

# 交叉情報による分類

4 R - 3

新井 武 金子真輝 天沼 博 高橋邦夫  
神奈川大学 工学部 電気工学科

## 1. はじめに

本論文では交叉情報による手書き漢字の分類手法を提案する。交叉情報により対応関係が明確になり認識は容易になると考えられる。また、しきい値パラメータ以上の漢字を候補漢字とする分類法により、分類個数が1となる字種を増加させ、かつ単純に順位を用いる方法より候補漢字を減少させることが可能である。

## 2. 予備的事項

漢字データは、電子技術総合研究所による手書き漢字データベース ETL-8,9 を対象とした。この 64 × 63 ドットの2値画像を 32 × 32 ドットの2値画像に圧縮・細線化し、漢字の重心を文字枠の中心に合わせ、外枠を1ドット拡げる。この画像を  $f_{ic}(x, y)$  とする。cは漢字番号、iはサンプル番号である。1字種160サンプル中、奇数番目を学習データ、偶数番目を未知データとする。

## 3. 類似度

### 3.1 特徴点マッチングによる類似度

3 × 3 のマスクパターンをかけ、端点4種類、コーナー4種類、T字分岐4種類、十字分岐1種類の計13種類の特徴点を抽出したものを  $f_{ic}^{(l)}(x, y)$  とする。

特徴点の辞書データ  $g_c^{(l)}(x, y)$  は次式のように各字種の全学習データに関してそれぞれの特徴点を蓄積し、さらに8近傍に拡張したものを作成する。

$$g_c^{(l)}(x, y) = \begin{cases} 1 : \sum_{j=1}^{80} f_{ic}^{(l)}(x \pm m, y \pm n) \geq 1 \\ 0 : \sum_{j=1}^{80} f_{ic}^{(l)}(x \pm m, y \pm n) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

( $l=1 \sim 13, i=2j-1, c=1 \sim 881, m, n=0 \sim 1$ )

入力漢字の特徴点データ  $f^{(l)}(x, y)$  と辞書特徴点データとの類似度  $B_c$  は以下の式より求まる。

Classification by Directional Labeling

Takeshi Arai, Masaki Kaneko, Hiroshi Amanuma,

Kunio Takahashi

Department of Electrical Engineering

KANAGAWA University

3-27-1 Rokkakubashi Kanagawa-ku Yokohama 221 Japan

$$B_c = \frac{\sum_{l=1}^{13} \sum_{x, y=0}^{33} f^{(l)}(x, y) g_c^{(l)}(x, y)}{\gamma k_{fd} + \lambda k_{gd}} \quad (2)$$

ここで  $k_{fd}$  は入力漢字の特徴点数、 $k_{gd}$  は学習漢字の平均特徴点数、 $\gamma, \lambda$  は定数 ( $\gamma + \lambda = 1$ ) である。

### 3.2 交叉情報マッチングによる類似度

#### 3.2.1 ストローク抽出

ドットの連続性により4方向（縦、横、右下がり、左下がり）のストロークを抽出する。横ストロークおよび縦ストロークは3ドット以上連続、右下がりストロークおよび左下がりストロークは4ドット以上連続であるものを抽出する。

#### 3.2.2 交叉情報の算出

抽出した方向別ストロークに対して、それぞれ垂直方向（各2方向合計8方向）の外枠から掃引し、ラベルを文字枠全体に付す。ラベルはストロークと交叉するごとに+1する。

#### 3.2.3 ラベル別交叉類似度

辞書データ  $g_c^{(pn)}(x, y)$  は次式のように各字種の全学習データに関してストローク上のラベルごとに蓄積する。 $p$ は掃引する方向、 $n$ はラベル番号である。

$$g_c^{(pn)}(x, y) = \begin{cases} 1 : \sum_{j=1}^{80} f_{ic}^{(pn)}(x, y) \geq 1 \\ 0 : \sum_{j=1}^{80} f_{ic}^{(pn)}(x, y) = 0 \end{cases} \quad (3)$$

( $p=1 \sim 8, i=2j-1, c=1 \sim 881$ )

入力漢字のデータ  $f^{(pn)}(x, y)$  と辞書データとの類似度  $S_c$  は以下の式より求める。

$$S_c = \frac{\sum_{p=1}^8 \sum_{n=1}^{\max(n)} \sum_{x, y=0}^{33} f^{(pn)}(x, y) g_c^{(pn)}(x, y)}{\gamma k_{fd} + \lambda k_{gd}} \quad (4)$$

ここで  $k_{fd}$  は入力漢字のドット数、 $k_{gd}$  は学習漢字の平均ドット数、 $\gamma, \lambda$  は定数 ( $\gamma + \lambda = 1$ ) である。

