

## 筆記の様子を記録した連続静止画像からのインク生成手法

浜口 拓輝<sup>†</sup>, 加藤 直樹<sup>†</sup>, 山崎 謙介<sup>†</sup>, 杉原 敏昭<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>東京学芸大学 <sup>‡</sup>株式会社リコー

### 1. はじめに

近年、テーブル面にコンピュータ画面を表示する Table Top Computing 環境の開発が進んでいる。リコーでは、その画面をビデオカメラで記録し、書き込んだマジックの筆跡を静止画像として保存できるシステム (Interactive Station) を開発している<sup>[1]</sup>。たとえば、Microsoft Word で文書を表示した状態で、その上にマジックで書き込みを行うと、その筆跡をオブジェクトとして Word に取り込むことができる。

このシステムでは、マジックの筆跡を静止画像として保存することはできるが、筆跡をペン入力タブレット等からの入力と同じように、筆点列 (インク) として取得することはできない。筆跡をインクとして取得できれば、筆記再生や、オンライン方式の文字認識やジェスチャ認識を行うことができるようになる。

本稿では、書き込みの様子を連続的に記録した画像から、インクを生成する手法を提案し、その手法の実現可能性について検証する。

### 2. インク生成手法

#### 2.1 前提条件

Interactive Station では、マジックによる書き込みを裏側 (プロジェクタで投影している側) からビデオカメラで撮影しているが、本研究では、30fps (frame per second) で筆記の様子を記録した連続静止画像を処理対象とする (図 1)。つまり、ビデオカメラで撮影した動画像から対象とする連続静止画像の取り出しについては別研究とし、本稿では取り扱わない。

#### 2.2 提案手法

連続静止画像の最終画像から特徴点を抽出し、抽出した特徴点を最初の連続静止画像から順番に比較することにより、特徴点を書いた順に並び替え、インクを生成する。

#### 2.3 前処理

前処理として膨張と細線化処理を施す。

Generating ink data from continual images recorded a series of strokes

Hiroki Hamaguchi<sup>†</sup>, Naoki Kato<sup>†</sup>, Kensuke Yamazaki<sup>†</sup>, Toshiaki Sugihara<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Tokyo Gakugei University, <sup>‡</sup>Ricoh CO.,Ltd.

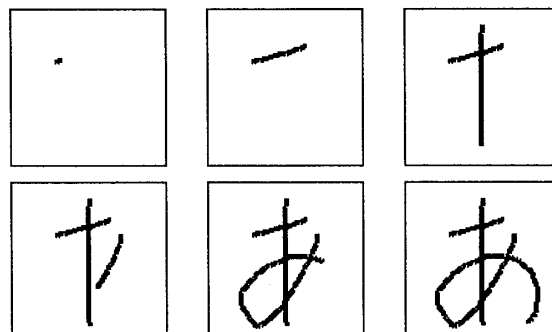


図 1 連続静止画像の抜粋例

#### (1) 膨張処理

マジックでの書き込みを行うと、マジックによるかすれや、筆記の様子をビデオカメラで記録するときに生じるかすれがあることが予想される。かすれがあると適切な細線化処理を行うことができないため、かすれを取り除くために、最終画像に膨張処理を行う。

#### (2) 細線化処理

膨張処理を行った画像に対し、細線化処理を行う。細線化には Hilditch による細線化<sup>[2]</sup>を行ってから、特定のパターンと一致したとき、残存している不要な図形画素を削る処理を行う。

#### 2.4 特徴点の抽出

特徴点の抽出は、端点の抽出とそれ以外の特徴点の抽出の二段階で行う。

##### (1) 端点の抽出

まず、特徴点として端点を抽出する。注目している画素が図形画素であり、その 8 近傍画素の中に図形画素がただ 1 つ存在するとき、注目している画素を端点として抽出する (図 2 左)。

##### (2) 端点以外の特徴点の抽出

筆跡の中で、曲率が大きく変化している部分の画素を特徴点として抽出する。さまざまな書き込みを想定し、実験を繰り返したところ、経験的に、図 3 のような 2 つの特徴点抽出パターンを得られた。そこで、それぞれのパターンにおいて、90°、180°、270° 回転させたときも含め 8 パターンとの比較をおこなった。ただし、図 3 では左右に 3 つ連結している画素があるが、これは一例であり、この部分は 1 つ以上連結していれば、いくつ連結していてもよい。そして、8 パターンのいずれかと一致したとき、注目して

