận thu được

Ta tổng hợp các kết quả thu được để tìm ra các khu vực thỏa mãn đồng thời nhiều tiêu chí bằng cách chồng phủ các lớp raster kết quả ở trên cho thấy các vùng tiềm năng có thể quy hoạch làm điểm chôn lấp chất thải rắn (các vùng sẫm màu) là các khu vực thuộc phía Đông Bắc của xã Mỹ Xá, phía Bắc xã Lộc Vương và phía Tây xã Lộc An.



Hình 3.7 Kết quả thu được sau khi phân tích và chồng phủ bản đồ

KẾT LUẬN

Trong hầu hết các lĩnh vực kinh tế - xã hội hiện nay, có một công cụ phổ biến, ưu việt để giải quyết những vấn đề đặt ra, đó là GIS. GIS được xem là một trong những công nghệ mới nhất, có nhiều ứng dụng nhất & giải quyết các bài toán phân tích không gian tối ưu nhất.

Một trong số những ứng dụng của phân tích không gian là xây dựng vùng đệm trong hệ thống thông tin địa lý. Lý thuyết tập mờ được xem như là phương tiện thiết kế các công cụ một cách hiệu quả để hỗ trợ các cách xử lý ra quyết định đối với vấn đề mập mờ, không rõ ràng trong các bài toán không gian.

Luận văn này đã nghiên cứu sự hợp nhất của lý thuyết tập mờ với việc phân tích không gian trong hệ thống cơ sở dữ liệu quan hệ GIS, đó là: xây dựng vùng đệm sử dụng logic mờ. Hơn nữa, kết quả của việc nghiên cứu có tính thực tiễn cao. Nó chỉ ra sự hiệu quả như thế nào của lý thuyết tập mờ để có thể thực hiện các diễn tả và phân tích dữ liệu địa lý. Sự đóng góp của luận văn có thể được khái quát như sau:

- Trình bày tổng quan về hệ thống thông tin địa lý cấu trúc dữ liệu không gian vector và bài toán liên quan. Tổng quan về logic mờ và các hàm thuộc.
- Tìm hiểu phân tích, đánh giá, một số thuật toán cụ thể là các thuật toán xây dựng vùng đệm sử dụng logic mờ như: các thuật toán buffer lập sử dụng logic mờ: Brute Force β -buffering, thuật toán lan truyền cục bộ β -buffering, thuật toán β -buffering sử dụng phân cấp cell; các thuật toán buffer toàn diện sử dụng logic mờ: Brute Force ψ -buffering, thuật toán ψ -buffering sử dụng phân cấp cell và ngưỡng; Cuối cùng là thuật toán buffer sử dụng đồ họa, điển hình: Z-buffer.
- Tìm hiểu bộ công cụ phát triển các ứng dụng GIS là ArcGIS Engine, phần mềm ArcGIS 9.3 của hãng ESRI.

Những hướng phát triển của luận văn ở trong tương lai dự kiến như sau:

- Xây dựng một hệ thống chương trình có thể áp dụng vào xác định vùng đệm ứng dụng trong đa ngành nghề, lĩnh vực.

- Tiếp tục cài đặt các thuật toán còn lại đã trình bày trong luận văn.

Mặc dù đã rất cố gắng, nhưng do thời gian và trình độ còn hạn chế nhất định nên luận văn không tránh khỏi thiếu sót. Trong tương lai học viên sẽ cố gắng hoàn thiện và phát triển những vấn đề đã nêu trên, nhằm mang lại những vấn đề khả quan hơn nữa. Rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các thầy cô và các bạn để luận văn ngày càng hoàn thiện hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO***Tiếng Việt***

- [1] Đặng Văn Đức (2001), *Hệ thống tin địa lý GIS*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội

Tiếng Anh

- [2] Hans W. Guesgen, Joachim Hertzberg, Algorithms for Buffering Fuzzy Raster Maps, *FLAIRS-01 Proceedings*, 2001
- [3] Hans W. Guesgen, Joachim Hertzberg, Richard Lobb, Andrea Mantler Buffering Fuzzy Maps in GIS, *Department of Computer Science, University of Auckland, New Zealand*, 2003.
- [4] Jingxiong Zhang, Michael F. Goodchild, *Uncertainty in Geographical Information*, The Taylor & Francis e-Library, 2003.
- [5] Tahsin A. Yanar, Zuhul Akyurek, The Enhancement of ArcGIS with Fuzzy Set Theory, *ESRI International User Conference*, 2004.
- [6] Wolfgang Kainz, *The Mathematics of GIS*, University of Vienna, Austria. 2010.