

## ỨNG DỤNG CHU TUYẾN VÀO VIỆC LOẠI BỎ ĐỐI TƯỢNG NHỎ TRONG QUÁ TRÌNH VÉC TƠ HÓA TỰ ĐỘNG

ĐỖ NĂNG TOÀN

**Abstract.** In this paper, we describe a method of using contours to delete small objects for improving feature images. In general, small objects are holes or noises. Therefore, they can be detected and filled or deleted easily by using our method without patterns in automatic vectorising process. Besides, the paper also shows types of maps that can be vectorised and have been verified by using this method in MAPSCAN software package that has been developed in the Department of Pattern Recognition and Knowledge Engineering such as:

- Topography, hydrography and transports maps etc.
- Technical, designing, electronic circle drawings and finger images etc.

### 1. GIỚI THIỆU

Những năm gần đây đã có nhiều hệ thống chuyển đổi các ảnh dạng điểm sang các đường (véc tơ hóa tự động và bán tự động) như R2V WinGis, MapScan... Trong thực tế việc chuyển đổi từ một ảnh RASTER sang ảnh véc tơ rất cần thiết. Phương pháp này đã được đưa ra trong các bài báo [1, 3, 4, 6]. Thông thường trong quá trình véc tơ hóa ảnh vẫn không tránh khỏi còn những lỗ hổng hoặc nhiễu nhỏ, những đối tượng này nảy sinh trong quá trình thu nhận ảnh, hay ngay trong quá trình cải thiện ảnh như co ảnh [5], phân ngưỡng..., những đối tượng này được xem là các đối tượng nhỏ cần phải loại bỏ trong kết quả véc tơ. Có hai tiếp cận để giải quyết vấn đề này:

Một là, tiến hành loại bỏ các đối tượng này trước khi véc tơ hóa, cách tiếp cận này thường là loại bỏ được hầu hết các đối tượng nhỏ, nhưng nhiều khi tự bản thân nó lại sinh ra các đối tượng nhỏ khác. Mặt khác để đảm bảo tính chất trung thực của kết quả véc tơ thì không thể xóa hoàn toàn tất cả các đối tượng.

Hai là, tiến hành loại bỏ các đối tượng này sau khi đã tiến hành véc tơ hóa, cách này đơn giản hơn nhưng kết quả véc tơ thường bị sai lệch do ảnh hưởng của các đối tượng nhỏ trong quá trình véc tơ hóa, nhất là ảnh hưởng của các lỗ hổng.

Trong bài báo này chúng tôi đề cập tới phương pháp ứng dụng chu tuyến vào việc loại bỏ các đối tượng nhỏ ngay trong quá trình véc tơ hóa tự động có sử dụng thuật toán làm mảnh theo chu tuyến [1, 3, 4, 6]. Ở đây chỉ xét ảnh đen trắng, ảnh xám đã phân ngưỡng hay ảnh màu với màu chỉ định, và quy ước: đối với ảnh đen trắng thì điểm ảnh quan tâm là đen, còn ảnh đa cấp xám đã phân ngưỡng thì điểm ảnh quan tâm là điểm có cường độ ánh sáng lớn hơn ngưỡng và ảnh màu thì điểm ảnh quan tâm là điểm có màu trùng với màu chỉ định, các điểm còn lại được xem như là nền. Nếu nhiễu được xem như là nhóm các điểm quan tâm và lỗ hổng là nhóm các điểm nền nhỏ hơn một ngưỡng nào đó thì hai thuật toán xóa nhiễu và lấp lỗ hổng là đối ngẫu nhau.

Nội dung chính của bài báo được thể hiện như sau:

Phần 2 nêu ra một số khái niệm cơ bản về điểm ảnh, chu tuyến, lỗ hổng và nhiễu. Phần 3 trình bày phương pháp loại bỏ đối tượng nhỏ theo các điểm chu tuyến ảnh. Phần 4 là ứng dụng chu tuyến vào việc loại bỏ đối tượng nhỏ trong quá trình véc tơ hóa tự động và kết quả thực nghiệm

<sup>1</sup>Chương trình nhập bản đồ tự động đã được tài trợ và phát triển trong khuôn khổ của dự án UNFPA-INT 92/P23 "Phần mềm máy tính và trợ giúp cho hoạt động dân số".

của thuật toán. Cuối cùng là những kết luận về phương pháp lấp lỗ hổng và xóa nhiễu dựa trên chu tuyến ảnh.

