1Q-1

複数の特徴を用いたオフライン手書き漢字の筆者識別に関する研究

相馬 歩[†]　　荒井 正之[‡]

帝京大学大学院理工学研究科[†‡]

1. はじめに

現在、オフライン筆者識別の研究では、個人特定のための様々な特徴が提案されている。しかし、過去の研究では文字認識のための特徴を筆者識別に流用したものが多く、筆者識別のために提案された特徴はあまり見られない。また、それらの研究では 1 つの特徴について言及しているものが多く、複数の特徴を併用し筆者の識別を行った研究は少ない。

そこで、本研究では複数の特徴を効果的に統合できる識別器の検討と同時に、筆者識別に有効と考え得る特徴の検討を行った。

2. 特徴の検討

本研究では局所的な特徴である（1）加重方向指数ヒストグラム特徴[1]（以下 WDIH 特徴）に加え、（2）文字を構成する各線分の始点・終点位置及び角度による特徴の 2 つを用いる。さらに、大局的な特徴として（3）文字の重心位置などによる特徴と、（4）2 次元空間スペクトルを用いた特徴の 2 つ、計 4 つの特徴を用いて筆者を識別する。従来の手法で多用されている局所的な特徴だけでなく、大局的な特徴を併せることにより識別率の向上が期待できる。以下、これら 4 つの特徴抽出方法について述べる。

2.1. WDIH 特徴

WDIH 特徴とは文字の輪郭線に着目した特徴である。特徴の抽出方法は次の通りである。

（1）文字の輪郭線を追跡しつつ移動前の画素の方向と移動後の画素の方向から 16 の方向指数を求める。

（2）（1）で求めた方向指数について偶数番目の方向指数を中心に 1:2:1 の重み付けを行い 8 方向に圧縮する。

（3）輪郭線の追跡開始方向を考慮し 4 方向に圧縮する。さらに、任意の領域でヒストグラムを作成し、領域圧縮する。

（4）ガウスフィルタを 1 つおきに適用することで特徴を抽出する。

「Writer identification for offline handwritten Chinese characters using multiple features」

†「Ayumu Souma・Teikyo Univ.」

‡「Masayuki Arai・Teikyo Univ.」

2.2. 文字を構成する各線分の始点・終点位置及び角度による特徴

文字の始筆部、終筆部などの特徴点が筆者識別に有効であるという研究[2]がある。本研究ではその研究を参考に同様の特徴を抽出し、加えて文字を構成する各線分の角度を特徴として抽出する[3]。

2.3. 文字の重心位置などによる特徴

本研究では（1）文字の重心位置、（2）文字を矩形型で囲った際の左上及び右下の xy 座標、（3）文字の高さと幅の比、（3）文字の大きさ、（4）文字枠と高さ及び幅との比などの特徴[3]を特徴として抽出する。

2.4. 2 次元空間スペクトルを用いた特徴

画像に対し 2 次元フーリエ変換を適用し 2 次元空間スペクトルを求め、そのパワー情報を特徴として用いる。文字の位置ずれに強く文字の形状のみに依存する特徴が得られると考えられており[4]、画像を任意の領域でメッシュ化を行い領域圧縮を行った後、2 次元フーリエ変換を適用し、スペクトル強度を求めることにより特徴を抽出する。

3. 識別器の検討

本研究では複数の特徴を用いて筆者識別を行う。よって、複数の特徴または各特徴による識別結果を統合する識別器が必要になる。そこで、文字認識で利用されている識別器の中から以下の識別器について検討する。

3.1. 多数決による識別

各特徴を用いて筆者を識別し、最多の票を獲得した筆者を最終識別結果とする。また、最多獲得票の筆者が複数存在する場合はリジェクトする。図 1 には、3 つの特徴（α、β、γ）を使用し、3 人の筆者（A、B、C）から識別を行った場合の例を示す。

	特徴α	特徴β	特徴γ		票数		最終識別結果
識別結果1	A	B	A	⇒	A=2 B=1	⇒	A
識別結果2	A	B	C		A=1 B=1 C=1		リジェクト

図 1.多数決による識別の例

Copyright ©2014 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

3.2. 最小順位和による識別

各特徴を用いて整合度の高い候補者の順に順位付けを行い、特徴ごとに候補が最初に出現する最小順位を足し合わせ、最も少ない順位和の候補者を最終識別結果とする。また、最小順位和が等しい筆者が複数存在する場合はリジェクトする。図 2 には、3 つの特徴を使用した場合の最小順位和による識別の例を示す。

