

続け書き文字に対応したオンライン文字認識システムの研究開発

1 P-7

秋山勝彦 中川正樹
東京農工大学大学院工学研究科

1. はじめに

我々が収集した手書き文字パターンデータベースによると、手書き文字の書き順変動は画数変動に比べて少なく、画数は減少傾向にあることが分かった^[6]。この結果から我々は、書き順変動には辞書で対応し、画数減少にはアルゴリズムで対応するという方向でオンライン文字認識システムの研究開発を行った。

続け書き文字に対応すること自体は、各ストロークを一連なりと捉えてパターンマッチングすることで可能であるが、複雑な形状の一本のストロークを対応付けなければならないので高いマッチング精度が要求される。頑健なパターンマッチング手法としてはDPマッチング手法が提案されているが、これは一般にパターンの特徴点数の積に比例した計算量が掛かり、リアルタイムなシステムにはあまり適さない。

そこで筆者は、特徴点数に線形な処理時間で済み、かつ認識率がDPマッチングと遜色ない線形時間伸縮マッチング手法を開発した。本稿ではこの手法について述べ、これを使用したオンライン文字認識システムの性能を評価する。

2. 線形時間伸縮マッチングアルゴリズム

線形時間伸縮マッチングアルゴリズムは、対応点選択、浅いバックトラック、類似度計算からなる。以下、それぞれについて説明する。

2. 1. 対応点選択

正規化や特徴点抽出などの前処理が施された入力パターンと辞書パターンとの間で、次のようにし

て対応する点を選択する。

- (1) 最初の点同士を対応させる。
- (2) $[n,m]$ を、「辞書の n 番目の点と入力の m 番目の点の対応」とする。現対応が $[I,J]$ のとき、次対応 $[i,j]$ を次に示す $D(i,j)$ が最大になるように、 $[I+1,J+1],[I,J+1],[I+1,J]$ の中から選択する。

$$D(i,j) = (C_{CB} - D_{CB}(i,j)) \times \cos \Delta \theta(i,j)$$

C_{CB} : $D_{CB}(n,m)$ の最大値

$D_{CB}(i,j)$: 点 i と点 j 間のシティブロック距離

$\Delta \theta(i,j)$: 点 i , 点 j とそれぞれの1つ前の点とが為すベクトルの角度差

- (3) 終端同士の対応まで(2)を繰り返す。

上記処理の計算量は、特徴点数が n_1, n_2 であるとき $O(n_1+n_2)$ で済む。DPマッチングが n_1 と n_2 の積に比例した手間が掛かるのに対して高速である。

2. 2. 浅いバックトラック

方向特徴は安定しているので文字認識では重要な情報であるが、これが不安定となることもある。

方向特徴が崩れているとき、対応点選択処理において、方向が崩れている部分で辞書か入力パターンの一点に複数点に対応し、対応付けが詰まってしまうということが良く起こる。

このような対応付けの詰まりを利用して、方向特徴の崩れに対処するための浅いバックトラック処理を行う。

浅いバックトラック処理では、対応点選択で一点に複数点に対応したとき、その対応区間におけるストローク長の差を調べ、それが閾値以上の場合に複数点側の方を戻し、一点側の方を一つ進めて対応づける。

2. 3. 方向不安定属性

方向不安定に対応する手段としては、浅いバックトラックの他に、辞書パターンの方向不安定部分に方向不安定属性を付けるという方法もある。この属性が付いた部分に関しては、方向特徴を使わず位置特徴だけで対応点選択を行う。

2. 4. 類似度計算

パターン間対応付けの後、類似度を計算する。対応づけの評価値をそのまま利用するよりも、この方が精度を高くできる。

類似度計算では、対応の重複を取り除いて一点に対して一点が対応するようにした後、各対応区間において部分類似度を計算し、それらの加重平均を取ることで類似度を求める。

加重平均の重み付けは、対応区間におけるストローク長のどちらか長い方を取って重み付けとする。

3. 実験

3. 1. 実験内容

認識実験には、我々の収集したオンライン手書き文字パターンデータベース^[6]、TUAT Nakagawa Lab. HANDS-kuchibue_d-96-02 の 80 人分を利用した。1 人分のデータは約 1 万 2 千字で、JIS 第一水準を含んでいる。

このデータを Pentium90MHz で認識し、線形時間伸縮マッチングと DP マッチングとでそれぞれ認識率と平均認識時間を計測した。

3. 2. 実験結果

実験結果を表 1、表 2 に示す。表中、「文脈」は文脈後処理、LTM と DPM はそれぞれ線形時間伸縮マッチングと DP マッチングを表す。

表 1. 累積認識率

文脈	手法	累積認識率		
		1 位	2 位	3 位
なし	LTM	79.94	87.90	91.21
	DPM	81.39	89.06	91.97
あり	LTM	90.78	92.46	93.30
	DPM	91.32	93.05	93.80

表 2. 一人分 (11962 字) 当たりの平均認識時間

手法	平均認識時間
LTM	22 分
DPM	152 分

4. 結論

本稿では、線形時間伸縮マッチングアルゴリズムについて述べ、それを利用したオンライン文字認識システムの評価を行った。

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。

5. 参考文献

- [1] 吉田ほか：ストローク数に依存しないオンライン手書き文字認識の一手法，昭和 57 年信学会全大 5-342 (March 1982)
- [2] 佐藤ほか：走り書き文字のオンライン認識，信学論 J68-D, 12, PP.2116-2122 (Dec. 1985)
- [3] Ishigaki,K. et al. A Top-down Online Handwritten Character Recognition Method via the Denotation of Variation, 1988 Proc. Int'l Conf. on Computer Processing of Chinese and Oriental Languages, Toronto, PP.141-145 (1988)
- [4] Nakagawa,M. Non-keyboard Input of Japanese Text/On-line Recognition of Handwritten Characters as the Most Hopeful Approach, JIP, 13, 1, PP. 15-34 (April 1990)
- [5] Tappert,T.C. et al. The State of the Art in Online Handwriting Recognition, IEEE PAMI, 12, 8, pp.787-808 (August 1990)
- [6] 山中ほか：オンライン手書き筆跡パターンの収集とその一解析，情処研報，95, 113, pp.1-6 (1995-11).