## 2. MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN

### • Điểm ảnh và ảnh

Điểm ảnh có thể xem là cường độ sáng, hay một kiểu hoặc một nhóm kiểu dấu hiệu nào đó.

Ảnh là một ma trận các điểm ảnh:  $I_{m \times n}$  ( $m$  - số hàng,  $n$  - số cột).

### • Các điểm 4 và 8-láng giềng

Giả sử  $(i, j)$  là một điểm ảnh, các điểm 4-láng giềng là các điểm trực tiếp bên trên, dưới, trái, phải của điểm  $(i, j)$ :

$$N_4 = \{(i-1, j), (i+1, j), (i, j-1), (i, j+1)\},$$

và những điểm 8-láng giềng gồm:

$$N_8 = N_4 \cup \{(i-1, j-1), (i+1, j-1), (i-1, j+1), (i+1, j+1)\}.$$

Ví dụ trong hình 1 các điểm 0, 2, 4, 6 là các 4-láng giềng của điểm  $P$ , còn các điểm 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, là các 8-láng giềng của  $P$ .

### • Điểm biên

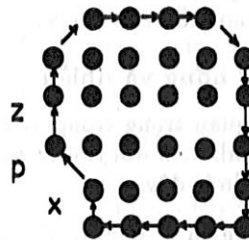
Cho  $p$  là một điểm ảnh, khi đó:  $p$  là điểm biên nếu tồn tại  $q$  là 8-láng giềng của  $p$  sao cho cường độ sáng của  $q$  khác với cường độ sáng của  $p$ . Nói cách khác, nếu  $p$  là điểm ảnh quan tâm thì  $q$  là điểm có thuộc tính nền và ngược lại.

### • Chu tuyến

Chu tuyến của một đối tượng ảnh là tập các điểm biên của đối tượng  $p_0, p_1, \dots, p_N$  sao cho  $p_{i-1}$  là các 8-láng giềng của  $p_i$  và  $p_0 = p_N$ . Chẳng hạn trong hình 2 biểu diễn chu tuyến của ảnh.

3	2	1
4	P	0
5	6	7

Hình 1. Ma trận 8 láng giềng kề nhau



Hình 2. Ví dụ về chu tuyến của ảnh

### • Độ dài của chu tuyến

Độ dài của chu tuyến với các hướng như hình 2 được tính theo công thức sau:

$$\text{PERIMETER} = \text{EVENPERIM} + \text{ODDPERIM} * \sqrt{2}.$$

Ở đây EVENPERIM - số lượng vector theo hướng chẵn, còn

ODDPERIM - số lượng vector theo hướng lẻ.

### • Chu tuyến láng giềng

Hai chu tuyến  $C = \langle P_1 P_2 \dots P_n \rangle$  và  $C_1 = \langle Q_1 Q_2 \dots Q_m \rangle$  được gọi là láng giềng của nhau (hình 3.a) nếu và chỉ nếu:

1.  $P_i \neq Q_j \forall i, j$ .

2.  $\forall i \exists j$  sao cho  $P_i$  và  $Q_j$  là 8 láng giềng của nhau.

3. Các điểm  $P_i$  là ảnh thì  $Q_j$  là nền và ngược lại.

• **Điểm trong và điểm ngoài chu tuyến**

$C = \langle P_1 P_2 \dots P_n \rangle$  là một chu tuyến và  $P$  là một điểm ảnh, khi đó theo điều kiện Jordan [2] ta có:

- $P$  được gọi là điểm trong chu tuyến  $C$  nếu nửa đường thẳng xuất phát từ  $P$  sẽ cắt chu tuyến  $C$  tại một số lẻ lần.
- $P$  được gọi là điểm ngoài chu tuyến  $C$  nếu nó không phải là điểm trong.

