

MỘT PHƯƠNG PHÁP CẢI TIẾN TÌM KIẾM ẢNH TRÊN CƠ SỞ HÌNH DẠNG VÀ ỨNG DỤNG TRONG GIS

ĐẶNG VĂN ĐỨC¹, NGUYỄN TIẾN THÀNH²

¹Viện Công nghệ thông tin, Viện Khoa học và công nghệ Việt Nam

²Khoa Toán tin ứng dụng, Đại học Bách khoa Hà Nội

Tóm tắt. Bài báo giới thiệu kỹ thuật cải tiến tìm kiếm ảnh trên cơ sở đặc trưng mức thấp và ứng dụng chúng trong bài toán tìm kiếm đối tượng địa lý dạng vùng trong CSDL không gian. Sau khi nghiên cứu, đánh giá một số thuật toán tìm kiếm ảnh dựa trên đặc trưng vùng của hình dạng như bộ mô tả Fourier và bộ mô tả lưới, đã đề xuất một số cải tiến để hình thành thuật toán mới có hiệu quả tìm kiếm cao hơn. Bài báo còn trình bày kết quả ứng dụng thuật toán cải tiến này vào việc phát triển chức năng tìm kiếm các đối tượng dạng vùng tương tự với hình dạng phức tạp ở đầu vào truy vấn trong CSDL GIS.

Abstract. This paper deals with an improvement of the retrieval algorithm based on object shape. After discussing about image retrieval based on shape methods such as Fourier descriptors and region-based shape presentation, a new proposed technique will be presented for efficient shape similarity search. Some applications of the results to the GIS are also described.

1. GIỚI THIỆU

Tìm kiếm ảnh trên cơ sở nội dung mức thấp trong cơ sở dữ liệu (CSDL) ảnh đã được quan tâm nghiên cứu và có nhiều kết quả từ nhiều năm nay [3,4]. Ý tưởng chung của việc chỉ mục và tìm kiếm trong CSDL ảnh là trích chọn đặc trưng ảnh từ màu sắc, hình dạng và kết cấu trong miền quan sát và trong miền biến đổi ảnh, sau đó thực hiện đối sánh tương tự để tìm ra đối tượng đáp ứng yêu cầu của người sử dụng. Thông thường, khi phát triển hệ thống, người ta phải kết hợp nhiều kỹ thuật khác nhau để nâng cao hiệu năng tìm kiếm. Bài báo trình bày kết quả thử nghiệm, đánh giá hai thuật toán quen thuộc tìm kiếm ảnh trên cơ sở đặc trưng vùng: bộ mô tả lưới và bộ mô tả Fourier. Và đề xuất cải tiến kỹ thuật tìm kiếm ảnh dựa trên đặc trưng bộ mô tả Fourier, ứng dụng chúng để phát triển chức năng tìm kiếm đối tượng địa lý trong hệ thống thông tin địa lý (GIS). GIS bao gồm không chỉ các chức năng hỗ trợ thu thập, quản lý dữ liệu không gian, mà chúng còn bao gồm tập phong phú các thao tác không gian như trình diễn, duyệt, tìm kiếm đối tượng và phân tích trên dữ liệu không gian [5,7] để có được thông tin hữu ích đối với người sử dụng. Dữ liệu không gian bao gồm hai thành phần chính: dữ liệu thuộc tính và dữ liệu hình học. Và đề xuất ứng dụng kỹ thuật Bộ mô tả Fourier cải tiến vào việc tìm kiếm các đối tượng địa lý dựa trên thành

phần hình học của chúng trong CSDL không gian, nhằm nâng cao khả năng trình diễn và phân tích của GIS.

Bài báo gồm năm phần. Sau phần giới thiệu bài toán cần giải quyết là Mục 2 trình bày phương pháp tìm kiếm ảnh dựa trên đặc trưng vùng đã được đề xuất trước đây và trình bày các kết quả thử nghiệm, đánh giá về các phương pháp này. Mục 3 là đề xuất các cải tiến, kết quả thử nghiệm và so sánh với phương pháp trình bày trong Mục 2. Mục 4 tập trung vào mô tả khả năng ứng dụng kỹ thuật đã đề xuất vào xây dựng chức năng tìm kiếm đối tượng địa lý trên cơ sở thành phần dữ liệu hình học trong CSDL không gian. Cuối cùng là một vài kết luận về phương pháp đề xuất và kết quả ứng dụng.

2. TÌM KIẾM ẢNH DỰA TRÊN ĐẶC TRƯNG VÙNG

2.1. Thuật toán mô tả lưới (GD)

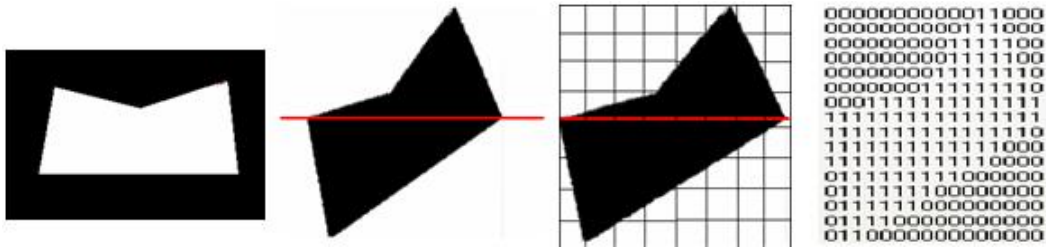
Việc tìm kiếm ảnh trên cơ sở nội dung bằng phương pháp mô tả lưới được phát triển bởi G. Lu và Sajjanhar từ năm 1999 [4,10]. Ý tưởng của thuật toán là sử dụng các phép biến đổi đối với đặc trưng vùng của hình dạng sao cho kết quả tìm kiếm không bị ảnh hưởng bởi các phép biến đổi co giãn và xoay.

