

PHÁT HIỆN BIÊN DỰA TRÊN LỌC TRUNG BÌNH VÀ TRUNG VỊ CỤC BỘ

PHẠM VIỆT BÌNH

Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học Thái Nguyên

Abstract. Edge detection is a very important problem of the image processing and pattern recognition fields. In order to extract correctly features of objects and recognize them, we must correctly isolate them by using edge. This paper presents two novel edge detection techniques that are combined by both indirection and direction edge detection approaches:

- + edge detection based on median filtering, and
- + edge detection based on average filtering.

Our experiment shows that performance of these techniques are very quickly and quantities of edges are good more than classical techniques such as Laplace, Sobel and Kirsh.

Tóm tắt. Phát hiện biên là vấn đề quan trọng trong xử lý ảnh và nhận dạng, vì có thể cô lập được các đối tượng mới nên có thể trích chọn được các đặc trưng của đối tượng trong quá trình nhận dạng. Bài báo này đề xuất hai kỹ thuật phát hiện biên cải tiến mới được áp dụng cho việc phát hiện biên kết hợp cả hai khuynh hướng trực tiếp và gián tiếp:

- + phương pháp phát hiện dựa vào lọc trung bình cục bộ,
- + phương pháp phát hiện dựa vào lọc trung vị cục bộ.

Kết quả thực nghiệm cho thấy các kỹ thuật này có thời gian thực hiện tương đối nhanh và cho kết quả biên tốt hơn các phương pháp phát hiện biên cổ điển. .

1. GIỚI THIỆU

Bên cạnh ngôn ngữ giao tiếp, các thông tin dưới dạng hình ảnh đóng một vai trò rất quan trọng trong việc trao đổi thông tin. Chính vì vậy mà trong những năm gần đây việc kết hợp xử lý ảnh và đồ họa đã trở nên rất chặt chẽ trong lĩnh vực xử lý thông tin. Trong công nghệ thông tin, xử lý ảnh và đồ họa đã chiếm một vị trí rất quan trọng bởi vì các đặc tính đầy hấp dẫn đã tạo nên một sự phân biệt với các lĩnh vực khác.

Mục đích đặt ra cho xử lý ảnh được chia thành hai phần: một phần liên quan đến những khả năng từ các ảnh thu lại các ảnh để rồi từ các ảnh đã được cải biến nhận được nhiều thông tin để quan sát và đánh giá bằng mắt, trong khi phần khác lại nhằm vào nhận dạng hoặc đoán nhận ảnh một cách tự động. Người ta gọi phần thứ nhất, từ một ảnh thu lại một ảnh, là *biến đổi ảnh* (image transformation) hay *nâng cao chất lượng ảnh* (image enhancement), còn phần thứ hai, tự động nhận biết ảnh hoặc đánh giá nội dung các ảnh, là *nhận dạng ảnh* (pattern recognition) hay *đ đoán nhận ảnh* (image understanding).

Trong thực tế, công việc nhận dạng ảnh thường gặp phải nhiều khó khăn do ảnh thu được từ các thiết bị thu, qua quá trình số hóa ít nhiều bị biến dạng hoặc bị nhiễu. Do vậy cần

phải tăng cường và khôi phục lại ảnh để làm nổi bật các đặc tính chính của ảnh, làm cho ảnh gần giống nhất với trạng thái gốc của nó. Giai đoạn tiếp theo, người ta phải xác định được cấu trúc tô pô của các đối tượng trong ảnh bằng cách xác định biên hoặc xương của các đối tượng trong ảnh, hoặc phân vùng ảnh...

Biên và xương là những vấn đề quan trọng phức tạp trong xử lý ảnh, đã và đang được nhiều nơi tập trung nghiên cứu. Bài báo này chỉ tập trung tìm hiểu và giải quyết vấn đề phát hiện biên cho ảnh đa cấp xám dựa trên các phương pháp:

- + phương pháp phát hiện dựa vào lọc trung bình cục bộ và
- + phương pháp phát hiện dựa vào lọc trung vị cục bộ.