• **Nhiều (Noise)**

Cho trước chu tuyến  $C$  và ngưỡng  $\theta > 0$ , khi đó tập hợp các điểm trong chu tuyến  $C$  sẽ được gọi là nhiều nếu thỏa mãn hai điều kiện sau:

- Có ít nhất một điểm là điểm ảnh quan tâm sao cho điểm này là 8-láng giềng của một điểm nào đó của chu tuyến  $C$ .
- Độ dài của chu tuyến  $C$  nhỏ hơn ngưỡng  $\theta$ .

Trong trường hợp này  $C$  được gọi là chu tuyến xác định nhiều.

• **Lỗ hổng (Hole)**

Cho trước chu tuyến  $C$  và ngưỡng  $\theta > 0$ , khi đó tập hợp các điểm trong chu tuyến  $C$  sẽ được gọi là lỗ hổng nếu thỏa mãn hai điều kiện sau:

- Có ít nhất một điểm có cùng giá trị với thuộc tính nền sao cho điểm này là 8-láng giềng của điểm nào đó của chu tuyến  $C$ .
- Độ dài của chu tuyến  $C$  nhỏ hơn ngưỡng  $\theta$ .

Trong trường hợp này  $C$  được gọi là chu tuyến xác định lỗ hổng.

### 3. LOẠI BỎ ĐỐI TƯỢNG NHỎ DỰA VÀO CHU TUYẾN

Phần này đề cập tới phương pháp loại bỏ các đối tượng nhỏ dựa vào chu tuyến, với việc xác định nhiều, lỗ hổng dựa theo chu tuyến dẫn đến khả năng có thể loại bỏ các đối tượng nhỏ mà không phụ thuộc vào mẫu cho trước.

#### 3.1. Phát hiện lỗ hổng và nhiều

Một vấn đề quan trọng trong việc loại bỏ các đối tượng nhỏ là phát hiện ra chúng một cách tự động. Để xác định xem đối tượng có phải là lỗ hổng hay nhiều cần loại bỏ hay không, có thể sử dụng hai mệnh đề dưới đây.

**Mệnh đề 1 (Phát hiện lỗ hổng).** Cho trước ngưỡng  $\theta > 0$  và chu tuyến  $C_1$  có độ dài nhỏ hơn  $\theta$  với các điểm là điểm ảnh quan tâm (điểm đen). Gọi  $C_2$  là chu tuyến láng giềng của chu tuyến  $C_1$ , khi đó ta có khẳng định sau: chu tuyến  $C_1$  xác định lỗ hổng nếu độ dài của chu tuyến  $C_1$  lớn hơn độ dài của chu tuyến  $C_2$ .

**Chứng minh.** Gọi  $C_1 = \langle P_1 P_2 \dots P_n \rangle$ ,  $C_2 = \langle Q_1 Q_2 \dots Q_m \rangle$  và kí hiệu  $in(Q, C)$  để chỉ điểm  $Q$  nằm trong chu tuyến  $C$ . Ta chứng minh  $in(Q_i, C_1)$  ( $i = \overline{1, m}$ ). Giả sử  $\exists k \in \{1, m\}$  sao cho  $Q_k$  là điểm ngoài chu tuyến  $C_1$ , ta chứng minh  $Q_{k+1}$  cũng là điểm ngoài chu tuyến  $C_1$ . Thật vậy, giả sử  $Q_{k+1}$  là điểm trong chu tuyến  $C_1$  khi đó theo điều kiện Jordan về điểm trong  $Q_k Q_{k+1}$  sẽ "cắt" chu tuyến  $C_1$  tại một số lẻ lần ( $\geq 1$ ). Như vậy giữa  $Q_k$  và  $Q_{k+1}$  có một số điểm ( $\geq 1$ ) xen giữa, nhưng  $Q_{k+1}$  là điểm 8-láng giềng của  $Q_k$  do là hai điểm kế tiếp trong chu tuyến  $C_2$ , điều đó dẫn đến mâu thuẫn. Vậy  $Q_{k+1}$  cũng nằm ngoài chu tuyến  $C_1$ .