Xét ảnh số được cho bởi ma trận $A(x, y)$, phương pháp mô tả lưới được thực hiện như sau (Hình 1.1):

- Nếu A là ảnh màu, chuyển A thành ảnh đa mức xám. Tiếp đó tiến hành nhị phân hóa ảnh A để thu được ảnh nhị phân. Ảnh này sẽ được sử dụng cho các bước sau.
- Tìm trục chính của ảnh: Trục chính của ảnh là trục đi qua 2 điểm xa nhất của đối tượng trên ảnh số.
- Chuẩn hóa quay đối với ảnh: Chuẩn hóa này được thực hiện để đưa trục chính của ảnh về song song với trục Ox .
- Cắt phần hình dạng ảnh thu được ảnh mới.
- Chuẩn hóa co giãn với ảnh đã cắt: Chuẩn hóa này được thực hiện với mục đích đưa ảnh về cùng một kích thước so với lưới đã định sẵn.
- Chia ảnh đó trên lưới kích thước $n \times n$ (thường dùng là 16×16), nếu vùng ảnh có số điểm ảnh trong 1 ô trên lưới chiếm hơn $\theta\%$ số điểm ảnh trong ô đặt giá trị ô đó là 1, ngược lại đặt là 0. θ thường chọn là 25%. Kết quả đầu ra là chuỗi nhị phân đại diện cho ảnh. Chuỗi này là một đặc trưng của ảnh, sẽ được lưu lại trong cơ sở dữ liệu để phục vụ cho bài toán truy vấn ảnh trên cơ sở vùng hình dạng.

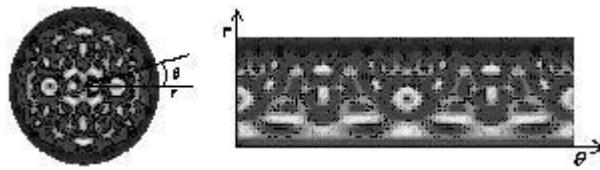
2.2. Thuật toán bộ mô tả Fourier (FD)

Thuật toán bộ mô tả Fourier (FD) sử dụng phép biến đổi Fourier rời rạc đối với ảnh số [2,3,9,11]. Những đặc trưng trên miền tần số của ảnh được trích chọn từ phương pháp này cũng sẽ được lưu trữ để phục vụ bài toán tìm kiếm ảnh dựa trên đối sánh tương tự. Hơn



Hình 1. Các bước thực hiện của thuật toán GD

nữa cũng từ nhận xét “hai ảnh giống nhau nhưng bị quay đi một góc khác nhau sau phép biến đổi Fourier rời rạc cho hai phổ cũng bị quay đi cùng một góc” đã gợi ý việc chuyển ảnh số $A(x, y)$ cũng như phổ của nó $P(u, v)$ sang tọa độ cực (Hình 2) [1].



Hình 2. Ảnh trong hệ tọa độ cực biến đổi

Hệ tọa độ cực được xem như một hệ trục gồm 2 trục là r, θ như trong hệ tọa độ Decacter. Áp dụng biến đổi Fourier rời rạc cho ảnh trong hệ tọa độ r, θ (miền hình chữ nhật) ta có

$$F(\rho, \phi) = \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^n A(r_k, \theta_l) e^{-2\pi i (\frac{r_k}{R} \rho + \frac{\theta_l}{2\pi} \phi)} \tag{2.1}$$

trong đó r_k là giá trị bán kính tại mốc thứ k trong $[0, R)$ $k = \overline{1, m}$, $\theta_l = l/2\pi$, R là chuyển đổi tần số bán kính, m và n là số khoảng chia trên $[0, R)$ và $[0, 2\pi)$ tùy chọn, $\rho \in [0, R)$ và $\phi \in [0, 2\pi)$.

Thuật toán tìm kiếm ảnh dựa trên bộ mô tả Fourier được mô tả như sau.

Cho ảnh số $A(x, y)$ với $x \in [0, M - 1]$ và $y \in [0, N - 1]$, ảnh trong hệ tọa độ cực là $A(r, \theta)$ với $r \in [0, R)$ và $\theta \in [0, 2\pi)$, R là bán kính lớn nhất của hình dạng. Cặp các điểm của hình dạng trong ảnh được ký hiệu $(x(t), y(t))$ trong đó $t = 1, \dots, T$.

Tâm của hình dạng (x_C, y_C) cho bởi công thức (2.2)

$$\begin{cases} x_C = \frac{1}{T} \sum_{i=0}^{T-1} x(t), \\ y_C = \frac{1}{T} \sum_{i=0}^{T-1} y(t), \end{cases} \tag{2.2}$$

Khi đó cặp $(r(t), \theta(t))$ được tính theo công thức

$$\begin{aligned} r(t) &= \sqrt{(x(t) - x_C)^2 + (y(t) - y_C)^2}, \\ \theta(t) &= \arctg \frac{y(t) - y_C}{x(t) - x_C}. \end{aligned} \tag{2.3}$$

Dựa vào (2.1) và (2.3), ta định nghĩa bộ mô tả Fourier của ảnh số (FD) như sau

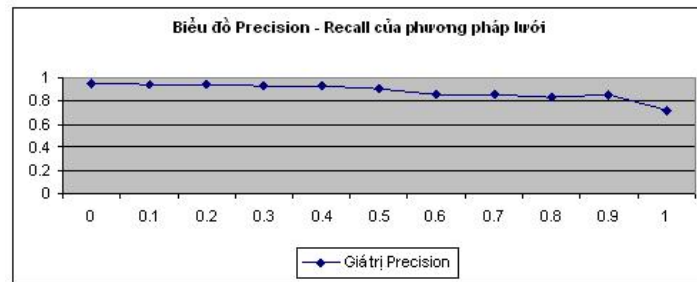
$$FD = \left\{ \frac{|F(0,0)|}{S}, \frac{|F(0,1)|}{|F(0,0)|}, \dots, \frac{|F(m-1,0)|}{|F(0,0)|}, \dots, \frac{|F(m-1,n-1)|}{|F(0,0)|} \right\}, \quad (2.4)$$

trong đó, S = diện tích hình tròn cực với bán kính, $R = \pi R^2$. Giá trị m và n thường chọn bằng 8 và từ (2.4) thu được bộ mô tả Fourier là một vector gồm 64 thành phần.

