

ストローク間情報を反映したオンライン特徴による オンライン文字認識

川又 武典 岡野 祐一 依田 文夫
三菱電機(株) 情報技術総合研究所

1. はじめに

我々は、文字枠なしで自由に筆記された文章を高精度に読取る、オンライン自由筆記文字読取方式の開発を進めており、個別文字認識方式として、筆順・画数変動に強いオンライン特徴を用いた文字認識方式を開発した^[1]。前記個別文字認識方式における課題の1つとして、低画数文字における識別能力の低下がある。その原因としては、1) 特徴量が少ないために各種変動要因を受け易い、2) 曲線成分に対する特徴の安定性が悪い^[2]、ことが考えられる。今回は、1) に対する対処として、実ストローク（筆記されたストローク）に加えて、仮想ストローク（実ストローク間の実際には筆記されないストローク）からオンライン特徴を抽出することにより、特徴量を増加させる実験を行った。ここで、仮想ストロークを抽出することにより、特徴量が増加すると共に、画数変動に強くなるが、その反面筆順変動の影響を受け易くなる。そこで、今回は、一部のオンライン特徴にのみ、仮想ストロークを反映し、仮想ストロークを反映しない特徴と併用することにより、筆順変動の悪影響を軽減させた。

2. 仮想ストロークを反映したオンライン特徴

2.1 仮想ストロークの抽出

実ストロークの終点と、次の実ストロークの始点を直線で結んだストロークを仮想ストローク（図1の太線）として抽出する。ここで、仮想ストロークを独立して扱おうと、画数変動の影響を受け易いこと、一筆書きでは、ストロークを単位とした特徴の抽出が困難になることから、直前の実ストロークに結合することにより抽出を行った。

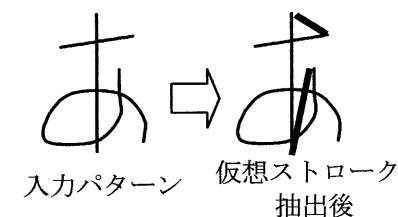


図1. 仮想ストローク抽出例

2.2 オンライン特徴抽出

2.1で得られた仮想ストロークを反映した入力パターンから、8方向コード特徴、累積方向コード特徴、相対位置特徴、相対線密度特徴、時系列反映相対位置特徴、時系列反映相対線密度特徴を抽出する。図2に、文字パターン「金」から、仮想ストロークを反映した8方向コード特徴を抽出した例を示す。図から判るように、実ストロークのみでは頭れない方向成分が抽出され、特徴量が増加していることが判る。

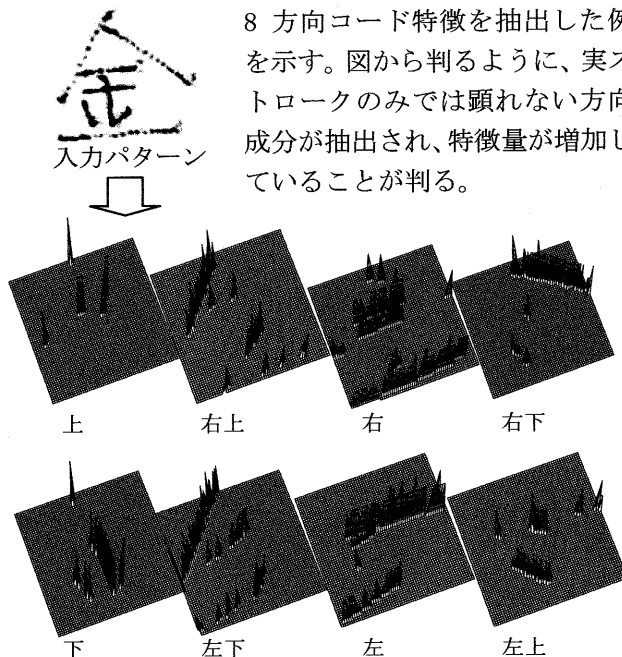


図2. 8方向コード抽出例（仮想ストローク反映）

3. 実験結果

表1に示す学習・評価データを用いて、認識率評価を行った。なお、識別には、正準判別分析法で抽出した圧縮特徴を用いた。また、辞書設計に用いた認識対象文字は、非漢字348文字、漢字3693文字（第1水準漢字2965文字+第2水準漢字728文字）の合計4041文字、1テンプレート/文字である。但し、評価データに含まれる認識対象外の非漢字32文字は除いた。

表1 学習・評価データ

	データベース名称	データ数
学習	当社オンライン学習データ	750テンプレート/文字
評価	HANDS_kuchibue_d-97-06[3]	120人分

3.1 特徴単独の場合の認識率向上効果

仮想ストロークを反映したオンライン特徴単独での認識率の評価を行った。図3の横棒左端が仮想スト

ロークを反映しない場合の認識率、右端が反映した場合の認識率を示しており、横棒の幅が向上率である。この結果より、従来、他のストロークとの関係を用いていなかった8方向コード特徴、累積方向コード特徴)における向上効果が高いことが判った。

