

オンライン枠なし手書き文字認識の実現と一評価*

4 D - 6

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

PDA 等でオンライン手書き文字認識をおこなう際には、通常、文字記入用の枠を設ける。記入枠を設けることにより正しい文字分割が保証されるので、その分高精度の認識が可能となるが、一方筆記者にとっては、文字記入領域が枠内に制限されていることが不便に感じることもある。ペン入力の利点を最大限に生かすためには、記入枠を必要としない文字認識（枠なし文字認識）技術の開発が望まれる。

枠なし文字認識を実現するためのアプローチの一つとして、(1)文字切出し、(2)個別文字認識という二段階の処理で実現する方法[1,2]が考えられる。しかし、日本語を構成する文字の中には、複数の文字に分割可能なものが多く存在し、そのような手書きパターンに対しては、前後の文脈等を考慮しない限り、文字分割の位置を正しく決定することはできない。

また、日本語文字列は、数字・アルファベットの「半角文字」、かな文字、単一部首の漢字、複数部首の漢字等、大きさがまちまちの文字で構成される。したがって、高精度の枠なし文字認識を実現するためには、文字サイズの評価を厳密におこなうことが重要であると考えられる。

本稿では、文字列尤度と動的計画法を利用した枠なし文字認識手法について述べる。文字列尤度は、確率モデルから導いた「文字列としての評価値」であり、①文脈、②文字形状、③文字分割、④文字サイズの各評価項目から成る。尤度に文字サイズの評価項目を加えることが枠なし認識において有効であることも、本稿で示す。

2. 認識対象

本稿では、次の条件を満たすオンライン手書き文字列パターン（以下、文字列パターン）を認識対象とする。

- 枠や罫線が無い状態で書かれた、横書きの文字列パターンである
- 異なる二文字が、同一のストロークでつながっていない
- 後方の文字を記入した後、前方の文字を編集していない
- 文字の大きさ、改行について特に指示しない

3. 処理方式

本稿で述べる枠なし文字列認識は、次の三段階の処理によって実現される。

- (1) 文字サイズ推定処理
- (2) 文字の切れ目候補検出処理
- (3) 最尤文字列探索処理

上記(1)から(3)について、それぞれ次に述べる。

3.1 文字サイズ推定処理

文字サイズ推定処理は、文字列パターンが、平均してどの程度の文字の大きさで書かれているのかを推定する処理である。文字列パターンに対する横軸・縦軸投影のヒストグラムから文字要素の幅と高さ抽出し、それらの平均値を「文字サイズ推定値」とする。文字サイズ推定値は、文字列尤度（3.3節）の計算の際、文字サイズの評価部分で利用される。

3.2 文字の切れ目候補検出処理

先に述べたように、幾何的特徴だけでは文字の切れ目の位置を正確に決定するのは難しいので、文字の切れ目位置の「候補」を抽出する。隣接した二本のストローク間の幾何的特徴量を計算し、しきい値による判定をおこない、条件に合えば候補として抽出する。

幾何的特徴量としては、「x 方向重心間変位」を採用する。x 方向重心間変位は、前方ストロークの重心 x 座標を x_1 、後方ストロークの重心 x 座標を x_2 、文字サイズの推定値を $SIZE$ とし、 $(x_2 - x_1) / SIZE$ で計算する。

3.3 最尤文字列探索処理

図 1 のような文字列パターンに対して 3.2 節で述べた処理をおこなったとき、同図の結果になったとする。図中(1)から(4)までの位置は切れ目の「候補」である。

*A Development and Evaluation of Writing Box Free Recognition of On-line Handwritten Characters.

Takahiro FUKUSHIMA, Masaki NAKAGAWA

Dept. of Computer Science, Tokyo Univ. of Agri. and Tech.