Bộ mô tả FD là một loại đặc trưng của ảnh số, được lưu trữ phục vụ cho bài toán tìm kiếm ảnh.

2.3. Kết quả thử nghiệm

Kết quả thử nghiệm đối với thuật toán tìm kiếm ảnh dựa trên hình dạng được thực hiện với 504 ảnh theo chuẩn MPEG-7 và được chia thành 24 nhóm với các hình dạng được biến đổi khác nhau (download tại địa chỉ (<http://gofaster.gscit.monash.edu.au/~dengs/Regionm/src/>)). Để đánh giá hiệu quả của phương pháp, ta sử dụng cặp thước đo độ chính xác (Precision) và khả năng tìm hết (Recall) mô tả trong [3]. Thực hiện 168 tìm kiếm với ảnh mẫu lấy trực tiếp từ CSDL, quan sát kết quả tìm kiếm và tính toán Precision và Recall ta thu được kết quả như trên Hình 3.



Hình 3. Biểu đồ Precision-Recall của phương pháp lưới

Việc thử nghiệm tìm kiếm trên cơ sở bộ mô tả lưới với ngưỡng sai số cho phép là $\epsilon = 20\%$.

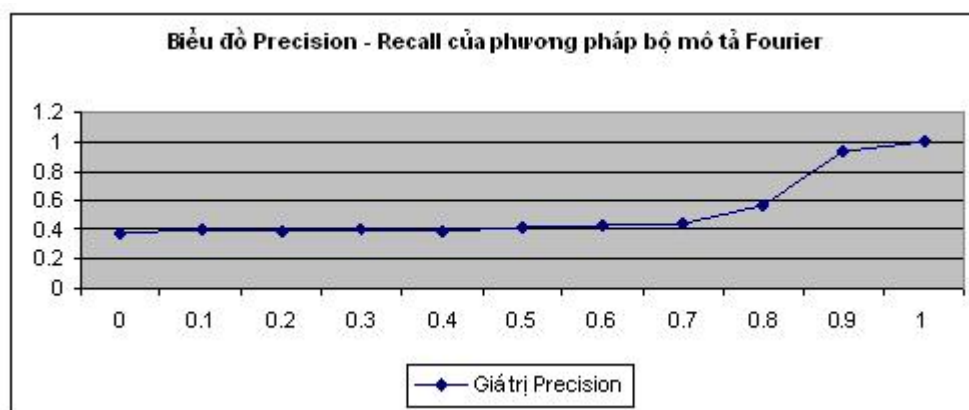
Phương pháp có độ tin cậy cao (giá trị Precision lớn). Điều này được giải thích từ biểu đồ là ứng với mỗi mức Recall xác định, giá trị Precision là lớn. Đường biểu diễn Precision có xu hướng nằm ngang cho thấy tính ổn định của kết quả tìm kiếm khi sử dụng phương pháp này. Phương pháp mô tả lưới thu hút được sự quan tâm của nhiều tác giả vì nó “dễ hiểu và phù hợp với trực giác của con người” [9]. Tuy nhiên phương pháp này phải tính toán rất nhiều với nhiều phép chuẩn hóa phức tạp như

- Chuẩn hóa quay: Đây là chuẩn hóa phức tạp nhất của thuật toán này. Phức tạp đến từ khâu chọn hình bao cho vùng hình dạng, tìm trục chính tối ưu và quay phần hình dạng sau khi cắt riêng vùng hình dạng. Những thuật toán này đòi hỏi một kỹ thuật lập trình và xử lý ở mức thông thạo với đối tượng ảnh số.
- Chuẩn hóa co giãn và nội suy ảnh sau chuẩn hóa: Đây là hai chuẩn hóa đơn giản hơn cả về lý thuyết và triển khai trên ngôn ngữ lập trình cụ thể.
- Trong một số trường hợp các hình giống nhau về hình dạng nhưng trục chính tối ưu khác nhau. Khi chuẩn hóa quay và chuẩn hóa co giãn các hình thì dạng trên lưới của

chúng lại rất khác nhau dẫn tới chuỗi nhị phân đại diện khác nhau và khoảng cách hai hình là lớn (ngưỡng sai số chọn so sánh là 25%) trong khi các hình lại rất giống nhau.

Với một CSDL lớn, những công việc này rất tốn kém thời gian tính toán để ra được chuỗi nhị phân của vùng hình dạng của ảnh. Hơn nữa phải tính không chỉ một mà phải tính đến bốn ảnh từ bốn hướng đối với ảnh trong câu truy vấn khi hệ thống đang chạy. Đây là hạn chế trong khâu chuẩn bị dữ liệu của phương pháp này.

Hình 4 là kết quả thử nghiệm việc tìm kiếm ảnh sử dụng bộ mô tả Fourier với ngưỡng sai số cho phép là $\epsilon = 2, 5$.