Phần còn lại của bài báo được cấu trúc như sau:

Mục 2 trình bày các khái niệm về biên và phương pháp phát hiện biên trực tiếp [2, 5]. Mục 3 trình bày phương pháp nâng cao chất lượng biên ảnh. Mục 4 là kết luận và hướng phát triển.

2. BIÊN VÀ PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN BIÊN TRỰC TIẾP

Biên có thể hiểu đơn giản là phần tiếp giáp của các đối tượng hoặc các vùng với nhau. Trong trường hợp đối tượng đứng độc lập thì biên tạo nên đường bao của nó. Về mặt toán học người ta gọi điểm biên của ảnh là điểm có sự biến đổi đột ngột về mức xám.

Thực tế cũng cho thấy sự biến thiên của các điểm ảnh ở các vùng bên trong của các đối tượng thường khá nhỏ so với sự biến thiên độ sáng của các điểm biên. Xuất phát từ đặc điểm này cần phải sử dụng *phương pháp phát hiện biên trực tiếp* ([1-4]), phương pháp này làm nổi biên, dựa vào sự biến thiên về giá trị độ sáng của điểm ảnh. Kỹ thuật phát hiện biên ở đây chủ yếu là dựa vào phương pháp tách cạnh tuyến tính. Một trong các kỹ thuật này là kỹ thuật Gradient (đạo hàm bậc nhất), kỹ thuật Laplace (đạo hàm bậc hai).

2.1. Phương pháp phát hiện biên trực tiếp

a. Kỹ thuật Gradient

Phương pháp này ([1, 5, 6]) chủ yếu dựa vào đạo hàm theo hướng Gradient. Theo định nghĩa Gradient của hàm hai biến $f(x, y)$ biểu thị tốc độ thay đổi giá trị của nó theo các hướng ngang và dọc. Vì ảnh là một mảng hai chiều nên ta xấp xỉ đạo hàm theo hai hướng x và y với các số gia dx, dy như sau:

$$\begin{cases} f_x = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \simeq \frac{f(x + dx, y) - f(x, y)}{dx}, \\ f_y = \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \simeq \frac{f(x, y + dy) - f(x, y)}{dy}, \end{cases}$$

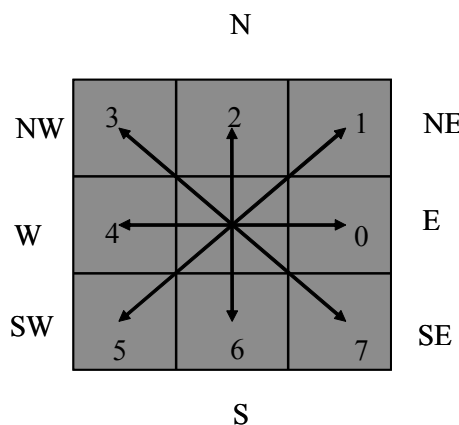
với dx, dy là khoảng cách giữa các điểm theo hướng x và y (được tính bằng số điểm ảnh) và f_x, f_y là các đạo hàm được lấy tại các điểm rời rạc hay các Gradient theo các hướng x và hướng y . Thông thường vì các điểm trong ảnh có tọa độ nguyên nên dx, dy được lấy trong khoảng $\{-1, 1\}$.

Đối với tọa độ cực đạo hàm theo hướng có bán kính r và góc θ bất kỳ:

$$\begin{cases} \frac{\partial f}{\partial r} = \frac{\partial f}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial r} + \frac{\partial f}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial r} = f_x \cos \varphi + f_y \sin \varphi, \\ \frac{\partial f}{\partial \varphi} = \frac{\partial f}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial \varphi} + \frac{\partial f}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial \varphi} = -r f_x \sin \varphi + r f_y \cos \varphi. \end{cases}$$

Thực tế ảnh số là tín hiệu rời rạc nên không có đạo hàm thực mà người ta chỉ mô phỏng và xấp xỉ đạo hàm bằng các kỹ thuật nhân chập (phép cuộn).

