

# PHƯƠNG PHÁP BIỂU DIỄN CẤU TRÚC KÝ TỰ THEO HƯỚNG TIẾP CẬN VÉC TƠ

NGUYỄN NGỌC KỶ

**Abstract.** Unlike another OCR approach using the bitmap representation of character as the base for direct feature extraction, this paper investigates vectorisation approach for OCR problem. According to the approach, the skeleton of each character is firstly calculated and represented in form of trees, where the node is the end point or the junction point of skeleton and the edge of tree is the branch trail of skeleton in a form of parametric curve. Thank to this form of representation, many parameters such as the number of loops, the number of edges, the branch length, the turn point,... are detected and positioned easily. Furthermore, some stages of processing such as the character detection, the character combination have been reduced.

## 1. MỞ ĐẦU

Nhận dạng ký tự là một lĩnh vực đã được quan tâm nghiên cứu và ứng dụng từ nhiều năm nay theo các hướng chính: nhận dạng ký tự in, nhận dạng ký tự viết tay chuẩn và ký tự viết tay tự do, để phục vụ cho tự động hóa việc đọc tài liệu, tăng nhanh tốc độ và chất lượng nhập thông tin vào máy tính. Trên thực tế, vấn đề nhận dạng ký tự in không đơn giản như hình dung ban đầu, do sự phát triển phong ký tự cũng như chất lượng in ấn, sao chụp, kỹ thuật trang trí rất đa dạng.

Cho đến nay, đã tồn tại nhiều thuật toán nhận dạng ký tự do nhiều tác giả đề xuất với nhiều hướng tiếp cận khác nhau, song có thể phân chia chúng theo cách thức sử dụng biểu diễn ban đầu thành hai nhóm chính như sau:

- Phương pháp ma trận bit (bitmap): Ảnh của ký tự thu được qua các thiết bị số hóa, biểu diễn dưới dạng ma trận bit vô hướng, có thể được chuẩn hóa về kích thước, vị trí được dùng để trích chọn đặc điểm theo nhất cắt, cây tứ phân, hình chiếu,... phục vụ đối sánh với các ký tự chuẩn.

- Phương pháp véc tơ: Thay vì phải liệt kê tất cả các điểm dưới dạng ma trận điểm, phương pháp này chỉ xét đường biên và/hoặc khung xương ký tự thể hiện dưới dạng đường cong tham số. Cách biểu diễn mới này cho phép dễ dàng vẽ lại đường biên ký tự, xương ký tự - hai loại đường cong đặc tả đầy đủ nhất cấu trúc tô pô của ký tự. Nhờ đó, nó cho phép trích chọn dễ dàng bộ dấu hiệu đặc trưng như số nét, số chu trình, số điểm kết thúc, số điểm ngã ba, ngã tư, số điểm cong,... thuận tiện cho việc áp dụng các phương pháp nhận dạng thống kê. Mặt khác, nó còn cho phép biểu diễn khung xương ký tự dưới dạng đồ thị có cấu trúc cây cùng nhiều quan hệ tô pô có giá trị phân biệt làm cơ sở để áp dụng các phương pháp nhận dạng đồ thị [1, 3] và nhận dạng điểm [6].

Bài này sẽ tập trung vào hướng tiếp cận véc tơ, được trình bày theo các phần chính như sau: Phần 1 là giới thiệu mở đầu. Phần 2 trình bày sơ đồ nhận dạng ký tự tổng quát theo hướng tiếp cận véc tơ hóa để biểu diễn ký tự theo bộ dấu hiệu đặc trưng thuận tiện cho việc áp dụng các phương pháp nhận dạng thống kê và biểu diễn ký tự theo đồ thị có cấu trúc cây để áp dụng phương pháp nhận dạng đồ thị và nhận điểm [6]. Phần 3 trình bày kết quả ứng dụng sơ đồ nhận dạng ký tự tổng quát cho trường hợp nhận dạng các ký tự tiếng Việt. Phần 4 trình bày một số kết quả cài đặt kiểm nghiệm thuật toán. Phần 5 dành cho một số ý kiến nhận xét, đánh giá và kết luận.