Hình 4. Biểu đồ Precision-Recall của phương pháp FD

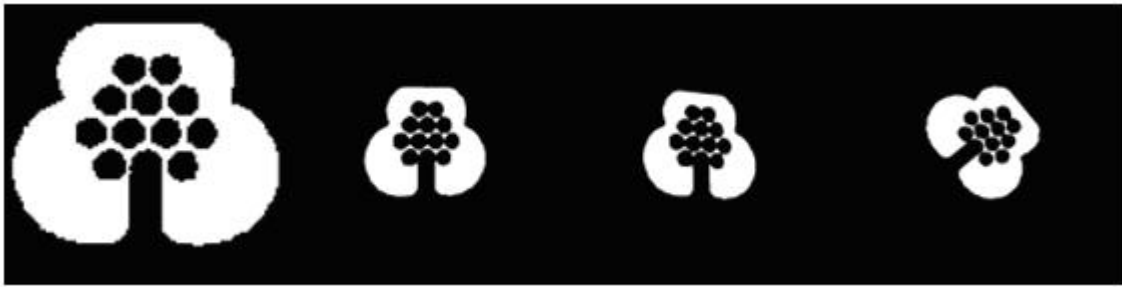
Phương pháp FD là phương pháp dễ cài đặt trong thực tế, tốc độ thực thi nhanh và dữ liệu phải lưu trữ là nhỏ (chỉ lưu trữ 64 giá trị bộ mô tả). Khi thực hiện tìm kiếm ảnh, phương pháp này cho kết quả tương đối tốt. Ở mức Recall nhỏ, giá trị Precision là thấp, tuy nhiên ở mức Recall cao, giá trị Precision lại khá cao. Điều này cho thấy trong nhiều lần tìm kiếm, hệ thống trả về rất chính xác những ảnh trong CSDL. Ta quan tâm nhiều hơn đến những tìm kiếm đạt giá trị Precision - Recall đều lớn và phương pháp FD làm tốt trong trường hợp này.

3. THUẬT TOÁN SFD VÀ SO SÁNH KẾT QUẢ

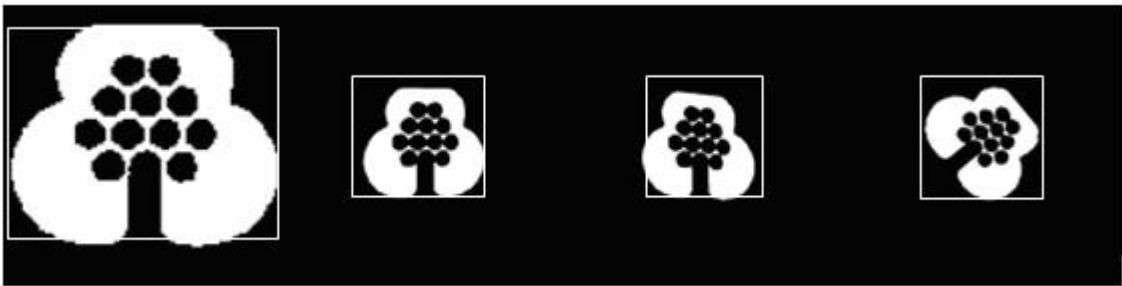
Thuật toán FD được trình bày ở trên đã giải quyết được vấn đề ảnh quay theo các hướng khác nhau. Tuy nhiên với những hình dạng giống nhau nhưng có kích thước khác nhau (Hình 5) thì phương pháp FD chưa giải quyết triệt để. Đó là do số điểm ảnh trong vùng hình dạng $(x(t), y(t))$ khác nhau vì thế số lượng và giá trị của tâm hình dạng (x_C, y_C) , bán kính hình dạng R và các cặp $(r(t), \theta(t))$ là khác nhau. Chính vì thế giá trị $|F(i, j)|$ và bộ mô tả FD là khác nhau.

Đề xuất giải pháp khắc phục nhược điểm này như sau.

- Cắt vùng hình dạng ra khỏi ảnh. Sử dụng thuật toán tương tự sử dụng cho phương pháp bộ mô tả lưới trình bày trên đây để tách đối tượng ảnh khỏi nền (Hình 6).



Hình 5. Ảnh khác nhau khi sử dụng thuật toán FD



Hình 6. Cắt vùng hình dạng bởi các hình chữ nhật

- Thực hiện chuẩn hóa để tăng tốc độ tính toán: Co dãn vùng hình dạng này theo một kích thước cho trước (ví dụ 192×192).
- Áp dụng phương pháp FD trình bày trên đây cho ảnh đã co dãn (Hình 7)



Hình 7. Ảnh sau phép co dãn

Cải thiện này đã giải quyết được vấn đề co dãn ảnh nhờ vào tư tưởng của bộ mô tả lưới và vì thế thuật toán này có thể gọi là bộ mô tả Fourier co dãn (Scale Fourier Descriptor) (SFD).

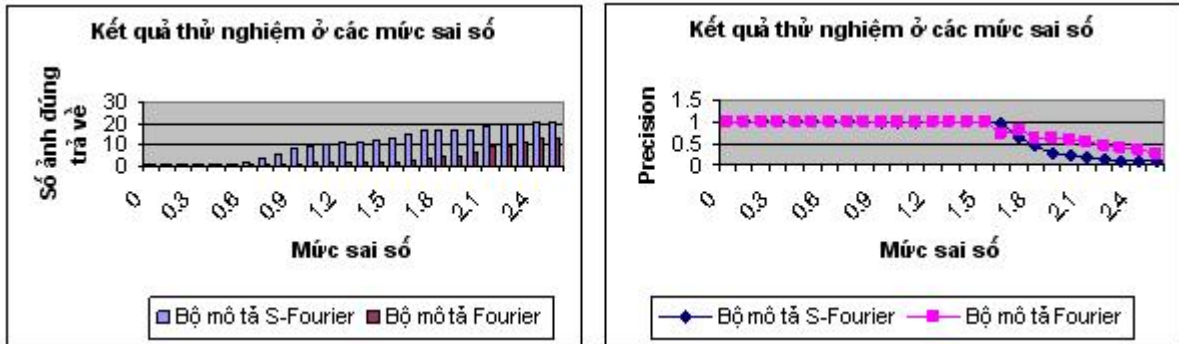
Hai phương pháp FD và SFD đã được tiến hành thử nghiệm, so sánh trên hai khía cạnh:

- Số ảnh đúng trả về của một tìm kiếm với một mức sai số nào đó.
- Độ tin cậy của mỗi lần tìm kiếm.