Trong kỹ thuật Gradient người ta chia nhỏ thành hai kỹ thuật (do sử dụng các toán tử nhân chập khác nhau) là kỹ thuật Gradient và kỹ thuật la bàn. Kỹ thuật Gradient dùng toán tử Gradient lấy đạo hàm theo một hướng còn kỹ thuật la bàn dùng toán tử la bàn lấy đạo hàm theo 8 hướng của tất cả các điểm ảnh cạnh nó.



Hình 1. Mã xích theo 8 hướng

Có khá nhiều toán tử đạo hàm đã được áp dụng. Các toán sử dụng kỹ thuật Gradient đáng kể nhất là toán tử Robert, Sobel và Prewitt; còn toán tử la bàn tiêu biểu là toán tử Krish.

Các kỹ thuật đánh giá Gradient ở trên làm việc khá tốt khi mà độ sáng thay đổi rõ nét. Nhưng khi mà mức xám thay đổi chậm miền chuyển tiếp trải rộng thì phương pháp Laplace (sử dụng đạo hàm bậc hai) cho hiệu quả hơn.

b. Kỹ thuật Laplace

Toán tử Laplace được định nghĩa như sau:

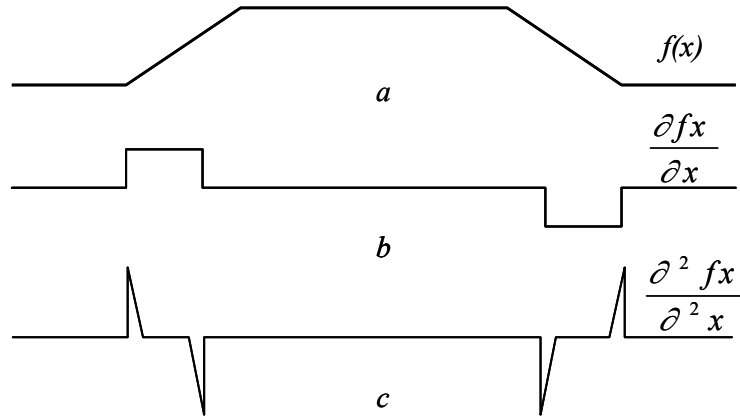
$$\nabla^2 f(x, y) = \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial^2 x} + \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial^2 y}.$$

Phương pháp Laplace [1, 4] dựa trên việc tính đạo hàm bậc hai. Về mặt vật lý, phương pháp Gradient biểu diễn vận tốc, còn Laplace biểu diễn gia tốc.

Kết quả nghiên cứu cho thấy trong phương pháp đạo hàm bậc hai, toán tử Laplace rất nhạy cảm với nhiễu và tạo thành biên kép. Để khắc phục nhược điểm này người ta mở rộng toán tử Laplace và dùng xấp xỉ Laplace–Gauss để phát hiện điểm chéo không:

$$h(m, n) = c[1 - (m^2 + n^2)/\sigma^2] \exp(-(m^2 + n^2)/2\sigma^2),$$

với σ là tham số điều khiển độ rộng và c là chuẩn tổng các phần tử có kích thước mặt nạ là đơn vị. Các điểm biên của ảnh cho trước chấp với $h(m, n)$ sẽ cung cấp cho ta vị trí biên của ảnh. Các điểm biên của ảnh được xác định bởi các điểm cắt điểm không (cross-zero) và các điểm không là duy nhất do vậy kỹ thuật này cho đường biên mảnh. Tuy nhiên kỹ thuật Laplace cũng rất nhạy cảm với nhiễu.