## 2. SƠ ĐỒ NHẬN DẠNG KÝ TỰ TỔNG QUÁT THEO HƯỚNG TIẾP CẬN VÉC TƠ

### 2.1. Bài toán nhận dạng ký tự

Trong [7] bài toán nhận dạng ký tự đã được phát biểu như sau:

Giả sử có tập ký tự  $\eta = \{A, B, \dots, X, Y, Z\}$ . Mục tiêu của mọi phương pháp nhận dạng ký tự là phân hoạch  $\eta$  thành các tập đơn nhất  $\varepsilon_i, i = 1, \dots, N$  sao cho

$$\varepsilon_i \cap \varepsilon_j = \emptyset \quad \forall i \neq j, \quad i, j = 1, 2, \dots, N$$

và 
$$\bigcap_{i=1}^N \varepsilon_i = \eta \quad N \text{ là số ký tự.}$$

Bằng cách sử dụng một loạt các qui tắc, bảng ký tự lần lượt được phân hoạch theo một phân cấp thích hợp. Các mức phân cấp được quyết định bởi một tập dấu hiệu hay các biến. Ở đây các biến được sử dụng để phân chia tập  $\eta$  có thể là:

$j$  - số điểm ngã ba, ngã tư,

$l$  - số chu trình,

$e$  - số điểm gấp (đổi hướng đột ngột),

$t$  - các điểm kết thúc được gán chỉ số:  $\#u, \#d, \#l, \#r$ .

Trật tự thể hiện được chọn là:  $l, t (\#u, \#d, \#l, \#r), j, e$ .

Chẳng hạn, nếu sử dụng biến  $l$ , tức là số ngã ba, ngã tư ta có thể phân hoạch  $\eta$  thành ba tập con như sau:

$$\eta' = [\{A, D, O, P, Q, R\}, \{B\}, \{C, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, S, T, U, V, W, X, Y, Z\}]$$

được ký hiệu là:  $\eta' = \{\eta_{l1}, \eta_{l2}, \eta_{l3}\}$

Một cách tương tự, các tập con tiếp tục được phân chia theo tham số  $t$ , chẳng hạn tập  $\eta$  được phân chia tiếp thành  $[\{A, R\}], \{D\}, \{O\}, \{Q\}, \{P\}$ .

Tiếp tục phân chia các tập con chứa nhiều hơn 1 ký tự theo các biến  $j$  và  $e$  ta sẽ thu được các tập mịn hơn, chẳng hạn tập  $\{A, R\}$  được chia thành  $[\{A\}, \{R\}]$  vì  $A$  có số điểm ngã ba, ngã tư bằng 2 còn  $R$  có thể chia ra nhỏ tiếp nhờ số lượng các điểm gấp.

Cuối cùng, mỗi ký tự có thể biểu diễn bởi  $\eta_{K_i}$ , ở đó  $K_i$  là xâu các số nguyên nhận giá trị bằng số lượng các  $j, l, e$  và  $t$  của ký tự thứ  $i$ .

Có thể nhận thấy rằng sơ đồ tổng quát trình bày ở [7] chỉ mới đề cập đến việc phân tích đặc điểm trực tiếp từ ảnh ma trận bit của khung xương ký tự. Phần sau đây sẽ chỉ ra rằng khác với sơ đồ tổng quát trình bày ở [7], cách tiếp cận vectơ sẽ cho ta một sơ đồ xử lý triệt để hơn. Nó không chỉ đem lại rất nhiều khả năng trích chọn bộ dấu hiệu từ đường biên, từ khung xương ký tự để áp dụng các phương pháp nhận dạng thống kê mà còn trực tiếp biểu diễn ký tự dưới dạng đồ thị có cấu trúc cây cùng nhiều quan hệ tô pô khác.

## 2.2. Trích chọn các biến đặc trưng và biểu diễn ký tự theo đồ thị có cấu trúc cây

Ảnh ký tự trước hết cần phải được xử lý sơ bộ, sau đó tải lên màn hình và tiến hành thủ tục làm mảnh, chuyển về dạng ảnh hai màu trắng đen. Sau khi làm mảnh, ảnh xương thu được có độ dày nét bằng 1, song vẫn còn ở dạng ma trận bit (hình 1).