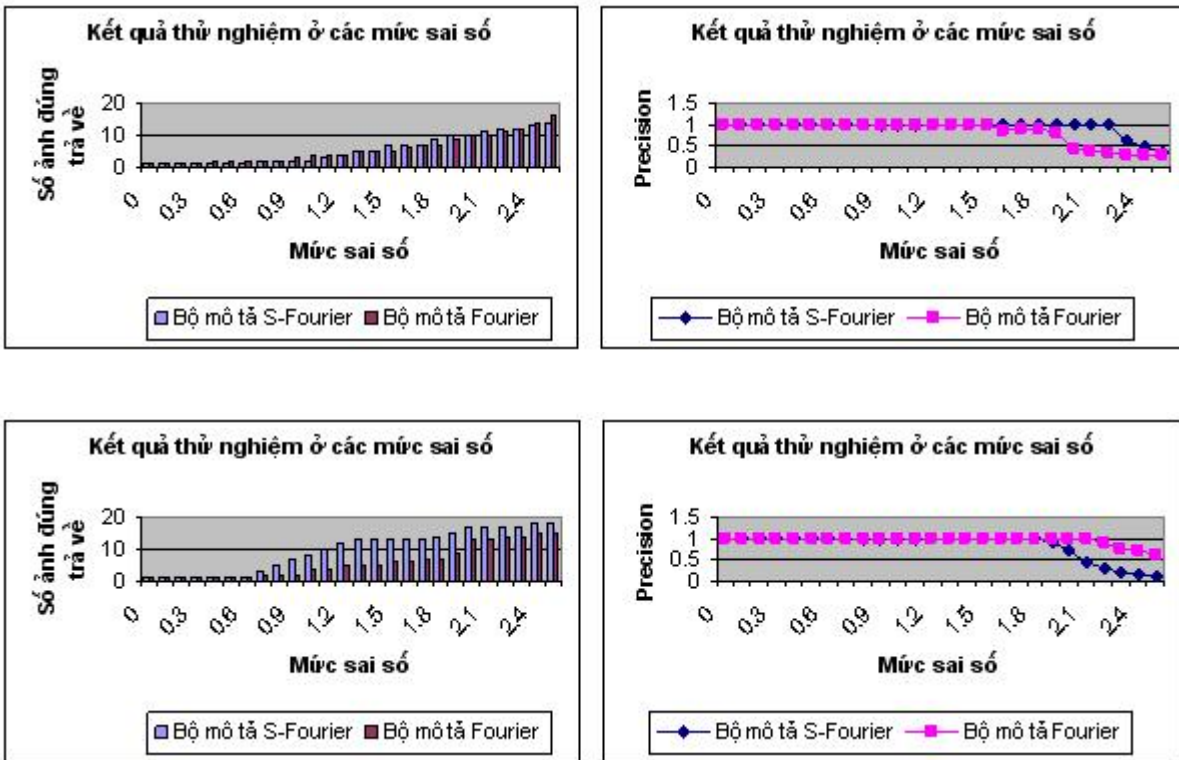
Phương pháp FD và SFD đã được sử dụng trong thực nghiệm tìm kiếm với các mức sai số từ 0 tới 2,5 đối với các ảnh chọn từ CSDL và ứng với mỗi mức sai số, tiến hành tính số

ảnh đúng trả về và độ chính xác (precision) từ truy vấn. Dưới đây là các biểu đồ biểu diễn kết quả của một số ảnh thử nghiệm.

Ảnh 1000.tiff



Ảnh 1001.tiff Ảnh 1002.tiff



Nhận xét

Phương pháp SFD đã cải thiện tốt kết quả tìm kiếm ảnh so với phương pháp FD. Qua các trường hợp thử nghiệm với ảnh chọn trong CSDL ở các mức sai số từ 0 tới 2,5 ta thấy phương pháp SFD cho lại số ảnh đúng nhiều hơn so với phương pháp FD (có một số trường hợp số ảnh trả về nhiều hơn rõ rệt). Kết quả này đã minh họa cho những vấn đề đã trình bày khi nói về cải thiện phương pháp FD bằng cơ sở ban đầu.

Tuy nhiên, nếu quan sát biểu đồ minh họa mức sai số và độ tin cậy của hai phương pháp ta thấy trong một số trường hợp ở mức sai số cao, phương pháp SFD lại có độ tin cậy thấp hơn phương pháp FD. Điều này xuất phát từ việc SFD có xu hướng trả về rất nhiều kết quả khi tăng mức sai số dẫn tới độ tin cậy của hệ thống giảm xuống. Do vậy khi tiến hành cài đặt phương pháp SFD, giá trị mức sai số cần được đặt nhỏ để có thể cho độ tin cậy cao hơn.