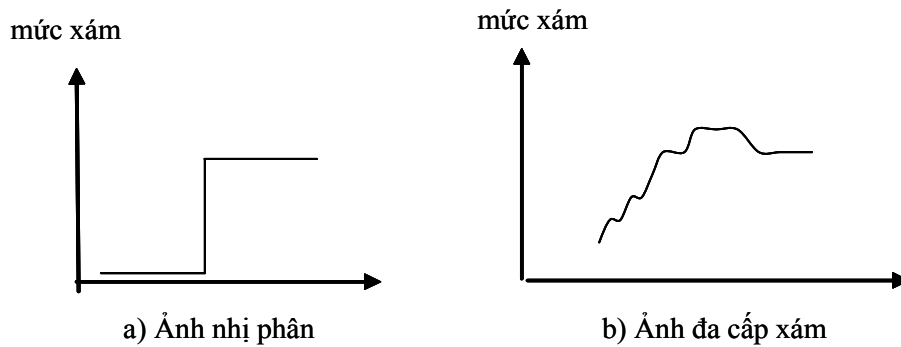
Hình 2. Kết quả lấy đạo hàm của hàm số
a) Ảnh gốc; b) Đạo hàm bậc nhất; c) Đạo hàm bậc hai

Chúng tôi tập trung tìm hiểu và đưa ra một phương pháp tìm biên mới dựa trên độ chênh lệch giá trị mức xám của điểm ảnh so với lân cận.

2.3. Một kỹ thuật phát hiện biên cho ảnh đa cấp xám

Phần dưới đây sẽ tập trung vào việc giải quyết bài toán tìm biên cho ảnh đa cấp xám, vì ảnh màu bất kỳ đều được kết hợp từ 3 kênh đa cấp xám khác nhau.

Trước khi đi vào phân tích thuật toán chúng ta nhắc lại khái niệm về điểm biên. Về mặt toán học điểm biên là điểm có sự biến thiên đột ngột về độ xám. Dưới đây là ví dụ về sự biến thiên cấp xám:



Hình 3. Biểu thị ảnh nhị phân và ảnh đa cấp xám

Đối với các ảnh đa cấp xám có độ biến đổi thấp nhưng theo kiểu sóng thì ta có thể dùng kỹ thuật Laplace để phát hiện biên. Ngoài ra, trong thực tế khi dò biên cho các ảnh xám tùy theo mục đích xử lý sau này mà người ta có thể muốn lấy biên của tất cả các đối tượng

trong ảnh hoặc chỉ một số đối tượng chính trong ảnh. Các kỹ thuật đạo hàm do sử dụng các mặt nạ là các ma trận nhân chập nên khó điều chỉnh độ chi tiết của ảnh biên thu được. Do đó cần phải tính toán lại các giá trị của các phần tử được lưu trong ma trận theo các công thức nhất định, rất phức tạp và tốn kém. Không những thế ảnh thu được sau khi lọc không làm mất đi được tất cả các điểm không thuộc đường biên mà chỉ làm nổi lên các điểm nằm trên biên và muốn nhận dạng được các đối tượng thì ta còn phải xử lý thêm một vài bước nữa thì mới thu được ảnh biên thực sự. Có thể nhận thấy là các thuật toán phát hiện biên cổ điển vẫn còn nhiều nhược điểm về tốc độ tính toán cũng như hình dáng biên.

Trước khi đề xuất đến kỹ thuật phát hiện biên theo trung bình cục bộ và theo trung vị, cần thiết đưa ra định nghĩa về các khái niệm này.

Định nghĩa 1. (Trung bình) Cho dãy số thực x_1, x_2, \dots, x_n . Trung bình của dãy là $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_k$.

Định nghĩa 2. (Trung vị) Cho dãy $x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$, ký hiệu trung vị của dãy là x_{median} thì x_{median} được xác định như sau:

$$x_{\text{median}} = \begin{cases} (x_{N/2} + x_{N/2+1})/2, & N \text{ chẵn} \\ x_{N/2+1}/2, & N \text{ lẻ} \end{cases}$$

Từ định nghĩa trên ta có thể rút ra mệnh đề sau:

Mệnh đề 1. Cho dãy số thực tùy ý x_1, x_2, \dots, x_n khi đó biểu thức $\sum_{k=1}^N (x_k - x)^2$ đạt giá trị nhỏ nhất tại $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_k$.