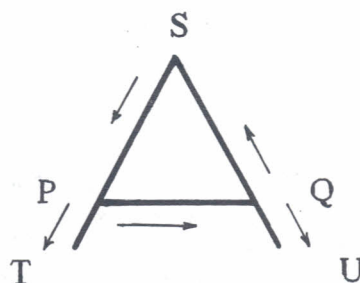
Để thu được đường cong biểu diễn khung xương của ký tự, cần phải véc tơ hóa ảnh xương, thực chất là kết nối tập điểm trên khung xương thành xâu các điểm kề nhau. Thuật toán dò nét cụ thể đã được trình bày trong [3]. Thuật toán dò nét quét ảnh theo thứ tự từ trên xuống dưới và từ trái qua phải. Vì vậy, điểm trên và trái nhất của ảnh sẽ được phát hiện đầu tiên và đó cũng là điểm xuất phát của quá trình dò nét. Trong quá trình dò, các điểm đi qua được đánh dấu bởi số các điểm đen 8-láng giềng của nó, ký hiệu là  $SP(x, y)$ . Việc đánh dấu những điểm đã đi qua cho phép dễ dàng xác định  $j, l$  và  $t$ , vì khi dò theo đường khung và kiểm tra các 8-láng giềng ta sẽ gặp điểm bình thường có  $SP(x, y) = 2$ , các điểm ngã ba, ngã tư có  $SP(xy) \geq 3$ , các điểm kết thúc có  $SP(x, y) = 1$  và các điểm đã đi qua trước đó (phát hiện chu trình).

Hình 1 thể hiện quá trình dò xét được bắt đầu tại điểm trên, trái nhất, đó là điểm  $S$ . Quá trình dò có thể sang trái hay sang phải, nếu hướng duyệt ưu tiên là bên trái thì sẽ dò tới  $P$ , sau đó tới  $T$ . Tiếp theo, quay trở lại  $P$  tiến tới  $Q$  và quay lại  $Q$  tiến tới  $U$ . Chú ý rằng để phân biệt  $t$  và  $j$ , ta chỉ cần xét số các láng 8-láng giềng đã đi qua. Bằng cách đó  $T, U$  được phát hiện là các điểm kết thúc, còn  $P, Q$  là các điểm ngã ba. Số chu trình  $l$  được tăng lên 1 qua mỗi lần quay về điểm đã đi qua.

Quá trình dò nét khung xương ký tự thực chất là quá trình duyệt cạnh đồ thị (mỗi cạnh chỉ đi qua một lần). Một cách tự nhiên, có thể lợi dụng kết hợp với quá trình véc tơ hóa để tính bổ sung thêm một số dấu hiệu phân biệt sau:

- Độ dài của từng cạnh của khung xương.
- Tổng các góc ngoài.
- Vị trí điểm kết thúc hay nét kết thúc có thể được xác định chi tiết hơn theo vị trí, hướng và độ dài.

Bên cạnh kỹ thuật trích chọn bộ dấu hiệu có giá trị phân biệt để xử lý bài toán nhận dạng theo hướng thống kê, cách tiếp cận véc tơ hóa theo kiểu duyệt cạnh đồ thị còn có một ưu thế nổi bật, nó cho phép biểu diễn khung xương ký tự dạng đồ thị có cấu trúc cây cùng nhiều quan hệ tô pô khác.



Hình 1. Ảnh xương ký tự A và thứ tự dò nét

### 3. ỨNG DỤNG SƠ ĐỒ NHẬN DẠNG KÝ TỰ TỔNG QUÁT SỬ DỤNG KỸ THUẬT VEC TƠ HÓA ĐỂ NHẬN DẠNG KÝ TỰ TIẾNG VIỆT

#### 3.1. Lựa chọn thuật toán lọc xương

Nói chung, xương của một dạng  $F$  là cấu trúc cô đọng nhất có thể mà vẫn đủ cho thể hiện các tính chất hình học và tô pô của dạng. Có rất nhiều phương pháp lọc xương do nhiều tác giả đề xuất, song có thể phân chúng thành hai loại:

- Các phương pháp làm mảnh bằng cách bóc dần từng lớp.
- Các phương pháp sử dụng khoảng cách.

Các phương pháp nhóm thứ nhất cho phép thu được bộ xương bảo toàn cấu trúc tô pô của dạng, đặc biệt là tính bảo toàn liên thông. Tuy nhiên, chúng có nhược điểm là đòi hỏi về độ đồng đều của nét ký tự trên toàn văn bản và không cho phép khôi phục lại dạng ban đầu. Các phương pháp nhóm thứ hai xử lý nhanh hơn, cho phép khôi phục dạng ban đầu, song không bảo toàn tính liên thông. Cả hai nhóm phương pháp đều có những hạn chế riêng của chúng nên không phù hợp với yêu cầu nhận dạng ký tự: *bảo toàn cấu trúc tô pô và cho phép khôi phục trở lại dạng ban đầu.*

Vì vậy, chúng tôi quan tâm đến thuật toán kết hợp ưu điểm hai nhóm trên, dựa trên việc xử lý các điểm lảng giềng trong phạm vi một khoảng cách nhất định như sau:

Giả sử ta có dạng  $F$  liên thông, ta xét xương  $S$  của  $F$ , ký hiệu là  $S(F)$  là tập các điểm  $P$  có bậc  $n$ , tức là các điểm  $E = [V_{n+2} - V_n(P)]$  thỏa mãn các tính chất sau:

- $E \cap \text{not } F$  không liên thông.
- $E \cap \text{not } F$  không liên thông nhưng tồn tại hai điểm nằm trên hai cạnh đối diện của  $V_n(P)$ . ( $V_3(P)$  chính là các điểm 8 lảng giềng của  $P$ ).