Tương tự ta có  $Q_i$  ( $i = \overline{1, m}$ ) cũng nằm ngoài chu tuyến  $C_1$ . Suy ra chu tuyến  $C_2$  bao ngoài tuyến  $C_1$  (hình 3.a). Ta chứng minh độ dài của chu tuyến  $C_2$  lớn hơn độ dài của chu tuyến  $C_1$ .

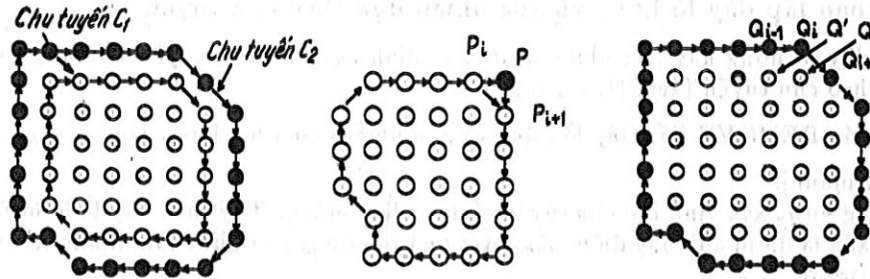
Thật vậy, xét chu tuyến  $C_1$  ta có  $\forall P_i P_{i+1}$  là hướng lẻ, xét điểm  $P$  là 4-láng giềng của  $P_i$  (hình 3.b) ta có  $P_i P_{i+1} < P_i P + P P_{i+1}$  (tổng 2 cạnh trong một tam giác phải lớn hơn cạnh thứ 3),

gọi  $C'_1$  là chu tuyến thu được từ chu tuyến  $C_1$  bằng cách thay các cạnh  $P_i P_{i+1}$  theo hướng lẻ thành  $P_i P$  và  $PP_{i+1}$ , gọi độ dài của chu tuyến là  $Len$  ta có:

$$Len(C'_1) > Len(C_1). \tag{1}$$

Gọi  $xc_{min}^1, xc_{max}^1, yc_{min}^1, yc_{max}^1$  là các giá trị nhỏ nhất và lớn nhất trong tọa độ các điểm của chu tuyến  $C'_1$  ta có:

$$Len(C'_1) = 2[(xc_{max}^1 - xc_{min}^1) + (yc_{max}^1 - yc_{min}^1)]. \tag{2}$$



a) Chu tuyến lạng giềng      b) Xấp xỉ chu tuyến      c) Xấp xỉ dưới chu tuyến

Hình 3. Chu tuyến lạng giềng

Mặt khác, xét chu tuyến  $C_2$  ta có  $\forall Q_i Q_{i+1}$  là hướng lẻ, xét điểm  $Q$  là 4-láng giềng của  $Q_i$  (hình 3.c) ta có  $Q_i Q_{i+1} > Q Q_{i+1}$  (cạnh huyền lớn hơn cạnh góc vuông), gọi  $C'_2$  là chu tuyến thu được từ chu tuyến  $C_2$  bởi việc thay các cạnh theo hướng lẻ bởi các cạnh góc vuông tương ứng ( $Q_i Q_{i+1}$  bởi  $Q Q_{i+1}$ ), còn các cạnh theo hướng chẵn thì bởi các cạnh tạo bởi các điểm 4-láng giềng tương ứng ( $Q_{i-1} Q_i$  bởi  $Q' Q$ ), ta có:

$$Len(C_2) > Len(C'_2). \tag{3}$$

Gọi  $xc_{min}^2, xc_{max}^2, yc_{min}^2, yc_{max}^2$  là các giá trị nhỏ nhất và lớn nhất trong tọa độ các điểm của chu tuyến  $C_2$ , ta có:

$$Len(C'_2) = 2\{[(xc_{max}^2 - 1) - (xc_{min}^2 + 1)] + [(yc_{max}^2 - 1) - (yc_{min}^2 + 1)]\}. \tag{4}$$