4. TÌM KIẾM ĐỐI TƯỢNG ĐỊA LÝ DẠNG VÙNG TRONG GIS

4.1. Giới thiệu ứng dụng

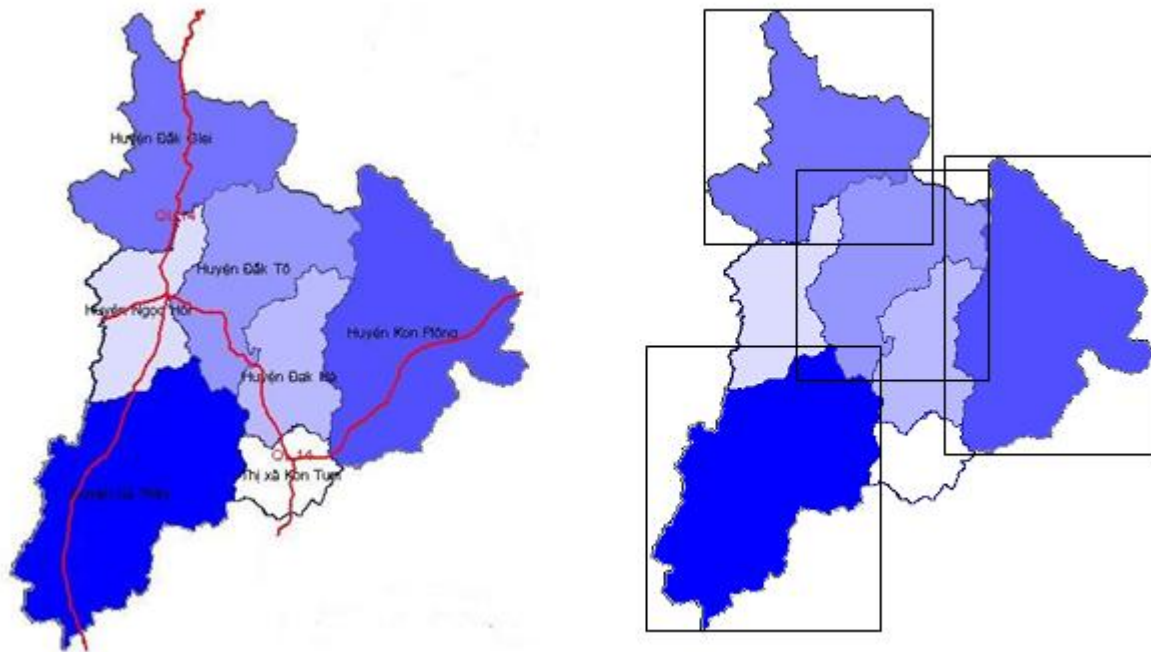
Phần này sẽ giới thiệu ứng dụng kỹ thuật SFD vào bài toán tìm kiếm đối tượng vùng trên bản đồ trong CSDL không gian tương tự với hình dạng phức tạp ở câu truy vấn. GIS không chỉ bao gồm các chức năng quan trọng như phân tích không gian, ví dụ thao tác xếp chồng bản đồ (overlying) và xây dựng vùng đệm (buffering), mà GIS còn phải bao gồm các chức năng quan trọng khác, thường xuyên được sử dụng, như duyệt, tìm kiếm đối tượng bản đồ theo tiêu chí dữ liệu thuộc tính hoặc/và dữ liệu hình học. Trong GIS, người sử dụng thường đặt câu hỏi như “Hãy tìm kiếm các vùng đất/đơn vị hành chính có hình chữ S”[7]. Vậy, trong GIS câu hỏi này chỉ có thể được trả lời nếu nó có khả năng tìm kiếm vùng trên cơ sở nội dung. Việc tìm ra các vùng trong CSDL tương tự với câu truy vấn sẽ cung cấp cho người sử dụng nhiều thông tin thuộc tính quan trọng khác phục vụ công tác phân tích tiếp theo [5].

Từ một góc nhìn của người phát triển hệ thống, GIS được chia làm hai loại chính theo mô hình dữ liệu của chúng, đó là GIS raster và GIS vector. Trong khi GIS raster biểu diễn các đối tượng địa lý bởi các tế bào, thì GIS vector đặc tả đối tượng địa lý bởi các tọa độ điểm và hàm toán học biểu diễn chúng [5, 7]. Hiện nay, cả hai loại GIS này đều đang được sử dụng rộng rãi. Việc bổ sung chức năng tìm kiếm đối tượng dạng vùng trên cơ sở hình học của chúng là cần thiết cho cả hai loại GIS raster và GIS vector.

Kết quả nghiên cứu trình bày trên đã được ứng dụng vào việc phát triển chức năng tìm kiếm vùng đất sử dụng/lãnh thổ trên cơ sở hình dạng của GIS raster. Thử nghiệm đã xây dựng được chức năng tìm kiếm các đơn vị hành chính có hình dạng như hình dạng phức tạp ở đầu vào của chương trình. Các vùng sử dụng đất khác nhau trong GIS raster được biểu diễn bởi các tế bào với giá trị thuộc tính khác nhau cho mỗi loại đất sử dụng. Mỗi vùng này có thể được hiển thị bởi màu sắc khác nhau trong bản đồ chuyên đề (ví dụ bản đồ chuyên đề loại cây trồng, bản đồ dân số). Các đơn vị hành chính được trừu tượng hóa bởi các đa giác tế bào cùng với các thuộc tính là tên đơn vị hành chính hoặc các dữ liệu kinh tế-xã hội khác. Trong GIS vector, các đơn vị hành chính cũng được trình diễn bởi các màu sắc khác nhau khi xây dựng bản đồ chuyên đề. Hình 8 là ví dụ là tô màu các vùng theo chủ đề dân số.