#### 3.2.4 平均交叉類似度

辞書データ  $g_c^{(p)}(x, y)$  は次式のように各字種の全学習データに関して各点におけるラベルの平均値を算出し

作成する。

$$g_c^{(p)}(x, y) = \frac{1}{80} \sum_{j=1}^{80} f_{ic}^{(p)}(x, y) \quad (5)$$

( $p=1 \sim 8, i=2j-1, c=1 \sim 881$ )

入力漢字のデータ  $f^{(p)}(x, y)$  と辞書データとの類似度  $L_c$  は以下の式より求める。

$$L_c = \sum_{p=1}^8 \sum_{x, y=0}^{33} \{f^{(p)}(x, y) - g_c^{(p)}(x, y)\}^2 \quad (6)$$

### 3.3 ストローク類似度

#### 3.3.1 ストロークの構造抽出

特徴点をつなぎ合わせたストロークを抽出し、隣り合うストロークの角度差が  $22.5$  [deg.] 以下ならば結合する。このストローク上の交叉情報の多数決を取ったストロークのラベル値および角度、重心位置、端点位置情報を求める。辞書データは、各字種学習データのうち  $8$  個使用する。

#### 3.3.2 交叉情報による対応

入力データと辞書データの各々のストロークで同一ラベル値、角度差  $22.5$  [deg.] 以内の条件を満たす対応をとり、 $K_c$  の値が最小となる辞書データを採用する。

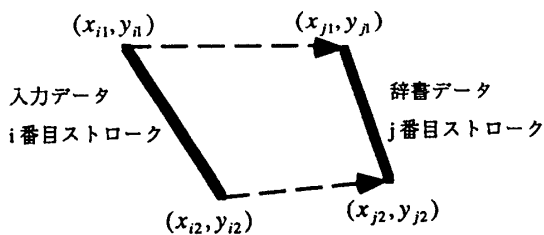
$$K_c = K_c^{(f)} + K_c^{(s)} \quad (7)$$

ただし、

$$K_c^{(f)} = \sum_{i=1}^n \min_j t_{ij} \quad (8)$$

$$K_c^{(s)} = \sum_{j=1}^n \min_i t_{ji} \quad (9)$$

$$t_{ij} = \sqrt{(x_{j1} - x_{i1})^2 + (y_{j1} - y_{i1})^2} + \sqrt{(x_{j2} - x_{i2})^2 + (y_{j2} - y_{i2})^2} + \eta |1 - s_{ij}| \quad (10)$$



ここで  $s_{ij}$  は辞書データの  $j$  番目ストロークに対応する入力データのストローク本数である。また  $\eta=3$  とする。

## 4. 分類法

### 4.1 類似度の統合化

類似度  $B_c, S_c, L_c$  を偏差値化したものを  $B_c', S_c', L_c'$  とする。識別量  $A_c^{(BSL)}$  は次式のようになる。

$$A_c^{(BSL)} = \frac{B_c' + S_c' + L_c'}{3} \quad (11)$$

また識別量  $A_c^{(BSL)}$  による分類後、複数の候補が存在する字種に対して識別量  $A_c^{(BSLK)}$  による分類を行う。

$$A_c^{(BSLK)} = A_c^{(BSL)} - \alpha K_c \quad (12)$$

### 4.2 統一パラメータによる分類法

識別量  $A_c$  が以下の式を満たせば候補漢字とする方法を用いる。

$$A_c \geq \delta \max_j (A_j) \quad (13)$$

ただし、 $\delta$  は  $0 \sim 1$  の推定率である。

## 5. 結果

ETL-8 (881 字種 160 サンプル) の分類結果を表 1、表 2 に示す。

表 1 識別量  $A_c^{(BSL)}$  による分類 ( $\gamma = 0.7, \lambda = 0.3$ )

正解率 [%]	平均個数	1個率 [%]	1位率 [%]
99.90	4.59	37.74	97.78

表 2 識別量  $A_c^{(BSLK)}$  による分類 ( $\alpha = 3$ )

正解率 [%]	平均個数	1個率 [%]	1位率 [%]
99.60	1.09	94.41	98.67
99.80	1.30	85.36	98.67
99.88	2.00	66.84	98.67

## 6. むすび

交叉情報を利用することにより、高い正解率を維持したまま候補漢字を絞ることが出来た。

## 7. 謝辞

本研究で使用した電子技術総合研究所文字データベース ETL-8,9 を作成された関係各位に深謝する。

### 参考文献

- (1) Hildebrant T. and Liu W. : "Optical Recognition of Handwritten Chinese Characters : Advances since 1980", Pattern Recognition, Vol.26, No.2. (1993)
- (2) 高橋邦夫、天沼 博、加藤弘之 : "手書き漢字の学習パラメータによる分類-構造化パターンマッチング等による-", 信学論 (D-II), J75-D-II, 5, pp.674-675 (1992-03)
- (3) 高橋邦夫、天沼 博、加藤弘之 : "学習グループ化による手書き漢字の分類", 信学論 (D-II), J75-D-II, 9, pp.1626-1627 (1992-09)