Thuật toán có thể trình bày tóm tắt bằng sơ đồ sau đây:

1. Bắt đầu
2. Khởi động bằng việc chọn điểm xuất phát  $P(i, j)$ .
3.  $n := 1$ ,
4. Tiếp tục
5. Kiểm tra điều kiện:  $E \cap \text{not } F = \emptyset$ , nếu đúng, tăng  $n$  lên 1 và quay lại 4;
6.  $n := n - 1$ ,
7. Tìm tất cả các điểm  $a_k, k = 1, \dots, n + 4$  thuộc  $V_{n+2} - V_n(P)$ .
8. Tính  $\text{GAMMA} = \sum_{k=1}^{4n+3} abs(a_{k+1} - a_k) + abs(a_1 - a_{4n+4})$
9. Kiểm tra điều kiện  $\text{GAMMA} \geq 4$ , nếu đúng nhảy tới 11;

10. Kiểm tra xem có tồn tại hai điểm đen  $a_{k_1}, a_{k_2}$  nằm trên hai cạnh đối diện của  $V_n(P)$ , nếu sai nhảy tới 12.
11.  $P$  được lưu vào tập điểm xương.
12. Chuyển sang điểm tiếp theo và quay lại 3.
13. Kết thúc.

Thuật toán này có ưu điểm về tốc độ xử lý, song chưa thỏa mãn điều kiện có độ dày nét bằng

1. Vì vậy, xuất hiện hai hướng xử lý:

- Chấp nhận xương ký tự như thu được, áp dụng thuật toán dò biên để tính điểm đặc trưng.
  - Tiếp tục làm mảnh để đạt được khung xương lý tưởng rồi sau đó mới trích chọn đặc điểm.
- Ta sẽ lần lượt khảo sát cả hai hướng trên.

### 3.2. Các thuật toán véc tơ hóa đường biên của xương ký tự

Mục tiêu của thuật toán này là vẽ lại đường biên ký tự, kể cả biên ngoài và biên trong nếu có. Khi đã vẽ được biên ký tự thì việc trích chọn các tham số đặc trưng như số chu trình, số điểm kết thúc / bắt đầu, số ngã ba, ngã tư và điểm cực trị sẽ thực hiện được thông qua một thủ tục xử lý độ cong.

**Định nghĩa** (cặp nền-vùng 4-láng giềng [8-láng giềng]).

Giả sử ta có  $F$  là một dạng thể hiện bằng một cặp vùng 8-liên thông,  $r \in F$  là điểm vùng,  $b \in \text{not } F$  là điểm nền. Ta gọi cặp  $(b, r)$  là một cặp nền-vùng 4-láng giềng [8-láng giềng] nếu  $b$  là 4-láng giềng [8-láng giềng] của  $r$ .

Ta ký hiệu tập tất cả các cặp 4-láng giềng là NV4 và tương tự, tập tất cả các cặp 8-láng giềng là NV8.

Sơ đồ thuật toán véc tơ hóa đường biên:

1. Bắt đầu.
2. Xác định cặp nền-vùng xuất phát.
3. Xác định cặp nền-vùng tiếp theo.
4. Lựa chọn điểm biên.
5. Nếu gặp lại điểm xuất phát thì dừng, nếu không quay lại 2.
6. Kết thúc

Để xác định cặp nền vùng tiếp theo, đòi hỏi phải lựa chọn một số toán tử dò biên thỏa mãn điều kiện nhất định nhằm bảo đảm đưa ta đường biên đúng đắn, bảo toàn được cấu trúc tô pô của dạng. Nhiều tính chất thú vị của sơ đồ thuật toán trên đã được khảo sát kỹ trong [3], ở đây chúng tôi xin tóm lược lại sơ đồ thuật toán vừa véc tơ hóa đường biên vừa trích chọn đặc điểm như sau:

1. Chọn cặp nền vùng xuất phát là một cặp thuộc NV8 của vùng  $F$ .
2. Xuất phát theo hướng từ nền đến vùng dò từng bước một, gặp điểm vùng thì lùi lại rẽ phải, gặp điểm nền thì rẽ phải. Lưu các cặp nền vùng 8-láng giềng đã đi qua và chọn điểm biên (có thể là điểm vùng, điểm nền hay điểm giữa) để lần lượt sắp thành dãy các điểm biên.
3. Lưu các điểm biên vào hàng đợi và tính độ cong bằng phương pháp "xấp xỉ theo ba đoạn" [3].
4. Dừng khi quay lại cặp nền-vùng xuất phát.