4.2. Mô hình hệ thống và kết quả thử nghiệm

Hình dạng cơ bản của các đối tượng địa lý trong CSDL không gian 2D bao gồm vùng, đường và điểm. Bài báo đã đề xuất một mô hình hệ thống tổng quát với chức năng tìm kiếm



Hình 8. Ảnh bản đồ và ảnh bản đồ làm rõ các vùng

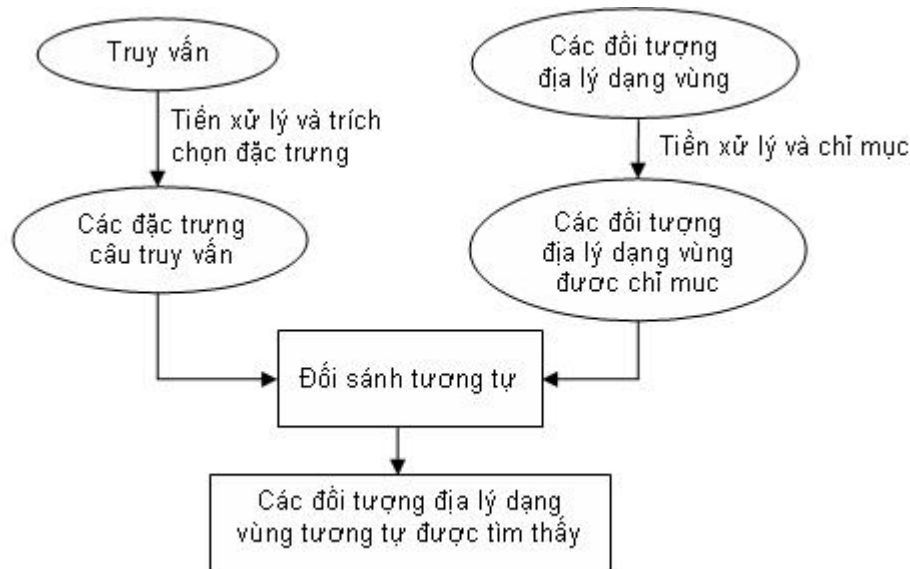
đối tượng dạng vùng (Hình 9) trong GIS. Mô hình này được hình thành trên cơ sở phát triển mô hình tổng quát tìm kiếm thông tin trên cơ sở nội dung của hệ quản trị CSDL đa phương tiện [3].

Các thông tin về đối tượng vùng trong CSDL không gian được tiền xử lý để trích chọn và chỉ mục các đặc trưng và nội dung ngữ nghĩa để lưu trữ vào CSDL. Trong quá trình tìm kiếm, câu truy vấn của người sử dụng được xử lý, các đặc trưng chính của đối tượng dạng vùng được trích chọn. Các đặc trưng này được đối sánh với các đặc trưng đã có trong CSDL. Các hình dạng đối tượng nào có đặc trưng tương tự nhất với đặc trưng trong câu truy vấn là kết quả tìm kiếm và được trình diễn tới người sử dụng.

Các bước xây dựng chức năng tìm kiếm vùng trên bản đồ lãnh thổ trong hệ thống GIS được mô tả như sau.

- Giai đoạn tiền xử lý

Đầu vào của hệ thống là các bản đồ lãnh thổ như bản đồ các tỉnh/thành phố, quận, huyện... với dạng bản đồ này, các đơn vị hành chính khác nhau là các vùng khép kín và được minh họa bằng các đa giác. Tuy nhiên trong ảnh bản đồ lãnh thổ thường có các thông tin gắn kèm như đường giao thông, sông suối, tài nguyên và các nhãn bản đồ... Để phục vụ cho bài toán tìm kiếm dựa trên hình dạng, chúng tôi chỉ sử dụng đặc trưng vùng sau khi đã loại bỏ các chi tiết phụ trên bản đồ. Ví dụ như ảnh bản đồ trong Hình 8 được phân rõ các vùng với các hình dạng khác nhau sau khi bỏ đi các chi tiết khác. Sau đó, các chức năng xử lý ảnh như làm nổi, làm mảnh và nổi biên, phân vùng dựa trên ngưỡng... thực hiện để xác định được các vùng trên ảnh bản đồ.



Hình 9. Mô hình tổng quát tìm kiếm đối tượng vùng

- Giai đoạn thực hiện

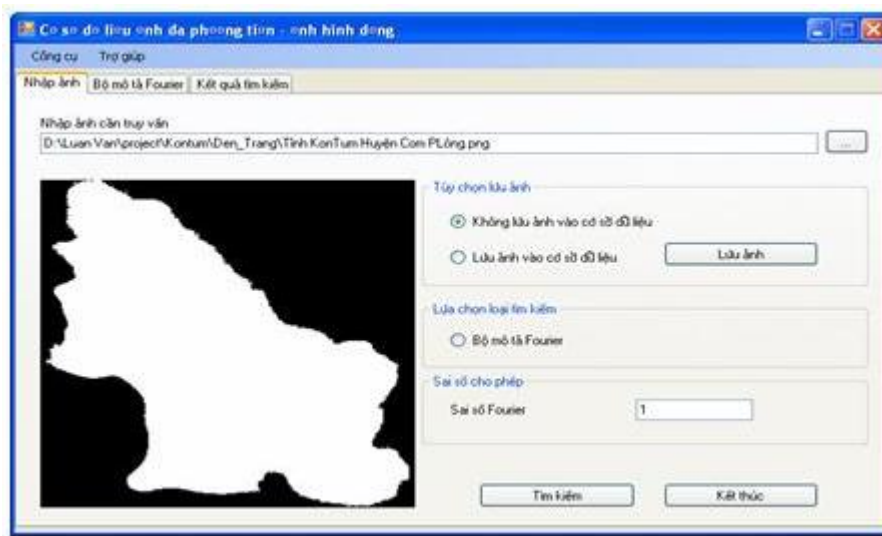
- Với mỗi vùng trên bản đồ, sử dụng thuật toán SFD đã trình bày để xây dựng bộ mô tả Fourier co dãn của vùng và lưu trữ thông tin về bộ mô tả Fourier co dãn của từng vùng vào CSDL cùng với các thông tin thuộc tính khác như dân số, các số liệu liên quan đến phát triển kinh tế-xã hội... phục vụ cho các thao tác khác nhau của GIS (Hình 10). Tuy mỗi vùng có diện tích và hướng khác nhau nhưng như trên đã nói thuật toán SFD đã xử lý biến đổi co dãn để đưa về kích thước định trước (với diện tích) và thực hiện biến đổi Fourier trên hệ tọa độ cực nên biến đổi xoay sẽ bị loại trừ (với hướng).
- Khi tiến hành tìm kiếm, hệ thống sẽ nhận ở đầu vào một ảnh phác họa hình dạng của vùng cần truy vấn và sau đó tính bộ mô tả Fourier co dãn của ảnh truy vấn đó (Hình 11).
- So sánh và tính khoảng cách bộ mô tả Fourier co dãn của ảnh truy vấn với các bộ mô tả Fourier co dãn lưu trong CSDL. Từ các khoảng cách này và từ các yêu cầu của người dùng, hệ thống sẽ trả về thông tin những vùng có khoảng cách nhỏ hơn một ngưỡng nào đó hoặc trả về một số vùng nhất định xếp theo thứ tự giá trị khoảng cách tăng dần (Hình 12) để người sử dụng lựa chọn kết quả liên quan.