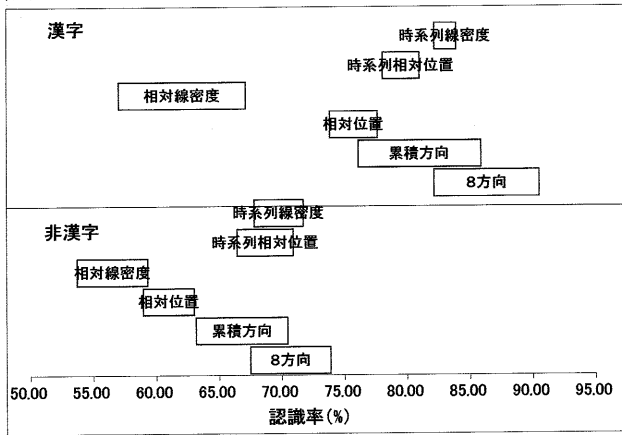


図3. 特徴単独での認識率向上効果

3.2 特徴間の相補性評価

すべての特徴に関して、仮想ストロークを反映した場合、筆順変動による影響を受け易くなる。そこで、3.1における評価で非漢字・漢字ともに認識率が最も高かった8方向コード特徴に関してのみ仮想ストロークを反映した特徴を抽出し、仮想ストロークを反映しない他の特徴と併用する方式を採用した。そのため、仮想ストロークを反映した8方向コード特徴と、他の特徴との相補性の評価を行った。結果を図4に示す。図4から、入力パターンを一筆書きにして特徴を抽出するP形FFT特徴と併用した場合に悪影響が発生することが判る。また、非漢字においては、相対線密度特徴との相補性が低いことが判った。

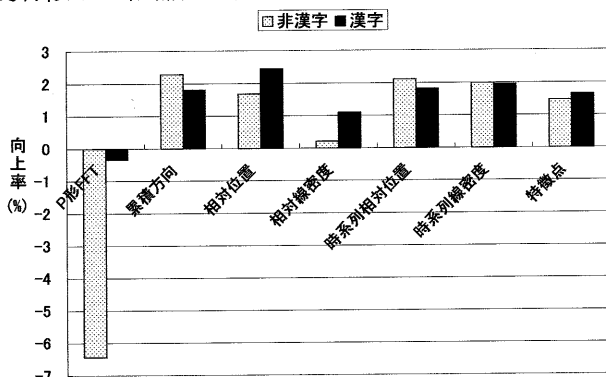


図4. 8方向コード特徴と他の特徴との相補性

3.3 従来方式との比較評価

仮想ストロークを反映した8方向コード特徴と、反映しない5つの特徴(相補性の低いP形FFT特徴、相

対線密度特徴は除外した)を併用した改良特徴(原特徴688次元、改良前の原特徴は938次元)を用いて、評価データによる認識実験を行った結果を表2に示す。識別に用いた圧縮特徴は共に320次元である。また、低画面数文字(非漢字中心)についてサブカテゴリ化を行った場合の比較結果も示す。表2に示すように非漢字において、仮想ストロークの反映効果が大きく、漢字に対する悪影響もほとんどないことが判った。

表2. 仮想ストローク抽出の効果(%)

サブカテゴリ化	方式	非漢字		漢字	
		第1位	第10位	第1位	第10位
なし	改良前	78.00	95.23	94.96	99.33
	改良後	79.62	96.47	95.53	99.41
あり	改良前	86.96	98.08	95.45	99.45
	改良後	88.44	98.31	95.74	99.41

3.4 中国語文字データによる評価

今回の改良特徴を、日本語文字データに比べて続け字データ比率の高い、表3に示す中国語文字データ(6763文字)に適用した場合の評価結果を表4に示す。なお、サブカテゴリ化は行っていない。また、圧縮特徴の次元数は日本語と同様に320次元である。比較のために、構造解析的手法^[4]における認識率も併記する。表4に示すように、中国語文字データにおいても仮想ストロークの反映により若干の認識率、分類率の向上が可能であることが判った。

表3 学習・評価データ(中国語文字データ)

	高頻度(3942文字)	低頻度(2821文字)
学習	200サンプル/文字	25サンプル/文字
評価	200サンプル/文字	25サンプル/文字

表4. 仮想ストローク抽出の効果(%)

方式	高頻度文字		低頻度文字	
	第1位	第10位	第1位	第10位
改良前(オンライン特徴)	95.91	99.65	97.23	99.83
改良後(オンライン特徴)	95.97	99.81	97.26	99.90
構造解析的手法	89.69	98.15	89.50	98.20

4. まとめと今後の予定

ストローク間情報が、非漢字、続け字に対して有効であり、使用特徴数も削減可能なことが判った。今後は、8方向コード特徴以外の特徴に仮想ストロークを反映し、他の特徴と併用した場合の性能評価を行う。

参考文献

- [1] 川又他：“オンライン...”，PRMU99-264, pp. 21-28(2000-3)
- [2] 木村他：“拡張外郭方向...”，信学論D-II, Vol. J82-D-II, No. 12, pp. 2271-2279(1999-12)
- [3] 中川他：“文章形式...”，PRU95-110, pp. 43-48(1995-9)
- [4] 南部他：“中国語オンライン...”，情処論, Vol. 40, No. 8, pp. 3289-3298(1999-08)