Theo phương pháp xấp xỉ theo ba đoạn, để xây dựng tiêu chuẩn phát hiện điểm cong, người ta phân chia đường cong số đi qua điểm được xét làm ba đoạn: đoạn giữa, đoạn vai trái và đoạn vai phải (tính theo chiều véc tơ hóa) để xét độ cong trên từng đoạn. Điểm đang xét được coi là điểm cong nếu phần giữa thay đổi độ cong đột ngột còn hai vai không đổi hoặc thay đổi đều. Bằng cách đó có thể tính gần đúng góc đường cong tạo thành tại điểm và phân loại thành các khoảng 0, 30, 60, 90, 120, 135, 150, 180,..., 360 độ.

Sau khi tính được các điểm cong hay điểm gấp, ta có thể tiếp tục xử lý để khử các vị trí đứt nét và dính nét như sau:

- Nếu hai điểm đều là cong lồi  $> 350$  độ, cùng phương, cách nhau một khoảng bé hơn độ dày nét, thì đó chính là kết quả của sự đứt nét.

- Ngược lại, nếu hai điểm là cong lõm  $< 10$  độ, cùng phương, cách nhau một khoảng bé hơn độ dày nét, thì đó là kết quả của sự dính nét.

Khi gặp hai trường hợp trên, ta loại hai điểm này khỏi danh sách các điểm bắt đầu / kết thúc.

Một cách tương tự, việc tính độ cong cũng cho phép phát hiện và xử lý một loạt các điểm đặc trưng khác. Thực tế cài đặt chỉ ra rằng, thuật toán trên xử lý rất nhanh và tính chính xác của việc trích chọn đặc điểm cao hơn nhiều so với khi chưa làm mảnh.

### 3.3. Xử lý khung xương, vec tơ hóa, trích chọn đặc điểm và biểu diễn ký tự theo đồ thị có cấu trúc cây

Trước khi vec tơ hóa khung xương cần phải xử lý khung xương để giảm thiểu độ dày nét xuống chỉ còn duy nhất 1 pixel. Như vậy, trên khung xương chỉ còn ba loại điểm:

- + Điểm chỉ có 1 điểm 8-láng giềng: điểm bắt đầu / kết thúc.
- + Điểm có trên ba điểm 8-láng giềng: điểm ngã ba, ngã tư...
- + Điểm chỉ có hai điểm 8-láng giềng: điểm trong nét.

Tuy nhiên, đối với ảnh ký tự, do bụi bẩn nên nhiều khi làm xuất hiện các điểm ngã tư giả. Để khử các điểm này, ta áp dụng thủ tục sau đây:

1. Kiểm tra lần lượt các điểm trên khung xương và kiểm tra tập  $[V_3(P) - V_1(P)] \cap F$ .
2. Nếu thỏa mãn đồng thời cả ba điều kiện sau đây:
  - a) là 8-liên thông,
  - b) không tạo thành đường cong khép kín,
  - c) chứa ít nhất ba điểm thuộc  $F$  hoặc chỉ hai điểm không 4-láng giềng,

thì khử điểm  $P$  ra khỏi khung xương.

3. Sau khi xử lý xong cho mọi điểm, ta thu được khung xương có độ dày nét bằng 1 mà vẫn bảo toàn tính tô pô của dạng.

Để vec tơ hóa khung xương, ta áp dụng thủ tục duyệt các cạnh của lý thuyết đồ thị. Các vấn đề khó khăn nảy sinh thường liên quan đến kỹ thuật xử lý các điểm ngã ba, ngã tư.

Cùng với quá trình duyệt cạnh đồ thị, ta có thể tiến hành trích chọn các đặc điểm đặc trưng như sau:

#### Phát hiện chu trình

Trong quá trình duyệt cạnh của đồ thị, mỗi lần gặp trường hợp phải quay lại điểm đã đi qua ta tăng số lượng chu trình lên một, song cần chú ý khử các trường hợp suy biến.