5. KẾT LUẬN

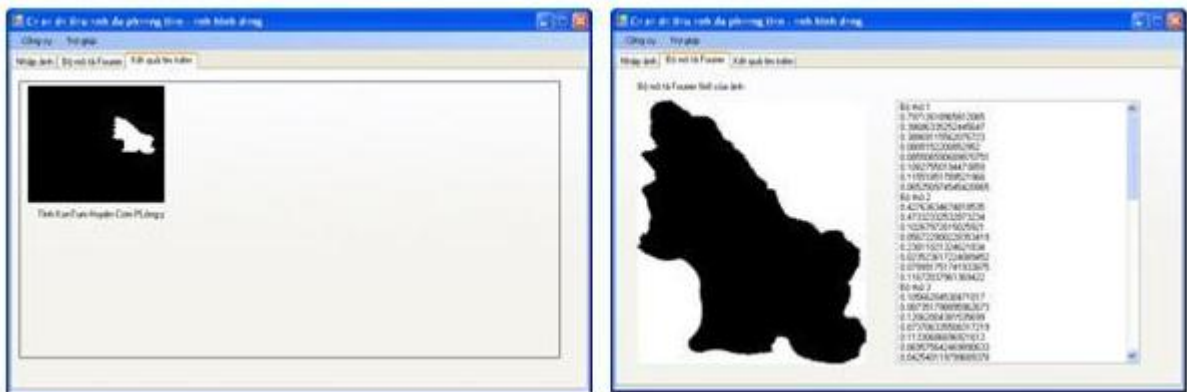
Tìm kiếm ảnh dựa trên các đặc trưng mức thấp của chúng đã có nhiều kết quả nghiên cứu. Việc áp dụng chúng vào các bài toán cụ thể cần được sử dụng đồng thời nhiều phương pháp khác nhau hoặc/và cải tiến các phương pháp đang có sao cho phù hợp. Kỹ thuật tìm



Hình 10. Các vùng trên bản đồ sau khi được trích chọn



Hình 11. Ảnh vùng truy vấn và một số tùy chọn



Hình 12. Bộ mô tả Fourier cơ bản của vùng trong ảnh truy vấn và kết quả tìm kiếm

kiếm SFD đề xuất trong bài báo này là phù hợp với nhiều bài toán tìm kiếm ảnh trên cơ sở nội dung mức thấp, đặc biệt phù hợp với bài toán tìm kiếm các đối tượng địa lý có hình dạng vùng trong GIS. Việc thử nghiệm của bài toán mới chỉ dừng ở GIS raster, tuy nhiên

phương pháp này cũng có thể được dễ dàng ứng dụng vào phát triển các chức năng tương tự trong GIS vector.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A. Averbush, R.R. Coifman, D.L. Donoho, M. Elad, M. Israedi, Fast and accurate polar Fourier transform, *Applied and Computational Harmonic Analysis* **21** (2006) 145–167.
- [2] V. Castelli, Lawrence D. Bergman, *Image Databases, Search and Retrieval of Digital Imagery*, John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- [3] Guojun Lu, *Multimedia Database Management Systems*, Artech House Press 1999.
- [4] Guojun Lu, A. Sajjanhar, Region-based Shape Representation and Similarity Measure Suitable for Content-based Image Retrieval, *Multimedia System* **7** (2) (1999) 165–174
- [5] P.A. Longley, et al., *Geographical Information Systems and Science*, 2nd Edition, John Wiley & Sons Ltd, 2005.
- [6] B. G. Prasad, S.K. Gupta, K.K. Biswas, *Color and Shape Index for Region-Based Image Retrieval*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2001 (716–725).
- [7] Shekhar Shashi, Sanjay Chawla, *A Tour of Spatial Databases*, Prentice Hall, 2001.
- [8] Stefanidis Anthony, Peggy Agouris, Sketch-based Image Retrieval in an Integrated GIS Environment, *IAPRS, Vol. 32, Part 4: GIS-Between Visions and Application*, Germany, 1998.
- [9] D. S. Zhang, Guojun Lu, Shape-based image retrieval using generic Fourier descriptor, *Signal Processing: Image Communication* **17** (2002) 825–848.
- [10] D. S. Zhang, “Image retrieval based on shape”, PhD Thesis, Monash University March, 2002.
- [11] D. S. Zhang, Guojun Lu, Study and evaluation of different Fourier methods for image retrieval, *Image and Computer Vision* **23** (2005) 33-49.

Nhận bài ngày 3 - 7 - 2010