	1位	2位	3位
特徴α	A	B	C
特徴β	B	A	C
特徴γ	C	A	B

⇒

順位和
A=5 B=6 C=7

⇒

最終識別結果
A

図 2.最小順位和による識別の例

4. 実験と考察

4.1. 実験条件と文字データ

本研究では、WDIH 特徴を抽出する際に 8×8 画素で領域圧縮を行い 400 次元の特徴量を抽出した。また、2 次元空間スペクトルを用いた特徴抽出では、10×10 画素でメッシュ化を行い 256 次元の特徴量を抽出した。本実験には筆者 100 人分、1 人につき 100 字種、1 字種当たり 50 個の文字が収録されている文字データベース[5]を用いた。特徴ベクトルの比較にはコサイン類似度を用いた。

4.2. 実験結果と考察

表 1 に 1 字種を使い WDIH 特徴のみを使用した識別（従来手法）と、4 つの特徴を使用し多数決による識別（手法 1）、最小順位和による識別（手法 2）により識別を行った際の識別率とリジェクト率を示す。表 1 を見ると手法 1 の方が従来手法より識別率が高いことがわかる。しかし、従来手法はリジェクトを行っていないため、手法 1 との比較が難しい。そこで、従来手法と手法 1 のリジェクト率を以下の方法で合わせることにより識別率の比較を行った。

（1）従来手法を用いて識別を行い、類似度の降順にデータを並び替える。

（2）字種ごとに、手法 1 とリジェクト率が同数になるよう下位のデータをリジェクトし、上位のデータのみ識別の正誤判定を行う。

上記条件の識別率を表 1 の従来手法の 2 行目に示す。提案手法 1 の識別率は、従来手法に比べ約 7%程度高くなった。また、識別に使用する字種数を増加させたときの識別率とリジェクト率の関係を表わしたグラフを図 3 に示す。これより、3~4 字種を識別に用いることで、リジェクト率 2%程度で、99%以上の識別率が得られることが分った。さらに、手法 1 で 2 字種を使った場合の識別率と誤識別率の関係を図 4 に示す。図 4 を見ると、獲得票数が 2 や 3 など票数が少ないものは誤識別となる傾向が強い。このことから、獲得票数を利用してリジェクトを行うことで誤識別を減らせると考えられる。

表 1. 各手法による識別結果

	識別率	リジェクト率
従来手法 （リジェクトなし）	78.08%	
従来手法 （リジェクトあり）	82.47%	22.46%
手法 1	89.97%	22.46%
手法 2	76.43%	1.88%

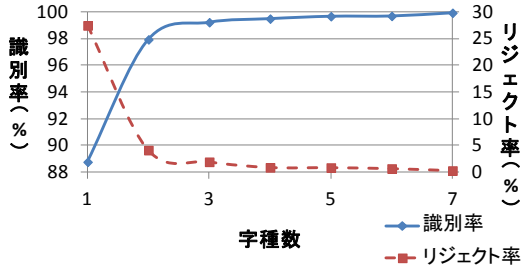

図 3.字種数と識別率及びリジェクト率の関係

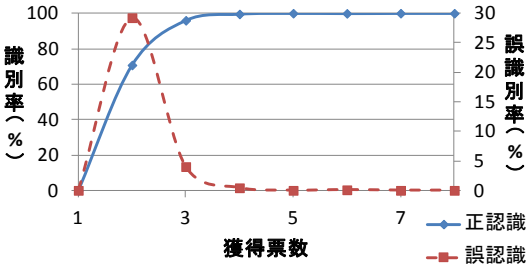

図 4.識別に 2 字種使用した際の識別率と誤識別率の関係

5. おわりに

本研究では、複数の特徴を用いて、筆者識別を行うために、特徴と識別器の検討を行った。その結果、4 つの特徴を使い、多数決による識別を行うことで、従来手法に比べ約 7%識別率が向上した。また、3 字種を識別に用いることで、99%以上の識別率が得られた。今後の課題として、更に大規模なデータを対象とした実験が考えられる。

謝辞

本研究に際して快く文字データベースを提供して下さった三崎揮市氏へ心より感謝致します。

参考文献

[1]梅田三千雄,三好健生,三崎揮市:"自己想起型ニューラルネットワークによる筆者識別と照合",電学論（C）122-C（11）,pp.1869-1875,2002

[2]常盤公徳,福江潔也,松前義昭:"個人内変動を抑制した字画の配置パターンのみに基づく筆者異同識別",画像電子学会誌,Vol.40,No.4,pp.660-670,2011

[3]相馬歩,荒井正之:"オフライン手書き漢字を用いた筆者識別に関する研究",情報処理学会全国大会講演論文集,Vol.75,No.2,pp2333-2334,2013

[4]長谷川孝明,羽倉幸雄,津田雄則:"2 次元空間スペクトルとニューラルネットワークを用いた手書き文字の筆者認識",電子情報通信学会論文誌 D-2 情報・システム Vol.73,No.12,pp2083-2085,1990

[5]三崎揮市,本庄大介,梅田三千雄:"筆者認識研究用手書き文字データベースと表示・解析ソフトの作成",日本鑑識科学技術学会誌 7（1）,pp.71-81,2002

Copyright ©2014 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.