

オンライン枠なし手書き文字認識の設計と実現*

2P-2

福島 貴弘 中川 正樹

東京農工大学 工学部 電子情報工学科

1. はじめに

記入枠の無い状態でのオンライン文字パターンを認識（枠なし文字認識）するとき、(1)何らかの幾何的な情報を用いて手書きパターンを文字ごとに分割し、(2)分割された各文字パターンに対して個別文字認識処理を施す、という単純な処理では、正しく認識をおこなうことは難しい。なぜなら、日本語を構成する文字の中には、複数の文字パターンに分割可能なものが多く存在するからである。例えば、“明石”と書かれた手書きパターンに対し上記(1)を施す場合、‘日’、‘月’、‘石’の三つのパターンに誤分割してしまうことが、十分考えられる。この例で正しく認識をおこなうためには、「“日月石”よりも“明石”とした方が文字列として確からしい」等、全体を文字列として捕らえた総合的な判断が必要となる。

本稿で述べる枠なし文字認識手法では、文字列としての確からしさの評価を、確率モデルから導いた「文字列尤度（以下、尤度）」を用いておこなう。この尤度により、文字の大きさ・文脈の二点において、従来の手法よりも厳密な評価をおこなうことができる。また、尤度を最高にする文字列を動的計画法で探索することにより、認識結果の文字列を得る。

2. 処理方式

大まかな処理の流れを次に示す。

- ① 切れ目となる可能性がある位置を、ストローク間の幾何的情報を用いて検出する
- ② もっとも確からしいと思われる文字列（最尤文字列）を動的計画法により探索する

上記処理①、②について、次に述べる。

2.1 切れ目候補検出処理

ある連続したストローク（以下、隣接ストローク対）間の幾何的な特徴を用いて、その隣接ストローク対が

- (a) 文字の切れ目となるのか
- (b) 文字の切れ目とならないのか
- (c) 曖昧なのか

のいずれに属するのかを判別する。ここでは、幾何的な特徴の項目として「ストロークの重心間距離」を用いる。

まず、記入された手書き文字パターンが、平均してどの程度の大きさであるのかを推定する処理をおこなう。文字の幅の推定結果を $SIZE_x$ 、高さの推定結果を $SIZE_y$ としておく。

次に、ある隣接ストローク対の幾何的特徴量を(1)式を用いて計算する。ただし、前方ストロークの重心座標を (x_1, y_1) 、後方ストロークの重心座標を (x_2, y_2) とする。

$$((x_2 - x_1) + (y_2 - y_1)) / (SIZE_x \times SIZE_y) \quad (1)$$

さらに、ストローク対の判別を次の条件でおこなう。

- ```

if (特徴量 > 切れ目しきい値)
 切れ目ストローク対（上記(b)）と判定
else if (特徴量 < 同一文字しきい値)
 同一文字ストローク対（上記(a)）と判定
else
 曖昧ストローク対（上記(c)）と判定

```

切れ目、同一文字の両しきい値については、あらかじめ統計から求めておく必要がある。

「幾何的特徴量を計算→判別」という処理を、すべての隣接ストローク対に対しておこなうことにより、入力手書きパターンの「文字の切れ目の候補」を検出することができる。

\*A Design and Implementation of Writing Box Free Recognition for On-line Handwritten Characters.

Takahiro FUKUSHIMA, Masaki NAKAGAWA  
Tokyo Univ. of Agriculture and Technology

## 2.2 最尤文字列探索処理

入力文字パターン列  $X = X_1 X_2 \dots X_N$  に対する、文字列  $C = C_1 C_2 \dots C_N$  の尤度  $L(C|X)$  を、次式で定義する。

$$L(C|X) = P(C_1) + \sum_{i=1}^{N-1} \log P(C_{i+1} | C_i) + \sum_{i=1}^N \left( \log P(\text{Sim}(X_i, S_i) | K_i) + \log P(W_i | K_i) + \log P(H_i | K_i) + \sum_j \log P(d_j | K_i) \right) + \sum_{i=1}^{N-1} \log P(D_i | \text{切れ目}) \quad (2)$$