Hơn nữa,  $\forall P \in C_1$ , theo chứng minh trên ta có  $P$  là điểm trong của chu tuyến  $C_2$ , xét các nửa đường thẳng từ  $P$  song song với  $Ox$  (trục hoành) và  $Oy$  (trục tung) và theo điều kiện Jordan suy ra  $\exists Q \in C_2$  sao cho  $PQ // Ox$  hoặc  $PQ // Oy$ . Hơn nữa  $C_1$  là chu tuyến lạng giềng của  $C_2$  nên suy ra  $\exists Q \in C_2$  là 4-láng giềng của  $P$ . Từ đó  $xc_{max}^1 = xc_{max}^2 - 1, xc_{min}^1 = xc_{min}^2 + 1, yc_{max}^1 = yc_{max}^2 - 1, yc_{min}^1 = yc_{min}^2 + 1$ , vậy  $Len(C'_1) = Len(C'_2)$ , kết hợp khẳng định này với (1) và (3) ta có độ dài  $Len(C_2) > Len(C_1)$ . Suy ra mâu thuẫn với giả thiết.

Vậy

$$in(Q_i, C_1) \forall i: 1 \leq i \leq m. \tag{5}$$

Theo giả thiết ta có:

$$Len(C_1) < \theta. \tag{6}$$

Từ (5) và (6), theo định nghĩa ta có chu tuyến  $C_1$  xác định lỗ hổng. □

**Mệnh đề 2 (Phát hiện nhiễu).** Cho trước ngưỡng  $\theta > 0$  và chu tuyến  $C_1$  có độ dài nhỏ hơn  $\theta$  với các điểm là điểm nền (điểm trắng). Gọi  $C_2$  là chu tuyến lạng giềng của chu tuyến  $C_1$ , khi đó ta có khẳng định sau: chu tuyến  $C_1$  xác định nhiễu nếu độ dài của chu tuyến  $C_2$  nhỏ hơn độ dài của chu tuyến  $C_1$ .

Chứng minh. Gọi  $C_1 = \langle P_1 P_2 \dots P_n \rangle$ ,  $C_2 = \langle Q_1 Q_2 \dots Q_m \rangle$ . Trong tự chứng minh trên, ta có:

$$\text{in}(Q_i, C_1) \quad \forall i : 1 \leq i \leq m. \quad (7)$$

Theo giả thiết ta có:

$$\text{Len}(C_1) < \theta. \quad (8)$$

Từ (7) và (8), theo định nghĩa ta có chu tuyến  $C_1$  xác định nhiều.

### 3.2. Thuật toán lấp đầy lỗ hổng và xóa nhiều dựa theo chu tuyến

Để lấp đầy lỗ hổng hay xóa nhiều được xác định bởi một chu tuyến ta dùng phương pháp "làm mảnh" theo chu tuyến (xem [1, 3, 4, 6]).

Thuật toán REMOVE (lấp đầy lỗ hổng và xóa nhiều) gồm hai bước sau:

#### Bước 1 [Làm mảnh]:

Đối tượng được xác định bởi chu tuyến sẽ được làm mảnh. Tùy theo đây là lỗ hổng hay nhiều mà bút xóa là điểm ảnh hay điểm nền. Kết quả thu được sau bước làm mảnh là đường xương của đối tượng.

#### Bước 2 [Xóa xương]:

Sau bước làm mảnh, đối tượng là lỗ hổng hay nhiều thu hẹp chỉ còn lại phần xương, do tính chất bảo toàn tính liên thông của thuật toán làm mảnh, ta thực hiện việc dò theo xương để xóa nốt phần cuối còn lại, cũng tương tự như phần làm mảnh đối tượng được xóa bởi bút xóa điểm ảnh hay điểm nền tùy theo đối tượng là lỗ hổng hay là nhiều.

**Mệnh đề 3.2.** Thuật toán REMOVE đúng và cho kết quả đúng (lấp đầy lỗ hổng và xóa nhiều cần thiết).

Chứng minh. Trong bước làm mảnh số điểm của đối tượng trong chu tuyến giảm đi trong quá trình làm mảnh. Do số phần tử của đối tượng khác không nên số lần thực hiện Bước 1 không vượt quá số điểm của đối tượng. Do đó thuật toán làm mảnh dừng và cho xương của đối tượng.

Mặt khác, trong Bước 2 phần xương của đối tượng là hữu hạn và liên thông, nên việc xóa xương cũng dừng và xóa đúng.

Cả hai bước trong thuật toán là dừng và cho kết quả đúng, suy ra thuật toán lấp lỗ hổng và xóa nhiều là dừng và cho kết quả đúng.