2-24-16 Naka-cho Koganei-shi, Tokyo, 184-8588 Japan

切り方の組合わせが全部で $2^4=16$ 通り考えられるが、この16通りの切り方から得られるすべての文字列に対して総合的な評価をおこない、その中で最高の評価値となるものを探索し、その結果を枠なし認識結果とする。図1の例では、(1)で切らずに(2)で切り、(3)で切って(4)で切らないときの“明日は”の文字列を探索できれば、正しく認識されたことになる。探索には動的計画法を用いる。

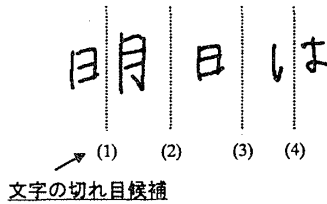


図1 文字の切れ目が曖昧な例

総合的な評価の尺度が文字列尤度であり、①文脈、②文字形状、③文字分割、④文字サイズの各評価項目から成る。各項目の評価内容を、表1に示す。

表1 文字列尤度評価内容

① 文脈	バイグラム確率[4]
② 文字形状	類似度[3]
③ 文字分割	文字要素間距離
④ 文字サイズ	文字幅・文字高さ

4. 認識実験

筆者8名(例文指定, 2節の記入条件)による8セット(9文, 205字/セット)のデータを対象に認識実験をおこなったところ、文字単位の認識率78.8%という結果を得た。図2に実験対象データの例を示す。認識時間については、20文字程度から成る例文一つ当たり、約11秒程度だった(Intel Pentium 166MHz搭載マシン使用)。

5. 文字サイズ尤度の有効性

尤度における文字サイズの評価項目が、認識精度に影響を与えるのかどうかを調べる実験をおこなった。実験は、(a)尤度に文字サイズ評価を加えたとき、(b)それを省略したとき、双方の認識率を比較しておこなった。実験対象データは4節のものと同様である。

実験結果を表2に示す。ケース(a)の認識率がケース(b)の認識率を上回ったことから、文字サイズに関する評価を文字列尤度に加えることが有効であることを示すことができた。ケース(a)で正認識し、ケース(b)で誤認識した例を図3に示す。

表2 認識率比較

ケース(a)	ケース(b)
78.8%	74.5%

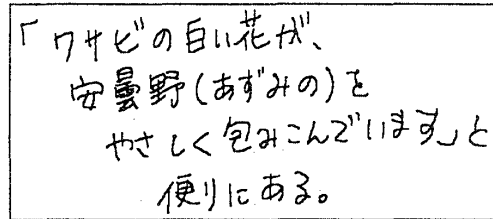


図2 実験データ例



図3 ケース(a)正認識, ケース(b)誤認識の例

6. おわりに

本稿では、確率モデルに基づく文字列尤度と動的計画法を用いた、オンライン枠なし手書き文字認識手法について述べた。また、文字列尤度に文字サイズの評価項目を加えることが有効であることを示した。

今後の課題としては、ある程度の規模を有する枠なし手書き文字列パターンデータベースの作成、枠なし手書きパタンの統計解析、等が残されている。

謝辞

本研究は、一部(株)日立製作所, 日立研究所, (株)富士通研究所との共同研究による。ここに感謝する。

参考文献

- [1] 岡本正義, 山本英人, 吉川隆敏, 堀井洋: 物理的特徴量を用いたオンライン文字自動切り出し手法, 信学技報 PRU95-13, (1995).
- [2] 相澤博, 若原徹, 小高和己: 複数のストローク特徴を用いた手書き文字列からの実時間文字切出し, 電子情報通信学会論文誌 D-II Vol. J80-D-2-II No.4, pp.1178-1185 (1997).
- [3] 秋山勝彦, 中川正樹: オンライン手書き日本語文字認識のための線形時間伸縮マッチングアルゴリズム, 電子情報通信学会論文誌, J-81-D-II, 4, pp.651-659 (1998.4).
- [4] 吉野貴史, 中川正樹: 文字出現の統計情報を用いたオンライン手書き文字認識の後処理の改良: 情報処理学会第56回全国大会(2), pp. 117-118 (1998).