Chứng minh: Đặt $\phi(x) = \sum_{k=1}^N (x_k - x)^2$. Tìm giá trị cực tiểu của $\phi(x)$ theo x . Giá trị của hàm đạt giá trị cực tiểu chỉ khi đạo hàm bằng 0. Tính đạo hàm theo x ta có $\phi'(x) = 2 \sum_{k=1}^N (x_k - x) = 0$, hay $Nx = \sum_{k=1}^N x_k \Rightarrow x = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_k$. Nói cách khác x chính là giá trị trung bình. ■

Định nghĩa 3. (Trung vị) Cho dãy $x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$, ký hiệu trung vị của dãy là x_{median} thỏa mãn điều kiện: số phần tử đứng trước x_{median} bằng số phần tử đứng sau x .

Mệnh đề 2. Cho dãy số thực tùy ý x_1, x_2, \dots, x_n khi đó biểu thức $\sum_{k=1}^N |x_k - x|$ đạt giá trị nhỏ nhất tại trung vị x_{median} của dãy.

Chứng minh: Đặt $\phi(x) = \sum_{k=1}^N |x_k - x|$. Tìm giá trị cực tiểu của $\phi(x)$ theo x . Đầu tiên ta bỏ giá trị tuyệt đối

$$\phi(x) = \sum_{x_k \geq x} (x_k - x) + \sum_{x_k \leq x} (x - x_k).$$

Tính đạo hàm theo x ta có $\phi'(x) = \sum_{x_k \geq x} (-1) + \sum_{x_k \leq x} (1) = 0$, hay trong dãy x_1, x_2, \dots, x_n số lượng phần tử đứng trước x bằng số phần tử đứng sau x . Nói cách khác x chính là giá

trị trung vị. ■

Nhận xét: Có thể thấy rằng hàm $\phi(x)$ giảm khi x càng gần giá trị trung vị.

Chúng tôi đề xuất thuật toán phát hiện biên trung bình cục bộ và trung vị cục bộ dựa trên việc so sánh độ chênh lệch về mức xám của nó so với mức xám chung của các điểm ảnh lân cận (mức xám nền). Trước hết giá trị trung bình và trung vị cấp xám của các điểm ảnh nằm trong cửa sổ 3×3 hoặc 5×5 có tâm là điểm ảnh đang xét sẽ được tính toán. Nếu như độ chênh lệch mức xám giữa điểm đang xét với giá trị xám trung bình hoặc trung vị lớn hơn một mức tối thiểu nào đó thì chúng ta sẽ coi nó là điểm biên và ghi nhận lại, còn các điểm không thỏa mãn điều kiện trên sẽ được coi là điểm nền.

Thuật toán trung bình cục bộ

Vào: Ảnh các đối tượng OrgImg.

Ra: Ảnh biên pBdImg.

```

for (i = 0; i < biHeight; i++)
for (j = 0; j < biWidth; j++)
{ tt_GrayScale=0;
/* Tính trung bình theo mặt nạ  $n \times n$ */
for (ii = i - n/2; ii ≤ i + n/2; ii++)
for (jj = j - n/2; jj ≤ j + n/2; jj++) tt_GrayScale+=GetPoint(pOrgImg,ii, jj);
Average = tt_GrayScale/9;
/* Phân ngưỡng*/

if (abs(Average - GetPoint(pOrgImg,i, j)) ≤ delta)

SetPoint(pBdImg,i, j,BLACK);
}

```

Trong đó:

- biWidth ,biHeight: chiều rộng và chiều cao của ảnh,
- pOrgImg , pBdImg: ảnh gốc và ảnh kết quả phát hiện biên,
- tt_GrayScale: tổng giá trị độ xám của các điểm ảnh lân cận 3×3 với tâm là điểm ảnh đang xét,
- Average là trung bình các giá trị cấp xám trong lân cận 3×3 ,
- delta: ngưỡng cho trước,
- SetPoint() và GetPoint() là các hàm ghi và đọc giá trị điểm ảnh tương ứng.