#### Các loại điểm xuất phát / kết thúc

Sau khi dùng thủ tục loại bỏ các nhánh cụt ký sinh ta có thể trích chọn các điểm bắt đầu / kết thúc là những điểm chỉ có 1 8-láng giềng cùng với một số tham số sau đây:

- + Phương hướng (trên, dưới, trái, phải, hay góc độ).
- + Độ dài của nét, tức là độ dài cạnh của đồ thị.
- + Độ cong của nét.
- + Góc quay của nét.

#### Điểm ngã ba, ngã tư,...

Điểm ngã ba, ngã tư, ... là các điểm thuộc tập đỉnh của đồ thị trừ các điểm bắt đầu / kết thúc.

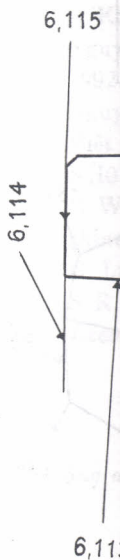
#### Biểu diễn ký tự theo đồ thị có cấu trúc cây

Hình 2 thể hiện đồ thị dạng cây của ký tự "R" bằng cách vẽ lại các điểm theo trình tự duyệt cạnh đồ thị, có áp dụng thuật toán xấp xỉ tuyến tính từng đoạn đối với mỗi nhánh của đồ thị.

Biểu diễn

Dạng  
các đỉnh d

ID	
6,111	
6,112	
6,113	
6,114	
6,115	
6,116	
6,117	



#### 4.1. Ảnh

Để c  
không chấ  
nhị phân,

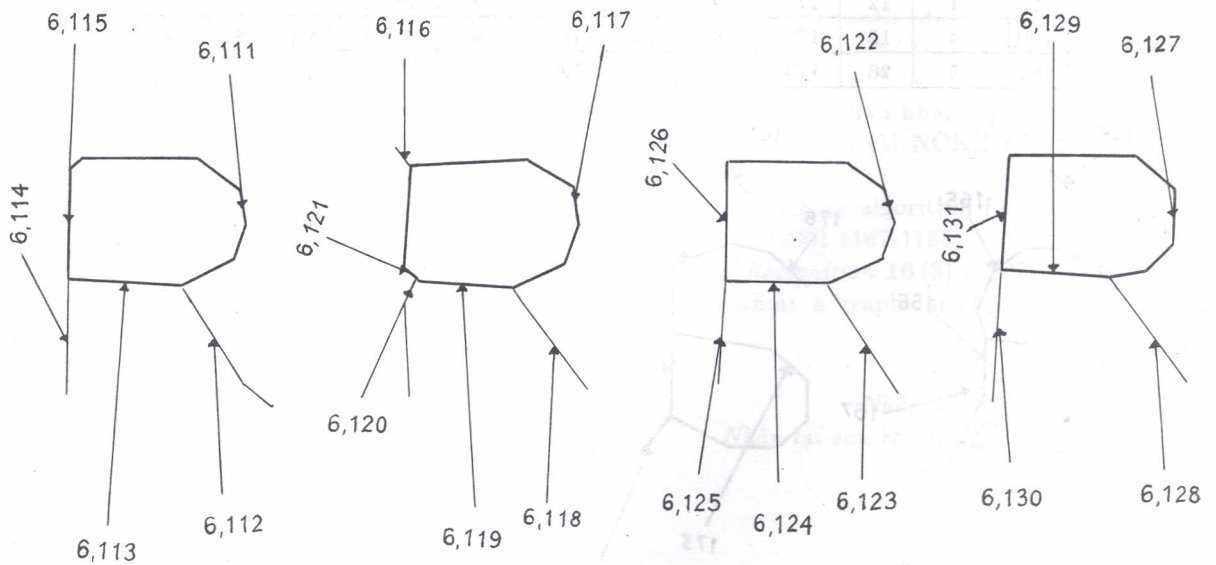
#### 4.2. Kết

Thời  
trình bày  
đề then ch

**Biểu diễn ký tự theo dạng điểm**

Dạng điểm của ký tự chính là tập đỉnh có nhãn (loại đỉnh) trên mặt phẳng ảnh. Quan hệ giữa các đỉnh điểm có thể là khoảng cách giữa hai điểm, độ dài nét nối hai đỉnh (nếu có), số nhất cắt....