### 3.3. Nâng cao tốc độ

Thuật toán lấp lỗ hổng và xóa nhiều đã sử dụng thuật toán làm mảnh theo chu tuyến, cách này giúp cho việc xóa đối tượng được tiến hành theo trình tự ngoài vào trong dựa theo đường xoắn ốc của chu tuyến, do đó tốc độ thực hiện thuật toán khá nhanh bởi không phải kiểm tra việc tiếp xúc biên của đối tượng.

Nhưng trong bước làm mảnh, thuật toán luôn luôn phải kiểm tra điều kiện xóa thì mới xóa, hơn nữa số lần kiểm tra điều kiện sẽ lớn hơn số điểm ảnh của đối tượng. Việc này làm giảm tốc độ thực hiện thuật toán một cách đáng kể. Để tăng tốc độ, ta cần bỏ việc kiểm tra điều kiện xóa này đi. Nhưng điều kiện xóa là điều kiện đã đảm bảo tính liên thông của vùng xóa cần xóa, vì vậy bài toán lấp lỗ hổng hay xóa nhiều của một đối tượng lúc này trở thành bài toán lấp lỗ hổng hay xóa nhiều của một số đối tượng "nhỏ" hơn và các đối tượng này đều nằm trong đối tượng cần xóa.

## 4. ỨNG DỤNG CHU TUYẾN VÀO VIỆC LOẠI BỎ ĐỐI TƯỢNG NHỎ TRONG QUÁ TRÌNH VÉC TƠ HÓA TỰ ĐỘNG

Phần này đề cập tới phương pháp ứng dụng chu tuyến vào việc loại bỏ các đối tượng nhỏ trong quá trình véc tơ hóa tự động có sử dụng thuật toán làm mảnh dựa vào chu tuyến, phương



pháp này có thể loại bỏ các đối tượng nhỏ ngay trong quá trình véc tơ hóa tự động mà không phụ thuộc vào mẫu.

#### 4.1. Loại bỏ đối tượng nhỏ trong quá trình véc tơ hóa tự động dựa theo chu tuyến

Trong thuật toán véc tơ hóa sử dụng phương pháp làm mảnh theo chu tuyến (xem các bài báo [1, 3, 4, 6]) có bước tìm duyệt các chu tuyến, thuật toán sử dụng đồng thời các chu tuyến kết quả tìm được trong bước này và sử dụng Mệnh đề 1 và Mệnh đề 2 để xác định xem đối tượng có phải là lỗ hổng hay nhiều cần loại bỏ hay không. Khi đã xác định được là đối tượng cần loại bỏ ta sử dụng thuật toán REMOVE trong Mục 3.2 để loại bỏ đối tượng.

Thuật toán véc tơ hóa tự động kết hợp loại bỏ các đối tượng nhỏ dựa theo chu tuyến gồm các bước sau:

##### Bước 1 [Duyệt tìm chu tuyến]:

Việc duyệt tìm được tiến hành từ trái sang phải, từ trên xuống dưới theo ma trận các điểm ảnh.

Nếu không thấy chu tuyến nào nữa thì nhảy qua thực hiện Bước 2, ngược lại kiểm tra nếu độ dài chu tuyến vừa tìm được nếu nhỏ hơn ngưỡng  $\theta$  cho trước và là lỗ hổng hay nhiều không thì sử dụng thuật toán REMOVE để xóa đối tượng vừa tìm được, nếu không lưu chu tuyến kết quả vừa tìm được vào một mảng.

Tiếp tục thực hiện Bước 1.

##### Bước 2 [Làm mảnh]:

Với mỗi đối tượng là chu tuyến tìm được trong mảng lưu trữ, ta tiến hành bước làm mảnh. Việc làm mảnh gồm nhiều lần lặp, trong mỗi lần lặp tất cả các điểm của đối tượng sẽ được kiểm tra nếu như chúng thỏa mãn điều kiện xóa sẽ bị xóa đi. Quá trình được lặp lại cho đến khi không còn điểm biên nào được xóa. Đối tượng được bóc dần lớp biên cho đến khi bị thu mảnh lại thành một đường duy nhất có độ dày bằng một pixel.