Mệnh đề 3. Thuật toán phát hiện biên trung bình cục bộ có độ phức tạp tính toán tại mỗi điểm ảnh là $O(n^2)$, với lân cận kích thước $n \times n$.

Hoàn toàn tương tự như thuật toán ở trên ta thay trung vị median cho trung bình cấp xám average và nhận được thuật toán sau:

Thuật toán trung vị cục bộ

Vào: Ảnh các đối tượng OrgImg.

Ra: Ảnh biên pBdImg.

```

for (i = 0; i < biHeight; i++)
for (j = 0; j < biWidth; j++)

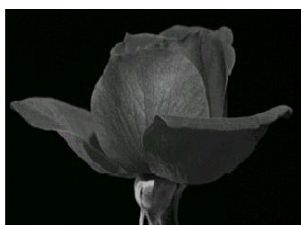
```

```

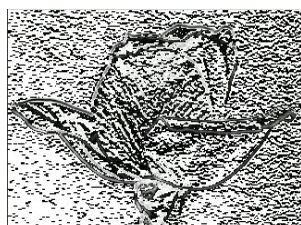
{ tt_GrayScale=0; Median= GetPoint(pOrgImg,i - 1, j - 1); sum = 9*255;
/* tinh trung vi */
  for (ii = i - n/2; ii ≤ i + n/2; ii++)
  for (jj = j - n/2; jj ≤ j + n/2; jj++)
  { temp_sum = 0; median_temp = GetPoint(pOrgImg,ii, jj);
  for (k = i - n/2; k ≤ i + n/2; k++)
  for (l = j - n/2; l ≤ j + n/2; l++)
    temp_sum+= abs(median_temp -GetPoint(pOrgImg,k, l));
  if(sum>temp_sum) { sum=temp_sum; median=median_temp;}
/* Phan nguong */
  if (abs(Median - GetPoint(pOrgImg,i, j))<delta)
    SetPoint(pBdImg,i, j,BLACK);
}

```

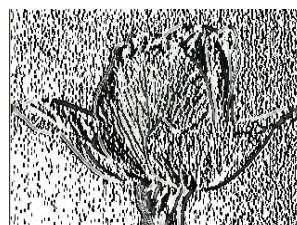
Ta có thể so sánh được hiệu quả của thuật toán dò biên dựa trên lọc trung bình cục bộ với các thuật toán truyền thống thông qua các hình minh họa dưới đây:



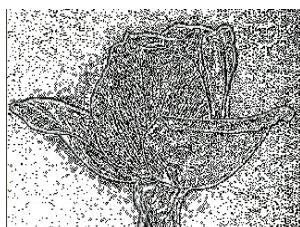
a) Ảnh gốc



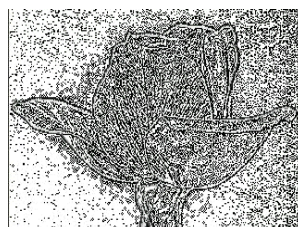
b) Ảnh qua lọc Sobel Hx



c) Ảnh qua lọc Sobel Hy



d) Ảnh qua lọc Kirsh



e) Ảnh qua lọc Laplace

Hình 4. Ảnh được lọc theo các phương pháp khác nhau



a) Ảnh biên với giá trị ngưỡng delta=250



b) Ảnh biên với ngưỡng delta=25

Hình 5. Kết quả phát hiện biên với các ngưỡng khác nhau

Với ảnh gốc trong chương trình có nền khá tối và có nhiều nhiễu, thuật toán dò biên sử dụng trong chương trình tuy đã hạn chế được nhiễu nhiều so với việc sử dụng các bộ lọc và làm nổi rõ các đường biên nhưng vẫn không loại bỏ được hầu hết các nhiễu. Khi áp dụng thuật toán trên ta vẫn có thể làm giảm bớt nhiễu đi nhiều hơn nữa bằng cách tăng giá trị của hệ số delta lên. Nhưng khi đó các đường biên thu được cũng bị đứt đoạn và mờ đi nhiều.