ID	OLW	C	LENGTH	ID	OLW	C	LENGTH	ID	OLW	C	LENGTH
6,111	34	1,577	46.9702	6,118	5	1,578	22.8035	6,125	6	1,579	17.0294
6,112	5	1,577	23.868	6,119	4	1,578	15.0333	6,126	5	1,579	19
6,113	4	1,577	18.0278	6,120	5	1,578	17.6412	6,127	34	1,580	48.5499
6,114	6	1,577	19	6,121	4	1,578	18.8596	6,128	5	1,580	25
6,115	5	1,577	19.8284	6,122	34	1,579	47.7697	6,129	4	1,580	17.0294
6,116	1	1,578	1.41421	6,123	5	1,579	23.0217	6,130	6	1,580	18
6,117	34	1,578	49.3447	6,124	4	1,579	16	6,131	5	1,580	18.0278



Hình 2. Kết quả tách TPLT, biểu diễn cây chữ "R" và khôi phục độ dày nét  
ID: stt nhánh, OLW: độ dày nét, C: stt TPLT)

**4. MỘT SỐ KẾT QUẢ CÀI ĐẶT KIỂM NGHIỆM THUẬT TOÁN**

**4.1. Ảnh ký tự Việt gốc**

Để cài đặt chương trình kiểm nghiệm thuật toán, hai trang phong ký tự Việt in tiêu biểu loại không chân và hai trang loại có chân đã được quét bằng scanner và nhập vào máy dưới dạng ảnh nhị phân, độ phân giải 300 dpi.

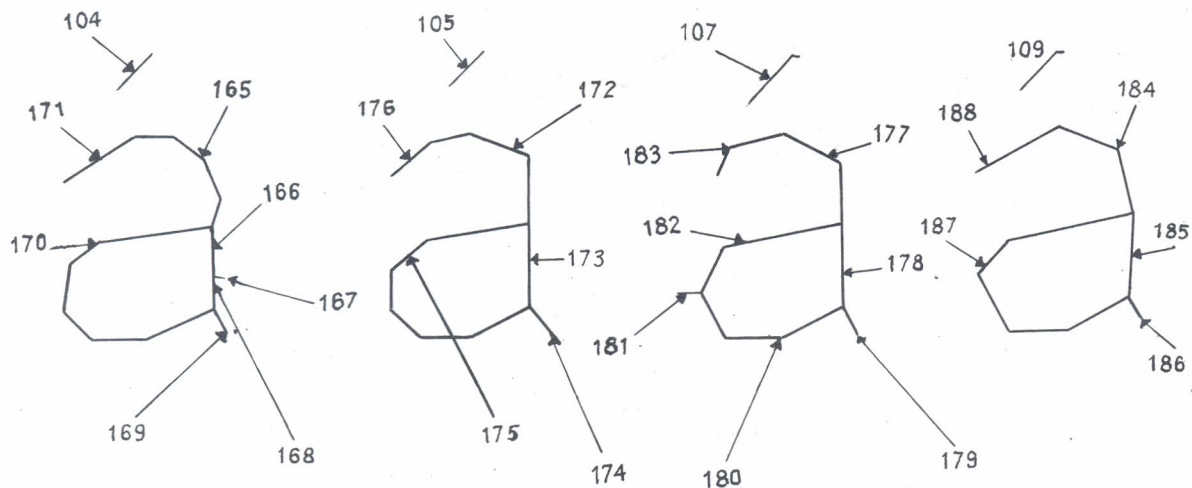
**4.2. Kết quả xử lý**

Thời gian xử lý 1 trang A4 trên máy Pentium 200 MMX, RAM 32 M là 2 phút. Trong [4] đã trình bày kết quả xử lý cụ thể cho một số ký tự tiếng Việt in tiêu biểu chủ yếu tập trung vào vấn đề then chốt nhất là:

- Tách thành phần liên thông.
- Véc tơ hóa.
- Biểu diễn từng ký tự dưới dạng đồ thị cây.
- TCĐĐ (chu trình, ngã ba/ngã tư, điểm bắt đầu/kết thúc theo các hướng, độ dài các nhánh,...).
- Khôi phục đồ dày nét ký tự.

Hình 3 trình bày một kết quả biểu diễn và trích chọn đặc điểm một ký tự tiếng Việt tiêu biểu.