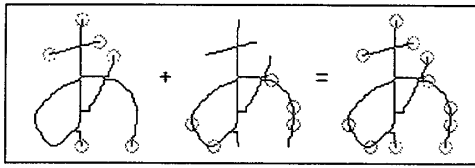


図2 特徴点抽出例

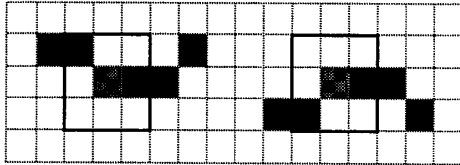


図3 特徴点抽出パターン

いる画素を端点以外の特徴点として抽出する(図2中)。

### 2.5 特徴点の並び替え

抽出した特徴点と書き込みの様子を記録した連続静止画像を順に比較し、抽出してある特徴点が背景画素から図形画素に置き換えられた順に並び替えた。1枚の静止画像に複数の特徴点がある場合については、最後に並び替えられた特徴点からの距離が小さい順に並び替えた(図4)。

### 2.6 特徴点の補正

前述の特徴点抽出処理では、たとえば、“は”や“ほ”のハネの部分のように、曲率が大きく変化している部分が、単なる特徴点ではなく端点として抽出されてしまうことがある(図5左)。

そこで、特徴点の並び替えを行ってから、端点 $(x_1, y_1)$ と端点 $(x_2, y_2)$ の間に特徴点が1つもないとき、(5.1)式と図形画素との交点を新たに特徴点として抽出する。

- x座標の差 $\geq$ y座標の差のとき … (5.1)  
 $x = (x_1 + x_2) / 2$  ( $\min(y_1, y_2) \leq y \leq \max(y_1, y_2)$ )
- x座標の差 $<$ y座標の差のとき  
 $y = (y_1 + y_2) / 2$  ( $\min(x_1, x_2) \leq x \leq \max(x_1, x_2)$ )

すると、端点と端点の間に少なくとも1つは端点以外の特徴点が存在することになる。そこで、再度特徴点の並び替えを行い、端点が端点以外の特徴点に挟まれたとき、端点ではない特徴点と判断のし直しをする(図5右)。

### 3. 実装と予備評価

提案したインク生成手法の実現可能性を確認するために一文字のひらがなの筆跡を記録した連続静止画像を入力すると、インクを生成し、単文字認識にけるツールを試作した。なお、単文字認識エンジンにはMicrosoft Windows XP

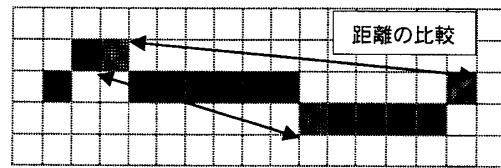


図4 特徴点の並び替え

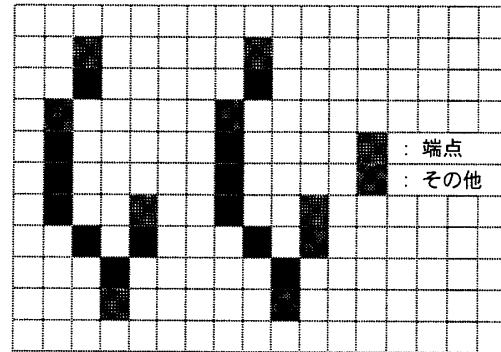


図5 問題例と改善例

Tablet PC Edition 2005 Recognizerを用いた。

予備評価として、筆者が筆記したひらがな46字種各5回の筆記に対して認識を行ったところ、第1位候補が正しい率が96%、第3位までに正しい文字が含まれている率が97%となり、提案手法の実現可能性を示すことができたと考える。

### 4. おわりに

本稿では、書き込みの様子を連続的に記録した静止画像から、インクを生成する手法を提案し、その実現可能性を示した。

今後の課題としては、漢字などひらがな以外の字種にも対応できるか、手書き文字列認識エンジン(たとえば[3])にも対応できるか、フレームレートをどのくらいまで下げることが可能かを試すことが挙げられる。また、筆記再生のためには、より適切な特徴点の抽出と並び替えが必要になると考えられるため、その特徴点をどのように抽出し並び替えればよいか検討したい。

### 参考文献

- [1] 新西, 伊賀, 桜井: Interactive Station: デジタル情報に手書きできるテーブルトップコンピュータ, ヒューマンインタフェースシンポジウム2007論文集, pp.245-248 (2007).
- [2] 安居院, 長尾: 画像の処理と認識, pp.68-72, 昭晃堂 (1992).
- [3] M. Nakagawa and M. Onuma: On-line Handwritten Japanese Text Recognition Free from Constraints on Line Direction and Character Orientation, Proc. 7thICDAR, pp.519-523 (2003).