Việc áp dụng thuật toán sử dụng ma trận 5×5 cho chúng ta kết quả chính xác và ít nhiễu hơn nhưng các đường biên thu được lại khá dày.

Để tăng cường chất lượng của ảnh biên thu được, ở phần dưới đây chúng ta sẽ tìm hiểu và áp dụng một số kỹ thuật khử nhiễu bao gồm cả tiền xử lý và hậu xử lý cho ảnh đa cấp xám.

3. NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG CỦA BIÊN

Phần này sẽ trình bày một số kỹ thuật xử lý ảnh nhằm nâng cao chất lượng của biên thu được. Các kỹ thuật được trình bày bao gồm cả các kỹ thuật về tiền xử lý và hậu xử lý.

3.1. Tiền xử lý

Thông thường chúng ta có thể khử nhiễu bằng cách áp dụng hàm:

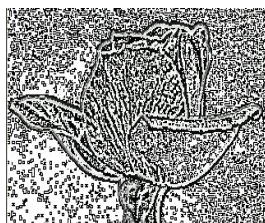
$$f(x) = \begin{cases} 0 & 0 \leq u < a \\ \alpha u & a \leq u \leq b \\ L & u > b \end{cases}$$

Trong đó u là mức xám của điểm ảnh, α hệ số xác định độ tương phản tương đối còn L là mức xám cực đại.

Nhiều cũng có thể được làm trơn nhờ nhiều kỹ thuật lọc đồng hình, kỹ thuật Entropy cực đại, giải chấp mù, mô hình Bayesian v.v.. Ở đây chúng tôi sẽ không đi sâu vào phân tích từng kỹ thuật một mà sẽ nêu lên một thuật toán khử nhiễu khá đơn giản và hiệu quả. Đồng thời sẽ so sánh kết quả của việc dò biên trên ảnh được khử nhiễu bởi thuật toán này với các ảnh sử dụng các kỹ thuật khử nhiễu nêu trên.



a) Ảnh gốc



b) Ảnh sau khi đã làm trơn



c) Biên thu được trên ảnh gốc đã được làm trơn và thực hiện phép lọc Sobel

Hình 6. Ảnh gốc và kết quả phát hiện biên

Nội dung của thuật toán làm trơn ảnh được mô tả như sau:

Bước 1: Xác định tất cả các điểm thuộc vùng lân cận 8 điểm của điểm ảnh đang xét có giá trị độ xám nằm trong khoảng lân cận xác định của nó.

Bước 2: Tính giá trị xám trung bình của các điểm ảnh đã xác định ở trên rồi gán lại cho điểm ảnh đang xét.

Bước 3: Chuyển sang điểm ảnh kế tiếp và thực hiện lại Bước 1 và Bước 2.

3.2. Hậu xử lý

Ảnh sau khi được dò biên vẫn còn nhiều đốm nhiễu. Để nhận dạng được các đốm nhiễu chúng ta có nhận xét là kích thước vùng liên thông của các đốm nhiễu là rất nhỏ so với kích thước của các vùng biên bao quanh các đối tượng, đây là cơ sở để chúng ta tìm ra một thuật toán khử các đốm nhiễu như trình bày dưới đây.

Bước 1: Đọc điểm ảnh đầu tiên, nếu đó là điểm đen thì ghi lại tọa độ của nó vào Queue rồi chuyển sang Bước 2, nếu không thì chuyển sang điểm ảnh tiếp theo và thực hiện lại Bước 1.