##### Bước 3 [Véc tơ]:

Với các đối tượng đã được làm mảnh sẽ được tiến hành véc tơ hóa bởi việc dò theo xương. Kết quả thu được là một dãy điểm liên tiếp, để giảm việc lưu trữ chúng sẽ được loại bỏ bớt nhờ các thuật toán đơn giản hóa (Douglas-Peucker, Angle, Width-Band...).

#### 4.2. Thực nghiệm

Chúng tôi đã cài đặt các phương pháp này trong hệ mềm MAPSCAN. Phương pháp này tỏ ra rất hữu hiệu đối với các bản đồ bình độ, thủy văn, đường biên hành chính, đường giao thông, v.v...



a) Trước khi lấp lỗ hổng



b) Sau khi lấp lỗ hổng  
với kích thước là 10



c) Sau khi lấp lỗ hổng  
với kích thước là 20

Hình 4. Kết quả của phép lấp lỗ hổng



Hình 5. Kết quả của phép khử nhiễu

### 5. KẾT LUẬN

Trong bài báo này chúng tôi đã đưa ra các định nghĩa chính xác về mặt toán học của lỗ hổng và nhiễu không phụ thuộc vào mẫu. Các mệnh đề được đưa ra trong bài báo đã tạo ra cách tìm các lỗ hổng và nhiễu ngay trong quá trình xét duyệt chu tuyến. Từ đó chúng tôi đưa ra các thuật toán lấp đầy lỗ hổng và xóa nhiễu. Các thuật toán này có thể được sử dụng đồng thời với quá trình véc tơ hóa tự động có sử dụng thuật toán làm mảnh theo chu tuyến. Qua thực nghiệm chúng tôi thấy phương pháp lấp lỗ hổng và xóa nhiễu bằng cách sử dụng các chu tuyến ảnh đảm bảo xóa nhiễu nhanh và chính xác

#### Lời cảm ơn

Tôi xin chân thành cảm ơn GS.TS. Bạch Hưng Khang đã tận tình giúp đỡ tôi trong quá trình nghiên cứu và hoàn thiện công trình này. Tôi cũng bày tỏ lòng biết ơn đến PTS. Ngô Quốc Tạo, PTS. Lương Chi Mai đã đóng góp những ý kiến quý báu giúp tôi hoàn thành công trình. Cuối cùng tôi xin chân thành cảm ơn các đồng nghiệp phòng Nhận dạng và Công nghệ tri thức đã tạo điều kiện thuận lợi cho tôi trong việc nghiên cứu cũng như việc cài đặt thuật toán.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bạch Hưng Khang, Lương Chi Mai, Ngô Quốc Tạo, Đỗ Năng Toàn, et al., *An Examination of Techniques for Raster-to-Vector Process and Its Implementation-MapScan Package Software*, International Symposium, AMPST96, University of Bradford, UK, 26-27 March 1996.
- [2] Burrough P. A., *Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessment*, 1987, pp. 30-31.
- [3] Ngô Quốc Tạo, Đặng Ngọc Đức, Thuật toán làm mảnh tuần tự mới, *Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học Viện Công nghệ thông tin*, Hà Nội, 5-6/12/1996.
- [4] Đỗ Năng Toàn, Một phương pháp giữ các điểm khớp trong quá trình véc tơ hóa bán tự động không qua làm mảnh, *Tạp chí Tin học và Điều khiển học* 13 (4) (1997).
- [5] Đỗ Năng Toàn, Ngô Quốc Tạo, Kết hợp các phép toán hình thái học và làm mảnh để nâng cao chất lượng ảnh đường nét, *Tạp chí Tin học và Điều khiển học* 14 (3) (1998).
- [6] Wang P. S. P. and Zhang Y. Y., A fast and flexible thinning algorithms, *IEEE Transactions on Computer* 38 (1989) 741-745.

Nhận bài ngày 19-9-1998

Nhận lại sau khi sửa ngày 28-12-1998

Phòng Nhận dạng và Công nghệ tri thức  
Viện Công nghệ thông tin, Trung tâm KHTN và CNQG.