(2)式の右辺の上段が、「文脈の確からしさ」の評価部分である。 $P(C_1)$  は  $C$  の 1 文字目  $C_1$  が出現する確率、 $P(C_{i+1} | C_i)$  は文字  $C_i$  から  $C_{i+1}$  に遷移する確率を表す。

中段が「文字単位の確からしさ」の評価部分である。 $P(\text{Sim}(X_i, S_i) | K_i)$ ,  $P(W_i | K_i)$ ,  $P(H_i | K_i)$ ,  $P(d_j | K_i)$  は、文字種  $K_i$  のときに、 $C_i$  の辞書パターン  $S_i$  と手書きパターン  $X_i$  の類似度  $\text{Sim}(X_i, S_i)$  が出現する確率、 $X_i$  の幅  $W_i$  が出現する確率、 $X_i$  の高さ  $H_i$  が出現する確率、部首間距離  $d_j$  が出現する確率をそれぞれ表す。

一文字を構成する部首数は必ず 2 だとは限らないので、 $d_j$  に関する評価は複数回（または 0 回）おこなう。

下段が「分割の確からしさ」の評価部分である。 $P(D_i | \text{切れ目})$  は文字間距離  $D_i$  が出現する確率を表す。

(2)式の尤度を最高にする文字列  $C_{\max}$  が、枠なし文字認識の結果となる。 $C_{\max}$  の探索には、動的計画法を用いる。その際、文字パターの大きさを考慮した枝刈りをおこなうことにより、処理時間を短縮させる。

## 3. 実験

筆者が所属する研究室の学生、教官の計 8 名に、次の条件で文字列パターンを記入してもらい、1 番から 8 番までの 8 セット（9 文、205 字/セット）のデータを得た。得られたデータの例を図 1 に示す。

- ◆ タブレットは武藤工業社製 MVT-12 を使用
- ◆ 枠や罫線が無い状態で、指定された例文を一字一句変えずに、横書きで記入
- ◆ 文字の大きさ、改行は自由
- ◆ 異なる二文字をつなげてはならない

- ◆ 後方の文字を記入した後、前方の文字を編集してはならない

入園料は小学生以上  
590円、小学生未満無料。

図 1 実験対象文字パターの例

上記のデータで実験をおこなったところ、文字単位の認識率 74.5% という結果を得た。データセット別の認識率を図 2 に示す。

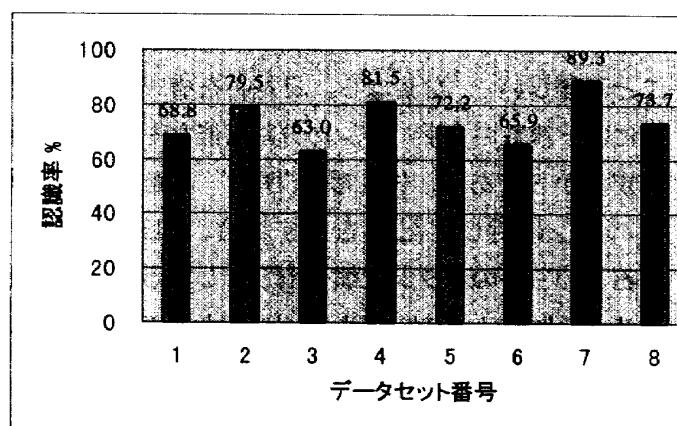


図 2 データセット別認識率

## 4. まとめ

本稿では、確率モデルに基づいたオンライン枠なし手書き文字認識の設計と実現について述べた。

## 謝辞

本研究は、情報処理振興事業協会の創造的ソフトウェア育成事業の補助による。

## 参考文献

- [1] 村瀬 洋, 若原 徹, 梅田 三千雄: 候補文字ラテイス法による枠無し筆記文字列のオンライン認識, 電子通信学会論文誌 vol.J68 No.4 pp.765-772(1985)
- [2] 秋山勝彦, 中川正樹: ストロークのつながりに寛容なオンライン手書き文字認識, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU94) I, pp. 145-152 (1994).
- [3] M. Nakagawa and K. Akiyama: A Linear-time Elastic Matching for Stroke Number Free Recognition of On-line Handwritten Characters, Proc. 4th IWFHR, pp. 423-430 (1994).