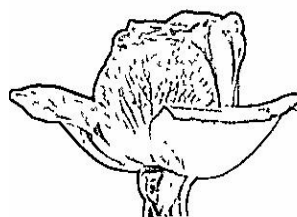
Bước 2: Queue được trở bởi hai con trỏ CF (trở trước) và CB (trở sau), ta đọc tọa độ điểm ảnh (x_0, y_0) được trở bởi con trỏ CF và đánh dấu lại vào ảnh gốc (để không duyệt lại nữa).

Bước 3: Xét các điểm ảnh thuộc 8 láng giềng của (x_0, y_0) , nếu đó là điểm đen thì ghi lại tọa độ của nó vào trong Queue và cho trở bởi con trỏ CB, tăng giá trị của biến đếm kích thước Queue_Size thêm một đơn vị. Lặp lại Bước 2 cho đến khi $CF > CB$ hoặc $Queue_Size > Max_Size$.

Bước 4: Đọc giá trị của Queue_Size, nếu $Queue_Size > Max_Size$ thì xóa tất cả các điểm thuộc Queue; nếu không thì hủy đánh dấu cho chúng. Quay lại thực hiện Bước 1 cho đến khi toàn bộ các điểm ảnh đều được xét.



a) Ảnh biên



b) Ảnh sau khi đã khử đốm

Hình 7. Kết quả khử nhiễu

Ưu điểm của thuật toán khử nhiễu nêu trên có thể được nhận thấy rõ. Tuy nhiên, kỹ thuật này cũng có một nhược điểm là nếu các đường biên của ảnh biên thu được bị đứt nét thì nó cũng sẽ bị coi là nhiễu và bị khử bởi thuật toán. Muốn thu được biên được một cách chính xác và hiệu quả chúng ta phải kết hợp sử dụng cả hai kỹ thuật xử lý nêu trên (Hình 7).

4. KẾT LUẬN

Nhìn chung phát hiện biên là một vấn đề phức tạp, vẫn đang là đề tài nghiên cứu ở nhiều nơi trên thế giới. Chúng ta không hy vọng sẽ tìm ra một kỹ thuật tìm biên cho kết quả lý tưởng trong tất cả mọi trường hợp, bởi vì đối với các ảnh xám và nhất là các ảnh màu, vẫn còn đang có nhiều khó khăn trong việc nâng cao chất lượng ảnh, đặc biệt là vấn đề xử lý nhiễu. Các kỹ thuật được nghiên cứu và được trình bày trong bài báo này chỉ

nhằm góp phần cải thiện kết quả của những kỹ thuật tìm biên truyền thống và vẫn còn cần nhiều thời gian để đầu tư nghiên cứu, hoàn thiện hơn nữa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lương Mạnh Bá, Nguyễn Thanh Thủy *Nhập môn xử lý ảnh số*, NXB KH&KT, 1999, 107–124.
- [2] Đỗ Năng Toàn, Một thuật toán phát hiện vùng và ứng dụng của nó trong quá trình véc tơ hóa tự động, *Tạp chí Tin học và Điều khiển học* **16** (1) (2000).
- [3] E. Davies, *Machine Vision: Theory, Algorithms and Practicalities*, Academic Press, 1990, 149–161.
- [4] K. Jain. Anil, *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice-Hall, 1989.
- [5] K. O. Egiazarian, E. Alban, V. Katkovnik, Kwangju, Adaptive varying bandwidth modified nearest neighborhood interpolation for denoising and edge detection, *Proceedings of SPIE Image Processing: Algorithms and Systems*, San Jose, USA, 21-23 January 2002, Vol. 4667, 257–268.
- [6] E. Alban, V. Katkovnik, and K. Egiazarian, Adaptive window size gradient estimation for image edge detection, *Proceedings of SPIE Electronic Imaging, Image Processing: Algorithms and Systems II*, Santa Clara, California, USA, 21-23 January 2003.

Nhận bài ngày 10-4-2006

Nhận lại sau sửa ngày 12-7-2006