ID	OLV	C	ID	OLV	C	ID	OLV	C	ID	OLV	C
103	1	9	166	4	26	174	4	27	182	4	28
104	4	9	167	1	26	175	16	27	183	5	28
105	5	10	168	4	26	176	4	27	184	4	29
106	1	11	169	5	26	177	5	28	185	5	29
107	4	11	170	16	26	178	5	28	186	5	29
108	1	12	171	4	26	179	5	28	187	16	29
109	4	12	172	4	27	180	4	28	188	4	29
165	5	26	173	5	27	181	1	28			



Hình 3. Kết quả tách TPLT, biểu diễn cây chữ “á” và khôi phục độ dày nét (ID: stt nhánh, OLV: độ dày nét, C: stt TPLT)

### 5. KẾT LUẬN

Kết quả cài đặt kiểm nghiệm thuật toán đã thể hiện hướng tiếp cận véc tơ cho ta một khả năng biểu diễn ký tự khá triệt để, tạo tiền đề để xây dựng các thuật toán đối sánh tin cây và hiệu quả theo cả hai hướng thống kê và cấu trúc. Ưu điểm chính của phương pháp này thể hiện cụ thể qua mấy điểm sau đây:

- Do có tính chất bảo toàn liên thông nên nó cho phép bỏ qua giai đoạn tách dòng và tách từng ký tự ra khỏi văn bản như nhiều phương pháp khác vẫn thường làm.
- Dễ dàng biểu diễn từng ký tự dưới dạng cây, với mỗi nhánh của nó là một đoạn đường cong tham số, có bảo toàn hướng và độ cong nên có thể tính được rất nhiều tham số có giá trị đặc tả.

- Nhì  
kỹ thuật đ  
- Nhì  
lý văn bản  
Như  
và sau khi  
thời gian t  
và mặt kh  
Phư  
tự chuyên  
dùng phôn  
định được

- [1] Bạch pháp
- [2] A. K
- [3] Nguy 1992
- [4] Nguy Việt KHO
- [5] C. W chinc
- [6] D. L
- [7] S. R. Reco

Bộ Công c

- Nhờ ưu thế biểu diễn dưới dạng cây, phương pháp này cho ta nhiều khả năng áp dụng các kỹ thuật đối sánh một cách có hiệu quả, kể cả trong trường hợp dính nét, thiếu nét.

- Nhờ tính chất bất biến với phép quay, tịnh tiến và tỷ lệ nên phương pháp này cho phép xử lý văn bản với vị trí và co ký tự bất kỳ. Không cần phải xử lý quay ảnh.

Nhược điểm chính của phương pháp là vẫn còn đòi hỏi phải xử lý làm trơn đường biên trước và sau khi véc tơ hóa, vì khung xương của ảnh rất nhạy đối với nhiễu. Tuy nhiên, nhược điểm về thời gian tính toán này đang bị đẩy lùi do một mặt tốc độ CPU đang ngày càng được tăng nhanh và mặt khác được bù lại bởi hiệu quả nhận dạng.

Phương pháp nhận dạng cấu trúc đã và đang được áp dụng cho một tình huống nhận dạng ký tự chuyên biệt: Bài toán đọc và kiểm tra hộ chiếu, chứng minh thư hay một số giấy tờ đặc biệt khác dùng phông chữ OCR-B. Kết quả thử nghiệm thu được với độ tin cậy và chính xác cao đã khẳng định được ưu thế của giải pháp đưa ra.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bạch Hưng Khang, Hoàng Kiếm, Nguyễn Ngọc Kỳ, Lương Chi Mai, *Nhận dạng - Các phương pháp và ứng dụng*, NXB Thống kê, 1991.
- [2] A. K. Jain, *Fundamentals of Digital Image Processing*, Thomas Kailath editor, 1990.
- [3] Nguyễn Ngọc Kỳ, "Biểu diễn và đối sánh ảnh đường nét", Luận án Phó tiến Toán-Lý, Hà Nội, 1992.
- [4] Nguyễn Ngọc Kỳ, "Khảo sát lý thuyết và thực nghiệm phương pháp nhận dạng ký tự tiếng Việt theo hướng tiếp cận véctơ", Báo cáo kết quả thực hiện đề tài NCKH cấp nhà nước KH01-07, nhánh OCR, Hà Nội, 1998.
- [5] C. W. Liao and J. S. Huang, A transformation invariant matching algorithm for handwritten chinese character recognition, *Pattern Recognition* **23** (11) (1990) 1167-1188.
- [6] D. Lavine, Recognition of spatial point patterns, *Pattern Recognition* **16** (3) (1983) 289-295.
- [7] S. R. Ramesh, A generalised character recognition algorithm: a graphical approach, *Pattern Recognition* **22** (4) (1989) 347-350.

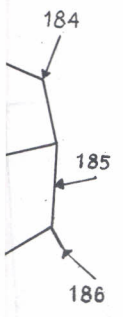
Nhận bài ngày 18-4-1999

Nhận lại sau khi sửa ngày 3-12-1999

Bộ Công an

ộ dài các

tiêu biểu.



một khả  
y và hiệu  
ện cụ thể

g và tách

ờng cong  
đặc tả.